ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

МАТЕРИАЛЫ VIII РЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ, ПОСВЯЩЕННОЙ 80-ЛЕТИЮ НГАУ-НСХИ (10-11 ноября 2016 г.)

Новосибирск, 2016 г.

УДК 631; 629

Материалы VIII региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 80-летию НГАУ-НСХИ (10-11 ноября 2016 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. - Новосибирск, 2016. – 344 с.

Сборник подготовлен по материалам VIII региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов «Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования», посвященной 80-летию НГАУ-НСХИ. На конференции рассмотрены теоретические и методические вопросы по следующим направлениям: анализ действующих технологий и прогнозная ориентация в становлении и развитии технического сервиса; инновационные технологические решения в рамках задач технического сервиса: диагностика, техническое обслуживание, ремонт и восстановление; экология и ресурсосбережение на предприятиях технического сервиса.

Материалы сборника предназначены специалистам технического сервиса, научным сотрудникам, аспирантам, магистрантам, преподавателям и студентам образовательных учреждений.

Редакционная коллегия:
Ю.А. Гуськов, В.Н. Хрянин, А.А. Железнов,
П.И. Федюнин, А.А. Долгушин, А.В. Пчельников

ISBN 978-5-94477-194-0

© ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, 2016
© Инженерный институт, 2016

Организационный комитет конференции

Председатель

Гуськов Юрий Александрович, д.т.н., доцент, директор ИИ ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Заместители председателя

Хрянин Виктор Николаевич, к.т.н., доцент, зав. кафедрой НиРМ
Долгушин Алексей Александрович, к.т.н., доцент, зав. кафедрой ЭМТП
Федюнин Павел Иванович, к.т.н., доцент, зав. кафедрой АиТ

Секретарь

Железнов Антон Александрович, ст. преподаватель кафедры НиРМ

Члены организационного комитета ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Булаев Евгений Александрович, к.т.н., доцент кафедры АиТ
Вертей Михаил Леванович, ст. преподаватель кафедры АиТ
Коротких Владимир Владимирович, к.т.н., доцент кафедры НиРМ
Голубь Сергей Антонович, к.т.н., доцент кафедры ЭМТП
Илясов Александр Петрович, ст. преподаватель кафедры НиРМ
Попов Михаил Александрович, преподаватель кафедры НиРМ
Курносов Антон Федорович, к.т.н., ст. преподаватель кафедры ЭМТП
Пчельников Александр Владимирович, зав. лабораторией кафедры НиРМ
Домнышев Дмитрий Александрович, учебный мастер кафедры ЭМТП

Члены организационного комитета

Немцев Анатолий Егорович, д.т.н., г.н.с. СибИМЭ СФНЦА РАН
Крашенинников Семен Валерьевич, к.т.н., доцент ГАПОУ НСО НКАиДХ
Аравин Игорь Львович, полковник, к.и.н., доцент НВИ
Черненко Анатолий Николаевич, полковник, к.т.н, доцент НВВКУ
Кочергин Виктор Иванович, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО СГУПС

УДК 631.3.004.58

ФАКТОРЫ АДАПТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

А.Е. Немцев[1], В.В. Коротких[2], Р.Р. Алмакаев[2]
[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

На современном этапе развития производства добиться рентабельности агропромышленного комплекса (АПК) возможно только при использовании прогрессивной инженерно-технической системы (ИТС).

Прогрессивность ИТС определяется эффективностью функционирования её составляющих. Одной из основных составляющих ИТС, как известно, является система технического сервиса.

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий Российской федерации (РФ) находится в сложной экономической ситуации. В связи с этим их технический парк практически не обновляется. На начало 2004 г. обеспеченность хозяйств техникой составляла 40…60% [1]. Количество списываемых машин в 3…10 раз превосходит количество вновь приобретаемых [2].

Кроме того, средний возраст техники, например, в АПК Новосибирской области по всем маркам машин превышает нормативный срок службы [3]. Аналогичная ситуация и по другим регионам РФ.

Это обусловливает ряд серьезных негативных последствий для сельскохозяйственного производства [2]:

- большую нагрузку на работоспособную технику вследствие недостаточной обеспеченности ею (на 1000 га приходится 4-5 тракторов, а в 1989 г. было 10-12);
- низкий коэффициент готовности техники, не превышающий 0,6…0,7;
- снижение урожайности до 7…11 ц/га и потери урожая до 20…60% из-за простоев техники или эксплуатации её при ненормируемом техническом состоянии.

Совокупность перечисленных факторов снижает рентабельность хозяйств и указывает на целесообразность повышения эффективности использования техники.

В этих условиях в соответствии с разработанной ГНУ ГОСНИТИ РАСХН и министерством сельского хозяйства РФ концепцией развития технического сервиса в АПК России на период до 2010 года [4], обязательным условием эффективного использования техники было и остаётся создание хорошо организованной системы технического сервиса (СТС).

На сегодняшний день систем технического сервиса с полным комплектом её подсистем не существует. Однако одной из основных подсистем технического сервиса является система технического обслуживания и ремонта (ТОР) [5]. Вследствие этого характеристика СТС будет представлена по указанной подсистеме.

В настоящее время существуют следующие системы ТОР:

- планово-предупредительная;
- планово-предупредительная по техническому состоянию;
- ситуационно-комбинированная;
- дилерская;
- фирменная;

- самообслуживания.

Все эти системы обладают рядом преимуществ и недостатков: в большей или в меньшей степени. Кроме того, у всех систем ТОР, а соответственно и у системы технического сервиса отсутствует важная характеристика – адаптивность (самоприспосабливаемость).

В то же время, в соответствии с концепцией академика А.А. Жученко «Стратегия адаптивной интенсификацией сельского хозяйства» «…только адаптивная стратегия на всех уровнях эксплуатации человеком биосферы, прошлое и настоящее которой, по существу, является непрерывной адаптацией всех её биологических компонентов к окружающей среде, может оказаться единственно возможной стратегией выживания и устойчивого развития цивилизации» [6].

С учётом изложенного целесообразно создавать адаптивную систему технического сервиса в АПК, но для этого необходимо первоначально разобраться с понятием адаптации.

Адаптация (от лат. adaptatio – приспособление, прилаживание) *в технике* способность технических устройств или систем приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды или (и) к изменениям собственной структуры либо алгоритма функционирования, что приводит к повышению эффективности их работы [7].

Адаптация особенно свойственна биологическим системам и системам автоматического управления. Однако система технического сервиса не относиться ни к одной из указанных систем. Вследствие этого для создания адаптивной СТС выделены факторы и специфические особенности адаптивной СТС (рисунок 1).

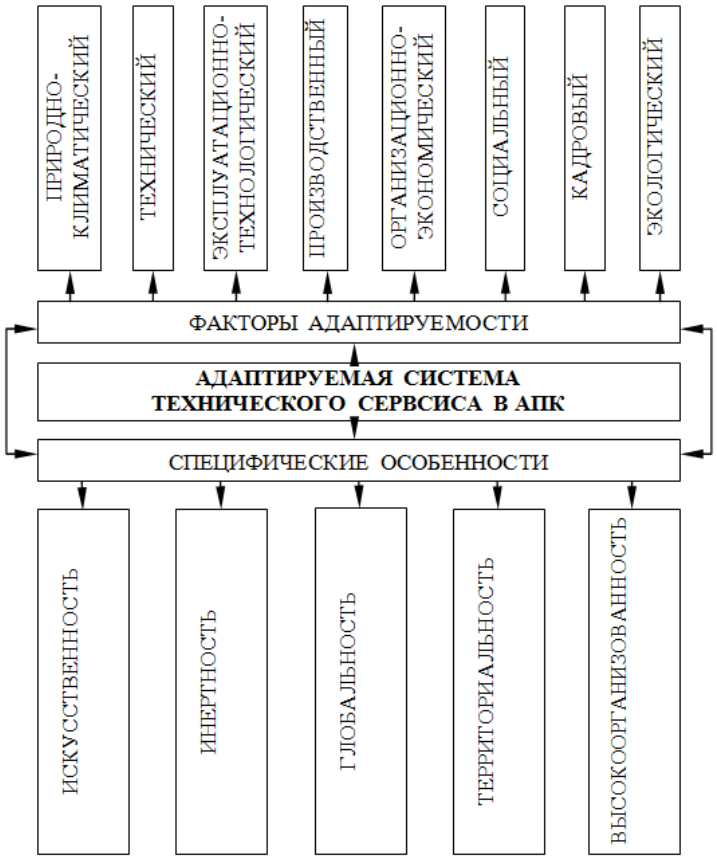


Рисунок 1 – Факторы адаптируемости и специфические особенности системы технического сервиса

С учётом приведённых факторов и специфических особенностей адаптивной системы технического сервиса очевидно, что рассматриваемая система не может быть адаптивной с позиции систем биологической или автоматического управления. Вследствие этого, необходимо подразделить понятие адаптивности на следующие составляющие:

- пассивная адаптивность;
- активная адаптивность.

Пассивной адаптацией является способность систем приспосабливаться к изменению условий (внешних или внутренних) без воздействия субъективного фактора.

Активной адаптивностью является способность систем приспосабливаться к изменению условий (внешних или внутренних) с воздействием субъективного фактора.

Система технического сервиса может быть только активно-адаптивной или, проще говоря, адаптируемой, так как с учётом перечисленных специфических особенностей указанная система не может приспосабливаться к изменению условий без вмешательства субъективного фактора.

Адаптируемая система технического сервиса в АПК сможет эффективно функционировать только при условии использования развитой подсистемы информационной поддержки специалистов инженерной службы. Данная подсистема должна оперативно обеспечивать необходимыми данными об изменении условий функционирования СТС и, соответственно, обусловить своевременный ввод корректировок параметров системы для её эффективного функционирования.

Таким образом, на основе изложенного сделаны следующие выводы:

1. Целесообразно чтобы система технического сервиса при изменении внешних условий функционирования могла оперативно корректировать свои параметры, т.е. быть адаптивной. Но ввиду сложности и многокомпонентности рассматриваемой системы она может быть только активно адаптивной или адаптриуемой, т.е. корректироваться при наличии субъективного фактора.
2. Для возможности эффективного функционирования адаптируемой системы технического сервиса необходимо использований развитой подсистемы информационного сопровождения специалистов инженерной службы.

Библиографический список

1. Российский трактор: реальность и перспектива // Техника и оборудование для села. – 2004. - №6. – С.45-46.
2. Огнев И.Г., Огнев О.Г. Формирование региональной нормативно-технической базы АПК//Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 2005.№1.–С.2–3.
3. Немцев А.Е., Криков А.М. Развитие сервиса – основа эффективного использования техники в Сибири.//Достижения науки и техники АПК. –2004.– №10.–С.21–23.
4. Концепция развития технического сервиса в АПК России на период до 2010 года / ГОСНИТИ – В.И. Черноиванов, А.Э. Северный, В.П. Лялякин и др.; Минсельхоз РФ – Л.С. Орсик, С.А. Горячев;. – М., 2003. – 197 с.
5. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Ч.V. Развитие и совершенствование методов и средств контроля: Метод. рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибИМЭ; Подгот. В.М. Лившиц и др. – Новосибирск, 1984. – 82 с.

6. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пущино.: ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.
7. Политехнический словарь / Гл. ред. Ишлинский А.Ю. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – 656 с.

УДК 656.13.002.8

ОБОСНОВАНИЕ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ И РЕЦИКЛИНГУ МАШИН В АПК НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Н. Хрянин, Е.В. Воропаев, К.Е. Лаврентьев, А.П. Илясов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В настоящее время в агропромышленном комплексе России эксплуатируется более 70% тракторов, зерно- и кормоуборочных комбайнов, амортизационные сроки которых превышают более чем на 3 года [1]. В то же время значительное количество списанной сельскохозяйственной техники скопилось на машинных дворах, брошено на пахотных землях, загрязняя территории и нанося значительный вред окружающей среде. Проблема утилизации техники АПК имеет важное народнохозяйственное значение и с экономической точки зрения, так как вышедшая из эксплуатации техника является источником ремонтного фонда запчастей и перерабатываемых материалов. [1,2, 4-9].

По экспертным оценкам ГОСНИТИ в ближайшие годы дополнительно будет выведено из эксплуатации более 350 тыс. ед. сельскохозяйственной техники и оборудования, эксплуатирующегося в АПК [2]. По данным Минсельхоза России только в 2014 году выбыло 84005 тракторов, или 18% от всего парка тракторов. Наибольшее выбытие произошло в Сибирском федеральном округе – 48415 тракторов, что составило 57,6 % от общего выбытия по стране, или 64,6% от тракторного парка в Сибирском федеральном округе [3].

Декларированная в Федеральном законе и других законодательных актах [10-12] необходимость создания системы утилизации техники, на практике пока не реализована и требует тщательной теоретической проработки и практической реализации в различных отраслях. [5]

В последние годы ведется активная работа по разработке структуры и механизма управления процессами утилизации сельскохозяйственной техники. Обосновываются численность, производственные мощности, рациональные радиусы сбора техники, а также параметры специализированных предприятий по сбору и утилизации, вышедших из эксплуатации машин и оборудования с учетом требований ресурсосбережения и экологичности. [1-9]

Решение этих задач зависит от многих факторов, связанных с разнообразием технических средств, подлежащих утилизации, неравномерностью распределения техники по территории, наличия транспортного сообщения, спецификой сбора и транспортировки утилизируемой техники к пункту накопления и переработки и др.

Не случайно рекомендации по созданию сети предприятий по сбору, накоплению, переработке и утилизации сельскохозяйственной техники в различных источниках варьируются от «…на ремонтно-технических предприятиях АПК РФ необходимо организовать не менее 50 постов

(участков)» [1] до «…на территории Московской области необходимо создать 23 предприятия по утилизации техники» [4].

Одна из первоочередных задач при решении вопросов по организации утилизации машин и оборудования в АПК, связана с разработкой сети утилизирующих предприятий для конкретного региона или области.

В данной работе решались задачи по обоснованию годовой программы, расположения и зон обслуживания предприятий по утилизации сельскохозяйственной техники, вышедшей из эксплуатации для условий Новосибирской области.

По данным Новосибирского Гостехнадзора сегодня в Новосибирской области эксплуатируется 83% мобильной сельскохозяйственной техники выработавшей амортизационные сроки. (Таблица 1) В среднем по районам области этот показатель варьируется от 66,1% в Искитимском до 95,2% в Кыштовском районе (рисунок 1).

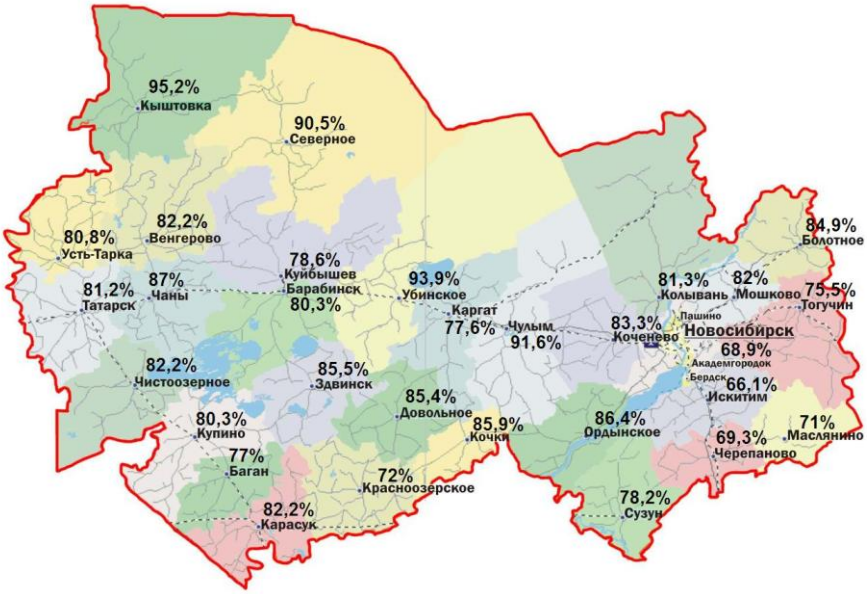


Рисунок 1 – Доля мобильной техники (кроме автомобилей) со сроком эксплуатации более 10 лет по районам Новосибирской области, %.

Таблица 1 – Наличие тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов и другой самоходной техники в Новосибирской области (по данным на 01.01.16)

№ пп	Наименование техники	Количество, всего	Количество техники со сроком эксплуатации			
			5 лет	5-10 лет	Свыше 10 лет	
					Всего	%
1	Тракторы	34223	1024	2182	31017	90%
2	З/у комбайны	4080	415	996	2669	55%
3	К/у комбайны	523	84	171	268	50%
4	Другая техника	11675	1501	3645	6529	52%
Всего техники		63674	3879	9062	50733	83%

По предварительным оценкам в ближайшие 2-3 года в Новосибирской области будет выведено из эксплуатации около 25 000 мобильных машин, эксплуатируемых в АПК.

Учитывая количество этой техники по районам Новосибирской области, а также значительное количество списанной техники, скопившейся на территориях предприятий, территориальное расположение районов, наличие автомобильных и железнодорожных транспортных путей были обоснованы:

- программа межрайонных предприятий по утилизации и рециклингу техники – 1000-1500 машин в год;
- количество межрайонных предприятий по утилизации и рециклингу техники – семь;
- места расположения предприятий (населенные пункты) и зоны их обслуживания (рисунок 2);
- рекомендованный радиус обслуживания предприятий для сбора техники на утилизацию для условий Новосибирской области составляет 100-150 км;
- планируемая программа по утилизации и рециклингу техники (на ближайшие 2-3 года) для каждого межрайонного предприятия (таблица 2).

Таблица 2 – Планируемая программа для межрайонных предприятий по утилизации и рециклингу мобильных машин (на 2017 - 2019 гг.)

№ п/п	Место расположения предприятия	Зона обслуживания (районы)	Программа
1	г. Татарск	Татарский, Усть-тарский, Чановский, Чистоозерный Венгеровский	3500
2	г. Барабинск	Барабинский, Куйбышевский, Северный, Кыштовский, Звинский, Убинский	3500
3	г. Черепаново	Черепановский, Искитимский, Маслянинский, Сузунский	3000
4	р.п. Коченево	Коченевский, Каргатский, Чулымский Ордынский	3600
5	р.п. Красноозерское	Красноозерский, Карасукский, Баганский, Купинский, Доволенский Кочковский	3600
6	р.п. Пашино	Колыванский, Мошковский, Тогучинский, Новосибирский, Болотнинский,	3700
7	г. Новосибирск	г. Новосибирск, г. Бердск	3500
		Всего по Новосибирской области	24400

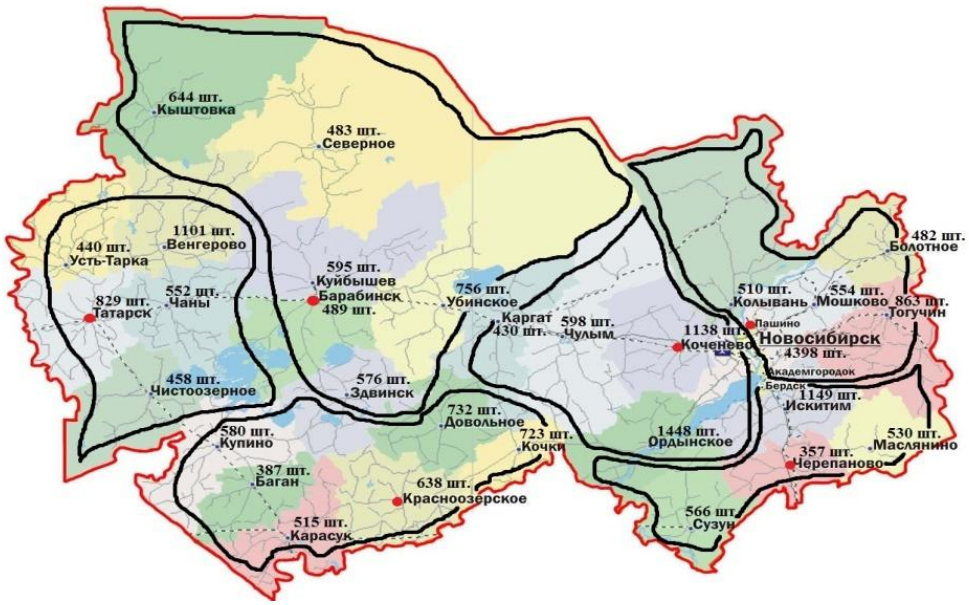


Рисунок 2 – Планируемые места расположения межрайонных предприятий по утилизации и рециклингу техники и зоны их обслуживания для условий Новосибирской области

Местоположение межрайонных предприятий по утилизации и рециклингу техники определялось с учетом плотности распределения техники выработавшей амортизационные сроки.

С учетом планируемых программ на территории Новосибирской области рекомендовано создать 7 специализированных предприятий по утилизации и рециклингу техники.

Библиографический список

1. В.С. Герасимов, Р.Ю. Соловьев, В.И. Игнатов. Утилизация как механизм обновления машинно-тракторного парка АПК России // В.С. Герасимов [и др.] – М.: ГОСНИТИ, Труды Том: 115. – 2014. – С. 19-24
2. Герасимов В.С., Соловьев Р.Ю. и др. Утилизация в системе обновления сельскохозяйственной техники в АПК // В.С. Герасимов [и др.] – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 123 с.
3. Чем будем пахать и сеять? Состояние парка сельскохозяйственной техники в России. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://agroobzor.ru/sht/a-246.html
4. Лылин Н.А. Обоснование сети предприятий по утилизации техники (на примере московской области): автореф. дис. к-та. техн. наук: 05.20.03 / Лылин Николай Алексеевич. – М.: ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 18 с.
5. Игнатов В.И. Новая концепция формирования системы утилизации техники // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №121(07).
6. Алдошин Н.В. Моделирование процессов утилизации техники в системе тех-нического сервиса АПК. автореф. дис. к-та. техн. наук: 05.20.03 /. М.: 2010
7. Черноиванов А. Г. Шапиро Е. А. Анализ организации и технологии утилизации сельскохозяйственной техники и пути повышения её эффективности // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №86(02).
8. Утилизация сельскохозяйственной техники: проблемы и решения: науч.издание. / С.А.Соловьёв, В.Ф.Федоренко, В.И.Игнатов и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 172 с.
9. В.С. Герасимов. Обоснование необходимости разработки системы утилизации сельскохозяйственной и лесной техники / В.С. Герасимов, Р.Ю. Соловьев, В.И. Игнатов // Лесной вестник. – 2014. – № 2. – С.28-34.
10. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (в редакции от 29.12 2015).
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 августа 2012 г. № 870 «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств».
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 6 февраля 2016 г. № 81 «Об утилизационном сборе в отношении самоходных машин и (или) прицепов к ним и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

УДК 631.173:631.3

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

А.Е. Немцев[1], В.В. Коротких[2], Е.П. Бугелис[2]
[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий Российской федерации (РФ) находится в сложной экономической ситуации. В связи с этим, их технический парк практически не обновляется. На начало 2004 г. обеспеченность хозяйств техникой составляла 40…60% [1]. Количество списываемых машин в 3…10 раз превосходит количество вновь приобретаемых [2].

Кроме того, средний возраст техники, например, в АПК Новосибирской области по всем маркам машин превышает нормативный срок службы (таблица). Аналогичная ситуация и по другим регионам РФ.

Таблица – Средний возраст техники в АПК Новосибирской области

Марка машины	Средний возраст, лет (на 1-е января)		Техника старше 10 лет, % (на 1-е января)	
	2012 г.	2016 г.	2012 г.	2016 г.
Тракторы	19,0	13,4	92,4	81,1
Зерноуборочные комбайны	15,0	11,7	75,7	63,7
Кормоуборочные комбайны	13,8	9,0	62,4	38,4

Это обусловливает ряд серьезных негативных последствий для сельскохозяйственного производства [3], таких как большую нагрузку на работоспособную технику, низкий коэффициент готовности техники снижение урожайности и потери урожая.

Совокупность перечисленных факторов снижает рентабельность хозяйств. На современном этапе развития производства добиться рентабельности агропромышленного комплекса (АПК) возможно только при использовании прогрессивной инженерно-технической системы (ИТС). Прогрессивность ИТС обусловливается рациональным формированием системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники (ОРСХТ), которая является одной из основных составляющих инженерно-технической системы.

При формировании системы ОРСХТ необходимо заранее оценивать её эффективность. С этой целью в СибИМЭ обоснованы качественный и количественный критерии такой оценки. За качественный критерий принят коэффициент технической готовности МТП, за количественный – обобщённый показатель суммарных затрат на поддержание его работоспособности.

Известно, что коэффициент технической готовности машин ($К_г$), определяется следующим образом:

$$К_г = \frac{T_о}{T_о + T_в}, \quad (1)$$

где T_o – средняя наработка на отказ, ч.;

$T_в$ – среднее время восстановления работоспособности машины, ч.

Среднее время восстановления работоспособности машины можно представить в виде:

$$T_в=T'_в+T_{пр}. \quad (2)$$

где T′в – минимально возможное среднее время восстановления работоспособности машины, ч.;

Тпр – время простоя, ч. (поиск неисправности, диагностирование технического состояния, отыскание и доставку запасных частей, принятие решения, зависящего от информационного обеспечения специалистов).

Обобщённый показатель суммарных затрат на поддержание работоспособности МТП характеризует затраты на обеспечение требуемого коэффициента его технической готовности. При этом необходимо, чтобы и коэффициент технической готовности МТП и затраты на его обеспечение имели оптимальные или, по крайней мере, рациональные соотношения.

С учётом данного требования сформирована общая структура технического сервиса в АПК Сибири (рисунок).

На основе структуры представленной на рисунке, выбраны варианты проведения технического обслуживания и ремонта обслуживаемой сельскохозяйственной техники и устранения последствий отказов МТП со следующих уровней:

- сельскохозяйственного предприятия (СХП);
- района;
- межрайонного;
- области.

Реализацию выбранных вариантов организации технического обслуживания и ремонта формирование системы ОРСХТ в АПК целесообразно осуществлять на основе нормативно-расчётного метода, то есть её параметры необходимо рассчитывать применительно к модельным уровням, которые будут включать предприятия всех форм собственности:

- хозяйству;
- району;
- техническому центру;
- специализированному ремонтному предприятию.

Затем полученные параметры системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники для модельного уровня скорректировать с учётом реальных условий.

При формировании системы ОРСХТ необходимо учитывать три основных показателя:

- объём механизированных работ выполняемый данной моделью машин;
- интенсивность спроса на техническое обслуживание (ТО) и ремонт техники данной модели машин;
- квалификацию механизаторов.

Модельным является такое хозяйство, которое применительно к данной модели машин имеет средний для хозяйств области объём механизированных работ $\overline{W}_x$, среднюю для хозяйств области интенсивность спроса $\overline{\lambda}_x$ на ТО и ремонт и среднюю для хозяйств области квалификацию механизаторов $\overline{K}_x$:

$$\overline{W}_x = \frac{W_o}{n_x}, \quad (1)$$

$$\overline{\lambda}_x = \frac{\lambda_o}{n_x}, \quad (2)$$

$$\overline{K}_x = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3}{n_o}, \quad (3)$$

где W_o – объём механизированных работ, производимый данной моделью машин в области, у.э.га;

λ_o – интенсивность спроса $\overline{\lambda}_x$ на ТО и ремонт данной марки машин в области, 1/ч;

n_x – количество хозяйств в области, шт.;

n_1, n_2, n_3 – соответственно число механизаторов в области 1, 2 и 3 класса;

n_o – общее число механизаторов в области, чел.

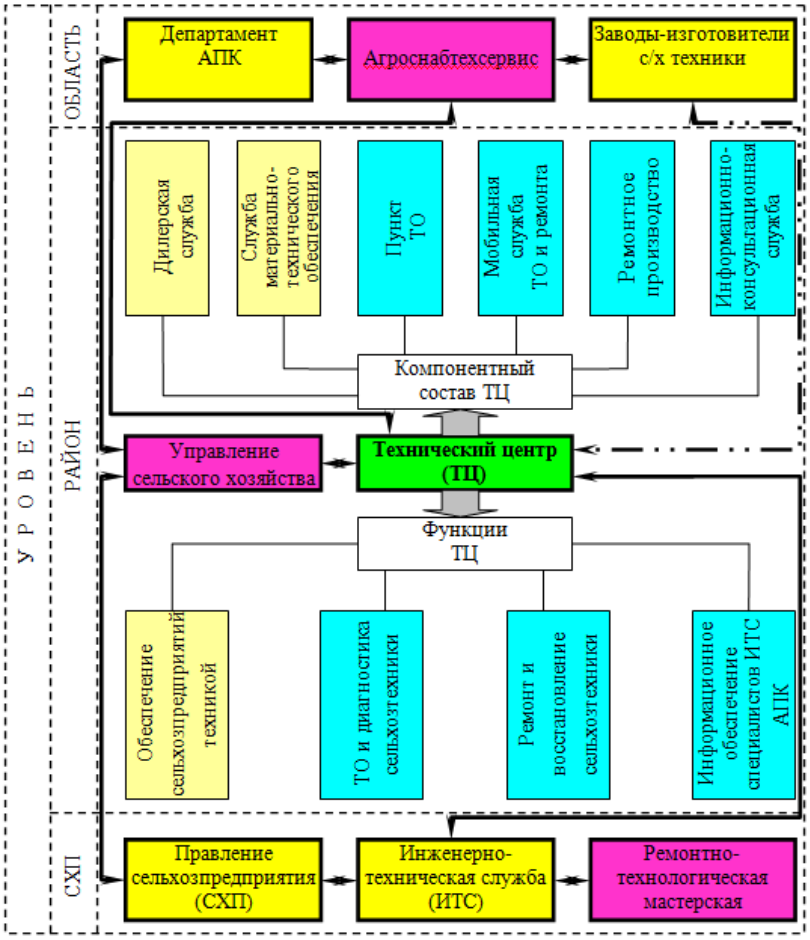


Рисунок – Общая структура системы технического сервиса в АПК Сибири

Расчёты указанных параметров для модельных районов, технических центров и специализированных ремонтных предприятий осуществляются аналогично параметрам модельного хозяйства, но с учётом специфики рассматриваемых уровней.

В соответствии с вышеизложенным можно сделаны следующие выводы:

- функционирование системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники целесообразно осуществлять на трёх территориальных уровнях: область - район - сельскохозяйственное предприятие;

- обоснование параметров системы ОРСХТ в АПК целесообразно производить, используя модельные уровни: хозяйства, района, технического

центра, специализированного ремонтного предприятия, с последующей корректировкой данных параметров к реальным условиям;

- на уровне района целесообразно применять механизмы межрайонной кооперации при обеспечении работоспособности техники в АПК, которые можно реализовать через технические центры.

Библиографический список

1. Российский трактор: реальность и перспектива // Техника и оборудование для села. – 2004. - №6. – С.45-46.
2. Немцев А.Е. Развитие сервиса – основа эффективного использования техники в Сибири / А.Е. Немцев, А.М. Криков // Достижения науки и техники АПК. – 2004. - №10. – С. 21-23.
3. Огнев И.Г. Формирование региональной нормативно-технической базы АПК / И.Г. Огнев, О.Г. Огнев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. - №1. – С. 2-3.

УДК 631.171; 621.23

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА (МТП) СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н.А. Зуев
Научный руководитель д.т.н., профессор Б.Д. Докин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В 1963 году в журнале «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства» была опубликована статья [7] о применении вычислительных машин для расчёта потребности колхозов и совхозов в технике. Сотрудники Сибирского филиала ВИМ Пушкарёва П.В., Шкредова Л.Ф. и сотрудница Института математики СО АН СССР Максимова Т.Т. заложили начало нового научного направления.

При решении этой задачи использовался интерактивный метод, разработанный сотрудниками Института математики СО АН СССР В.А. Булавским и Л.В. Канторовичем, который позволяет решать задачи линейного программирования при наличии большого количества переменных величин и ограничивающих условий.

В качестве критерия оптимальности взят минимум приведённых затрат, считавшийся в 70-е годы одним из передовых.

Одновременно с методикой СибВИМа и ИМ СО АН СССР в 1963 г. опубликовали свою методику Э.А.Финн (УНИИМЭСХ) и В.В. Шкурба (Институт кибернетики АН УССР) [8, 9]. В их методике необходимо определить по взаимосвязи общее количество Z_i требующихся хозяйству тракторов i-го типа и количество X_{ijt} тракторов i-го типа, которые должны быть использованы в t-ом периоде на j-ой операции. Ограничения в модели аналогичны ограничениям методики СибВИМа и ИМ СО АН СССР. Общее количество тракторов, по мнению авторов, является общим критерием. Избрав этот критерий, они свели задачи оптимизации состава МТП к обобщенной транспортной задаче, решение которой искали методом потенциалов.

В 1964-1969 гг. Р.Ш. Хабатов разработал методику, где он применяет вместо общего метода линейного программирования специальный метод

ускоренного градиентного спуска. В качестве критерия оптимальности был взят минимум приведённых затрат [10].

В Сибирском филиале ВИМа был создан хозрасчетный отдел для обоснования оптимальной структуры МТП по методике СибИМЭ и ИМ СОАН СССР по заявкам колхозов и совхозов. Однако расчетные данные сильно расходились с практическими соображениями: так, новый трактор К-700 не мог войти в состав парка из-за экономических показателей при критерии «минимум приведенных затрат».

По мнению академика В.В. Новожилова [6], приведенные затраты являются простейшей формой дифференциальных затрат, которые слагаются из затрат производства и затрат обратных связей. Затраты обратных связей учитывают расходование всех важнейших ограниченных народнохозяйственных ресурсов, в том числе трудовых, дефицит сельскохозяйственных продуктов и т.п.

Поэтому в 1976 году в СибИМЭ была разработана методика исчисления дифференциальных затрат при оптимизации состава МТП колхозов и совхозов с учётом дефицита не только капвложений, но и трудовых ресурсов села и сельскохозяйственной продукции [2].

С середины 80-х гг., в связи с ростом интереса к трудо-, энерго- и материалосбережению, НАТИ совместно с ВЦ АН СССР была разработана методология комплексной многокритериальной оценки МТП по показателям дифференциальных затрат, трудозатрат, энергозатрат и затрат материалов, т. е. по сочетанию стоимостного и нескольких натуральных критериев. Возможность многокритериальной оценки заложена в разработанные НАТИ совместно с ВЦ АН СССР к началу 90-х гг. вычислительный комплекс и базу данных «ТИПАЖ» [5].

В 1983 г. Б.Д. Докин (СибИМЭ) предложил метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ, согласно которому оценку и выбор средств механизации для той или иной работы или комплекса работ необходимо производить с учетом условия, что затраты на технику должны покрыватьься сокращением числа занятых механизаторов и потерь сельскохозяйственной продукции.

В 1990 г. на основе методики Р.Ш. Хабатова был создан пакет программ МЕХСХ. Данная работа определяет нормы производственных и энергетических затрат по культурам, а также оценивает биоэнергетическую эффективность и экологичность интенсивных технологий. В пакете МЕХСХ заложена возможность расчетов по различным математическим моделям, а также работы пользователя в диалоговом режиме с использованием дисплеев. Состав и структура МТП определяются с учетом выполнения сельскохозяйственных работ в оптимальные агросроки по критериям приведенных или энергетических затрат. [11]

В некоторых источниках можно встретить применение в качестве критерия оптимальности максимум прибыли или дохода. Так, например, по мнению Н.В. Краснощекова, А.А Ежевского и Л.С. Орсика более точно эффективность использования труда и техники оценивается величиной прибыли ($П_к$), получаемой работником в машинном производстве [4]. В качестве официального критерия оптимальности ГОСТ Р 53056-2008 предложены совокупные затраты, которые включают в себя прямые эксплуатационные затраты, а также значения убытка денежных средств от изменения количества и качества продукции, условий труда обслуживающего персонала, от отрицательного воздействия техники на окружающую среду.

Этот критерий целесообразно применять при оценке народнохозяйственной эффективности новых технологий и технических средств при внедрении их в производство. Сельхозтоваропроизводителя же интересуют прямые эксплуатационные затраты, определяющие его прибыль.

В 2009 году Б.Д. Докин и О.В. Ёлкин (СибИМЭ) опубликовали методику проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ [1,3].

Для реализации этого метода в 2013 году был разработан программный комплекс «Agro» совместно СибИМЭ и СибФТИ СО РАСХН. На программный комплекс « Agro» совместно СибИМЭ и СибФТИ СО РАСХН получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ за № 2013618207 от 04.09.2013 г. В отличие от известных ранее методов он позволяет получать целочисленные значение количества техники.

Было установлено также, что для науки и производства важен не только один вариант оптимального состава МТП для модельного или типичного хозяйства, но и альтернативные варианты технологий и технических средств, для производства продукции в условиях Сибири. Общие методические вопросы по выбору, например, технологий по производству зерновых культур в условиях Сибири противоречивы и требуют дополнительных уровней ресурсного обеспечения товаропроизводителей.

Заключение

В настоящее время сельхозпроизводство ждет от науки рекомендации не одного оптимального состава МТП сельхозпредприятий, а альтернативные варианты технологий и технических средств в зависимости от уровня ресурсного обеспечения сельхозтоваропроизводителей. Получить такие альтернативные варианты при выборе технологий и обосновании состава МТП позволяет разработанный в СибИМЭ метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ. Метод прост и прозрачен. Им могут пользоваться студенты в ручном и программном вариантах. В известных ранее методиках анализ проводился по отдельным периодам года по вертикали, в условиях, когда неизвестна годовая загрузка энергетических средств. В методике СибИМЭ график машиноиспользования «разрезается по горизонтали» на отдельные годовые комплексы полевых работ. При этом для каждого трактора по каждому годовому комплексу известна годовая загрузка в часах, а значит обоснованно можно подсчитать эксплуатационные затраты по каждому комплексу для различных типов технологий и энергетических средств.

Библиографический список

1. Докин Б.Д. Методика проектирования состава МТП с помощью метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов полевых работ / Б.Д. Докин, О.В. Ёлкин // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. статей: в 3 кн. / IV Международная научно-практическая конференция. – Барнаул: АГАУ, 2009. – Кн. 1. – С. 249-252.
2. Докин Б.Д. Методика исчисления дифференциальных затрат при оптимизации параметров МТА и состав МТП хозяйств с учетом особенностей Сибири. / Б.Д. Докин // Труды СибИМЭ СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1976. – Вып. 12. – ч. 2. – С. 180-193.
3. Иванов Н.М. Инженерное обеспечение сельскохозяйственного производства Сибири / Н.М. Иванов, Г.Е. Чепурин // Сиб. вестн. с.–х.– науки. – 2009. – №9. – С. 78-87.

4. Краснощеков Н.В. Стратегия и алгоритм проектирования машинно-тракторного парка / Н.В. Краснощеков, А.А. Ежевский, Л.С. Орсик // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – №1. – С. 9-11
5. Мининзон В.И. Влияние критерия оптимальности тракторного парка на его состав / В.И. Мининзон // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. №4. С. 23 – 25.
6. Новожилов В.В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании / В.В. Новожилов. – М.: Экономика, 1967. – 444 с.
7. Пушкарёва П.В. Применение вычислительных машин для расчёта потребности колхозов и совхозов в технике / П.В. Пушкарева, Л.Ф. Шкредова, Т.И. Максимова // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1963. – № 2. – С. 3-5.
8. Финн Э.А. Математические методы в расчетах использование сельскохозяйственной техники / Э.А. Финн. – М., 1969. – С. 6-18.
9. Финн Э.А. Расчет машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий на ЭВМ / Э.А. Финн, В.В. Шкурба, Л.Н. Комзанова. – Киев, 1968. – 165 с.
10. Хабатов Р. Ш. Методика определения оптимальной структуры и рациональной организации использования машинно-тракторного парка / Р. Ш. Хабатов. – Киев: ВЦ Госплана Украины, 1966. – вып.1. – 68 с.
11. Хабатов Р.Ш. Методика оптимизации состава МТП / Р.Ш. Хабатов и др. // Оптимизация МТП. – М., 1990. – С.10-18.

УДК 631.3.004.58

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИКИ В АПК

А.Е. Немцев[1], В.В. Коротких[2], Л.Д. Стороженко[2]
[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации», утверждённой Президентом России 30 января 2010 г., указывается на необходимость устойчивого развития отечественного производства продовольствия и сырья для обеспечения продовольственной независимости страны [1].

Основополагающим документом в достижении этой цели за счёт развития агропромышленного комплекса (АПК) является «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». Эта программа предусматривает инновационное развитие страны, ускоренный переход к использованию новых высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий, что напрямую зависит от надёжности поставляемой сельхозпроизводителям техники [2].

Из-за резкого падения платежеспособного спроса сельских товаропроизводителей производство основных видов сельскохозяйственной техники в течение последних лет имеет устойчивую тенденцию к сокращению, в связи с чем наличие техники в АПК страны также сокращается (см. таблицу 1).

Численность работающих на тракторных заводах сократилось с 219 тысяч человек до 19 тысяч. Была крайне ослаблена и научно-техническая база отрасли [2].

В последние годы ситуация на рынке производства сельскохозяйственной техники в России и оснащения ею сельхозпредприятий несколько изменилась и заметны тенденции улучшения ее состояния.

Аналогичная ситуация и с состоянием техники в регионах. Средний возраст техники и его динамика в АПК Новосибирской области приведён на рисунке 1.

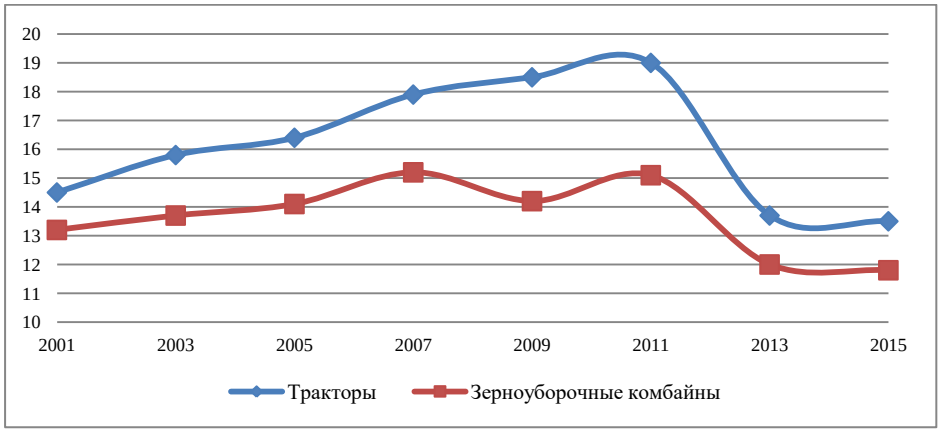


Рисунок 1 – Динамика среднего возраста тракторов и зерноуборочных комбайнов АПК Новосибирской области

Таблица 1 – Наличие сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях АПК России

Наименование	Годы					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Тракторы	310,3	292,6	276,2	259,7	247,3	233,6
Зерноуборочные комбайны	80,7	76,6	72,3	67,9	64,6	61,4
Картофелеуборочные комбайны	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3
Свеклоуборочные машины	3,2	3,1	2,8	2,5	2,4	2,2
Кормоуборочные комбайны	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3

В общем количестве тракторов, произведенных за январь-март 2016 года, доля отечественных моделей составила 46,7%, сборка из тракторокомплектов МТЗ — 36,8%, из тракторокомплектов ХТЗ — 3,1%, из комплектов иностранных марок: (Versatile, New Holland, Agrotron, Axion, John Deere, Xerion) — 13,4%. Отгрузка зерноуборочных комбайнов увеличилась на 34,9% против соответствующего периода прошлого года. Отгрузка кормоуборочных комбайнов снизилась на 5,4% соответственно [3] (см. рисунок 2 и таблицу 2).

В связи с наблюдаемым в предыдущие годы сокращением производства отечественной техники, сельхозтоваропроизводители стали приобретать импортную технику. В Новосибирскую область тракторы поставляют 34 фирмы 128 марок, а зарубежные комбайны – 23 фирмы 65 модификаций. [4] (см. рисунок 3).

По словам директора по техническим инновациям и развитию продуктов компании «Ростсельмаш» Дмитрия Иноземцева, объем российского рынка самоходных кормоуборочных и полунавесных комбайнов в шестилетней ретроспективе в среднем составляет 500 штук в год. При этом прослеживается тенденция увеличения числа машин мощностью свыше 350 л.с.

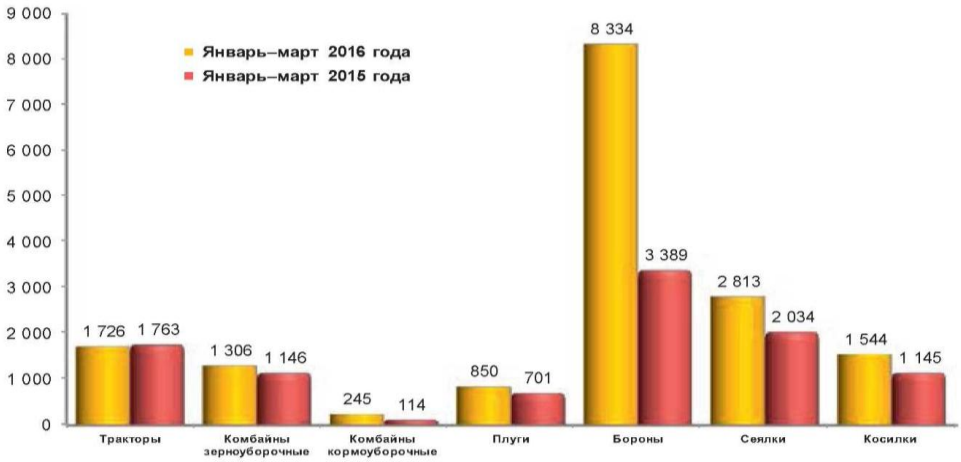


Рисунок 2 – Динамика производства тракторов, комбайнов и сельскохозяйственной техники

Таблица 2 – Производство тракторной техники и комбайнов. Общие показатели. Данные по Российской Федерации

	01-03. 2016	01-03. 2015	01-03.2016/ 01-03.2015, %	Справочно: 01-12.2015
ТРАКТОРЫ, *в том числе:*	1 726	1 763	97,9	6 303
— сельскохозяйственные	1 426	1 460	97,7	5 207
иномарки российской сборки	920	1 098	83,8	3 357
из них: сборка из тракторокомплектов МТЗ	635	701	90,6	2 328
— промышленные	300	303	99,0	1 096
КОМБАЙНЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫЕ	1 306	1 146	114,0	4 570
КОМБАЙНЫ КОРМОУБОРОЧНЫЕ	245	114	214,9	617

Рисунок 3 – Структура российского рынка тракторов

Ремонтно-обслуживающие воздействия в регионе проводят в технических центрах [5] (см. рисунок 4), ремонтно-технических предприятиях, на торгово-выставочных площадках, магазинах-складах и ремонтно-эксплуатационных базах хозяйств. Причём, на базе хозяйств выполняется до 93-95% всех работ по техническому обслуживанию и ремонту [2].

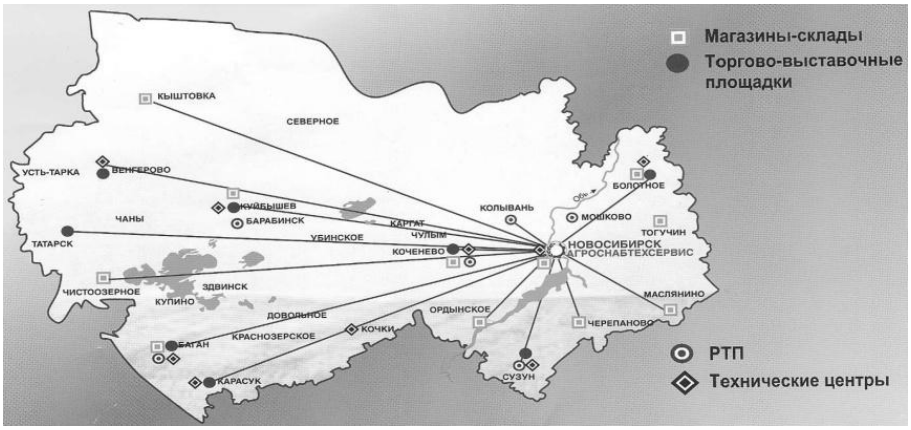


Рисунок 4 – Система агротехсервиса Новосибирской области

Современная мобильная сельскохозяйственная техника характеризуется значительной сложностью, причем тенденция роста сложности сохраняется. Поэтому качественное обслуживание такой техники может быть обеспечено лишь квалифицированными кадрами с использованием специализированного, зачастую достаточно сложного и дорогого оборудования. Здесь в полной мере реализуется общеизвестный принцип о том, что средства для контроля и обслуживания объекта во многих случаях должны быть намного (в 5-10 и более раз) сложнее, чем контролируемый (обслуживаемый) объект [5].

Исходя из сказанного можно сформулировать основные требование к региональной системе обеспечения работоспособности техники в АПК (СОРТ):

- приемлемая оснащенность функциональных компонентов СОРТ в совокупности со специализированным оборудованием для выполнения всего комплекса ремонтно-обслуживающих воздействий применительно к преобладающему большинству моделей имеющейся в регионе техники.
- наличие полного набора высококвалифицированных специалистов в составе персонала функциональных компонентов СОРТ, способных качественно выполнять полный набор ремонтно-обслуживающих воздействий по всем моделям имеющейся в регионе техники.
- поддержание уровня надёжности машин для качественного выполнения технологических процессов в агротехнические сроки.
- своевременное и качественное обеспечение потребителей услуг необходимой информацией по их проведению.

Библиографический список

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья продовольствия на 2013-2020 годы. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 года. № 717, М., 2012. – С.81.
2. А.Е. Немцев, Н.М. Иванов, В.В. Коротких Совершенствование региональной системе обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники.// Труды ГОСНИТИ / Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка РАСХН. - Москва, 2013. - Т. 112, ч. 2. - С. 4-8.
3. Российский рынок навесной и прицепной сельскохозяйственной техники по итогам 1 квартала 2016 года . [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://agroinfo.com/2007201605-rossijskij-rynok-selxoztexniki-v-pervom-kvartale-2016-goda/.

4. Рыночная доля импортных тракторов в России. [Электронн. ресурс]– Режим доступа :http://agrovesti.net/mashinostroenie/rinochnaya_dolya_importnich_traktorov_v_rossii_uvelichilas.html.
5. А.Е. Немцев, А. М. Криков, В.В. Коротких Основные требования к региональной системе обеспечения работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники.// Труды ГОСНИТИ / Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка РАСХН. - Москва, 2012. - Т. 109, ч. 1. - С. 125-128.

УДК 631.3.004.58

ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ МАШИН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ АПК НСО

А.Е. Немцев[1], В.В. Коротких[2], В.С. Злобина[2]
[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Коренное улучшение разработки высокоэффективной и надёжной техники было и остаётся одной из основных задач в области механизации. Все работы в этой области, в конечном счёте, направлены на то, чтобы обеспечить полную надёжность её работы в период эксплуатации, когда машины выполняют предназначенные функции.

Особую актуальность решение этой задачи приобретает при широком внедрении в сельскохозяйственное производство коллективов, имеющих минимальную численность работников, машин и оборудования, и использование высокопроизводительных дорогостоящих комплексов, когда низкая надёжность машин может привести с одной стороны, к срыву агротехнических сроков производства работ, а с другой – к значительным потерям продукции по техническим причинам из-за их простоев.

От количества возникающих отказов зависит время простоев машин, от которого, в свою очередь, зависит уровень их надёжности. В практической деятельности важно знать его величину, чтобы можно было спланировать выполнение технологических работ в заданные агротехнические сроки. С другой стороны, необходимо наладить рациональную работу инженерных служб технического сервиса, чтобы не допустить срыва выполнения технологических работ в агротехнические сроки.

В работе [1] автор предлагает при определении показателей надёжности машин исходить из оптимального плана их использовании, которому соответствует оптимальная потребность в машинах. Исходя из этого, на наш взгляд, необходимо определять и уровень надёжности машин и технологических комплексов, характеризующийся, как указано выше, временем их простоя.

В предлагаемой статье излагается один из возможных вариантов реализации такого подхода, позволяющий увязать надёжность машин с конечным результатом их работы.

Исследования проводились с учётом использования машин в АПК в производственных условиях. При этом использовались методы логического и математического анализов.

С учётом агротехнических сроков выполнения любого технологического процесса, коэффициентов технического использования и использования календарного времени потребное количество машин (Х) согласно [2] может быть определено по формуле:

$$X = \frac{F}{W_ч \cdot T_с \cdot Д_{опт} \cdot К_к \cdot К_{ти}}, \quad (1)$$

где F – объём работ, необходимый для выполнения технологического процесса, га;

$W_ч$ – средняя часовая производительность машины, комплекса, га/ч;

$T_с$ – продолжительность смены, ч.;

$Д_{опт}$ – оптимальная продолжительность выполнения технологического процесса, дни;

$К_к$ – коэффициент использования календарного времени по метеорологическим условиям [3];

$К_{ти}$ – коэффициент технического использования машин, комплекса.

Согласно [4] коэффициент технического использования можно определить по формуле:

$$К_{ти} = \frac{t_р}{t_р + t_{то} + t_{рем} + t_в}, \quad (2)$$

где $t_р$ – время чистой работы машины;

$t_{то}$ – время на плановое техническое обслуживание;

$t_{рем}$ – время на плановый ремонт;

$t_в$ – время устранения последствий отказов.

Для того, чтобы технологический процесс был выполнен в агротехнические сроки, необходимо, чтобы оптимальная его продолжительность была равна чистому времени работы агрегата (машины), т.е. чтобы выполнялось условие $t_р = Д_{опт}$. Тогда формулу (2) можно записать в виде:

$$К_{ти} = \frac{Д_{опт}}{Д_{опт} + t_{то} + t_{рем} + t_в}, \quad (3)$$

Определим значение коэффициента технического использования из выражения (1) и приравняем к значению, полученному из выражения (3):

$$\frac{F}{X \cdot W_г \cdot T_с \cdot Д_{опт} \cdot К_к} = \frac{Д_{опт}}{Д_{опт} + t_{то} + t_{рем} + t_в}, \quad (4)$$

Обозначим $T_{пр} = t_{то} + t_{рем} + t_в$, где $T_{пр}$ – время простоев машин по техническим причинам.

Определим значение $T_{пр}$ из выражения (4):

$$T_{пр} = \frac{Д_{опт}(Д_{опт} \cdot X \cdot W_г \cdot T_с \cdot К_к - F)}{F}. \quad (5)$$

По выражению (5) можно определить допустимое значение простоев машины по техническим причинам, характеризующее надёжность машины, занятой на выполнении конкретного технологического процесса. Эта величина должна определяться по наиболее напряжённому периоду технологического процесса и закладываться в машину при её конструировании. С учётом эксплуатации она включает в себя как время на проведение плановых мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, так и на устранение последствий внезапных отказов.

В случае увеличения $T_{пр}$, что будет соответствовать отклонению выполнения работ от агротехнических сроков, будут увеличиваться и стоимостные потери от недобора урожая, которые могут быть выражены зависимостью

$$П = К_п \times U_{max} \times С_п \times Д, \quad (6)$$

где П – стоимостные потери от недобора урожая;

$К_п$ – коэффициент учёта потерь сбора продукции (в долях) при отклонении срока выполнения работы от оптимального момента на единицу времени;

U_{max} – значение урожайности, соответствующее выполнению работ в агротехнические сроки, ц/га;

$С_п$ – закупочно-сдаточная цена продукции, р/ц;

Д – отклонение выполнения работы от агротехнического срока, дни.

С учётом формулы (6) можно производить взаиморасчёт между партнёрами агропрома, участвующими непосредственно в выполнении технологического процесса при производстве продукции.

Для выполнения технического процесса в агротехнические сроки необходимо, чтобы время простоев ($T_{пр}$), определённое по формуле (5), не превышало фактического значения простоев машины (комплекса).

С учётом этого целесообразно формировать в хозяйствах, технических центрах службу технического сервиса.

Приведём примеры определения требований к уровню надёжности машин: технологической линии по подготовке семян картофеля для посадки и комбайнового парка сельскохозяйственного предприятия (примеры условные).

Пример 1. В хозяйстве возделывается 400 га картофеля. Норма посадки – 3,5 т/га. Производительность технологической линии по подготовке семян картофеля: – 10 т/ч. Продолжительность работы технологической линии в сутки – 14 ч. Оптимальные агротехнические сроки посадки картофеля – 15 дней.

Определим по формуле (5) допустимое значение времени простоя технологической линии:

$$T_{пр} = \frac{15(15 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 14 \cdot 0{,}95 - 400 \cdot 3{,}5)}{400 \cdot 3{,}5} \approx 6{,}4ч. \quad (7)$$

Таким образом, чтобы посадка картофеля в хозяйстве была произведена в агротехнические сроки, необходимо, чтобы за период обработки семян картофеля время простоев технологической линии по их подготовке по техническим причинам не превысило 6,4 часа. Исходя из этой величины времени простоев, должно быть организовано техническое обслуживание и ремонт технологической линии.

Пример 2. Определим допустимое время простоев зерноуборочных комбайнов в районе во время уборки зерновых с площади 100 000 га. В районе – 350 зерноуборочных комбайнов. Агротехнические сроки уборки – 14 дней. Продолжительность смены – 18 часов. Коэффициент использования календарного времени по метеорологическим условиям – 0,90. Средняя часовая производительность комбайна – 2 га/ч.

Допустимое значение времени простоев, определённое по формуле (5) составит:

$$T_{пр} = \frac{14(14 \cdot 350 \cdot 2 \cdot 0{,}9 \cdot 18 - 100000)}{100000} \approx 8{,}2ч.$$

Таким образом, чтобы урожай в районе был убран в агротехнические сроки, необходимо, чтобы среднее время простоев каждого комбайна в период уборки не превысило 8,2 ч.

С учётом вышеизложенного необходимо наладить технический сервис зерноуборочных комбайнов на основе расчёта допустимого времени его простоя с использованием сервисных служб хозяйства и района.

Библиографический список

1. Кормаков Л.Ф. Методы определения оптимального срока службы машин / Л.Ф. Кормаков // Мех. и электр. соц. сельского хозяйства, 1975, № 11, с. 3-5.
2. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка / Ю.К. Киртбая / – М.; Колос, 1982, 320 с.
3. Григорьева А.С. Определение состава машин для комплексной механизации в сельском хозяйстве / А.С. Григорьева, Ю.А. Коган, Н.А. Востриков и др. / М.: Колос, 1975, 288с.
4. Хазов В.Ф. Справочник по расчёту надёжности машин на стадии проектирования / В.Ф. Хазов, В.Я. Дидусев / – М.; Машиностроение, 1986, 224 с.

УДК 631.3:621.793

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРИБОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «КОЛЬЦО ПОДШИПНИКА – КОРПУС» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЦЕНКИ PICK-ФАКТОРА ФРИКЦИОННЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ

В.В. Вахрушев, к.т.н., профессор А.В. Егоров,
к.т.н., доцент Е.В. Зубова, магистрант С.О. Черепахин
Институт агроинженерии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ»

В практике диагностирования системы «кольцо подшипника – корпус» обычным является ее оценка только с позиции состояния подшипника качения [1,9]. При таком методе диагностирования оценивается контроль вибрации подшипника. Контроль вибрации жестко нормируемый (вибрация подшипника нормируется по ISO 2372[2] и VDI 2056[3]) и достоверно идентифицируемый показатель. Однако долговечность подшипникового узла зависит не только от состояния подшипника качения, но и от состояния (износа) посадочных мест на валу и в корпусе. Изменение условий сопряжения в трибомеханической системе «кольцо подшипника - корпус» является следствием низкого ресурса не только подшипникового узла, но и коробки передач в целом.

Контроль состояния элементов трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» (в частности износа отверстия под подшипник качения в корпусе коробки передач) в основном проводится на стадии аварийного состояния системы методом микрометражного исследования. Это связано с отсутствием достоверных методов инструментального диагностирования [4].

Между трением и вибрацией существует тесная связь: трение способно возбуждать вибрацию, а вибрация влияет на трение [5]. При контакте шероховатостей поверхностей в трибомеханических системах при определённых условиях наблюдается скачкообразное изменение колебаний (автофрикционные колебания). Процесс контактирования твёрдых тел сопровождается ударным взаимодействием выступов шероховатых поверхностей. При определенных условиях взаимодействия шероховатых поверхностей такое взаимодействие приводит к вибрации, которое является причиной изменения условий контакта поверхностей. В таком случае

возбуждаемые при этом импульсы, могут быть диагностическим признаком наличия аварийного состояния трибомеханической системы.

Критерием идентификации предельного состояния в этом случае может выступать коэффициент амплитуды или pick-фактор [5,6,7].

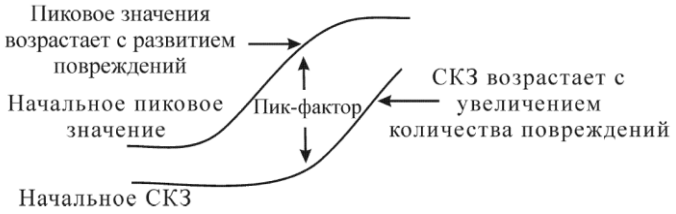
Pick-фактор выражается зависимостью (1) и показывает степень деградации трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус».

$$\boldsymbol{K_{пф}} = \frac{x_p}{x_c}, \quad (1)$$

где $\boldsymbol{x_p}$ – пиковое значение амплитуды колебаний, мм;

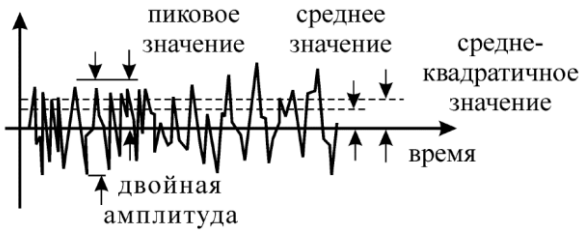
$\boldsymbol{x_c}$ – среднеквадратическое значение амплитуды (СКЗ), мм.

Графическое представление pick-фактора показано на рисунках 1 и 2.



а)

Рисунок 1 – Изменение значение pick-фактора



б)

Рисунок 2 – Характеристика колебательного процесса

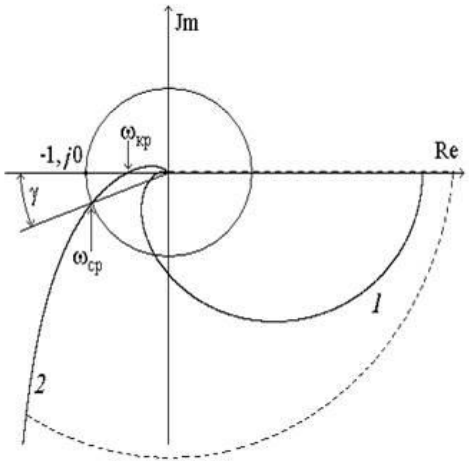


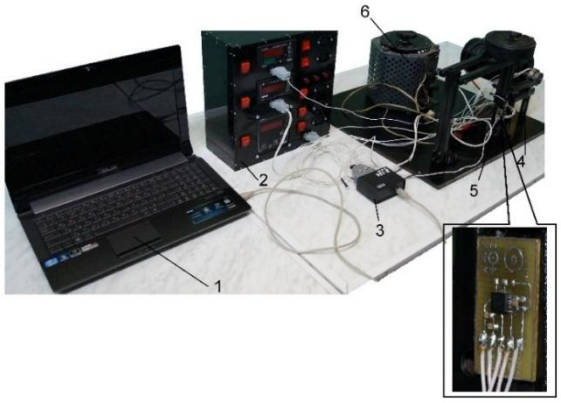
Рисунок 3 - Изменение параметров вибрации по мере развития дефекта на поверхностях трения

Показателем деградации поверхностных слов посадочного отверстия может выступать критерий Найквиста, оценивающий устойчивость замкнутой системы по амплитудно-фазовой частотной характеристикеке (АФЧХ) и показывающий разрыв фрикционных связей элементов трибомеханической системы «кольцо подшипника корпус». Разрыв фрикционных связей между элементами трибомеханической системы (в данном случае появление износа вследствие отделения или разрушения шероховатостей) применительно к

условию устойчивости замкнутой системы сводится к требованию, при котором АФЧХ системы с нарушением фрикционных связей охватывала точку (-1, 0) [6,7] (Рисунок 3).

В настоящей работе, рассматриваются некоторые элементы приборной базы и методы оценки pick-фактора и критерия Найквиста, как средств диагностирования и оценки работоспособного состояния трибомеханической системы «кольцо - подшипника корпус».

Исследование проводили с помощью измерительного комплекса, показанного на Рисунке 4.



1 – персональная ЭВМ, 2 – универсальная измерительная стойка, 3 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП), 4 – трибометр 5 – трехосевой датчик вибрации, 6 – лабораторный автотрансформатор (ЛАТР)

Рисунок 4 – Общий вид экспериментальной установки

Измерительный комплекс состоял из персонального ЭВМ (для записи, накопления и расчета цифровых данных), универсальной измерительной стойки (необходимой для контроля параметров процесса трения: частоты перемещения ползуна, количества циклов нагружения, контроля температуры образцов), аналого-цифрового преобразователя, трехосевого датчика вибрации, трибометра (с помощью трибометра воспроизводилось плоскопараллельное движение образцов, что характерно для трибомеханической системы «кольцо подшипника корпус»), с изменяемой амплитудой перемещения ползуна.

В качестве образцов использовались плитки размером 10х10х10 мм, изготовленные из стали ШХ-15 (ГОСТ 801-78) и чугуна СЧ-18-36 (ГОСТ 14-12-85), с шероховатостью, предъявляемой к деталям трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус». Общий вид плиток показан на Рисунке 5.

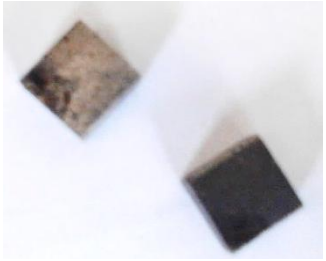
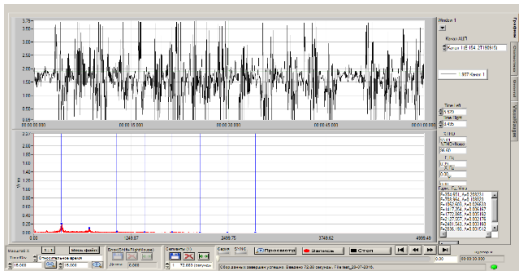


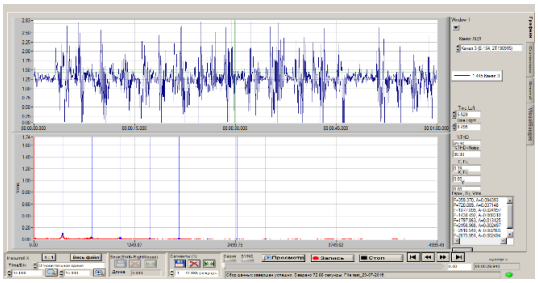
Рисунок 5 – Образцы для испытания на трение

Перемещение плиток осуществлялось ползуном трибометра с частотой от 500 до 2000 Гц, амплитудой – 0,1 мм с удельной нагрузкой 10 мПа. Требования для исследования выбраны исходя из условий штатной эксплуатации трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» [8,9].

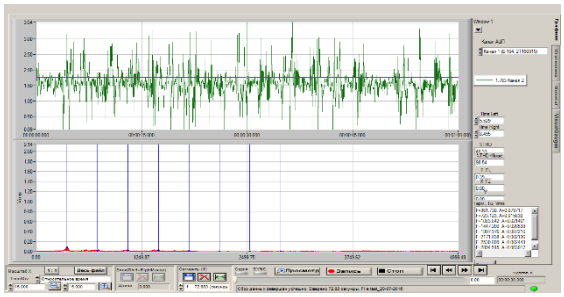
Полученная амплитудно-частотная характеристика процесса трения приведена на Рисунке 6 (а-е).



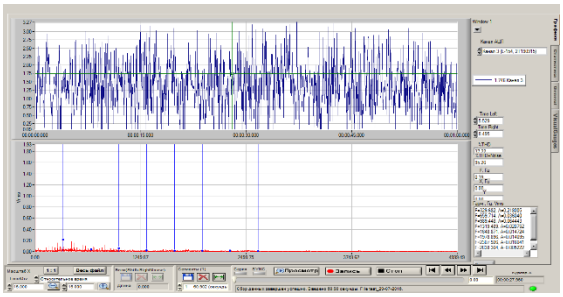
а) координата Z, частота вынужденных колебаний 500 Гц



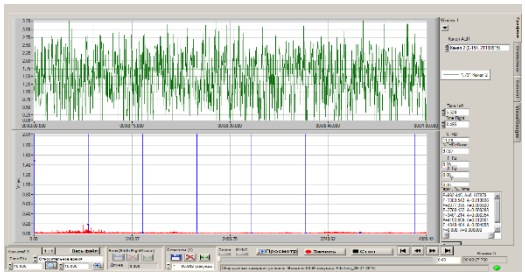
б) координата Y, частота вынужденных колебаний 500 Гц



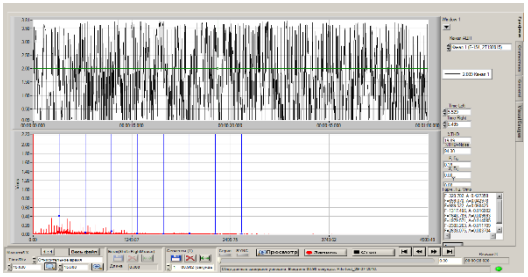
в) координата X, частота вынужденных колебаний 500 Гц



г) координата Z, частота вынужденных колебаний 2000 Гц



д) координата Y, частота вынужденных колебаний 2000 Гц



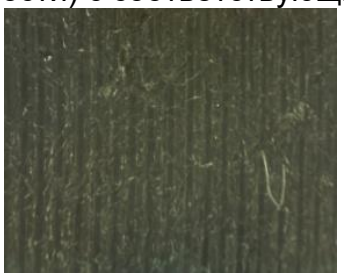
е) координата X, частота вынужденных колебаний 2000 Гц

Рисунок 6 – Амплитудно-частотная характеристика процесса трения

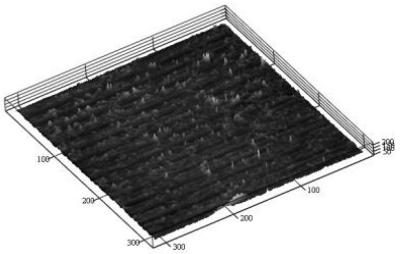
Анализ данных спектрограмм показывает, что в спектре вибрации снятого с образцов, возникают колебания, частоты которых равны или близки между собой при разной частоте вынужденных колебаний. К примеру, по координате Z (при частоте вынужденных колебаний от 500 Гц до 2000 гЦ) спектр имеет 8 гармоник при этом 1 гармоника имеет частоту от 329 до 361 Гц, 2 гармоника – 659 – 720 Гц и т.д. Помимо этого колебания распространяются на 3 координатные плоскости также с одинаковой или близкой частотой.

Экспериментальные исследования показали, что значения pick-фактора в начальном периоде работы трибопары составляют от 2 до 2,5. При зарождении повреждений значения pick-фактор увеличиваются до 20…25. Увеличение степени деградации трущихся поверхностей снижает значения pick-фактора до 1,5…2.

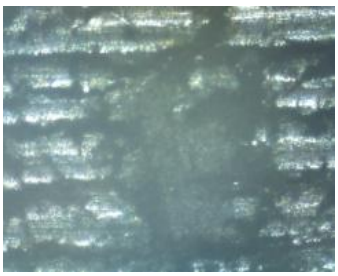
На рисунке 7 приведены трёхмерная стереографическая интерпретация следов износа и цифровая интерпретация поверхностей трения (топология поверхности) с соответствующим им состоянием годографом Найквиста.



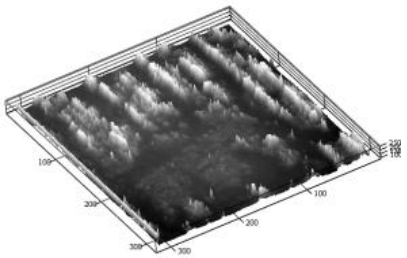
а)



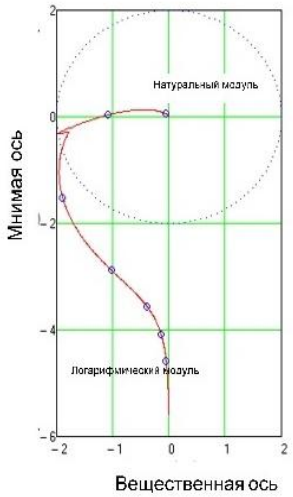
б)



в)

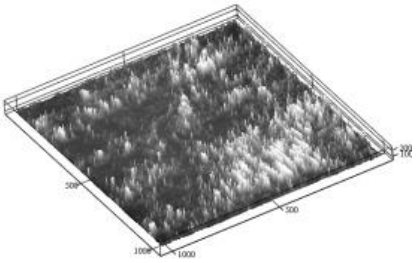


г)

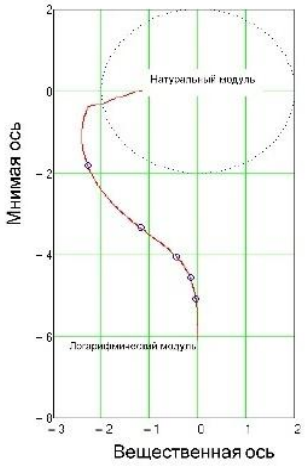


д)

е)



ж)



з)

Рисунок 7 - Трёхмерная стереографическая интерпретация следов износа и цифровая интерпретация поверхностей трения (топология поверхности) с соответствующим им состоянием годографом Найквиста:

а – поверхность образца после механической обработки;
б – топология образца после механической обработки;
в – поверхность образца при значении pick-фактора – 20;
г - топология образца при значении pick-фактора – 20;
д – критерий Найквиста при значении pick-фактора – 20;
е - поверхность образца при значении pick-фактора – 2;
ж - топология образца при значении pick-фактора – 2;

з - критерий Найквиста при значении pick-фактора – 2.

Как видно из сравнения (Рисунок 6) топология геометрической структуры повреждений образцов претерпела значительные изменения. Обработка результатов исследования геометрической структуры повреждений изношенного образца показала, что зона контакта имеет следы проскальзывания и характерные особенности повреждений в виде глубоких вырывов с оттеснением металла. Как видно из Рисунка 6 градиент интенсивности локального износа находится в пределах от 68 до 87 мкм. При этом годограф Найквиста во всех случаях имеет характерный обход в сторону характеризующую разрыв фрикционных связей.

В настоящее время метод оценки состояния трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» проходит эксплуатационную апробацию на предприятиях Урало-Сибирского региона.

Выводы

В результате исследования установлено:

1. Предложен метод оценки работоспособного состояния трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» на основе анализа pick-фактора фрикционных автоколебаний, основанный на идентификации импульсов от разрушения шероховатостей поверхностей.
2. Мерой деградации поверхностных слоев деталей трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» может служить критерий Найквиста оценивающий устойчивость замкнутой системы по амплитудно-фазовой частотной характеристикеке (АФЧХ) и показывающий разрыв фрикционных связей элементов трибомеханической системы «кольцо подшипника корпус».
3. Анализ данных спектрограмм показывает, что в спектре вибрации снятого с образцов, возникают колебания, частоты которых равны или близки между собой при разной частоте вынужденных колебаний.
4. Спектре колебаний образцов имеет 8 гармоник в интервале от 329 Гц до 4700 Гц.
5. Колебания на образцах трения распространяются на 3 координатные плоскости также с одинаковой или близкой частотой.
6. Pick-фактор в начальном периоде работы трибопары составляют от 2 до 2,5. При зарождении повреждений значения pick-фактор увеличиваются до 20…25. Увеличение степени деградации трущихся поверхностей снижает значения pick-фактор до 1,5…2.
7. Годограф Найквиста во всех случаях имеет характерный обход в сторону характеризующую разрыв фрикционных связей

Библиографический список

1. Платов В. Ф. Динамика и надежность гусеничного движителя. М.: Машиностроение, 1973. 231 с.
2. ISO 2372:1974 Mechanical vibration of machines with operating speeds from 10 to 200 rev/s -- Basis for specifying evaluation standards
3. ISO 7919. Mechanical vibration of non-reciprocating machines. Measurements on rotating shafts and evolution criteria. Part 1-5.
4. Решетов Д. Н., Левина З. М. Демпфирование колебаний в соединениях деталей машин. — Вестник машиностроения, 1956,12, с. 3—13.

5. Шупляков В. С. Колебания н нагруженность трансмиссии автомобиля. М.: Транспорт, 1974 . 328 с.
6. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле М.: Наука, 1967.- 444 с.: ил.
7. Кравченко В.М., Сидоров В.А., Седуш В.Я. Техническое диагностирование механического оборудования: Учебник. — Донецк: ООО «ЮгоВосток, Лтд», 2009. — 459 с.
8. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин М.: Машиностроение, 1999. - 344 с.
9. Колебания машин, конструкций и их элементов/Под ред. Ф.М.Диментберга и К.С.Колесникова, Ред. совет: В.Н.Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1980. - 544 с.: ил.

УДК 62-93

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОСИСТЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

С.Ю. Домашенко, А.С. Аборнева, Д.В. Баранов
Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Долгушин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

На территории Новосибирской области эксплуатируется большое количество мобильных транспортных средств. Основными агрегатами и узлами являются двигатель, ходовая часть, трансмиссия, органы управления, а также гидравлическая система.Втранспортных средствахспециального назначения (погрузчики, экскаваторы, и т.д.) гидравлическая система осуществляет подъем вил, наклон грузоподъемника, поворот управляемых колес, рабочие движения навесных грузозахватных приспособлений. Работа гидравлической системы должна соответствовать следующим требованиям:

– создавать рабочее давление, достаточное для осуществления всех рабочих операций с заданными скоростями;

– производить регулируемую подачу и распределение потока рабочей жидкости;

– обеспечивать предохранение рабочих органов от поломок при их перегрузке, осуществлять очистку рабочей жидкости от загрязнителей[1].

Общая принципиальная схема гидравлической системы машин и тракторов представлена на рисунке 1.

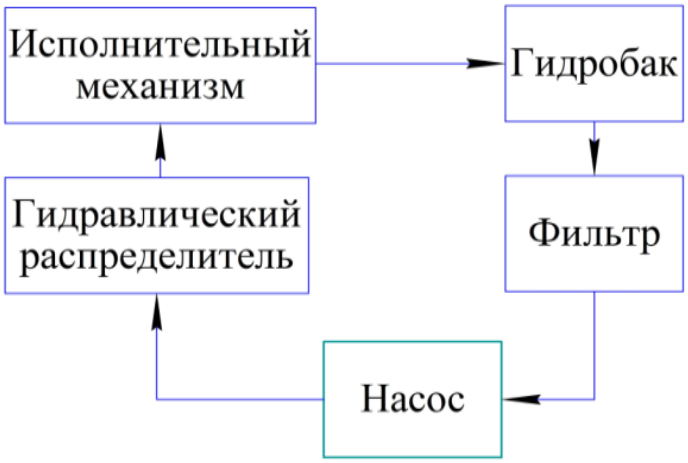


Рисунок 1 - Принципиальная схема гидросистемы:
1 – гидробак; 2 – фильтр; 3 – насос; 4 – гидрораспределитель;

5 – исполнительный механизм.

Принцип работы гидравлической системы заключается в подачи масла из гидробака через фильтр к насосу из насоса под давлением поступает в гидравлический распределитель, после чего масло распределяется к исполнительным механизмам, излишки масла сливаются обратно в гидробак.

При эксплуатации транспортных средств условия, влияющие на надежность и долговечность, как самих агрегатов, так и гидравлической системы в целом, изменяются в зависимости от транспортных, дорожных и климатические условий. Размещение гидравлической системы определяется необходимостью непосредственной близости ее энергетической части к источникам энергии, которыми служат двигатели, осуществляющие привод гидравлических насосов и непосредственной связи агрегатов – потребителей гидравлической энергии с органами управления и узлами механизации.

В результате износа поверхностей сопряжений насоса снижается объемный коэффициент полезного действия, что снижает эффективность насосного агрегата в целом. При неисправности гидрораспределителей и гидроцилиндров увеличиваются утечки рабочей жидкости, что также снижает объемный К.П.Д. гидравлической системы. Указанные неисправности вызывают в гидравлической системе шум, вибрации, скачки давления в насосе и так далее[1].

При анализе литературы было выявлено, что одним из агрегатов который наиболее подвержен износу в гидравлической системе, является насос.При эксплуатации насоса следует обращать внимание на условия его работы. Наиболее часто неисправность насоса бывает вызвана:

- работой на водно-масляной эмульсии;
- перегревом насоса;
- невозможностью достижения максимального давления;
- превышением допустимых оборотов;
- и другими неисправностями гидравлической системы.

Все эти причины отказов насоса ведут к интенсивному износу, несвоевременной поломке и потери давления в гидросистеме

Основными элементами в гидросистемах машин, для которых необходимо выявление неисправностей и причин отказов в эксплуатационных условиях, являются насос, гидрораспределители, гидромоторы, гидроцилиндры, перепускные и предохранительные клапаны.

При эксплуатации транспортных средств применяются различные аппараты и комплексы для диагностики двигателя, трансмиссии а также гидравлической системы. Определить их неисправности можно двумя способами:

1. С помощью органолептического. Преимущество этого способа в том , что провести диагностику возможно при помощи органах зрения, слуха, осязания. Возможность быстро устранить поломку без приборов.

Недостатки данного способа заключаются в субъективности оценки состояния гидравлической системы и отдельных ее узлов. Также без демонтажа невозможно установить причину выхода из строя узлов.

2. С помощью приборов и инструментов.

Преимущества данного способа в том , что при помощи приборов и инструментов проводится диагностирование и с точностью выявляется причина выхода из строя системы и ее узлов. Для диагностирования приборами и инструментами существуют методы.

Недостатки является трудоемкость и финансовые затраты.

Основные методы диагностики элементов гидравлической системы:

Статопараметрическийметод - Диагностическими параметрами являются величина утечки рабочей жидкости, давление, коэффициент подачи и её расход.

Кинематическийметод - определяет общее техническое состояние гидропривода по скорости перемещения исполнительных элементов.

Акустический метод - применяется для диагностирования внутреннейнегерметичности гидроагрегатов. Измерения проводятся с помощью высокочувствительных микрофонов, которые в ультразвуковом диапазоне регистрируют шумы рабочей жидкости, протекающей через повреждённые уплотнения.

Виброакустический методдиагностики основывается на измерении вибраций объектов диагностирования. В отличие от акустического метода приборы регистрируют шумы не в ультразвуковом, а в более высоком диапазоне - от 500 до 1000 Гц.

Силовой метод - основан на определении усилия, создаваемого исполнительным механизмом. Проводя диагностику этим методом, невозможно получить данные об отдельных механизмах гидропривода или объёме утечек. Проводится оценка только лишь общего состоянии привода. Измерение скорости нарастания усилия на исполнительномэлементе является усовершенствованием простого силового метода.

Метод амплитудно-фазовых характеристик имеет и другое название - метод пульсации давления. Он основан на том факте, что между диагностическим параметром (импульсом нарастания давления) и подачей насоса (объёмным КПД) при постоянном режиме диагностирования существует определённая зависимость[2].

Проанализировав все выше перечисленные методы диагностики гидросистемы, выяснили, что все не все методы являются эффективными. Достоинства и недостатки приведены в таблице 1.

Таблица 1– Сравнение методов диагностики

Метод	Достоинства	Недостатки
Статопараметрический	Высокая точность, применим для всех гидроагрегатов	Высокая трудоемкость
Кинематический	Наименее трудоемкий	Низкая точность
Акустический	Малое время проведения	Тарировка и наличие помех
Виброакустический	Высокая точность	Невозможно определить источник загрязнения
Силовой	Возможность проведения без оборудования	Невозможно определить объем утечек
Амплитудно-фазовых характеристик	Высокая точность	Высокая трудоемкость, необходимость в использовании дополнительных устройств

Проведя анализ методов диагностирования гидравлической системы, было выявлено два основных метода, которые наиболее перспективны на

сегодняшний день. Это такие методы как: статопараметрический и амплитудно-фазовых характеристик. При выборе методов был сделан упор на основные параметры, характеризующие работу насоса. Такими параметрами являются производительность, мощность насоса, дифференциальный напор, удельный вес перекачиваемой жидкости в единицу времени[3].

Вывод

1. Проведя анализ, было выявлено, что основными узлами гидравлической системы, наиболее подверженными интенсивному износу и выходу из строя, являются насос и исполнительные механизмы.

2. Существует большое количество методов диагностики гидравлических систем, отличающиеся точностью, унификацией, и доступностью измерений. Наиболее эффективными с точки зрения диагностики гидравлических насосов являются статопараметрический и амплитудно-фазовых характеристик.

Библиографический список

1. Богдан Н.В., Жилевич М.И., Красневский Л.Г. Техническая диагностика гидросистем. Минск: Белавтотракторостроение, 2000. 16с.
2. Чиликин А.А Сравнительный анализ современных методов диагностики состояния гидравлических систем / Чиликин А.А. Трушин Н.Н //- М., Труды НАТИ, 2014 – С. 119 – 121.
3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://chem21.info/info/1585527/

УДК 631.3.004.58

ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МОБИЛЬНОГО АГРЕГАТА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

А.Е. Немцев[1], В.В. Коротких[2], Н.П. Багуто[2]
[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

На современном этапе развития производства добиться рентабельности агропромышленного комплекса возможно только при использовании прогрессивной инженерно-технической системы (ИТС).

Прогрессивность ИТС определяется эффективностью функционирования её составляющих, одной из основных в числе которых, как известно, является система технического сервиса.

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий Российской Федерации находится в сложной экономической ситуации. В связи с этим их технический парк практически не обновляется. На начало 2004 г. обеспеченность хозяйств техникой составляла 40…60% [1]. Количество списываемых машин в 3…10 раз превосходит количество вновь приобретаемых [2]. Кроме того, средний возраст техники превышает нормативный срок службы, например, в АПК Новосибирской области – практически по всем маркам машин [3]. Аналогичная ситуация и по другим регионам РФ.

Совокупность перечисленных факторов снижает рентабельность хозяйств и настоятельно требует применения рационального технического сервиса для

техники, используемой в сельскохозяйственных предприятиях, особенно в периоды напряжённых полевых работ. Это объясняется, с одной стороны, появлением новой, более мощной, высокопроизводительной техники [4], с другой – продолжающимся старением парка машин.

Для эффективного функционирования техники, особенно в периоды напряжённых полевых работ, требуется её оперативное диагностирование, техническое обслуживание и ремонт, в том числе и в полевых условиях, т.е. в условиях эксплуатации. Перечисленные операции наиболее эффективно выполняются на районных технических центрах с использованием передвижных мастерских. В связи с этим, для последующего обоснования рационального количества технических центров, первоначально необходимо определиться с требуемыми характеристиками передвижных мастерских. Именно от данных характеристик будет зависеть мощность (производительность) передвижных мастерских, что в конечном итоге будет влиять на плечо обслуживания и, как следствие, на количество технических центров.

В 70-е годы ГОСНИТИ был разработан ряд передвижных средств технического обслуживания и ремонта. К ним относятся АТО-4822-ГОСНИТИ, АТО-1500Г, АТО-1768А-ГОСНИТИ, МПР-817А-ГОСНИТИ, ЛуМЗ-37031, МЗ-3904 и т.д. [5]. В качестве мобильных (базовых) агрегатов указанных передвижных мастерских использовались автомобили, самоходные шасси и прицепы к тракторам.

Также был разработан ряд комбинированных передвижных агрегатов для технического обслуживания и диагностики техники в условиях эксплуатации. В качестве мобильного (базового) агрегата использовались списанные зерноуборочные комбайны. Такие агрегаты были разработаны и использовались в Челябинской, Саратовской и Новосибирской областях. В частности, в СибИМЭ на базе комбайна СК-5 «Нива» с исправным двигателем и ходовой частью был разработан комплексный агрегат, предназначенный для выполнения операций по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники [6].

В 90-е годы с учётом формирующейся многоукладности экономики АПК, а также с появлением новых моделей транспортных средств ГОСНИТИ произвел разработку и усовершенствование ряда средств для диагностики, технического обслуживания и ремонта техники. К ним относятся КИ-28035, КИ-28012-ГОСНИТИ и т.д. [7].

Применение названных агрегатов эффективно. Для дальнейшего повышения эффективности этих агрегатов требуется решение следующих вопросов:

- выбор не только моделей, но и типов мобильных (базовых) агрегатов;
- обоснование необходимого минимального комплекта технологического оборудования.

На основе результатов исследований планируется создать специализированный мобильный агрегат технического обслуживания и ремонта (СМАТОР). Решение вышеуказанных вопросов будет осуществляться с учётом факторов адаптации, т.е. входных факторов системы технического сервиса (ТС) [8] (см. рисунок 1). Через указанные факторы также задаются требования, которым должен соответствовать (быть адекватным) специализированный мобильный агрегат ТО и ремонта.

Рисунок 1 – Факторы, определяющие требования на создание специализированного мобильного агрегата технического обслуживания и ремонта

Чем выше адекватность требований факторам адаптации, тем эффективнее СМАТОР и, как следствие, эффективнее обеспечивается работоспособность техники в условиях эксплуатации, что обусловливает более рациональное количество технических центров.

Оценку эффективности СМАТОР наиболее приемлемо произвести через комплекс технических и экономического показателей (см. рисунок 2).

Технические показатели целесообразно задать через факторы оценки эффективности обеспечения работоспособности техники, т.е выходные факторы системы ТС.

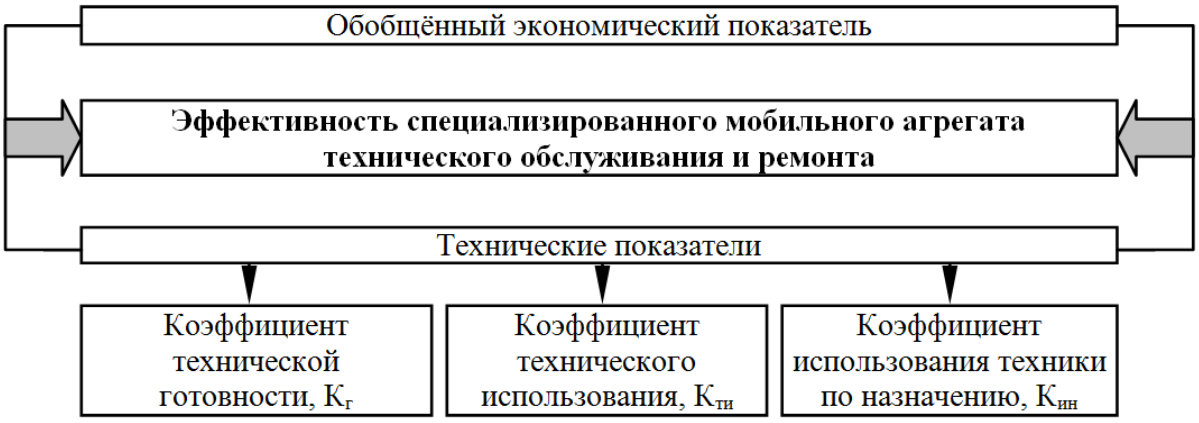


Рисунок 2 – Эффективность специализированного мобильного агрегата технического обслуживания и ремонта

Экономический показатель наиболее рационально задать через критерий эффективности функционирования системы обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники ($С_н$), разработанный в СибИМЭ. Применительно к СМАТОР указанный критерий является обобщённым экономическим показателем и имеет следующий вид:

$$С_н = С_м + С_{рп} + С_{пр} + С_{схр}, \quad (1)$$

где $С_м$ – удельная стоимость нового СМАТОР, р.;

$С_{рп}$ – удельная стоимость поддержания работоспособности СМАТОР, р.;

$С_{пр}$ – удельная стоимость простоя СМАТОР, р.;

$С_{схр}$ – удельные затраты на хранение СМАТОР, р.

Эффективность специализированного мобильного агрегата ТО и ремонта стремится к максимуму, если выполняются условия:

$$К_г \rightarrow 1;\ К_{ти} \rightarrow 1;\ К_{ин} \rightarrow 1;\ С_н \rightarrow min. \quad (2)$$

Эффективность СМАТОР будет зависеть от доли затрат в общей системе ТС.

Из выше изложенного следуют выводы:

Применение специализированного мобильного агрегата ТО и ремонта является актуальным для эффективного обеспечения работоспособности техники в условиях эксплуатации, особенно в периоды напряжённых полевых работ.

Основными вопросами при обосновании СМАТОР являются: выбор типа мобильного (базового) агрегата и обоснование необходимого минимального комплекта технологического оборудования; они решаются с учётом факторов адаптации системы ТС.

Приведённые факторы являются достаточными для предъявления необходимых требований к специализированному мобильному агрегату ТО и ремонта.

Для оценки эффективности СМАТОР при обеспечении работоспособности техники в условиях эксплуатации необходим и достаточен комплекс показателей, включающий технические и обобщающий экономический.

Полученные характеристики по СМАТОРу будут способствовать более рациональному обоснованию количества технических центров.

Библиографический список

1. Огнев И.Г. Формирование региональной нормативно-технической базы АПК / И.Г. Огнев, О.Г. Огнев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. - №1. – С. 2-3.
2. Немцев А.Е. Развитие сервиса – основа эффективного использования техники в Сибири / А.Е. Немцев, А.М. Криков // Достижение науки и техники АПК. – 2004. - №10. – С. 21-23.
3. Немцев А.Е. Состояние и перспективы развития АПК Сибири / А.Е. Немцев, В.В. Коротких // Сборник материалов науч.-практ. конф.: «Тенденции и факторы развития агропромышленного комплекса Сибири». – Кемерово, 2005. – С. 43-45.
4. Копылов Ю.М. Передвижные мастерские сельскохозяйственного назначения/ Ю.М. Копылов, Ф.Н. Пуховицкий.– М.: Россельхозиздат, 1980.– 128 с.
5. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 272 с.
6. Терских И.П. Развитие технологий и средств механизации возделывания сельскохозяйственных культур. Ч.I: Уборка зерновых / И.П. Терских. – Иркутск, 2003. – 356 с.
7. Нормативно-техническая документация, ресурсосберегающие технологии, ремонтно-технологическое оборудование для технического сервиса машин и оборудования АПК: Каталог / Под общей ред. В.И. Черноиванова. – М.: ГОСНИТИ, 1999. – 146 с.
8. Немцев А.Е. Факторы адаптивности системы технического сервиса в АПК / А.Е Немцев, В.В. Коротких // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Современные и перспективные технологии в АПК Сибири». – Новосибирск: НГАУ, 2006. – С. 99-100.

УДК 621.89.097

ВЫБОР МОТОРНОГО МАСЛА ПО СПЕКТРАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ РАБОТАЮЩЕГО МАСЛА

А.А. Белик[1], инженер; **В.Б. Ломухин**[2], к.т.н., доцент;
И.В. Лаптева[3], ст.преп.
[1]*ООО «Автотема»*
[2]*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»*
[3]*ФГБОУ ВО Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (СИБСТРИН)*

Проблема оптимизации расходов, связанных с эксплуатацией машин, в том числе двигателей внутреннего сгорания, в современных условиях хозяйственной деятельности предприятий остается актуальной. К числу отдельных элементов, снижающих расходы предприятия на эксплуатацию машин, относится и система технического диагностирования по параметрам смазочного масла [59стр., 1].

Способы определения пороговых значений могут быть различными. В настоящей работе применялся следующий способ получения пороговых значений, который на практике показал свою надёжность и достоверность в условиях практического применения.

Однотипные ДВС эксплуатируются определенный эксплуатационный период: навигация для судовых ДВС; уборочная или посевная для ДВС агропромышленного комплекса (АПК); установленный пробег для ДВС автотранспорта. В течение этого периода, через установленные промежутки времени, производится отбор проб масла из ДВС для спектрального анализа. Результаты анализа на данном этапе представляют единую выборку по типу ДВС.

После завершения эксплуатационного периода, производится разборка и инструментальная дефектация ДВС. По результатам которой, можно разделить эксплуатируемые ДВС на две выборки: исправные и не исправные ДВС (рисунок 1).

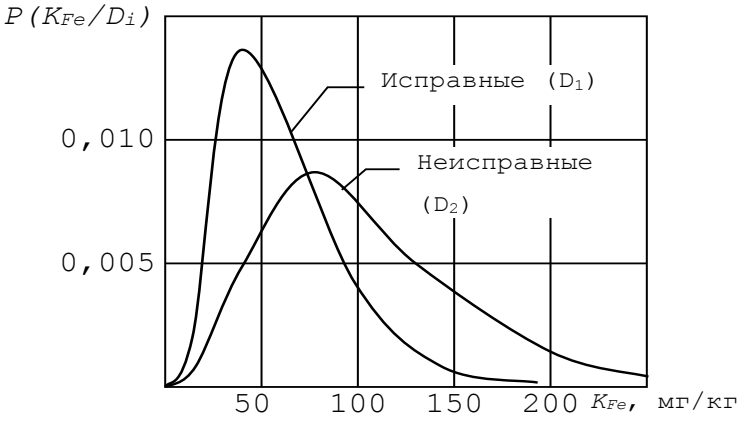


Рисунок 1 – Распределение вероятностей двух диагнозов

При подборе распределений вероятностей исследовались распределения: нормальное, логарифмически нормальное, гамма-распределение (γ–распределение), Релея, показательное. Для количества металлов в масле более подходит γ–распределение. Именно это распределение позволяет

предположить, что содержание металлов в масле в основном является функцией изнашивания.

Остальные факторы, связанные с эксплуатацией ДВС, малозначимы. Например, для гамма – распределения моделью является поток событий с постоянной интенсивностью, что в большей мере соответствует выносу продуктов изнашивания в масло при постоянной скорости последнего. Таким образом, удается упростить модель исследования до системы «ДВС–масло» [41-43стр., 1].

Если бы подошло нормальное распределение, то гипотеза о таком обособлении модели исследований была бы неправомерной. То есть оно включало бы в себя множество эксплуатационных факторов: режимов работы дизеля, качество технических обслуживаний, ремонты и т.д. Поэтому в системе диагностирования набор подбираемых распределений вероятностей должен сопровождаться их «типичными толкованиями», примерами применения в исследованиях с процессами, имеющими ясную, однозначную физическую сущность.

При ложной тревоге исправный дизель принимается неисправным (вместо диагноза D_1 принимается диагноз D_2). При пропуске дефекта (неисправности) неисправный дизель принимается исправным (вместо D_2 принимается D_1). Если X – некоторый диагностический параметр и его статистические распределения плотности вероятности для исправного и неисправного ($f\left(\frac{X}{D_i}\right)$) состояния известны, то вероятность гипотезы ложной тревоги при постановке диагноза D_i при действительном значении параметра, равном X_o, определяется

$$P_\alpha = P_1 \int_{x_0}^{\infty} \left(\frac{X_i}{D_1} \right) dx , \qquad (1)$$

где P_α – вероятности ложной тревоги,

P_1 – априорная вероятность диагноза при рассмотрении данного признака,

X_i – левая граница распределения вероятностей, для γ – распределения она равна нулю, для нормального распределения – минус бесконечности.

В этом же случае вероятность пропуска дефекта выразится

$$P_\beta = P_2 \int_{x_0}^{\infty} \left(\frac{X_i}{D_2} \right) dx , \qquad (2)$$

где P_β – вероятность пропуска дефекта,

P_2 – априорная вероятность диагноза при рассмотрении данного признака.

Интегрируя полученные на основе реального статистического материала распределения, получаем возможность построить пороги предельных значений элементов–индикаторов. При этом не важна физическая сущность исследуемого фактора, им может быть любой диагностический параметр.

Если принять величину надежности диагноза равной 0,95, что соответствует уровню необходимой надежности двигателей, отказ которых не грозит немедленной гибелью людей, то можно отложить уровень (1-0,95)=0,05 на интегральных кривых (рисунок 2).

Уровень пересечет эти кривые в точках А и В. Получим пороговые значения.

Видно, что при получении текущего анализа, попавшего левее точки А, дизель можно считать исправным с вероятностью большей 0,95; правее точки В – дизель неисправен с вероятностью большей, чем 0,95. Между точками А и В находится зона «отказа от распознавания» (зона неопределенности), которая вполне естественна для всех методов распознавания образов.

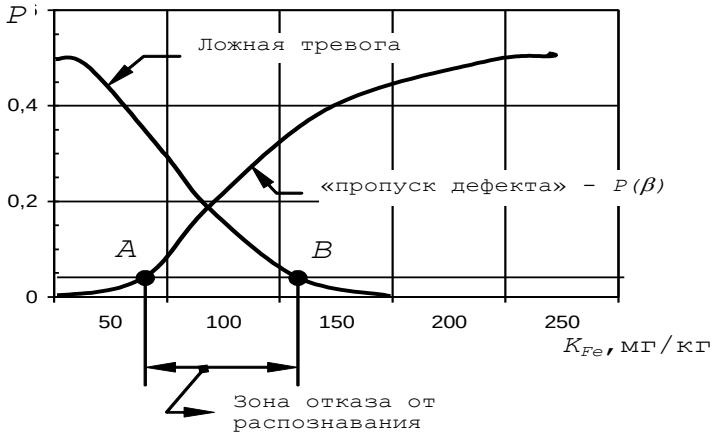


Рисунок 2 – Статистические пороги распознавания

Приведенные выше рассуждения действительны, если считать интегральные кривые детерминированными зависимостями. Для выборки пороги А и В будут несколько размыты в соответствии с группировкой точек реальной статистической совокупности вокруг интегральных прямых. Для этих точек нужно определить статистические числовые оценки (дисперсия и проч.). У многих параметров данной системы диагностических признаков их величины не могут быть отрицательными. Например, содержание железа в масле или температура вспышки последнего. Но это не значит, что распределение обязательно должно исходить из нуля оси абсцисс. Очевидно, например, для плотности вероятностей гамма – распределения для неисправных машин (рисунок 1), формула для γ – распределения несколько изменится

$$P(x)\frac{\beta^{\alpha+1}}{\gamma(\alpha+1)}\cdot(x-a)^{\alpha}\cdot\exp[-\beta\cdot(x-a)], \tag{3}$$

где *a* – дополнительный параметр, устанавливающий новое начало координат.

$$P(x)=\frac{c}{b}\cdot\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1}\cdot\exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c}\right], \tag{4}$$

Параметр *a* также дает левую границу распределения.

Следует отметить, что время, затрачиваемое на накопление статистического материала для расчета пороговых значений, значительно.

Поэтому применение допорогового метода диагностирования ДВС, начиная со второй пробы [28 стр. 1], позволяет предложить методику выбора моторного масла, разделив выборки на исправные и не исправные и проверив выборки на различие, повторно рассчитать пороговые значения: A^1 B^1.

Следовательно, выбор моторного масла, в зависимости от текущего технического состояния ДВС следует осуществлять по правилу[67 стр. 2]:

– {от 0 доA^1 } следует применять моторное масло …W 30;
– {от A^1 до А} следует применять моторное масло ….W 40;
– {от А до В} следует применять моторное масло ….. W 50;
– {от B^1 до В} следует применять моторное масло …. W 60;
– за порогом В – следует отремонтировать ДВС!

Библиографический список

1. Ломухин В.Б. Основы современной эксплуатации двигателей/ В.Б. Ломухин – Новосибирск: Наука, 2004. – 188 с.
2. Белик А.А., Диагностика как основа выбора моторного масла для ДВС: монография/А.А. Белик, В.Б. Ломухин; ООО «Копир» - Новосибирск, 2016. – 70 с.

УДК 629.3

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

В.В. Москвина, В.В. Тихоновский, Ю.Н. Блынский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Для эффективного управления движением любого механического средства – регулированием скорости на том или ином участке пути, замедлением её при выполнении маневров, наконец, для остановки в нужном месте – и в том числе экстренной – на всех грузовых и легковых автомобилях должна быть установлена соответствующая классу машины тормозная система. Для удержания машины на месте во время продолжительной стоянки, особенно на склоне, предусмотрен стояночный тормоз. Система торможения относится к основным устройствам обеспечения безопасности управления автомобилем. По этой причине отказы в работе тормозной системы автомобиля стоят самыми первыми в списке всех дефектов, при наличии которых запрещается эксплуатировать автомобиль.

Контроль тормозов производится двумя методами:

– органолептический;

– при помощи диагностического оборудования.

При первом методе каждый водитель должен регулярно проводить осмотр системы, проверяя её работоспособность на практике. Малейшие неисправности в ней, проявляющиеся обычно увеличением остановочного пути, должны мотивировать к более пристальному осмотру системы.

Не реже одного раза в год следует контролировать состояние тормозных дисков и колодок. Свидетельством износа первых может служить возникновение вибрации в руле в момент нажатия педали тормоза. Наиболее сильно она ощущается на большой скорости. Устраняется проблема только заменой дисков, одновременно с которыми меняют и колодки. Кстати, при прохождении регулярного контроля последние следует осмотреть на наличие выработки. При её обнаружении, колодки незамедлительно меняют.

Раз в два года следует проводить замену тормозной жидкости. Необходимость связана с тем, что в ходе эксплуатации она неизбежно стареет и утрачивает свои свойства. Кроме того, необходимо регулярно контролировать её уровень и в случае обнаружения утечки сразу же проводить проверку всей системы, потому что снижаться он не должен.

Также при проверке общего состояния тормозной системы следует обратить внимание на пыльники, защищающие тормозные клапаны. Если их герметичность нарушена, а на рабочей поверхности появились трещины, деталь нужно менять. В противном случае клапан перестанет возвращаться на исходное место, благодаря чему эффективность тормозов заметно снизится.

При втором методе для диагностирования тормозных систем автомобилей, применяют два основных метода диагностирования:

– средства технической диагностики тормозов (СТДТ);

– дорожные испытания.

Тормозная система, во время прохождения инструментального контроля, проверяется с помощью стенда. Стенд предназначен для контроля эффективности рабочей и стояночной тормозных систем, устойчивости при торможении, контроля увода колеса и качества работы подвески легковых и легко-грузовых автомобилей, автобусов, автопоездов с нагрузкой на ось от 3 до

16 тонн, диаметром колес (по шине) от 520 до 790 мм, количеством осей не более 10 и расстоянием между внутренними/наружными торцами роликов 800/2200 мм. Рабочую тормозную систему проверяют по показателям эффективности торможения и устойчивости АТС при торможении, а запасную, стояночную и вспомогательную тормозные системы - по показателям эффективности торможения.

Все средства СТДТ подразделяют на две большие группы:

1) стенды, работающие с использованием сил сцепления колеса с опорной поверхностью. В таких стендах реализуемый тормозной момент ограничен силой сцепления колеса с опорной поверхностью стенда, поэтому в большинстве из них невозможно реализовать полный тормозной момент автомобиля;

2) стенды, работающие без использования сил сцепления колеса с опорной поверхностью, передают тормозной момент непосредственно через колесо или через ступицу. Эта группа стендов не нашла широкого применения из-за сложности конструкции и нетехнологичности проведения испытаний.

По конструкции опорных устройств стенды подразделяются на:

1а) площадочные;

1б) роликовые;

1в) ленточные;

2а) с вывешиванием осей колес;

2б) без вывешивания осей.

Испытания тормозных систем в дорожных условиях являются основным видом испытаний по определению их эффективности.

Важное значение имеет определение долговечности и износостойкости тормозных механизмов, в частности их фрикционных элементов в дорожных условиях. Необходимость проведения испытаний непосредственно на автомобиле обусловлена тем, что в этом случае можно получить данные по ресурсу указанных узлов и их деталей с учетом реального распределения тормозных сил между колесами автомобиля. Это существенно влияет на срок службы деталей тормозных механизмов. На долговечность влияют и температурные условия, которые в стендовых условиях не представляется возможным точно воспроизвести, а также другие факторы, присущие эксплуатации автомобиля.

Дорожные испытания проводят на прямой, ровной, горизонтальной, сухой дороге с цементно-асфальтобетонным покрытием, не имеющем на поверхности масла, сыпучих и других материалов. При проведении испытаний торможение рабочей тормозной системой осуществляют в режиме экстренного, полного торможения при однократном воздействии на орган управления усилителем. Время приведения в действие органа управления тормозной системы не более 0,2с. Начальная скорость торможения – 40км./ч.

Испытаниям на долговечность предшествует подготовка тормозов автомобиля, которая кроме необходимых регулировочных работ и измерений предусматривает устройство на тормозных накладках специальных искусственных баз, являющихся исходными при измерении толщины накладок. С этой целью в накладках сверлят отверстия на определенной глубине сверлом диаметром примерно 5 мм, обеспечивающим получение плоской поверхности в основании сверления. Для предохранения отверстий в накладке от загрязнения продуктами износа в процессе испытаний их заполняют асбестом. Перед замером асбест удаляют, а отверстия продувают сжатым воздухом.

При проверке СТДТ вся информация о состоянии тормозов в считанные минуты выводится на экране, в отличие от испытаний в дорожных условиях,

спорных ситуаций не возникает - все рассчитывается автоматически, и спорить с компьютером бесполезно, если это касается автомобилей не оборудованных системой АБС. Дорожные испытания зависят от дорожных условий, что затрудняет провести испытания без погрешности.

На основании рассмотренных методах диагностирования, можно сделать вывод, что в настоящее время эффективным является метод дорожных испытаний, но для его реализации необходимо наличие специально оборудованных площадок, которые отсутствуют. Следствием чего стал распространенным стендовый метод, хотя анализ литературы показывает, что все стенды, используемые сейчас и имеющимися в продаже не предназначены для проверки эффективности тормозов, на автомобилях оборудованных современными тормозными системами. Поэтому для получения достоверных данных о эффективности тормозной системы и объективной оценке необходимо приспособить стенды к требованиям диагностирования современных автомобилей (иметь возможность проверить все системы ABS, EBD, EBA и системы автоматического торможения).

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51709-2001 Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки (с Изменением N 1)
2. Пат. На полезную модель № 2323841 РФ, МПК B60T 17/22 G01L 5/28. Стенд для диагностирования тормозов автотранспортных средств / В.А. Рогов, А.Н. Русских, Г.В. Комышев; заявитель и патентообладатель В.А. Рогов, А.Н. Русских, Г.В. Комышев. – №2006124360/11; заявл.06.07.06; опубл. 10.05.08, Бюл. №13.
3. Пат. На полезную модель № 2345915 РФ, МПК B60T 17/22. Способ дифференциального диагностирования тормозных систем автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом и устройство для его осуществления / А.И. Федотов, А.А. Смолин, И.М. Григорьев, В.Ю. Ткачев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Иркутский гос. технический университет. – №2007138376/11; заявл.16.10.07; опубл.10.02.09, Бюл. №4.
4. Пат. На полезную модель № 2365516 РФ, МПК B60T 17/22 G01L 5/28. Способ оценки тормозной эффективности и устойчивости автомобиля, оборудованного антиблокировочной системой, спобоб оценки работоспособности антиблокировочной системы автомобиля и устройство для осуществления способов / А.И. Федотов, Е.М. Портнягин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Иркутский гос. технический университет. – №2008113776/11; заявл.08.04.08; опубл.27.08.09, Бюл.№24.
5. Колесник П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – М.: Транспорт. 1985. – 325 с.

УДК 629.1

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

Н.И. Хребтов, В.В. Тихоновский, В.С. Кемелев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Форсунки, Siemens, Caterpillar, Denso официально закрыты для ремонта, и запасные части, для ремонта этих изделий, не поставляются производителем. В случае выхода из строя компонента, он подлежит замене. Стоимость одной форсунки в среднем, составляет от 300 до 500 евро, и как правило замены требует весь комплект, с обязательной проверкой ТНВД на наличие стружки, чисткой топливного бака, топливного аккумулятора, и двигатели, оборудованные такими системами, в случае выхода из строя обходятся своим владельцам достаточно накладно.

Наиболее доступными в плане технологии ремонта и наличия необходимых запасных частей, являются изделия Bosch и Delphi. Эти производители официально поставляют на рынок необходимые запасные части для ремонта инжекторов и ТНВД системы Common Rail, такие как управляющие клапана, для форсунок, распылители, плунжерные пары, ремкомплекты, регуляторы давления, датчики и т.д.. Это позволяет экономить значительные средства при ремонте изделий. В среднем ремонт изделия, обходится в два, а то и в три раза дешевле, чем приобретение нового компонента. При этом ресурс восстановленного изделия, при условиях правильной эксплуатации, использования оригинальных запасных частей, и соблюдения технологии ремонта, не уступает новым оригинальным изделиям. Каждое изделие, перед установкой на двигатель, проходит обязательную проверку на специальных испытательных стендах, согласно тест плана производителя, и в случае отклонения, изделие отправляется на корректировку, или ремонт.

Распространенным причины выхода из строя форсунок

Пожалуй, самым распространенным явлением, с которым сталкиваются владельцы машин с Common Rail, причем независимо от того, система впрыска какого производителя используется в автомобиле, становится "закоксовывание" форсунок «рис. 1», клапана EGR «рис. 2», Но причин тому может быть несколько. Во-первых, изношенные форсунки увеличивают подачу топлива, что приводит к повышенному сажеобразованию. Здесь, даже при условии грамотной эксплуатации, время берет свое - естественный механический износ никто не отменял. Во-вторых, порой сам автовладелец значительно помогает "коксу" накапливаться. Медленная езда на низких оборотах двигателя и вялый разгон способствуют засорению клапана EGR и сажевого фильтра. Люди отказываются понимать, что в таких режимах не достигается необходимая температура в камере сгорания. Привычка ездить практически на холостых осталась в наследство от дизелей 90-х годов. Кажущаяся экономия топлива потом оборачивается в лучшем случае чисткой или заменой клапана EGR и сажевого фильтра. Случалось, что проповедники такого "пенсионного" стиля езды чуть ли не с кулаками бросались на наших мастеров, когда те в ходе диагностики "раскручивали" двигатель более 3000 оборотов в минуту: "Что вы ломаете машину!"

Рисунок 1 – Закоксованная форсунка

Рисунок 2 – Закоксованный клапан EGR

Механический износ форсунки и экономия на обслуживании

Еще одна часто встречающаяся проблема - механический износ всей форсунки. Здесь снова речь может идти как об объективном износе от времени, так и об ускоренном режиме, который определяется повышенным количеством посторонних частиц грязи в системе: баке, топливопроводах и т.д. Понятно, что к этому приводит использование некачественных фильтров, пренебрежение интервалами замены, а также желание сэкономить на дизтопливе, когда в бак попадает жидкость непонятного происхождения.

- бывали случаи, когда специалисты затруднились даже определить, что же было залито в бак. Как бы странно это ни звучало, но не менее важной является правильная установка фильтрующего элемента: на многих автомобилях, оснащенных системой впрыска Bosch, неквалифицированная замена может привести к тому, что неочищенное топливо будет попадать дальше в топливную систему. Другая крайность гаражного сервиса - использование старых огнеупорных шайб после демонтажа форсунок или применение старых фиксирующих болтов, которые не могут обеспечить нужную герметичность.

Всем клиентам советуем при малейших подозрениях на проблемы в топливной системе обращаться на специализированные СТО. Первые "звоночки" - повышенная дымность, расход топлива, провалы в тяге, специфическое цоканье форсунок. Вовремя продиагностированная проблема может сэкономить клиенту не одну тысячу рублей. На многих двигателях мы постоянно сталкиваемся с ситуацией, когда выкрутить "закоксованную" форсунку чрезвычайно сложно, не помогают даже спецсъемники с силой более 20 тонн. Иногда удается, разламывая форсунку, по частям доставать ее из посадочного места. Однако бывали особо запущенные случаи, когда клиенту ничего не оставалось, как снять головку блока цилиндров и высверлить форсунку.

Диагностика и ее проблемы

По сути, первичная диагностика, если машина продолжает ездить, обычно не занимает много времени. В зависимости от указанных владельцем признаков специалист может оценить дымность, динамические характеристики, послушать работу форсунок. После этого подключат компьютер, а при необходимости отправят форсунки на стенд, чтобы проверить, соответствуют ли показатели тест-планам. Если с механической частью все в порядке, поиски перекинутся на электрику.

Одни из самых сложных в диагностике - проблемы в электрической части. Зачастую неисправность может быть приходяще-уходящей: человек мучается

несколько дней, а когда приезжает, машина как назло начинает идеально работать. Нередки случаи выхода из строя блока управления, когда требуется его перепрошивка или замена. Но "веселее" всего, когда владельцы обращаются за помощью и при этом недоговаривают всей правды относительно условий эксплуатации и обслуживания… - Этот фильтр "был заменен буквально несколько дней назад" «рис. 3». По словам владельца, разумеется. Но по цвету фильтрующей бумаги все сразу становится понятно. Не признаются, что сами пытались выкручивать форсунки, ставят фильтры другого типа, отрезая лишнее, отрицают, что пытались завести машину с буксира. Чего только не насмотришься! Или попадаются так называемые "экономщики": иногда чистка топливной системы, в том числе бака, просто обязательна, а клиент ни в какую - не доверяет словам специалистов. Не проехав и сотни километров на отремонтированных форсунках, возвращается с опущенной головой, машина на эвакуаторе.

Рисунок 3 – Вышедший из строя топливный фильтр

Заключение

Как показывает практика, занимаясь ремонтом топливных систем Common Rail, помимо естественного износа и отдельных слабых мест едва ли не главный их враг - невежественный автовладелец. Низкая культура эксплуатации и банальное незнание элементарных требований к обслуживанию сводят на нет главный козырь дизеля - его топливную экономичность. Кстати, качество этого самого топлива также вносит свои коррективы. Пора понять, что современные автомобили не терпят наплевательского к себе отношения, а ресурс многих узлов, в том числе двигателя, особенно зависим от качества применяемых запчастей и соблюдения рекомендованных интервалов их замены

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.raivonsk.ru/uslugi/remont-inzhektorov-common-rail.html
2. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://vvm-auto.ru/publikatsii/689-ne-bojtes-forsunok-common-rail
3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://dizservice.ru/stati-po-dizelyu/34-varyanti-remonta-dizelnoy-forsunki
4. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mechanicus.ru/remont-forsunok-common-rail/

УДК 663.44

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ ФИЛЬТР-ПРЕССА

А.А. Мезенов, А.А. Диденко, С.С. Неяскин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Современное пиво можно классифицировать по нескольким признакам. Один из самых популярных и значимых – степень очистки, то есть фильтрации. С этой точки зрения пиво может быть фильтрованным и нефильтрованным. Естественно, у каждого вида есть свои плюсы и минусы, так что среди любителей пенного напитка часто возникают споры относительно того, какое пиво лучше фильтрованное или нефильтрованное.

На пивоваренных предприятиях чаще всего применяют фильтр картон для тонкого фильтрования (после кизельгурового фильтра). На небольших предприятиях используют зачастую оба фильтра (намывной рамный фильтр-пресс и пластинчатый фильтр-пресс), соединенные в один агрегат и разделенные перегородкой посередине.[2]

Техническое обслуживание фильтр-пресса

Техническое обслуживание производится персоналом, прошедшим техническую подготовку по изучению конструкции фильтр-пресса, настоящего технического описания, а также инструкции по обслуживанию, составленной предприятием, эксплуатирующим фильтр-пресс.

Для удовлетворительной работы фильтр-пресса необходимо выполнять следующее:

- очищать систематически от загрязнений все узлы фильтр-пресса.
- следить за исправным состоянием коммуникаций и арматуры.
- контролировать состояние крепежа.
- тщательно очищать привалочные поверхности плит, рам и каналы входа суспензии и выход фильтрата.

Фильтруемая суспензия не должна иметь механических примесей и нерастворимых частиц размером более 3 мм.[3]

Проведя анализ неисправностей и способов их устранения можно сделать вывод, что к основным относятся неисправности представленные в таблице связанные с фильтровальными пластинами.

Недостатки пластинчатого фильтр-пресса:

· фильтр картон можно промывать только противотоком;

· фильтр занимает много места и трудоемок в обслуживании;

· производственные расходы относительно высоки (фильтр картон, потребление воды);

· собранный фильтр пакет должен стерилизоваться горячей водой и снова промываться холодной;

· воздух должен вытесняться;

· работу фильтра нельзя автоматизировать и его необходимо мыть вручную;

· фильтр очень восприимчив к высокой бактериальной обсемененности и концентрации твердых веществ в фильтруемом пиве.[1]

Таблица – Неисправности и способы их устранения

№	Неисправность	Причины	Решение
1	Протечка между фильтровальным и пластинами	1. Недостаточное давление масла 2. Осадок на уплотнительной поверхности фильтровальной пластины 3. Фильтровальная ткань неровная, имеет складки 4. Деформация фильтровальной пластины, вызванная использованием низкотемпературной пластины в условиях работы при высокой температуре 5. Слишком высокое давление подачи или слишком большая мощность питающего насоса	1.Проводите измерение сопротивления изоляции и проверку надежности системы электроуправления, своевременно ремонтируйте или заменяйте неисправные компоненты. 2.Очистите поверхность 3. Разгладьте ткань 4. Замените пластину 5. Отрегулируйте.
2	Фильтровальная пластина поднимается	1.Фундамент фильтр-пресса сделан неверно 2.Остатки не полностью очищены с уплотнительной поверхности пластины 3.Смещение внутренней прокладки стопорного полукольца	1.Исправьте недочеты фундамента 2.Удалите остатки полностью 3.Отрегулируйте болт под стопорным полукольцом
3	Поломка фильтровальной пластины	1.Высокое давление подачи 2.Высокая температура суспензии 3.Закупорка отверстия подачи на фильтр. пластине 4. Высокая скорость подачи 5.Повреждение фильтровальной ткани	1. Отрегулировать 2.заменить высокотемпературными прочными пластинами или охладить суспензию перед подачей в фильтр- пресс 3.Очистить отверстие 4.Снизить скорость 5.Заменить ткань

Главным преимуществом фильтрованного пива является значительный, в сравнении с нефильтрованными сортами, срок хранения, который становится еще больше после пастеризации. Благодаря данным операциям у производителя появилась возможность донести свой продукт до конечного потребителя, не применяя при этом консерванты.

В связи с вышеизложенным становится очевидным, что фильтрование является одной из основных технологических операций, а применение фильтр-пресса - производственная необходимость. Таким образом, перед инженерами стоит задача по разработке устройств с более совершенными фильтрующими рабочими органами.

Библиографический список

1. Кунце В. Технология солода и пива (перевод с немецкого). Спб., Изд-во "Профессия", 2001. - 912 с., ил.
2. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения / пер. с нем. А. А. Куреленкова. — СПб.: Профессия, 2007. — 640 с.
3. Инструкция по эксплуатации и обслуживанию. камерный фильтр-пресс серии 1000.

УДК 621.833

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СОПРЯЖЕНИЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ПО ПЯТНУ КОНТАКТА

Д.Е. Тазитанов, Т.В. Возженникова, Е.В. Агафонова
Научный руководитель Р.В. Конореев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Безотказность зубчатых передач - определяющий фактор надёжности работы механического оборудования. Для определения причин повреждения зубчатых передач и определения их возможности дальнейшего использования при различных видах износа необходимо соблюдать определенную последовательность осмотра. Зубчатое колесо необходимо заменять в случае обнаружения классифицированного дефекта, характеристики которого выходят за пределы установленных значений.

Зубчатые передачи широко используют в механическом оборудовании для преобразования параметров вращательного движения. Срок их службы определяет показатели безотказности работы механизма и является одним из критических звеньев дерева отказов [1]. Отказы механического оборудования из-за износа или разрушения зубчатых колес приводят к наиболее длительным простоям и требуют больших затрат для восстановления работоспособности. Предупредить аварийное разрушение зубьев и увеличить срок службы передачи позволяют своевременные ремонтные мероприятия, обоснованные результатами визуального износа при этом большее внимание нужно уделять характеру повреждений и расположению пятна контакта на рабочих поверхностях зубьев.

Характеристики по пятну контакта обычно приведены в правилах технической эксплуатации, учебниках и пособиях. Пятно контакта является одним из критериев качества изготовления и сборки зубчатой передачи. Правильное, равномерно расположенное по высоте и длине зуба расположение пятна контакта показано на рисунке 1.

Уменьшение пятна контакта свидетельствует об увеличении нагрузки, что ведет к интенсивному износу зубьев. Смещение пятна контакта к какому-либо краю зубьев вызывает одностороннее приложение нагрузки, что увеличивает износ зубьев и ведет к их выкрашиванию (см. рисунок 2).

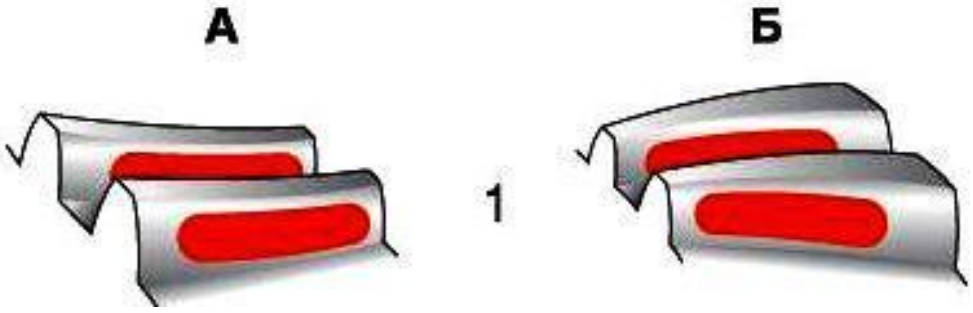


Рисунок 1 – Правильное расположение пятна контакта
А – передний ход; Б – задний ход

При неправильной регулировке взаимного положения шестерен зубчатых передач имеет место повышенный износ, в частности волнообразный (см. рисунок 3). Непараллельное расположение осей зацепления при уменьшенном расстоянии между осями зубчатых колёс происходит из-за износа посадочных

мест подшипников валов зубчатых передач и приводит к сокращению пятна контакта до недопустимых размеров. Основной причиной неприлегания зубьев по длине или уменьшения пятна контакта является непараллельность и перекос осей отверстий в корпусе или в соединении «зубчатое колесо – вал». При этом перекос оказывает более значительное влияние, чем непараллельность.

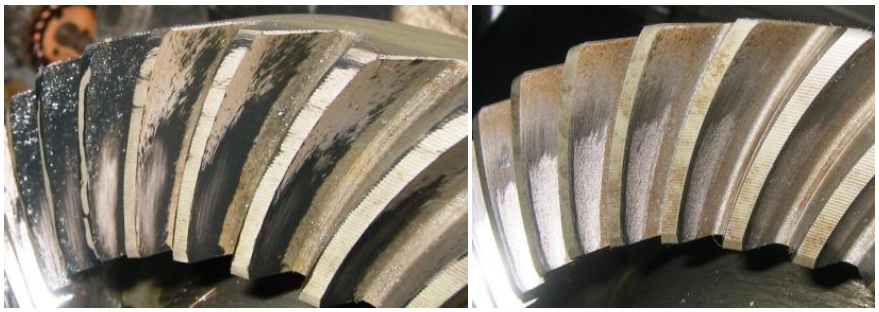


Рисунок 2 — Смещение пятна к узкому концу зуба

Рисунок 3 — Неравномерный износ зубьев при неправильной регулировке

Одним из наиболее простых способов контроля качества сопряжений зубчатых передач является способ проверки на пятно контакта по краске (типографская краска, берлинская лазурь, анилиновые краски на масле или стеарине, свинцовый сурик, специальные пасты). При этом следует учесть, что очень жидкая краска растекается и пачкает поверхность зубьев, слишком густая - не выжимается из промежутков между зубьев.

Краска для определения пятен контакта «Берлинская Лазурь» - синяя невысыхающая паста на основе парафинового углеводорода предназначена для идентификации точек контакта [2]. Применяется для определения неровностей и для более точной подгонки рабочих поверхностей. Выявляет места контакта при регулировке шестерёнчатых передач и других точных механизмов. К ее достоинствам можно отнести простоту использования и очистки, не высыхает, пятна контакта видны сразу.

Термоиндикаторная краска используется в машиностроении для контроля пятна контакта в зубчатых передачах. Зубья одного из контролируемых колес покрывают тонким слоем термоиндикаторной краски, вводят колеса в зацепление между собой, приводят их во вращение и пропускают через зацепление колес электрический ток, после чего по полученному терморельефу на краске определяют пятно контакта[4]. Недостатками этого способа являются большая трудоемкость нанесения равномерного слоя термоиндикаторного красителя, а также низкая производительность из-за необходимости многократного нанесения на зубья краски ввиду ее истирания.

Специализированная прокаточная паста проверки пятна контакта главной пары имеет ярко-желтый цвет смазки и используется для обозначения кольца зубьев для определения точек контакта и узора [3]. Преимущества этой пасты в простоте использования, а также она наносится тонким слоем и не высыхает.

Для проверки пятна контакта один из элементов зубчатого зацепления (обычно меньшее колесо или червяк) смазывают тонким слоем краски (не более 5 микрометров) и медленно проворачивают его на несколько оборотов. Смещение пятна контакта говорит об уменьшенном или увеличенном межосевом расстоянии, перекосе осей (см. рисунок 4). В зависимости от степени точности зубчатого колеса и его типа пятно контакта должно быть не менее 30 - 75% по высоте зуба и 30 - 95% по длине зуба. Большие площади контакта соответствуют более точным зубчатым колесам.

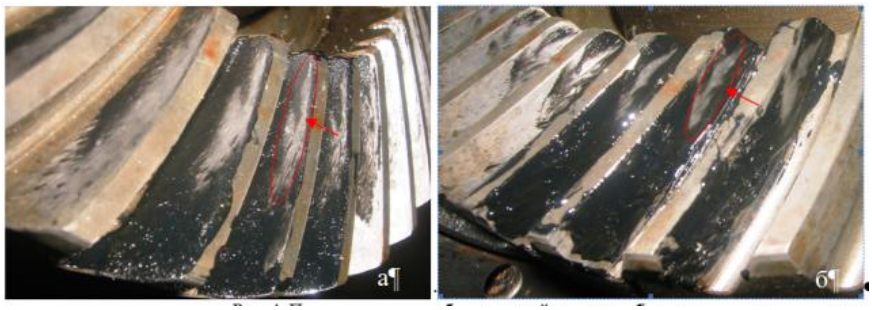


Рисунок 4 - Пятна контактов зубьев ведомой шестерни: а - со стороны заднего хода; б - со стороны переднего хода

Проверка на пятно контакта по краске является экономичным и информативным способом контроля качества зубчатых передач, который позволяет избежать длительных простоев и больших затрат для восстановления работоспособности оборудования.

Библиографический список

1. Кравченко В.М., Сидоров В.А., Буцукин В.В. Классификация повреждений зубчатых передач // Горное оборудование и электромеханика, 2012. №7. – С.41-43.
2. Permatex Prussian Blue. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.permatex.ru
3. Gear Marking Compound [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.acdco.ru
4. Пат. 2036411 RU C1, МПК 7 G01B005/20. Способ определения пятна контакта зубчатой передачи / Кукуева Л.Л., заявитель и патентообладатель Научно-исследовательский институт автоматизированных средств производства и контроля. - № 4910613/28. 1995.

УДК 631.421.1

АДАПТАЦИЯ АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МТА

А.А. Видикер, аспирант
Научный руководитель Н.Н. Бережнов
ФГБОУ ВО «Кемеровский ГСХИ»

Повышение выходных эксплуатационных показателей работы энергоемких машинно-тракторных агрегатов, путем научного обоснования их рационального состава, выбора нагрузочных и скоростных режимов работы, возможна только

при наличии данных, полученных в ходе проведения экспериментальных исследований.

Наиболее точно тягово-энергетические и топливно-экономические показатели работы сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологических операций, определяются при проведении тяговых испытаний и контрольного динамометрирования в полевых условиях.

Показателями энергетической оценки МТА являются: тяговое сопротивление с.-х. машины или орудия; рабочая скорость агрегата, расход топливо-смазочных материалов на единицу обработанной площади; удельное сопротивление агрегата на единицу ширины его захвата. При проведении испытаний необходимо использование контрольно-измерительного и регистрирующего оборудования, позволяющего получать достоверную информацию, наиболее полно отражающую исследуемые показатели технологических операций.

Используемые технические средства измерений должны соответствовать рекомендациям и требованиям, предъявляемым к процессу проведения энергетической оценки сельскохозяйственной техники [1]. Разработка и подготовка средства измерений для выполнения экспериментальных исследований должны быть осуществлены в соответствии с требованиями, связанными с точностью измерения оценочных показателей исследуемых процессов, надежностью и стабильностью работы измерительного комплекса в целом.

Устройство и функционирование измерительных систем такого рода можно представить по общей схеме, изображенной на рисунке 1.

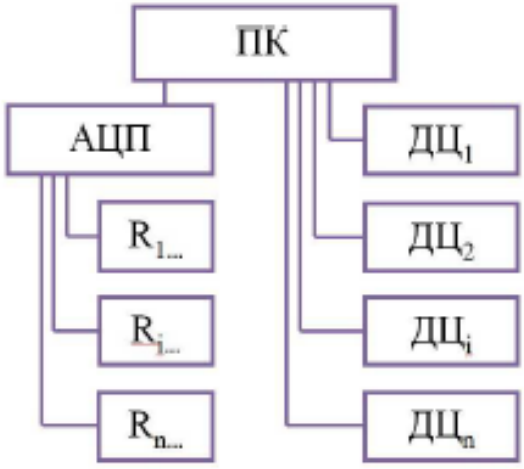


Рисунок 1 - Измерительная система (блок-схема):
R_1…, R_i…,R_n – тензодатчики, наклеенные на исследуемых объектах; ДЦ$_1$…, ДЦ$_i$…, ДЦ$_n$ – измерительные каналы с датчиков, получаемые в оцифрованной форме; ПК – персональный компьютер, установленный в кабине мобильного энергетического средства; АЦП – аналого-цифровой преобразователь.

Информация с исследуемых объектов по измерительным каналам поступает в аналогово-цифровой преобразователь и далее в мобильную ПЭВМ, установленную в кабине трактора. При определении характеристик измерительных каналов учитываются силовые параметры исследуемого процесса, характеризующих энергоемкость выполняемых операций. Закономерность измерения параметров и их количественная оценка при работе в различных режимах эксплуатации регистрируется датчиками R_1, R_i,…, R_n, установленных на исследуемых объектах.

Датчик расхода топлива предназначен для регистрации не только часового

расхода топлива агрегатом, а также удельных его затрат – тягового и в расчете на единицу обработанной агрегатом площади, что особенно важно для получения более полной картины при оценке его технико-эксплуатационных показателей. Весьма существенным фактором при комплексной оценке параметров агрегата является и оценка величины буксования ведущих колес трактора, определяющего, помимо энергоемкости технологического процесса, еще и агротехническую проходимость энергосредства. Количественная оценка величины буксования и степень влияния ее на увеличение энергетических затрат при работе агрегата обеспечивается установкой датчиков измерения, пройденного агрегатом пути и датчика оборотов ведущих колес трактора [2, 6].

Измерение и регистрация основных параметров энергетической оценки работы МТА на выполнении технологических операций позволит выработать рекомендации по наиболее рациональному и экономичному выбору режимов движения машинно-тракторных агрегатов, применительно к конкретным природно-производственным условиям [4].

При проведении полевых испытаний опытных образцов сельскохозяйственных техники производства ООО «Агро» для проведения энергетической оценки, использовалось контрольно-измерительное и регистрирующее оборудование производства Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) в составе:

1. Измерительная информационная система СИ-302 (рисунок 2) предназначена для энергетической и эксплуатационно-технологической оценок машин, а также тяговых испытаний тракторов в соответствии с национальными и международными стандартами ГОСТ Р 52777-2007 и ГОСТ 30745-2001 [1, 3]. Обеспечивает прием дискретных и аналоговых сигналов от первичных преобразователей сигнала различного типа (датчиков).

Рисунок 2 - Общий вид блока измерительной информационной системы СИ-302 с устройством согласования МС-5

2. Устройство согласующее МС-5 (см. рисунок 2) предназначено для обеспечения стабилизированного питания датчиков и обеспечения согласования сигналов первичных преобразователей с измерительной информационной системой СИ-302. Обеспечивает возможность подключения каждого датчика на отдельный разъем. Для дискретных каналов предусмотрена индикация режима работы.

В составе измерительной информационной системы использовались различные датчики (в том числе, конструкции КубНИИТиМ):

3. Датчик измерения тягового усилия (рисунок 3а) – представляет собой тензометрическое звено и предназначен для преобразования воздействующего на него усилия в нормированный электрический сигнал.

4. Датчик оборотов ведущих колес ИП-268 (рисунок 3б) с предназначен для измерения угла поворота движителей самоходных энергосредств

сельскохозяйственного назначения.

5. Датчик-расходомер топлива СИ-304 (рисунок 3в) предназначен для объемного и весового измерения количества дизельного топлива, потребляемого тракторами при выполнении различных сельскохозяйственных операций.

6. Датчик измерения пройденного пути ИП-26S (рисунок 3г) (путеизмерительное колесо) предназначен для получения счетных импульсов при движении колеса с датчиком по следу протектора колеса самоходного энергосредства сельскохозяйственного назначения.

7. Датчик оборотов ВОМ СИ-104 (рисунок 3д) используется для измерения количества оборотов вала отбора мощности энергосредства.

8. Портативный хронометражист СИ-303 (в дальнейшем СИ-303) (рисунок 3е) предназначен для хронометража элементов времени по видам выполняемых операций при проведении эксплуатационно-технологической оценки по ГОСТ Р 52778-2007 [5].

В соответствии с установленными требованиями датчики могут быть использованы для энергооценки сельхозмашин по ОСТ 10.2.2-2002 [7] и тяговых испытаний тракторов по ГОСТ 30745-2001 [3]/

Система СИ-302 с устройством согласования МС-5 и комплектом первичных преобразователей сигнала образует информационно-измерительный комплекс, позволяющий выполнять оценку тягово-энергетических и эксплуатационных показателей тракторов и МТА методом проведения полевых испытаний.

Рисунок 3 - Общий вид аппаратных средств измерительно-информационного комплекса

Для установки контрольно-измерительной аппаратуры и датчиков на машинно-тракторные агрегаты силами ученых Кемеровского ГСХИ совместно со специалистами ООО «Агро» были специально разработаны и изготовлены комплекты оснастки и приспособлений, позволяющих надежно фиксировать датчики на время проведения измерения, а также оперативно менять их положение в зависимости от конструктивных особенностей и компоновки конкретного трактора, работающего в составе МТА.

Использование в составе МТА, проходивших испытания, энергонасыщенных тракторов колесной схемы 4К4б, работающих со спаренными колесами, обусловило необходимость изготовления для датчиков оборотов ведущих колес ИП-268 телескопических тяг и гибких валов (рисунок 4а, б) с фиксацией концевика датчика на колесе трактора неодимовым магнитом (рисунок 4в, г).

а

б

в

г

Рисунок 4 - Приспособление для датчика оборотов ведущих колес ИП-268 и общий вид его размещения на тракторе New Holland T9.505

Кроме того, для возможности динамометрирования полунавесных с.-х. машин с помощью тягового тензометрического звена (см. рисунок 3а) на были изготовлены приспособления, позволяющие обеспечить работу тензодатчика в плоскости приложения его рабочих усилий. Приспособления проектировались и изготавливались с учетом индивидуальных конструктивных особенностей с.-х. машин – бункеров автономных высевающих систем (АВС) посевных комплексов и дискового почвообрабатывающего орудия.

Схемы данных приспособлений и общий вид их установки на испытываемых с.-х. машинах, показаны на рисунках 5, 6 и 7.

Рисунок 5 – Приспособление для бункера АВС П-250 (ПК-12,2 «Кузбасс-Т»)

Рисунок 6 – Приспособление для бункера АВС А-100 (ПК-15,8 «Кузбасс»)

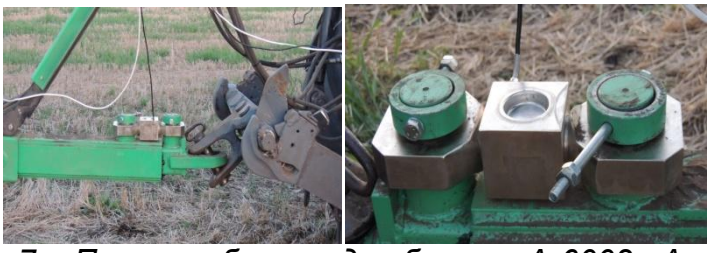


Рисунок 7 – Приспособление для бороны А-6002 «Агродиск»

Проведенная конструктивная адаптация элементов измерительно-информационной системы СИ-302 для проведения испытаний, позволила провести исследования широкозахватных посевных и почвообрабатывающих орудий производства ООО «Агро» в агрегате с энергонасыщенными тракторами. Результатом стало определение основных энергетических показателей работы агрегатов и статистики их изменения с учетом влияния рабочей скорости движения и природно-производственных условий эксплуатации.

Проведение такого рода испытаний опытных образцов с.-х. техники обеспечивает возможность оперативного получения предприятием-разработчиком достоверной и объективной информации об эксплуатационных показателях опытных образцов, зональных особенностях их использования, экономической эффективности. Тем самым, специалисты предприятия-изготовителя обеспечиваются исходной информацией для выполнения НИОКР при разработке новых и совершенствовании существующих образцов сельскохозяйственной техники, повышая ее потребительский уровень.

Результаты, получаемые методом контрольного динамометрирования агрегатов в ходе проведения полевых испытаний, могут быть использованы в качестве исходных данных для математического моделирования процессов функционирования агрегатов и позволят решать задачи по оптимизации

параметров и режимов работы МТА по установленным критериям эффективности, а также прогнозировать их технико-экономические показатели.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки [Текст]. - Введен впервые. – Введ. 01.07.08. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
2. ГОСТ 7057-2001 [ИСО 789-9-89]. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 7057-81; Введ. 01.01.03. – Минск: Издательство стандартов, 2002. – 12 с.
3. ГОСТ 30745-2001 [ИСО 789-9-90]. Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей [Текст]. – Введен впервые. – Введ. 01.01.03. - Минск: Издательство стандартов, 2002. – 11 с.
4. ГОСТ 20915-75 [СТ СЭВ 5630-86]. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний [Текст]. – Введен впервые. - Введ. 01.01.77. - М.: Издательство стандартов, 1975. – 34 с. (изменение №1 от 01.01.88) (снято ограничение срока действия ИУС №10 1991 г.).
5. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. - Введен впервые. - Введ. 01.07.2008. - М.: Стандартинформ, 2008. – 27 с.
6. Лихачев, В.С. Испытания тракторов. Пособие для вузов [Текст]. – М.: Машиностроение, 1972. – 288 с.
7. ОСТ 10-2.2-2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки. - Введ. 01.06.2003. - М.: Издательство стандартов, 2003. – 63 с.

УДК 621.317

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

А.Н. Бакланов, А.М. Ланкин

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Россия, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Диагностика неисправностей электротехнических устройств имеет важное значение не только в процессе их производства, но и при дальнейшей эксплуатации. Для оценки состояния электротехнических устройств [1-4] используются ряд различных подходов, например, анализ тяговых или токовых характеристик, однако при определении вида неисправности из множества существующих, одной такой характеристики зачастую не хватает.

Были проведены ряд экспериментов с применением метода главных компонент, подтверждающих успешный поиск требуемых дефектов [5, 6]. Были исследованы три дефекта залипание подвижной части магнитопровода в начальном положении, неполное срабатывание и залипание подвижной части магнитопровода в сработавшем положении: Для реализации метода главных компонент использовался пакет Statistica 10. На рисунке 1 представлены результаты исследования двух однотипных электротехнических устройств ЭМ1 и ЭМ2 в виде полученного пространства главных компонент. На оси абсцисс

отражены значения первой главной компоненты Z_1, а на оси ординат –второй Z_2 для каждой выборки.

Из рисунка видно, что каждый дефект локализуется в отдельном квадранте двумерного пространства главных компонент, причем электромагнитные привода без дефектов располагаются в третьем квадранте. Достоинством данного подхода можно считать то, что каждый дефект имеет свою полярность в двумерном пространстве (таблица 1), т.е. залипание в начальном положении (Z_1>0;Z_2>0), неполное срабатывание (Z_1<0; Z_2>0), залипание в сработавшем положении (Z_1>0;Z_2<0). Это облегчает поиск дефектов и позволяет отказаться от построения точек в пространстве в ходе диагностики.

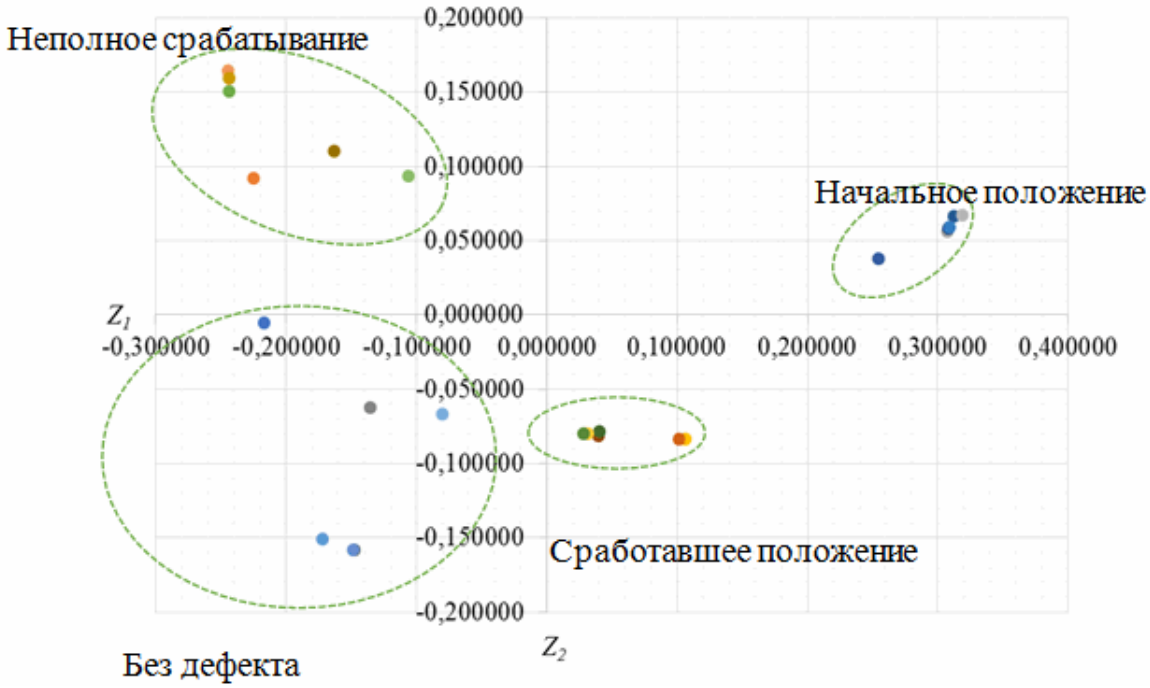


Рисунок 1 – Применения метода главных компонент для ЭМ1 и ЭМ2

Нами предлагается для прогнозирования возникновения дефектов электромагнитных приводов методика адаптивной регрессионной диагностики.

Алгоритм такой диагностики следующий:

1. Вначале, проводятся повторные эксперименты для нормального рабочего состояния электротехнических устройств без дефектов и с возможными дефектами.
2. В соответствии с регламентом проверки работоспособности электромагнитного привода, в моменты времени t_1 и t_2 определяются первые две точки пространства главных компонент.
3. Для прогнозирования следующей точки, стоят регрессию (n-1) степени.
4. Решая системы уравнений п.3. получаем уравнения регрессии для следующей прогнозируемой точки.
5. Вычисляем состояние электротехнических устройств в момент времени t_3. Если дефект не прогнозируется, то при наступлении момента времени t_3 определяем следующую точку и сравниваем с прогнозом. Если отклонение полученного результата от прогноза несущественно, т.е. не превышает заданный порог, то используем полученную модель на следующих этапах. Если же отклонение полученного результата от прогноза существенно, то увеличиваем степень регрессии на единицу и заново проводим построение

регрессионной модели.

Достоинствами предложенного подхода являются: простота, быстродействие, малые аппаратные затраты при прогнозировании, приемлемая точность.

Результаты работы получены при поддержке проекта № 1.2690.2014/К «Методы решения обратных задач диагностики сложных систем (в технике и медицине) на основе натурно-модельного эксперимента», выполняемого в рамках проектной части государственного задания с использованием оборудования ЦКП "Диагностика и энергоэффективное электрооборудование" ЮРГПУ (НПИ).

Библиографический список

1. Решение обратной задачи гармонического баланса в натурно-модельном эксперименте определения вебер-амперных характеристик электротехнических изделий: монография / А.М. Ланкин, М.В. Ланкин: - М.: ООО «Книжный перекресток», 2015. – 127 с.
2. Lankin Anton Michailovich, Lankin Mikhail Vladimirovich, Gorbatenko Nikolay Ivanovich, Shaykhutdinov Danil Vadimovich. Determination of Weber-Ampere Characteristics of Electric Devices Using Solution of Inverse Problem of Harmonic Balance // Modern Applied Science; Vol. 9, No. 8; 2015.
3. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод натурально-модельного эксперимента в диагностике электромагнитов // Студенческая научная весна - 2014 : материалы регион. науч.-техн. конф. (конкурса науч.-техн. работ) студентов, аспирантов и молодых ученых вузов Рост. обл., 24-25 мая 2014 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) ; Отв.ред. О. А. Кравченко. - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2014. - С. 40-41.
4. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Устройства измерения ВАХ электротехнических изделий переменного тока: монография. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, [2015]. - 104 с.
5. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод диагностики электротехнических систем // Национальная ассоциация ученых : ежемесячный науч. журн.. - 2015. - № 4 (9), ч. 2. - С. 132-136.
6. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод измерения вебер-амперной характеристики электротехнических устройств // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 1. - Режим доступа : http://www.science-education.ru/115-12186.

УДК 629.1.01

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВИБРОЗАЩИТЫ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОПОР

М.К. Романченко, А.С. Бячков, Д.Ю. Косенко,
А.М. Романченко, Б.В. Филиппов
ГАПОУ НСО «Новосибирский колледж автосервиса и дорожного хозяйства»

Сегодня вибрация корпуса транспортного средства проявляет себя как серьёзная проблема машиностроения. Её воздействие передается не только на экипаж, но и разрушает конструкцию транспортного средства. Частое превышение санитарных норм по вибрации и значительная доля профзаболеваний от действия вибрации определяет необходимость борьбы с ней.

Конструкция транспортного средства предусматривает установку двигателей на виброизолирующих прокладках, которые не обеспечивают защиты от низкочастотных колебаний, а часто усиливают их.

Проведя патентный поиск и анализ существующих виброизолирующих опор [2, 3], можно сделать вывод, что основным элементом в этих опорах являются резина и стальные винтовые пружины.

Современные резино-металлические виброизоляторы в процессе эксплуатации теряют эластичность, происходит быстрое старение резины, и эффективность виброзащиты снижается. Кроме того, расчет резинометаллических опор осложняется недостаточно изученным механизмом виброизоляции. Например, для относительно низких пластин резины существуют области частот повышенной шумопередачи. Учитывать все тонкости работы таких опор невозможно, что приводит к упрощенному выбору параметров опоры только по допустимой нагрузке и габаритам.

Замена резины на металл возможна при условии сохранения габарита, надежности и стоимости изготовления упругих элементов опор на уровне стандартных виброизоляторов. Механизм этого явления достаточно изучен [1], а использование подобных конструкций сдерживается отсутствием технологии.

Вибрация порождает структурный шум, который в силу добротности корпуса достигает самых отдаленных помещений на судне. Снижение вибрации судна возможно путем изоляции, которая заключается в существенном ослаблении взаимодействия между двигателем и корпусом, но на этом пути имеются ограничения.

Например, опоры типа АКСС ТУ 38-105491-72 используются для звукоизолирующей защитной амортизации вспомогательных механизмов, приборов и аппаратуры уже в течение нескольких десятилетий и всегда только для снижения шума с частотой от 1 кГц и выше. В последнее время их применяют и для установки быстроходных двигателей. В подвеске 6ЧНСП18/22, использованы опоры с наклонным упругим элементом Оценивая виброизоляцию на транспортных средствах, можно сделать вывод об их недостаточной эффективности на частотах 16, 32 и 63 Гц двигателей.

В чем же причина низкой эффективности виброизоляции? Исследования показывают, что таких причин две. Первая состоит в том, виброизоляторы работают в условиях больших статических нагрузок так, что минимальная жесткость упругого элемента виброизолятора определяется и ограничивается прочностью используемых полимеров. Это ограничение является практически непреодолимым, поскольку снижение собственной частоты агрегата приводит к существенному увеличению размеров резинового массива [8]. Вычисления показывают, что приемлемые для судна размеры упругого элемента эффективны на частотах более 32 Гц. Этого явно недостаточно для судовых условий. Оптимальной величиной значения принято считать частоту не более 5 Гц. Такое снижение частоты для современных материалов невозможно.

Вторая причина связана с увеличением статических отклонений при изменении нагрузки. Упор винта меняется на 80…200% от веса двигателя. Как же решить проблему повышения эффективности виброизоляции судовых энергетических установок? Конструктивные формы, согласованные с нормами судостроения определяются техническими условиями, подготовленными ООО Инженерный центр г. Новосибирск. Разработан размерный ряд из пяти виброизоляторов (рис. 1) под нагрузку 1,2…5,0 кН.

Рисунок 1 – Виброизолятор с распределенными упругими элементами

Активная работа в этом направлении позволяет надеяться на скорое внедрение этих опор.

Теоретическое обоснование эффективности распределенных опор рассмотренное в работе [4] сводится к взаимодействию переменных усилий внутри опоры, что приводит к рассеиванию энергии колебаний. Другим свойством новых опор является независимость жесткости от частоты, что выгодно отличает их от существующих аналогов.

Примером применения металлических виброизоляторов с распределенными упругими элементами является подвеска агрегата дизельного ДГР2А 30/1500. Испытания показали, снижение вибрации агрегата в 1,7 раз по сравнению с установкой на АКСС, а вибрация фундамента снизилась в 2,5 раза.

Продольная жесткость опоры содержащей N пружин равна

$$c_y = N\frac{Gd^4}{8D^3n}, \tag{1}$$

где G – модуль упругости при сдвиге, Па;

d – диаметр проволоки, м;

D – диаметр витка, м;

n – количество витков.

Защемленная пружина имеющая свободный конец обладает поперечной жесткостью определяемой [1]

$$c_x = \left(\frac{73{,}6DH^2}{3Ed^4}n\right)^{-1}, \tag{2}$$

где H – длина пружины, м.

Для пружин, не испытывающих нагрузку, закрепленной по концам жёсткость существенно снижается. Для вычисления маятниковой жесткости принимаем значение эффективной длины в долях от высоты пружины

$$\frac{H}{\sqrt{0{,}5\pi}} = 0{,}7979H. \tag{3}$$

Жёсткость пружины сжатой силой F равна

$$c_\Sigma = \frac{6Ed^4}{73{,}6DH^2} - \frac{F}{0{,}7979H}. \tag{4}$$

Критическая сила определится из (4), при поперечной жёсткости равной нулю

$$F_{cr} = 0{,}065\frac{Ed^4}{DH}. \quad (5)$$

Оптимальная конструкция опоры должна использовать материал полностью. Напряжения в круглой проволоке витка от заданной нагрузки F зададим в соответствии с критерием прочности

$$\tau = \frac{8FD}{\pi \cdot d^3}. \quad (6)$$

Предлагаемый массив пружин, образуют виброизолятор, состоящий из *z* ячей. Рассмотрим виброизолятор (рис. 2).

Площадь ячейки

$$S_0 = \frac{S}{z} = D^2. \quad (7)$$

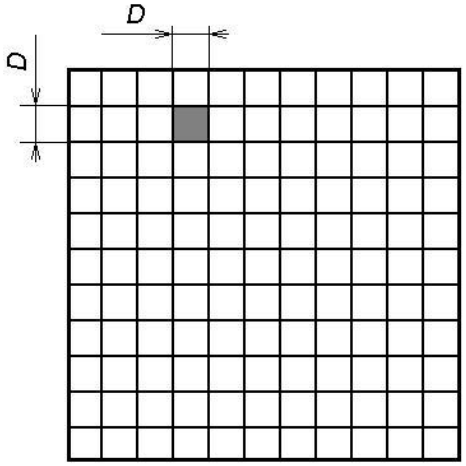


Рисунок 2 – Схема расположения пружин в опоре

Жесткость одной ячейки в опоре с жесткостью *c*

$$c_0 = \frac{c}{z} = \frac{Gd}{8i^3 n}, \quad (8)$$

Собственная частота оборудования является определяющей для виброизоляции. Жесткость ячейки, выраженная через частоту равна

$$c_0 = m_0\omega^2, \quad (9)$$

где $m_0 = \frac{P_0}{g}$ - масса оборудования, относящаяся к ячейке.

С учетом условия прочности (6) частота собственных колебаний установленного оборудования найдется из выражения

$$\omega^2 = \frac{G\,g}{D\,i\,n\,\tau\,\pi}. \quad (10)$$

Средний диаметр D и число витков n. Примем как произвольные параметры опоры.

$$Dn = \frac{G\,g}{i\,\pi\,\tau\,\omega^2}. \quad (11)$$

При увеличении диаметра витка, будет снижаться число витков. Но стремление к уменьшению числа витков не может быть бесконечным, так как нарушается точность работы пружины как принятой модели бруса, например,

виток работает не на кручение, а на изгиб. Если диаметр витка уменьшить, что число витков возрастет, а диаметр проволоки уменьшится в соответствии с индексом. Полная высота пружины сжатой до соприкосновения витков

$$H_3 = nd = \frac{G\,g}{i^2 \pi\, \tau\, \omega^2}\,. \tag{12}$$

Высота пружины, существенно зависит от частоты собственных колебаний используемого оборудования. Предположим, что допустимая просадка пружины равна критической деформации, тогда

$$\frac{\tau}{G}\pi D n i = \frac{\pi^2}{2}\frac{D^2}{H_3}\,. \tag{13}$$

Решая уравнение относительно высоты пружины, получим

$$H_3 = \frac{\pi^2 DG}{2\tau\,\pi\, n i}\,. \tag{14}$$

Допустимая просадка пружины из условия прочности равна

$$\delta = \frac{P_0}{c_0} = \frac{\tau}{G}\pi D n i\,. \tag{15}$$

Высота несжатой пружины складывается из просадки и суммарной толщины проволоки витков

$$H = \delta + nd\,. \tag{16}$$

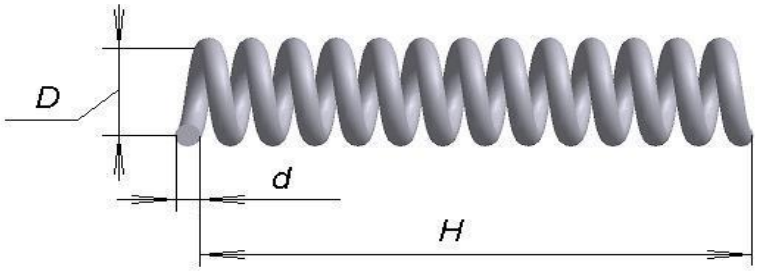


Рисунок 3 – Размеры несжатой пружины

Используя предыдущее выражение, получим высоту несжатой опоры

$$H = nd\left(\frac{\tau\,\pi\, i^2}{G} + 1\right). \tag{17}$$

Учитывая выше сказанное, использование упругих опор с заданными свойствами с множеством миниатюрных винтовых пружин сжатия [3] имеет перспективное направление перед другими виброизоляторами:

– пружины мелкого диаметра по сравнению с пружинами крупного диаметра образуют область с распределенными параметрами, что вызывает разность фаз в силе, передаваемой на основание, что приводит к снижению среднего передаваемого усилия;

– деформация пружин происходит по закону Гука (линейные деформации), а сжатие резины имеет нелинейные характеристики, жесткость этих опор при сжатии оказывается всегда выше жесткости резины, поэтому динамически нагруженная пружина звуковые волны проводит хуже, т.е. имеем пониженную шумопередачу;

– применение специальной проволоки позволяет использовать малый объем материала, соответственно снизить габариты предлагаемой конструкции виброизолирующей подвески.

Библиографический список

1. Романченко, М.К. Методика совершенствования системы виброзащиты на транспорте / Романченко М.К., Пахомова Л.В. // Судостроение. 2009. №1., с. 23 – 24.
2. Романченко, М.К. Практическое применение виброизолятора с рядным расположением мелких пружин / М.К. Романченко, А.М. Романченко, А.А. Зуев, А.М. Барановский, Е.В. Лобузнов // Дизельные энергетические установки речных судов: сб. науч. тр. / НГАВТ. – Новосибирск, 2005, с. 102 – 105.
3. Романченко, М.К. Перспективные направления в виброизоляции / М.К. Романченко, О.В. Щербакова // Речной транспорт (XXI век). 2010. №1., с. 83 – 86.
4. Ришко, Ю.И. Оценка формы звена в механизмах виброзащиты./ Ю.И. Ришко, Н.В. Мокровицкая // Проблемы виброизоляции на судах. – Новосибирск: НГАВТ. – 2003., С.79-81.

УДК 631.3.004.67(075.8)

КОМПЕНСАЦИЯ УГЛОВЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ РЕМОНТНОЙ СБОРКЕ ДВС МЕТОДОМ НЕПОЛНОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Е.В. Агафонова, Т.В. Возженникова
ФГБОУ ВО « Новосибирский ГАУ»

Точность ремонтной сборки двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на современных станциях технического обслуживания (СТО) обеспечивают точность соединений только на параметры линейных сборочных цепей (зазоры и натяги). При этом практически не уделяют внимание вопросам контроля и обеспечения требований на угловые отклонения сборочных поверхностей базовых деталей ДВС. Между тем эти параметры оказывают влияние на долговечность ДВС не в меньшей мере, чем зазоры и натяги в соединениях сборочных поверхностей. Известно, что во всех ДВС отсутствуют конструкторские компенсаторы угловых отклонений замыкающего звена сборочной цепи кривошипно-шатунного механизма (КШМ) и цилиндропоршневой группы (ЦПГ) автомобильных и тракторных ДВС, поскольку номинальный уровень допусков на угловые отклонения элементов сборочной цепи определяется из условия вероятности их взаимного исключения друг друга. Однако техническое состояние базовых деталей ДВС, поступающих на ремонтную сборку, характеризуется запредельным уровнем угловых отклонением их сборочных поверхностей. Сборка с запредельными угловыми отклонениями деталей не обеспечивает полный продольный контакт рабочих поверхностей шатунных подшипников. Это неизбежно уменьшает ресурс ДВС не менее чем на 30-45%, что ведёт к снижению безотказности, которая является одним из основных факторов активной безопасности автомобиля.

Для обеспечения ресурса ДВС при ремонтной сборке необходимо обеспечивать восстановление угловых отклонений сборочных поверхностей базовых деталей на номинальном уровне. Для этого необходимо использовать высокоточное механическое оборудование. Однако такое оборудование является чрезвычайно дорогим, поэтому затраты на его приобретение для условий СТО является экономически не оправданными. В связи с этим

разработка технологии ремонтной сборки ДВС является чрезвычайно актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка технологии ремонтной сборки ДВС методом неполной взаимозаменяемости для двух размерных цепей: 1) угловой сборочной размерной цепи КШМ и ЦПГ; 2) сборочной размерной цепи элементов соединения газового стыка ДВС с мокрыми гильзами.

Объектами исследования являются сборочные размерные цепи угловых отклонений деталей КШМ и ЦПГ и технологическая стратегия обеспечения точности сборки ДВС методом неполной взаимозаменяемости.

Результаты исследования ориентированы на обеспечение точности ремонтной сборки ДВС методом неполной взаимозаменяемости. В работах 1-3 рассмотрена схема допусков на угловые отклонения элементов сборочной цепи КШМ И ЦПГ, которая является характерной для всех ДВС отечественного и зарубежного производства.

Наименование угловых отклонений деталей сборочной цепи и их предельные допуски представлены в работах 1-3. В качестве замыкающего звена угловой сборочной размерной цепи КШМ и ЦПГ рассматривали отклонение от параллельности осей нижней головки шатуна и шатунной шейки коленчатого вала (γ_Δ). В связи со сложностью определения этого параметра его численное значение равнозначно можно определять по величине отклонения от перпендикулярности осей цилиндров и шатунных шеек коленчатого вала. Критерием величины допуска на отклонение замыкающего звена рассматривался допуск на продольный контакт рабочих поверхностей шатунных подшипников [1-3]. В качестве компенсатора угловых отклонений элементов сборочной цепи рассматривали угловые отклонения от параллельности осей отверстий головок шатуна.

В соответствии с численными значениями угловых отклонений [1-3], основными причинами угловых отклонений рабочих поверхностей шатунных подшипников являются отклонения от перпендикулярности осей цилиндров (или расточек под гильзы цилиндров) к оси гнёзд коренных подшипников коленчатого вала в блоках цилиндров ДВС после первого цикла эксплуатации. Поэтому для статистических исследований деформаций изгиба шатунов принято группирование в соответствии с их положением относительно осей цилиндров. На рис. 1 представлены диаграммы статистических распределений изгиба 2-х шатунов ДВС марки УАЗ 421.3 после первого цикла эксплуатации: 1-изгиб (переднего) первого шатуна; 2-изгиб (заднего) последнего шатуна.

Важнейшим отличием полученных результатов от известных ранее [4, 5], является наличие отклонения центра статистического распределения ε_1 и ε_2 от нулевого положения. Причём численные значения параметров $-\varepsilon_1 = \varepsilon_2$. В табл.1 представлены значения угловых отклонений продольного контакта рабочих поверхностей шатунных подшипников (замыкающих звеньев) для разных возможных сочетаний при обезличивании шатунов при ремонтной сборке ДВС. Деформированное состояние блоков цилиндров после первого цикла эксплуатации характеризуется угловым отклонением от перпендикулярности осей цилиндров к оси гнёзд коренных подшипников коленчатого вала.

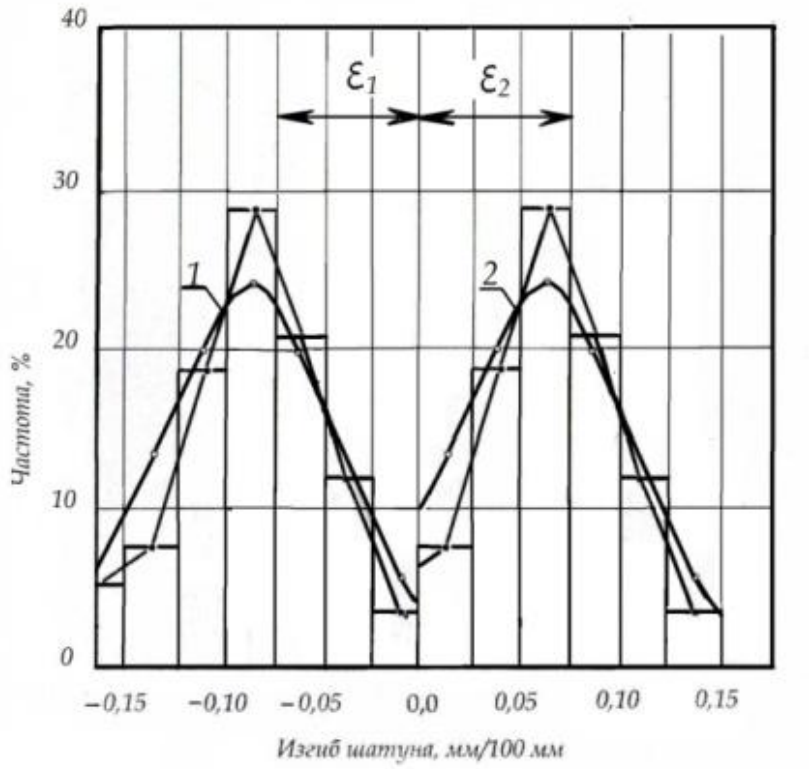


Рисунок 1 – Диаграммы статистических распределений изгиба шатунов ДВС после первого цикла эксплуатации: 1-изгиб (переднего) первого шатуна; 2-изгиб заднего (последнего) шатуна

Таблица 1 – Угловые отклонения продольного контакта рабочих поверхностей шатунных подшипников при произвольном положении шатунов

Деформация блока после 1-го цикла эксплуатации		Угловое отклонение осей цилиндров			
		1 γ_1= -ε	2 γ_1= -0,33ε	3 γ_1= 0,33ε	4 γ_1= ε
Варианты обезличивания шатунов	№1	(4) γ_Δ= 2ε	(1) γ_Δ= 0,67ε	(2) γ_Δ= 0,66ε	(3) γ_Δ= 0,33ε
	№2	(3) γ_Δ=1,33ε	(4) γ_Δ=1,33ε	(1) γ_Δ=1,33ε	(2) γ_Δ=1,33ε
	№3	(2) γ_Δ= 0,67ε	(3) γ_Δ= 0,66ε	(4) γ_Δ= 0,67ε	(1) γ_Δ= 2ε

Примечание: В скобках указан номер исходного положения шатуна (сборки завода изготовителя) относительно номера цилиндра или шатунной шейки

Угловые отклонения для каждого цилиндра (табл. 1) имеют разные значения, которые даны в долях численных значений параметра ε. Угловые отклонения замыкающего звена определяли алгебраическим суммированием параметров γ_1+ γ_6. Обезличивание шатунов при ремонтной сборке ДВС ведёт к отклонению рабочих поверхностей шатунных подшипников в пределах от 0,33ε до 2ε. Максимальные значения угловых отклонений будут при замене положения крайних шатунов между собой (варианты №1 и №2). Это является свидетельством необходимости сохранения положения шатунов в соответствии с их положением на первом цикле эксплуатации.

Анализ сборочной цепи элементов газового стыка ДВС производят в связи с влиянием угловых отклонений от перпендикулярности осей гильз цилиндров к оси расточек под коренные подшипники коленчатого вала в блоке цилиндров на отказы цилиндропоршневой группы ДВС. Например, в эксплуатации были

выявлены отказы ДВС по причине усталостного разрушения гильз цилиндров ДВС в связи с отсутствием контакта поверхностей торцевого опорного бурта гильзы и расточки для него в блоке цилиндров. Выступание бурта гильзы над плоскостью поверхности прилегания головки блока, выше значений установленных техническими требованиями на сборку, приводит к повышенной удельной нагрузке. Это также вызвано угловым отклонением от перпендикулярности осей цилиндров к оси коренных подшипников коленчатого вала в связи с деформацией блока цилиндров. По ТУ на сборку двигателя ЗИЛ-130 максимальное отклонение выступания между буртами гильз цилиндров в каждом ряде допускается не более 0,050 мм. По результатам обследования отказавших двигателей указанные отклонения превышали в 3-4 раза.

При наличии углового отклонения положения гильзы цилиндров создаётся изгибающий момент от действия рабочих и монтажных сил на плече равным отсутствию контакта бурта гильзы цилиндра. Началом разрушения гильз является образование трещины в бурте гильзы цилиндра и дальнейшее её развитие по всей окружности под действием циклических нагрузок, о чём свидетельствует усталостный характер разрушения бурта гильзы цилиндра.

На рис. 2 представлена схема размерной цепи элементов сборочной цепи газового стыка ДВС с мокрыми гильзами, где A_1 – высота бурта гильзы; A_2 – глубина расточки блока цилиндров под бурт гильзы цилиндра; A_Δ – выступание бурта гильзы над плоскостью прилегания головки блока. Замыкающим звеном размерной цепи газового стыка является выступание или утопание над поверхностью прилегания головки блока торцевых поверхностей опорных буртов гильз цилиндров. Компенсатором размерной цепи является прокладка головки блока.

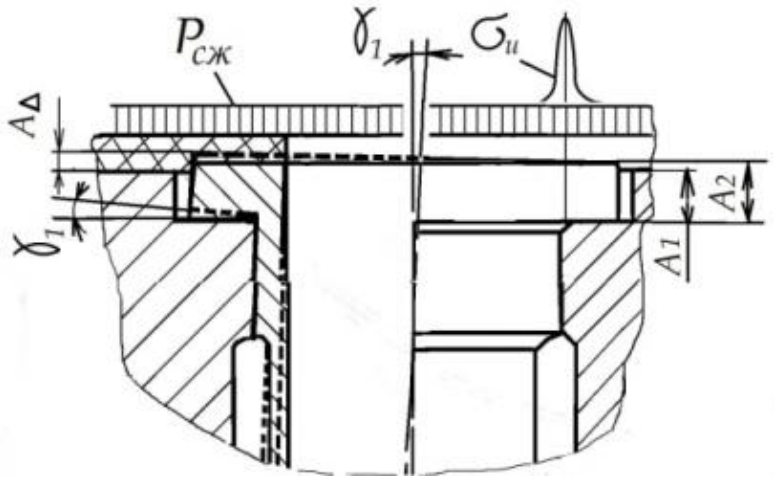


Рисунок 2 – Схема соединения элементов сборочной цепи газового стыка ДВС с мокрыми гильзами: $P_{сж}$ – удельное давление сжатия прокладки головки блока цилиндров; σ_u – напряжение изгиба галтели бурта гильзы цилиндра

В табл. 2 даны принципиальные особенности технологии ремонта ДВС методом полной и неполной взаимозаменяемости по параметру уровня угловых отклонений сборочных поверхностей.

Таблица 2 – Сопоставление условий обеспечения точности сборки ДВС методами полной и неполной взаимозаменяемости

ТУ на точность соединения сборочных поверхностей	Регламент на ремонт блока и сборку ДВС для метода	
	полной взаимозаменяемости	неполной взаимозаменяемости
Относительный продольный контакт рабочих поверхностей шатунного подшипника (γ_{Δ}) не ниже 85%	Восстановление перпендикулярности осей цилиндров и расточек гнёзд под коренные вкладыши коленчатого вала прецизионной механической обработкой	Положение осей цилиндров при механической обработке поверхностей гильз цилиндров сохраняют на уровне состояния их после эксплуатации. При сборке ДВС продольный контакт рабочих поверхностей шатунного подшипника обеспечивают путём создания углового отклонения от параллельности осей отверстий верхней и нижней головок шатуна равным обратному значению замыкающего звена
Выступание бурта гильз цилиндров над плоскостью поверхности прилегания прокладки головки блока (β_{Δ}) не более 0,050 мм на длине диаметра цилиндра	Восстановление перпендикулярности осей цилиндров к опорной поверхности бурта гильзы прецизионной механической обработкой с базированием по гнёздам коренных подшипников коленчатого вала	Восстановление перпендикулярности осей цилиндров к опорной поверхности бурта гильзы механической обработкой с базированием по посадочным пояскам блока цилиндров и использование в качестве компенсаторов прокладок повышенной податливости

Выводы

Сущность восстановления гильз цилиндров блоков цилиндров ДВС при неполной взаимозаменяемости заключается в том, что отклонение от перпендикулярности осей цилиндров и коленчатого вала при механической обработке сохраняют на уровне соответствующем после цикла эксплуатации.

Компенсацию угловых отклонений рабочих поверхностей шатунных подшипников при ремонтной сборке ДВС необходимо производить исключением обезличивания шатунов, а также компенсацией угловых отклонений рабочих поверхностей шатунных подшипников путём создания углового отклонения от параллельности осей отверстий верхней и нижней головки шатуна равным обратному значению замыкающего звена.

Экономическая эффективность сборки ДВС по методу неполной взаимозаменяемости заключается в исключении затрат на приобретение высокоточного прецизионного оборудования и снижении трудоёмкости механической обработки сборочных поверхностей базовых деталей. Внедрение технологии ремонта ДВС методом неполной взаимозаменяемости исключает их внезапные отказы по причине усталостного разрушения буртов гильз цилиндров и повышает их ресурс на 30-40%.

Библиографический список

1. *Безбородов И.А.* Динамическая компенсация угловых отклонений шатунных вкладышей ДВС. //Вестник НГАУ. 2010. – №3(15). – С.109–114.

2. *Безбородов И.А.* Определение предельных значений угловых отклонений сборочных поверхностей базовых деталей ДВС // Ремонт, восстановление, модернизация. 2013. – № 4. – С. 45 – 50.
3. *Безбородов И.А.* Технологическая стратегия обеспечения точности сборки ДВС методом неполной взаимозаменяемости // Ремонт, восстановление, модернизация. 2013. – № 9. – С. 7–11.
4. *Бурумкулов Т.Х.* Надёжность шатунов автотракторных двигателей и требования к способу их восстановления / Т.Х. Бурумкулов, В.П. Лялякин, В.И. Иванов // Техника в сельском хозяйстве. 2003. – №2. – С. 3–8.
5. *Гринберг П.И.* Исследование влияния перекосов поршня в цилиндре и эллипсности отверстия нижней головки шатуна на работоспособность шатунных подшипников и обоснование их допустимых значений при капитальном ремонте двигателя ЗИЛ-130: Автореф. дисс. канд. тех. наук. – М., 1974.
6. *Чайнов Н.Д.* Влияние монтажных нагрузок на гильзы цилиндров двигателей / Н. Д. Чайнов, А.Н. Краснокутский // Грузовик. 1988. – №4.

УДК621.43.019.7

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВС ПО ПОЦИЛИНДРОВОЙ РАЗНОСТИ РАСХОДОВ ВОЗДУХА НА ВПУСКЕ И ВЫПУСКЕ

Н.И. Зенкова
Научный руководитель д.т.н. профессор Д.М. Воронин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

По мере совершенствования конструктивно-технологических элементов машин (в первую очередь ДВС) повышаются требования к оборудованию технического сервиса. Не в последнюю очередь эти требования касаются и средств технической диагностики, где наблюдается заметное отставание в части развития новых методов диагностирования, способных существенно повысить достоверность диагноза при одновременном снижении его трудоемкости. [1]

С этой целью проводится широкий комплекс работ, связанных с повышением надежности мобильной техники. Не последнее значение при этом имеет вопрос, связанный с технической диагностикой машин, которая позволяет уменьшить расходы на техническое обслуживание (ТО) и ремонт, сократить простои мобильной техники из-за внезапного отказа, возникшего по техническим причинам, контролировать состояние узлов и агрегатов машин.

Их внедрение позволяет в 2,5 раза уменьшить число отказов и снизить простои машин по техническим неисправностям, увеличить межремонтный ресурс в 1,5-2 раза, на 30-40 % снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт. А также уменьшить количество вредных выбросов, из-за более полного горения топлива в цилиндрах двигателя. [2]

Механизм газораспределения (ГРМ) двигателя Д-240 состоит из шестерен, распределительного вала, впускных и выпускных клапанов, соединительных и передающих движение деталей.

Фаза газораспределения - это период от момента открытия клапанов до момента их закрытия, выраженные в градусах поворота коленчатого вала и

отмечаются по отношению к начальным или конечным моментам соответствующих тактов.

Задача механизма газораспределения — обеспечить наивысшую эффективность наполнения и очистки цилиндра во время работы двигателя. От того, насколько грамотно подобраны фазы газораспределения, зависит экономичность мотора, мощность и развиваемый момент.

В большинстве двигателей фазы меняться не могут и работа таких двигателей не отличается высокой эффективностью. Из-за этого скорость и эффективность наполнения цилиндров при различных режимах работы двигателя неодинаковы.

Для работы на холостом ходу уместны узкие фазы газораспределения с поздним открытием и ранним закрытием клапанов без перекрытия фаз (время, когда впускной и выпускной клапаны открыты одновременно). Так удаётся исключить заброс выхлопных газов во впускной коллектор и выброс части горючей смеси в выхлопную трубу.

Для того, чтобы цилиндр как можно быстрее наполнялся и хорошо очищался, необходимо правильно установить моменты времени, в которые клапана закрываются и открываются. Открытие впускного клапана происходит с некоторым опережением, т. е. до возвращения поршня в верхнюю мертвую точку, а закрытие — с запаздыванием, после того, как поршень проходит нижнюю мертвую точку.

Для того чтобы правильно установить фазы газораспределения двигателя во время сборки, необходимо совместить **метки ГРМ Д-240** на шестернях распределения. На промежуточной шестерне имеются две метки-впадины, отмеченные буквами Т и К, и один зуб оснащен меткой с буквой Р. Впадину с буквой К размещают напротив помеченного зуба шестерни коленчатого вала; впадину с буквой Т — напротив меченого зуба шестерни привода топливного насоса; зуб с буквой Р — напротив отмеченной впадины шестерни распределительного вала.

Косозубые шестерни распределения изготавливаются из легированной стали и закаливаются до высокой твердости. Ведущая шестерня насажена на передний конец коленчатого вала, зафиксирована шпонкой и постоянно зацеплена с промежуточной шестерней, вращающаяся на пальце, запрессованном в переднюю стенку блоку цилиндров.

Промежуточная шестерня вращает шестерни распределительного вала и привода топливного насоса. Специальная шайба, присоединенная к торцу пальца двумя болтами, удерживает шестерню от осевых перемещений (допустимо 0,1-0,78 мм). Шестерня распределительного вала напрессована на передний конец, передает ему вращение при помощи шпонки и зафиксирована болтом и шайбой, вкрученный в передний торец вала. В головке болта имеется прорезь для поводка привода редуктора тахомотосчетчика. [3]

Правильная работа двигателя зависит от большого количества различных факторов. Но самый главный из них – это соотношение топлива в горючей смеси, благодаря которой и осуществляется работа двигателя. При этом каждый режим работы требует особенной смеси, добиться оптимального соотношения которой возможно только благодаря такому устройству как расходомер воздуха

Датчик массового расхода воздуха, или, проще говоря, расходомер позволяет контролировать подачу воздуха в камеру сгорания двигателя. Его главная задача – определение и корректировка объема воздушной смеси, поступающей на цилиндры. При этом датчик не способен замерять, какой

именно объем воздуха проходит через двигатель. С его помощью осуществляется оценка того, какая масса сжатого воздуха поступила в двигатель за определенную единицу времени, а результат такого контроля представляется в килограммах за секунду. Применяются расходомеры как на дизельных двигателях, так и на более распространенных бензиновых.

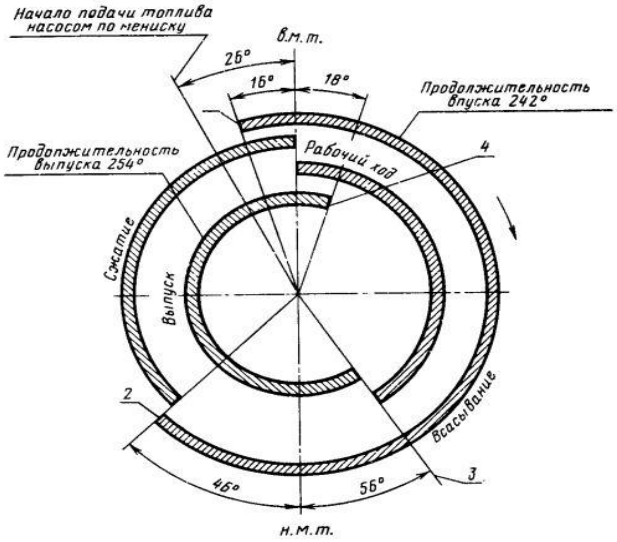


Рисунок 1 – Диаграмма фаз газораспределения:
1 — начало открытия впускного клапана; 2 — начало закрывания впускного клапана; 3 — начала открытия выпускного клапана; 4 — конец закрывания выпускного клапана.

Техническая задача – разработка способа оценки состояния каждого из цилиндров двигателя в отдельности.

Это достигается тем, что определяют разность расхода воздуха при пусковом режиме на впуске и на выпуске. Полученное значение разности расхода воздуха сравнивают с нормативными значениями расхода воздуха, на основании чего судят о техническом состоянии каждого из цилиндров двигателя.

Измерение расхода воздуха на впуске и выпуске осуществляется в заданном интервале угла поворота коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания. Начало измерения расхода воздуха на выпуске смещают по отношению к началу измерения расхода на впуске на угол поворота коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания, пропорционально тактности двигателя внутреннего сгорания. По измеренному значению разности расходов воздуха на впуске и выпуске оценивают техническое состояние каждого из цилиндров двигателя внутреннего сгорания.

Устанавливают датчик фаз напротив любой шестерни, кинематически жестко связанной с шестерней привода распределительного вала. На входе воздуха во впускную магистраль и на выходе воздуха из выпускной магистрали устанавливают датчики массового расхода воздуха. Датчики подсоединяют к электронному блоку управления, который регистрирует сигналы и после преобразования выдаёт информацию на индикатор в виде разности расходов воздуха в каждом цилиндре. [4]

Успешное решение данного вопроса возможно при комплексном подходе, предполагающем разработку и внедрение новых методов контроля состояния двигателя влияющего на эффективные показатели работы мобильной техники.

Библиографический список

1. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1980, С. 292–293.
2. Понизовский А.Ю. Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных дизелей по разности расходов воздуха на впуске и выпуске в пусковом режиме. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск 2010. – 20 с.
3. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
4. Зенкова Н.И. Понизовский А.Ю. Воронин Д.М. Сравнительный анализ чувствительности способов оценки неплотности цилиндропоршневой группы. Вестник НГАУ №1(17), 2010 год.

УДК 621.43.019.7

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Н.И. Зенкова, М.В. Рыбак
Научный руководитель д.т.н. профессор Д.М. Воронин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Область применения двигателей обширна. Большие объёмы применения приходятся на тракторостроение, ежегодно возрастает применение двигателей в автомобилестроении. Двигателями оборудуют самоходную военную технику (танки и ракетные установки). Широко применяют двигатели в качестве передвижных и стационарных энергетических установок в районах, удалённых от линий электропередач.

Совершенствование двигателей осуществляется путём повышения удельной мощности, частоты вращения, надёжности и долговечности, а также очень важно своевременное обслуживание и ремонт.

Несвоевременный контроль технического состояния ЦПГ обуславливает работу двигателя с пониженной экономичностью и экологической безопасностью, ухудшает пусковые качества двигателя. Одной из причин такого положения является недостаточная обеспеченность в сфере использования средствами оперативного контроля, ограниченностью результатов научных исследований в данном направлении. [1]

Поэтому разработка нового способа очистки ЦПГ и камеры сгорания является весьма актуальным.

Изобретение относится к техническому обслуживанию двигателей внутреннего сгорания автотракторной техники различного назначения, в частности к очистке деталей цилиндропоршневой группы от нагара без разборки двигателя.

Известно несколько способов очистки деталей цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания:

Способ очистки деталей двигателя внутреннего сгорания от нагара

В данном способе в неработающий двигатель подают очищающую жидкость, выдерживают жидкость в двигателе в течение заданного периода времени и прокручивают вал двигателя. Перед подачей очищающей жидкости в двигатель осуществляют его прогрев, после чего выполняют демонтаж деталей, обеспечивающий доступ во внутрицилиндровое пространство. После

выдержки жидкости в двигателе, прокручивания вала двигателя и монтажа снятых деталей осуществляют запуск двигателя.

В качестве прототипа принят способ очистки деталей дизельного двигателя от нагара, предусматривающий приготовление на стенде водотопливной эмульсии, содержащей профильтрованное топливо и воду в количестве 15-20 % от объема топлива, запуск двигателя на дизельном топливе, прогрев его в режиме холостого хода, подачу в двигатель водотопливной эмульсии и обеспечение его работы в течение 30 минут, после чего осуществляют перевод двигателя на дизельное топливо и выдержку режима не менее 30 минут (реферат заявки на изобретение № 93035334, кл F 02 B 77/04, опубл 20.01.96г.).

Недостаток этого способа заключается в том, что:

- не рекомендуется работа дизельного двигателя на холостом ходу более 15 минут;

- для очистки различных деталей ДВС от отложений и снижение износа его деталей в процессе очистки требуется специальное оборудование для приготовления эмульсии.

Техническая задача

Обеспечивается очистка деталей цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания в процессе его работы и без разборки, путем введения воды в цилиндры двигателя. Воду подают во впускной коллектор двигателя внутреннего сгорания при работе в режиме свободный разгон - частичный выбег, пропорционально часовому расходу топлива. Частичный выбег обеспечивают резким уменьшением частоты вращения коленчатого вала и резким снижением цикловой подачи топлива до минимального значения на холостом ходу.

Способ осуществляется следующим образом. Двигатель переводят в циклический режим свободный разгон - частичный выбег, затем вводят воду во впускной коллектор двигателя. Осуществление перед подачей воды в двигатель его прогрева способствует уменьшению зазора между поршнем и гильзой цилиндра, что предотвращает попадание воды в картер двигателя.

Воду подают во впускной коллектор двигателя в режиме свободный разгон пропорционально часовому расходу топлива при свободном разгоне и она потоком вовлекается в камеры сгорания. Под действием высоких температур вода разделяется на еще более мелкие капли, топливо их обволакивает и камера сгорания получается заполнена более равномерно. Это способствует очищению деталей цилиндропоршневой группы двигателя, а так же увеличивает КПД, снижает риск детонации.

На такте сжатия, под действием высоких температур происходят микровзрывы и намокание водой деталей цилиндропоршневой группы двигателя, что способствует расслоению нагара.

Использование заявленного способа позволяет повысить качество и снизить трудоемкость очистки деталей цилиндропоршневой группы двигателя.

Библиографический список

1. Зенкова Н.И. Понизовский А.Ю. Воронин Д.М. Сравнительный анализ чувствительности способов оценки неплотности цилиндропоршневой группы. Вестник НГАУ №1(17), 2010 год.

УДК 624.133

АНАЛИЗ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТЕХНИКИ С РЕГИСТРАЦИЕЙ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

М.А. Корчуганов, аспирант ЮТИ ТПУ
Научный руководитель д.т.н., профессор С.И. Петрушин
Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Увеличение объемов проведения работ открытым способом на территориях России расположенных в районах многолетней мерзлоты предопределяет необходимость обеспечения круглогодичного проведения работ, как в горнодобывающих, так и в строительных отраслях требует от производителей создания новой высокоэффективной техники и разработки новых рабочих органов. При этом производителю необходимо обеспечить безотказную работу всех конструктивных элементов рабочего оборудования на протяжении как можно большего промежутка жизненного цикла всей машины в целом. Для решения данной задачи необходимо определить причины выхода из строя основных элементов машин, взаимодействующих с грунтом. К исполнительным элементам можно отнести зубья, адаптерные узлы и их составляющие, которые являются звеньями ковша и рыхлителя[1-5].

В связи с дальнейшим ростом объёмов земляных работ, одним из эффективных направлений повышения производительности землеройной техники является совершенствование рабочих органов на основе анализа закономерностей их взаимодействия с разрабатываемым грунтом (рис. 1,a) и механизма их изнашивания.

Главная нагрузка на рабочие органы и машину в целом возникает в результате действия сил комплексного сопротивления копанию, причём основную часть силы копания составляет сила резания. Как показывают исследования, эффективность резания резко падает из-за затупления режущей части зубьев в результате абразивного износа[6]. Это приводит к значительному росту сопротивления резания грунта, увеличению энергоемкости процесса и снижению ресурса машин. На (рис.1 (b) и (c,d)) приведены фотографии нового и изношенного зубьев ковша экскаватора.

На долю отказов, вызванных износом исполнительных органов, приходится около 80% от общего числа поломок спецтехники[7]. Особенно интенсивно абразивному изнашиванию подвергаются рабочие органы землеройных машин – наконечники рыхлителей, зубья ковшей экскаваторов и погрузчиков, резцы дорожных фрез и ножи грейдеров и бульдозеров.Твёрдые абразивные частицы мёрзлого грунта в процессе резания вступают в контактное взаимодействие с материалом коронки зуба рыхлителя. Наибольшая интенсивность изнашивания наблюдается в зоне режущей кромки[8].

Её величина уменьшается по мере удаления от этой кромки. Износ режущих органов приводит к повышению энергоемкости разработки и снижению производительности работ, таким образом решение проблемы повышения долговечности и эффективности функционирования режущих органов землеройных машин, является актуальной проблемой.

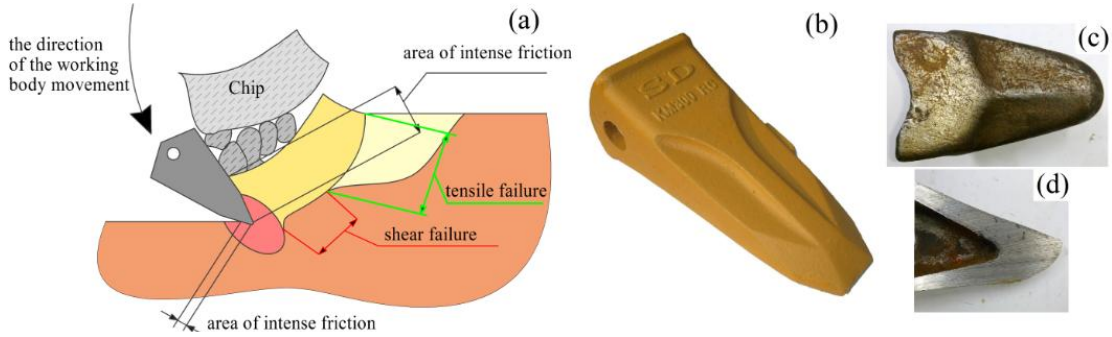


Рисунок 1 - Схема работы зуба ковша экскаватора (a), фотографии нового (b) и изношенного (c, d) зубьев ковша экскаватора

В процессе трения невозможно осуществлять непосредственное наблюдение за состоянием поверхностей элементов трибосопряжения, поэтому для более глубокого понимая динамически развивающихся процессов используют различные косвенные методы наблюдения. Одним из наиболее востребованных и информативных способов является акустическая эмиссия. Метод АЭ позволяет с высокой чувствительностью определять стадии работы трибосопряжения (приработку, установившееся трение и т.п.), а при надлежащем выборе способа мониторинга и анализа сигнала даже предвосхищать момент катастрофического разрушения[9-13].

В связи с вышесказанным, целью данной работы является проведение трибологических испытаний, моделирующих абразивный износ стальных образцов, с регистрацией и анализом сигналов АЭ.

Трение осуществляюсь по схеме вал-колодка, без смазки (Рис.2.). Нагрузка 200 N. Скорость скольжения 30 м/мин. Пальцы были изготовлены из специальных сталей, которые как правило используются при изготовлении зубьев и коронок землеройной техники. Химический состав стальных образцов приведен в таблице 1. В качестве контртела использовался диск из породы (диабаз), его химический состав приведен в таблице 2. Комбинация сталь/диабаз позволяет моделировать условия абразивного трения. Комбинацияматериаловвтестах: тест 1 – сталь#1/диабаз, тест 2 – сталь#2/диабазитест 3 – сталь #3/диабаз.

Регистрация сигналов АЭ осуществлялась высокочувствительным датчиком с усилителем. Коэффициент усиления составлял 5dB. Для снижения уровня паразитных шумов использовался низкочастотный фильтр, в результате полоса пропускания датчика была 150-1200 kHz.

Состояние поверхности образцов исследовалось с помощью лазерного сканирующего микроскопа OlympusOLSLEXT 4100.Виброускорения регистрировались прибором NI 9234.

Таблица 1 – Химический состав специальных стальных образцов

Образцы стальные	C	Mn	Cr	Ni	B	Mo	P	Si	S
Сталь #1	0.22	1.6	1.4	0.5	0.004	0.6	0.025	0.7	0.01
Сталь #2	0.29	1.17	1.4	-	-	-	-	1.4	0.007
Сталь# 3	0.34	1.64	0.6	0.21	-	0.22	0.018	2.12	0.004

Таблица 2 – Химический состав образца горной породы (диабаз)

Химический состав	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Cr_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
Диабаз	36.54	2.58	13.76	19.85	0.13	0.29	8.29	11.4	3.59	3.57

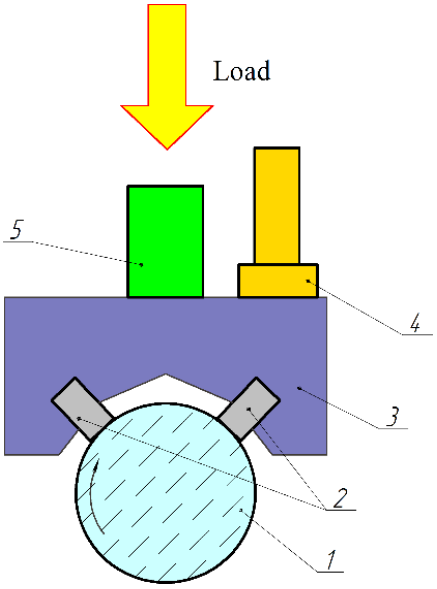


Рисунок 2 - Схема эксперимента: 1 – образец горной породы, 2 – стальные образцы, 3 – держатель, 4 – accelerometer, 5 – AEsensor

На рисунке 3 приведены изображения и топограммы поверхности образов диабаза (породы) после интенсивного трения. Как мы видим для всех трех тестов характерно налипание материала стальных пальцев на поверхности камня. Так же можно отметить, что в случае трения камня в паре с образцами стали #1 и стали #3 (тесты 1 и 3) фрагментов налипшего материала гораздо больше, чем при трении сталь #2/диабаз.

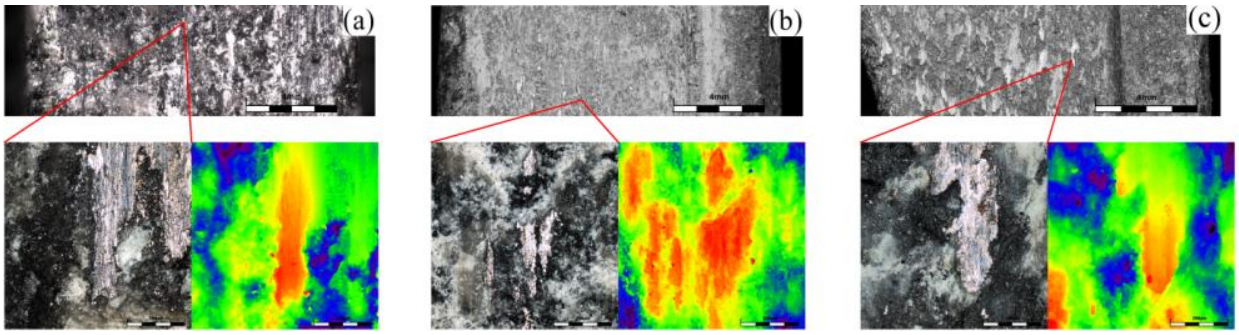


Рисунок 3 - Поверхность образов диабаза (породы)(a) тест 1, (b) тест 2, (c) тест 3 после интенсивного трения.

При трении стали в паре с породой происходит формирование слоя переноса на поверхностях обоих контактирующих тел. Слой переноса формируется из частиц абразивной крошки (частиц отделившихся от породы) и металла отделившегося от стальных образцов.

Обобщив полученные результаты можно сделать вывод о существовании явно выраженной связи сигналов АЭ с характером и интенсивностью изнашивания стальных образцов при интенсивном трении в паре с горной породой. Более высокая интенсивность изнашивания порождает более высокий уровень огибающей сигнала АЭ. Медианная частота и энергия АЭ также демонстрируют более высокие значения при более интенсивном изнашивании.

Библиографический список

1. J. Larsen-Basse. Powder Metall. 16 (13), 1–32, (1973).
2. U. Beste, S. Jacobson. Wear.253, 1219–1221, (2002).
3. J. Terva, et all. Wear. 267, 1821–1831, (2009).

4. F.G.H. Blyth, M.H. de Freitas, A Geology for Engineers, 7th ed., (Butler & Tanner Ltd., London, 1984).
5. A.V. Filippov, E.O. Filippova. IOP. IOP. Conf. Ser. Mat. Sc. Tech..91, 012060, (2015)
6. Горныемашиныиоборудованиеподземныхгорныхработ.Режущий инструмент горных машин:учеб.пособие/[А..Хорешок, Л.Е.Маметьев, А.М.Цехин, А.Ю.Борисов].–Кемерово, 2012.–288с.
7. Кузнецова В. Н. Развитие научных основ взаимодействия контактной поверхности рабочих органов землеройных машин с мерзлыми грунтами: автореферат дис. доктора технических наук. 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины» /В. Н. Кузнецова. – Омск, 2009. – 54 с.
8. Попов С.Н. Влияние трибоматериаловедческих параметров на характер разрушения резцов дорожной фрезы в условиях изнашивания закрепленным абразивом / С.Н.Попов, Д.А.Антонюк // Нові матеріали і технології в металургії тамашин обудуванні.–2006.–№2.–С.77–84.
9. S.V. Makarov, et all. AIP Conf. Proc. 1683, 020139, (2015).
10. V.E. Rubtsov, et all. Tech. Phys. Let. 39(2), 223–225 (2013).
11. E.A. Kolubaev, et all. Tech. Phys. Let. 36(8), 762–765, (2010).
12. S. A. Dobrynin, et all. Tech. Phys. Let. 36(7), 606–609, (2010).
13. A.V. Kolubaev, et all. Tech.Phys. 53(2), 204–210, (2008).

УДК 621.317

МЕТОД ЭКСПРЕСС-КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

А.М. Ланкин, А.Н. Бакланов
ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Россия, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Электромагнитные исполнительные устройства - электромагниты занимают главенствующее место в современной жизни. Это и приводы колодочных тормозов на транспорте и в лифтах, и гидропневмовентили, и высоковольтные силовые выключатели, и автомобильные топливные инжекторы и т.д. От их надежности зависит работоспособность многих технических систем, а порой и жизнь человека. Для диагностики электромагнитов проводят измерения их механических, электрических и магнитных характеристик. Для получения каждой их этих характеристик требуется применять специальные средства испытания и как правило, демонтировать электромагнит из системы. Известен подход [1] при котором для электромагнитов постоянного тока используют всего одну интегральную характеристику – зависимость магнитного потока в магнитопроводе от тока в рабочей катушке в ходе выполнения им стандартной операции – вебер-амперной характеристикой рабочего цикла (ВАХРЦ) (рис.1).

Данный подход подтолкнул к разработке метода экспресс-контроля, позволяющего проводить испытание электротехнических устройств переменного тока без демонтажа и их разборки.

Для получения ВАХРЦ электромагнитов переменного тока предлагается описанный ниже метод. На электротехническое устройство подают

синусоидальное напряжение, амплитуда которого ступенчато изменяется от нулевого значения до номинального и обратно (рис. 2).

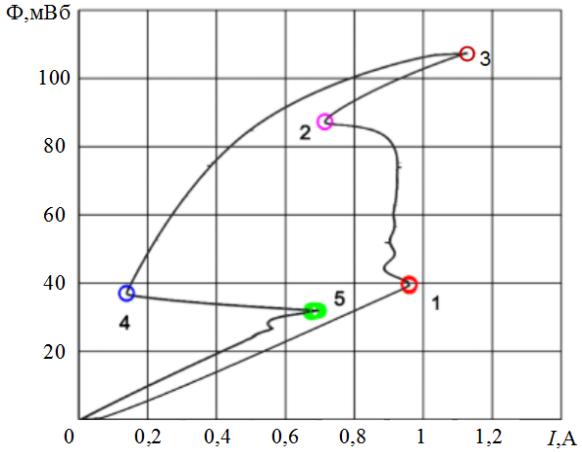


Рисунок 1 – Вебер-амперная характеристика рабочего цикла

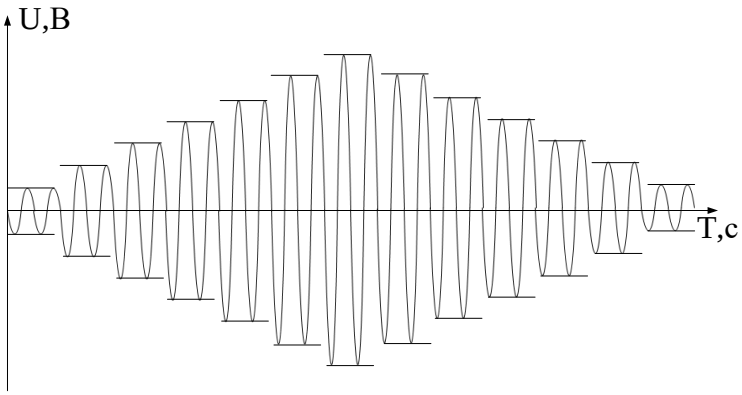
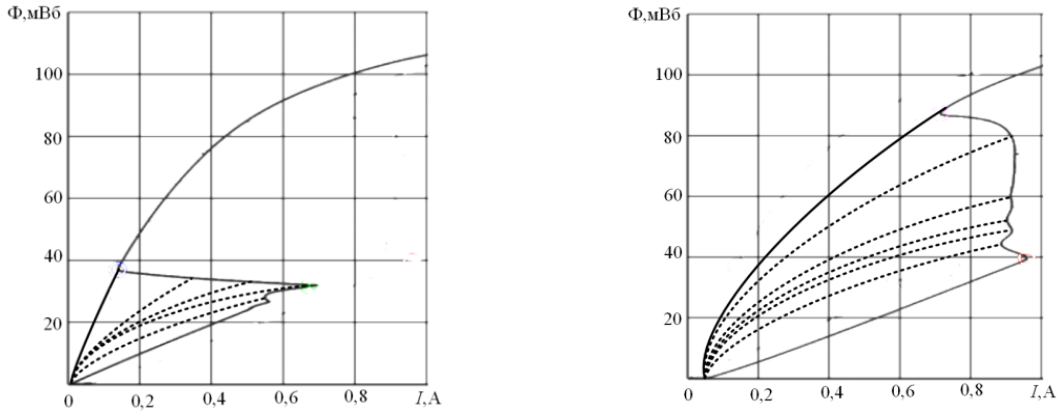


Рисунок 2 - Ступенчато-изменяющееся напряжение

При этом электромагнит совершает рабочий цикл, преодолевая сопротивление исполнительных механизмов, соединенных с ним. На каждой ступени напряжения измеряется частная вебер-амперная характеристика (ЧВАХ) и амплитуда тока рабочей катушки. Фиксируя местоположение конечных точек ЧВАХ получаем ВАХРЦ (рис. 3).



а *б*

Рисунок 3 – Пояснение к методу измерения ВАХРЦ прямой (а) и обратный (б) ход

Для определения ЧВАХ будем использовать метод натурно-модельных испытаний [2-3], объединяющий измерение на физическом объекте и моделирование в персональном компьютере при помощи специального программного обеспечения. Алгоритм натурно-модельных испытаний применительно к этой задаче состоит в следующем: на электромагнит подается синусоидальное напряжение и на внешних клеммах электромагнита производится измерение напряжения на рабочей катушке и тока в ней. Эти значения, поступая в математическую модель, являются исходными, для обратной задачи гармонического баланса (ГБ) [4], результатом решения которой будет ЧВАХ.

Обратная задача ГБ формулируется следующим образом. К выводам катушки с нелинейной индуктивностью (НИ) приложено синусоидальное напряжение, в результате чего в ней протекает несинусоидальный ток. Мгновенные значения напряжения и тока, с учетом возможности разложения в ряд Фурье описываются выражениями:

$$u(t) = U_a \sin(\omega t); \quad (1)$$

$$i(t) = \sum_{m=1}^{n} I_{(2m-1)} \sin(2m-1)\omega t, \quad (2)$$

где U_a – амплитуда напряжения; ω – круговая частота; $I_{(2m\text{-}1)}$ – амплитуда (2m–1) – ой нечетной гармоники тока; n – количество учитываемых гармоник тока.

Известно, что вебер-амперной характеристика (ВАХ), рассматриваемой катушки с НИ может быть заданна аппроксимирующим выражением:

$$\Phi(i) = \sum_{m=1}^{n} k_{(2m\text{-}1)}\, i^{2m\text{-}1}, \quad (3)$$

где Ф –магнитный потока пронизывающий катушку с нелинейной индуктивностью; $k_{(2m\text{-}1)}$ – коэффициенты аппроксимирующего ВАХ выражения.

Требуется определить коэффициенты $k_{(2m\text{-}1)}$ аппроксимирующего ВАХ выражения (3).

Запишем уравнение цепи с последовательно соединенными, источником синусоидального напряжения (1) и НИ, обладающей активным сопротивлением R:

$$u(t) = Ri(t) + \frac{d\Phi}{dt}.$$

Перепишем его с учетом известных законов изменения во времени мгновенных значений напряжения (1) и тока (2), а также вида аппроксимирующего ВАХ выражения (3):

$$U_a \sin \omega t = R\sum_{m=1}^{n} I_{(2m\text{-}1)} \sin((2m-1)\omega t) + \frac{d\sum_{m=1}^{n} k_{(2m+1)} \sum_{m=1}^{n} (I_{(2m\text{-}1)} \sin(2m-1)t\omega)^{2m-1}}{dt} \quad (4)$$

Определив номер последнего значимого слагаемого выражения (2), зададимся n значениями аргумента функции синуса в выражении (4). Получаем систему из n линейных уравнений. В полученной системе уравнений известны амплитуда напряжения U_a, амплитуды гармоник тока $I_{(2m\text{-}1)}$, значение активного сопротивления R и значение круговой частоты ω, так как данные параметры могут быть измерены. Решая эту систему уравнений, получаем коэффициенты $k_{(2m\text{-}1)}$ выражения аппроксимирующего ВАХ (3).

Применение метода натурно-модельных испытаний для определения ЧВАХ, позволяет получать ВАХРЦ для электротехнических устройств переменного тока, что открывает перспективы к использованию диагностики неисправностей по этой интегральной характеристике, причем для ее

реализации не требуется не только разбирать приводное электротехническое устройство, но и даже демонтировать его из технической системы.

Результаты работы получены при поддержке проекта № 1.2690.2014/К «Методы решения обратных задач диагностики сложных систем (в технике и медицине) на основе натурно-модельного эксперимента», выполняемого в рамках проектной части государственного задания с использованием оборудования ЦКП "Диагностика и энергоэффективное электрооборудование" ЮРГПУ (НПИ).

Библиографический список

1. Горбатенко Н. И., Ланкин М. В. Информационно-измерительная система для испытания постоянных магнитов// Электротехника. – 2004. – N8. – С.55-58.
2. Бахвалов Ю.А., Горбатенко Н.И., Гречихин В.В. Метод решения обратных задач магнитных измерений // Измерительная техника. 2015. № 3. С. 58-60.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи. – М.: Высш. шк., 1978. 528с.
4. Антонов В. Г., Петров Л. М., Щелкин А. П. Средства измерений магнитных параметров материалов. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 216 с.

УДК 621.317

МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ ГИДРОПРИВОДОВ

М.Ю. Ланкина, Ю.К. Ланкина, О.Д. Клименко
ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Россия, 346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Тренд на миниатюризацию и снижение материалоёмкости современных электромагнитов, предъявляет повышенные требования к их качеству. Основными регламентируемыми характеристиками для оценки эксплуатационных параметров электромагнитов являются:

1. Статическая тяговая характеристика $F=f(\delta)$.
2. Динамическая тяговая характеристика $F_д=f(\delta)$.
3. Движение якоря во времени $\delta=f(t)$.
4. Ток в обмотке во времени $i=f(t)$.
5. Зависимость магнитного потока от тока $\Phi=f(i)$ при фиксированных значениях зазора δ.

Каждая группа показателей требует применения своих методов и средств испытания пропорциональных электромагнитов. Данная ситуация стимулирует поиск интегральных характеристик электромагнитов, позволяющих сделать выводы о качестве его отдельных частей и эксплуатационных свойствах всего изделия.

В работах Сливинской А.Г. и Гордона А.В. показано, что зная динамическую характеристику намагничивания электромагнита (ДХН) (рис. 1) можно определить тяговые, временные и энергетические характеристики, следовательно, ее можно использовать в качестве интегральной характеристики пропорционального электромагнита.

После подачи питания, ток в обмотке достигает значения тока трогания, которому соответствует точка 1. В это мгновение якорь приходит в движение, в

процессе которого рабочий зазор δ уменьшается, индуктивность обмотки растет, а ток в ней падает до тех пор, пока якорь не притянется к сердечнику, чему соответствует точка 2. Во время движения якоря связь между магнитным потоком Ф и током *I* определяется кривой 1-2. По окончании движения якоря ток опять начинает возрастать, достигая установившегося значения в точке 3.

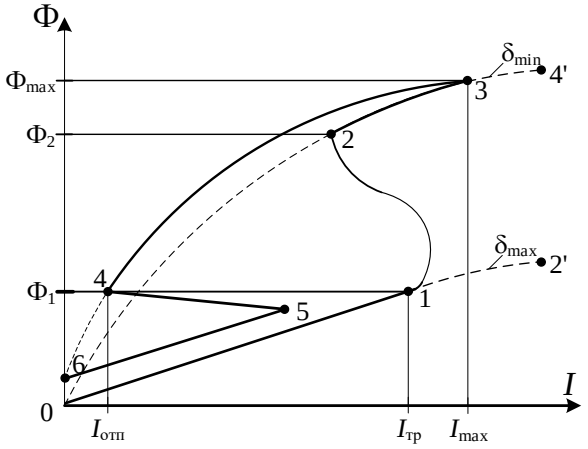


Рисунок 1 – Динамическая характеристика намагничивания электромагнита

После отключения питания электромагнита, ток в обмотке падает и при достижении значения тока отпускания $I_{отп}$, (точка 4), якорь приходит в движение, а рабочий зазор увеличивается от минимального δ_{min} до максимального δ_{max}. Точка 5 соответствует окончанию движения якоря электромагнита. Далее ток спадает до нуля, чему соответствует точка 6. Из-за остаточной намагниченности магнитопровода поток, соответствующий точке 6, больше нуля.

В основе разработанного метода определения динамических характеристик намагничивания лежит математическая модель пропорционального электромагнита, основанная на методе гармонического баланса [1, 2]. Модель содержит уравнение цепи с нелинейной индуктивностью и аппроксимирующий ДХН степенной полином:

$$\begin{cases} u = iR + \dfrac{d\Psi}{dt} \\ i(\Psi) = \sum\limits_{1}^{m} k_q \Psi^q, \text{при } \dfrac{di}{dt} \geq 0 \text{ и } i(\Psi) = \sum\limits_{1}^{l} k_p \Psi^p, \text{при } \dfrac{di}{dt} < 0 \end{cases},$$

где *u* – напряжение приложенное к рабочей обмотке электромагнита, *i* – сила тока протекающего через рабочую обмотку электромагнита, *R*– сопротивление рабочей обмотки электромагнита, Ф – значение магнитного потока, *k* – коэффициенты аппроксимации степенного полинома, *m* – максимальная степень аппроксимирующего полинома.

Для определения ДХН пропорциональных электромагнитов будем использовать метод натурно-модельных испытаний [3-5], объединяющий измерение на физическом объекте и вычисление на модели электромагнита. Задача состоит в следующем: на электромагнит подается напряжение прямоугольной формы и с помощью датчиков напряжения и тока измеряются приложенное к рабочей катушке напряжение и ток в ней. Результаты измерения поступают в персональный компьютер, где в модель электромагнита вводится напряжение и рассчитанное сопротивление, а ею моделируется выходной ток в виде ряда гармоник. Ток, полученный с датчика тока, раскладывается в ряд Фурье и определяются амплитуды гармоник измеренного тока. С помощью

оптимизационного алгоритма добиваются совпадения измеренных и смоделированных гармоник токов. Алгоритм представлен на рисунке 2.

В качестве основы построения оптимизационного алгоритма используется метод симплекс-оптимизации. Для его реализации необходимо значение отклика, позволяющего определять уровень различия измеренного тока $i_и(t)$ и тока $i_м(t)$, полученного в результате математического моделирования работы пропорционального электромагнита. Для этого, используем функционал J и проверяем выполнение условия:

$$J \le \varepsilon, \tag{1}$$

где ε – погрешность измерения тока $i_и(t)$.

Функционал J, отражающий различие между токами $i_и(t)$ и $i_м(t)$, представленных в виде гармонических рядов Фурье имеет вид:

$$J = \frac{\sum_{1}^{n} \left| I_{q_м} - I_{q_и} \right|}{\sum_{m=1}^{n} I_{q_и}}, \tag{2}$$

где $I_{q_и}$ и $I_{q_м}$ – q-ые гармоники измеренного и вычисленного на модели токов в рабочей катушке пропорционального электромагнита.

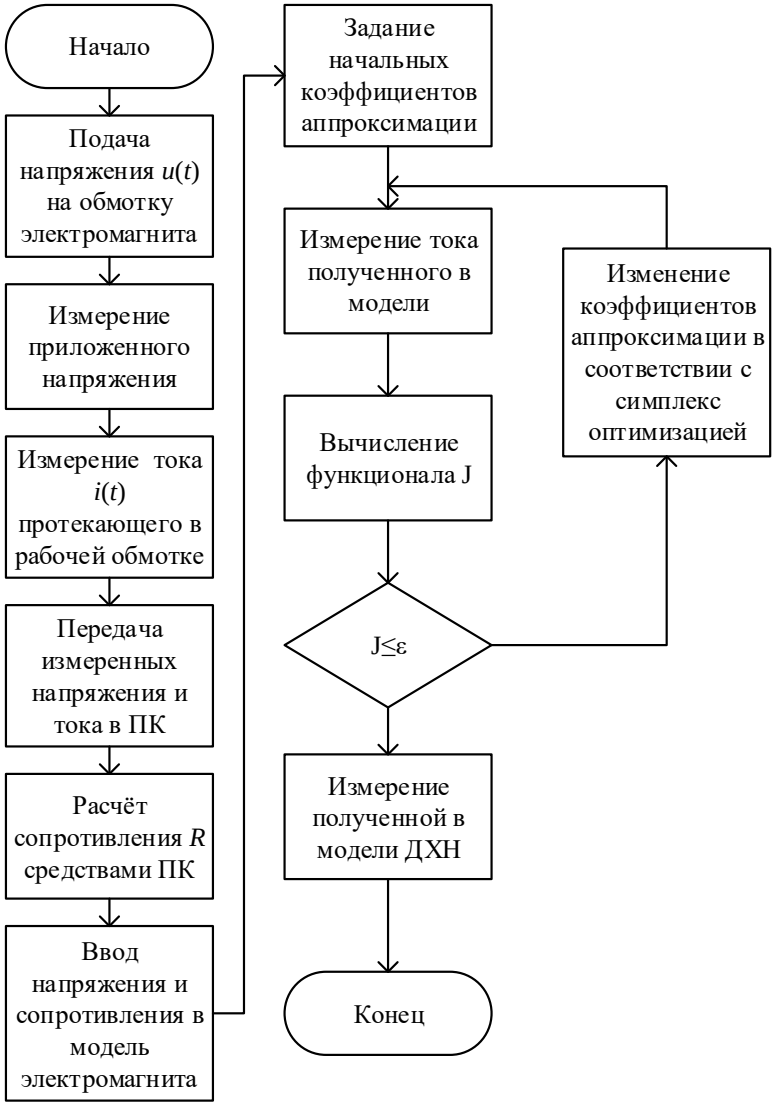


Рисунок 2 – Алгоритм разработанного метода

Если условие (1) не выполняется, то изменяются параметры математической модели (коэффициенты k), определяющие форму ДХН, вновь определяется зависимость $i_м(t)$ и проводится вычисление функционала J. Если условие (1) выполняется, то ДХН пропорционального электромагнита найдена.

На основании того, что из динамической характеристики намагничивания можно получить большинство характеристик, регламентированных ГОСТ, делаем вывод, что эта характеристика содержит латентную информацию об эксплуатационных параметрах электромагнита и ее можно использовать в качестве интегральной характеристики для контроля качества пропорционального электромагнита. На рисунке 3 показано как деформируется ДХН при наличии различных дефектов электромагнита.

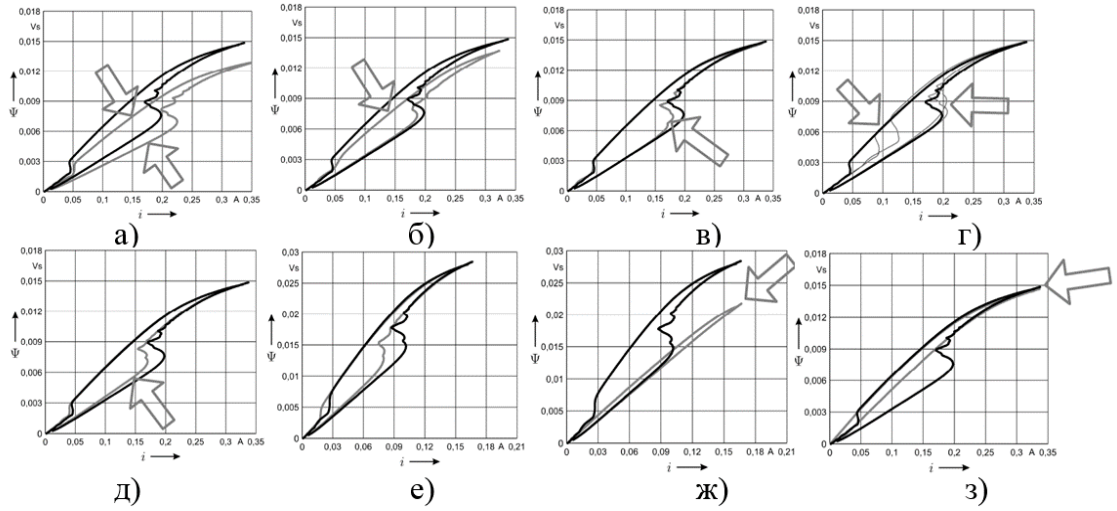


Рисунок 3 – Форма ДХН при различных дефектах электромагнита

На рисунке 3 показаны следующие типы дефектов: а) межвитковое замыкание; б) засорение на поверхности якоря; в) дефект пружины; г) изменение магнитных характеристик магнитопровода; д) глубокая запрессовка вентиля; е) повреждение уплотнительного элемента; ж) залипание якоря в начальном положении; з) залипание якоря в притянутом положении

Результаты работы получены при поддержке проекта № 1.2690.2014/К «Методы решения обратных задач диагностики сложных систем (в технике и медицине) на основе натурно-модельного эксперимента», выполняемого в рамках проектной части государственного задания с использованием оборудования ЦКП "Диагностика и энергоэффективное электрооборудование" ЮРГПУ (НПИ).

Библиографический список

1. Gorbatenko N. I., Lankin A. M., Lankin M. V., Shayhutdinov D. V. Determination Of Weber-Ampere Characteristic For Electrical Devices Based On The Solution Of Harmonic Balance Inverse Problem // International Journal of Applied Engineering Research. Volume 10, Number 3 (2015) pp. 6509-6519; Research India Publications.
2. Lankin Anton Michailovich, Lankin Mikhail Vladimirovich, Gorbatenko Nikolay Ivanovich, Shaykhutdinov Danil Vadimovich. Determination of Weber-Ampere Characteristics of Electric Devices Using Solution of Inverse Problem of Harmonic Balance. // Modern Applied Science; Vol. 9, No. 8; 2015.
3. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод натурально-модельного эксперимента в диагностике электромагнитов // Студенческая научная весна - 2014 : материалы регион. науч.-техн. конф. (конкурса науч.-техн. работ) студентов, аспирантов и

молодых ученых вузов Рост. обл., 24-25 мая 2014 г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) ; Отв.ред. О. А. Кравченко. - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2014. - С. 40-41
4. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод диагностики электротехнических систем // Национальная ассоциация ученых : ежемесячный науч. журн.. - 2015. - № 4 (9), ч. 2. - С. 132-136
5. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод измерения вебер-амперной характеристики электротехнических устройств // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 1. - Режим доступа : http://www.science-education.ru/115-12186.

УДК 623.4.011

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ МАШИН

А.Н. Черненко, С.А. Бояринцев, С.А. Белясов
ФГКВО ВО «Новосибирское высшее военное командное училище» Министерства обороны Российской Федерации

Поддержание вооружения и военной техники (ВВТ) в исправном и работоспособном состоянии сопряжено с периодической проверкой технического состояния машин, выполнения определенных работ по обслуживанию, поиска возникающих неисправностей и их устранения в процессе эксплуатации ВВТ. Для выполнения данного объема работ каждая машина снабжена индивидуальным комплектом ЗИП (запасные части, инструмент и принадлежности)[1]. Обеспечивая весь спектр требуемых работ по обслуживанию, индивидуальный комплект ЗИП не в достаточной степени обеспечивает устранение неисправностей (отказов в работе машины). При выполнении ремонтных работ приходится выполнять операции по выпрессовке (напрессовке, запрессовке) деталей, но в ряде случаев выполнить эти работы вручную невозможно, так как в этих соединениях применяется посадка с натягом. Применение слесарного инструмента общего назначения (выколоток, молотков), вызывает повреждение деталей. А в ряде случаев использование этого инструмента невозможно, так как нет пространства для замаха молотком, кувалдой. Вместе с тем, так как данные работы достаточно разнообразны, иметь все необходимые приспособления на каждой машине нецелесообразно.

Поэтому для выполнения таких работ существуют групповые комплекты ЗИП [1]. Групповой комплект ЗИП предназначен для технического обслуживания и ремонта машин в пределах их гарантийного срока эксплуатации. Он выдается заводом-изготовителем на группу образцов, как правило, на 10, 30, 100 машин одной марки.

Каждое из этих приспособлений обеспечивает выполнение определенной работы (демонтаж или монтаж ведущего колеса, опорного, поддерживающего катков, торсионного вала и т.д.). Разнообразие выполняемых работ определяет достаточно большой перечень используемых приспособлений, поэтому ими снабжаются ремонтные органы, привлекаемые для восстановления неисправных машин своего подразделения, и перевозятся они на подвижных средствах восстановления.

Приспособления для выполнения указанных работ на различных машинах относятся к универсальным. При войсковом ремонте применяются единый комплект универсальных приспособлений (ЕКУП) и единый комплект

специальных ключей (ЕКСК), обеспечивающие ремонт любой сборочной единицы любого образца ВВТ [2]. Универсальными приспособлениями и специальными ключами укомплектовываются ремонтные подразделения, которые обеспечивают восстановление всех, имеющихся на вооружении ВВТ, а также подвижные ремонтные мастерские и бронированные ремонтно-эвакуационные машины.

Разнообразие данных приспособлений обеспечивает выполнение всего объема возможных ремонтных работ в полевых условиях, но их номенклатура и количество позволяют перевозить их только в подвижных ремонтных мастерских.

Особенностью действий разведывательных подразделений является выполнения ими задач в отрыве от основных сил и возможность привлечения для восстановления машины приспособлений из группового или универсального комплекта проблематична, как и привлечение для восстановления машин ремонтных подразделений. Поэтому необходима разработка малогабаритного и многофункционального приспособления, обеспечивающего выполнение большинства возможных работ при данных условиях действий подразделений.

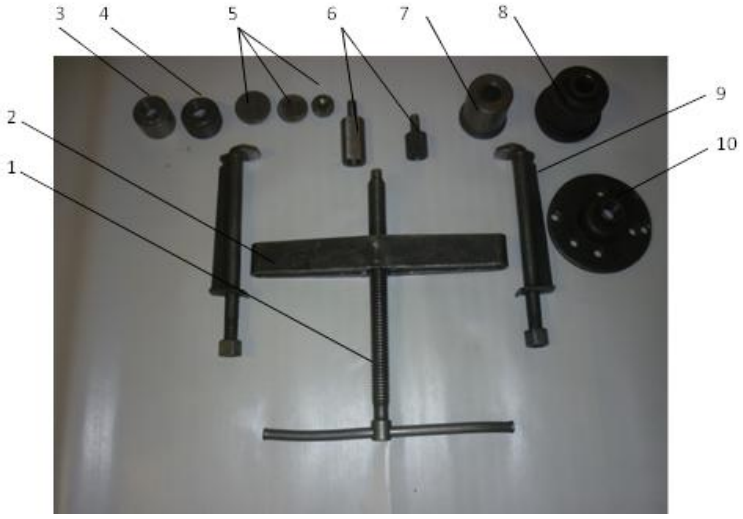


Рисунок – Комплект ремонтника БРМ:
1 – винт; 2 – траверса; 3 – гайка вала бортовой передачи; 4 – гайка оси балансира; 5 – упорные шайбы; 6 – наконечники; 7 – стакан; 8 – наставка; 9 – захват; 10 – диск

Вариантом решения может быть универсальный малогабаритный комплект ремонтника боевой разведывательной машины БРМ (см. рисунок). В его основе использовано приспособление из группового комплекта УК-3, обеспечивающее демонтаж опорного катка и направляющего колеса. Приспособление состоит из винта 1, траверсы 2, упорных шайб 5, захватов 9, диска 10. Траверса фиксирует захваты, а винт и упорная шайба – демонтаж направляющего колеса, подшипников. Винт, в сочетании с упорной шайбой и диском – демонтаж опорного катка и направляющего колеса [3]. Добавление в комплект сменных наконечников 6 с внутренней цилиндрической резьбой под резьбу винта и стакана 7 и, использование траверсы как ворота, обеспечивает выпрессовку торсионного вала, осей. При этом прямоугольная резьба винта обеспечивает усилие, достаточное для выпрессовки валов с коррозированными шлицами. Добавление в комплект втулки 3, вворачиваемой в вал бортовой передачи и гайки оси балансира 4, в которые вворачиваются сменные наконечники, позволяет соединить винт приспособления с валом бортовой

передачи или осью балансира. Далее, используя траверсу как ворот, в сочетании с наставкой или стаканом можно напрессовать ведущее колесо или опорный каток.

Таким образом, данный комплект:

– обеспечивает не только демонтаж, но и монтаж сборочных единиц;

– обеспечивает практически весь спектр демонтажно-монтажных работ при ремонте ходовой части;

– малогабаритен и им могут оснащаться машины, действующие в отрыве от главных сил;

– повышает вероятность успешного решения боевых задач при действиях в отрыве от основных сил.

Библиографический список

1. Каталог деталей и сборочных единиц объекта 675. – М.: Военное издательство, 1983. – С. 314-322.
2. Инструкция по применению единых комплектов универсальных приспособлений и специальных ключей при войсковом ремонте бронетанкового вооружения и техники. – Военное издательство, М.: 1985. – С. 29-33.
3. Боевая машина пехоты БМП-2. Руководство по войсковому ремонту. Часть 1. Замена и ремонт сборочный единиц – М.: Военное издательство, 2001. – С. 9-37.

УДК 672.3, 658.588.8

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

К.Н. Абакиров, Е.В. Агафонова, Т.В. Возженникова
Научный руководитель Р.В. Конореев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Вследствие удорожания сельскохозяйственной техники и технологического оборудования, повышается значение ремонта и восстановления изношенных деталей, так как эффективность работы и качество выпускаемой продукции сельхозтоваропроизводителей и перерабатывающих предприятий связаны с техническим состоянием используемого оборудования и техники. До 70% затрат на ремонт сельскохозяйственной техники приходится на приобретение новых запасных частей взамен предельно изношенных. Предельные износы 85% деталей не превышают 0,3 мм, причем многие из них имеют остаточные ресурсы 60% и более и только 20% деталей тракторов, поступающих в ремонт, подлежат окончательной выбраковке. Остальные можно восстановить, причем себестоимость восстановления составит 15–70% себестоимости изготовления [1].

Безотказность машин определяется стабильностью ресурсов восстановленных деталей, которая зависит от правильного выбора способа восстановления и строгого соблюдения технологического процесса. Восстановление изношенных деталей является самым доступным способом поддержания парка машин в работоспособном состоянии.

Рассмотрим способ восстановления изношенных деталей пластическим деформированием. Сущность этого метода основана на возможности восстановления изношенных рабочих поверхностей путем некоторого

пластического перераспределения материала детали, с ее нерабочих участков на участки, подверженные изнашиванию, как в холодном, так и в горячем состоянии. Технологический процесс восстановления деталей пластическим деформированием зависит от материала, конструкции и термической обработки изношенной детали, принятого способа нагрева и оборудования. В зависимости от направления действия внешних сил и требуемого перераспределения металла в ремонтном производстве используют следующие разновидности пластического деформирования: правку, осадку, раздачу, обжатие, вытяжку, накатку, электромеханическую обработку, поверхностное пластическое деформирование и др. [2].

Одним из вариантов ремонта и восстановления изношенных изделий с минимальными затратами является, правка, которую можно отнести к кузнечным работам, поэтому в ремонтных мастерских агропромышленного комплекса (АПК) необходим кузнечный участок [3]. В условиях ремонтных мастерских АПК в современном кузнечном участке правку можно применять для устранения изгиба, скручивания и коробления деталей. Этим способом восстанавливают валы, ходовые винты, оси, шатуны, тяги, кронштейны, балки, рамы и корпуса сельскохозяйственной техники.

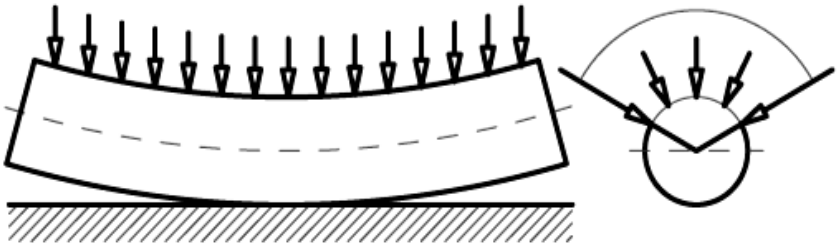


Рисунок 1 – Правка вала местным наклепом

Правку выполняют с использованием прессов, домкратов, скоб, специальных приспособлений, кувалд и молотков. При правке без нагрева с целью снятия остаточных напряжений стальные детали подвергают стабилизирующему нагреву до 400–450°С и выдержке при этой температуре в течение 1ч или при температуре 250–300°С в течение 2–3ч. Крупные и сильно деформированные детали (например, вал с прогибом свыше 8 мм на 1 м его длины) восстанавливают горячей правкой, применяя нагрев стальной детали до температуры 600–800 °С. После этого деталь подвергают необходимой термической обработке. Правка местным нагревом применяется для крупных валов и толстых листовых деталей (например, рессор [3]) путем нагрева места наибольшего прогиба с выпуклой стороны до температуры 800–900°С. Правка местным наклепом производится пневматическим молотком с шаровидной головкой (см. рисунок 1) [4]. Выбор участка и степени наклепа производится с учетом места изгиба и его размеров. Способ также используют для правки небольших валов и осей.

Рассмотрим примеры восстановления деталей сельскохозяйственной техники в кузнечном цеху в условиях ремонтных мастерских АПК. Деформация рамы сельскохозяйственных машин может являться причиной смещения рабочих органов и передаточных механизмов машины, что нарушает регулировки и может быть причиной неудовлетворительной работы машины. Правку угольников рамы культиватора проводят после полной разборки машины, место прогиба угольников нагревают и правят на плите при помощи гладилки и молота. В том случае, когда рама в собранном виде правке не поддается, срубают сварочные швы и снимают деформированые угольники. Отдельные угольники выправляют под прессом или на плите ударами молота.

Скрученные угольники зажимают в тисках и правят при помощи рычага. Выправленные угольники ставят на место и приваривают электросваркой. После ремонта рамы проверяют. Отклонение концов рамы от проверочной плоскости не должно быть более 8 мм. Проверка рамы на перекос производится замером по диагонали [5].

Кузнечной правкой восстанавливают первоначальную форму и размеры лемеха, для этого затупившиеся лемеха нагреваются в горне или в кузнечной печи до светло-желтого цвета каления, то есть до температуры 1150–1200°С, причем зона нагрева должна составлять не менее 2/3 ширины лемеха. Для ускорения работ правку производят пневматическим молотом МП-50 со специальными бойками. Нагретый лемех кладут лицевой стороной вниз и сначала правят носок, а затем прямолинейный участок. Правку заканчивают при потемнении лемеха до вишневого цвета, так как при дальнейшей ковке могут образоваться трещины. После правки лемех рихтуют, а размеры и форму лезвия в поперечном сечении контролируют шаблоном, затем делают закалку и отпуск лемеха. Правку выполняют не более четырех-пяти раз, отклонение лемеха стенки от плоскостности допускается не более 2 мм, выпуклость рабочей поверхности лезвия – до 4 миллиметров [5].

Изношенные и изогнутые зубья борон восстанавливают оттяжкой и правкой с нагревом кузнечным способом при разнице в их длине не более 10 мм. Рабочую часть зуба закаливают, нагревая до 820–840°С и охлаждают в воде при температуре 30–35°С. При сборке бороны зубья устанавливают ребром по ходу, а зубья из полосовой стали – узкой гранью по ходу [6].

Применение правки для исправления отклонений геометрической формы от прямолинейности уменьшает, а в целом ряде случаев и совсем исключает, механическую обработку резанием и сокращает потери металла, исключает нарушение целостности сформировавшейся при термической обработке структуры и создание дополнительных концентраторов напряжений, сохраняет упрочненный поверхностный слой деталей после химико-термической обработки. Поэтому в кузнечном участке ремонтных мастерских АПК все большую актуальность приобретают вопросы эффективного проведения процессов правки. Зачастую они являются финишными в общем процессе изготовления и восстановления изношенных деталей и в значительной степени определяют точностные и эксплуатационные показатели их качества.

Восстановление изношенных деталей пластическим деформированием находит широкое применение не только при выправлении вмятин, устранении изгиба, скручивания и коробления деталей, изменения посадочных размеров изношенных мест деталей, но и для улучшения физико-механических свойств поверхностного слоя металла.

Библиографический список

1. Восстановление изношенных деталей сельхозтехники. [Электронный ресурс]: http://www.tspc.ru/about/lit/agrotechprotection/
2. Надежность и ремонт машин [текст] / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов: под ред. В.В. Курчаткина. – Москва: Колос, 2000. – 776с.
3. Современный кузнечный участок в ремонтных мастерских агропромышленного комплекса [Текст]: К.Н. Абакиров, Е.В. Агафонова, Т.В. Возженникова / Прикладные аспекты студенческой науки сборник научных трудов по материалам XV Региональной научной студенческой конференции аграрных вузов Сибирского федерального округа. Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. С. 105 – 108.

4. Пластическое деформирование. [Электронный ресурс]: http://www.webrarium.ru/iznos-deformaciya.html
5. Рама культиватора. [Электронный ресурс]: http://www.prokat-nsk.ru/remont/rama_kultivatora.html
6. Ремонт почвообрабатывающих машин. [Электронный ресурс]: http://mehanik-ua.ru/remont-mashin-i-oborudovaniya/368-remont-pochvoobrabatyvayushhix-mashin.html

УДК 631.363

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОЛОТКОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КОРМОДРОБИЛОК

А.Н. Ардышев
Научный руководитель к.т.н., профессор В.В. Коноводов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В настоящее время молотковые дробилки используются в 90 % всех технологических линий по приготовлению комбикормов.

Молотковые кормодробилки являются широкоуниверсальными измельчающими машинами, так как на них можно размалывать все виды сыпучего сырья, которое используется для производства комбикормов. Молотковые кормодробилки результативно работают как на крупном, так и на тонком размоле, динамично дробят оболочки и лишь немного нагревают продукт. При дроблении зерновой смеси с повышенной влажностью отсутствует залипание рабочих органов, машины надежды, просто устроены и долговечны в работе. Молотковые кормодробилки гарантируют обеспечение равномерно измельченного продукта, оперативный отсев из дробильной камеры, возможность корректировки степени измельчения зерновой смеси. В силу указанных достоинств молотковые кормодробилки довольно популярны в сельскохозяйственном кормопроизводстве. Одновременно с этим рабочий процесс кормодробилок требует усовершенствования, направленного на уменьшение энергоёмкости при работе дробилки и повышение качества готового продукта, а также повышение ресурса рабочих органов дробилки-молотков.

В процессе работы дробилок частицы измельчаемого продукта ударяются о молотки, а также скользят по их поверхностям. В течение часа молоток воспринимает 10-50 млн. ударов с силой 10-20 кг, что приводит к пластической деформации и усталостным разрушениям. При рассмотрении поверхности изношенного молотка отчетливо видны риски и царапины - типичные признаки абразивного износа, основной причиной которого является воздействие на рабочие поверхности молотка самого измельчаемого продукта, а также частиц пыли, песка и прочих посторонних включений. Наряду с этим, следует отметить возрастание скорости окислительных процессов вследствие непрерывных ударов зерна о поверхность молотка. Динамика и характер износа молотков обуславливается совокупностью процессов:

1. усталостными разрушениями в микрообъёмах при многократном деформировании поверхностных слоёв ударами зёрен и частицами примесей минерального происхождения;
2. царапанья вследствие скольжения этих частиц по рабочим поверхностям молотка;

3. вероятными ударами молотков о посторонние предметы.

Взаимодействие молотка на высоких скоростях (в современных конструкциях молотковых дробилок окружая скорость молотков колеблется в пределах 40-120 м/с) с дробимой средой приводит к быстрому изнашиванию передней (лобовой) грани молотка. Износу подвержены вершины углов, в результате чего поверхность принимает вид кривой переменного радиуса (рис. 1). Вследствие износа, вместо лобовых ударов дробимый материал воспринимает удары с проскальзыванием, что значительно ухудшает его взаимодействие с декой (решетом). В результате износа увеличивается зазор между молотком и решетом (декой), что сильно сокращает зону воздействия молотков. Всё это сказывается на падении производительности дробилки на 30…45% и увеличении энергопотребления на 25…35%. [1, 2]

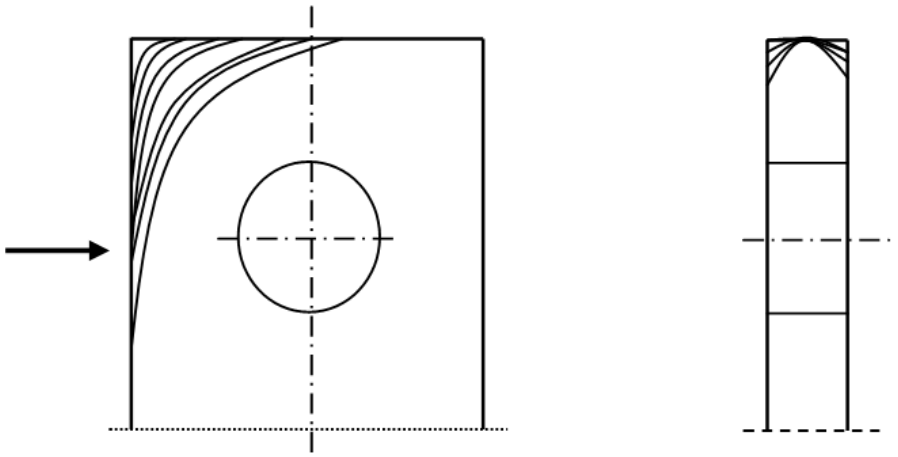


Рисунок 1 – Профили зон износа молотка

Долговечность молотков определяется четырьмя группами факторов: органицазионно-техническими, конструктивными, технологическими и конструктивно-технологическими.

Под группой организационно-технологических факторов, влияющих на долговечность молотков, подразумеваются: особенности организации технологического процесса измельчения материала, определяющиеся в значительной мере общей конструкцией дробилки; подготовка материала, поступающего на измельчение; предварительная обработка и т.д.

Конструктивные факторы должны: обеспечить долговечность молотков при высоких технико-экономических показателях процесса измельчения, должны соответствовать следующим требованиям: максимальному использованию массы материала молотка в течение срока службы; минимальному изменению или периодическому восстановлению профиля рабочих граней при износе, максимально допустимой толщине молотка из требований эффективного разрушения измельчаемого материала; преобладанию прямых ударов при взаимодействии с разрушаемым материалом.

Данному методу в основном соответствует изменение формы молотков (ступенчатый профиль, отклонение передней поверхности по отношению к направлению движения молотка, изменение геометрических размеров ударной части молотка и др.).

Технологические факторы (термообработка и др.) должны учитывать и выбор материалов, применяемых для изготовления молотков. Сложность в выборе материала определяется условиями работы молотков. Поскольку рабочие органы подвергаются одновременному воздействию потока абразивных частиц и ударных нагрузок, то материал должен обладать

противоречивыми свойствами – повышенными твердостью и ударной вязкостью. Исследования молотков, выполненных из ряда материалов (сталей 65Г, 30ХГСА, У9, ШХ15, 110Г13Л, 3ОГСК, 12Х113А, конструкционных сталей с цементацией на различные глубины, закалкой в электролите, различными наплавками и напылениями, а также трехслойного проката и т.д.) не выявили реальных путей значительного повышения износостойкости рабочих органов. К кардинальному решению вопроса повышения долговечности молотков может привести создание и исследование новых, в частности, спеченных материалов. Основным требованием в этом направлением в этом направлении остается выбор материала, обладающего высокой стойкостью к абразивному изнашиванию и ударным нагрузкам. [3]

Для повышения долговечности молотков технологическими методами упрочнения используется лазерная обработка, нанесение порошковых материалов дискретным легированием и микроплазмой, индукционная наплавка псевдосплавов и эвтектических покрытий, закалка при нагреве в электролите и пр.

В практике восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственных машин наибольшее распространение получила наплавка: наплавка по слою легирующего порошка (смесь зернообразных ферросплавов, карбидов, металлических порошков или литых твердых сплавов); индукционная наплавка (например сплавом ПР-С27) и индукционная наплавка с использованием твердосплавных брикетов; электрошлаковая наплавка порошковых износостойких материалов (гранулированный сормайт, сталинит или смесь ферросплавов); точечная дуговая наплавка с созданием триметаллического проката, выполненного из износостойкого эвтектического покрытия сплавом ПР-С27 и порошковой проволокой ПП-АН170.

Эффективной оказалась технология упрочнения микроплазменным нанесением порошковой проволокой ПП-АН148 на молотки из стали 45. Другими способами получения износостойких металлопокрытий являются наплавка под слоем флюса, легированного карбидом кремния; электроконтактное напекание металлических порошков и электроимпульное легирование. [4]

В настоящее время на основе многолетних исследований кафедры технологии машиностроения НГАУ в области инструментального производства для металлообработки, горнодобывающей промышленности и рабочих органов сельскохозяйственной техники разрабатываются технологии упрочнения рабочих органов кормодробильных машин. Для реализации идеи самозатачивания в процессе эксплуатации молотков исходя из анализа условий работы и результатов ранее проведенных исследований разрабатывается технология повышения долговечности рабочих органов молотковых дробилок технологическими методами за счет комбинированного упрочнения рабочих поверхностей при индукционной наплавке специальных железоуглеродистых сплавов и армирования твердыми сплавами.

Целью исследования является снижение эксплуатационных затрат при производстве кормовых смесей на основе совершенствования технологии восстановления рабочих органов молотковых дробилок.

Объектом исследования является процесс изнашивания восстановленных рабочих органов молотковых дробилок.

В соответствии с анализом состояния вопроса и целью исследования поставлены следующие задачи:

- обосновать мероприятия упрочнения рабочего угла молотка, позволяющие управлять изменением его геометрических параметров в процессе износа;

- обосновать структурный состав и рациональные технологические режимы пайки молотка армированного металлокерамической твердой вставкой железоуглеродистым припоем;

- исследовать динамику и характер изнашивания стандартных и опытных молотков в процессе работы;

- установить показатели относительной износостойкости и прочности упрочняющих элементов молотка и их влияние на общую наработку, производительность, удельное энергопотребление и качество процесса дробления;

- проверить эффективность упрочненных молотков в условиях кормоцехов предприятий АПК и разработать для производства рекомендации, обеспечивающие повышение работоспособности упрочненных и восстановленных молотков.

Библиографический список

1. Тимановский А.В. Обоснование рациональной формы молотка для измельчения зерновых материало // Исследование и конструирование машин для животноводства кормопроизводства: Сборник науч. Трудов Вып 10/ВНИИживмаш – К, 1985.
2. Надёжин А.В. Исследование износа молотков рабочего органа измельчителя ИРМ-50 // Механизация и электрификация производственных процессов в животноводстве. Зерноград, 1989.
3. Клименко Н.И., Тимановский А.В., Журавель В.Ф. Сравнительная износостойкость дробильных молотков // Исследование и конструирование машин для животноводства и кормопроизводства ВНИИЖИВАШ. Киев, 1975, вып. №1.
4. Денисенко Н.И., Потомашев А.П. Повышение долговечности молотков дробилок конструктивно технологическими методами // Исследование и конструирование машин и оборудования для животноводства. Киев, 1988.

УДК 620.3

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОАЛМАЗОВ В ПОВЫШЕНИИ РЕСУРСА ДВС

Т.Н. Артымук
Научный руководитель к.т.н., профессор В.М. Потапов
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Повышение межремонтного ресурса машин и механизмов, снижение расхода горюче-смазочных материалов и энергоносителей являются одними из важнейших задач настоящего времени. Одним из способов решения этих задач является повышение качества смазочных материалов путем введения в базовые смазочные материалы различного рода добавок – присадок и наполнителей.

В жестких условиях эксплуатации, характерных для большей части современных машин, наличия маслорастворимых присадок в смазочных материалах, как жидких, так и пластичных, часто недостаточно для образования и сохранения прочного и устойчивого граничного слоя, который в

течение длительного времени надежно исключал бы металлический контакт между поверхностями трибосопряжений [1].

Достаточно универсальным, высокоэффективным и экономичным способом улучшения работы узлов трения (трибосопряжений) является применение в смазочных материалах высокодисперсных твердых добавок, улучшающих антифрикционные, противоизносные, противозадирные и некоторые другие свойств масел [2]. По сравнению с присадками их отрицательное влияние на физико-химические свойства масел минимально.

Преимущества высокодисперсных наполнителей сохраняются как при низких, так и при высоких температурах. Неоспоримое их достоинство — положительное воздействие на состояние поверхностей трения, граничного и смазочного слое в[3]. Для улучшения качества смазочных материалов и работы трибосопряжений обычно применяют одну высокодисперсную добавку, реже — двух видов. Но и в этих случаях удается заметно сократить, а иногда и отказаться от применения многих маслорастворимых присадок.

Наибольшее распространение в качестве твердых добавок получили слоистые наполнители кристаллической структуры: графит, дисульфид молибдена, нитрид бора. Реже применяют слюду, сажу, некоторые высокодисперсные порошки металлов, их оксидов и солей — сульфидов, селенидов, иодидов и некоторых других соединений с частицами размером 1— 20 мкм. В ряде случаев наполнители имеют атомарное строение (высокодисперсные порошки металлов) или аморфную структуру (силикаты и полимеры) [4].

Наноалмазы, обладая комплексом уникальных свойств, отличающих их от известных наполнителей, лучше всего подходят для решения этих задач. Они имеет сверхмалые размеры (2–10 нм), форму, близкую к сферической, и обладают очень большой удельной поверхностью (до 450 м²/ г) и высокой поверхностной энергией.

Таким образом, наноалмазы, в отличие от обычных мелкодисперсных порошков-наполнителей являются не наполнителем, а структурообразующим материалом. В присутствии наноалмаза существенно изменяются и свойства смазочной пленки и характер взаимодействия поверхностей трения. Наноалмазы улучшают физико-механические свойства гидродинамических пленок масел, в структуре которых они находятся, благодаря двум основополагающим свойствам – малому размеру (высокой удельной поверхности и степени дисперсности в среде) и высокой поверхностной энергии. Принцип работы наноалмазов представлен на рисунке 1.

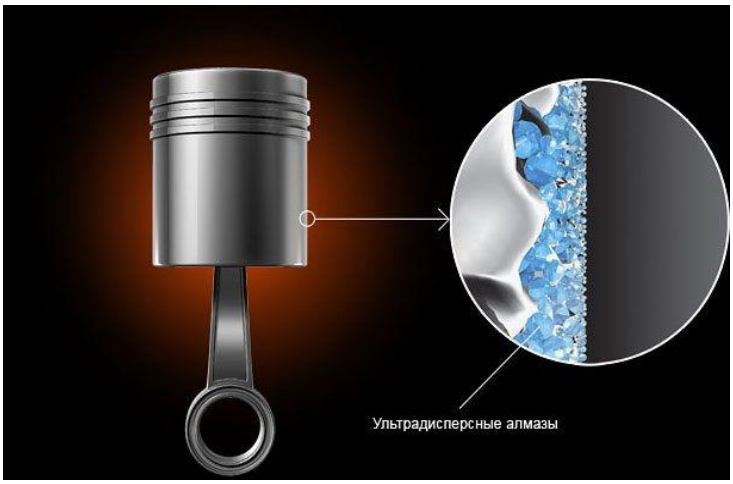


Рисунок – Принцип работы наноалмазов

Наноалмазные частицы, обладающие определенной режущей способностью в режиме субмикрорезания, играют особо активную роль в процессе приработки и «залечивания» микродефектов сопрягаемых поверхностей, в том числе вновь образованных. Этот процесс практически заканчивается при достижении определенной фактической площади контакта, при которой реализуется полужидкостный или жидкостный режим смазывания. Кроме того, наличие большого числа малых частиц наноалмаза и соизмеримых с ними частиц изнашивания приводит к упрочнению поверхностного слоя, заполнению микровпадин рельефа, образованию замкнутых жидкокристаллических образований, что также увеличивает несущую способность сопряжений.

Разработанные трибосоставы достаточно эффективны в моторных маслах для двигателей внутреннего сгорания. Добавка заметно улучшает антифрикционные, противоизносные и противозадирные свойства моторного масла, не снижая их термоокислительную стабильность и не повышая коррозионную агрессивность по отношению к цветным металлам и сплавам. Масла с такой добавкой рекомендуются как для всех режимов обкатки, приработки так и эксплуатации новых, изношенных и отремонтированных двигателей внутреннего сгорания.

Применение алмазосодержащих добавок в широко используемых индустриальных и трансмиссионных маслах, работающих в широком диапазоне нагрузок, скоростей и температур, обеспечивает улучшение не только смазочных свойств этих масел, но и качество поверхностей трения благодаря их постоянной приработке и упрочнению. Значительно сокращается применение серо-, хлор-, фосфор- и фторсодержащих компонентов. Результаты лабораторных и производственных испытаний показали, что масла с наноалмазом значительно уменьшают износ поверхностей трения, улучшают плавность перемещения узлов, снижают шум передач. В пластичных смазках ультрадисперсные алмазы, вводимые в составе базового масла непосредственно или через промежуточную среду, могут в зависимости от применяемой технологии участвовать в формировании их структурного каркаса. Подобные смазки с наноалмазами значительно снижают износ и коэффициент трения, увеличивают несущую способность сопряжений.

Высока и экономическая эффективность смазочных материалов с добавками наноалмазов. Например, их применение в автомобильных моторных маслах полностью окупается в первые 1-1,5 тыс. км пробега только за счет экономии топлива, а за 150-250 тыс.км пробега – за счет увеличения ресурса деталей цилиндро- поршневой группы.

Библиографический список

1. Новаков И.А. Особенности использования нанокомпозитов Na^+– монтмориллонит – полифторированный спирт в качестве антифрикционного твердого смазочного материала / И. А. Новаков, Н. А. Рахимова, А. П. Краснов, В. Ф. Желтобрюхов [и др.] // Известия ВолгГТУ. – 2012. - № 9. – С. 174 - 178.

2. Рахимова Н.А. Гидрофобизация бентонита полифторированными спиртами [Текст] / Н. А. Рахимова, С. В. Кудашев // Известия Волг.ГТУ. – 2010. - № 2. – С. 49-53.

3. Мусае6ва Р.А. О взаимодействии наноразмерных частиц со смазочными материалами в ДВС // [Электронный ресурс] – Режим доступа:http://science-bsea.bgita.ru/2011/mol_2011/musaeva_vz.htm (дата обращения: 12.10.16)

4. Солнцев Ю.П. Материаловедение: учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2013. – 784 с.

УДК 631.3.004.58

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И РЕМОНТА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ДВС

В.В. Коротких, И.В. Бедарев, А.Г. Дрожневский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Цены на некоторые коленчатые валы достигают больших величин, в связи с чем их целесообразно восстанавливать. В настоящее время на рынке существует множество оборудования для восстановления коленчатых валов. Анализ данного оборудования, с целью выявления наиболее эффективного, является актуальным.

Оборудование для восстановления прогиба

Прессы марок AMC-SCHOU (см. рисунок 1) и AZ CP150 разработаны для быстрого и точного исправления изгиба коленчатых валов любой техники. Деформация легко исправляется в нужном месте и при этом балансировка вала не нарушается.

Рисунок 1 – Пресс AMC-SCHOU CP1800

Достоинства: простота эксплуатации и конструкции; возможность правки в месте деформации.

Оборудование для шлифования

Круглошлифовальные станки предназначены для шлифования шатунных и коренных шеек, коленчатого вала. Имеется несколько видов круглошлифовальных станков:

- круглошлифовальные станки ручного управления (большая функциональность и сравнительно небольшая стоимость);
- круглошлифовальные станки с ЧПУ (обрабатывает практически любые материалы, числовое программное управление позволяет оптимизировать работу станка, более высокая цена);
- суппортное шлифовальное устройство (подходит к большинству механических токарных станков, низкая цена)

Шлифование шеек ведется на таких станках шлифовальными кругами. При затуплении круга возрастают температурные вспышки, сопровождающиеся ожогами [1].

Примером данного станка является AZCG300/2200 (см.рисунок 2).

Рисунок 2 – Круглошлифовальный станок AZ CG 300/2200

Оборудование для электродуговой наплавки

Дуговые металлизаторы используются для нанесения износостойких, антикоррозионных покрытий методом электродуговой металлизации. Электродуговые металлизаторы выпускаются переносные (ручные) ЭМ-3, РЭМ-3А, ЭМ-9, ЭМ-10, ЭМ-14 (см. рисунок 3а), ТСЗП 300 (при небольшом объеме работ) и стационарные (станочные) ЭДМ-5У, ЭМ-6, ЭМ-12, ЭМ-15, ЭМ-17 (см. рисунок 3б) МЭС-1 (при значительном объеме восстановительных работ), которые монтируются обычно на токарных станках [2].

а *б*

Рисунок 3 – Дуговые металлизаторы:
а – ручной ЭМ-14; б – стационарный ЭМ-17

Достоинства: возможность получения различных по свойствам комбинированных металлопокрытий; низкая цена. Недостатки: стабильность их работы полностью зависит от синхронности и скорости движения электродных проволок; низкое качество наплавки.

Оборудование для вибродуговой наплавки

Автоматическая вибродуговая наплавка осуществляется на переоборудованном токарном станке с использованием источника тока (выпрямители ВС-200, ВСГ-3М и др.) и специальная вибродуговая наплавочная головка [3]. Рассматриваемая наплавка осуществляется следующим оборудованием: У-653М, ОКС-6569, ОКС-1252А, ВК-3, ВДГ-3, ВДГ-5, ВДГ-65 и др.

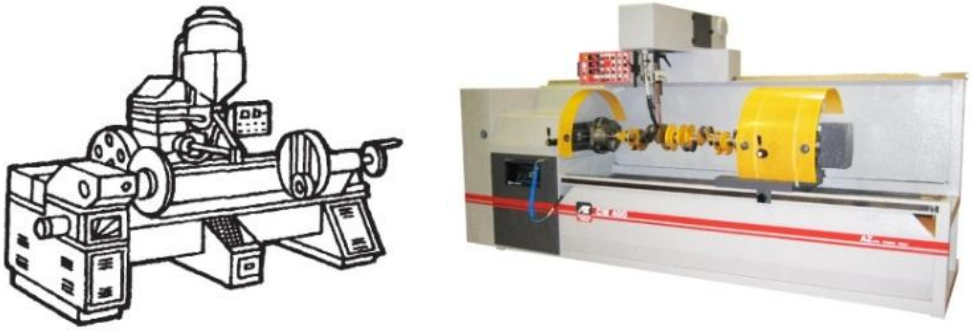
Достоинства: простота освоения и эксплуатации; возможность различной компоновки; высокая производительность и прочность изделия. Недостатки:

чувствительность к напряжению для поддержания непрерывного дугового разряда; более ускоренный износ наплавочной головки.

Оборудование для наплавки под слоем флюса.

Для выполнения процесса обычно применяется наплавочное оборудование (установки) УД-209 и СН-2, а также наплавочные специальные головки ОКС-5523, А-580М, А-765. Станки У-652 (см. рисунок 4а) и AZ CW400 (см. рисунок 4б) предназначены для наплавки коленчатых валов под слоем флюса.

Достоинства: простота освоения и эксплуатации; высокая производительность и прочность изделия. Недостатки: оборудование является весьма дорогостоящим.



а *б*

Рисунок 4 – Станки для наплавки под слоем флюса
а – У-652; б – AZ CW400

Оборудование для наплавки в среде углекислого газа

Механизированную наплавку в углекислом газе обычно выполняют на переоборудованном токарном станке, в патроне которого устанавливают восстанавливаемую деталь, а на суппорте — наплавочную головку типа АБС, А-384, А-580 и др. Углекислый газ из баллона подается в зону горения, необходимое давление и расход газа устанавливают с помощью редуктором-расходомером или ротаметром РС-3, РС-3А и др.

Сварочные полуавтоматы (А-547-Р, А-547-У, А-929, ПДПГ-300, А-577-У), АС354-2, ГОСНИТИ разработал станок ОКС-11232, Оборудование нового поколения для нанесения покрытий разработал ВНИИТУВИД «Ремдеталь» (Москва) УД-609, УД-294.

Достоинства: углекисый газ дешевый и недефицитный в отличие от других газов; высокая производительность, возможность выполнения наплавки в разных положениях электрода в пространстве, автоматизация процесса. Недостатки: ограниченные затраты мощности, использование специальной легированной проволоки; оборудование является весьма дорогостоящим; повышенная сложность технологии и оборудования.

Оборудование для электроконтактной приварки

Электроконтактную приварку металлических материалов выполняют с помощью промышленных контактных сварочных машин, например МШ-1 или МШК-2002 (К-421М). Применяют передвижные посты ППКС-01-74. Для электроконтактной приварки проволоки созданы установки УКН-5, УКН-6, УКН-8М, УКН-9, УКН-10, УКН-11. Установка УЭН-01 (НПП «Велд», Россия) [4].

Достоинства: высокая производительность; низкая энергоемкость оборудования.

Оборудование для лазерной наплавки

Лазерная наплавка представляет собой технологический метод получения покрытий с заданными физико-математическими свойствами путем нанесения наплавочного материала (порошок, фольга, проволока) с последующим оплавлением его лазерным лучом. Выбор сопел (см рисунок 5а) для подачи порошка позволяет эффективно и качественно производить напыление на различные конструкции [5]. Наплавка проводится на установках: ЛГН-702, «Кардамон»; ЛТІ-2 «Иглай», «Комета», «Циклон», «Катунь», Латус-31, Юпитер 1.0 и лазерных технологических модулях: 01.03.178 «Ремдеталь» и 01.12.376 «Ремдеталь». Зарубежные установки Tata Steel Strip Products UK (см. рисунок 5б).

Достоинства: высокое качество поверхности, возможность обработки крупногабаритных заготовок, простота освоения и эксплуатации, автоматизация процесса. Недостатки: высокая цена, малая производительность.

а *б*

Рисунок 5 – Оборудование для лазерной наплавки:
а – различные виды сопел; б – установка Tata Steel Strip Products UK

Оборудование для плазменного напыления

Плазменное напыление применяется для напыления покрытий из порошков металлов. Установки для плазменного напыления УПН-602, УМП-5, УМП-6, УПУ-3, УПУ-5, УД-417 Об-2184,УПНС-3040 (см. рисунок 6а) и Coating Star III (см. рисунок 6б). При наплавке также применяют переоборудованные токарные и токарно-револьверные станки [6].

Достоинства: высокая производительность и надежность; получение высококачественного покрытия; возможность использования для образования струи дуговой плазмы газов различного рода, в атмосфере которого будет производиться формирование высокотемпературной плазмы, возможность обработки крупногабаритных заготовок. Недостатки: высокая цена.

а *б*

Рисунок 6 – Оборудование для плазменного напыления
а – УПНС-3040; б – Coating Star III

Оборудование для детонационного напыления

Расплавленные частицы порошка со скоростью пули летят на восстанавливаемую шейку. Сталкиваясь с поверхностью, они «намертво» привариваются, наращивая необходимый слой покрытия. Установки для автоматического детонационного напыления: УДН-2, «Гамма», «Союз», «Днепр», «Катунь», УДГ-Н2-30, УДГ-Д2-4, «Гром», «Обь». В Институте гидродинамики создан импульсный газо-детонационный аппарат CCDS2000 (см. рисунок 7).

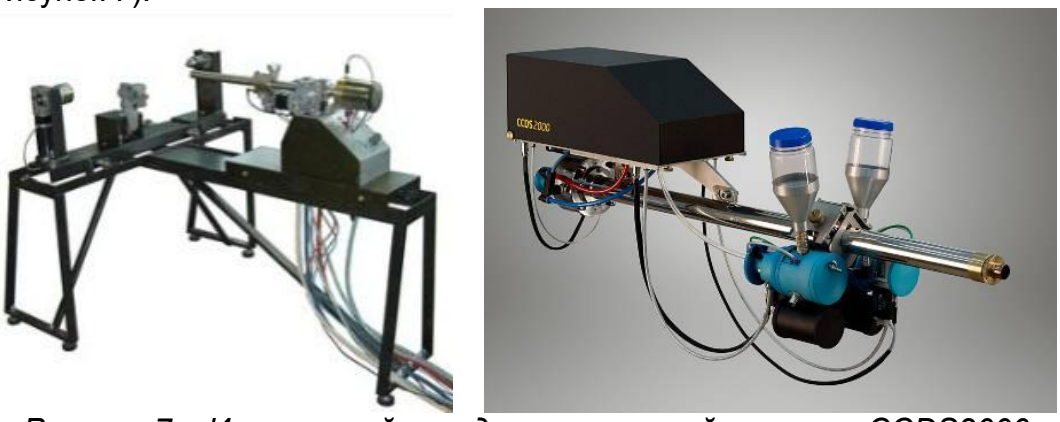


Рисунок 7 – Импульсный газодетонационный аппарат CCDS2000

Достоинства: автоматизация процесса, получение высококачественного покрытия. Недостатки: недостаточная надежность оборудования, низкая производительность, высокая цена, сложность освоения.

Таким образом, установлено, что современное оборудование для восстановления коленчатых валов является высокоэффективным и основным критерием при его выборе является, в первую очередь, наиболее приемлемая технология восстановления.

Библиографический список

1. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин [Электронный ресурс] : учебник / И.М. Жарский [и др.]. – Минск : Выш. шк., 2010. – 336 с.: ил. - ISBN 978-985-06-1833-7.
2. Оборудование автопредприятий: Учебник / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 302 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009533-2, 500 экз.70
3. Вибродуговая наплавка [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://tutmet.ru
4. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: Учебное пособие / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015. - 235 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-009922-4, 20 экз.
5. Лазерная наплавка [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://mirprom.ru
6. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров. - М.: Машиностроение, 1987. - 189 с.

УДК 631.3.004.58

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ДВС

В.В. Коротких, А.Г. Дрожневский, И.В. Бедарев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В одну из самых дорогостоящих деталей двигателя внутреннего сгорания входит коленчатый вал. В этом убедиться нетрудно, достаточно сравнить цену коленчатого вала с ценой любой другой детали двигателя.

Восстановление коленчатого вала является сложной проблемой, поскольку к качеству его рабочих поверхностей и геометрическим характеристикам предъявляются довольно жесткие требования. При этом затраты на изготовление новой детали значительно превышают затраты на ремонт (восстановление) изношенной детали. Поэтому восстановление изношенных деталей, в том числе и коленчатых валов, является актуальной задачей [1].

Для выбора наиболее рационального метода восстановления коленчатых валов необходимо проанализировать существующие технологии.

В настоящее время существует множество технологий восстановления коленчатых валов (см. рисунок 1) [2].

Проанализируем выделенные методы восстановления коленчатых валов.

Напыление покрытия.

Напыление представляет собой нанесение под высоким давлением воздуха расплавленного металла на поверхность вала[3].

Преимущества технологии напыления: возможность нанесения покрытий на изделия, изготовленные практически из любого материала; возможность напыления разных материалов с помощью одного и того же оборудования; отсутствие ограничений по размеру обрабатываемых изделий; относительная простота конструкции оборудования для напыления; небольшая деформация изделий под влиянием напыления; относительно небольшая трудоемкость, высокая производительность нанесения покрытия. [4]

Основными недостатками газопламенного метода напыления покрытий являются: недостаточная в некоторых случаях прочность сцепления покрытий с основой (5-45 МПа) при испытании на нормальный отрыв; наличие пористости (обычно в пределах 5-25 %); невысокий коэффициент использования энергии газопламенной струи на нагрев порошка (2-12 %); невозможность нанесения покрытий из тугоплавких материалов с температурой плавления более 2800 °С [5].

Постановка ремонтных деталей.

Способ постановки дополнительных ремонтных деталей отличается своей дешевизной. При применении этого способа возникает необходимость тонкой разметки, проворачивание и отслаивание привариваемой ленты, изготовление специальной оснастки [6].

Преимуществом восстановления постановкой дополнительных ремонтных деталей является простота технологического процесса и применяемого оборудования.

Недостатки — большой расход материала на изготовление дополнительной ремонтной детали, а также снижение механической прочности восстанавливаемой детали [6].

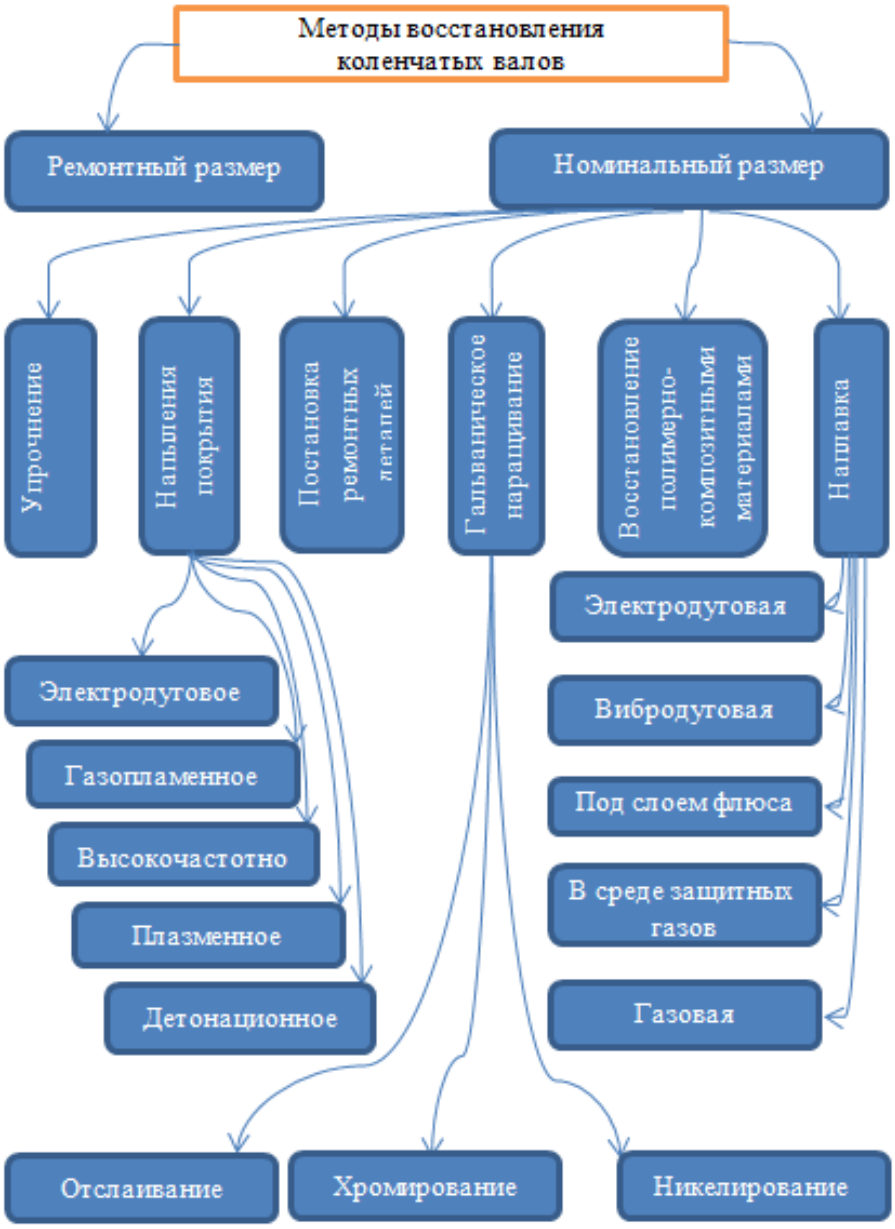


Рисунок 1 – Методы восстановления коленчатых валов

Гальваническое наращивание.

Наиболее часто применяемыми видами наращивания являются хромирование (гладкое и пористое) и отслаивание.

Гальваническое осаждение представляет собой формирование слоя металла на восстанавливаемой поверхности путем электрохимического осаждения из электролита. Способ обладает рядом преимуществ, такими как отсутствие нагрева детали, возможность нанесения слоя любого металла или их комбинации с заданными свойствами и требуемой толщины, возможность нанесения слоев металла с различными свойствами [3].

Восстановление деталей хромированием. Электролитический хром — серебристо-белый металл с синеватым оттенком, отличающийся высокой твердостью, низким коэффициентом трения, высокой коррозийной стойкостью и износостойкостью, обладает большой хрупкостью и плохо смачивается маслом [7].

Преимущества: высокая прочность сцепления, высокая износостойкость, химическая стойкость, не нарушает структуры металла [6].

Недостатки: длительность процесса электролиза, его сложность, трудоемкость, ограниченная толщина покрытия, высокая себестоимость, высокие требования к чистоте восстанавливаемой поверхности, вредность условий труда и загрязнение окружающей среды [6].

Восстановление полимерно-композитными материалами.

Полимерно-композитными материалами - формируется на предварительно подготовленной восстанавливаемой поверхности слой полимерной композиции с последующим ее отверждением. При необходимости отвержденный слой подвергают механической обработке. Свойства полимерно-композитного слоя можно формировать путем добавления различных наполнителей или их сочетания, образуя при этом полимерную композицию. Например, в эпоксидную смолу добавляют металлическую пудру или мелкую стружку, с последующим введением отвердителя и эластомера. При этом улучшаются прочностные характеристики и теплопроводность формируемого слоя композиции. Такие композиции имеют достаточную твердость и прочность сцепления с восстанавливаемой поверхностью, но плохо переносят нагрев и ударные нагрузки, кроме того нанесенный слой плохо отводит тепло и имеет невысокую износостойкость в парах трения [8].

Наплавка.

В отличие от напыления наплавка осуществляется путем формирования слоя металла, расплавляемого непосредственно на поверхности вала или оси. Можно наносить слои металла практически любой толщины, нанесенный слой отличается высокой твердостью, но при этом происходит сильный нагрев вала, вызывающий коробление и изменение структуры поверхностного слоя металла, появляются затруднения в последующей механической обработке осажденного слоя ввиду его высокой твёрдости [3].

Преимуществом наплавки является возможность легировать и улучшать свойство исходного материала, получать требуемую величину наносимого слоя, простота, высокая производительность и экономичность, возможность наплавлять детали малых диаметров, незначительные деформации деталей благодаря вибрации электрода, достижение высокой твердости наплавки без последующей термической обработки [9].

Основным недостатком этого способа является сильный нагрев и деформация вала. Изменяется структура материала, возникает коробление, снижается усталостная прочность и усложняется последующая обработка [9].

Таким образом, использование группы способов наплавки недопустимо, в связи с вышеперечисленными пагубными влияниями на коленчатый вал. Наиболее приемлемыми способами восстановления коленчатого вала являются те, которые исключают термическое влияние на рассматриваемую деталь. Однако ввиду их недостатков их применение ограничено.

Библиографический список

1. Филатов Геннадий Евлантьевич восстановление коленчатых валов автотракторных дизельных двигателей наплавкой с регулируемым термическим воздействии*// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Оренбург – 1996
2. Применяемые методы восстановления коленчатого вала [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.autoslesar.net/2010-02-23-13-55-26/32-2010-02-12-14-30-48.html
3. Бондарев Сергей Александрович статья: «Методы восстановления коленчатых валов автомобильных двигателей» Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия, 2016

4. Газотермическое напыление [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.tehnap.ru/40-gazotermicheskoe-napylenie.html
5. Газопламенное напыление [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://weldzone.info/technology/gas-sputtering/522-gazoplamennoe-napylenie
6. Характеристика методов восстановления [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.autoslesar.net/2010-02-23-13-55-26/37-2010-02-12-14-53-12.html
7. Хромирование [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://studopedia.org/4-181723.html
8. Захаров Ю. А., Ремзин Е. В., Мусатов Г. А. Анализ основных дефектов и способов восстановления деталей автомобилей типа «вал» и «ось» // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 138-140.
9. Наплавка вибродуговая [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://chem21.info/info/791990/

УДК 631.363

ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

В.К. Каширин
Научный руководитель старший преподаватель Т.В. Лафетова
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Обработка почвы играет огромную роль в получении урожая и обеспечения продовольственной безопасности государства. Качество обработки почвы в первую очередь зависит от состояния рабочих органов почвообрабатывающих машин, которые эксплуатируются в условиях абразивной и коррозионноактивной среды. В последние десятилетия появились новые технологии обработки почв (безотвальная, минимальная, безгербицидная и др.). Однако отвальная вспашка по-прежнему остается одной из важных технологических операций земледелия, так как обеспечивает качественную подготовку почвы под посев сельскохозяйственных культур на самых разнообразных фонах и типах почв. [1]

Резание почвы или растений является распространенной технологической операцией в сельскохозяйственном производстве: вспашка, культивация, боронование, кошение трав, измельчение силоса, уборка зерновых и технических культур и т.п. операции составляют не менее 70% всего объема механизированных работ. [2] Различные процессы резания характеризуются соответствующими агротехническими показателями качества выполняемых работ их стойкостью и энергоемкостью, которые зависят от свойств разрезаемых материалов, режимов резания и геометрии резцов.

Проблема повышения стойкости, самозатачиваемости и общего срока службы сельскохозяйственных резцов остается актуальной и по сей день.

Для увеличения долговечности деталей применяют различные способы поверхностного упрочнения. Основными являются механический способ, термический, химико-термический, лазерный и электромеханический.

Механический способ заключается в том, что под влиянием элемента (шара, ролика и др.), при взаимном относительном перемещении инструмента и детали, неровности обрабатываемой поверхности деформируются, и она упрочняется.

Суть ультразвукового упрочнения состоит в ударном воздействии инструмента на упрочняемую поверхность, который вибрирует с частотой ультразвука и определенной амплитудой.

Основными способами термической обработки являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

К химико-термической обработке относят цементацию, цианирование, азотирование, алитирование, хромирование, борирование, серонасыщение (сульфидирование), силицирование, нитроцементация.

Лазерное упрочнение заключается в воздействии лазерного излучения на поверхность детали, вследствие чего изменяется микроструктура обрабатываемого материала.

Электромеханическое упрочнение - это сочетание термического и силового воздействия на поверхностный слой детали. При обработке через место контакта инструмента и детали пропускают ток большой силы и низкого напряжения, вследствие чего микронеровности поверхности детали сильно нагреваются и под давлением инструмента деформируются и сглаживаются.

Упрочнения детали можно добиться путем специальных приемов нанесения износостойких покрытий. Электродуговая наплавка специальными электродами позволяет повысить износостойкость рабочих органов независимо от исходного материала. Применение такой технологии упрочнения может быть полезно при изготовлении новых рабочих органов усовершенствованной конструкции для улучшения обработки почвы.

При электродуговой наплавке упрочнение детали можно обеспечить проплавлением основного материала по некоторым линиям "армирования". В процессе охлаждения наплавленного материала от температуры кристаллизации до нормальной температуры образуются сжимающие напряжения, и происходит после сварочная деформация, что приводит к получению более прочной структуры основного материала.

Склонность сварных соединений к после сварочному самопроизвольному деформированию была обнаружена около четверти века назад. [3, 4, 5]

Остаточные напряжения в поверхностных слоях металла существенно влияют на эксплуатационные свойства деталей и прежде всего на их динамическую прочность при циклических нагрузках.

Доказано, что остаточные напряжения сжатия полезны, и их обоснованно считают резервом повышения прочности деталей, а напряжения растяжения ослабляют их прочность, вызывают возникновение трещин, приводят к разрушениям. [6]

При восстановлении изношенных деталей различными видами наплавки в них возникают и перераспределяются значительные остаточные напряжения. Это происходит из-за металлургической природы образования покрытий, использования легирующих элементов, значительного теплового воздействия на основной металл, быстрого и неравномерного охлаждения наплавленных деталей, а так же последующего воздействия на восстанавливаемые поверхности механической обработки и различных видов упрочнения.

Остаточные напряжения оказывают так же определенное влияние на износостойкость рабочих поверхностей деталей и их коррозионную стойкость.

В наплавленном металле (после шлифования) в зависимости от вида наплавки и используемых наплавочных материалов знак, значение и характер распределения тангенциальных остаточных напряжений существенно различаются. Так, в поверхностных слоях металла, наплавленного в углекислом газе под флюсом АН- 60 и АНК- 80, наблюдаются напряжения

сжатия. Пологий характер диаграммы напряжений указывает на большую глубину их залегания. Наиболее высокие значения напряжений сжатия возникают в металле, наплавленном под керамическим флюсом. [6]

Указанные технологии могут быть использованы для упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин, при этом ресурс их работы может возрасти в 2…3 раза. [7]

Библиографический список

1. Панов И.М., Черепахин А.Н. Технический уровень почвообрабатывающих машин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2000 - № 8. — с. 6 — 8,
2. Рабинович А.Ш. Стойкость и самозатачиваемость плужных лемехов и других режущих деталей сельскохозяйственных машин. // Труды государственного всесоюзного научно- исследовательского технологического института ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. - М.: ГОС-ПИТИ, Том №19, 1969. - С. 5- 39.
3. Бакши О.А. О стабильности сварочных деформаций. В кн. Вопросы сварочного производства: Труды Челябинского политехническогоинститута, вып. 16. Москва-Свердловск / Рудаков А.С., Шахматов В.М.: Машгиз, 1959.
4. Мордвинцева А.В. Деформации сварочных конструкций со
5. временем. - В кн. Вопросы прочности и технологии сварки. Вып. 37, МВТУ им. Баумана. - М.: Машгиз, 1955.
6. Мордвинцева А.В. Превращение остаточного аустенита – основная причина деформирования сварных конструкций. - МиТОМ. - 1956.- № 7
7. Кряжков В.М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники. - М.: Агропромиздат, 1989. – 335 с.
8. Семчук Г.И., Дудников А.А. Анализ способов повышения долговечности культиваторных лап / Восточно-европейская журнал передовых технологий. 2013. - №5/1(65). – С. 67-71.

УДК 303.01

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСТЕЛЕЙ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740

В.А. ГЕРМАН
Научный руководитель к.т.н., доцент В.А. Понуровский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Одной из главных проблем двигателя КАМАЗ 740 является появление дефектности на коренных опорах блока. Блок цилиндров является основной корпусной деталью двигателя КАМАЗ и представляет собой отливку из чугуна СЧ25 ГОСТ 1412-85.

Не устранённые вовремя деформации коренных опор под подшипники коленчатого вала приводят к отклонениям перпендикулярности оси цилиндров к оси коренных опор, увеличению овальности зеркала гильзы, и появляется несоосность, нарушается геометрия ухудшается теплоотвод в сопряжении «опора – подшипник коленчатого вала» и т.д. В результате происходит повышенный износ поршневых колец, юбок поршня, цилиндров, выплавление вкладышей и их «проворот» в коренных опорах, критический прогиб и разрушение коленчатого вала. На сегодняшний день существует много различных технологий восстановления постелей блока. При первом

капитальном ремонте обычно применяют технологию растачивания на ремонтный размер. Расточка блока цилиндров под вкладыши коренных подшипников производится в сборе с крышками, поэтому крышки коренных подшипников не взаимозаменяемы и устанавливаются в строго определенном положении. [1,с.517]

Ресурс дизелей определяется, в основном, износом кривошипно-шатунного механизма и цилиндро-поршневой группы. По этим причинам, дизели КамАЗ-740 направляются на капитальный ремонт в 78% случаев, из них на износ подшипников коленчатого вала приходится 43%,а на износ цилиндро-поршневой группы - 35%.

Межремонтный ресурс двигателей с невосстановленными параметрами коренных опор и посадочных поясков составляет 20…40% от ресурса нового двигателя. Если при этом несоосность коренных опор на длине 100 мм составляет 0,06 мм, то динамическая нагрузка на коленчатый вал увеличивается в 1,8 раза, а интенсивность изнашивания коренных вкладышей в 4 раза.

Метод расточки блока очень простой, но в то же время занимает большое количество времени на установку самого блока, наладку оборудования, выставление резцов и др.

Технологии восстановления постелей на номинальный размер.

1. Электроискровая обработка (ЭИН)

Технология основана на использовании электрических разрядов между электродами в газовой среде. Применяемое оборудование: ЭФИ-46А, 23М, 25М.

В настоящее время применяют полимерные материалы, которые выполняют требования по точности и качеству покрытия повышают износостойкость.

Минус данного метода заключается в ограничении толщины наносимой полимерной пленки из-за ее технологической усадки в процессе полимеризации.

2. При износах от 0,1 до 0,5 мм – холодное газодинамическое напыление.

Метод ХГДН основан на эффекте образования прочного металлического слоя при взаимодействии двухфазного сверхзвукового потока с поверхностью. Частицы порошка металла (или смеси металлов с корундом) находящиеся в твёрдом состоянии, ускоряются потоком воздуха до скоростей 400-700 м/с и направляются на подложку. При этом температура переносимых частиц как правило, не превышает 100ºС. [2,с.345]

Этот метод лишен многих недостатков высокотемпературных плазменных методов и имеет следующие достоинства:

- частицы переносятся в “холодном” состоянии со скоростями переноса до 700 м/с;
- разогрев частиц происходит за счет преобразования кинетической энергии в тепловую в процессе взаимодействия с поверхностью, т.е. непосредственно при формировании покрытия;
- возможность получать покрытия, полностью адекватные по составу напыляемому порошку;
- отсутствие заметного термического воздействия на материал подложки, не приводящей к деформации изделия (температура подложки в процессе напыления не превышает 150ºС;
- безопасность, экономичность и простота процесса.

3. При износах более 0,5 мм -полуавтоматическая наплавка проволокой ПАНЧ-11.

Весьма эффективный способ «холодной» (без подогрева) сварки чугунных деталей самозащитной проволокой сплошного сечения ПАНЧ-11. Этот способ сварки не требует применения защитного газа, так как в состав проволоки введены специальные элементы, предотвращающие окисление сварочной ванны и способствующие формированию плотного слоя.

Для сварки пригодны любые шланговые полуавтоматы, подающие проволоку диаметром от 1 до 1,6 мм, А-547, А-547У, А-825 и другие в комплекте с выпрямителями ВС-200, ВС-300 или сварочными преобразователями с жесткой характеристикой.

Наплавленный металл хорошо обрабатывается режущим инструментом, отсутствует коробление детали, не создаются значимые внутренние напряжения.

Несмотря на большие преимущества полуавтоматической сварки проволокой ПАНЧ-11, применение этого способа при восстановлении чугунных деталей пока ограничено из-за сравнительно высокой стоимости проволоки. [3,с.211]

4. Установка дополнительной детали на опору

Восстановление постели основано на использовании вкладышей или чугунный лент большего диаметра, устанавливается методом приклёпывания к опоре, с последующим растачиванием под номинальный размер $100^{+0,02}$мм, а диаметр опоры при этом равен $103,50^{+0,025}$ мм. Простота технологии с наименьшими затратами материальных средств, меньше затрат на время, при этом обеспечивается малый ресурс и низкая износостойкость восстановленной поверхности.

В современных условиях наиболее эффективной можно считать технологию восстановления основанную на электроискровой обработке, так как применяют полимерные материалы которые выполняют требования по точности, повышают износостойкость, есть возможность наносить слой от 0,1 до 0,5мм. Покрытие, нанесённое на восстанавливаемую поверхность деталей, имеет прочную связь с основным материалом.

Вывод:

Анализ результатов микрометражных исследований технического состояния блоков цилиндров двигателей КАМАЗ-740 различных модификаций, поступивших в ремонт, позволил установить при проведении капитального ремонта необходимо восстанавливать до 98% блоков цилиндров, при этом:

- износ отверстий коренных опор имеет как положительное, так и отрицательное значение и колеблется в пределах от -0,12 до + 0,11 мм, Наличие отрицательного износа объясняется процессом фреттинг-коррозионного изнашивания привалочных поверхностей блока и крышки;

- у аварийных блоков с провернутыми вкладышами износ отверстий коренных опор достигает 1.2 мм, при чем данный дефект характерен для третьей и пятой опор, что объясняется более высокими нагрузками, действующими на них;

- до 90% блоков цилиндров имеют овальность, конусность и несоосность отверстий коренных опор выше допустимой величины (более 0,025 мм).

Анализ современных технологий показал, что в настоящее время существуют различные технологические процессы восстановления изношенных постелей чугунных блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания, обеспечивающие высокую долговечность, при этом наиболее эффективной

можно считать технологию восстановления, основанную на электроискровой обработке.

Библиографический список

1. Восстановление деталей машин: Справочник / Под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с
2. Надежность и ремонт машин /В. В. Курчаткин, Н. Ф. Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; - М.: Колос, 2000.- 776 с.:
3. Пучин, Е.А. Технология ремонта машин: учебник для студентов вузов обуч. по спец. 110304 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» / Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.Л. Очковский [и др.]; под ред. Е.А. Пучина. – М.: КолосС, 2007. – 488 с.

УДК 620.186.8: 620.172.2

ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛИ У8 ПОСЛЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В.М. Потапов

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Изотермическая закалка (ИЗО) – один из способов упрочнения сталей. В результате неё сталь приобретает структуру, в которой дисперсные карбиды сочетаются с пластичной основой, представляющей собой несколько пересыщенный твердый раствор углерода в феррите. Исследованиями установлено, что присутствие в структуре бейнита пластичной *α*-фазы с равномерно распределенными карбидами снижает склонность стали к хрупкому разрушению и повышает работу распространения трещины [1,2]. Стали с бейнитной структурой обладают более высокой вязкостью, чем после закалки на мартенсит и отпуска на равную прочность или твердость [3,4], и более высоким сопротивлением коррозионному растрескиванию [5].

Изменение температуры аустенитизации – один из простых способов воздействия на структуру аустенита и, как следствие, – бейнита. В проведенных исследованиях изучалось влияние структурного состояния недеформированного аустенита стали У8, полученного при температурах аустенитизации 850, 900, 950 и 1000°С, на параметры структуры и свойства нижнего бейнита. Изотермическое превращение аустенита в нижний бейнит проводилось при температуре 300°С в расплаве солей 45% $NaNO_3$ + 55% KNO_3 с температурой плавления 220 ^{0}С. Для повышения скорости охлаждения в температурном интервале бейнитного превращения 250…450 ^{0}С в соль добавляли до 0,6 % воды [6,7].

Результаты исследования структуры нижнего бейнита, полученного при изотермической закалке, показывают, что состояние конечной структуры находится в прямой зависимости от аустенитного зерна. Варьируя температуру аустенитизации от 850 до 1000°С можно увеличить зерно аустенита с 35 до 78 мкм (рис.1).

Влияние размеров зерна аустенита сказывается главным образом на изменении длины бейнитных кристаллов *L*. Следует отметить, что размеры аустенитного зерна D_A тесно коррелируют с длиной кристаллов α –фазы: при росте зерна аустенита в стали в том же направлении изменяются и последние. В данных исследованиях длину пластин феррита *L* нижнего бейнита

определяли на микрофотографиях, полученных с 6-8 участков шлифа, протравленного в электролите следующего состава: 1г хлорного железа, 2 мл соляной кислоты, 0,3 мл зефиран хлорида, растворенных в 100 мл метилового спирта. Делалось по 400...600 замеров на обработку с построением гистограмм распределения размеров.

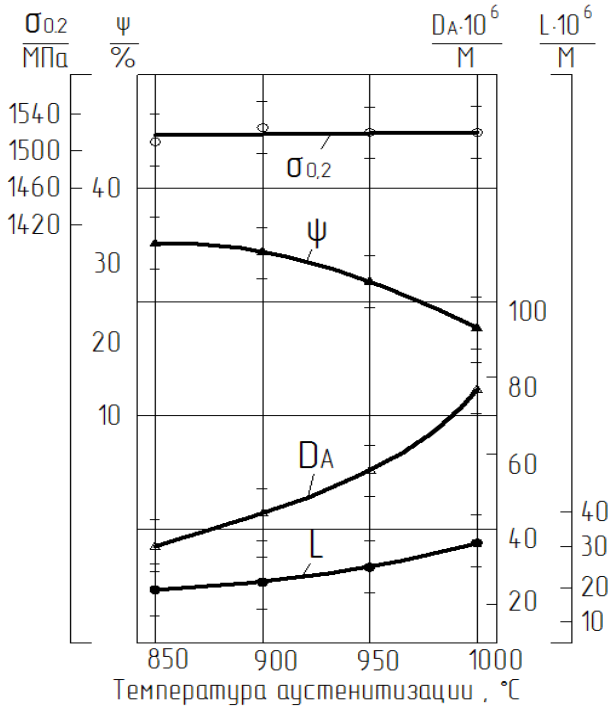


Рисунок 1 – Параметры структуры нижнего бейнита и механические свойства стали У8 после изотермической обработки ($t_{из}$ = 300^{0}С)

Типичные структуры нижнего бейнита, выявленные методом высокотемпературного скоростного цветного окисления, приведены на рис. 2.

Сталь, аустенитизированная при 850°С, имеет более дисперсную бейнитную структуру, чем при аустенитизации 1000°С. Основными местами зарождения бейнитных кристаллов в недеформированном аустените являются границы зерен. Уменьшение их протяженности, происходящее при понижении температуры, является главной причиной уменьшения длины пластин *α* - фазы. В работах [8,9] также показано, что длину кристаллов бейнита можно уменьшить путем измельчения исходного зерна аустенита.

а *б*

Рисунок 2 – Влияние температуры аустенитизации на структуру нижнего бейнита стали У8 ($t_{из}$ = 300^{0}С), х 500:
а – $t_а$ = 850^{0}С; *б* – $t_а$ =1000^{0}С

Механические свойства стали после изотермической обработки (ИЗО) при заданной температуре превращения определяются состоянием аустенита перед закалкой. Испытания проводили на разрывной машине. Упрочненные образцы изготавливались шлифованием и имели сечение 2х3 мм (рис.3). Диаграмма растяжения записывалась на потенциометре с помощью тензометрической системы (упругий элемент, тензодатчики, усилитель) в масштабе 60 Н/мм. Удлинение образцов и размеры поперечного сечения до и после разрыва замеряли на инструментальном микроскопе с точностью ±0,01мм. По результатам измерений определялось относительное удлинение δ, относительное сужение ψ. Данные для расчета условного предела текучести $\sigma_{0,2}$, временного сопротивления σ_B и истинного сопротивления разрыву $S_к$ получали из графической обработки диаграмм растяжения. Статистическая обработка результатов проводилась по данным испытания 6-8 образцов с определением доверительных границ для среднего значения исходя из 95%-ного уровня доверительной вероятности.

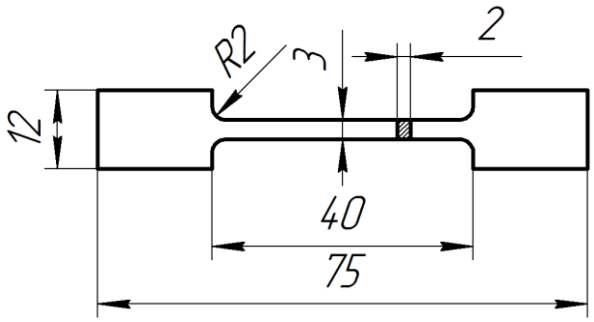


Рисунок 3 – Образец для механических испытаний

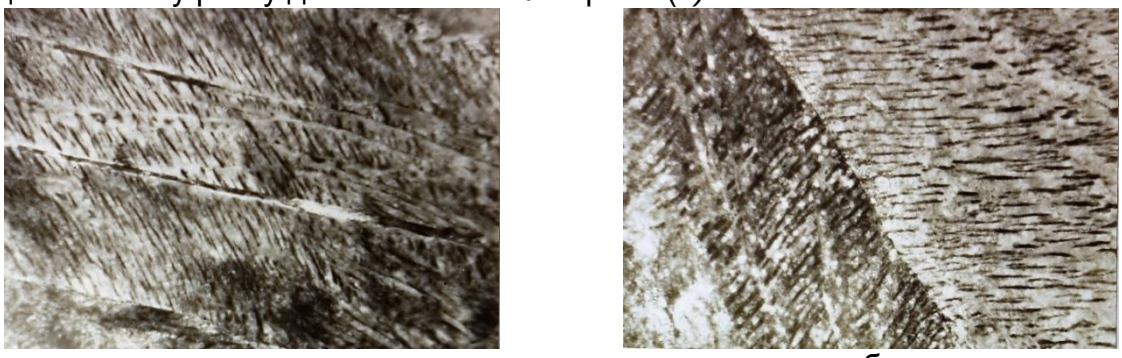
Испытания на растяжение закаленных в селитре при 300°С образцов показали, что температура аустенитизации не влияет на прочностные свойства (табл. 1). Однако при ее повышении с 850 до 1000°С существенно изменяется относительное сужение: оно падает с 33 до 22,5%..

Таблица 1 – Механические свойства стали У8 после различной температуры аустенитизации ($t_{из}$ = 300°С)

Температура аустенитизации	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$S_к$	ψ	δ
	МПа			%	
850	1500	1680	2320	33,0	5,0
900	1539	1710	2220	32,0	4,3
950	1520	1680	2250	27,0	5,2
1000	1510	1680	2110	22,5	4,2

Электронномикроскопические исследования фольг позволили вскрыть особенности структуры нижнего бейнита, полученного в изотермических условиях при температуре 300°С после различных температур аустенитизации. Нижний бейнит образуется в условиях, когда диффузия углерода затруднена и карбиды выделяются преимущественно внутри бейнитного феррита, в результате чего получается структура, подобная мартенситу отпуска (рис.4): в основном индивидуальные пластины (иглы); внутри пластин α-фазы распределены одинаково ориентированные дисперсные карбидные частицы, видимые только в электронном микроскопе. Ориентировка их не совпадает с длинной осью кристалла α-фазы. Приведенные в таблице 2 результаты показывают, что повышение температуры аустенитизации с 850 до 1000°С не влияет на ширину ферритных пластин W и межкарбидное расстояние λ.

Изменение аустенитного зерна D_A более чем в 2 раза (с 35 до 78 мкм, рис.1) приводит лишь к некоторому увеличению длины карбидных частиц *l* и существенному росту длины пластин *α* – фазы (*L*).



а *б*

Рисунок 4 – Структуры нижнего бейнита стали У8 после ИЗО ($t_{из}$ = 300^{0}С), x18000:
а – t_a = 850^{0}С, б – t_a = 1000^{0}С

Таблица 2 – Параметры структуры нижнего бейнита стали У8 ($t_{из}$=300°С)

Температура аустенитизации, ^{0}С	*L*	*W*	*l*	*λ*
	мкм			
850	20	1,036	0,293	0,099
1000	34	1,117	0,366	0,106

Таким образом можно предположить, что при прочих равных условиях (содержание углерода в α -фазе, плотность дислокаций в феррите) влияние на прочность стали с нижним бейнитом будут оказывать только изменение ширины ферритных пластин *W* и расстояния между частицами карбидов *λ*. Эти два параметра структуры являются эффективными барьерами на пути движущихся дислокаций. Хотя в структуре и присутствуют исходные границы аустенита, они составляют небольшую часть общей поверхности границ. Большую же часть граничной поверхности составляют малоугловые границы пересечения пластинок феррита. Измельчение (уменьшение длины) бейнитных кристаллов видимо не является решающим фактором в повышении предела текучести, а приводит лишь к существенному повышению пластичности.

Библиографический список

1. Васильева А.Г. Деформационное упрочнение закаленных конструкционных сталей / А.Г.Васильева. – М.: Машиностроение, 1981.–232 с
2. Приданцев М.В. Свойства углеродистой рельсовой стали и стали 40ХН после закалки с отпуском и после изотермической обработки / М.В.Приданцев, Г.В.Никонов // Изв. АН СССР. Металлы.– 1974.– №1.– С. 97-104.
3. Бернштейн М.JI. Термомеханическая обработка стали / М.Л.Бернштейн, В.А.Займовский, Л.М.Капуткина. – М.: Металлургия, 1983. – 480 с.
4. Ващурин А.М. Бейнитная хрупкость штамповых сталей / А.М. Ващурин, Е.М.Ушакова, А.П.Чучвача. – МиТОМ, 1974.– №9.– С.12-15.
5. Ажогин Ф.Ф. Коррозионное растрескивание и защита высокопрочных сталей/ Ф.Ф. Ажогин.– М.: Металлургия, 1974.– 256с.
6. Бабич А.П.. Стабилизация температуры и охлаждающей способности расплава солей /А.П.Бабич, Е.И.Чернов, Ю.Н.Показий //. МиТОМ, 1982.– №1.– С.51-52.
7. Бирюкова В.Н. Изотермическая и ступенчатая закалка в расплаве солей с введением воды / В.Н.Бирюкова // В сб.: Современные пути преодоления

автодеформации при термической обработке металлических изделий.– МДНТП, 1974.– с. 97.
8. Heneman R.F. A Debate of the Bainite Reaction / R.F. Heneman, K.R.Kinsman, H.J.Aaronson //Met.Trans, 1972.– v.3.– №5.– с.1077–1093.
9. Накасима Х. Бейнитное превращение, протекающее при изотермическом охлаждении стали / Х.Накасима // Нэцу сери, 1975.– т.16.–№2.– с.93-99.

УДК 620.172.2: 620.186.8

ПОВЫШЕНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ У8 ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

В.М. Потапов
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Изучалось влияние температурных и деформационных режимов упрочнения на структуру бейнита и показатели конструктивной прочности стал У8. Химический состав стали приведен в таблице.

Таблица – Химический состав стали У8

Содержание элементов, %							
C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S
0,82	0,35	0,17	0,04	0,05	0,12	0,009	0,022

Использование в исследованиях этой стали обусловлено следующими причинами:

1. Сталь У8 – сталь эвтектоидного состава, что позволяет исключить влияние избыточных фаз на структуру бейнита, т.к. в этом случае практически отсутствуют предварительные выделения феррита и карбида.

2. Сталь У8 нашла широкое применение для изготовления инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: фрез, зенковок, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых, кернеров, отверток, комбинированных плоскогубцев, боковых кусачек.. Помимо этого сталь применяют для изготовления накатных роликов, пружин, штампов холодной высадки, которые также могут демонстрировать необходимую прочность и ударостойкость. Это дает возможность использовать полученные в настоящей работе результаты на практике.

Термопластическое упрочнение проводили на прокатном стане рис. 1.

Исходное состояние исследуемой стали – горячекатанные и отожженные листы толщиной 5,2 мм. Образцы, вырубленные из листов вдоль направления прокатки, аустенитизировались в шахтной электрической печи при температурах: 850...1000°С в течение 15 минут. Обжатие осуществлялось со скоростью 0,35 м/с. Степень деформации изменялась регулированием зазора между валками и составляла 15,30,40 и 50%. Для обеспечения равенства скоростей охлаждения заготовки размером 70х12 мм, обрабатываемые по разным режимам, шлифовались перед прокаткой до толщины, позволяющей после прокатки с определенным обжатием получать во всех случаях образцы с равной конечной толщиной – 2,6 мм. Время между окончанием аустенитизации и началом пластического деформирования составляло не более 2 с, а между выходом заготовки из стана и попаданием в соляную ванну – 1 ... 1,5 с.

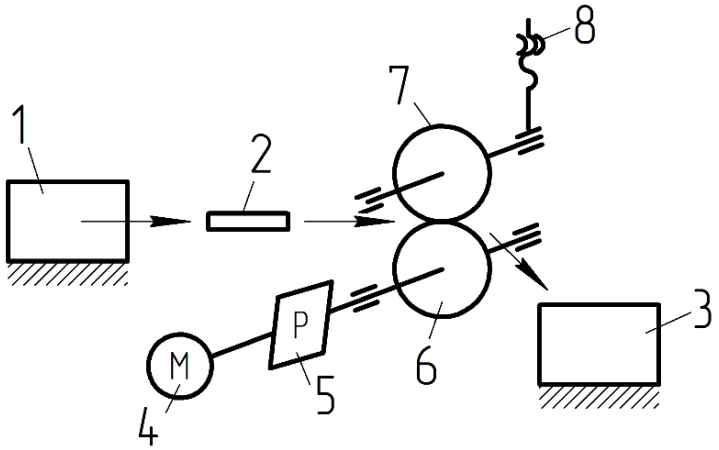


Рисунок 1 – Схема термопластического изотермического упрочнения: 1 – печь для аустенитизации; 2 - образец; 3 – соляная ванна; 4 – электродвигатель; 5 – редуктор; 6 – приводной ролик; 7 – прижимной ролик; 8 – механизм регулирования степени деформации.

Изотермическое превращение проводилось при 300°С. В качестве закалочной среды использовался расплав солей: 45% $NaNO_3$ +55% $KN0_3$ с температурой плавления 220°С. Для повышения скорости охлаждения в температурном интервале бейнитного превращения 250 ...450°С в соль добавляли до 0,6% воды [1]. Необходимую температуру аустенитизации и расплава солей поддерживали обычными системами автоматического регулирования (ХА термопара – автоматический потенциометр – блок электропитания нагревателей).

Обработанные по указанным режимам образцы испытывались на растяжение с определением таких характеристик, как $\sigma_{0,2}$, $\sigma_В$, S_K, ψ и σ. Для каждой температуры аустенитизации построены графики изменения указанных механических свойств в зависимости от величины обжатия. На рис. 2 показано изменение свойств стали под влиянием прокатки на заданную степень деформации при температуре $t_а = t_{деф} = 1000$°С.

Видно, что пластическая деформация приводит к упрочнению. Увеличение степени до 40% способствует, по сравнению с обычной изотермической закалкой, повышению как прочностных характеристик, так и пластичности. При этом относительное сужение ψ при увеличении степени обжатия возрастает более существенно – с 22,5 до 37% и становится на 4% выше, чем при изотермической обработке стали, аустенитизированной при 850°С. Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, повышается на 60...70 МПа. Истинное сопротивление разрушению S_K, – на 290 МПа.

Значительное увеличение пластичности можно связать, во-первых, с влиянием деформации аустенита на скорость образования и скорость роста бейнитных кристаллов и, во-вторых, с количеством углерода в α - фазе. Известно, что кинетика изотермического распада аустенита в промежуточной области температур определяется скоростью зарождения и скоростью роста кристаллов. Поскольку металлографическими исследованиями, проведенными разными авторами [2-4], показано, что в случае ВТМИЗО количество кристаллов в единице объема увеличено, а их длина уменьшена, можно считать, что предварительная пластическая деформация аустенита повышает скорость зарождения и замедляет скорость роста бейнитных кристаллов. Следовательно, общее замедление бейнитного превращения под влиянием горячей деформации аустенита обусловлено снижением скорости роста.

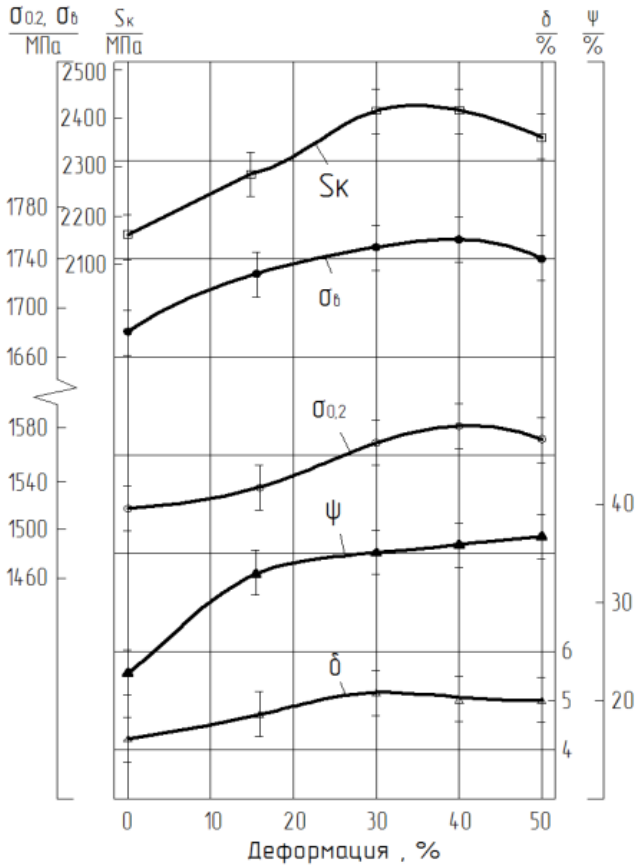


Рисунок 2 – Зависимость механических свойств нижнего бейнита стали У8 от степени деформации аустенита
$t_а = t_{деф} = 1000^0C$, $t_{из} = 300^0C$.

Под действием пластической деформации аустенита уменьшается и количество углерода в феррите бейнита [4], в результате чего матрица становится более пластичной.

Структура стали, деформированной на разную степень, представлена на рис. 3.

Количественный анализ структуры нижнего бейнита показал, что степень деформации в 40% является критической для температуры 1000°С. Об этом свидетельствуют и частотные кривые распределения длин бейнитных кристаллов по размерам (рис..4). Дальнейшее увеличение степени деформации до 50% не приводит к диспергированию структуры и несколько снижает прочность стали. Примечательным является тот факт, что деформация аустенита всего на 15% приводит к измельчению бейнитных кристаллов с 34 до 25 мкм.

Далее по степени дисперсности следует бейнит, полученный после деформации аустенита на 30% (21 мкм). Деформация в 40 и 50% измельчает структуру до 17 мкм. Очевидно предварительная деформация аустенита, изменяя плотность дефектов, ускоряет диффузионное перераспределение углерода в процессе последующей изотермической закалки, способствует образованию росту одновременно множества зародышей новой фазы. Дислокационные построения, образующиеся при деформации, могут служить местами преимущественного зарождения бейнитных кристаллов, увеличивать число мест образования зародышей и препятствовать их росту. Это проявляется в измельчании бейнитной структуры при всех исследованных степенях деформаций. Следует отметить также, что увеличение степени деформации до 40% приводит к

увеличению разориентированности ферритных пластин, уменьшению склонности их к пакетобразованию, что имеет место при обычной изотермической закалке (рис. 3, а) и после деформаций на малые степени (рис. 3, б, в). Можно предположить, что все это связано с увеличением числа эффективных мест их зарождения.

Электронномикроскопические исследования фольг показали, что в случае обычной изотермической обработки бейнитные пластины имеют четко очерченные прямолинейные контуры (рис. 5 а).

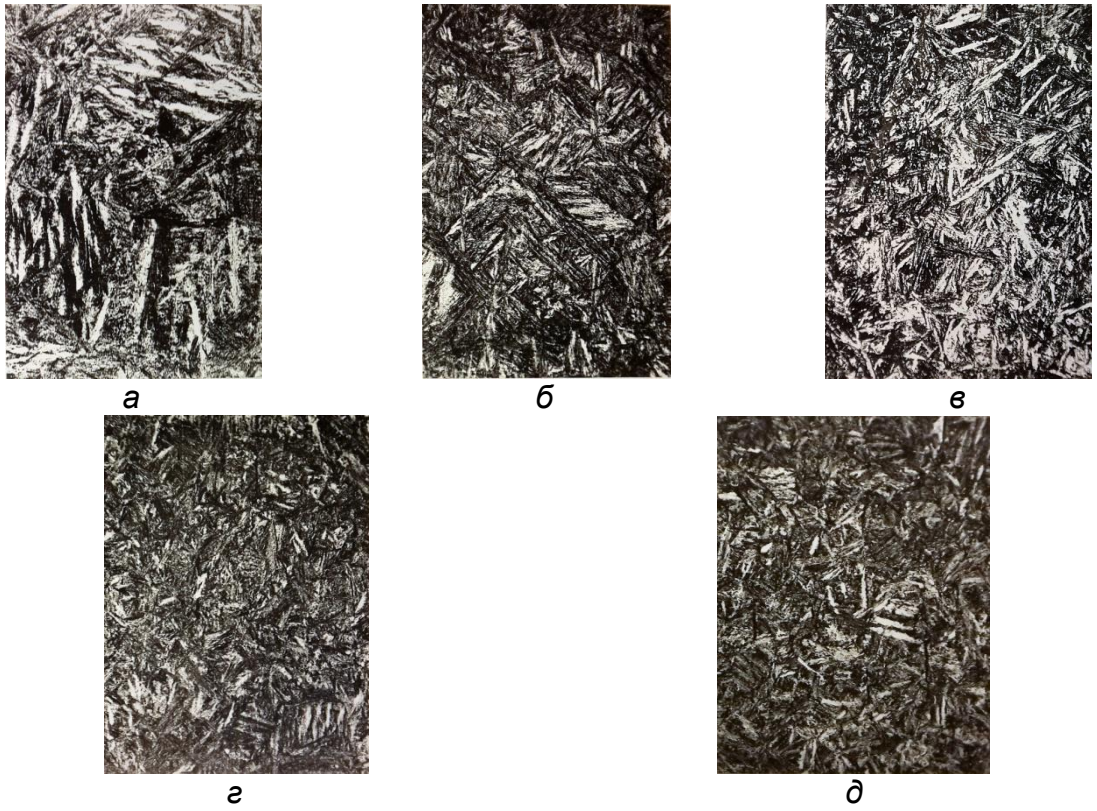


Рисунок 3 – Структура нижнего бейнита стали У8 после ИЗО (а) и ВТМИЗО (б-д), х500*,* $t_а$ = 1000^{0}С*,* $t_{из}$ = 300°С*, б – ε =* 15%; *в –* 30%; *г –* 40%; *д –* 50%.

Пластическая деформация аустенита приводит к тому, что

четкость контуров, как правило, исчезает (рис. 5, б). Это можно объяснить сдерживанием поперечного роста бейнитной пластины на некоторых участках из-за взаимодействия ее границы дислокационными построениями в аустените.

Влияние степеней деформации в 15, 30, 40 и 50% на механические свойства стали У8 со структурой нижнего бейнита исследовали и после температур аустенитизации в 850 и 950°С (рис. 6). Здесь также

Наблюдается положительная роль горячей деформации аустенита в повышении показателей прочности и пластичности. Снижение температуры аустенитизации приводит к повышению критических степеней деформации, после которых начинается разупрочнение. При температуре прокатки 950°С – это 50%, а при температуре 850°С предел текучести монотонно растет вследствие увеличения степени деформации от 0 до 50%. Видимо критическая степень здесь выше чем 50% и процессы динамической рекристаллизации, приводящие к разупрочнению, протекают при более высоком обжатии.

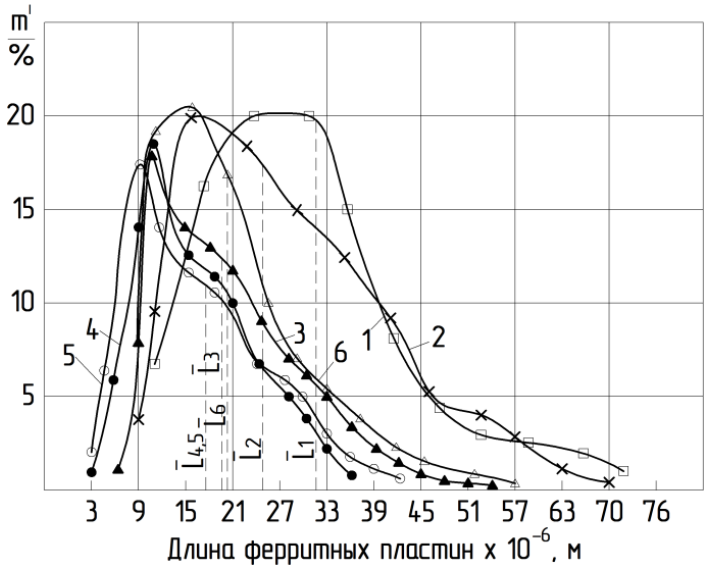
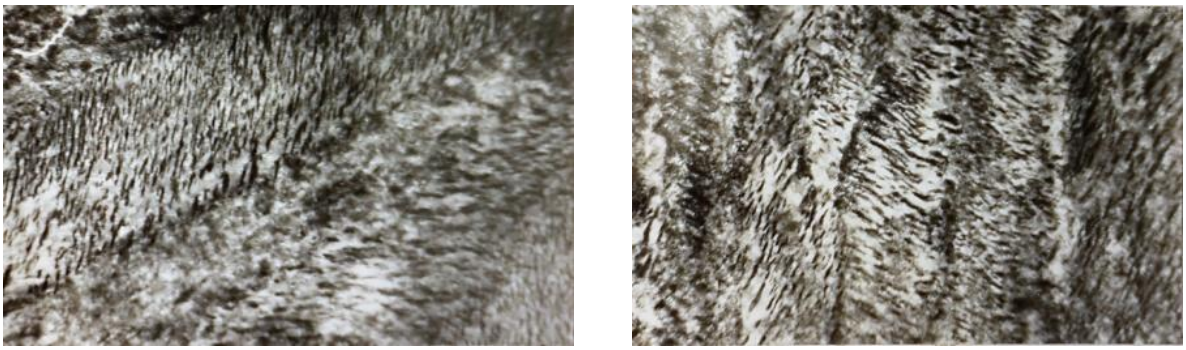


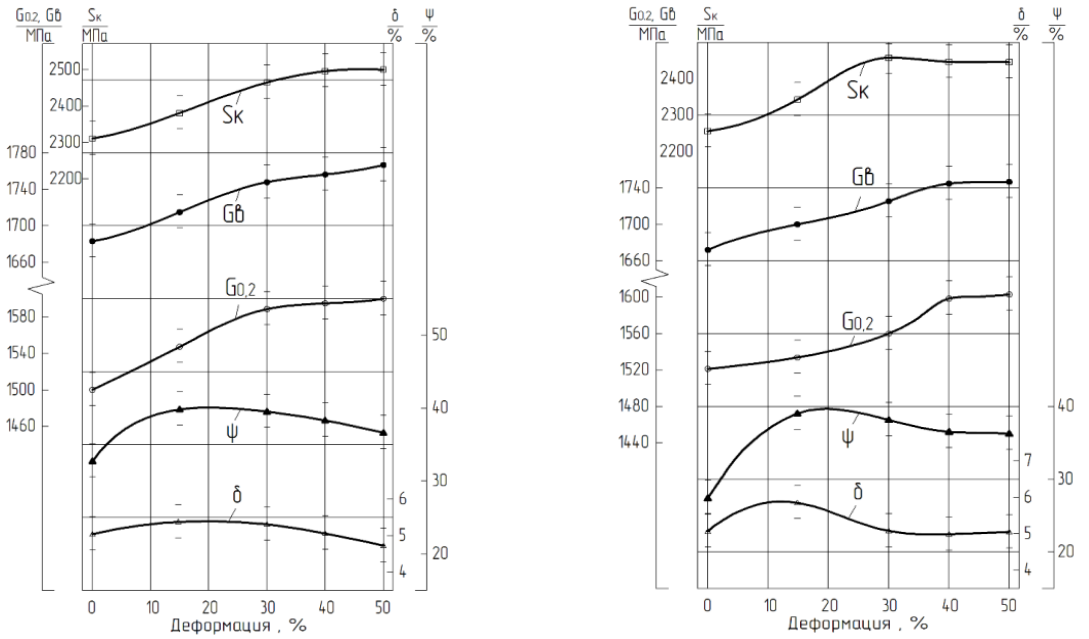
Рисунок 4 – Гистограммы распределения длины бейнитных кристаллов; $t_{из}$ = 300 °С: 1 – ИЗО ($t_а$ = 1000 ^{0}С); 2 – ВТМИЗО (ε = 15%); 3 – ε = 30%; 4 – ε = 40%; 5 – ε = 50%; 6 – ИЗО ($t_а$ = 850 ^{0}С).

Следует отметить, что максимальное значение относительного сужения ψ при температурах аустенитизации 850 и 950°С можно получить при степени 15%; ψ при этом возрастает с 33 до 40% и с 28 до 39% соответственно. Дальнейшее увеличение степени деформации не приводит к росту этой характеристики. Изменение степени обжатия не влияет на относительное удлинение δ при всех исследованных температурах аустенитизации. Самый большой прирост условного передела текучести – 100 МПа получен после прокатки на 50% при 850^{0}С (ψ здесь возрастает на 5%), а пластичности (относительного сужения ψ) – на 14,5% после деформации ε = 40% при температуре 1000^{0}С с одновременным повышением условного предела текучести на 70 МПа. Очевидно, что структурные изменения в нижнем бейните, вызванные различием в структуре аустенита при воздействии на него пластической деформации перед изотермическим превращением, определяют прочностные и пластические свойства стали.



а *б*

Рисунок 5 – Структура нижнего бейнита стали У8 после ИЗО и ВТМИЗО. х18000: а – ИЗО ($t_а$ = 1000 ^{0}С, $t_{из}$ = 300°С); б – ВТМИЗО ($t_а$ = t_d =1000 ^{0}С, ε = 40%, $t_{из}$ = 300°С).



а *б*

Рисунок 6 – Зависимость механических свойств нижнего бейнита стали У8 от степени деформации аустенита; $t_{из}$ = 300°С:
а – $t_а = t_{деф}$ = 850^{0}С; б – $t_а = t_{деф}$ = 950°С.

Библиографический список

1. Бабич А.П.. Стабилизация температуры и охлаждающей способности расплава солей /А.П.Бабич, Е.И.Чернов, Ю.Н.Показий //. МиТОМ, 1982.– №1.– С.51-52.
2. Теребило, Г.И. Особенности строения бейнита, упрочненного термомеханической изотермической обработкой №6/ Г.И. Теребило, Л.Б. Тихомирова, Л.И. Тушинский. // Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 1976. – С.118.
3. Тихомирова, Л.Б. Влияние параметров ВТМИЗО на структуру нижнего бейнита. / Л.Б. Тихомирова, Г.И. Теребило, Ю.В. Маслов.// В сб.: Субструктура и конструктивная прочность стали.– Новосибирск, НЭТИ, 1976. – С. 62.
4. Тихомирова, Л.Б**.** Количественная оценка параметров структуры нижнего бейнита при упрочнении стали У8 способом ВТМИЗО./ Л.Б. Тихомирова, Г.И. Теребило. // В сб.: Субструктура и конструктивная прочность стали. – Новосибирск, НЭТИ, 1976. – С.72.

УДК 620.174.24: 620.186.8

СРАВНЕНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ У8 ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ

В.М. Потапов
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

С позиций механики разрушения конструктивную прочность стали удобно оценивать с помощью так называемых диаграмм конструктивной прочности [1,2], построенных в координатах «вязкость разрушения – предел текучести». Они позволяют выбрать оптимальные режимы упрочнения для получения наиболее благоприятных структур.

Для испытаний использовались образцы (рис.1) на боковую поверхность которых наносился механический надрез шириной 1 мм и глубиной 1,5 мм, затем вольфрамовой проволокой диаметром 0,12мм с применением абразивной пасты – более острый концентратор.

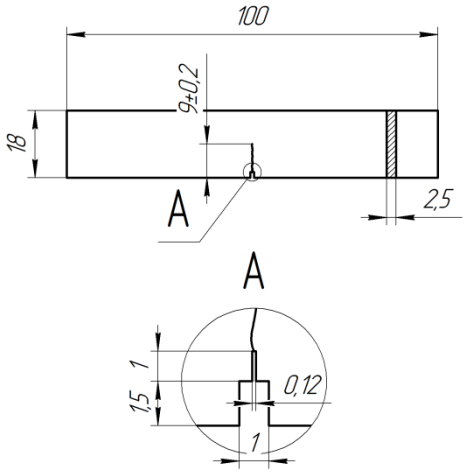


Рисунок 1 – Образец для испытаний при определении J– интеграла

Зарождение усталостной трещины осуществлялось на специальной установке с консольным закреплением образца при отнулевом цикле нагружения с амплитудой прогиба 0,15 мм. Трещина длиной 9мм выращивалась не менее, чем за $5 \cdot 10^4$. Нагружение образцов с трещиной проводилось на испытательном комплексе трехточечным изгибом при расстоянии между крайними опорами равном 72 мм. Запись диаграммы «нагрузка *P* – прогиб *f* » осуществлялась на двухкоординатном самописце, электрические сигналы на который подавались с тензометрических датчиков усилия и прогиба. Величину J – интеграла рассчитывали по формуле

$$J_{1c} = \alpha A_c / (b\text{-}l)t, \quad (1)$$

где α – коэффициент (при изгибе α = 2,0);

A_c – работа, затраченная на разрушение образца;

l – длина трещины;

b – ширина образца;

t – толщина образца.

Работу A_c подсчитывали планиметрированием диаграммы $P - f$. На один режим обработки испытывалось 8 образцов при отбраковке которых перед испытанием обращалось внимание на кривизну трещины, одинаковость размеров трещины с обеих сторон образца, отсутствие признаков многоочаговости.

Структуры бейнита от нижнего до верхнего получали различными способами упрочнения : ИЗО (изотермическая обработка) – $t_a = 850^0$С; ВТМИЗО (высокотемпературная термомеханическая изотермическая обработка) – $t_a = t_{деф} = 1000\ ^0$С, $\varepsilon = 40\%$; РТПУ (регулируемое термопластическое упрочнение) – $t_a = t_{деф} = 1000^0$С, $\varepsilon_1 = 40\%$; $\tau = 15$с, $\varepsilon_2 = 18\%$ с последующим изотермическим превращением аустенита в интервале температур 250…450^{0}С.

Параметры структур нижнего и верхнего бейнита показаны на рис.2.

Диаграмма конструктивной прочности для стали У8 представлена на рис.3. Сложный характер вязкости разрушения при варьировании предела текучести объясняется, вероятно, не только различным влиянием структурных изменений в бейните, но и сменой морфологии структуры при переходи от нижнего

бейнита к верхнему. Независимо от этого при температурах изотермического превращения от 250 до 450^{0}С диаграмма конструктивной прочности стали после РТПУ расположена выше, чем после ИЗО и ВТМИЗО. Снижение температуры с 300 до 250^{0}С приводит, несмотря на уменьшение длины карбидных выделений с 0,213 до 0,180 мкм и длины бейнитных кристаллов с 12 до 6 мкм, к снижению вязкости разрушения до J_{1c} = 19 кДж/м^2, что, очевидно, можно объяснить увеличением пересыщенности твердого раствора углеродом, повышением тетрагональности α – фазы бейнита и увеличением степени блокировки дислокаций внедренными атомами углерода. Уменьшение пластичности ферритной матрицы затрудняет протекание релаксационных процессов в вершине трещины при нагружении образца и увеличивает скорость её распространения, снижая тем самым сопротивление стали хрупкому разрушению.

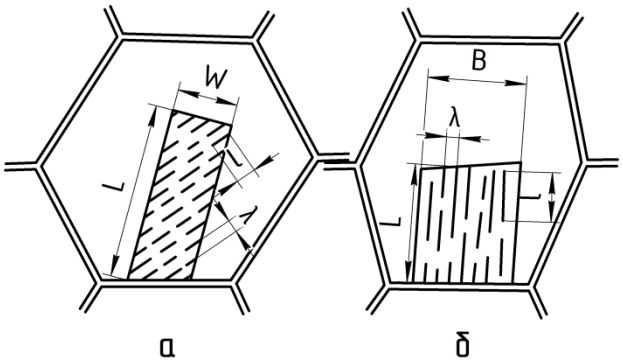


Рисунок 2 – Структурные параметры нижнего (а) и верхнего (б) бейнита углеродистой стали (L – длина, W – ширина кристаллов α – фаз; l – длина карбидных частиц; λ– расстояние между карбидами; B – ширина пакета)

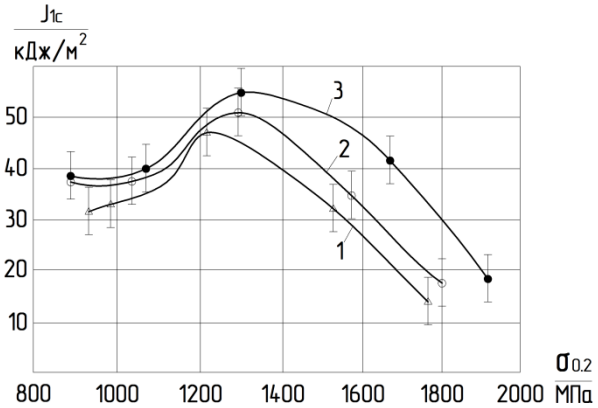


Рисунок 3 – Диаграмма конструктивной прочности стали У8
1 – ИЗО, 2 – ВТМИЗО, 3 – РТПУ

Максимум вязкости разрушения (в случае РТПУ – J_{1c} = 55 кДж/м^2) обнаруживается при температуре превращения 350^{0}С. Эта температура для стали приблизительно эвтектоидного состава является граничной при переходе от нижнего бейнита к верхнему. При этой температуре увеличивается скорость диффузии углерода, уменьшается содержание его в феррите. Структура получается не грубо дифференцированная, как в верхнем бейните, а виде ферритных областей не имеющих, как, например, в нижнем бейните, четких границ. Дисперсность карбидных частиц в такой матрице еще достаточно велика. Увеличение пластичности феррита, уменьшение количества источников торможения дислокаций виде границ α – фазы приводит к росту вязкости

разрушения при одновременном сохранении эффекта по прочности (между ИЗО и РТПУ он составляет 80 МПа). Вязкость разрушения стали после ИЗО и ВТМИЗО достигает 47 и 51 кДж/м^2 соответственно.

Повышение температуры до уровня, при котором образуется верхний бейнит, приводит к ещё большему повышению скорости перераспределения углерода. В этом случае чрезвычайно легко происходит обогащение аустенита углеродом, а выделение карбидов идет непосредственного из аустенита, а не из пересыщенного феррита, как в случае образования нижнего бейнита. Поэтому при температурах существования верхнего бейнита образуется *α* – фаза, практически не содержащая углерода [3] и с грубыми выделениями цементита, ориентированного преимущественно вдоль длинной оси ферритных пластин и выделившегося на их границах (средняя длина карбидов после РТПУ – 0,50 мкм; после ИЗО – 0,84 мкм). Такая структура с одновременным снижением прочности приводит к уменьшению вязкости разрушения. Малоугловые границы бейнитного феррита не препятствуют распространению трещин, местами зарождения которых являются в большей мере области с повышенной плотностью дислокаций у карбидных частиц. Их тормозят только высокоугловые границы бейнитного пакета или зерна аустенита. Таким образом трещина может быстро распространяться. Следовательно, некоторое возрастание характеристики вязкости разрушения на этой температуре в случае РТПУ (38 кДж/м^2) по сравнению с ИЗО (32 кДж/м^2) при одинаковых значениях предела текучести (1050 МПа) связано с уменьшением длины единичных трещин и, как следствие, с более поздним их слиянием в магистральную трещину.

Библиографический список

1. Романов О.Н. Вязкость разрушения конструкционных сталей/ О.Н.Романов// Сер.: Достижения отечественного металловедения.–.М.: Металлургия, 1979.– 176 с.
2. Романив О.Н. Конструктивная прочность сталей со структурой отпущенного мартенсита./ О.Н.Романив, А.Н.Ткач. // – МиТОМ, 1982, №5. – С.7–11.
3. Энтин Р.И. Превращения аустенита в стали./ Р.И.Энтин.– М.: Металлургиздат, 1960.– 252 с.

УДК 620.178.3

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНО-УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛИ У8 ПРИ ПУЛЬСИРУЮЩЕМ НАГРУЖЕНИИ

В.М. Потапов
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Разнообразие условий работы деталей машин, передающих усилия через непосредственный контакт поверхностей, достаточно велико. Прочность и износостойкость этих деталей часто оказывают непосредственное влияние на надежность узлов и машины в целом. Разрушение поверхностных слоев материала в результате накоплении повреждений и их развития под действием переменных контактных напряжений, вызывающих образование трещин или ямок выкрашивания (питтингов), является характерной причиной выхода из строя многих деталей машин, работающих в условиях циклически повторяющихся контактных нагрузок. Развитие отраслей машиностроения сопровождается поиском новых материалов и эффективных способов

упрочнения, позволяющих повысить надежность и долговечность изделий при высоких уровнях контактных напряжений.

Исследования, проведенные различными авторами в области контактно-усталостной прочности [1,2] дают основание считать, что процесс контактной усталости является комплексным явлением, зависящим от многих факторов, природа действия которых, и особенно параметров структуры, мало изучена. Необходимость экспериментального исследования прочности материала при пульсирующем контакте, кроме практической важности для ряда деталей, обусловлена и удобным сочетанием условий циклического нагружения с определенным пространственным распределением напряжений и деформаций в зоне контакта. Это обстоятельство значительно упрощает исследование процесса усталости материала вблизи зоны контакта по сравнению с подобными исследованиями в зоне катящегося контакта.

Характерным условием нагружения деталей, воспринимающих контактные нагрузки, является ограниченность величины площадок касания, передающих усилия между деталями. Возникающие контактные напряжения отличаются от общих напряжений тем, что, во-первых, величина их часто превышает предел текучести при одноосном растяжении. Это допустимо, так как материал вблизи контактных площадок находится в состояния, близком к всестороннему сжатию [3]. Во-вторых, контактные напряжения очень быстро убывают по мере удаления от площадок контакта, уменьшаясь в десятки раз на расстоянии, равном нескольким диаметром пятна контакта.

Появлению микротрещин, приводящих к контактному усталостному разрушению, обычно предшествуют локальные пластические деформации. По критерию Мизеса появление пластической деформации связывается с равенством интенсивности напряжений в зоне контакта с условным пределом упругости $\sigma_{0,05}$ или условным пределом текучести $\sigma_{0,2}$. Считается, что при прочих равных условиях увеличение их значении приводит к уменьшению вероятности появления локальных пластических деформаций и, следовательно, к повышению контактной выносливости или, по крайней мере, к увеличению числа циклов нагружения до появления усталостных микротрещин [4].

Вместе с тем увеличение пределов упругости и текучести может приводить к снижению вязкости материала и, следовательно, к сокращению количества циклов, необходимых для развития усталостной трещины от момента ее появления до начала усталостного выкрашивания. Поэтому при выполнении настоящего исследования ставилась задача экспериментально проверить влияние структурных параметров нижнего бейнита, ответственных за повышение прочностных и вязкостных показателей на контактно-усталостную прочность стали У8, выяснить условия, возникающее при пульсирующем контакте шара с плоскостью, и на основании этого составить схему контактно-усталостного разрушения при пульсирующем нагружении.

Выявление влияния структуры стали на развитие в зоне контакта процессов накопления повреждений и составления схемы контактно-усталостного разрушения при пульсирующем контакте (рис.1) была разработана установка (рис.2), позволяющая проводить испытания на плоских образцах с размерами 100х18х2,5 мм.

Исследование подвергались плоские образцы, упрочненные по следующим режимам: ИЗО ($t_а$ = 1000^{0}С, $t_{из}$ = 300^{0}С), ВТМИЗО ($t_а$=$t_{деф}$= 1000^{0}С, ε = 40%, $t_{из}$ = 300^{0}С) и РТПУ ($t_а$=$t_{деф}$= 1000^{0}С, ε_1=40%, τ_1=15с, ε_2 = 18%, $t_{из}$ = 300^{0}С).

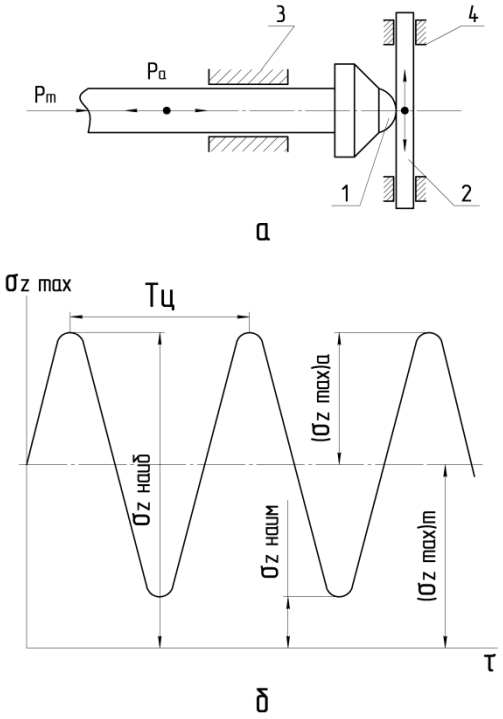


Рисунок 1 – Схема испытаний на контактную усталость:
а – схема нагружения: 1 – индентор (шар), 2 – плоский образец, 3 – опора скольжения, 4 – рамка для крепления образца.
б – цикл напряжений: Pm – средняя нормальная нагрузка, Pa – амплитуда нормальной нагрузки, Тц – период цикла.

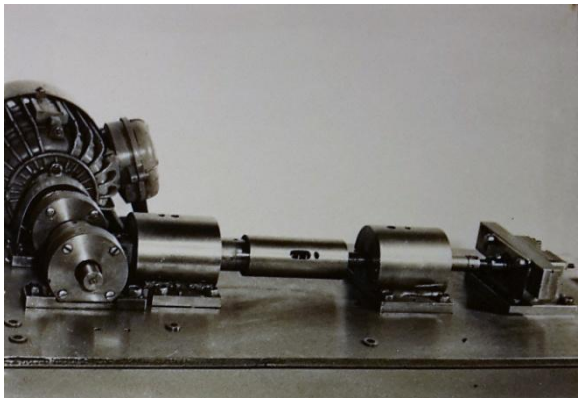


Рисунок 2 – Установка для контактно-усталостных испытаний по схеме «пульсирующий контакт»

Схемы упрочнения образцов представлены на рис.3.

За критерий разрушения при выбранной схеме нагружения принято образование питтингов по контуру пятна контакта. Фиксация первых трещин является сложным и не всегда повторяемым критерием оценки контактного разрушения. Чаще нагружение деталей ограничивается опасностью появления выкрашиваний на рабочей поверхности и лишь изредка – образованием первых линий скольжения в зоне максимальных касательных напряжений под поверхностью контакта или сетки микротрещин по границе пятна контакта.

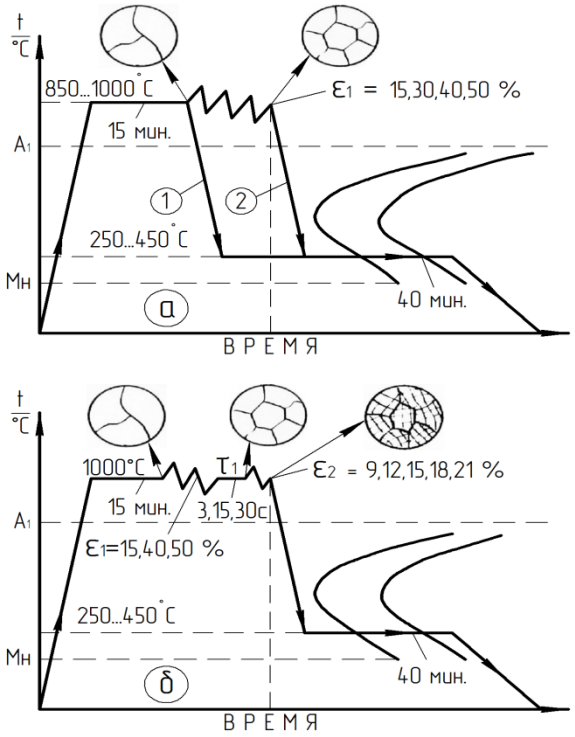
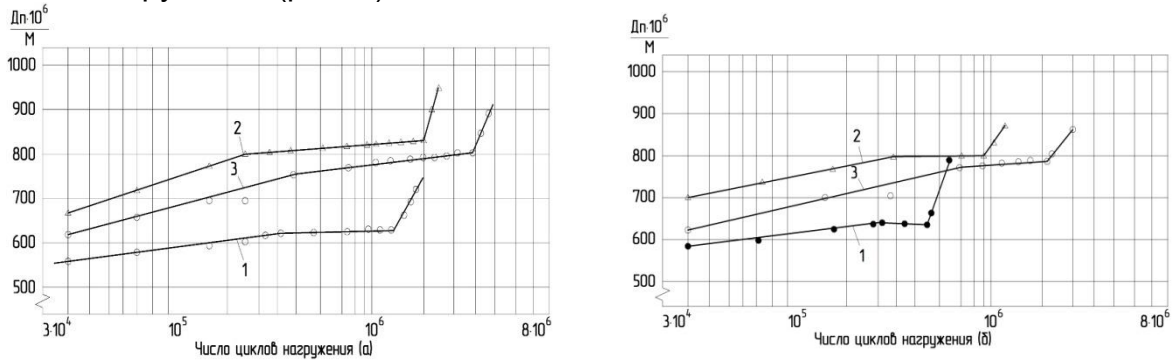


Рисунок 3 – Схемы упрочнения с получением бейнитных структур в стали У8. Схема а: 1 – ИЗО, 2 – ВТМИЗО. Схема б: РТПУ

В данных исследованиях для определения момента разрушения на оптическом микроскопе измерялся диаметр пятна контакта и строился график его изменения в функции наработки (числа циклов нагружения). Нагрузка *P* в зоне касания индентора с поверхностью образца изменялась от 400 до 700 Н. В результате были получены графики изменения площадки контакта от числа циклов нагружения (рис. 4).

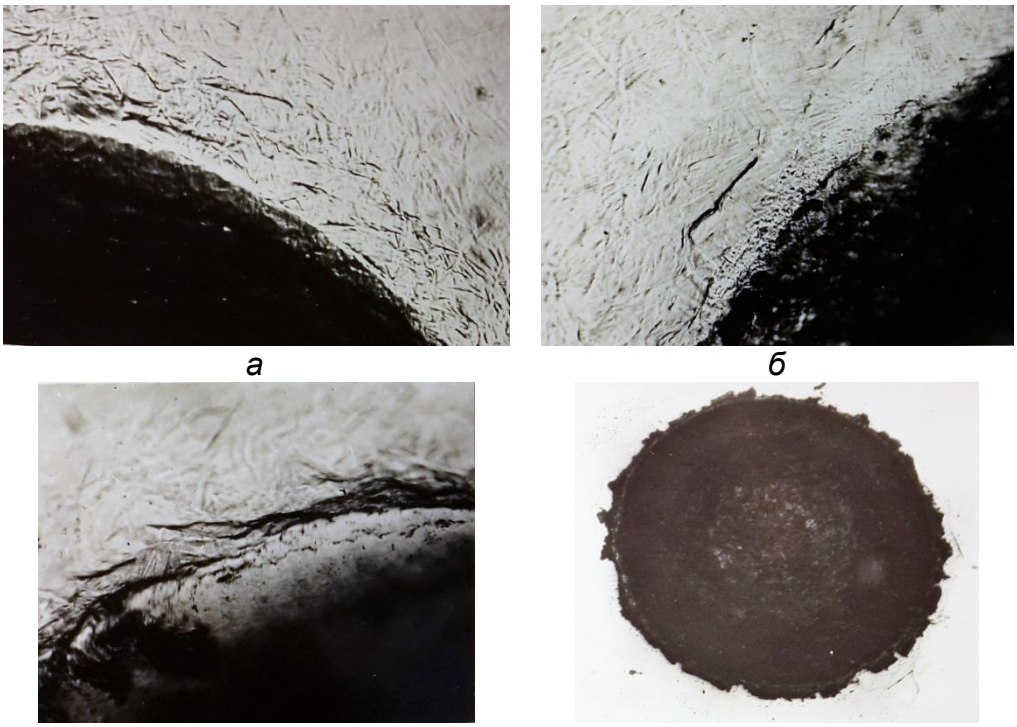


а *б*

Рисунок 4 – Влияние упрочняющих обработок на контактную выносливость стали У8 со структурой нижнего бейнита.
P_m = 500 Н (а), 600 Н (б); 1– ИЗО, 2 – ВТМИЗО, 3 – РТПУ

При циклическом изменении нагрузки, сжимающей плоскую поверхность со сферой в нормальном к поверхности направлении, происходит попеременное с частотой нагружения сужение и расширение пятна контакта, сопровождаемое скольжению поверхностей в кольцевой зоне, граничащей с пятном контакта. В макрообъеме, примыкающем к контактной поверхности, материал деформируется упруго. Однако в некоторых микрообъемах в зоне действия концентраторов напряжений появляются пластические деформации. При каждом последующем цикле нагружения происходит перемещение

кольцевой зоны с одновременным ростом пятна контакта. После некоторого числа циклов нагружения деформационное упрочнение достигает насыщения и образуется микротрещины (рис.5 *а*). Как правило, первые усталостные микротрещины появлялись на границе пятна контакта или вблизи ее в результате повторения микропластических сдвигов, приводящих к нарушению равновесия внутрикристаллических связей.



а *б* *в* *г*

Рисунок 5 – Кинетика контактно-усталостного разрушения
а – $N_ц = 4 \cdot 10^5$; *б* – $N_ц = 1{,}3 \cdot 10^6$; *в* – $N_ц = 1{,}8 \cdot 10^6$;
г – $N_ц = 2{,}1 \cdot 10^6$; *а,б* – х300; *в* – х400; *г* – х 60.

Таким образом, первый участок на кривой $D_n = f(N_ц)$ характеризуется интенсивным ростом пятна контакта. Стабилизация его происходит в зависимости от структуры бейнита на уровне 640...800 мкм. Более низкие значения относятся к стали, упрочненной ИЗО. Вероятно, это связано с тем, что обычная изотермическая закалка на нижний бейнит от $t_а$ = 1000°С ($t_{из}$ =300°С) дает существенно низкие значения пластичности (в 1,8 раза ниже, чем после РТПУ) при снижении предела текучести только на 11%. Поэтому деформационное упрочнение в этом случае наступает несколько раньше, чем после РТПУ и ВТМИЗО. Следует отметить, что независимо от прикладываемой нагрузки, стабилизация размеров контактных площадок происходит при достижении ими одних и тех же значений, определяемых видом обработки: 640 мкм после ИЗО, 770 мкм – РТПУ и 800 мкм – ВТМИЗО. Дальнейшее увеличение числа циклов нагружения приводит к росту пятна: оно увеличивается со скоростью $4{,}65 \cdot 10^{-10}$ м/с в случае ВТМИЗО и РТПУ и $2{,}97 \cdot 10^{-10}$ м/с при ИЗО. На этом участке происходит дальнейший рост микротрещин (рис.5 *б*). Одновременно на поверхности может развиваться несколько усталостных трещин. Путь, а также скорость их развития зависят от ориентировки встречающихся вблизи микротрещин и их длины (рис.5 *в*). Через определенное число циклов нагружения те трещины, которые оказались в условиях, наиболее способствующих их росту, соединяются и происходит выкрашивание (рис.5 *г*). Кроме кольцевых трещин в случае ИЗО возникали и радиальные, ускоряющие

процесс разрушения. В результате проведенных исследований была составлена схема контактно-усталостного разрушения при пульсирующем контакте шара с плоскостью (рис. 6) и установлено, что протяженность второго участка характеризуется живучестью стали и определяется ее вязкостью разрушения. Так в стали, упрочненной ИЗО, ВТМИЗО и РТПУ, при нагрузке цикла 600 Н пятно контакта остается постоянным или растет очень медленно на протяжении соответственно $2{,}6 \cdot 10^5$, $5{,}3 \cdot 10^5$ и $2{,}13 \cdot 10^6$ циклов. Вязкость разрушения стали после указанных обработок (в последовательности их перечисления) – 26,34 и 42 кДж/м^2. При других нагрузках цикла такая закономерность сохраняется (см.табл.).

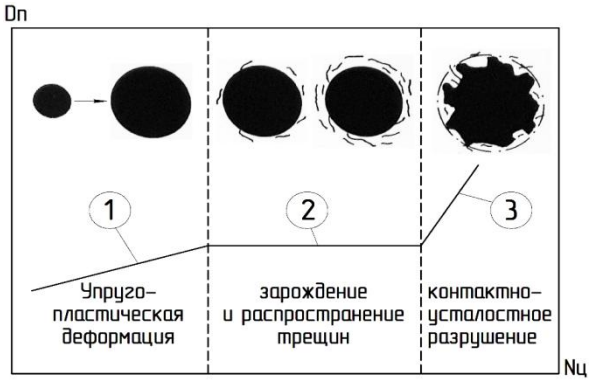


Рисунок 6 – Схема контактно-усталостного разрушения при пульсирующем контакте

Таблица – Влияние способа упрочнения на живучесть стали У8 при контактно-усталостном нагружении

Вид обработки	Живучесть стали (циклы) при нормальной нагрузке, Н		
	500	600	700
ИЗО	$9{,}3 \cdot 10^5$	$2{,}6 \cdot 10^5$	$7{,}6 \cdot 10^4$
ВТМИЗО	$1{,}74 \cdot 10^6$	$5{,}3 \cdot 10^5$	$1{,}30 \cdot 10^5$
РТПУ	$3{,}3 \cdot 10^6$	$2{,}13 \cdot 10^6$	$2{,}46 \cdot 10^5$

Контактную прочность рассчитывали по максимальному контактному давлению $\sigma_{R\ max}$ в центре площадки контакта. Как отмечается в работе [4] такой расчет в некоторой степени является условным, так как при локальном пульсирующем нагружении первичные трещины возникают, как правило, не в центре пятна контакта, а вблизи от его контура. Это подтверждено и данными исследования. Поэтому разрушение, возникающее при таком нагружении, хотя и вызывается максимальным контактным напряжением, но однозначно не определяется его величиной.

На основании графиков $D_n = f(N_ц)$ и рассчитанных значений $\sigma_{R\ max}$ для каждой обработки были определены циклы нагружения, соответствующие контактно-усталостному разрушению, и построены зависимости максимального контактного давления в функции количества циклов нагружения, предшествующих разрушению. Из графиков, приведенных на рис.7 видно, что измельчение зерна аустенита с 78 до 18 мкм приводит к созданию нижнего бейнита, способного в большей мере противостоять контактно-усталостным разрушениям, чем сталь с грубой бейнитной структурой (линии 2 и 1).

Таким образом, в наших исследованиях измельчение зерна аустенита и создание в нем регулируемым термопластическим упрочнением (РТПУ) субструктурных дислокационных построений приводит к дальнейшему

повышению контактно-усталостной прочности. Это, очевидно, объясняется снижением пересыщенности ферритной матрицы бейнита углеродом, измельчением её и повышением дисперсности и количества карбидов в *α* – фазе в случае РТПУ.

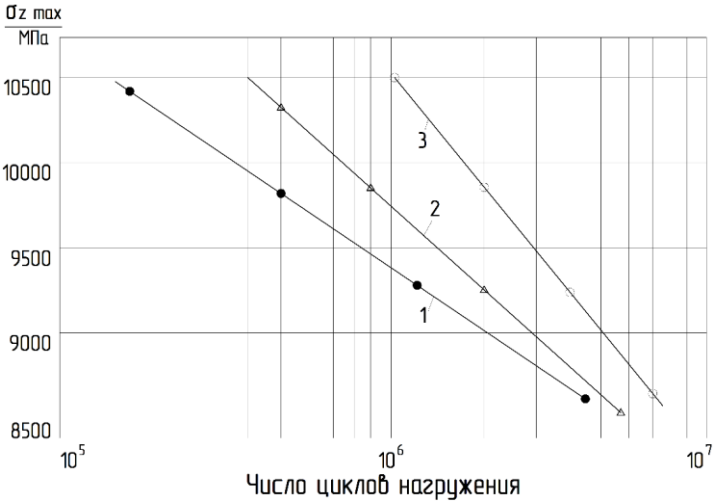


Рисунок 7 – Контактно-усталостная прочность стали У8 ($t_{из}$ = 300^{0}С) после различных упрочняющих обработок: 1 – ИЗО, 2 – ВТМИЗО, 3 – РТПУ

Библиографический список

1. Шур Е.А. Высокотемпературная термомеханическая обработка с изотермическим превращением аустерита легированной конструкционной стали/ Е.А.Шур, П.Н.Зонов, Я.К.Раузин // В сб.: Надежность и долговечность металлических материалов для машиностроения и приборостроения. – Л, 1972.– С.5-12.
2. Шур Е.А. Структура и контактно-усталостная прочность стали / Е.А.Шур // МиТОМ, 1978.– №8. – С.37-43.
3. Пинегин С.В. Контактная прочность в машинах / С.В.Пинегин.– М.: Машиностроение, 1965.– 192 с.
4. Орлов А.В. Испытания конструкционных материалов на контактную усталость / А.В.Орлов, О.Н.Черменский, В.М.Нестеров. – М.: Машиностроение, 1980. – 110 с.

УДК 667.6

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛА «ЖИДКАЯ РЕЗИНА» ПРИ РЕМОНТНОМ ОКРАШИВАНИИ МАШИН

А.Е. Веет, А.А. Железнов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Восстановление лакокрасочного покрытия (ЛКП) - довольно трудоемкий и энергозатратный процесс, причем еще и вредный, как для человека, так и для окружающей среды. При ремонтном окрашивании значительную часть времени занимают подготовительные работы, связанные с удалением старого ЛКП, выравниванием, шлифованием, грунтованием окрашиваемой поверхности. Окрашивание и сушка покрытия также трудо- и энергозатратны. В целом это ведет к простою машин в ремонте в течение нескольких, а то и более дней. При этом для обеспечения высокого качества проделанных работ требует высокой

квалификации исполнителя и применения дорогостоящего оборудования, такого как краскопульты, окрасочно-сушильная камера.

Лакокрасочное покрытие (ЛКП) уже давно перестало быть просто защитным покрытием кузова автомобиля. Все чаще качественная и интересная покраска становится важным элементом облика автомобиля, позволяющим показать вкус, креативность автовладельца, выделить автомобиль из потока. Все чаще на улице попадаются на глаза автомобили, поверхность которых покрыта необычной краской. Речь идет о жидкой резине, которая очень интенсивно завоевывает любовь автолюбителей.

Жидкая резина (англ. liquid rubber) представляет собой двухкомпонентную мастику холодного нанесения и мгновенного отверждения на основе полимерно-битумной водной эмульсии. [1]

Несмотря на то, что в основе жидкой резины есть полимеры, это вещество не имеет ничего общего с привычной автомобильной краской. В продажу она встречается двух видов – двухкомпонентная в банках (перед окрашиванием необходимо произвести смешивание жидкой резины с отвердителем), однокомпонентная в аэрозольных баллонах (в этом случае она уже готова к применению, и просто распыляется на окрашиваемую поверхность).

Наносится жидкая резина холодной, после чего она практически сразу же застывает на поверхности. Материал не содержит в своем составе растворителей, следовательно, нанесение таких материалов практически безвредно. На поверхности автомобиля жидкая резина образует эластичный и полностью водонепроницаемый слой. Стоит отметить, что жидкая резина используется не только для нанесения на поверхность автомобилей. Благодаря своей структуре и составу она способна сцепляться буквально с любым типом поверхности независимо от того, в каком состоянии она находится. В целом, нанести жидкую резину можно даже на покрытую коррозией металлическую поверхность, правда, такое покрытие будет недолговечным. [2]

Технология нанесения данного материала очень проста – материал наносится на имеющееся лакокрасочное покрытие, при этом не нужно производить операций грунтования, шлифования, матирования поверхности перед окраской. Техпроцесс содержит следующие операции:

1. Очистка и обезжиривание поверхности.
2. Нанесение материала. Наносится 4-5 слоев до полного укрывания поверхности воздушным распылением краскопультом с дюзой 1,5 мм.
3. Сушка в течение 1-2 часов при 20°С.

После нанесения пленка жидкой резины образует монолитную бесшовную мембрану без стыков и примыканий на поверхностях любой геометрической формы и конфигурации. Поэтому ее нанесение возможно как с частичной разборкой окрашиваемой техники, так и без неё. Но в случае покраски без разбора в дальнейшем возможно образование складок на стыке деталей.

Жидкая резина имеет ряд свойств, отличающих ее от «классических» лакокрасочных материалов (акриловых, алкидных и т.п.):

1. Как уже отмечалось ранее, материал не содержит в своем составе растворителей. Следовательно, нанесение таких материалов практически безвредно, как для маляра, так и для окружающей среды.
2. Поверхность слоя жидкой резины водонепроницаема и гидрофобна, материал стоек к воздействию многих агрессивных веществ – солей и кислот, некоторых растворителей. Для защиты от бензина применяется дополнительное защитное покрытие.
3. Пленка жидкой резины является временным защитным покрытием.

4. Адгезия пленки к поверхности возникает за счет электростатического притяжения. Поэтому пленка достаточно легко снимается с окрашенной поверхности.

5. Мембрана является пожаробезопасной, прочной, эластичной, имеет коэффициент предельного удлинения более 1000 %.

6. Может наноситься на отдельные детали, а так же целиком на автомобиль без разборочных операций (рисунок 1).

7. Устойчива к перепадам температур.

8. Обладает более низкой стойкостью к механическим воздействиям, в отличие от эмалей и лаков.

9. Срок службы покрытия в зависимости от условий эксплуатации от 2 до 5 лет.

10. Более низкая стоимость по сравнению с «классическими» ЛКМ. [3]

Рисунок 1 – Демонтаж пленки

В зависимости от применения материала, ряд преимуществ можно отнести к достоинствам, ряд – к недостаткам. Помимо создания необычного облика автомобиля, применение жидкой резине возможно найти и в других сферах народного хозяйства.

Возможно применение данного материала при окрашивании сельскохозяйственных машин для тех узлов и деталей, где требуется гидроизоляция и отсутствуют механические воздействия. Например, окрашивание лемехов почвообрабатывающих машин, штоков гидроцилиндров при постановке на хранение. Помимо надежной защиты от атмосферных воздействий, нанесение данного материала потребует меньших трудозатрат, а также снизит вредное влияние органических растворителей на человека и окружающую среду.

Прозрачную жидкую резину возможно применять для защиты основного лакокрасочного покрытия от камней, гравия и др. при эксплуатации автомобиля в тяжелых и экстремальных условиях.

Также возможен вариант использования данного материала для ремонтного окрашивания общественного пассажирского транспорта. Как показывает практика, лакокрасочное покрытие общественного пассажирского транспорта в процессе эксплуатации подвергается различного рода разрушающим воздействиям. Разрушения появляются уже в первый год с начала эксплуатации транспортного средства. Это связано с ежедневной работой транспорта, а, следовательно, и мойкой при проведении ежедневного обслуживания, с высокой аварийностью на дорогах, с применением агрессивных для лакокрасочных покрытий реагентов для устранения оледенения на автомобильных дорогах и др. Поэтому на предприятиях,

обслуживающих общественный транспорт, часто приходится восстанавливать поврежденное лакокрасочное покрытие. Ввиду своих специфических свойств - высокая эластичность, водонепроницаемость, гидрофобность, инертность по отношению к щелочам и кислотам, некоторым растворителям, простота в нанесении и снятии покрытия, жидкая резина является перспективным материалом для окрашивания общественного пассажирского транспорта.

Библиографический список

1. Жидкая резина. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B0.
2. Знакомство с жидкой резиной. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: https://auto.today/uk/bok/4157-zhidkaya-rezina-dlya-avto-znakomimsya-s-preimuschestvami-i-sposobom-naneseniya-takogo-pokrytiya.html.
3. Знакомство с жидкой резиной. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://plastidip54.ru/.

УДК 631.9:662.75;621.892

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ТОПЛИВА И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Т.Е. Алушкин
Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

На территории Томской области, продолжает сохраняться тенденция снижения количества сельскохозяйственной техники (рисунок 1). Стабильно уменьшается как количество тракторов, так и число зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов.

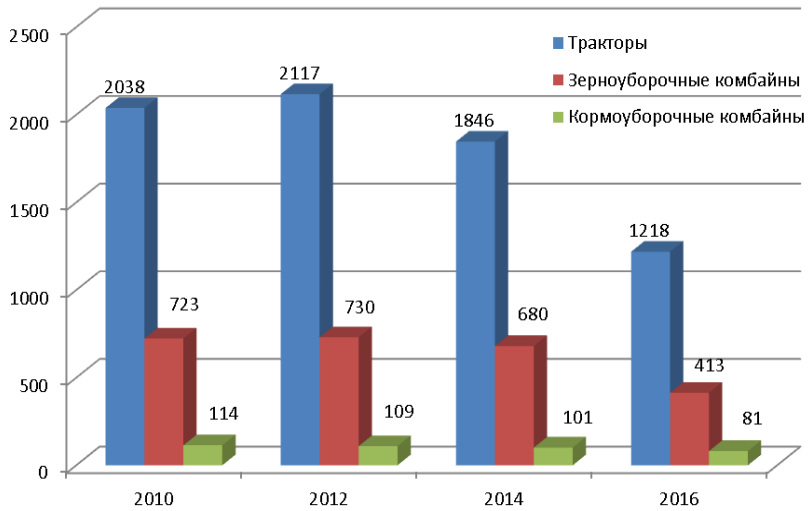


Рисунок 1- Наличие машинно-тракторного парка в Томской области (по годам)

Темпы обновления техники явно не поспевают за темпами выбытия. Справедливости ради, отметим, что с каждым годом увеличивается доля покупаемых энергонасыщенных тракторов [1]. По состоянию на 2016 год

представлена статистика срока службы по тракторному и комбайновому парку в Томской области. По тракторам и кормоуборочным комбайнам процент техники старше 10 лет составляет более 50 %, по зерноуборочным комбайнам наблюдается более благоприятная ситуация – около трети машин имеют малый остаточный ресурс (рисунок 2).

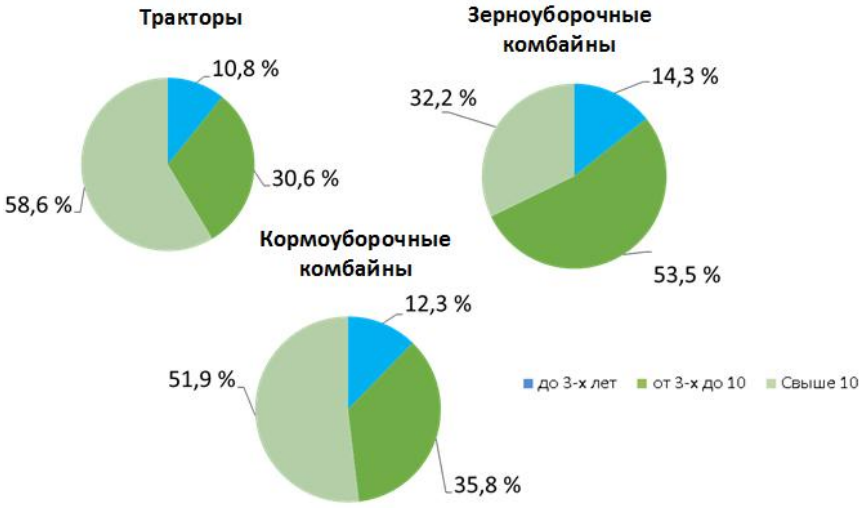


Рисунок 2 – Сроки службы машинно-тракторного парка Томской области на 2016 год

Под понятием малого остаточного ресурса понимается состояние машины, при котором остаточный ресурс составляет 15…25 % от установленного нормативно-технической документацией [2].

Результаты анализа 12 хозяйств Зырянского и Первомайского районов Томской области показали, что во всех хозяйствах наблюдается нехватка техники, что вынуждает увеличивать погектарную нагрузку на имеющийся парк. Например, в большинстве обследованных хозяйств нехватка зерноуборочных комбайнов составляет более половины от установленных нормативов [3]. Обследование хозяйств Шегарского и Кожевниковского районов показало нехватку тракторов различных тяговых классов (рисунок 3).

Если к вышесказанному добавить, что, во многих хозяйствах наблюдается неудовлетворительное состояние ремонтно-обслуживающей базы, можно констатировать, что сложившиеся положение дел значительно влияют на надежность, техники, ее производительность, а также на сроки проведения технологических операций в сельском хозяйстве, что, несомненно, влияет на рентабельность производства в целом [4].

Рисунок 3 – Результаты облследования наличия парка тракторов в 18 хозяйствах Шегарского и Кожевниковского районов Томской области

Решением проблемы повышения эффективности использования имеющегося машинно-тракторного парка может быть достигнуто за счет совершенствования системы технического сервиса, внедрения новых подходов для поддержания работоспособного состояния машин и оборудования. Одним из путей достижения этой цели является использование химмотологических подходов, т.е. поддержание работоспособности путем модифицирования моторных топлив и смазочных материалов с внедрением средств контроля материалов [5].

В предыдущих работах автора [6, 7] приведены результаты разработки и внедрения технологии технического обслуживания топливной аппаратуры дизелей тракторов МТЗ при использовании модифицированного топлива, что в итоге позволило в периоды напряженных сельскохозяйственных работ повысить эксплуатационные показатели посевного агрегата до 10,3 % по тяговой мощности и до 12,49 % по абсолютному расходу топлива.

Полученные результаты исследований позволяют утверждать, что возможно поддерживать работоспособность двигателей, мощностные и топливные показатели которых снижаются из-за накопления износа, когда обычными средствами технического обслуживания это обеспечить уже не представляется возможным.

Еще больший эффект от применения химмотологического подхода может быть связан с одновременным применением и модифицирования смазочных материалов. Данное направление комбинированного использования химмотологических препаратов, как в моторное топливо, так и в смазочные материалы следует считать перспективным, например известен опыт применения технологий модифицирования трансмиссионного масла на коробках передач энергонасыщенных сельскохозяйственных тракторов [8].

Предложения

1. Для поддержания работоспособности машинно-тракторного парка Томской области перспективно применение комплекса модифицирования топлива и смазочных материалов с совершенствование системы технического сервиса.

2. Необходима разработка технологий по продлению и восстановлению ресурса агрегатов и сборочных единиц тракторов на основе модифицирования смазочных материалов присадками с микрометаллургическим эффектом с созданием базы полевого диагностирования для контроля эффективности внедрения.

Библиографический список

1. Алушкин, Т.Е. Необходимый уровень технического обеспечения // Сборник материалов и докладов первого агрономического собрания Томской области. – Томск: Департамент по социально-экономическому развитию села Томской области, 2016. – С. 60-64.

2. Технический сервис в АПК Сибири: рекомендации / А. Е. Немцев [и др.]. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-е СибИМЭ, 2004. – 171 с.

3. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.

4. Варлачева Т. Б., Давлетгареев Н. Р. К вопросу о несостоятельности организаций в сельском хозяйстве на примере Томской области // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2012. № 12(127). С. 53–56.

5. Алушкин, Т.Е. Повышение эффективности использования тракторного парка Томской области // Достижения науки – агропромышленному производству: материалы LIV международной научно-технической конференции. – Челябинск: ЧГАА, 2015. – Ч. III. – С. 186-190.
6. Алушкин, Т.Е. Снижение затрат на дизельное топливо / Т.Е. Алушкин, А.П. Миков, Р.Г. Бердникова // Сельский механизатор. – М. – № 3. – 2015. С. 20-21.
7. Алушкин, Т.Е. Результаты испытаний трактора МТЗ-82 в агрегате с зерновой сеялкой СЗ-5,4 при работе на модифицированном топливе / Т.Е. Алушкин, А.М. Криков, Р.Г. Бердникова // Вестник БГАУ. – Уфа - № 1. – 2016. С. 69-73.
8. Володько О. С. Улучшение показателей напряженности масла в коробках передач с фрикционным включением путем совершенствования технологии технического обслуживания : автореф. дис. … канд. техн. наук. Пенза, 2002. 19 с.

УДК 629.1.01

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКЦИИ КУЗОВОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Е.В. Агафонова
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Кузов автомобиля является важнейшей конструктивной, наиболее ответственной, сложной, материалоемкой и дорогостоящей частью автомобиля. Он несет на себе все механизмы и обеспечивает обтекаемость, безопасность, комфортабельность и внешний вид автомобиля. Кузов составляет почти половину стоимости автомобиля и почти половину автомобиля по массе. От кузова во многом зависят пробег и срок службы автомобиля в эксплуатации.

Кузова обладают как активной, так и пассивной безопасностью. Благодаря пассивной безопасности достигается уменьшение тяжести ДТП, при столкновении автомобилей за счет деформации передней и задней частей кузова происходит плавное гашение удара и пассажирский салон предохраняется от деформации.

Изготовление кузовов – пожалуй, один из самых сложных процессов в создании автомобилей. Завод (или цех) по производству кузовов занимает площадь около 400000 м кв. и стоит около миллиарда долларов. Для кузова нужно изготовить более сотни отдельных частей, а затем соединить их в одну конструкцию, которая будет готова принять в себя всю начинку современного автомобиля. Конструкторам все время приходится искать новые материалы и технологии изготовления, чтобы кузов был легким, прочным, безопасным и дешевым, также иметь коррозионную стойкость и хорошую декоративную поверхность материала.

Сравним некоторые современные материалы, применяемые в производстве кузовов автомобилей: пластик, композитные материалы, сталь и алюминий.

Пластиковый кузов. Пластик не так давно считался в автомобилестроении наиболее перспективным кузовным материалом. Он легче алюминия, ему можно придать любую самую сложную форму, покраска его обходится намного дешевле, ведь провести ее можно уже на стадии производства, используя различные химические добавки [1]. Этот материал не знает, что такое коррозия, но у пластика есть и недостатки:

– свойства пластика меняются под влиянием различных температур – мороз делает пластик более хрупким, а жара размягчает этот материал. По

этим причинам и ряду других из пластика нельзя изготавливать те детали, на которые оказываются довольно высокие силовые нагрузки;

– ремонту некоторые пластиковые детали и вовсе не поддаются, и требуют полной своей замены. Именно это привело к тому, что на сегодняшний день из пластика изготавливают лишь навесы, бампера и крылья.

Композитный кузов. Еще одним видом материала для изготовления кузова являются композитные материалы. Это «гибридный» материал, получаемый из нескольких соединенных вместе. Такое производство делает композитный кузов оптимальным по качествам, так как в нем соединяется все лучшее от каждого компонента. Кроме того, композитные материалы более долговечны, из них можно изготавливать самые крупные и сплошные детали, что, несомненно, упрощает само производство [1].

К композитным материалам относится углеволокно (например, карбон, стеклоткань, кевлар), которое используется в производстве чаще всего, из него изготавливают остовы к кузовам для суперкаров.

К недостаткам данного материала можно отнести трудоемкость при его использовании в автомобилестроении, иногда необходим ручной труд, это в итоге сказывается на его цене. Еще один недостаток – это практически невозможность восстановления деталей из углепластика после деформации при авариях. Все это способствует тому, что массово автомобили в углепластиковом кузове практически не выпускаются.

Стальной кузов. Сталь до сих пор доминирует при создании кузовов автомобилей у большинства автомобильных концернов. Стальной кузов может быть различной вариантности сплава, что дает совершенно непохожие свойства его разновидностям. Так, к примеру, отличной пластичностью обладает листовая сталь (например, марки 08Ю, 08Фкп или 08кп), она же и позволяет производить из себя наружные панели деталей кузова, которые порой могут иметь довольно необычную и сложную форму. Логично, что высокопрочные сорта обладают изрядной энергоемкостью и отличной прочностью, поэтому этот вид стали применяют в производстве силовых деталей кузова. Выгодно еще и то, что за всю историю автомобилестроения производителям удалось упростить и отладить мастерство изготовления стальных кузовов, что делает их довольно недорогими. Именно этот фактор сделал стальные кузова на сегодняшний день самыми популярными на автомобильном рынке [1].

При всех этих плюсах у стали имеются и недостатки. Так, например, неудобно то, что стальные детали имеют не малый вес, а также подвержены коррозийным процессам, что вынуждает производителей использовать приемы оцинковки стальных деталей и параллельно искать альтернативные варианты кузовных материалов.

Алюминиевый кузов. Сегодня все чаще можно услышать об использовании в производстве автомобильных кузовов такого материала как алюминий, а точнее его сплавов (например, Д16) [2]. Этот металл, который в народе назвали «крылатым», не подвержен образованию ржавчины на деталях корпуса, а сам алюминиевый кузов при такой же прочности и жесткости весит в 2 раза меньше, чем стальной.

К одним из важнейших преимуществ алюминиевых сплавов следует отнести их технологичность. При производстве алюминиевого литья можно применять высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее получение высокоточных отливок с минимальными припусками на механическую обработку (литье под низким и повышенным давлением, точное литье и литье в кокиль) [3]. Механическая обработка отливок не представляет

значительных затруднений. Допускается транспортировка жидкого металла с металлургических на литейные заводы, что обеспечивает существенную экономию электроэнергии и топлива.

При всех своих качествах у алюминия имеется весомый недостаток – это хорошая проводимость шума и вибрации. Поэтому автопроизводителям приходиться усиливать кузов противошумовой изоляцией, что, в конечном счете, приводит к удорожанию машины, да и сам металл стоит дороже стали. Эти факторы способствуют тому, что ремонт кузова в последующем может потребовать использования специального оборудования. В итоге, все это приводит к увеличению цены самого автомобиля.

Полностью алюминиевый кузов могут позволить себе далеко не все производители, чаще всего им приходится идти на компромисс и компоновать алюминиевые и стальные детали в одном кузове. Так, например, в модели BMW пятой серии вся передняя часть кузовного корпуса изготовлена из алюминия и сварена со стальным каркасом. В последнее время такие производители как Land Rover (наружные элементы кузова), Mercedes-Benz, Peugeot, Renault, Jaguar и др. (капоты и другие элементы кузова) частично используют алюминий в производстве своих моделей.

Первым на алюминиевую революцию решился концерн Audi (рис.1) [4]. Он же дальше всех пошел в деле внедрения легких сплавов, создав для прошлого поколения A8 полностью алюминиевый кузов, а затем выпустив первый алюминиевый автомобиль малого класса – A2. Сегодня автомобильный концерн Audi – лидер по применению легких сплавов в конструкции кузовов.

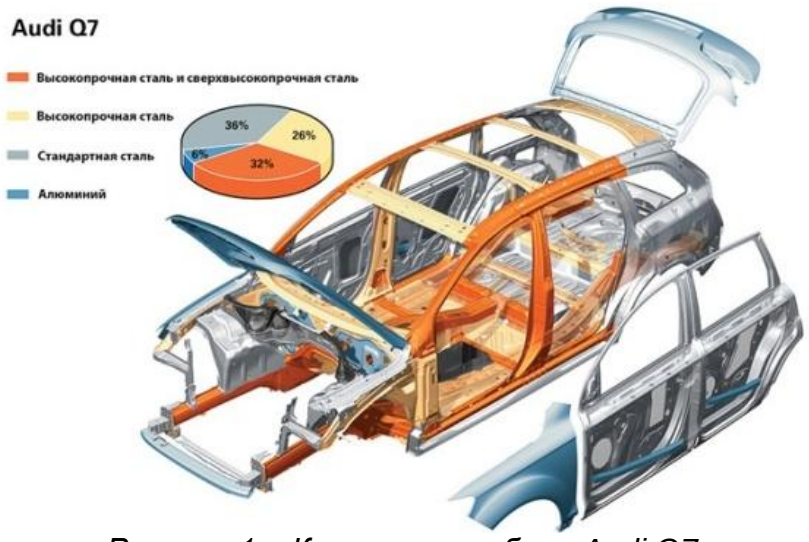


Рисунок 1 – Кузов автомобиля Audi Q7

Легкий алюминиевый кузов дает лучшие характеристики разгона и торможения, управляемости и устойчивости при вхождении в повороты, возрастает экономичность автомобиля. Например, вес модели Audi A8 с двигателем W12, 6л и АКПП составляет 1,995 тонны при внушительных габаритах: длина – 5,19 м, ширина – 1,89 м, высота – 1,46 м. Близкий по характеристикам Volkswagen Fhaeton с аналогичным мотором имеет длину 5,06 м, ширину 1,9 м и высоту 1,45 м и весит уже 2,30 тонны. Выигрыш в весе дает не только улучшение разгонной и тормозной динамики, повышается топливная экономичность, а развесовка стремится к оптимальной.

Если же говорить о безопасности, то Audi и вовсе выше в этом плане на целую голову. Причина в способности алюминия противостоять скручивающим, так называемым «торсионным» нагрузкам. Кузов становится жестче. Значит,

улучшаются управляемость, устойчивость и поведение в повороте, снижаются вибрации – значит, улучшается комфорт.

Так как алюминиевый кузов жестче, он гораздо лучше поглощает ударную энергию. Это свойство делает кузов оптимальным с точки зрения безопасности пассажиров и позволяет локализовать повреждения более компактной зоной. Силовой каркас алюминиевого кузова – рама Audi Space Frame – состоит из профилированных элементов жесткости и литых узлов. Она рассчитана на поэтапную деформацию с максимальным энергопоглощением на каждом этапе при сохранении в практически неповрежденном виде не затронутых ударом зон кузова. Так, на скоростях до 12 км/ч деформация затрагивает только усилители бампера, кузов же остается неповрежденным. При скорости до 27 км/ч энергия удара практически полностью поглощается внешней трубчатой секцией, и только при более высоких скоростях в «работу» начинает вступать силовой каркас кузова автомобиля. Иначе, там, где деформируется только передняя часть алюминиевого кузова, стальной будет искорежен вместе с салоном.

Есть и отрицательная сторона алюминиевых кузовов. На порядок по сравнению со стальным кузовов возрастает трудоемкость при ремонте алюминиевого кузова или деталей из алюминия. Выдвигаются особые требования к ремонтной зоне, инструменту, оборудованию, материалам. Требуются специалисты умеющие работать с алюминием.

Элементы алюминиевого кузова изготовлены по разным технологиям, и соответственно по разному ремонтируются (рис. 2) [5]:

1. Штампованные.
2. Литые.
3. Профилированные.

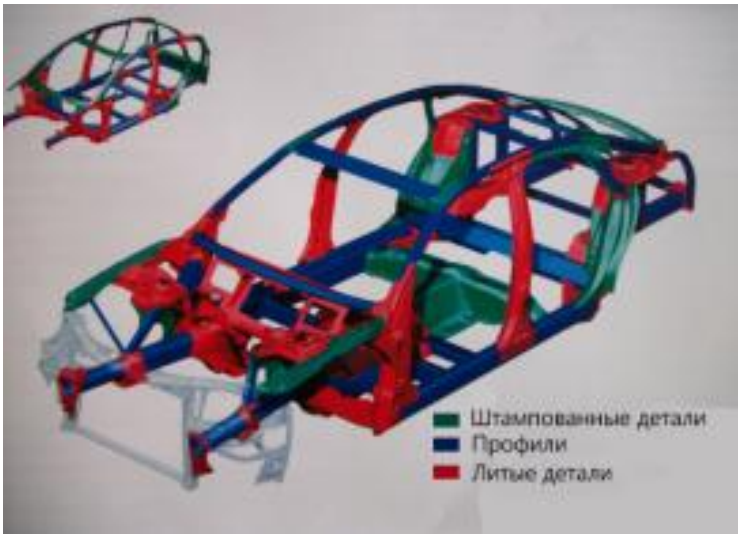


Рисунок 2 – Элементы алюминиевого кузова

Профили и литые детали составляют силовой каркас кузова, принимающего всю нагрузку. При деформации литых деталей, их невозможно отремонтировать из-за нарушения структуры металла. Эти элементы, в случае повреждения, заменяют. Для профильных деталей (рис.3) [5] возможен ремонт, но только путем вырезания поврежденного фрагмента и заменой его вставкой такого же профиля с установкой усиливающих вкладышей. Штампованные элементы алюминиевого кузова могут быть восстановлены в случае незначительных деформаций, небольших трещин и разрывов. В более сложных случаях детали заменяют.

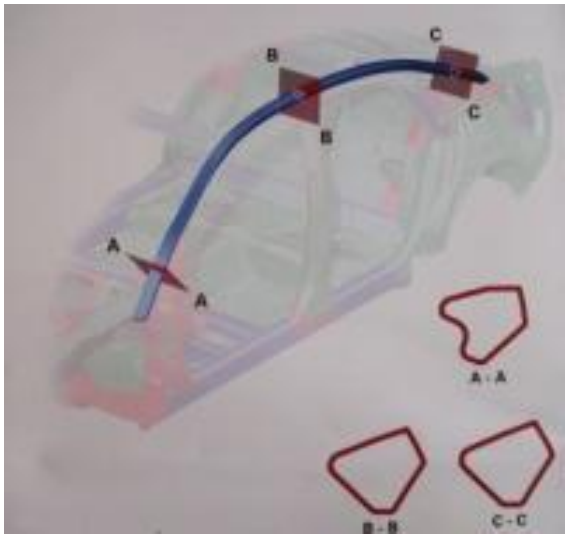


Рисунок 3 – Силовой каркас кузова

В России работы по внедрению алюминия в автотранспорте проводятся фрагментарно и стихийно без правового и финансового участия государственных органов. Масса алюминиевых деталей в автомобиле отечественного производства составляет ~15 кг. В большинстве случаев для корпусов легковых автомобилей алюминиевые сплавы применяют в виде деталей, полученных методом листовой штамповки из листов толщиной от 0,8 до 1,3 мм, для которых требуется хорошая штампуемость в сочетании с достаточными прочностными характеристиками в готовом изделии [3].

Сегодня алюминий – второй материал по процентному содержанию в общем весе автомобиля и применяется в производстве кузовов и компонентов подвесок, шасси, а также в блоках цилиндров, и других компонентах двигателя. Более 30% производимого алюминия используется сегодня в автомобилестроении и транспорте. Содержание алюминия в общем весе автомобиля будет увеличиваться год от года [6]. Считается, что 1 кг алюминия может заменить до 2 кг стали или чугуна во многих областях применения.

Чем больше в автомобиле используется алюминия, тем автомобиль легче, что означает, что он потребляет меньше топлива и выбрасывает меньше вредных газов в атмосферу. Современный автомобиль, детали которого сделаны из алюминия, может быть на 24% легче, чем его аналог, сделанный из стали, экономя до 2 литров бензина на каждые 100 километров.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод – если вы решили купить автомобиль с алюминиевым кузовом, то вы автоматически повышаете собственную безопасность. Но, кроме более высокой стоимости самого авто, вам придется больше платить и за кузовной ремонт, когда таковой понадобится.

Библиографический список

1. Какой материал для кузова автомобиля лучше. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://spokoino.ru/articles/ustroistvo_avto/kakoi_material_dlya_kyzova_lychwe/
2. Фридляндер И.Н. Алюминиевые сплавы - перспективный материал в машиностроении // Машиностроение и инженерное образование. 2004. – №1. – С. 33-37.
3. Сенаторова О.Г. Новые высокопрочные алюминиевые сплавы и материалы / О.Г. Сенаторова, О.Е. Грушко, Е.А. Ткаченко, В.В. Антипов, И.И. Молостова, В.В. Сидельников, С.Ф. Легошина // Технология легких сплавов. 2007. – № 2. – С. 78-86.

4. Безопасность, жизнь и здоровье в твоих руках. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://auto.mail.ru/article.html?id=38954
5. Ремонт алюминиевых кузовов автомобилей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arg-service.ru/remont-aluminievih-kuzovov.html
6. Шамрай В.Ф. Алюминий в производстве грузовых и специальных автомобилей / В.Ф. Шамрай, И.Н. Фридляндер, О.Е.Грушко // Технология машиностроения. 2001. – № 1. – С. 73–74.

УДК 621.317

ПРИМЕНЕНИЕ АППРОКСИМАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТА ДЛЯ ЕГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

О.Д. Клименко, М.Ю. Ланкина, Ю.К. Ланкина
ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Россия, 346428 г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.

Тренд на миниатюризацию и снижение материалоёмкости современных электромагнитов, предъявляет повышенные требования к их качеству [1]. Каждая группа регламентируемых ГОСТ характеристик требует применения своих методов и средств испытания пропорциональных электромагнитов. Данная ситуация стимулирует поиск интегральных характеристик электромагнитов, позволяющих сделать выводы о качестве его отдельных частей и эксплуатационных свойствах всего изделия. Зная динамическую характеристику намагничивания электромагнита (ДХН) (рисунок 1) можно определить тяговые, временные и энергетические характеристики, следовательно, ее можно использовать в качестве интегральной характеристики пропорционального электромагнита [2].

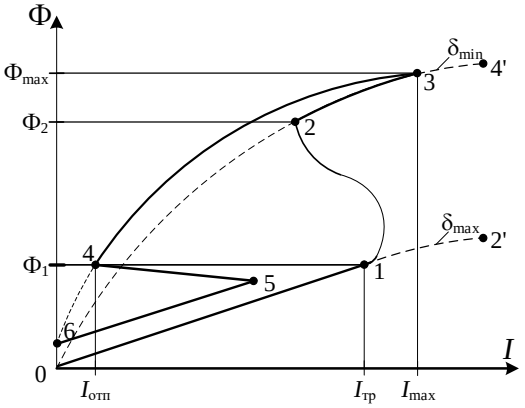


Рисунок 1 – Динамическая характеристика намагничивания электромагнита

Применение ДХН в виде массива пар точек (магнитный поток, ток) для дальнейшей обработки затруднительно, т.к. использование большого объема данных (одна ДХН, измеренная с погрешностью не более ±3%, содержит порядка 15000 пар точек) предъявляет высокие требования к производительности средств обработки и увеличивает время проведения операции технологического контроля. В связи с этим целесообразно применить аппроксимацию этой характеристики. Для наглядности далее будем использовать только восходящую ветвь ДХН 0-1, 1-2, 2-3 рисунка 1 в координатах *i*(Ф).

Метод аппроксимации степенным полиномом заключается в замене всей ДХН выражением вида:

$$i(\Phi) = \sum_{1}^{m} k_q \Phi^q \ . \quad (1)$$

Проведен эксперимент по определению количества параметров аппроксимирующих выражений, описывающих ДХН, при этом принималось, что максимальная погрешность аппроксимации ДХН не должна превышать ±5%.

При аппроксимации ДХН степенным полиномом вида (1) с погрешностью ±5% необходим полином шестой степени:

$$y = k_1 x + k_2 x^2 + k_3 x^3 + k_4 x^4 + k_5 x^5 + k_6 x^6 \ . \quad (1)$$

На рисунке 2 показана ДХН кондиционного электромагнита, аппроксимированная степенным полиномом шестой степени.

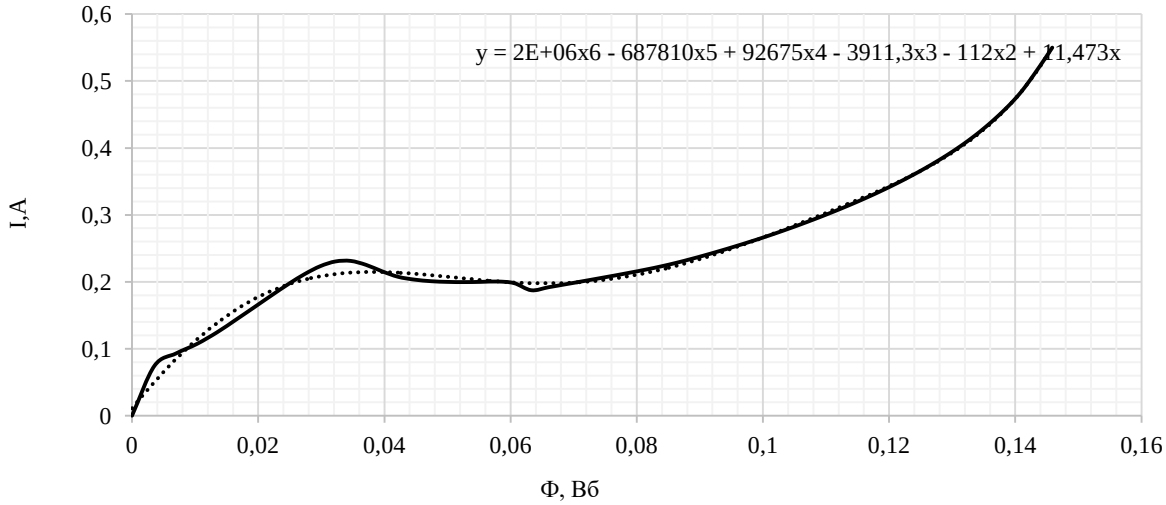


Рисунок 2 – Аппроксимация ДХН степенным полиномом шестой степени

Для описания восходящий ветви ДХН с погрешностью не более ±5% степенным полиномом требуется шесть параметров аппроксимации, что значительно сокращает объем измерительной информации.

Однако стоит учесть тот факт, что применение полиномиальной аппроксимации ДХН при погрешности ±5% сглаживает характеристику приводя к смещению точек переключения 1 и 2 рисунка 1. Для определения влияния замены ДХН степенным полиномом, был проведен эксперимент по преобразованию характеристик с различными технологическими отклонениями в пространство главных компонент [3], позволяющее уменьшить размерность исходной информации ДХН при сохранении всех латентных свойств.

Для сравнения ДХН в виде ряда точек (магнитный поток, ток) и полиномиальной аппроксимации были отобраны ДХН для кондиционных пропорциональных электромагнитов и группы электромагнитов с различными дефектами (таблица 1).

Таблица 1 – Вид исследуемых ДХН

Номер ДХН	Вид дефекта
1-3	Кондиционные изделия
4-6	Неполное срабатывание
7-9	Залипание якоря в сработавшем положении

Для семнадцати ДХН в виде ряда точек соответствующих им семнадцати характеристик в виде полиномиальной аппроксимации были определены первые две главные компоненты (ГК), описывающие 95% общей дисперсии (таблица 2).

Таблица 2 – Полученные значения главных компонент

Вид характеристик	ДХН в виде ряда точек		Полиномиальная аппроксимация ДХН	
Номер характеристики	1 ГК	2 ГК	1 ГК	2 ГК
ДХН 1	-0,916444	0,364365	-0,917983	0,363898
ДХН 2	-0,894977	0,434911	-0,897745	0,430614
ДХН 3	-0,885020	0,457401	-0,889064	0,450967
ДХН 4	-0,920011	-0,270093	-0,920925	-0,263700
ДХН 5	-0,920763	-0,268712	-0,921801	-0,262248
ДХН 6	-0,918122	-0,275566	-0,918854	-0,269237
ДХН 7	-0,929179	-0,139655	-0,929104	-0,143806
ДХН 8	-0,917016	-0,126707	-0,916804	-0,131972
ДХН 9	-0,927002	-0,143576	-0,927061	-0,145613

Из таблицы 2 видно, что имеются незначительные отклонения численных значений ДХН в пределах ±5%, что допустимо для магнитных измерений. Построим полученные значения в пространстве первых двух ГК (рисунок 3).

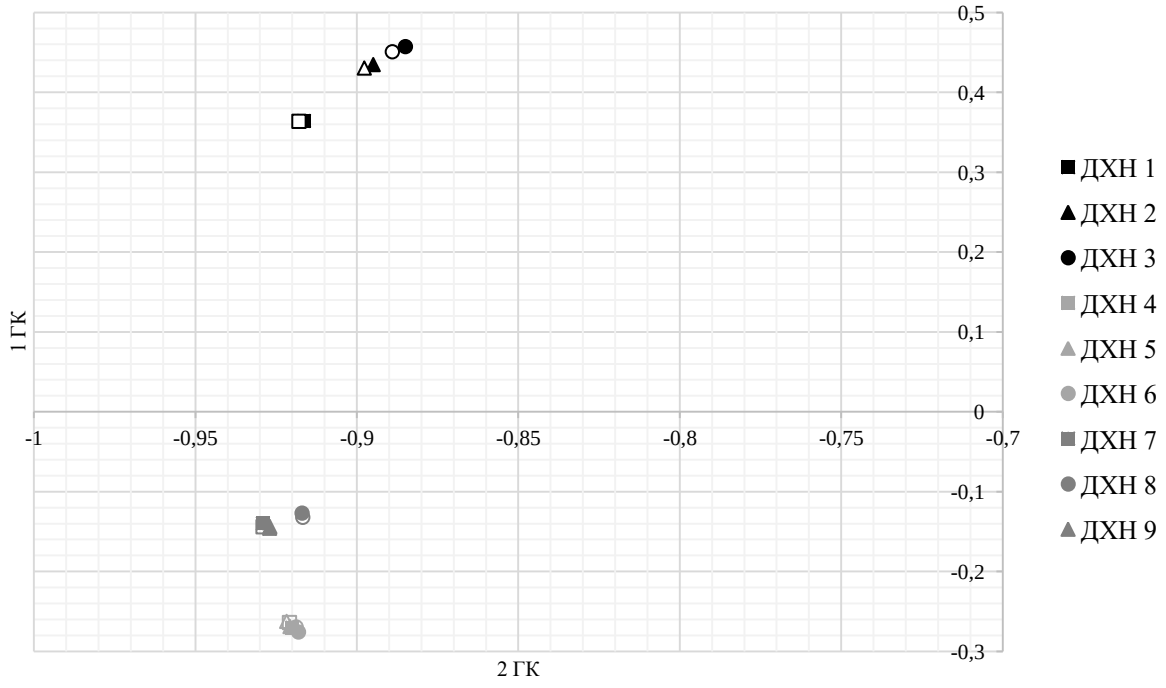


Рисунок 3 – Значения исследуемых ДХН в пространстве первых двух ГК

Таким образом, применение ДХН электромагнита, заданной в виде степенного полинома позволяет сократить объем измерительных данных без потери значимой информации.

Результаты работы получены при поддержке проекта № 1.2690.2014/К «Методы решения обратных задач диагностики сложных систем (в технике и медицине) на основе натурно-модельного эксперимента», выполняемого в рамках проектной части государственного задания с использованием

оборудования ЦКП "Диагностика и энергоэффективное электрооборудование" ЮРГПУ (НПИ).

Библиографический список

1. Ланкин А.М., Ланкин М.В. Метод диагностики электротехнических систем // Национальная ассоциация ученых : ежемесячный науч. журн.. - 2015. - № 4 (9), ч. 2. - С. 132-136
2. Gorbatenko N. I., Lankin A. M., Lankin M. V., Shayhutdinov D. V. Determination Of Weber-Ampere Characteristic For Electrical Devices Based On The Solution Of Harmonic Balance Inverse Problem // International Journal of Applied Engineering Research. Volume 10, Number 3 (2015) pp. 6509-6519; Research India Publications.
3. Ланкин А.М., Бакланов А.Н. Діагностика порушень електромагнітних приводів Із застосуванням методу головних компонент // Майбутній науковець – 2015 матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції 4 грудня 2015 року м. Сєвєродонецьк / Східноукраїнський національний університет Імені Володимира Даля, 2015 С. 116-119.

УДК 667.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ РЕМОНТНОМ ОКРАШИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

С.С. Логинов, А.А. Железнов
Научный руководитель к.т.н., доцент В.Н. Хрянин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В России сельскохозяйственные машины эксплуатируются в самых различных климатических зонах, при этом основная масса машин находится на безгаражном хранении, поэтому техника в разной степени подвержена воздействиям температуры, влажности, солнечной радиации, пылевой эрозии, контакта с топливно-смазочными материалами и т.д. [2]. Все это приводит к возникновению очагов коррозии, преждевременному старению, и в конечном итоге снижает надёжность и долговечность сельскохозяйственной техники [1].

Для повышения срока службы сельскохозяйственной техники, в промышленном и в ремонтном производстве применяют окрашивание, которое служит защитой деталей, узлов и агрегатов машин от коррозии. Одной из отличительных особенностей окрашивания в ремонтном производстве является то, что элементы машин (или их участки) подлежащие окрашиванию имеют различные типы поверхностей: со «старым» лакокрасочным покрытием (грунт или эмаль) или без него – «голый» металл, подверженный или не подверженный коррозии и др. В связи с этим, при ремонтном окрашивании необходимо учитывать специфику формирования ЛКП на границах между поврежденным и неповрежденным участками лакокрасочного покрытия, а так же материал деталей, подверженных окрашиванию. Эти особенности увеличивают трудоемкость проведения работ и в каждом случае требуют обоснования и применения необходимой технологии ремонтного окрашивания.

В то же время согласно техническим требованиям защитные и декоративные свойства лакокрасочных покрытий на отремонтированных машинах не должны уступать требованиям, предъявляемым к ЛКП новых машин [5], что позволяет обеспечить и долговечность лакокрасочного покрытия, и необходимый ресурс машины.

Известно, что долговечность лакокрасочного покрытия зависит не только от эксплуатационных факторов, например, механических и химических воздействий на ЛКП в процессе эксплуатации, но и от ряда технологических факторов таких как: подготовка поверхности к окрашиванию; условий нанесения лакокрасочных материалов; режима отверждения; толщины нанесения лакокрасочного материала и др. [3, 13].

Одним из наиболее важных параметров, влияющих на долговечность ЛКП является адгезия [6]. Об адгезии обычно судят по адгезионной прочности, т. е. работе W_a, которую требуется затратить на разрушение адгезионной связи, и которую условно можно представить как произведение средней энергии единицы связи w, обеспечивающей адгезию, на число связей N, приходящееся на единицу поверхности адгезионного контакта [7, 10]:

$$W_a = wN.$$

Число N определяется площадью фактического контакта между адгезивом и субстратом.

Прочность адгезионных связей напрямую зависит от площади контакта наносимого на какую-либо поверхность лакокрасочного материала. Установление молекулярного контакта давно уже признано необходимым, хотя и не всегда достаточным условием получения прочных адгезионных соединений. Это означает, что адгезив должен растекаться по твердой поверхности субстрата, вытесняя воздух и присутствующие на ней загрязнения [14]. В связи с этим для обеспечения надежной адгезии лакокрасочного покрытия, при подготовке поверхности, необходимо стремится к формированию такого микропрофиля, который позволит увеличить площадь контакта лакокрасочного материала с поверхностью и способствовать его лучшей растекаемости. Кроме того, с поверхности должны быть удалены загрязнения и произведено обезжиривание.

Таким образом, площадью фактического контакта между адгезивом и субстратом зависит от:

- смачивающей способности адгезива и степени смачиваемости субстрата;
- шероховатости поверхности субстрата;
- условий формирования адгезионного соединения;
- тепловых и механических свойств адгезива и субстрата и др.

Вопросы влияния качества подготовки поверхности под окраску (создание микропрофиля, влияния различных загрязнений на адгезию и обезжиривания поверхности перед окраской) исследовали Мачевская Р. А, Мочалова О.С., Шемякин А.В и др. [3,4,13]

Особую роль подготовка поверхности для нанесения лакокрасочных материалов играет при ремонтном окрашивании сельскохозяйственных машин. Связано это не только с различными типами и системами лакокрасочных покрытий, применяемых на сельскохозяйственных машинах, но и, как уже было сказано, с многообразием загрязнений технологического и эксплуатационного происхождения, что, как правило, требует применения многостадийной очистки в ремонтном производстве.

При ремонтном окрашивании сельскохозяйственных машин для обеспечения надежного и долговечного лакокрасочного покрытия важно не только правильно подобрать лакокрасочный материал (лакокрасочную систему), но и в допустимых концентрациях применять с лакокрасочным материалом необходимые добавки (изолирующие грунты, пластификаторы и др.); строго соблюдать технические условия процесса подготовки

окрашиваемой поверхности, процесса покраски и формирования (сушки) нанесенного покрытия.

Многие зарубежные предприятия химические концерны и компании («PPG Industries», «AkzoNobel», «SPIES HECKER», «Bayer MaterialScience» и др.) активно занимаются, не только разработкой лакокрасочной продукции для ремонтного окрашивания машин, но и широким развитием технологий ремонтного окрашивания [8-11]. Однако, на наш взгляд, на сегодняшний день в России этим вопросам уделяется недостаточно внимания, и поэтому разработка и совершенствование технологических процессов ремонтного окрашивания машин, эксплуатирующихся в тяжелых условиях, является крайне актуальной.

Таким образом, для обеспечения максимальной адгезионной прочности покрытия, а, следовательно, и его максимальных защитных свойств, одними из важнейших условий является не только правильный выбор лакокрасочного материала и строгое применение с ним необходимых добавок, но и тщательная подготовка поверхности под нанесение лакокрасочного материала.

Библиографический список

1. Бодров А.С. Технология ремонтного окрашивания сельскохозяйственных машин порошковыми красками. Дисс. канд. техн. наук. М. 2007.
2. Гайдар С. М. Получение лакокрасочных материалов с высокими водо- и маслоотталкивающими свойствами [Текст] / С. М. Гайдар, С. П. Круковский, А. А. Ярош // Лакокрасочные материалы и их применение. – ISSN 0130-9013. – 2007. – № 5. – С. 11–13.
3. Мачевская Р. А, Мочалова О.С Подготовка поверхности под окраску. М.: Химия, 1971. 120 с.
4. Шемякин А.В. Совершенствование технологии подготовки сельскохозяйственной техники к покраске с обоснованием параметров и режимов работы установки по обезжириванию наружных поверхностей. Дисс. канд. техн. наук. Рязань. 2004.
5. Медведев М.С. Повышение долговечности сельскохозяйственной техники нанесением и восстановлением лакокрасочных покрытий с применением грунта «преобразователь ржавчины»: дис. канд. техн. наук: 05.20.03: защищена 2009г./Медведев Михаил Сергеевич. – Новосибирск, 2009. – 178 с.
6. ISO 16276. Антикоррозионная защита стальных конструкций защитными лакокрасочными системами. Оценка и принятые критерии адгезии/когезии (сила отрыва) покрытия // ISO.org = Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Assessment of, and acceptance criteria for, the adhesion/cohesion (fracture strength) of a coating. — 2007.
7. Богатков Л.Г. и др. Защита химического оборудования неметаллическими покрытиями. М. Химия 1989г. 288с
8. PPG Industries. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://ru.ppgrefinish.com/ru/материалы/для-авторемонта/технологии/
9. Bayer MaterialScience. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.polymery.ru/letter.php?n_id=2925&cat_id=3
10. SPIES HECKER. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.spieshecker.ru/
11. AkzoNobel. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: https://www.akzonobel.com/
12. Недолужко В.В. Совершенствование технологии ремонтного окрашивания автомобилей порошковыми красками. Дисс. канд. техн. наук. Орел. 2010.

13. Железнов А.А., Хрянин В.Н. Влияние свойств и условия формирования лакокрасочного покрытия на его адгезию // Сборник трудов III научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной памяти Анфиногенова Михаила Андриановича., 2011. – С.3-6.
14. Адгезия и адгезивы: Наука и технология: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 484., ил.

УДК 631.363

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Д.Ю. Мудренова
Научный руководитель старший преподаватель Т.В. Лафетова
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Образование композиционных покрытий (КП) на поверхности деталей машин происходит по следующим основным вариантам: последовательное нанесение отдельных компонентов КП из различных классов материалов [1]; параллельное (одновременное) нанесение отдельных компонентов КП [2, 3, 4]; использование заранее сформированных композиционных материалов (КМ) в качестве исходных. [2, 5, 4]

Исходные материалы, предназначенные для получения КП, могут применяться в виде порошков, паст (шликеров), суспензий, растворов, электродов, присадочных прутков, проволок, лент, гибких «шнуров» и т.д.

Порошковые материалы. В настоящее время применение порошковых материалов относится к числу наиболее активно развивающихся направлении в области получения покрытий. Прежде всего, они используются при таких способах нанесения КП как наплавка, газотермическое напыление и припекание.

При последовательном нанесении отдельных компонентов (металлических, керамических, полимерных и т.д.) КП на поверхность деталей могут использоваться следующие группы порошков. [2, 6, 7, 8]

1. Порошки на железной основе с добавками хрома и других элементов. Предназначены для наплавки деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания; используются также для восстановления деталей контактной наваркой и припеканием.

2. Порошки из самофлюсующихся сплавов на никелевой, никельхромовой и кобальтовой основах. Находят широкое применение, особенно для газопламенного напыления с последующим оплавлением. Обладают комплексом ценных эксплуатационных свойств: износостойкостью, эрозионной и коррозионной стойкостью. Недостатки - высокая стоимость и дефицитность основных компонентов сплавов.

3. Порошки из металлических сплавов. Распространение получили алюминиды никеля, нихром, сплавы никеля с титаном, коррозионностойкие стали и сплавы на медной основе. Алюминиды никеля и нихром служат хорошим материалов для коррозионностойких, жаро- и износостойких покрытий, при нанесении керамики они используются в качестве подслоя. Порошки из различных бронз применяют для напыления покрытий, обладающих высокой коррозионной стойкостью, особенно в морской воде (алюминиевая бронза), для восстановления изношенных частей валов и

подшипников скольжения (фосфористая бронза), для напыления подшипников, работающих в условиях высоких скоростей и удельных нагрузок. Для предупреждения эффекта схватывания применяют порошки из свинцовистой бронзы.

4. Порошки из чистых металлов. Наиболее широкое применение нашли порошки молибдена, вольфрама, железа, никеля, алюминия, меди, цинка. Молибден часто используют для нанесения подслоев благодаря хорошей его адгезии к черным металлам и сплавам. Чистый никель служит для зашиты от эрозионного воздействия. Он устойчив в большинстве соединений. Вольфрам - наиболее тугоплавкий из всех металлов. Он интенсивно окисляется на воздухе при невысокой температуре, а в инертной среде может выдерживать высокую температуру. Вольфрамовое покрытие имеет хорошее сцепление с керамическими покрытиями. Медь обычно используют для электропроводящих и декоративных покрытий. Железо используют в качестве матрицы при припекании. Алюминий применяют для зашиты металлов от коррозии и высокотемпературного окисления.

5. Порошки из карбидов и оксидов металлов. Тугоплавкие соединения применяются, в основном, с подслоями из металлических порошков. Только детонационное напыление позволяет наносить рабочие слои некоторых покрытий без подслоев.

6. Полимерные порошковые материалы. Для получения КП триботехнического назначения используются такие порошкообразные пластмассы как: фторопласт, полиамиды, фенилон, поливинилхлорид, эпоксидные смолы и др.

7. Механические компонентов смесей приводит к неравномерности структуры покрытия, увеличение пористости, снижению прочности и ухудшению эксплуатационных характеристик покрытия. Механические смеси стандартизации не поддаются и их составы, как правило, подбираются опытным путем. Особых способов приготовления такие смеси не требуют. Они могут перемешиваться на любом оборудовании или спекаться с последующим дроблением.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время разработана довольно широкая гамма исходных материалов для формирования КП. Многие из этих материалов выпускаются не только в опытном, но и в серийном производстве. Наибольший интерес представляют заранее сформированные КМ (композиционные порошки, композиционные ленты, композиционные проволоки и др.), так как они обладают более совершенной структурой, определенным уровнем связи между компонентами до нанесения покрытий высокой технологичностью. Все это, в конечном счете, должно предопределять получение КП более высокого качества по сравнению с покрытиями, образованными из «разобщенных» компонентов, или из несформированных композиций (механических смесей, шликеров, суспензий, растворов и т.д.).

Выше описанные композиционные материалы используются для упрочнения и повышения ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин. [9]

Библиографический список

1. Родченко Д.А., Баркан А.И., Кузьмин Л.Л. Получение композиционных материалов с применением дуговой плазмы. - В кн.: Композиционные материалы и их применение в народном хозяйстве. - Ташкент: 1983. - С. 28-29.

2. Газотермические покрытия из порошковых материалов. Справочник / Ю.С.Борисов, Ю.А.Харламов, С.Л.Сидоренко и др. - Киев: Наукова думка, 1987.- 544 с.
3. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные покрытия. - М.: Химия, 1983.- 304 с.
4. Хасуи А., Моригаки О. Наплавка и напыление. - М.: Машиностроение, 1985.- 240 с.
5. Газотермическое напыление композиционных порошков / А.Я.Кулик, Ю.С.Борисов, А.С.Мнухин и др. - Л.: Машиностроение, 1985. - 199 с.
6. Металлические порошки. Каталог просп. Тула: НПО «Тулачермет», 1989. - 15 с.
7. Основные виды продукции Торезского завода наплавочных твердых сплавов. - Донецк: Облполиграфиздат, 1987. — 29 с.
8. Черноиванов А.М., Каракозов Э.С., Аракелов Н.Р. Возможности газопламенного напыления для повышения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин // Сварочное производство. 1988.- № 5.- С.5- 6.
9. В.В. Иванайский, А.В. Ишков, Н.Т. Кривочуров, В.П. Тимошенко, А.А. Иванайский О выборе сталей для изготовления почвообрабатывающих органов сельхозтехники, упрочняемых методом индукционной наплавки / Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. - №4 (90). – С. 70-74.

УДК 667.6

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ МАШИН

Р.Э. Мурадов, А.А. Железнов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Наноматериалы и нанотехнологии активно входят в нашу жизнь и являются, пожалуй, одной из наиболее бурно развивающихся областей современных научных исследований.

Наноматериалы — материалы, созданные с использованием наночастиц и/или посредством нанотехнологий, обладающие какими-либо уникальными свойствами, обусловленными присутствием этих частиц в материале [1]. Такие материалы содержат структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладают качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками.

С развитием промышленности и исследований в данной области, наноматериалы и нанотехнологии находят применение в производстве различных материалов химической промышленности, конструкционных и строительных материалов, полимеров и лакокрасок, и др. (см. рисунок 1)

В последнее время на рынке стали появляться лакокрасочные материалы, а также различные наполнители и добавки к ним, основанные на различного рода наноразмерных добавках. На рисунке 2 представлены основные варианты использования таких материалов и добавок.

Рисунок 1 – Области применения наноматериалов

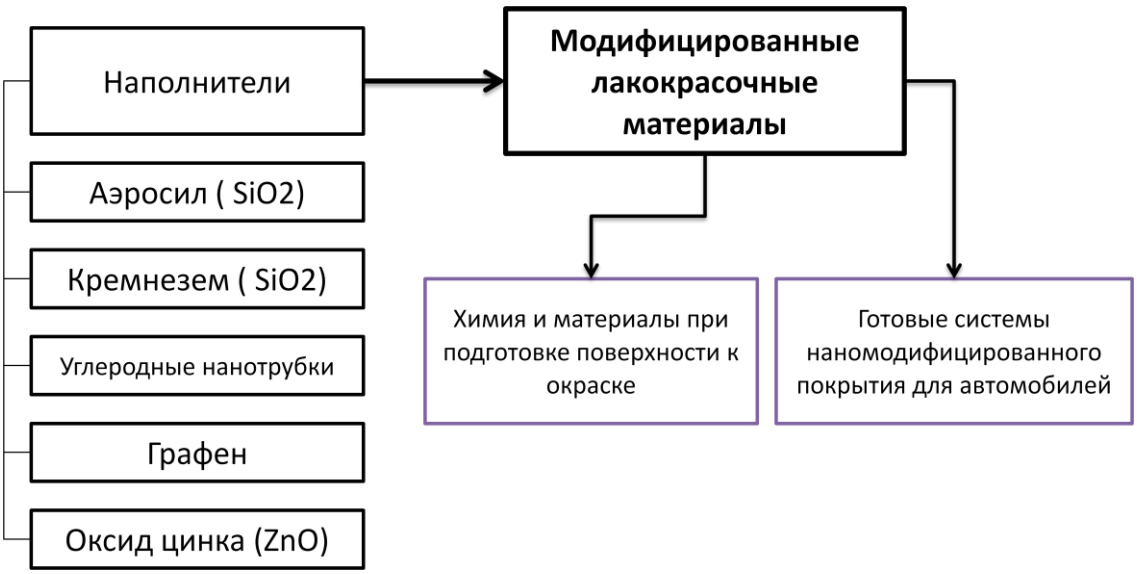


Рисунок 2 – Основные направления использования наноматериалов в лакокрасочной промышленности

Наполнители

Аэросил – диоксид кремния (SiO_2).

Наночастицы диоксида кремния применяют достаточно широко. Прежде всего, это очень дешевый материал. Часто используется для поверхностей модификации наночастиц. Обеспечивает твердость покрытия при высоких температурах, повышается износостойкость, так же является хорошим связующим с другими материалами.

Аэросил – это практически чистый оксид кремния, синтетический кремнезем, степень дисперсности которого очень высокая (от 0,02 до 0,15 мкм). Удельная поверхность также большая – 175-380 $м^2/г$. Производят аэросил путем гидролиза в пламени водорода при температуре 1100-1400°С четыреххлористого кремния.

Вводя в краску аэросил, ей придают тиксотропные свойства, а готовому защитному покрытию – матовость. [2]

Диатомовый кремнезем – это насыщенный водой диоксид кремния природного происхождения. Диатомовый кремнезем еще известен под названиями: кизельгур, диатомит, инфузорная земля, целит, горная мука. Диатомовый кремнезем, перед использованием в качестве наполнителя в лакокрасочной промышленности, сначала прокаливают при 850°С и дробят. Готовый продукт содержит не более 10% примесей оксидов железа, магния, алюминия, кальция и др. Используется диоксид кремния в производстве матовых покрытий, в эмульсионных, абразиво- и огнестойких красках. [3]

УНТ (углеродные нанотрубки)

Были открыты недавно – в 1991 г. Они были обнаружены как побочный продукт при синтезе фуллеронов.

Углеродные нанотрубки могут быть однослойные и многослойные. Они образуются в результате свертывания плоских полос атомных сеток графита в бесшовные цилиндры.

Внутренний диаметр УНТ может изменяться от 0,4 до нескольких нанометров, а в объём внутренней полости могут входить другие вещества. УНТ возможно модифицировать, «пришивая» к ним различные функциональные группы – -ОН, -СН и др. для обеспечения заданных свойств: электрических, магнитных, оптических и др. Модифицированные УНТ, введенные в лакокрасочные материалы оказывают армирующий эффект, что повышает износостойкость покрытия.

Нанотрубки применяют для получения нанокомпозитов с целью создания новых материалов с улучшенными свойствами. [4]

Оксид цинка

Наноцастицы оксида цинка размером от 30 до 50 нм применяют в качестве фильтров солнцезащитных средств. При комнатной нанопроволки окисда цинка температуре меняет цвет. Также данный материал значительно повышает антикоррозионные свойства лакокрасочных материалов. [4]

Добавление представленных наполнителей в определенной пропорции и при выполнении определенных условий в лакокрасочные материалы позволяет модифицировать их с целью придания им специальных заданных свойств. Также на рынке можно встретить уже готовые лакокрасочные материалы с наноразмерными добавками.

Готовые лакокрасочные материалы

Нанокерамика.

Фирма Henkel несколько лет назад представила инновационную технологию, полностью исключающую недостатки фосфатных покрытий. Методика получила название Nanoceramic, а линейка материалов с использованием данной технологии имеет торговое название «Bonderite». Анализ предлагаемых составов показал, что материалы состоят из силанов, кислотных активаторов, окиси циркония и титана, ПАВ и других добавок, являющихся ноу-хау фирмы. Еще одно преимущество новой технологии состоит в том, что она позволяет обрабатывать кузов автомобиля за 20 секунд, в отличие от традиционного технологического процесса фосфатирования, длящегося 5–7 минут. Процесс обработки состоит из обезжиривания, тщательной многостадийной промывки деминерализованной водой (2–3 стадии), обработки по методике Nanoceramic, промывки. Процесс не требует подогрева растворов (кроме стадии обезжиривания) и не допускает шламообразования. При этом коррозионные испытания ЛКП, полученных с применением технологии Nanoceramic по сравнению с традиционной цинк-

фосфатной обработкой показывают близкие значения. Стоимость составов, применяемых для выполнения процесса Nanoceramic, по сравнению с фосфатирующими составами выше в 2–3 раза. Однако опыт применения показал, что новое конверсионное покрытие Nanoceramic меньше воздействует на окружающую среду и улучшает эффективность процесса, что существенно снижает производственные издержки при эксплуатации. Можно с уверенностью сказать, что в ближайшем будущем благодаря прогрессу технологии Nanoceramic большинство автомобилей в мире будут окрашиваться с применением указанной технологии. [5]

Готовые системы покрытий с применением нанотехнологий и наноматериалов

В настоящее время существуют уже готовые системы покрытий с применением нанотехнологий и наноматериалов. Такие системы обеспечивают заданные производителем свойства. Состав таких систем является «ноу-хау» производителя.

Одной из таких систем является нано покрытие VECDOR, разработанное компанией Nanovere Technologies. Нано покрытия VECDOR были разработаны для работы с металлом, алюминием, пластмассой, древесиной и по стекловолокну и служит добавкой к лакам, краскам и порошковым системам покраски, но может использоваться и как самостоятельное покрытие.

Компании удалось создать покрытие, способное само собой устранять мелкие повреждения. Входящий в него нанопродукт, в основе которого лежит нанополимер, играет активную роль в формировании структуры покрытия. Они позволяют укрепить матрицу полимера, используемого для образования пленки покрытия, уменьшить деградацию его поверхности под действием ультрафиолетового излучения, улучшить сопротивление агрессивным химическим препаратам и улучшить электрохимические свойства покрытия. [6]

Наноматериалы в настоящее уже не кажутся чем-то недосягаемым – их можно встретить уже в привычных нам вещах. Области их применения практически безграничные, в том числе и при обслуживании и ремонте машин.

Библиографический список

1. Наноматериал. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Наноматериал
2. Аэросил. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.silica.su/ru/perechen-produkczii/834-aerosil.html
3. Наполнители ЛКМ (лакокрасочных материалов). [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.okorrozii.com/napolniteli-lkm-lakokrasochnykh-materialov.html
4. Калинская Т.В, Дринберг.А.С, Ицко Э.Ф. Нанотехнологии. Применение в лакокрасочной промышленности. — М.: ООО «Издательство «ЛКМ-пресс», 2011. - 184с.; 7 табл., 78 ил.
5. М.Ю. Квасников. Современные тенденции в окраске серийных автомобилей // Промышленная окраска, №1, 2015. – С.42-45.
Новые наноструктурированные защитные покрытия. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.echo.msk.ru/programs/parking/ 720356-echo/

УДК 678.743.22

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.П. Пичугин, д.т.н., профессор**; В.В. Банул,** к.т.н., доцент**;**
К.А. Никитенко, аспирант**; М.Г. Алешкевич,** инженер
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

При эксплуатации животноводческих предприятий и комплексов ежегодно образуется до 175-180 млн. т продуктов жизнедеятельности животных – естественных загрязнителей окружающей среды. Агрессивные продукты проходят через приемные каналы, очистные системы, отстойники и фильтры различного назначения. Большинство этих сооружений и систем выполнены из металла, а в качестве защитного покрытия от разрушения преимущественно используются лакокрасочные или битумные покрытия. Данный способ защиты элементов очистных сооружений малоэффективен, так как, агрессивность среды эксплуатации изменяется в диапазоне от pH 2,3 (для силоса и продуктов жизнедеятельности животных) до pH 12,0–13,2 (для дезинфицирующих средств) в интервале температур от –50 °С до +60 °С. В результате этого сооружения быстро выходят из строя. Высокая степень агрессивности навоза обусловлена патогенными микроорганизмами, сохраняющими жизнеспособность длительное время. Следует отметить, что это отрицательно воздействует на окружающую среду вокруг сельскохозяйственных предприятий, на здоровье людей и животных, на качество сельскохозяйственной продукции. Поэтому важным является повышение эффективности защиты элементов очистных сооружений от воздействия агрессивной среды. Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки модифицированных полимерных порошковых композиций и способов формирования на их основе защитных покрытий металлических конструкций очистных сооружений и их элементов, что позволит улучшить экологическую обстановку животноводческих предприятий.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи.

Дана оценка прочностных свойств и коррозионной стойкости традиционных защитных материалов и конструкций, используемых в сельском строительстве. Осуществлен комплекс лабораторных исследований и полигонные испытания экспериментальных защитных покрытий для определения зависимости прочностных, деформативных свойств и коррозионной стойкости модифицированных напыляемых полиэтиленовых композиций от структурообразующих и физико-химических факторов при воздействии эксплуатационных нагрузок и сред. Проведена оценка предлагаемых методов предварительной обработки и последующей защиты разрушаемых мест в металлических конструкциях сельскохозяйственных объектов на контактных поверхностях «полимерная защита – сталь» и разработаны способы повышения адгезии путем предварительной обработки композициями с наноразмерными составляющими. Разработана технология нанесения напыляемых полимерных материалов на металлические поверхности очистных сооружений с предварительной их обработкой наноразмерными составами; организовано опытно-производственное внедрение в условиях действующих животноводческих комплексов сельскохозяйственных предприятий. Проведена технико-экономическая оценка эффективности применения коррозионно-стойких напыляемых

модифицированных полимерных композиций в агрессивных средах животноводческих комплексов.

В результате проведенных исследований доказано, что предварительная обработка металлических поверхностей активирующими композициями на основе кремнезоля и УНТ увеличивает адгезию к ним напыляемого покрытия из порошкового ПЭНД в 1,5–2,5 раза и его прочность повышается на 25–45% за счет полимеризации полимерной пленки, формирующейся с разветвленной структурой полиэтилена. А это сближает коэффициенты линейного температурного расширения покрытия и поверхности, чем обеспечивает их надёжную совместную работу.

Разработана технология нанесения полимерных защитных покрытий на металлические поверхности очистных сооружений приводится описание технологии производства работ, защитных газонапыляемых полиэтиленовых покрытий с предварительной обработкой активирующими композициями поверхности и полиэтиленового порошка ПЭНД.

По разработанной технологии нанесения термонапыляемых покрытий было осуществлено опытно-производственное внедрение на Кудряшовском свинокомплексе и на молочных животноводческих фермах ОАО «Устьянцевское» и ОАО «Пригородное». Осуществлено внедрение модифицированных напыляемых модифицированных полиэтиленовых композиций для антикоррозионной защиты стальных поверхностей очистных сооружений, предварительно обработанных активирующими композициями на основе кремнезоля с добавкой УНТ. Разработан и передан заказчику Технологический регламент «Нанесение на металлические поверхности защитных полимерных порошковых покрытий на основе модифицированных полиэтиленовых композиций».

Таблица - Расход материалов на 100 м^2 защищаемой поверхности

Составы для защищаемой поверхности	Составляющие композиции						
	Толщина покрытия, мкм	Расход, кг/м^2	Порошок ПЭНД, кг/м^2	Кремне-золь, кг/м^2	УНТ, г/м^2	Расчетный срок службы, лет	Стоимость, руб./м^2
Порошок без обработки	350–550	0,5–1,2	0,52	–	–	7–9	350–420
Порошок с обработкой КЗ	400–600	0,4–0,6	0,53	0,04	–	8–10	360–430
Порошок с обработкой УНТ	250–300	0,3–0,7	0,65	–	1,26	10–12	400–460
Порошок с обработкой КЗ+УНТ	250–350	0,3–0,5	0,60	0,03	0,54	14–20	420–480

Эксплуатация нанесенных полимерных покрытий в течение нескольких лет показала их высокую коррозионную стойкость в средах животноводческих помещений, хорошую совместимость с защищаемой стальной поверхностью и отсутствие каких-либо дефектов и нарушений целостности в течение 3–5 лет. Это позволяет рекомендовать предложения по эффективной защите металлических конструкций и элементов очистных сооружений и систем навозоудаления животноводческих комплексов. В таблице приведены результаты технико-экономических расчетов, предлагаемых вариантов защиты металлических конструкций очистных сооружений животноводческих предприятий.

Учитывая тот факт, что срок эксплуатации металлических конструкций и элементов очистных сооружений после нанесения защитного полимерного покрытия на предварительно обработанную активирующими составами защищаемую поверхность увеличивается в 2-3 раза, можно сделать заключение о целесообразности выполненной работы и её эффективности.

Библиографический список

1. Пичугин А.П., Городецкий С.А., Бареев В.И. Комплексная защита сельскохозяйственных объектов от коррозионного разрушения// Строительные материалы. – 2011. -№3. –С.45-47.
2. Пичугин, А.П., Стойкость термонапыляемых полимерных покрытий в средах животноводческих помещений [Текст] / А.П. Пичугин, В.В. Банул // Строительные материалы. 2013. № 8, – С. 47–49.
3. Пичугин А.П., Городецкий С.А, Бареев В.И. . Коррозионностойкие материалы для защиты полов и инженерных систем сельскохозяйственных зданий и сооружений./ Монография, НГАУ-РАЕН, Новосибирск, 2010. – 142 с.

УДК 666.972:678

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

А.П. Пичугин, д.т.н., профессор**; В.В. Балаш,** аспирант**;**
К.А. Никитенко, аспирант**, А.А. Шаталов,** аспирант
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

С учетом отработки оптимальных рецептурных и технологических параметров, а также основываясь на возможностях и особенностях ремонтно-строительных организаций, занимающихся устройством защитных покрытий строительных конструкций и инженерных систем животноводческих объектов, была определены технологическая последовательность пооперационного выполнения всех работ, связанных с антикоррозионной обработкой материалов. В соответствии с разработанной технологической схемой (рис.1) процесс производства работ определяется в следующей последовательности:

- проверка компонентов на соответствие качества согласно регламентирующих технических условий и сертификатов;
- дозировка компонентов полимерсиликатной композиции в соответствии с выработанными в работе рекомендациями по рецептуре оптимального состава;
- последовательное перемешивание жидкой фракции полимерсиликатного состава;
- введение минеральных добавок и тщательное перемешивание в течение 2-3 минут;
- корректировка состава и доведение его до требуемой пластической вязкости с целью обеспечения хорошей адгезии и создания возможности проникновения композиции внутрь защищаемого бетона;
- предварительная разметка определенных мест строительных конструкций и элементов инженерных систем для подготовки и антикоррозионной защиты;
- подготовка защищаемой поверхности бетонной или каменной конструкции от пыли, грязи, воды и пр.; при необходимости подсушка и заделка трещин и сколов;

- нанесение полимерсиликатной композиции и устройство защитного покрытия с выравниванием по всей обрабатываемой поверхности;

- изготовление контрольных образцов для проверки качества полученной полимерсиликатной композиции;

- выдерживание защищенного элемента из бетона или каменных материалов в течение 24-48 часов для отвердевания полимерсиликатной пропиточной композиции;

- контроль качества нанесенного защитного покрытия и устранение дефектов;

- организация возможности бездефектного затвердевания полимерсиликатной наполненной композиции в течение 7-14 суток;

- проверка качества выполненных работ и подготовка конструкций и объекта к эксплуатации.

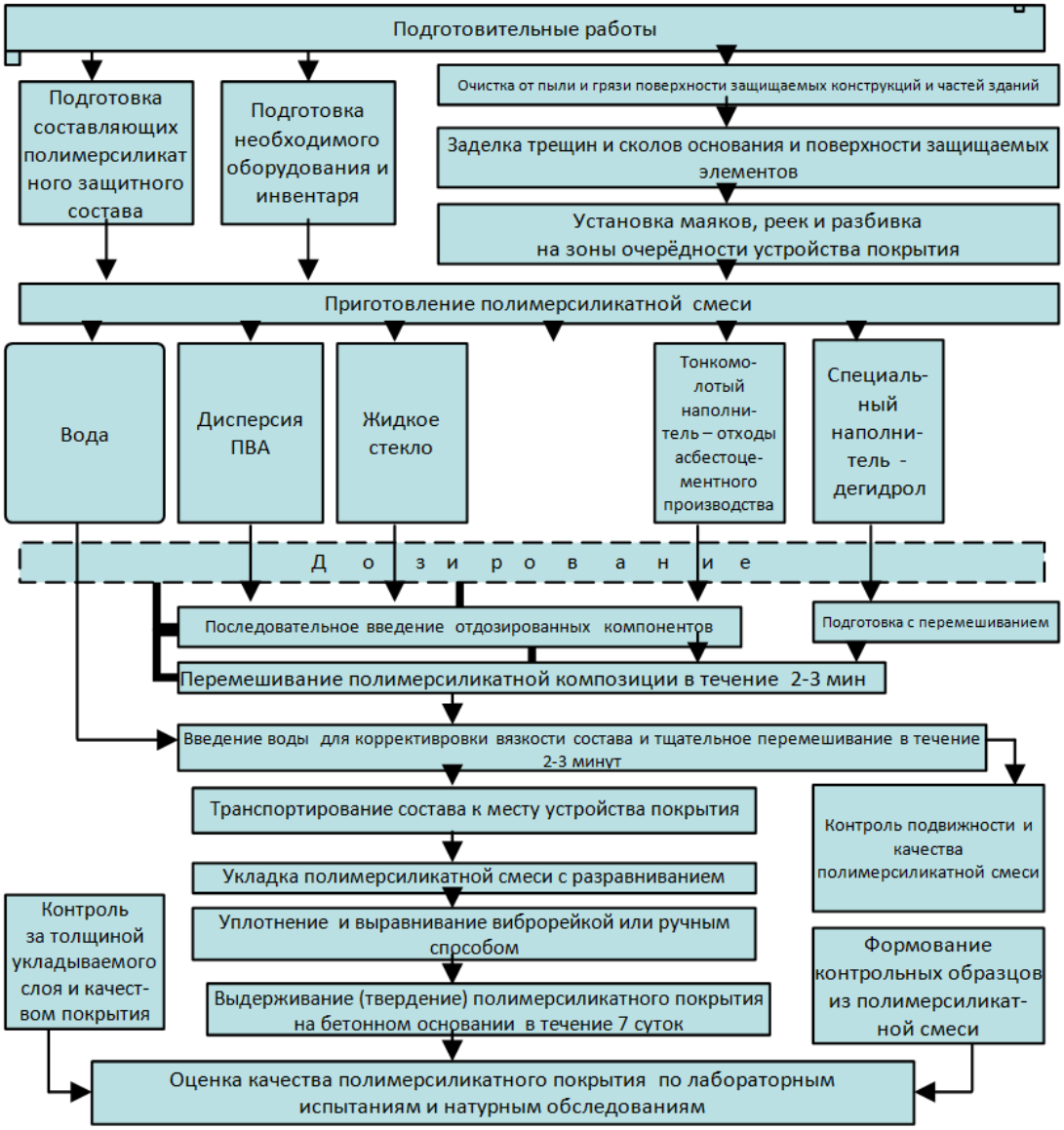


Рисунок 1 – Технологическая схема устройства антикоррозионных полимерсиликатных защитных покрытий

Для реализации работ по устройству антикоррозионного защитного покрытия на основе полимерсиликатной композиции и минеральных добавок направленного действия были рассчитаны расходы составляющих для приготовления смеси из расчета объема растворомешалки емкостью 150

литров (для больших объемов работ) и на емкость 20 литров при перемешивании мобильным электрическим ручным смесителем. Ниже , в таблице представлены расходы составляющих для приготовления полимерсиликатной защитной композиции на различные объемы работ.

Таблица 1 – Расходы компонентов полимерсиликатнных защитных составов, *л*

Наименование компонентов	Объем приготавливаемой композиции	
	20 литров	100 литров
Дисперсия ПВА	8,4 – 9,4	42,0 – 47,0
Жидкое натриевое стекло (ЖС)	4,6 – 6,0	23,0 – 30,0
Суммарный расход ПВА + ЖС	14,0 – 14,4	70,0 – 72,0
Отходы АЦП	3,0 – 3,4	15,0 – 17,0
Добавка дегидрол	2,4 – 2,8	12,0 – 14,0
Вода	По требованию - до доведения необходимой пластичности смеси	По требованию - до доведения необходимой пластичности смеси

Приготовление полимерсиликатной защитной композиции осуществляется в любой растворомешалке или простой емкости, например, в ведре при небольших объемах работ при помощи механизированной ручной мешалки. После дозировки компонентов, производимой на весах любого типа, составляющие тщательно перемешиваются до получения однородной массы. Для проверки качества приготовленной полимерсиликатной композиции отбирались пробы подготовленного состава и наносились на контрольную поверхность в виде защитного покрытия. Емкость для защитной наполненной композиции при подаче растворонасосом должна быть оборудована сетчатым фильтром с целью предотвращения засорения питательного шланга со штуцером. Ввиду погрешности весовой дозировки и допусков в отсчетах взвешиваемых и отмеряемых материалов фактические составы отличались от расчетных на 3-8%, что отражалось в практической рецептуре. Однако, в целом, качественные показатели антикоррозионной защитной полимерсиликатной композиции с минеральными наполнителями направленного действия соответствовали рекомендованным рецептурам.

При подготовке поверхности конструкций из бетона, железобетона и каменных материалов необходимо учитывать основные требования ГОСТ 22753 и действующих строительных норм и правил. Удаление загрязнений с поверхности железобетонных и других конструкций рекомендуется осуществлять гидросмывным, песко-дробеструйным методом, механизированным инструментом; при малых объёмах работ допускается вручную - стальными щетками, скребками, шпателями. При выборе метода следует учитывать характер загрязнений, объём работ и возможность обеспечения безопасности ведения работ. Образования в виде высолов, брызги и потеки раствора, продукты коррозии и другие нежировые загрязнения удаляют механическим способом (скребками, наждачными кругами, стальными щётками) о последующей промывкой поверхности струей воды и последующей сушкой. Обезжиривание проводится, в основном, для обеспечения адгезии защитного материала и защищаемой поверхности. Жировые загрязнения следует удалять с помощью растворителя (бензин, уайт-спирит). На загрязненное место кистью или другим способом наносят растворитель, который затем удаляют, например вётошью, вместе с перешедшими в раствор загрязнениями. Операцию можно повторить несколько раз.

Выравнивание заключается в устранении дефектов поверхности конструкций. К дефектам относятся: неровность, шероховатость, поверхностная

пористость, механические повреждения (отколы, раковины), наплывы, отслоения, вздутия, выходы на поверхность ржавеющей арматуры, осыпающиеся места, трещины. Подлежащие обработке ребра и острые углы конструкций и пересечения поверхностей должны быть закруглены радиусом от 5 до 20 мм (РС 5631-2006, 3I, СЭВ). В местах образования трещин следует произвести их расшивку на глубину не менее 5-10 мм (ГОСТ 22753).

Все защищаемые зоны и подготавливаемые места должны быть обеспылены. Обеспыливание может осуществляться сжатым воздухом, волосяными щётками, пылесосом. Для выравнивания и обработки поверхности бетонных и железобетонных конструкций могут быть использованы: пневматические рубильные молотки марки $Р_1$, $Р_2$, $Р_3$; молоток-зубило; пучковый молоток; бучарда С-38; электрические шлифовальные машины марок ШПП-5, С-477А, С-499, С-475 и др.

При избытке влаги в защищаемом элементе производится сушка, которая обеспечивает отсутствие влаги или ограничивает ее содержание на защищаемой поверхности конструкции. Сушка может быть естественной и искусственной. При искусственной сушке значительно сокращается время, но требуется специальное оборудование (нагревательные приборы).

Защитное покрытие следует наносить на поверхность бетона лишь после прохождения в нем основных, усадочных процессов. Процесс высушивания материала контролируется определением его влажности. Влажность бетона определяется электронным влагомером.

Промежуток времени после окончания подготовки поверхности бетона перед нанесением первого слоя защитного покрытия не должен превышать 24 ч.

Устройство защитного покрытия на открытом воздухе рекомендуется проводить при температуре не ниже +10°С. Обработку конструкций в дождливую погоду не допускается. Внутри помещений работы следует производить при температуре не ниже +I0ºС и относительной влажности воздуха не более 75%. Для нанесения покрытий может быть использовано различное оборудование и самые разнообразные приемы нанесения полимерсиликатной композиции. Вне зависимости от способа нанесения защитного покрытия необходимо контролировать: вязкость (в соответствии с методом нанесения и возможностью загустевания), время и степень высыхания (для обеспечения требуемой степени затвердевания составов при многослойной конструкции), внешний вид покрытия (для установления и устранения причин образующихся дефектов). Величина рекомендуемой рабочей вязкости, ограниченная жизнеспособностью состава, зависит от вида защищаемой поверхности, степени её пористости, вида агрессивной среды и требований к долговечности данной конструкции или объекта. Основными способами устройства полимерсиликатных защитных покрытий на поверхность бетонных и железобетонных конструкций являются: пневматическое и безвоздушное нанесение растворонасосами или вручную кистевым способом.

Опытно-производственное внедрение результатов исследований осуществлялось на сельскохозяйственных и производственных объектах, животноводческих фермах Новосибирского района Новосибирской области в подразделениях и производственных участках «Компании НЭП». С этой целью были выработаны рекомендации по устройству антикоррозионного защитного покрытия для сооружений и коллекторов на сельскохозяйственных и производственных объектах, а также Временные Технические Условия. На рис. 3 представлен общий вид нижнего основания аэротенков очистных сооружений в период нанесения антикоррозионного защитного покрытия. В результате

обследования после эксплуатации в течение трех лет нарушений целостности, отслоения и следов коррозии не обнаружено, что отмечено в актах обследования специалистов аграрного университета совместно с работниками ЗАО «Компания НЭП». Отбор проб показал, что защитные полимерсиликатные покрытия имеют низкую пористость, практическую непроницаемость, высокую прочность и хорошую адгезию к бетонному основанию.

Рисунок 2 – Обработка полимерсиликатным составовом с наполнителями направленного действия канала навозоудаления на ферме КРС

Рисунок 3 – Общий вид очистных сооружений (аэротенков) после устройства защитного полимерсиликатного покрытия и запуска объекта в эксплуатацию после ремонтно-восстановительных работ

Опыт эксплуатации строительных конструкций и частей зданий и сооружений сельскохозяйственного и производственного назначения и проведение экспертных осмотров позволяют сделать вывод о положительном влиянии полимерсиликатной защитной композиции с наполнителями направленного действия на долговечность защищаемых элементов. На основе опытно-производственной проверки результатов исследований были доработаны и переданы заказчику Временные Технические Условия ВТУ 279-3306 «Антикоррозионные защитные покрытия для сооружений и коллекторов на сельскохозяйственных и производственных объектах».

Библиографический список

1. Пичугин А.П., Городецкий С.А., Бареев В.И. Комплексная защита сельскохозяйственных объектов от коррозионного разрушения// Строительные материалы. – 2011. -№3. –С.45-47.
2. Субботин О.С., Пичугин А.П., Белан И.В. Материалы и архитектура малоэтажных зданий, эксплуатирующихся в особых природных условиях. Монография./ Новосибирск: НГАУ-РАЕН, 2012. – 192 с.
3. Пичугин А.П., Городецкий С.А, Бареев В.И. . Коррозионностойкие материалы для защиты полов и инженерных систем сельскохозяйственных зданий и сооружений./ Монография, НГАУ-РАЕН, Новосибирск, 2010. – 142 с.

УДК 691.11:674.048

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ ДОБАВКАМИ

А.П. Пичугин, д.т.н., профессор**; Л.А. Митина,** к.с.-х.н., доцент**;**
М.О. Батин, к.т.н., доцент.**; И.М. Дзю,** доцент**.**
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Для разработки технологической схемы производства изделий из модифицированной древесины полимерной композицией на основе фенолоспирта с наноразмерными добавками водных дисперсий кремнезоля и углеродных нанотрубок были детально рассмотрены физико-химические основы производства и учтены все технологические этапы и операции: сушка, пропитка и термическая обработка. Для обеспечения быстрой сквозной пропитки заготовки сушатся до влажности 12-14% при температуре 80-120 ºС и сразу же загружаются в автоклав, т.к. горячие заготовки пропитываются лучше. Предварительный прогрев сушильной камеры позволяет разрыхлить углеводную матрицу древесины, вследствие частичного испарения и удалить часть воздуха из внутренних слоев древесины. При последнем вакуумировании (остаточное давление 0,005 – 0,01 МПа) отсасывается остаток воздуха из заготовок и пропитывающий раствор в дальнейшем легко проникает под действием избыточного давления 0,8-1,2 МПа в глубинные слои древесины.

Технологическая схема производства модифицированной древесины включает в себя следующие операции и процессы. Первоначально пиломатериал подвергается обработке на торцевом станке УК40. Станок предназначен для точного поперечного распиливания. Затем заготовки поступают на станок для продольной распиловки ЦДК5-2 (прирезной станок). Он предназначен для чистового точного раскроя на несколько частей досок и реек. В результате раскроя образуется заготовка чистого пола и рейки. Отходы обрезков удаляются из цеха с помощью тележки. Подготовленные рейки и бруски соответствующего размера поступают из столярного отделения технологическим транспортом – приводной тележкой в цех модифицирования древесины. При выкате тележки из сушильной камеры формируются пакеты. Сформированные пакеты на тележке закатываются в сушильную камеру, где сушатся заготовки в течение суток при температуре 80-105ºС от начальной влажности 40-45% до конечной влажности 12-14%. Контроль влажности производится электровлагомером ЭВГМ. После сушки пакеты загружаются при помощи тельфера в тележку автоклава, на которой смонтирована ванна объемом 7,8 м³. После закатывания тележки в автоклав, закрывается

байонетный затвор, начинается цикл пропитки, который состоит из - вакуумирования 15-20 минут, при разряжении до остаточного давления 0,005-0,01 МПа; подача раствора фенолоспирта с водными дисперсиями кремнезоля и УНТ 5-10 минут; создание давления до 0,8 МПа и выдержка в течение 100-120 минут, слив раствора – 5 мин. Пропиточный раствор, который хранится в двух емкостях объемом 13,3 м^3 каждая; подача раствора осуществляется с помощью центробежного насоса. После пропитки тележку с помощью лебедки вытаскивают из автоклава. Пропитанные заготовки, для решетчатого пола поступают во вторую сушильную камеру «Урал 78-1С», где происходит отверждение модификатора полностью для заготовок чистого пола, а для брусков основания решеток – неполное отверждение модификатора. Заготовки сушат при температуре 70-80 ºС с начальной влажностью 65-80% до конечной влажности 20-25%, а затем поднимают температуру до 100-120ºС. При этом заготовки с начальной влажностью 20-25% до конечной 10-12%, одновременно идет процесс отверждения модификатора в древесине. Готовые доски для решетчатого пола с помощью приводной тележки транспортируются на склад готовой продукции, откуда поступают в столярное отделение для изготовления деревянных решеток.

Для реализации разработанной технологии производства решетчатых полов из модифицированной полимерной композицией на основе фенолоспирта с наноразмерными добавками водных дисперсий кремнезоля и углеродных нанотрубок древесины был разработан проект цеха модификации древесины с набором основного оборудования для выполнения всех работ (таблица).

Таблица – Спецификация оборудования цеха

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед, кг	Приме-чание
1	ВБ 20/60	Автоклав 20х60	1	16300	
2	ВБ 15/ 30	Автоклав 15х30	1	3270	
3	Аппарат ёмк. 1м? Ру=6	Мерник	1	1100	
4	1ХМ-2-28	Насос моноблочный	1	110	
5	3Ф 12	Насос перекачивающий	1	150	
6	н.о 2200х3000	Бак модификатора	1	750	
7	н.о 1800х4000	Бак модификатора	1	750	
8	н.о 1800х2000	Бак для смолы	1	370	
9		Мешалка	1	870	
10	н.о	Приёмная ёмкость	1	970	
11		Компрессор	1	750	
12	Аппарат 4 м?	Ресивер	1	1100	
13	н.о	Гидрозатвор	1	250	
14	н.о	Бак подпитки	1	560	
15	ВВН-1-1,5	Вакуум-насос	1	250	
16	н.о	Влагоприемник	1	460	
17	н.о	Фильтр	1	105	

Принятый для опытного производства режим сквозной пропитки деталей пола из древесины включал следующие рецептурно-технологические параметры. Пропитывающие составы разработаны на основе использования фенолоспирта с содержанием свободного формальдегида 3,7 % и фенола –

3,0 %, а также добавками наноразмерных композиций: 10-12% 30-ти% кремнезоля с 2-4% трехпроцентной дисперсии углеродных нанотрубок.

На рисунке 1 представлен фрагмент решетчатого пола с указанием отдельных элементов решетки.

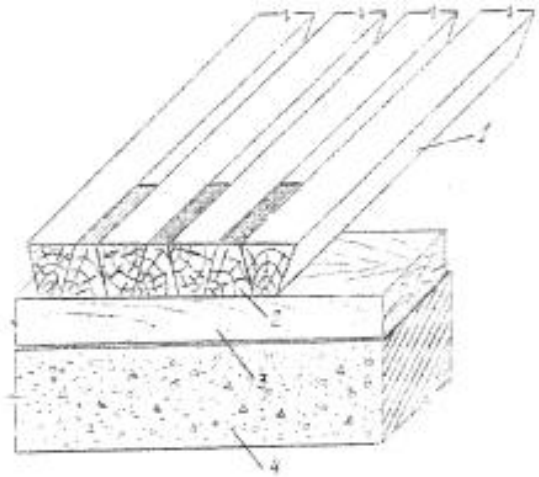


Рисунок 1 – Фрагмент решётчатого пола из модифицированной древесины: 1 – планка из модифицированной древесины; 2 – коротыш; 3 – обвязочный брус из модифицированной древесины; 4 – бетонное основание

Технологические характеристики модификаторов следующие: вязкость по ВЗ–4, 13–18 с; концентрация 25-35 %; молекулярная масса - 300 – 1500; рабочая температура - 20±2 °С. Пропитка элементов пола должна быть сквозной. Количество отверждённого модификатора в древесине при сквозной пропитке составляет не менее 20-30 %. Разработаны графики технологического режима пропитки различных деталей пола.

Для реализации научных разработок на практике в условиях действующих животноводческих ферм были изготовлены партии решеток из модифицированной полимерной композицией на основе фенолоспирта с наноразмерными добавками водных дисперсий кремнезоля и углеродных нанотрубок древесины для полов на платформе. Содержание сельскохозяйственных животных осуществляется на некотором возвышении над каналами навозоудаления, что обеспечивает достаточный воздухообмен и благоприятный микроклимат в помещениях. До начала работ были выполнены проектные работы, а на рисунке 2 представлен схематический разрезы коровника с полами платформенного типа.

Система вентиляции после реконструкции позволяет улучшить приток воздуха и сохранить тепло в зимний период, что позволяет осуществлять комплексная вентиляционная установка «Микроклимат»; система удаления навоза – альфаскрепером, работающем в автоматическом режиме и удаляющим навоз вниз по наклонному каналу в навозоприемный резервуар. Для экспериментов были выбраны три помещения для содержания крупного рогатого скота. В первом помещении с ремонтным молодняком для сравнения были использованы три вида полов: деревянные обычные, чугунные и решетчатые из модифицированной древесины. Все полы были устроены на полах-платформах, позволяющих свободно размещать решетки размерами 1,0х0,5 м и заменять их в случае необходимости или выхода из строя.

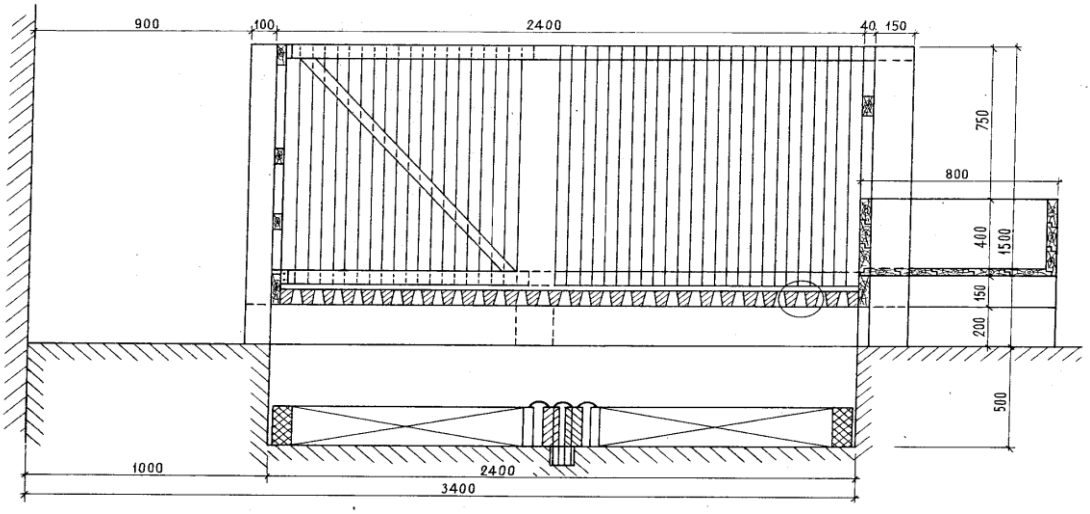


Рисунок 2 – Детальный разрез коровника с решетчатыми полами-платформами

Во втором помещении с животными на откорме сравнивались полы из пластмассовых решеток и решетчатые из модифицированной древесины, на платформе. На каждом типе полов находилось не менее пятидесяти сельскохозяйственных животных. Все полы и животные предварительно были обследованы в соответствии с действующими нормами содержания. При этом фиксировались параметры микроклимата: влажность, температура воздуха и пола; микробная загрязненность и загазованность.

Предложена принципиальная схема и режимы модифицирования деревянных деталей решетчатых полов, подобрано технологическое оборудование и специальная технологическая оснастка для проведения работ. Разработаны и переданы предприятиям строительной индустрии Временные Технические условия ВТУ 5381-031-00493391-2014 «Решетчатые полы из модифицированной древесины для животноводческих помещений», для производства работ по сквозной пропитке древесины модифицирующими составами и устройству решетчатых полов в животноводческих зданиях. Определена экономическая эффективность внедрения разработанной технологии модифицирования древесины. Прибыль при внедрении предлагаемой технологии возрастает приблизительно в 2 раза. Выпущены партии решетчатых полов из модифицированной древесины, опыт эксплуатации которых показал повышенную долговечность полов из модифицированной полимерными композициями древесины по сравнению с полами из натуральной древесины. В помещениях для содержания животных улучшились показатели микроклимата и благосостояние поголовья. Санитарные пробы по контролю прирастания окружности копытец у телят позволяют судить о физиологической совместимости полов из модифицированной полимерными композициями древесины с копытным рогом животных.

Библиографический список

1. Батин, М.О. Биостойкость древесины в решетчатых полах животноводческих помещений [Текст] / М.О. Батин, А.П. Пичугин // Мир науки, культуры, образования. 2012. №1, - С.318-320.

2. Пичугин, А.П. Полы из модифицированных полимерными композициями материалов в сельском хозяйстве [Текст] / А.П. Пичугин, М.О. Батин, В.В. Банул // Строительные материалы. 2012. №8, - С.80-82.

3. Батин, М.О. Пути обеспечения стойкости древесины в полах животноводческих помещений [Текст] / М.О. Батин, В.И. Береев, А.П. Пичугин // Международный сборник научных трудов «Строительное материаловедение: состояние, тенденции и перспективы развития». – Новосибирск, 2011, - С.160-164.

УДК 502.7:665.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПЕРЕГНОЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Л.Д. Стороженко
Научный руководитель к.т.н., доцент А.И. Голомянов
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Состав нефтезагрязнений в сточных водах конкретных предприятий (нефтебазы, станции техобслуживания автомобилей и других предприятий) определяется главным образом товарными нефтепродуктами. Это автомобильное (бензины, лигроины, керосин, газойли, соляровые дистилляты), дизельное (смесь керосиновых и соляровых фракций крекинга нефти, каталитический газойль), котельное топливо (мазуты) и смазочные материалы.

Объемы нефтесодержащих стоков зависят от мощности предприятий (например, станций техобслуживания автомобилей, машинотракторных станций, нефтебаз и т.д.). Сточные воды включают: отстойные воды (мытье бочек из-под нефтепродуктов, площадей производств, сливо-наливных эстакад, загрязненный конденсат от пароподогревательных установок) и воду от оборудования (уплотнения сальников, охлаждение подшипников нефтяных насосов). Кроме того, в стоки включаются балластные воды в связи с перевозкой нефти и нефтепродуктов (цистернами, танкерами), льяльные воды (воды осадочной части судна) и подсланевые (стоки машинного отделения).

Объемы стоков могут быть показаны на другом примере – типовых спецавтоцентрах ВАЗа (САЦ), рассчитанных на обслуживание 11000 автомобилей в год. Такие центры имеют неполную оборотную систему водоснабжения и потребляют 948 м^3/сут. пресной воды, из них 494 м^3/сут. из городского водопровода и 454 м^3/сут. оборотной. В технологических процессах безвозвратно теряется 36 м^3/сут. На очистные сооружения поступает 912 м^3/сут., а в городскую канализацию сбрасывается 458 м^3/сут. воды [1].

Подобные предприятия, использующие нефть и нефтепродукты, образуют суммарно значительное трудноучитываемое количество неочищенных нефтесодержащих стоков.

Борьба с нефтяными загрязнениями, попавшими в водоносный слой, является сложной и дорогостоящей задачей, практически часто труднореализуемой.

Среди существующих в настоящее время способов очистки загрязненной нефтепродуктами воды самыми эффективными являются следующие: механический, химический и биологический способ.

В современном мире наиболее передовым методом очистки воды является биологический способ. В основу такого способа фильтрации воды от нефтепродуктов (а также очистки воды для дома) входит применение специальных микроорганизмов, которые используют нефтепродукты как основной источник питания. Среди таких микроорганизмов можно выделить

сотни различных видов, к примеру, бактерии, грибы или дрожжи. Именно они обладают способностью перерабатывать самые сложные углеводородные соединения, которые и входят в состав всех нефтепродуктов [2].

Биоперегной или зоогумус – это высокоэффективное ограническое удобрение, получаемое в процессе биологической переработки навоза личинками синантропных мух.

Зоогумус безвреден для почвы и растений. Он имеет повышенное содержание сухого вещества, золы, слабощелочную реакцию среды. Степень переработки свиного навоза личинками синантропных мух составляет 90-95%. Зоогумус имеет большое количество питательных веществ, содержание аммиачного азота увеличивается по сравнению с навозом в два раза и составляет 347-351 мг на 100 г. В зоогумусе в два раза увеличивается численность азотфиксирующих микроорганизмов, переводящих атмосферный азот в усвояемое растениями соединение. Кроме того, он содержит полезные микроскопические грибы, дрожжи, целлюлозоразрушающие микроорганизмы, которые разлагают органическое вещество и переводят азот, фосфор, калий в усвояемые растением формы. Благодаря этому одноразовое внесение зоогумуса в течение двух-трёх лет обеспечивает поступление дополнительного количества питательных веществ.

В зоогумусе содержатся физиологически активные вещества. Благодаря активной ферментации они усиливают рост и развитие растений, снижают их стрессы, особенно рассады при высадке, усиливают приживаемость, ускоряют прорастание семян, повышают устойчивость к заболеваниям, способствуют получению продукции высокого качества.

Зоогумус обладает большой влагоёмкостью, гидрофильностью, механической прочностью, не содержит семян сорных растений, способен удерживать до 70 % воды и в несколько раз эффективнее любого другого органического удобрения.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что применение зоогумуса восстанавливает структуру почвы. Оставаясь экологически чистым, он обладает санитарными свойствами защиты растений от вредителей и болезней, не уступая в этом отношении ряду пестицидов.

Зоогумус, который выступает также в качестве сорбента, может быть использован для удаления нефтепродуктов из подсланевых вод на речном флоте. Для проведения опытов по очистке воды от нефтепродуктов были приготовлены три модельных раствора (дистиллированная вода, объём 500 мл) с известной концентрацией дизельного топлива, машинного масла и солярки. Затем в каждую пробу насыпали по 9,6 г зоогумуса. Пробы перемешивали при помощи магнитных мешалок в течение пяти минут, фильтровали и анализировали на атомно-адсорбционном спектрофотометре.

Полученные результаты показали, что если концентрация дизельного топлива в растворе до начала очистки составляла 1086 мг/л, то после очистки она снизилась до 18,14 мг/л, концентрация машинного масла снизилась с 1342 мг/л до 116,4 мг/л, а концентрация дизельного топлива упала с 822 до 216,6 мг/л.

Процентное извлечение вещества из раствора при «Е» при помощи зоогумуса вычислялось по формуле:

$$E = \{(C1 – C2)/C1\}\ 100\ \%. \quad (1)$$

В формуле (1) С1 – концентрация вещества в растворе до очистки, мг/л, С2 – концентрация вещества в растворе после очистки.

Наиболее эффективно зоогумус нейтрализовал дизельное топливо 91%, очистка раствора от соляровых масел, используемых в качестве топлива для тихоходных тракторных, стационарных и судовых дизелей, составила 71 %.

Утилизацию отработанного зоогумуса возможно проводить, добавляя его в почву как удобрение. Зоогумус содержит аммонифицирующие группы микроорганизмов в 15-29 раз больше, чем обычный перегной [3].

Библиографический список

1. Состав нефтесодержащих сточных вод, ПДК в воде водоемов [Электронный ресурс]: статья / 2016. – Режим доступа: /– http://mediana-eco.ru/information/903ab124/
2. Очистка воды от нефтепродуктов – главные методики [Электронный ресурс]: статья / 2016. – Режим доступа: http://www.bwt.ru/useful-info/?ELEMENT_ID=1344
3. Гудилин И. И. Биотехнология переработки органических отходов и экология. /И.И. Гудилин, А.Ф. Кондратов. – Новосиб. книжн. Изд-во, 1999 – 392 с.

УДК 62-68

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕДПУСКОВОГО ПОДОГРЕВА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Н.С. Айснер, Д.В. Гулевич, А.Ф. Курносов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В условиях отрицательных температур окружающего воздуха, особенно в период пуска-прогрева, увеличиваются отказы двигателей, трудозатраты на их устранение и простои автотракторной техники при их тепловой подготовке к работе. [2]

Главными причинами затрудненного пуска ДВС в условиях отрицательных температур являются:

1. Необходимость в увеличении пусковой частоты вращения коленчатого вала;
2. Рост крутящего момента сопротивления вращению коленчатого вала двигателя (рис. 1);
3. Меньшая испаряемость топлива и ухудшение смесеобразования;
4. Уменьшение мощности стартера из-за снижения емкости аккумуляторной батареи (АКБ).

Действие всех этих причин при отрицательной температуре проявляются одновременно. При температуре минус 18°С емкость АКБ составляет от первоначальной 40%, а сопротивление крутящему моменту возрастает на 210% (при использовании всесезонного масла). Также каждый холодный старт двигателя (т.е. пуск при температуре ниже 5°С) сокращает его ресурс на 400-600 км.[2]

Рост минимальной пусковой частоты вращения объясняется ухудшением испаряемости топлива. Момент сопротивления в значительной мере зависит от трения сопряженных поверхностей двигателя (поршневые кольца и стенки цилиндров, шейки вала и подшипники и т.д.). Трущиеся поверхности двигателя разделены масляной пленкой, поэтому вязкость масла оказывает большое влияние на силы трения, и, следовательно, на момент сопротивления. Таким

образом, увеличение вязкости масла при понижении температуры вызывает повышение момента сопротивления.

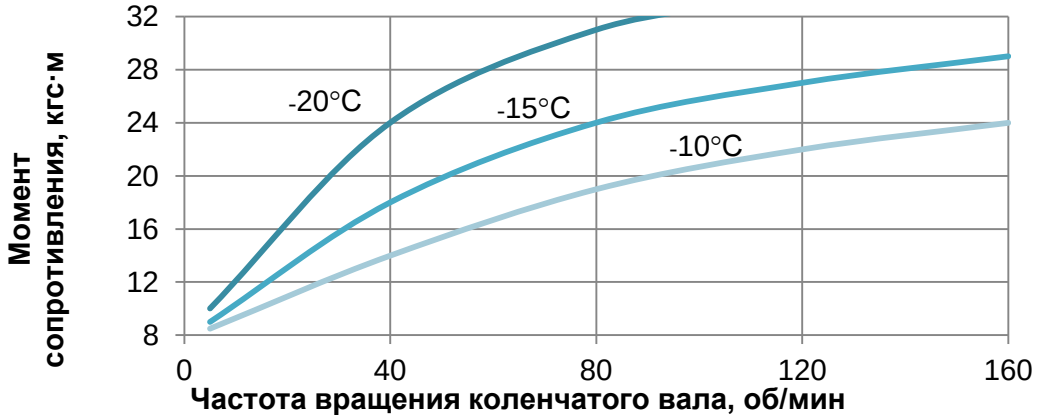


Рисунок 1 – Зависимость момента сопротивления прокручивания коленчатого вала двигателя от частоты вращения при разных температурах (на примере автомобиля ЗИЛ-130)

Поэтому, суровые климатические условия регионов предопределили разработку большого количества различных средств и способов предпускового подогрева двигателей.

В данной статье приведены результаты поисковых исследований способов предпускового подогрева ДВС с целью выявления наиболее перспективного направления для его последующего теоретической и экспериментальной проработки.

Все способы предпускового подогрева можно классифицировать следующим образом:

1. с применением автономных подогревателей;
2. с применением неавтономных подогревателей;
3. с применением тепловых аккумуляторов (ТА).

Автономные системы для подогрева двигателя используют тепловую энергию, образующуюся от сгоревшего топлива, на котором работает двигатель автомобиля (бензин, дизель). В качестве теплоносителя используется жидкость системы охлаждения двигателя.

Предпусковой автономный подогреватель (фирмы Webasto, Eberspacher и др.) представляет собой компактный прибор, который устанавливается в моторном отсеке. Теплообменник подогревателя подсоединяется к охлаждающему контору двигателя, электроник – к бортовой сети, а система подачи топлива – к топливному баку. Расчетное время прогрева составляет от 20 до 60 минут.[1]

Автономные подогреватели отличаются высоким КПД, отсутствие необходимости интервального прогрева и независимости от сети 220 V.

Подогрев двигателя в неавтономных системах производится с помощью электроподогревателей, работающих от электрической сети. Теплоносителем неавтономных подогревателей также является жидкость системы охлаждения двигателя.

В основе работы неавтономных подогревателей лежат два физических элемента: подогрев с помощью электроэнергии и конвекция. В среднем для подогрева двигателя достаточно 2-3 часа, после чего температура двигателя стабилизируется.[1]

Преимущества неавтономных подогревателей состоит в следующем: простота конструкции и установки, надежность и безопасность.

Наиболее распространены в России импортные системы подогрева DEFA (Норвегия), Calix (Швеция) и компании «Лидер».

Из недостатков автономных и неавтономных подогревателей можно выделить их высокую стоимость, долгое время прогрева, необходимость в энергии внешних источников, дополнительных затрат на подогрев и использовании для конкретного ряда моделей техники.

Перечисленные выше недостатки решаются использованием тепловых аккумуляторов.

Тепловыми аккумулятором называется устройство, обеспечивающее обратные процессы накопления, хранения, и выработки тепловой энергии.[3]

Принцип работы ТА, предназначенного для использования подогрева ДВС, основан на принципе термоса. Этот «термос» представляет собой двухкорпусный цилиндрический сосуд с вакуумной изоляцией. Охлаждающая жидкость, нагретая от работающего двигателя до рабочей температуры (85-90°С), помещается в сосуд и может храниться до 2-х и более суток. Перед пуском холодного двигателя электронасос закачивает в двигатель нагретую жидкость. В результате двигатель прогревается. Время прогрева составляет, в зависимости от объема охлаждающей жидкости, от 1 до 10 минут.[3]

Различают несколько типов тепловых аккумуляторов:

1. Жидкостные ТА;
2. Тепловые аккумуляторы фазового перехода (ТАФП);
3. ТА с твердым теплоаккумулирующим материалом;
4. ТА с плавящим теплоаккумулирующим материалом.

Наиболее эффективными и распространенными тепловыми аккумуляторами являются жидкостные ТА и ТАФП.

В ТАФП накопление тепловой энергии значительной мощности осуществляется при помощи плавящего теплоаккумулирующего материала (ТАМ) (парафин, октагидрат гидрооксида натрия и т.п.). Для ТАФП энергоемкость теплового аккумулирования посредством использования теплоты фазового перехода определяется агрегатного состояния ТАМа при постоянной температуре, т.е. ТАФП работает за счет периодически повторяющихся процессов плавления и кристаллизации аккумулирующего материала. При этом в зависимости от процесса, тепловой аккумулятор либо накапливает энергию, либо отдает.

Недостатком можно назвать то, что после простоя машины, в охлажденный двигатель резко вливается горячая охлаждающая жидкость (разность температур может достигать более 100 градусов).. Так же из недостатков можно отметить сложность данной системы.

К числу наиболее простых устройств относятся жидкостные тепловые аккумуляторы.

Принцип работы такой же, как и у всех ТА, но преимуществом жидкостных ТА является использование охлаждающей жидкости в качестве ТАМа, что сравнительно понижает стоимость и упрощает конструкцию данного устройства.

Из недостатков жидкостных тепловых аккумуляторов выделяется:

1. Увеличение объема охлаждающей жидкости (до 2-х раз);
2. Необходимость дополнительного пространства для его размещения.[3]

Учитывая что, жидкостные ТА не широко распространены для использования подогрева двигателей в условиях отрицательных температур, а их конструкция проста в изготовлении и имеет высокую эффективность, становится актуальным использование вторичной теплоты системы

охлаждения двигателя в жидкостном тепловом аккумуляторе для его последующего предпускового подогрева.

Выводы:

1. Выполненный анализ способов показал, что для надежного пуска двигателя в условиях отрицательных температур целесообразно использовать предпусковой подогрев ДВС.

2. Наиболее эффективными устройствами для предпускового подогрева двигателя, учитывая время его тепловой подготовки, являются тепловые аккумуляторы.

3. Учитывая сложность в изготовлении ТАФП, в большинстве случаев эксплуатации автомобилей, имеющих двигатель с малым объемом охлаждающей жидкости, уместно использовать жидкостные тепловые аккумуляторы.

Библиографический список

1. Найман В.С. Все о предпусковых подогревателях и отопителях: справочный материал/ В.С. Найман. – СПб.: Издательство «Астрель», 2007. – 213 с.
2. Сырбаков А. П. – Эксплуатация автотракторной техники в условиях отрицательных температур: Учебное пособие / А. П. Сырбаков, М. А. Корчуганова - Томск: Изд-во ТПУ, 2012 - 205 с.
3. Шульгин В.В. Тепловые аккумуляторы автотранспортных средств/ В.В. Шульгин. – СПб.: Издательство Политех. ун-та, 2006. – 267 с.

УДК 631.173.2

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВС

В.М. Лившиц[1], В.В. Коротких[2], В.П. Багуто[2]
[1]Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН
[2]ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Эффективность, надежность и экологичность использования автотранспортных средств во многом определяется техническим состоянием двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Являясь наиболее сложным и дорогостоящим агрегатом мобильной техники, ДВС в процессе эксплуатации требует особого внимания и индивидуального подхода к регулировочным параметрам систем питания, зажигания, ГРМ и т.д. [1].

Работоспособное состояние элементов ДВС, как объекта управления, характеризуется количественными показателями, значения которых устанавливаются фирмами-изготовителями в качестве номинала или норматива с учетом допустимых отклонений.

Действительно, поле состояний ДВС одной модели, при одинаковой наработке имеет достаточно широкие пределы. Для обеспечения максимальной эффективности использования каждого ДВС необходим индивидуальный подход к определению режима его обслуживания (по периодичности и трудоёмкости) и значений регулируемых параметров. Особое внимание придаётся методологии подбора значения регулируемого параметра к сложившемуся состоянию рассматриваемого объекта управления, при котором его технико-экономические и экологические показатели будут более

эффективными по сравнению с нормативными. Такие значения регулируемых параметров считаются оптимальными, а процесс организации управления, связанный с их определением, подбором – адаптивным. [1]

Возможность достижения наиболее эффективных результатов работы трактора объясняется тем, что фирмы-изготовители при назначении выходных технико-экономических параметров его основных элементов, систем и механизмов ориентируются на гарантированное минимальное (худшее) их значение, которое допустимо в условиях массового производства.

Своевременное обнаружение и устранение неисправностей в системах и механизмах ДВС на основе результатов технической диагностики является одним из основных направлений решения задачи повышения эффективности их эксплуатации.

Опыт внедрения диагностики во многих АТП и СТО свидетельствует, что техническая готовность тракторов повышается на 3…5%, ресурс ДВС – на 15…20%, сокращаются затраты и расход запасных частей на 8…12%, топливо-смазочных материалов на 8%, уменьшаются трудовые затраты на ТО и ремонт, повышается культура труда ремонтно-технического персонала и значительно снижается экологический ущерб от эксплуатации автомобильного транспорта. [1]

Дальнейшее совершенствование методов и средств диагностирования двигателей в условиях АТП и СТО целесообразно проводить в следующих направлениях [2]:

- повышения точности и расширения области использования существующих средств диагностирования;
- сокращения трудоемкости диагностирования за счет уменьшения числа датчиков и диагностических параметров, повышения контролепригодности ДВС и других элементов автомобиля, автоматизации процессов диагностирования и обработки диагностической информации;
- обеспечения способности средств диагностирования к адаптивному управлению техническим состоянием основных систем и механизмов ДВС, то есть учету индивидуальных отличий рабочих процессов в цилиндрах конкретного ДВС с целью их оптимизации;
- создания универсальных, портативных, бортовых (встроенных) средств диагностирования, приспособленных к использованию в любых условиях эксплуатации, в том числе полевых.

Диагностирование технического состояния двигателя производят для выявления потребности в регулировке или ремонте после определенной наработки машины в следующих случаях: при потере мощности; увеличении расхода топлива или смазочного материала; появлении шумов, стуков и дымлении; падении давления смазочного материала; неравномерности работы цилиндров. Техническое состояние двигателя в сборе контролируется осмотром и с помощью средства диагностирования.

В зависимости от условий испытаний и наличия средств технической диагностики (СТД) применяются методы диагностирования двигателей [3]:

- бестормозные;
- тормозные;
- совмещенные.

К бестормозным относится группа методов одними из основных которых являются метод проверки двигателя основанный на измерении механических потерь в выключенном цилиндре и динамический метод (метод СибИМЭ).

При первом методе мощность работающих цилиндров определяется по частоте вращения коленчатого вала. Чем меньше мощность, тем меньше

частота вращения. С помощью тахометра выявляют цилиндры, не развивающие установленной мощности, и находят потери мощности в % по каждому цилиндру и всему двигателю. Неравномерность распределения мощности по цилиндрам двигателя δ_n не должна превышать 15 %.

$$\delta_n = \frac{2 \cdot (N_{max} - N_{min})}{N_{max} - N_{min}} \quad (1)$$

где N_{max}, N_{min} – соответственно максимальная и минимальная мощность двигателя.

Достоинство метода в его малой трудоемкости, недостатком является сложность аппаратуры и малая точность.

При динамическом методе диагностирования топливно-энергетические показатели определяются с учётом определения механических потерь двигателя при разгоне-выбеге путём резкой максимальной подачи топлива. Достоинствами данного метода является простота и возможность применения в условиях эксплуатации. Кроме того, не требуется манипуляции с частично й разборкой ДВС.

Тормозные методы основаны на прикладывании к коленчатому валу двигателя нагрузки создаваемой с помощью специального тормоза. [3]

Электрические тормоза на базе асинхронного двигателя переменного тока с фазным ротором (можно менять сопротивление обмоток ротора) применяют для испытания и обкатки ДВС. Схема установки представлена на рисунке 1.

Балансирная машина устанавливается на подшипниках, карданная передача соединяет валы ротора и двигателя, реостат предназначен для изменения сопротивления обмоток ротора.

Взаимодействие электромагнитных полей ротора и статора балансирной машины приводит к тому, что статор увлекается ротором в сторону его вращения. При установившемся режиме работы двигателя для удержания статора в определенном положении его корпус соединяется рычагом с весовым механизмом. Рычаг имеет фиксированную длину – 0,7162 м.

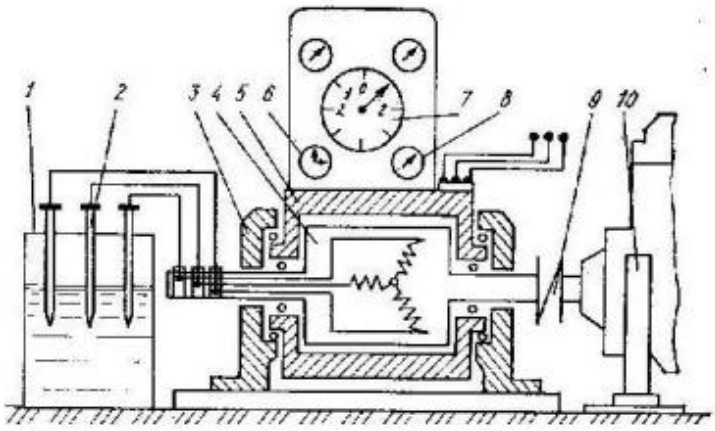


Рисунок 1 – Схема асинхронной машины для испытания ДВС:
1 – жидкостный реостат; 2 – электроды; 3 – стойка; 4 – ротор;
5 – статор; 6 – тахометр; 7 – циферблат весового механизма;
8 – манометр; 9 – карданная передача; 10 – испытуемый двигатель

Крутящий момент двигателя $M_{кр}$ равен тормозному моменту стенда $M_т$.

$$M_{кр}=M_т=P_т \cdot L_т, \quad (2)$$

где $L_т$ – длина рычага, м

$P_т$ – усилие на тормозе, Н.

$$N_e=M_{кр}\cdot\frac{n}{716,2}=\frac{Pт\cdot Lт\cdot n}{716,2}=\frac{Pm\cdot n}{1000}, \quad (3)$$

где N_e – мощность двигателя, лс; n – частота вращения коленчатого вала, об/мин.

Преимуществами данного метода являются легкость автоматизации, возможность запуска двигателя и его обкатка электрической машиной, рекуперация мощности ДВС в электросеть. Недостатком использование дорогостоящего материалоёмкого оборудования и отсутствие возможности диагностирования ДВС в условиях эксплуатации.

Совмещенные методы используют для испытания мощных ДВС. При этом на тормозной установке испытывают двигатель с частично выключенными цилиндрами, а остальные нагружают до режима максимального расхода топлива. Этим снижается мощность тормозного устройства

В современных условиях всё чаще возникают попытки создания систем дистанционного (теле) диагностирования. Например, система диагностики Service Advisor Remote работает вместе со встроенной системой телематики JDLink. Смысл ее в том, что с помощью дистанционного доступа коды ошибок, возникающие на технике, могут видеть сервисные инженеры. Кроме того, появляется возможность подключиться к машине удаленно и произвести диагностику.

С учётом вышеизложенного сделаны следующие выводы:

Исходя из анализа известных методов технического диагностирования автотракторных двигателей ДВС, были выявлены ряд существенных преимуществ и недостатков.

Наиболее рациональными методами диагностирования является группа бестормозных методов, вследствие возможности определения технического состояния машин в условиях эксплуатации.

Наиболее перспективным является динамический метод, разработанный в СибИМЭ, так как он является наиболее технологичным и простым в использовании.

В развитие динамического метода актуально расширение его возможностей с применением дистанционной (теле) диагностики. Это позволит выявлять неисправности машины на расстоянии за не значительный промежуток времени, что позволяет снизить трудоемкость обслуживания и ремонта и сократить простои машины в целом.

Для развития и доведения до производства теледиагностики необходимо обосновать условия её функционирования и основные параметры.

Библиографический список

1. Симдянкин А.А. Повышение эксплуатационных показателей автотракторных дизелей учетом контактно-силового взаимодействия деталей цилиндро-поршневой группы: дис. д-ра. техн. наук: 05.20.03: защищена 3.10.2003/Симдянкин Аркадий Анатольевич. – Саратов, 2003. – 384 с.
2. Гребенников С. А. Повышение эффективности эксплуатации ДВС диагностированием компрессионных свойств и газораспределительного механизма по изменению угловой скорости коленчатого вала: дис. канд. техн. наук. Саратов. 2000.-160 с.
3. Методы диагностики ДВС. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://lib.niiat.ru/katalog/diagnostirovanie-dvs-po-parametru-moshchnosti-mehanicheskih-poter.

УДК 629.3.015

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТРАКТОРА В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

А.С. Аборнева, Д.В. Баранов, С.Ю. Домашенко,
Д.А. Домнышев, М.М. Юсупов
Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Долгушин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Основную часть парка современных строительно-дорожных и сельскохозяйственных машин составляют машины с гидросистемой. Гидросистема служит для трансформации и передачи энергии тракторного двигателя к различным исполнительным звеньям с целью:

1) управления навесной машиной;
2) управление прицепной машиной через установленные на ней гидроцилиндры;
3) выполнения автосцепки с навесными и прицепными машинами.

В настоящее время широко применяется гидросистема раздельно-агрегатного типа (рисунок 1). Гидросистема включает в себя:

1) насос с приводом и механизмом включения;
2) масляный бак;
3) фильтр;
4) стальные трубопроводы;
5) распределитель золотникового типа с механизмом управления;
6) эластичные рукава;
7) запорные и быстросоединительные муфты;
8) основной гидроцилиндр;
9) проходные штуцера, предохранительный клапан и уплотнительные устройства.

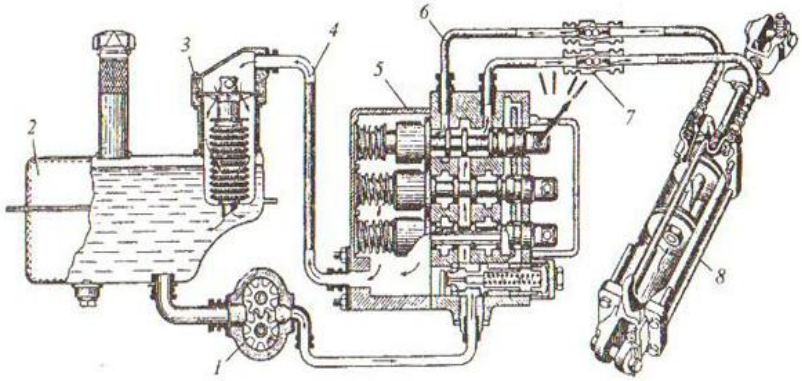


Рисунок 1 – Раздельноагрегатная гидравлическая навесная система трактора: 1 – насос; 2 – масленный бак; 3 – фильтр; 4 – стальной трубопровод; 5 – распределитель; 6 - эластичный рукав; 7 - быстросоединяемая муфта; 8 - гидроцилиндр.

Гидравлическое масло, которое находится в гидравлическом баке, забирается из емкости посредством разрежения, создаваемого насосом и далее под давлением насос подает масло в гидравлический распределитель. После этого из гидравлического распределителя масло подается в одно или несколько секций и по шлангам высокого давления, подается к рабочим органам (гидроцилиндр, гидромотор). После масло подается через фильтрующий элемент обратно в гидравлический бак. Для обеспечения

безопасной работы всей системы в распределителе установлен предохранительный клапан - он же редукционный.

Особенностью эксплуатации этих машин является то, что большой объем работ, в зимний период, необходимо выполнить в ограниченные сроки [1,2]. Большая часть Российской Федерации находится в континентальной климатической зоне. Несмотря на суровые погодные условия и температурный режим[3] технике необходимо выполнять объем транспортных и тракторных работ на Севере и Северо-востоке страны. При этом техника эксплуатируется автономно вдали от стационарных баз, гаражей, в суровых условиях [4] и ограниченного использования внешних источников тепловой энергии.

Готовность техники к работе в значительной степени зависит от состояния гидросистемы. Основными исполнительным является гидравлический насос, при работе которого воздействуют внешние факторы (температура эксплуатации, скорость и направления ветра, атмосферное давление). Возникают такие проблемы как:

1) Изменение вязкости гидравлического масла при низких температурах
2) Увеличение давления
3) Уменьшение производительности насоса
4) Снижение ресурса насоса
5) Металлическая стружка
6) Нарушение герметичности уплотнений

Тем самым снижается производительность и ресурс насоса. В соответствии с изложенным, необходимы мероприятия по снижению указанного воздействия внешних факторов на исполнительные элементы гидропривода. Необходимо обеспечить тепловой режим гидросистемы.

Вывод:

1) Автомобили и тракторы вынуждены выполнять определенный обьем транспортных работ в условиях отрицательных температур.

2) Проблемы связаны с выполнением данного объема работ связаны с увеличением вязкости гидравлического масла что влечет за собой увеличение сопротивления перекачиванию масла, увеличением нагрузки на основные элементы интенсивный износ трущихся элементов вследствие снижения смазывающих качеств масла, и в конечном счете возникновение неисправности.

3) Не обходимо поддерживать определенную температуру масла это возможно осуществить 2 способами:

- сохранении тепловой энергии
- поддержание оптимальной температуры масла.

Библиографический список

1. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках //Научный журнал КубГАУ, №88(04), 2013 года.
2. П.Дрекслер, Х.Фаатц, Ф.Файхт и др. Проектирование и сооружение гидроустановок: Учебный курс по гидравлике. В 4-х т. Т.3 – Маннесманн Рексрот, 1988. – 376 с.
3. Домнышев Д.А., Воронин Д.М., Долгушин А.А., Курносов А.Ф., Баранов Д.В. Применимость гидравлических амортизаторов автомобилей в условиях отрицательных температур// Сибирский вестник №4-2016 - 79 с.
4. Чайников Д.А. Оценка эксплуатации: суровость и норма // Мир транспорта. – 2009. – Т. 27. – № 3. – С. 66-70.

УДК 629.3.015

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Д.В. Баранов, Д.А. Домнышев, С.П. Матяш, П.А. Сирота
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Большая часть Российской Федерации находится в континентальной климатической зоне, где используется около 80% автотракторного парка страны[1. с 272].

Несмотря на суровые погодные условия и температурный режим технике необходимо выполнять значительный объем транспортных и тракторных работ на Севере и Северо-востоке страны. При эксплуатации техники в большинстве случаях отсутствует централизованное хранение техники в отапливаемых гаражах в зимний период[1-2]. Большая часть единиц техники хранится на открытых площадках. При этих условиях хранения время, затрачиваемое на запуск и прогрев двигателя, составляет от 40 до 80 мин, а износ двигателя в процессе пуска до 70 % от общих эксплуатационных износов, что влечет за собой возникновение таких проблем как:

1) Неполнота сгорания топлива;
2) Интенсивный износ деталей цилиндропоршневой группы;
3) Увеличение вредных выбросов в атмосферу;
4) Потеря мощности в узлах и агрегатах машины;
5) Увеличенный расход топлива[3].

Сокращая время прогрева двигателя, можно уменьшить влияние вышеперечисленных проблем на ресурс двигателя.

Пуск двигателей в зимний период без предварительного разогрева масла ДВС и охлаждающей жидкости приводит к усиленному износу деталей и узлов двигателя.

Даже при совершенствовании современных систем смазок и улучшения характеристик смазочных масел, при уменьшении температуры окружающей среды ниже минус 20 градусов Цельсия, запуск двигателя после простоя и его прогрев очень затруднен. Это происходит вследствие увеличения кинематической вязкости моторного масла и понижения температуры тосола или антифриза до температуры окружающей среды.

Исследованиями выполненными разными учеными показали, что облегчение запуска двигателей и снижение их износов в зимнее время года возможно применением средств предпусковой тепловой подготовки. Это может быть осуществлено несколькими способами:

1) Подогрев охлаждающей жидкости;
2) Подогрев моторного масла;
3) Сохранение температуры охлаждающей жидкости и масла за счет тепло аккумуляторов;
4) Подогрев воздушной смеси на впуске двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Современной промышленностью выпускаются жидкостные предпусковые подогреватели, где в качестве топлива могут быть использованы бензин, дизельное топливо или сжиженный газ. При их работе происходит подогрев охлаждающей жидкости или масла за счёт термосифонной циркуляции или с принудительной циркуляцией нагреваемой жидкости, а также разогрев масла в картере рекуперированной теплотой отработавших газов. Так же имеются

электрические предпусковые подогреватели, использующие как бортовую электрическую сеть автомобилей, так и внешние источники электроэнергии. Для подогрева воздуха на впуске у современных дизелей используют свечи накаливания и электрофакельные подогреватели. Помимо основных способов подогрева существуют способы сохранения тепловой энергии с помощью тепловых аккумуляторов. Принцип действия данных устройств заключается в перемещении основной части подогретой охлаждающей жидкости в емкость которой происходит сохранение и поддержание температуры охлаждающей жидкости. Температурный предел пуска значительно расширяется при применении утепления моторного отсека.

Предпусковой подогрев является одним из распространённых и эффективных способов облегчения пуска двигателей при низких температурах окружающего воздуха. При этом разогревается как рабочая жидкость системы охлаждения, так и моторное масло системы смазки.

Даже после осуществления запуска двигателя требуется некоторое время для его выхода на оптимальный тепловой режим, что так же влечет за собой затраты топлива, вредные выбросы и потери мощности. Для интефикации послепускового прогрева в настоящее время существует несколько способов. Классификация способов послепускового подогрева представлена на рисунке1.

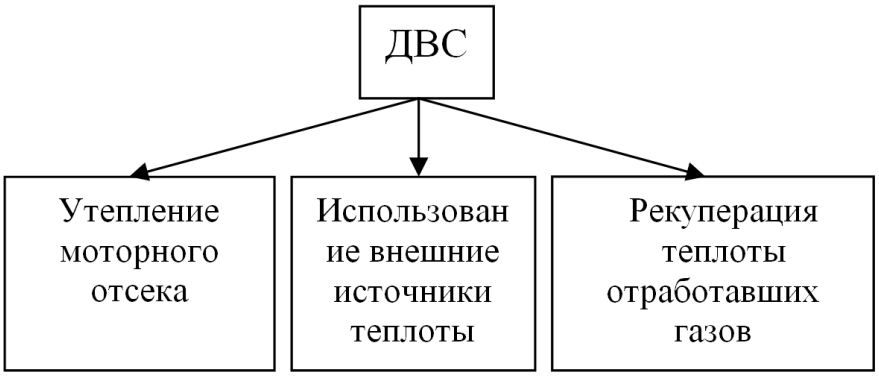


Рисунок 1 – Классификация послепускового прогрева ДВС

Вывод: благодаря комплексному использованию различных способов тепловой подготовки обеспечивается надежный пуск и ускоренный послепусковой прогрев авто тракторных ДВС в зимних условиях.

Библиографический список

1. Материалы VII региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова (10-11 ноября 2015 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. - Новосибирск, 2015. – 386 с.
2. Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др.// Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов . 4-е изд., перераб. и дополн., М.: Наука, 2004. - с.535
3. Крохта Г.М. Повышение эффективности эксплуатации энергонасыщенных тракторов в условиях западной Сибири: автореф. днс.... д-ратехн. наук.- Новосибирск,1995.- 33 с.

УДК 62-144

ПРОГРЕВ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА

Р.А. Беляев, Е.А. Булаев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Для дизельных двигателей оптимальной температурой охлаждающей жидкости должна быть 80-95°С. После пуска двигатель должен быть прогрет до данной температуры.

Есть разные варианты для наиболее благоприятного режима прогрева двигателя, но в большинстве работ [1] прогрев двигателя необходимо осуществлять с минимального скоростного режима и по мере возрастания температуры охлаждающей жидкости повышать скоростной режим, только после этого двигатель может осуществлять работу под нагрузкой. В некоторых работах [2] отмечают, что довести температуру охлаждающей жидкости до необходимой температуры на холостых оборотах невозможно, поэтому прогрев нужно заканчивать постепенным повышением нагрузки.

Рекомендации по прогреву двигателей исходят из соображений наименьшего износа при прогреве и прокачиваемости масла масляным насосом без учета времени и расхода топлива.

Очевидно, что для наиболее рационального режима прогрева двигателя необходимо учесть кроме минимального износа также расход топлива и затрачиваемое время.

Прогрев двигателя до нормального температурного режима и сокращение его продолжительности при условиях низких температур возможно только работой под нагрузкой [3].

Для оценки влияния нагрузки на продолжительность прогрева двигателя и на расход топлива воспользуемся уравнением теплового баланса двигателя.

Уравнение теплового баланса при прогреве двигателя под нагрузкой имеет вид [4]:

$$Q_т = Q_е+Q_г+Q_{ож}+Q_м+Q_{мет}+Q_{возд}\ , \quad (1)$$

где $Q_Т$ – тепло, выделяемое топливом при его сгорании за период прогрева;

$Q_е$ – тепло, затрачиваемое на полезную эффективную работу;

$Q_г$ – тепло, уходящее с отработавшими газами;

$Q_{ож}$ – тепло, затрачиваемое на нагрев охлаждающей жидкости;

$Q_м$ – тепло, затрачиваемое на прогрев масла;

$Q_{мет}$ – тепло, затрачиваемое на прогрев металла двигателя;

$Q_{возд}$ – тепло, теряемое поверхностью двигателя в окружающий воздух.

Тепловой баланс двигателя за время dt выразится следующим образом:

$$G_z H_u dt=632N_e dt+C_г m_г(T_г-T_0)dt+C_{ож}m_{ож}(T_{ож}-T_{нач})+C_м m_м(T_м-T_{нач})+C_{мет}m_{мет}(T_{мет}-T_{нач})+\alpha S(T_{мет}-T_0)dt, \quad (2)$$

где G – часовой расход топлива;

H_u –низшая теплотворная способность двигателя;

N_e – мощность двигателя;

632 – переводной коэффициент;

$C_г$, $C_{ож}$ – теплоемкость соответственно выхлопных газов, охлаждающей жидкости, масла и средняя теплоемкость металла двигателя;

$M_г$, $m_{ож}$, $m_м$, $m_{мет}$ – масса соответственно газов, охлаждающей жидкости, масла и масса двигателя;

$T_{мет}$, T_0, $T_{нач}$ – температура соответственно выпускных газов, охлаждающей жидкости, масла, металла двигателя, окружающего воздуха и начальная температура двигателя;

α – коэффициент теплоотдачи;

S – площадь поверхности двигателя.

При прогреве двигателя эксперимент показал, что температура отработавших газов изменяется незначительно, поэтому разность температур выпускных газов примем постоянной и обозначим следующим образом: $A=T_т-T_0$

В конце прогрева температура масла, охлаждающей жидкости, и масса двигателя также отличается незначительно, поэтому примем ее как одинаковой и обозначим как среднюю температуру двигателя.

Соответственно уравнение (2) примет вид:

$G_zH_udt=632N_edt+C_гm_гdt+C_{ож}m_{ож}dT_{дв}+C_мm_мdT_{дв}+C_{мет}m_{мет}dT_{дв}+\alpha ST_{дв}dt-\alpha ST_0dt$

или

$$G_zH_udt=632N_edt+C_гm_гAdt+(C_{ож}m_{ож}+C_мm_м+C_{мет}m_{мет})dT_{дв}+\alpha ST_{дв}dt-\alpha ST_0dt. \quad (3)$$

Выведем следующие обозначения для постоянных величин:

$a=G_zH_u$; $в=632Ne$; $c= C_гm_гA$; $к=\alpha ST_0$; $m=C_{ож}m_{ож}+ C_{мет}m_{мет}+C_мm_м$.

После подстановки в уравнение (3) принятых обозначений и его преобразования мы получим:

$$(a-в-c+l-кT_{дв})dt=mdT_{дв} .$$

Обозначим через $B=a-в-c+l$, тогда:

$$(B- кT_{дв})dt=mdT_{дв.} \quad (4)$$

Проинтегрируем выражение (4) по времени от 0 до t и по температуре двигателя от $T_{нач}$ до $T_{дв}$:

$$\int_0^t dt = \int_{T_{нач}}^{T_{дв}} \frac{m}{B-кT_{дв}} ; t = -\frac{m}{к} l_n \left|\frac{B-кT_{дв}}{B-кT_{нач}}\right| , \quad (5)$$

Тогда время прогрева будет выглядеть так:

$$t = \frac{m}{к} l_n \left|\frac{B-кT_{нач}}{B-кT_{дв}}\right| , \quad (6)$$

Из уравнения (5) имеем следующее:

$$l_n \frac{B-кT_{дв}}{B-кT_{нач}} = -\frac{к}{m} t,$$

или

$$B - кT_{дв} = (B - кT_{нач})e^{-\frac{к}{m}t} .$$

Тогда температура двигателя в зависимости от времени прогрева будет равна:

$$T_{дв} = \frac{B}{к} - \left(\frac{B}{к} - T_{нач}\right) e^{-\frac{к}{m}t} = \frac{B}{к} + \left(T_{нач} - \frac{B}{к}\right) e^{-\frac{к}{m}t} ,$$

то есть:

$$T_{дв} = \frac{B}{к} + \frac{T_{нач}-\frac{B}{к}}{e^{\frac{к}{m}t}} . \quad (7)$$

Расход топлива за прогрев выражается следующей зависимостью:

$$G_{топл}= tG_ч \text{ или } G_ч = G_ч \frac{m}{к} l_n \left|\frac{B-кT_{нач}}{B-кT_{дв}}\right|, \quad (8)$$

то есть

$$G_{топл} = G_ч \frac{C_{ож}m_{ож}+C_{мет}m_{мет}+C_мm_м}{\alpha S} l_n \left|\frac{G_чH_u-632N_e-C_гm_г(T_г-T_0)-\alpha S(T_{нач}-T_0)}{G_чH_u-632N_e-C_гm_г(T_г-T_0)-\alpha S(T_{дв}-T_0)}\right|. \quad (9)$$

Из уравнения (6) можно сделать вывод, что длительность прогрева двигателя зависит от часового расхода топлива, от разницы температур двигателя и воздуха, от массы, поверхности, коэффициента теплоотдачи и начальной температуры двигателя.

Из уравнения (7) следует, что в начале работы двигателя скорость прогрева максимальна и с течением времени она снижается.

Сокращение времени прогрева двигателя возможно увеличением часового расхода топлива, этого можно достигнуть путем повышения частоты вращения коленчатого вала или нагрузки двигателя.

Быстрый прогрев двигателя уменьшает длительность его работы на неблагоприятном тепловом режиме. Это должно снизить износ деталей двигателя при его прогреве. [5]

Библиографический список

1. И.С. Белоусов, П.И. Федюнин. Пуск тракторных и автомобильных двигателей: Учебное пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т. – Новосибирск, 2006. – 152 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 2. Динамика и конструирование: Учебник для вузов/В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров, и др.; Под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Шк., 2007. – 400 с.: ил.
3. Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков / А.Д. Блинов, П.А. Голубев, Ю.Е. Драган и др. Под ред. В.С. Папонова и А.М. Минеева. – М.: НИЦ *Инженер*, 2000. 332 с.: с ил.
4. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС: Учебник для вузов/В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Т.Ю. Кричевская и др.; Под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Шк., 2005. – 414 с.: ил.
5. Попов В.В. Износ деталей дизельного двигателя за период его прогрева. Изв. Иркутского с-х ин-та, вып. 29, т 2. Иркутск, 1972.

УДК 629.014.7

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Н.С. Быкова
Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Долгушин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В статье изложен подход к оценке интегральной эффективности эксплуатации грузовых автомобилей, предложены критерии оценки и методика расчета интегрального показателя эффективности эксплуатации.

Ключевые слова: эффективность эксплуатации, критерии эффективности, интегральный показатель

Интенсивные темпы автомобилизации в стране, смена сложившегося возрастного и качественного состава парков требует научного обоснования решения проблем по эффективной эксплуатации подвижного состава.

В условиях рыночной экономики при оценке эффективности эксплуатации автотранспорта обязательно необходимо учитывать экономические критерии. Поэтому большое количество научных работ в данном направлении посвящены оценке экономической эффективности.

В качестве критериев экономической эффективности могут выступать затраты на ресурсы, потребляемые в процессе технической и производственной эксплуатации. Изменение величины этих критериев и их значимости при эксплуатации подвижного состава в различных условиях позволяет оценить степень экономической эффективности или неэффективности автомобиля.

Однако понятие «*эффективность эксплуатации автомобиля*» должно включать в себя не только экономические критерии. Эта необходимость на наш взгляд диктуется рядом аспектов.

Во-первых, большой объем исследований, выполненных в ТюмГНУ, МАДИ, Новосибирском ГАУ, Иркутской ГСХА и др., показал, что агрегаты и узлы серийных машин в различных климатических и производственных условиях показывают различную эффективность функционирования.

Во-вторых, при оценке эффективности эксплуатации машин необходимо учитывать эффективность организации рабочего места водителя автомобиля.

В-третьих, в современном мире, все большую актуальность приобретают вопросы охраны природы.

С учетом изложенных аспектов методология оценки эффективности эксплуатации автомобилей, на наш взгляд, должна опираться не только на критерии экономической эффективности, но и на критерии экологической и технической эффективности. Применительно к решению нашей задачи предлагается использовать термин интегральная эффективность эксплуатации автомобилей.

Оценка интегральной эффективности будет опираться на заявленные и фактические значения экономических, технических и экологических показателей эксплуатации автомобилей.

Реализация оценки эффективности затруднительна в связи с их многообразием предлагаемых направлений. Вместе с тем представляет интерес формирование объективности выбора на основе критерия интегральной эффективности эксплуатации автомобилей.

В качестве такого критерия может быть принят уровень обеспеченности автомобиля критериями эффективности [4]:

$$\eta = \sum \boldsymbol{h_i}\,\boldsymbol{\alpha_i}, \qquad (1)$$

где $\boldsymbol{h_i}$ – уровень обеспеченности автомобиля i-го вида критериями эффективности;

$\boldsymbol{\alpha}$i – значимость критерия i-го вида в совокупности полного эффекта.

Уровень обеспеченности критериями эффективности $\boldsymbol{h_i}$ можно определить как отношение реальной обеспеченности в производственных условиях к рекламируемой обеспеченности. При этом оценка $\boldsymbol{h_i}$ может использоваться как для интегральной оценки, так и при необходимости по каждой группе критериев.

Значимость критерия $\boldsymbol{\alpha}$i представляет собой отношение потерь (издержек) предприятия по критерию к суммарным издержкам.

Для практической реализации предлагаемой методики необходимо собрать большой массив информации. Значения заявленных параметров автомобиля доступны из технической документации на автомобиль, выпускаемой заводом изготовителем. Сбор информации по фактическим значениям критериев представляет более сложную задачу. Источниками такой информации могут являться результаты производственных испытаний автомобилей, диагностические карты, оценка экспертов в области эффективной эксплуатации машин и т.п.

Таблица - Критерии эффективности эксплуатации автомобилей

Критерии экономической эффективности **a**	Критерии технической эффективности **b**	Критерии экологической эффективности **c**
1. Затраты на ресурсы обеспечения транспортного процесса $\mathbf{a_1}$, $\mathbf{a_1'}$ (ТСМ, технические жидкости, шины, труд водителей)	1. Топливные параметры $\mathbf{b_1}$, $\mathbf{b_1'}$ (часовой расход топлива кг/ч, удельный расход топлива кг/км, кг/ч, кг/т)	1. Объемы образования перерабатываемых отходов $\mathbf{c_1}$, $\mathbf{c_1'}$ (отходы черных и цветных металлов, отработанные масла, смазки, тех. жидкости, АКБ, шины и т.п.)
2. Затраты на ресурсы восстановления работоспособности $\mathbf{a_2}$, $\mathbf{a_2'}$ (запасные части, АКБ, лакокрасочные материалы, труд ремонтных рабочих)	2. Мощностные параметры $\mathbf{b_2}$, $\mathbf{b_2'}$ (эффективная мощность кВт, мощность механических потерь кВт)	2. Объемы образования утилизируемых отходов $\mathbf{c_2}$, $\mathbf{c_2'}$ (абразивно-металлическая крошка, стекло бой, мусор с территории, отходы полистирола, сварочный шлак и т.п.)
3. Затраты на ресурсы обеспечения производства $\mathbf{a_3}$, $\mathbf{a_3'}$ (технологическое оборудование, э/э, тепловая энергия, вода, труд ремонтных рабочих)	3. Параметры безопасности $\mathbf{b_3}$ $\mathbf{b_3'}$ (время срабатывания систем безопасности с, ускорение при резком увеличении подачи топлива м/с^2)	3. Объемы образования неутилизируемых отходов $\mathbf{c_3}$, $\mathbf{c_3'}$ (CO, CH, NO_2, CO_2, сажа, продукты износа тормозных колодок, продукты износа шин и т.п.)
	4. Тяговые параметры $\mathbf{b_4}$, $\mathbf{b_4'}$ (удельная мощность кВт/кг, тяговооруженность Н/кг)	
	5. Параметры надежности $\mathbf{b_5}$, $\mathbf{b_5'}$ (ресурс до КР км, периодичность ТО км)	
	6. Тепловой режим агрегатов и систем $\mathbf{b_6}$, $\mathbf{b_6'}$ (средневзвешенная температура рабочих жидкостей, °С)	

Результаты оценки интегральной эффективности эксплуатации автомобиля, как по каждой группе критериев, так и в целом на наш взгляд можно использовать по следующим направлениям:

1. Оценка интегральной эффективности автомобилей позволит потребителю сделать обоснованный выбор в пользу покупки того или иного автомобиля предлагаемого на рынке.

2. Анализ предлагаемых критериев интегральной эффективности позволит оценить уровень приспособленности автомобиля к производственно-климатическим условиям и сделать вывод о целесообразности его дальнейшей эксплуатации.

3. На основании полученной информации можно разработать ряд мероприятий по повышению эффективности автопарка, в т.ч. выбрать рациональные режимы использования автопарка в заданных условиях.

4. Анализ результатов оценки эффективности автомобилей позволит сформировать направления совершенствования конструкции серийных

автомобилей, эксплуатирующихся в различных производственно-климатических условиях.

Библиографический список

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. - 535с.
2. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. – М.: Издательство стандартов, 1972. - 172с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для студентов, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / О.Н. Дидманидзе, А.А. Солнцев, Г.Е. Митягин и др. – М.: ООО «УМЦ Триада», 2012. – 455 с.
4. Воронин Д.М, Степаненко Ю.М. Расчет уровня обеспеченности колхозов и совхозов объектами инженерной службы// Научно-технический бюллетень СибИМЭ. – 1981. – Вып. 27. – с.28-32.

УДК 62-68

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕДПУСКОВОЙ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ДВС АВТОМОБИЛЕЙ

Д.В. Гулевич, Н.С. Айснер, А.Ф. Курносов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Наша страна большей своей частью расположена в климатических поясах со среднемесячными температурами приближающимися к отметке минус 25ºС в сочетании с сильными ветрами. К рассматриваемым климатическим зонам относится и Новосибирская область.

Не редко автотранспортные средства (АТС) в силу отсутствия закрытых стоянок в межсменное время находятся на открытых площадках хранения. Отрицательная температура воздуха, сопровождающаяся сильными ветрами, способствует быстрому охлаждению агрегатов, систем и оборудования, что вызывает повышенный износ деталей при последующей эксплуатации.

Учитывая тот факт, что наиболее важным агрегатом автомобиля является двигатель, требования к тепловому режиму которого достаточно высоки, становится актуальным обеспечить его надежный пуск, избегая повышенного износа.

На данный момент существует множество способов, обеспечения надежного пуска. Значительно облегчает пуск использование специальных горюче-смазочных материалов и применение вспомогательных средств (свечи накаливания, подогреватели топлива и поступающего воздуха, средства, позволяющие улучшить воспламенение топлива). Однако все они имеют существенный недостаток – не предотвращают повышенного износа в момент пуска и прогрева двигателя.

Так же существующие способы тепловой подготовки двигателя можно разделить на те, в которых используется вторичная теплота двигателя и те, в которых используется энергия внешних источников[2].

На основании литературы была исследована классификация способов подогрева, составлена для практического понимания схема способов и средств тепловой подготовки двигателя (см. рисунок 1).

Рисунок 1 – Способы облегчения пуска двигателя

На сегодняшний день в продаже имеется огромное количество систем облегчения пуска, принцип работы которых – разогрев двигателя за счет использования энергии внешних источников. К их недостаткам можно отнести затраты на выработку тепловой энергии, а так же длительность процесса нагрева.

Для использования вторичной теплоты используют тепловые аккумуляторы. Их недостатком можно назвать то, что после простоя машины в охлажденный двигатель резко вливается горячая охлаждающая жидкость (разность температур может достигать более 100 ºС), что непосредственно приводит к термическим напряжениям в материалах и может привести к разрушению силового агрегата. Данного недостатка можно избежать применяя ступенчатую подачу разогретой ОЖ в блок двигателя.

Существуют и средства по поддержанию температурного режима двигателя, такие как теплоизоляционные чехлы и подогреватели. Но они имеют ряд недостатков, например, теплоизоляционные чехлы не обеспечивают достаточного теплового режима и обладают рядом недостатков в связи с конструктивными особенностями, а подогреватели требуют дополнительных источников энергии[2].

Анализ полученной информации показал, что в силу ряда особенностей наиболее целесообразным и интересным для исследователей в настоящее время является использование вторичной теплоты двигателя.

В процессе работы двигателя в окружающую среду выделяется огромное количество неиспользуемого тепла. Проведенные тепловые расчеты показывают, что за год работы экскаватора ЭО-5126 в окружающую среду отводится более 10^5 МДж при наработке 3600 ч. Для автомобильного транспорта, работающего в более нагруженных условиях, эта величина может увеличиваться в несколько раз[2].

До 30% теплоты сгораемого в цилиндрах топлива отводится в систему охлаждения[1]. Поэтому целесообразно использовать выделяющуюся теплоту для вывода двигателя на минимальный необходимый тепловой режим, путем ее аккумулирования и последующей передачи силовому агрегату при необходимости. Для этого предлагается использовать тепловой аккумулятор,

который способен накапливать тепло при работе машины, сохранять его в межсменное время и передавать двигателю для предпускового подогрева.

Наиболее эффективными тепловыми аккумуляторами являются те, в которых реализован фазовый переход теплоносителя из одного агрегатного состояния в другое.

Тепловой аккумулятор фазового перехода (ТАФП) представляет собой термоизолированную емкость (см. рисунок 2), наполненную теплоносителем (парафин, октагидрат гидроксида бария и др.), внутри которой расположен теплообменник, соединенный с системой охлаждения ДВС, на входе и на выходе которого расположены краны для теплоизоляции в период хранения. Для подачи ОЖ из аккумулятора в ДВС, при его предпусковой тепловой подготовке, используется жидкостный насос (на рисунке не указан).

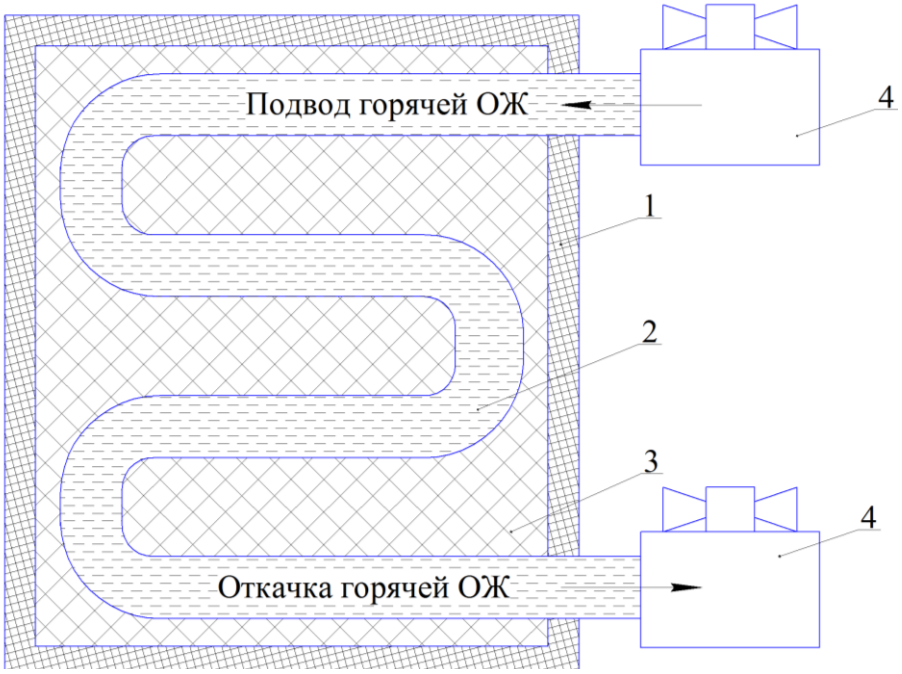


Рисунок 2 – Устройство ТАФП:
1 – теплоизоляционный материал; 2 – теплообменник;
3 – теплоноситель; 4 – кран

Принцип работы ТАФП следующий. Бросовая теплота системы охлаждения двигателя через теплообменники потребляется теплоносителем, расплавляя его и повышая температуру до температуры двигателя. После остановки работы машины краны перекрывают, тем самым изолируя тепловой аккумулятор. Во время простоя теплоноситель постепенно остывает, но сохраненной теплоты достаточно для разогрева остывшего двигателя до нужной температуры путем прокачки охлаждающей жидкости в рубашку охлаждения. В результате чего температура двигателя значительно увеличивается, что облегчает пуск. Температурная характеристика ТАФП представлена на рисунке 3.

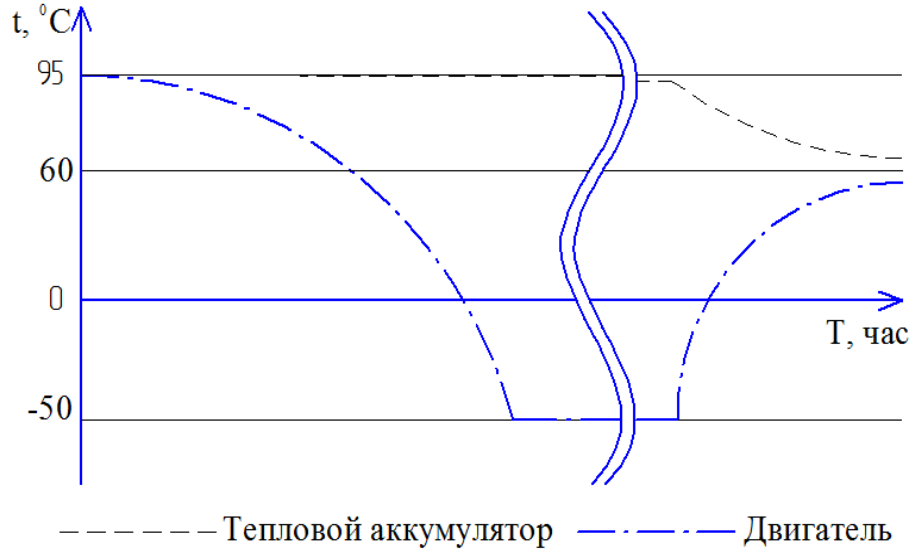


Рисунок 3 – Температурная характеристика ТАФП

Выводы

1. Наиболее рациональным способом подогрева двигателя является способ с аккумулированием и последующим использованием, в первую очередь теплоты охлаждающей жидкости двигателя, в силу большого потенциала и удобства использования.

2. На основе анализа литературы было выяснено, что тепловые аккумуляторы, построенные на принципе фазового перехода, являются наиболее эффективными.

3. Проведенные исследования показали, что существующие в настоящий момент недостатки тепловых аккумуляторов вполне могут быть устранены совершенствованием конструкции, а обоснование рациональных параметров позволит быстро нагреть двигатель до необходимой температуры.

Библиографический список

1. Денисов-Винский Н.Д. Анализ низкопотенциального тепла и возможность его утилизации: книга/ Н.Д. Денисов-Винский – Саарбрюккен: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 196с.

2. Яркин А.В. Тепловой аккумулятор двигателя внутреннего сгорания строительной машины / А.В. Яркин, И. А. Пустовалов // ВЕСТНИК ОГУ. – 2011. - №10.

УДК 629.3.027.3

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АМОРТИЗАТОР С ТЕПЛОВЫМ АККУМУЛЯТОРОМ

Ю.А. Гуськов, А.Ф. Курносов, М.В. Павлович
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Влияние отрицательных температур при эксплуатации транспортных машин осуществляется за счет изменения теплового режима работы их агрегатов и систем и, как следствие, снижением ресурса. Несмотря на существующее большое количество средств подогрева основных агрегатов автомобиля, особенности работы демпфирующих элементов подвески в условиях отрицательных температур практически не исследовались. Авторами

[1] установлено, что при движении грузового автомобиля в условиях отрицательных температур окружающей среды температура амортизаторной жидкости увеличивается лишь на 1-2 К независимо от условий движения, дорожных и нагрузочных условий эксплуатации, что в значительной степени ухудшает эксплуатационные характеристики амортизаторов. Таким образом исследования, направленные на обеспечение теплового режима работы демпфирующих элементов подвески весьма актуальны.

Для решения этой задачи применяются различные технические устройства. Например, устройство обогрева автомобильных амортизаторов, имеющее установленные на корпусе электронагревательные элементы, связанные с блоком управления, управляющим подключением нагревательных элементов в электрическую цепь питания автомобиля и их отключением [2].

Недостатком этого устройства является то, что для нагрева рабочей жидкости амортизатора используется бортовая электрическая сеть автомобиля, что приводит к повышенному расходу топлива. Кроме того, на прогрев рабочей жидкости амортизатора при возобновлении движения после остановки или стоянки транспортного средства с заглушенным двигателем, требуется значительное время, что также приводит к повышенному расходу топлива.

Известно также устройство, содержащее корпус, шток, поршень с постоянными магнитами, создающими в наружной обмотке корпуса электромагнитную энергию, электронагревательные элементы, связанные с блоком управления [3].

Недостатком этого устройства является то, что электроэнергия для подогрева жидкости вырабатывает только в процессе движения транспортного средства. При остановках рабочая жидкость остывает, повышается ее вязкость, что приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик амортизатора в момент возобновления движения.

Проведенный анализ литературы показал, что в настоящее время отсутствуют эффективные средства обеспечения необходимого теплового режима работы демпфирующих элементов подвески, а последующие исследования должны быть направлены не только на разработку средства подогрева, но и совершенствование конструкции амортизатора.

В связи с этим, целью исследования является повышение эксплуатационных характеристик амортизатора за счет обеспечения регулируемого температурного режима его работы, а также сохранения теплоты амортизаторной жидкости в период стоянки автомобиля.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Вывести уравнение процесса теплообмена теплового аккумулятора и амортизатора, позволяющее определить минимально необходимый объем аккумулируемой амортизаторной жидкости для тепловой подготовки амортизатора.

2. Разработать математическую модель процесса изменения температуры амортизатора в процессе его работы, позволяющую определить необходимую мощность нагревательного элемента для дополнительного подогрева амортизаторной жидкости.

3. Разработать конструкцию для практической реализации предлагаемого способа повышения эксплуатационных характеристик амортизатора.

Для решения первой задачи необходимо составить тепловой баланс термодинамической системы, включающей в себя тепловой аккумулятор и амортизатор (см. рисунок 1). Согласно схеме потоков теплоты уравнение теплового баланса относительно аккумулируемой теплоты амортизаторной жидкости запишется в следующем виде:

$$Q_{\text{Ж}}^{\text{АК}} = Q_{\text{ОС}}^{\text{АК}} + Q_{\text{ОС}}^{\text{АМ}} + Q_{\text{ВН}}^{\text{АМ}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ОС}}^{\text{АК}}$ − потери теплоты с поверхности аккумулятора в окружающую среду, Дж;

$Q_{\text{ОС}}^{\text{АМ}}$ − потери теплоты с поверхности амортизатора в окружающую среду, Дж;

$Q_{\text{ВН}}^{\text{АМ}}$ − потери теплоты на изменение внутренней тепловой энергии амортизатора, Дж.

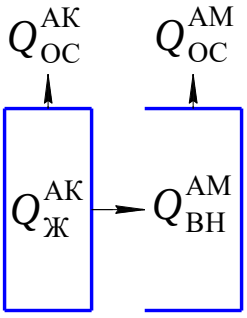


Рисунок 1 − Схема потоков теплоты амортизатора при разрядке теплового аккумулятора

Учитывая предполагаемую скоротечность процесса разряда теплового аккумулятора, потерями теплоты с его поверхности и с поверхности амортизатора можно пренебречь в силу их незначительности. Таким образом, раскрывая уравнение (1) и выразив его относительно массы аккумулируемой жидкости, необходимой для нагрева амортизатора, получаем:

$$m_{\text{Ж}}^{\text{АК}} = \frac{(m_{\text{Ж}}^{\text{АМ}} c_{\text{Ж}}^{\text{АМ}} + m_{\text{Д}}^{\text{АМ}} c_{\text{Д}}^{\text{АМ}})(T^{\text{АМ}} - T^{\text{ОС}})}{c_{\text{Ж}}^{\text{АК}} (T_{\text{Ж}}^{\text{АК}} - T^{\text{ОС}})}, \quad (2)$$

где $m_{\text{Ж}}^{\text{АМ}}, m_{\text{Д}}^{\text{АМ}}$ − масса жидкости и деталей амортизатора соответственно, кг;

$c_{\text{Ж}}^{\text{АК}}, c_{\text{Ж}}^{\text{АМ}}, c_{\text{Д}}^{\text{АМ}}$ − удельные теплоемкости жидкостей аккумулятора, амортизатора и деталей амортизатора соответственно, Дж/(кг·К);

$T^{\text{АМ}}, T_{\text{Ж}}^{\text{АК}}, T^{\text{ОС}}$ − температуры амортизатора, жидкости аккумулятора и окружающего воздушного потока, К.

Принимая во внимание, что $V_{\text{Ж}}^{\text{АК}} = \frac{m_{\text{Ж}}^{\text{АК}}}{\rho_{\text{Ж}}^{\text{АК}}}$, получаем:

$$V_{\text{Ж}}^{\text{АК}} = \frac{(m_{\text{Ж}}^{\text{АМ}} c_{\text{Ж}}^{\text{АМ}} + m_{\text{Д}}^{\text{АМ}} c_{\text{Д}}^{\text{АМ}})(T^{\text{АМ}} - T^{\text{ВП}})}{\rho_{\text{Ж}}^{\text{АК}} c_{\text{Ж}}^{\text{АК}} (T_{\text{Ж}}^{\text{АК}} - T^{\text{ВП}})}, \quad (3)$$

где $V_{\text{Ж}}^{\text{АК}}$ − объем аккумулируемой амортизаторной жидкости, м^3;

$\rho_{\text{Ж}}^{\text{АК}}$ − плотность амортизаторной жидкости кг/м^3.

После разрядки теплового аккумулятора и проведения тепловой подготовки амортизатора необходимо поддержание температуры амортизаторной жидкости на заданном уровне. В нашем случае подогрев будет происходить за счет электрической энергии, а тепловой баланс согласно схеме потоков теплоты (см. рисунок 2) запишется в следующем виде:

$$Q_{\text{ЭП}}^{\text{АМ}} = Q_{\text{ВН}}^{\text{АМ}} + Q_{\text{ОС}}^{\text{АМ}}, \quad (4)$$

где $Q_{\text{ЭП}}^{\text{АМ}}$ − количество теплоты, затрачиваемое на подогрев амортизатора за счет электрической энергии, Дж.

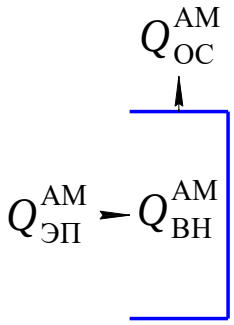


Рисунок − 2 Схема потоков теплоты амортизатора при дополнительном подогреве электрической энергией

Решая полученное уравнение (4) относительно необходимой мощности теплового потока для подогрева амортизатора, получаем:

$$q_{ЭП}^{АМ} = \left[(m_{Ж}^{АМ} c_{Ж}^{АМ} + m_{Д}^{АМ} c_{Д}^{АМ})\tau^{-1} + \alpha F\right]\left[T^{АМ} - T^{ВП}\right], \quad (5)$$

где τ − время работы электроподогрева, с;

α − коэффициент конвективной теплоотдачи с поверхности амортизатора, Дж/(м^2·К·с);

F − площадь поверхности амортизатора, м^2;

При условии необходимости только поддержания температуры амортизатора, уравнение (5) примет следующий вид:

$$q_{ЭП}^{АМ} = \alpha F (T^{АМ} - T^{ВП}). \quad (6)$$

Согласно уравнению (6), мощность электроподогрева напрямую зависит от потерь теплоты с поверхности амортизатора. Таким образом, снизив коэффициент конвективной теплоотдачи с поверхности амортизатора можно в значительной степени уменьшить необходимую мощность электроподогрева при условии поддержания теплового режима амортизатора.

Заключительный этап исследований был посвящен решению третьей задачи. Предлагаемый амортизатор (см. рисунок 3) [4] содержит корпус 1, заполненный рабочей жидкостью 2, шток и поршень 3 со встроенными постоянными магнитами. С наружной части корпуса 1 установлена магнитная обмотка 4. Верхняя и нижняя части корпуса 1 каналами соединены с теплоаккумулирующим устройством (теплоаккумулятор). В каналах установлены для впуска и выпуска рабочей жидкости 2 электроклапаны 8, 13. Теплоаккумулятор имеет корпус 9, покрытый теплоизолирующим материалом 10, в котором находится поршень 11 и пружина 12.

В нижней части корпуса 1 амортизатора установлен нагревательный элемент 5 и датчик температуры 6. А также контроллер7, который связан с датчиком температуры 6 и управляет нагревательным элементом 5.

Устройство работает следующим образом: при движении транспортного средства амортизатор испытывает колебательные воздействия при этом за счет перемещения поршня 3 с постоянными магнитами вдоль корпуса 1, в магнитной обмотке 4 создается электрический ток. Полученная электрическая энергия направляется через контроллер к нагревательному элементу 5, установленному внутри корпуса амортизатора. При достижении заданной температуры рабочей жидкости амортизатора, которая контролируется с помощью датчика температуры 6, контроллер 7 отключает нагревательный элемент 5. Для наполнения теплового аккумулятора разогретой амортизаторной жидкостью открываются электроклапаны 8 и 13, причем электроклапан 8 включается на режим «впуск», а электроклапан 13 на режим «выпуск», что обеспечивает свободное перекачивание рабочей жидкости 2

только в заданном направлении. В этом случае за счет давления, создаваемого при колебании поршня 3 рабочая жидкость 2 по нижнему каналу поступает в нижнюю полость теплоаккумулятора и по верхнему каналу вытесняется в надпоршневую полость корпуса 1 амортизатора, одновременно перемещая поршень 11 и сжимая пружину 12.

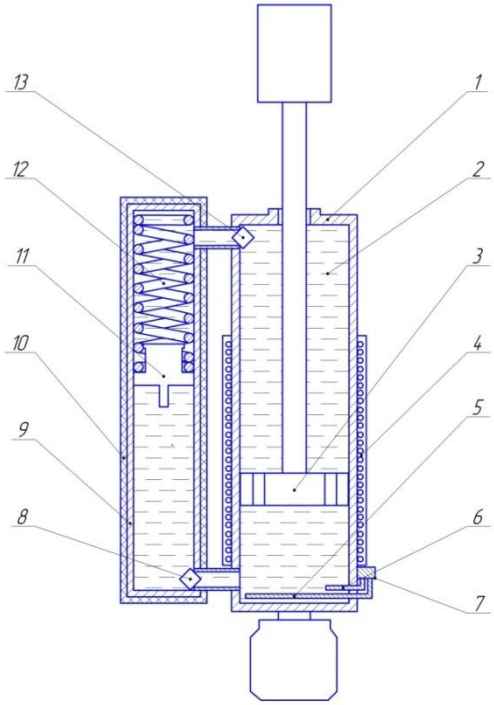


Рисунок − 3 Общий вид амортизатора

При остановке транспортного средства контроллер переводит электроклапаны 8, 13 в положение «закрыто», тем самым обеспечивается сохранение температуры разогретой рабочей жидкости. При возобновлении движения транспортного средства электроклапан 8 включается на режим «выпуск», а электроклапан 13 на режим «впуск», разогретая рабочая жидкость 2 под действием пружины 11 и поршня 12 вытесняется из теплоаккумулятора в нижнюю полость амортизатора.

Таким образом, исполнение амортизатора позволяет без использования внешнего источника энергии поддерживать заданную температуру рабочей жидкости при движении транспортного средства, а также сохранять температуру рабочей жидкости в теплоаккумуляторе при остановках, тем самым улучшить эксплуатационные характеристики амортизатора, особенно при эксплуатации в условиях низких температур окружающего воздуха.

Выводы

1. Получено уравнение процесса теплообмена теплового аккумулятора и амортизатора, позволяющее определить минимально необходимый объем аккумулируемой амортизаторной жидкости для последующей тепловой подготовки амортизатора.

2. Разработана математическая модель процесса изменения температуры амортизатора в процессе его работы, позволяющая определить необходимую мощность нагревательного элемента для дополнительного подогрева амортизаторной жидкости. Установлено, что снижение коэффициента конвективной теплоотдачи с поверхности амортизатора в значительной степени уменьшит необходимую мощность электроподогрева.

3. Разработана конструкция для практической реализации предлагаемого способа повышения эксплуатационных характеристик амортизатора, обеспечивающая как предварительный разогрев, так и поддержание необходимой температуры амортизаторной жидкости при работе амортизатора.

Библиографический список

1. Долгушин А.А. Исследование теплового режима работы агрегатов трансмиссии и подвески автомобиля в зимних условиях / А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов, М.В. Вакуленко, Д.А. Домнышев // Достижения науки и техники в АПК. – 2016. – №8. – С. 87-89.
2. Пат. № 2338937 РФ, МПК F16F9/46. Устройство обогрева автомобильных амортизаторов / Д.В. Сорокин. − № 2006126446/11; заявл. 20.07.2006; опубл. 20.11.2008, Бюл. № 32.
3. Пат. № 131834 РФ, МПК F16F9/44. Амортизатор / Ю.А. Гуськов, П.И. Федюнин, М.Л. Вертей. − № 2013111734/11; заявл. 15.03.2013; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.
4. Пат. № 142785 РФ, МПК F16F9/44; B60G13/14. Амортизатор / Ю.А. Гуськов, М.Л. Вертей, А.А. Долгушин, Д.А. Домнышев. − № 2014106686/11; заявл. 21.02.2014; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 19.

УДК 629.3.015

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Д.А. Домнышев, Д.М. Воронин, А.Ф. Курносов, Д.В. Баранов
Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Долгушин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Постановка проблемы

Для перевозки грузов в сельскохозяйственном производстве используется как автомобильный, так и тракторный транспорт. На долю автомобильного транспорта приходится более 70 % объема перевозок грузов, осуществляемых на территории России. В условиях Сибири около 30 % объема перевозок грузов осуществляется в месяцы со среднесуточной отрицательной температурой[1]. Стоит отметить, что выполнение данного объема работ подразумевает эксплуатацию неподготовленных автомобилей в условиях отрицательных температур, что влечет за собой существенное снижение теплового режима работы механизмов рулевого управления, ходовой части, тормозной системы, силового агрегата, трансмиссии и др., вследствие интенсивного теплообмена с окружающей средой через боковые поверхности[2].

Наиболее распространенным средством для транспортировки этих грузов являются автомобили КАМАЗ. Они имеют достаточную грузоподъемность, высокоманёвренные, обладают повышенной проходимостью и высокой скоростью транспортировки грузов.

В мобильных транспортных средствах и особенно большой грузоподъемности, - например, в автомобиле КАМАЗ, одним из важнейших устройств, влияющих на безотказность работы всех узлов и механизмов является подвеска [3]. При работе автомобилей с неисправной подвеской увеличиваются динамическая нагруженность, снижается плавность хода и скорость движения, увеличивается нагрузка на водителя, что привод к его

преждевременной усталости. При экспертной оценке ведущих специалистов в области эксплуатации автомобильного транспорта работа с неисправной подвеской снижает долговечность автомобиля и его узлов более чем в 1,5 раза, а так же снижается комфортабельность при перевозке грузов при их транспортировке [4].

Один из важнейших недостатков, связанных с эксплуатацией автомобилей в условиях отрицательных температур - ухудшение управляемости, устойчивости и безопасности движения, ну и в конечном счете, снижение показателей надежности [5]. Основные неисправности амортизаторов, снятых с эксплуатации в условиях отрицательных температур:

1) нарушение герметичности амортизатора – возникает вследствие потери эластичности и повреждения сальникового уплотнения [6]

2) следы задиров и износ на зеркале штока – возникает из-за попадания абразива между сальниковым уплотнением и штоком

3) поломка клапанов отбоя-сжатия – возникает при увеличении вязкости амортизаторной жидкости, а так же при попадании воды

4) износ или поломка уплотнительного кольца поршня – возникает вследствие ухудшения смазывающих свойств амортизаторной жидкости при попадании воды и абразивных частиц.

Так же неисправная подвеска воздействует на человеческий организм негативно, так как он безболезненно воспринимает колебания с частотой около 80 гц., колебания с меньшей или большей частотой могут вызвать укачивание и возникновение профессиональных болезней. Все это приводит к снижению производительности водителя и автомобиля и повышению расхода топлива [7].

Амортизаторная жидкость под воздействием отрицательных температур застывает и в таком состоянии сильно препятствует нормальному движению штока, что создает избыточную нагрузку на систему клапанов. Проанализировав зависимость вязкостно-температурных свойства амортизаторных жидкостей, используемых при изготовлении гидравлических амортизаторов большинства грузовых автомобилей [8,9], было выявлено следующее: при положительной температуре вязкость не превышает 800 мм2/с, что является нормативом. Но при достижении отметки в -20°С и ниже происходит резкое увеличение кинематической вязкости в 8 раз. Соответственно, внутри амортизатора - увеличивается нагрузка на внутренние элементы, что приводит к выходу его из рабочего состояния.

Методы проведения эксперимента

При исследовании процессов функционирования основных элементов подвески при эксплуатации автомобилей на базе лаборатории кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ и ООО Новосибирскпрофстрой ПАТП-1 г. Новосибирска в январе 2015 года, были созданы 2 экспериментальные установки - лабораторная установка №1 на автомобиле КАМАЗ 5320 и лабораторная установка №2 стенд для определения эксплуатационных характеристик гидравлических амортизаторов транспортных средств.

При исследовании влияния отрицательных температур на процесс теплообразования в амортизаторах на лабораторной установке №1 проведены эксплуатационные испытания. Для этого был смонтирован на транспортное средство измерительный комплекс, позволяющий записывать изменение температуры амортизаторной жидкости в режиме реального времени. Он состоит из высокочувствительного датчика температуры, измерителя температуры и персонального компьютера для записи и хранения данных.

Режимы движения автомобиля выбирались с учетом требований по эксплуатации данного автомобиля [10]. Были выбраны 3 скоростных режима (20, 40 и 60 км/ч) и три температурных диапазона (-10, -20 и -30 С°). Предварительно перед началом испытаний амортизаторы охлаждались до температуры окружающей среды, после чего автомобиль начинал движение с заданной скоростью. Опыт прекращали с момента установления постоянной температуры. Далее произведена обработка результатов в программе.

Следующим этапом исследования была разработка лабораторной установки №2, позволяющей имитировать процесс функционирования амортизатора и изменять условия. Данная установка позволяет оценить влияния условий и факторов на процесс теплообразования в гидравлическом амортизаторе. Методика исследования соответствует ГОСТ Р 53816-2010 [9].

На рисунке 1 представлена конструкция стенда для определения эксплуатационных характеристик амортизаторов (заявка на полезную модель № 2016114402 от 13.04.2016).

Стенд работает следующим образом. Установленный на раме 1 электрический двигатель 2 передает через клиноременную передачу вращение на кривошипно-шатунный механизм (КШМ) 3. При движении по направляющим рейкам шатун 4, перемещает специальную тягу 5, преобразуя вращение в возвратно-поступательное движение штока амортизатора. Для изменения величины перемещения штока амортизатора в тяге предусмотрены отверстия, через которые она фиксируется болтовым соединением между боковыми стенками планки 6, при продольном перемещении которой величина перемещения штока увеличивается или уменьшается. Так же для определения усилия сопротивления отбоя и сжатия амортизатора установлен датчик 7 тензометрического типа двухстороннего действия. При перемещении штока амортизатора производится запись количества перемещений датчиком импульсного типа 8. Датчик температуры 9 установлен на корпусе амортизатора 10. Вентилятор 11 для создания обдувающего потока так же оснащен частотным преобразователем тока 12, и позволяет регулировать скорость заданном диапазоне.

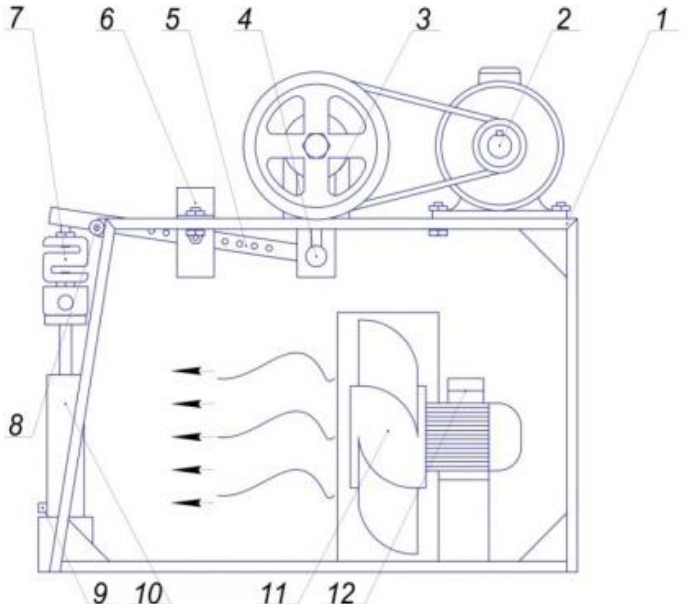


Рисунок 1 - Стенд для определения эксплуатационных характеристик гидравлических амортизаторов транспортных средств

Описание результатов

При проведении испытании и обработке результатов было выявлено, что в большей степени влияют на процесс теплообразования такие факторы как температура окружающей среды и скорость обдувающего потока. Экспериментально установлено, что при движении автомобиля при отрицательной температуре окружающей среды, происходит незначительное (5-7°С) повышение температуры амортизаторов, а при понижении температуры окружающей среды и увеличении скорости передвижения автомобиля происходит их охлаждение до температуры окружающей среды. При комплексном анализе проведенных исследований на лабораторной установке №2, соответствующих методике ГОСТ Р53816-2010 было установлено, что при отрицательных температурах эксплуатации происходит увеличение усилия сопротивления отбоя и сжатия почти в 4 раза с отметки в -19°С до -30°С. На рисунке 2 показана зависимость изменения усилия сопротивления отбоя и сжатия при различных отрицательных температурах и отмечен вертикальной линией момент превышения максимальной нагрузки отбоя и сжатия. При достижении отметки в -27°С дальнейшая эксплуатация запрещена, так как усилие выходит за предельное значение, допустимое заводом изготовителем амортизаторов.

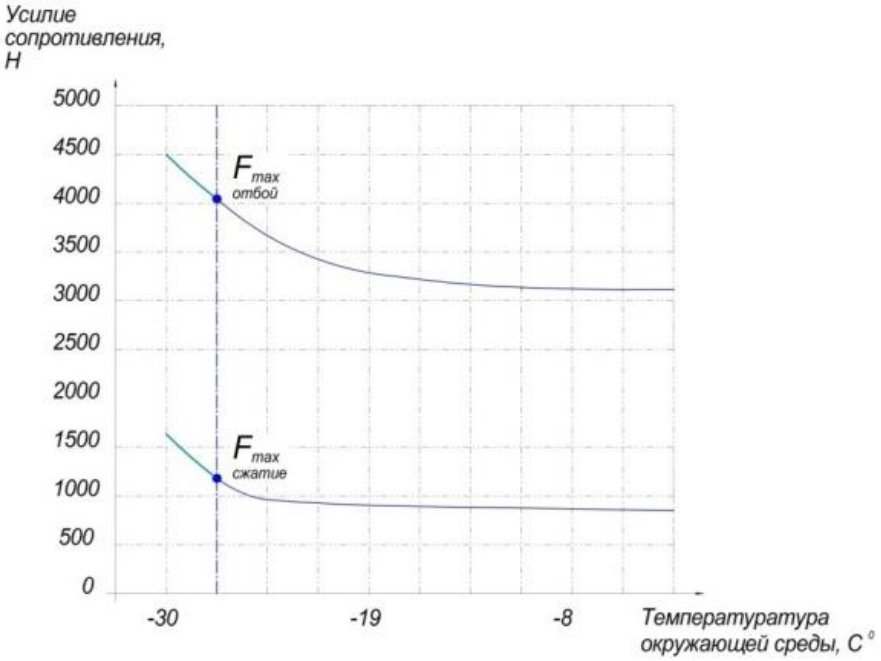


Рисунок 2 - Зависимость изменения усилия сопротивления отбоя и сжатия от температуры окружающей среды

Выводы

1. Установлено, что при движении автомобиля при отрицательной температуре окружающей среды, происходит незначительное (5-7°С) повышение температуры амортизаторов, а при понижении температуры окружающей среды и увеличении от 20 до 60 км/ч скорости передвижения автомобиля происходит их охлаждение до температуры окружающей среды

2. При достижении отметки в -27°С дальнейшая эксплуатация запрещена, так как усилие сопротивления отбоя и сжатия увеличивается почти в 4 раза с отметки в -19°С до -30°С. Предельное значение усилия сопротивления у амортизатора стандартной конструкции автомобиля КАМАЗ составляет на отбой (4022 Н) и на сжатие (1226 Н). Диапазон температур, при котором

возможно эксплуатировать гидравлические амортизаторы стандартной конструкции, составляет от -27°С.

Библиографический список

1. Успенский И.А. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / И.А. Успенский, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Науч. журнал КубГАУ. − 2013. − №88(04). − С. 1-11.
2. Разяпов М. М. Повышение работоспособности агрегатов трансмиссии автотракторной техники в условиях низких температур. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук − Уфа, 2013. − 16 с.
3. Копилевич Э.В., Пурник М.А., Федоров С.А. Диагностика подвески автомобилей // Государственный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (Ленфилиал), «Транспорт», Москва, 1974. – 52 с
4. Приходько Л.С. ., Исследование влияния дорожных условий на режимы работы агрегатов автомобиля и их долговечность, автореферат диссертации, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук. //, ХАДИ, Харьков 1965 г.
5. Крохта Г.М. Повышение эффективности эксплуатации энергонасыщенных тракторов в условиях Западной Сибири. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. - Новосибирск, 1995.
6. Кудряков Б. А. Основные пути повышения надежности и долговечности уплотнительных устройств / Кудряков Б. А., Кузина Н. А. и др. // − М., Труды НАТИ, 1974. − С. 21-24.

УДК 621.434.13

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ БЕНЗИНОВОГО ДВУХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.В. Караваев
Научный руководитель к.т.н., профессор С.П. Федоров
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Проблема снижения расхода топлива карбюраторными бензиновыми двигателями, получившими широкое применение на автомобилях, мотоциклах, снегоходах, пусковых установках для тракторов, мотоблоках и других машинах, является одной из актуальнейших. Следует выделить наиболее эффективные направления работ по совершенствованию конструкций узлов и систем двухтактных карбюраторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС), оказывающих значительное влияние на экономические и токсические показатели[1].

Далее будут рассмотрены последовательно конструктивные совершенствования, предлагаемые для двухтактных карбюраторных двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Следует отметить, что отдельные мероприятия, способствующие снижению расхода топлива (например, замена карбюраторных ДВС двигателями с впрыскиванием бензина, применение обратного пластинчатого клапана (ОПК) на впуске, повышение степени сжатия, улучшение процессов наполнения и т. д.), используют с целью повышения мощности двигателя и снижения токсичности выбросов. Распространенные в

настоящее время основные способы улучшения экономических и токсических показателей карбюраторных двухтактных ДВС можно условно разделить на следующие группы:

– совершенствование систем: питания; впуска; наполнения кривошипной камеры; продувки и наполнения цилиндра;

– снижение токсичности отработавших газов (ОГ).

Совершенствование системы впуска. Основной причиной увеличенного расхода топлива, а, следовательно, повышенной токсичности ОГ являются потери значительной части свежего заряда при впуске, продувке и выпуске. Устранение этого явления частично возможно путем установки ОПК во впускной и продувочный канал (см. рисунок 1). Идея устранения обратного выброса топливовоздушной смеси из кривошипной камеры 4 через впускной канал 1 путем установки ОПК 2 между карбюратором 3 и кривошипной камерой 4 известна давно.

В 1972 году фирма Ямаха представила первые кроссовые мотоциклы, двигатели которых оснащались ОПК и перепускным каналом 5. Вследствие улучшения мощностных и экономических показателей двигателей с ОПК на впуске на малых и средних частотах вращения коленчатого вала, идея применения ОПК нашла отражение во многих конструкциях двухтактных ДВС[1].

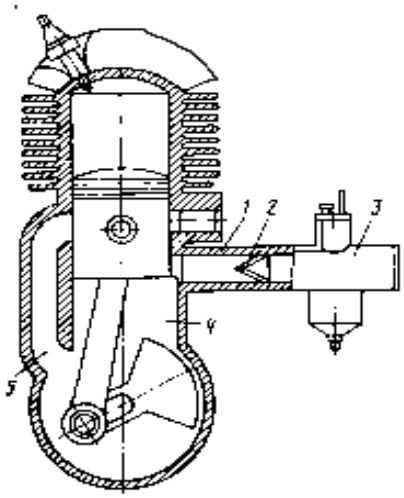


Рисунок 1 – Двигатель с ОПК на впуске фирмы Ямаха:
1 - впускной канал; 2 - ОПК; 3 - карбюратор; 4 - кривошипная камера;
5 - перепускной канал

Усовершенствование картера и кривошипа. Двухтактный ДВС с компрессорными лопатками (см. рисунок 2) на кривошипе характеризуется повышенным наполнением цилиндра и уменьшенным перепуском свежей смеси в выпускной патрубок 4.

Это достигается посредством дополнительной продувки, обеспечиваемой компрессорными лопатками 2, установленными на щеках кривошипа 1, винтовым и вспомогательным (3 и 5) перепускными каналами и смещенной вниз нижней отсечной кромкой впускного канала 6. Ширина лопаток 2 равна примерно толщине щеки, их число и угол наклона определяются в зависимости от режима ДВС[1].

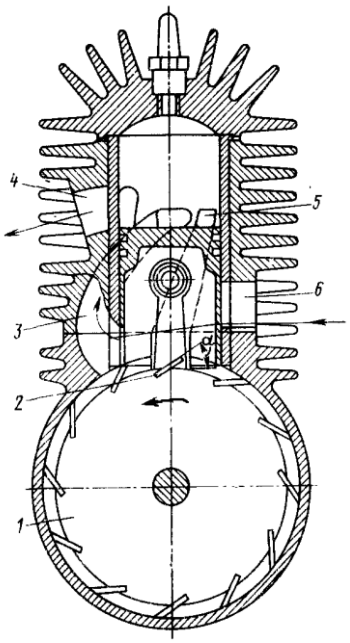


Рисунок 2 – Двухтактный ДВС с компрессорными лопатками:
1 - кривошип; 2 - компрессорные лопатки; 3 – винтовой перепускной канал; 4 - впускной патрубок; 5 - вспомогательный перепускной канал; 6 – впускной канал

Непосредственный впрыск топлива. Улучшение равномерности распределения смеси по цилиндрам, снижение сопротивления впускной

системы при отсутствии карбюратора, возможность организации продувки цилиндра и камеры сгорания воздухом без потери топлива - вот что обусловливает повышение коэффициента полезного действия (КПД), а, следовательно, удельной мощности двигателя с непосредственным впрыскиванием по сравнению с карбюраторным. Особенно это заметно для двигателей, работающих на богатых смесях (α = 0,7 – 0,8). В двигателе с непосредственным впрыскиванием топлива (см. рисунок 3), топливная форсунка 1 установлена в стенке цилиндра 3 в дополнительном продувочном канале 2, по которому воздух поступает из картера в цилиндр.

Двигатели с непосредственным впрыскиванием могут иметь различное конструктивное исполнение, а впрыскивание топлива при этом может осуществляться во впускной и продувочные каналы, в полость цилиндра, в камеру, расположенную в головке. Возможна также установка двух форсунок в цилиндре, при этом создаются условия для послойного смесеобразования и сжигания бедных смесей.

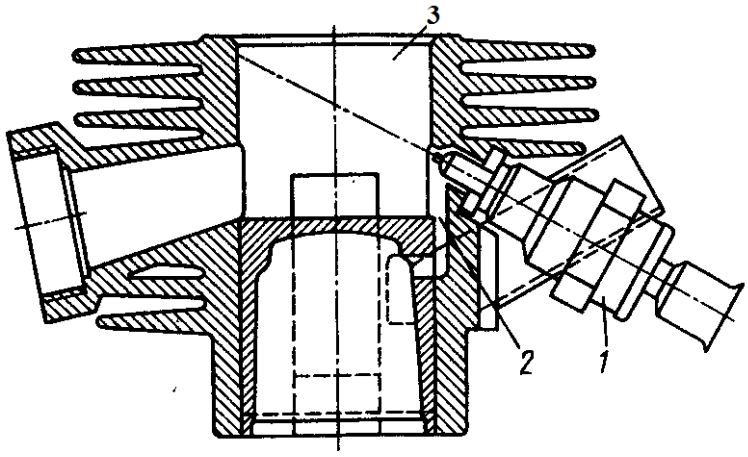


Рисунок 3 – Двигатель с непосредственным впрыском топлива:
1 - форсунка; 2 - продувочный канал; 3 - стенка цилиндра

Совершенствование топливных систем. Низкая топливная экономичность и высокая токсичность ОГ двухтактных карбюраторных ДВС являются в основном следствием недостатка кислорода в процессе сгорания, что обусловлено как регулировкой карбюратора (или топливной системы) на обогащенную смесь, так и низким качеством смесеобразования (неоднородность топливовоздушной смеси и неравномерность распределения топлива по отдельным цилиндрам) [1].

Для повышения топливной экономичности двухтактных карбюраторных ДВС возможны следующие пути совершенствования карбюраторов: разработка специальных систем смесеобразования и дозирования топлива; разработка и применение устройств, отключающих подачу топлива в цилиндр (или часть цилиндров) на частичных нагрузках; использование устройств с электронным управлением для корректирования состава` смеси на отдельных режимах.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

– двухтактный двигатель, в сравнении с четырехтактным, обладает следующими преимуществами: меньшим весом, упрощенной конструкцией, повышенной мощностью на единицу объема, простотой обслуживания и ремонта. Недостатками же являются: повышенный расход топлива, высокая токсичность отработавших газов и меньший ресурс. Также карбюраторный двухтактный двигатель может работать неустойчиво по причине плохого смесеобразования;

– перспективным путем улучшения смесеобразования, а в следствии уменьшения токсичности ОГ является установка системы непосредственного или распределительного впрыска топлива и установка ОПК;

– для улучшения наполняемости цилиндра перспективным путем совершенствования двигателя может являться установка компрессорных лопаток на кривошип и установка ОПК;

– уменьшение расхода топлива и уменьшение токсичности ОГ частично решается путем установки ОПК во впускной канал.

Библиографический список

1. Двухтактные карбюраторные двигатели внутреннего сгорания / В. М. Кондрашов, Ю. С. Григорьев, В. В. Тупов и др. -М.: Машиностроение, 1990. -272 с.: ил.

УДК 621.43.057.2

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО СИНТЕЗ-ГАЗА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВС

В.В. Красников, Н.С. Вахрина

Научные руководители д.т.н., профессор С.П. Глушков, к.т.н. В.И. Кочергин

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»

Развитие инноваций в области проектирования и производства транспортно-технологических машин неизбежно влечет за собой и инновационные технологические решения в области технического сервиса. Так, например, одним из перспективных направлений решения проблемы повышения экологических показателей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) представляется применение альтернативных видов топлива взамен традиционного углеводородного. В свое время настоящим прорывом

считалось применение газообразного топлива (сжиженных пропан-бутановых смесей и компримированного природного газа метана), позволяющее значительно сократить вредные выбросы в атмосферу. Однако на сегодняшний день наиболее прогрессивным видом альтернативного топлива является водород. Впервые эксперименты по практическому применению водородного топлива были предприняты уже достаточно давно, включая опыт использования водорода из отработавших аэростатов во время Великой Отечественной войны в СССР, показавший, что даже небольшое добавление водорода к основному топливу даёт прирост мощности ДВС одновременно с повышением экономичности и уменьшением токсичности отработавших газов. Перспективы развития научно-технического прогресса предполагают, что в 2020…2050 гг. должно произойти бурное развитие водородной энергетики и полный отказ от традиционных двигателей внутреннего сгорания [1].

Но применение водорода в качестве топлива для ДВС связано с необходимостью решения ряда сложных технических задач и проблем обеспечения процессов технической эксплуатации машин [2]. Для облегчения неизбежного, как считают многие эксперты, перехода к широкому применению водорода в качестве источника энергии необходимы нетрадиционные подходы, обеспечивающие постепенный переход к качественно иному виду топлива. Поэтому наиболее перспективным направлением развития применения водородного топлива в энергетических установках транспортно-технологических машин является частичная добавка водорода к традиционному топливу, позволяющая совершить процесс революционного перехода к массовому использованию водорода плавно и без серьезных изменений существующих конструкций двигателей. Исследования в области относительного нового направления использования водородного топлива в виде одновременной подачи с основным топливом водородсодержащего синтез-газа показывают, что добавка такого газа к основному топливу дает ощутимый эффект. Работы в данном направлении, проводимые совместно Сибирским государственным университетом путей сообщения и Институтом катализа им. Г. К. Борескова СО РАН применительно к дизельным ДВС, также подтвердили перспективность разработки каталитических реакторов, обеспечивающих каталитическое окисление фракций дизельного топлива с целью обеспечения процессов предпускового подогрева машин либо с целью каталитического риформинга дизельного топлива в синтез-газ, состоящий в основном из приблизительно равного количества водорода H_2 и окиси углерода CO [2…6].

Экспериментальные исследования влияния добавок водородсодержащего синтез-газа на эксплуатационные показатели ДВС производилась путем подачи синтез-газа во впускной коллектор дизель-генераторной установки ВСН-7Д, состоящей из одноцилиндрового дизельного двигателя рабочим объёмом 0,4 м^3 и генератора переменного тока мощностью 5,5 кВт. Такой способ добавки водорода позволяет обеспечить практическую реализацию выполняемых разработок с минимальными изменениями конструкции двигателей. Величина подачи синтез газа регулировалась в пределах от 0 % до 10% от массы потребляемого двигателем дизельного топлива в режимах холостого хода и номинальной нагрузки.

В результате проведенных экспериментов установлено, что в режиме холостого хода подача водородсодержащего синтез-газа в целом не оказывает существенного положительного влияния на процесс работы дизельного двигателя, а при работе энергетической установки в режимах, близких к режиму номинальной мощности, наоборот, заметен ощутимый положительный эффект

от применения водородсодержащего синтез-газа, заключающийся, в первую очередь, в снижении выбросов в атмосферу вредных веществ. Наиболее значительное влияние добавок синтез-газа на экологические характеристики ДВС достигается при подаче синтез-газа на уровне 15…20 л/мин, в этом случае выбросы CO уменьшаются на 18 %, CH – на 54 %, NO_X – на 73 %. Резкое снижение выброса несгоревших углеводородов и окислов азота можно объяснить более полным сгоранием топливовоздушной смеси в камере сгорания за счет присутствия в процессе горения водорода, улучшающего сгорание основного топлива. Кроме того, отмечается некоторая стабилизация процесса горения топливной смеси в камере сгорания, проявляющаяся в снижении неравномерности частоты вращения коленчатого вала.

При увеличении количества подаваемого в двигатель синтез-газа отмечается и эффект незначительного понижения температуры отработавших газов. Это можно объяснить тем, что при высокой температуре сгорания в цилиндрах ДВС (порядка 615 °С) из входящего в состав синтез-газа окиси углерода (угарного газа) образуется углекислый газ, одним из физических свойств которого является снижение температуры при резком уменьшении давления. Соответственно, при открытии выпускного клапана и последующем снижении давления при выходе из цилиндра температура смеси отработавших газов значительно снижается.

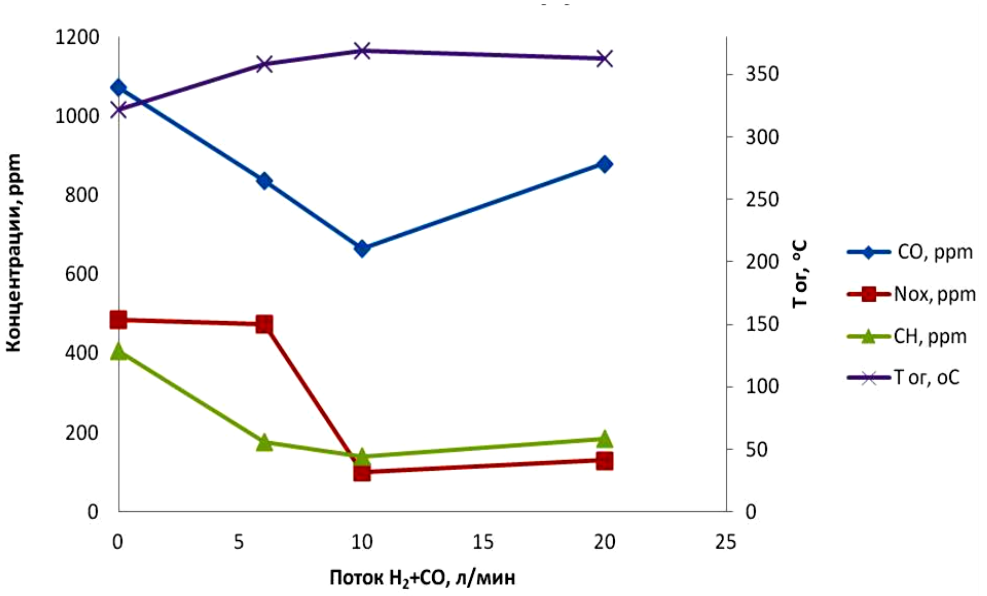


Рисунок – Изменение содержания вредных веществ и температуры отработавших газов дизельного ДВС при добавке водородсодержащего синтез-газа

Эксперименты подтвердили и еще одно преимущество частичной замены жидкого дизельного топлива синтез-газом: при замещении поступающего через впускной трубопровод двигателя воздуха водородсодержащим синтез-газом снижается потребление жидкого дизельного топлива и, в итоге, повышается топливная экономичность дизель-генераторной установки.

Предварительные исследования, проведенные с целью подготовки к проведению аналогичного полномасштабного эксперимента на многоцилиндровом дизельном ДВС, подтверждают сходимость полученных результатов. Таким образом, появляется перспектива повышения эксплуатационных показателей дизельных ДВС при оснащении двигателей каталитическими реакторами и системами управления, обеспечивающими

конвертацию части традиционного углеводородного топлива в водородсодержащий синтез-газ.

Библиографический список

1. Кузык, Б. Н. На пути к водородной энергетике / Б. Н. Кузык, В. И. Кушлин, Ю. В. Яковец. – М.: Институт эконом. стратегий, 2005. – 155 с.
2. Красников, В. В. Повышение эксплуатационных показателей ДВС путем использования синтез-газа / В. В. Красников, В. И. Кочергин // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы регион. науч.-техн. конф. – Новосибирск: НГАУ, Инж. ин-т, 2015. – С. 122-127.
3. Далюк, И. К. Использование каталитических технологий в транспортной отрасли / И. К. Далюк, В. И. Кочергин // Современные направления теоретических и прикладных исследований: сб. науч. тр. Sworld. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – Вып. 1. – Т. 5. – С. 71-72.
4. Кочергин, В. И. Перспективные направления обеспечения экологичности предпускового подогрева транспортных средств в условиях эксплуатации / В. И. Кочергин, И. К. Далюк, А. В. Порсин, А. В. Куликов, В. Н. Рогожников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: НГАВТ. – 2014. – № 3. – С. 156-160.
5. Porsin A. Catalytic reactor with metal gauze catalysts for combustion of liquid fuel / A. Porsin, A. Kulikov, I. Dalyuk, V. Rogozhnikov, V. Kochergin // Chemical Engineering Journal. – 2015. – No. 282. – P. 233-240.
6. Глушков, С. П. Повышение эксплуатационных показателей дизельных ДВС путем использования водородсодержащего синтез-газа / С. П. Глушков, В. И. Кочергин, В. В. Красников // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста государства: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2016. – Ч. 2. – С. 244-247.

УДК 62-681

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОСЛЕПУСКОВОГО ПРОГРЕВА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Эксплуатация транспортных средств в условиях отрицательных температур сопровождается снижением теплового режима работы агрегатов и систем, эффективности их использования и повышением изнашивания их деталей. Учитывая, что большая часть механических потерь транспортных средств наблюдается в двигателе, наиболее актуальным в рассматриваемых условиях становится обеспечение необходимого теплового режима его работы независимо от внешних условий.

Большинство заводов-изготовителей автотракторных двигателей [1 и др.] в целях снижения трудоемкости его подготовки к пуску рекомендуют использовать специальные электрофакельные устройства при температуре окружающей среды до минус 22 °С. При этом не рекомендуется работа двигателя с полной нагрузкой при температуре охлаждающей жидкости ниже 50°С, а оптимальный тепловой режим находится в пределах 75-100 °С. Таким образом, учитывая необходимость в сокращении времени тепловой подготовки двигателей, в большинстве случаев эксплуатации транспортных средств в

условиях климата Новосибирской области, характеризуемого среднемесячной температурой января минус 19°С, наиболее востребованным становится использование средств ускорения процесса прогрева двигателя в послепусковой период.

Цель исследования - определение рационального способа послепускового прогрева автотракторного двигателя за счет анализа существующих средств подогрева агрегатов и систем транспортных средств.

На основании литературы систематизированы способы интенсификации послепускового прогрева автотракторных ДВС (см. рисунок 1). Все приведенные способы универсальны и могут быть использованы как для предпускового, так и послепускового прогрева двигателей.

Рисунок 1 − Способы интенсификации послепускового прогрева ДВС

Достаточно эффективным, простым и одним из самых распространенных способов подогрева охлаждающей жидкости ДВС остается использование электрических подогревателей. Сервисными предприятиями предлагаются услуги по дополнительному оснащению автомобилей подогревателями различных форм, устанавливаемых в систему охлаждения. Применение электронагревателей разной мощности позволяет достаточно эффективно проводить прогрев охлаждающей жидкости любых объемов при различной температуре окружающей среды [2].

В качестве комплексного подогрева используют способ разогрева машин газовоздушной смесью и подогрева с использованием инфракрасных лучей. При использовании этих способов техника, находящаяся на хранении (в межсменное время) в специально оборудованных помещениях или на площадках, накрытая полиэтиленовой пленкой, образующей оболочку, подвергается тепловому воздействию теплогенераторов. Температура газов на выходе из теплогенератора равна плюс 80–150 °С. Способ газовоздушного подогрева позволяет даже при очень низких температурах окружающего воздуха (минус 30–40 °С) поддерживать тепловое состояние агрегатов и систем автотракторной техники готовыми к пуску без предварительной подготовки. Газовоздушный подогрев используется и при хранении техники на открытых площадках. При этом газовоздушная смесь по специальным трубопроводам подается непосредственно к подготавливаемым агрегатам. Время нагрева воды и масла до 60–70°С составляет 30–35 мин [3,4,5].

При использовании разогрева агрегатов автотракторной техники с помощью энергии инфракрасного излучения на передвижных постах с газовыми горелками беспламенного типа время разогрева масла в двигателе и трансмиссии равно 30–40 мин.

В настоящее время широкое распространение получили комплексные подогреватели силовых установок как отечественных компаний «Теплостар», «Автотерм» [6], так и зарубежных Webasto и Eberspächer, устанавливаемые штатно на отечественные и зарубежные автомобили различных марок, например КАМАЗ, Mercedes Sprinter и др. Принцип действия указанных подогревателей основан на сжигании топлива и передаче полученной теплоты системе охлаждения двигателя. Данные подогреватели рассчитаны для двигателей любых геометрических параметров при температуре окружающего воздуха от минус 10 °С. Теплопроизводительность таких установок варьируется от 4,5 до 15,5 кВт и более. Установка подогревателей подразумевает подогрев картера двигателя горячими выхлопными газами.

Использование вторичной теплоты охлаждающей жидкости двигателя в качестве источника энергии в тепловых аккумуляторах позволяет с большой эффективностью осуществить последующий прогрев двигателя. Принцип работы тепловых аккумуляторов состоит в накоплении избыточного тепла охлаждающей жидкости, его хранении и передаче обратно при необходимости. Современные конструкции тепловых аккумуляторов позволяют сообщать охлаждающей жидкости тепловой поток мощностью 4,2 кВт и более на протяжении 720 с [7], что вполне достаточно для подогрева большинства автотракторных двигателей.

Ускорить процесс послепускового прогрева двигателей некоторые авторы предлагают за счет перевода его работы из установившегося режима на холостом ходу в режим «разгон-выбег». При этом загрузка двигателя происходит за счет момента инерции его вращающихся деталей, тем самым увеличивая расход топлива и, соответственно, выделившуюся теплоту.

Проведенный анализ способов прогрева двигателей показал, что в настоящее время не все способы нашли широкое применение. Прежде всего это зависит от эффективности применения того или иного способа, степени внедрения в конструкцию техники и удобства использования. К тому же, в период послепускового прогрева двигателя не все они окажут должное воздействие. Так, например, применение чехлов для теплоизоляции агрегатов от внешних температурных условий, требующих минимальных трудозатрат по монтажу, не обеспечивают предварительный разогрев агрегатов.

Большое распространение получает безгаражное хранение техники. В связи с этим повышается актуальность тепловой подготовки машин за счет использования электрогазовоздушного подогрева. Однако оснащение специальных площадок устройствами предлагаемого типа влечет за собой большие вложения капитала. Кроме того, успешно решая проблему предпускового подогрева, данный способ не способен решить задачу подогрева агрегатов после длительной стоянки за пределами площадок.

Применение электрической энергии при помощи подогревателей различной формы приводит к нагарообразованию на поверхности нагрева, к тому же при одновременной подготовке целого парка автомобилей мгновенно требуется огромная мощность электрического тока, что дополнительно затрудняет распространение данного способа.

Многие вышеуказанные способы решают поставленные их разработчиками задачи при помощи дополнительной энергии, получаемой от внешних источников. Автономными можно назвать лишь жидкостные

подогреватели и способ подогрева при помощи вторичного тепла двигателя. Однако использование жидкостных подогревателей влечет за собой дополнительный расход топлива до 2 л/ч и более [6].

Использование тепловых аккумуляторов ограничивается их теплоемкостью, которая напрямую зависит от массы теплоаккумулирующего материала, которая может достигать несколько десятков килограммов для двигателей большегрузных автомобилей.

Проведенный анализ средств и способов ускорения процесса прогрева двигателей в послепусковой период показал, что в настоящее время отсутствуют универсальные устройства подогрева, не зависящие от внешних источников теплоты, конструкция которых проста, надежна и не требует дополнительного обслуживания для поддержания ее работоспособности.

Разработка способа с приведенными исходными требованиями возможна только на основе использования теплоты отработавших газов двигателя без ущерба процессу сгорания топлива в двигателе.

Наиболее целесообразным в данном случае становится разработка глушителя-рекуператора, представляющего собой рекуперативный теплообменник, позволяющий утилизировать теплоту ОГ при работе двигателя в режиме холостого хода и сообщать ее охлаждающей жидкости, ускоряя процесс его прогрева. Температурный режим рекуператора должен регулироваться за счет изменения количества подаваемых газов, при этом отсутствие электрических элементов в системе регулирования тепловым режимом должна создать автономность его работы.

Выводы

1. Существующие способы и средства ускорения процесса послепускового прогрева двигателя решают задачу за счет использования внешнего источника энергии, что приводит к дополнительным затратам на их работу.

2. Интенсификации послепускового прогрева возможно достичь за счет использования теплоты отработавших газов при работе двигателя в режиме холостого хода.

3. В качестве практической реализации способа ускорения прогрева двигателя предлагается использование глушителя-рекуператора отработавших газов, работа которого должна быть автономной, не требующей обслуживания, при этом эффективной и надежной.

Библиографический список

1. Двигатели ЯМЗ-238. Руководство по эксплуатации / Н.Л. Шамаль, В.К. Кузнецов, Д.В. Бойков [и др.]. – Ярославль: ОАО «Автодизель». − 2010. − 172 с.
2. Зайченко Е.Н. Электроподогреватели: конструкции и эффективность / Е.Н. Зайченко, И.П. Стекачев, А.Б. Стефаневский // Автомобил. пром-сть. − 1990. − № 3. − 24 с.
3. Анискин Л.Г. Зимняя эксплуатация автомобилей / Л. Г. Аниськин. − Челябинск, 1976. − С. 50-58.
4. Бондаренко В.А. Исследование эксплуатационных режимов воздухообогрева автомобильных двигателей. Дис. канд. техн. наук. / В.А. Бондаренко. − М., 1971. − 168 с.
5. Пат. № 2488015 РФ, МПК F 02 N19/00. Система поддержания оптимального теплового режима двигателя внутреннего сгорания / Н.И. Селиванов, А.В. Кузнецов, С.А. Зыков, А.М. Шестов. − № 2012111633/06; заявл. 26.03.2012; опубл. 20.07.2013, Бюл. № 20.

6. Подогреватели предпусковые дизельные (Diesel engine preheaters) 14ТС-10, 14ТС-10-12. − Самара, 2013.
7. Косенков И.А. Совершенствование системы предпусковой тепловой подготовки тракторных дизелей путем использования аккумулированной энергии: автореф. дис. канд. техн. наук / И.А. Косенков − СПб, 2011. − 19 с.

УДК 543.27.-8

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОВЕРКИ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВЫХЛОПНЫХ ГАЗАХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОМ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

А.Д. Николаев, В.В. Тихоновский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Парк автомобилей РФ не смотря на кризис продолжает расти при этом рост происходит за счет автомобилей Б\У. Возрастная структура парка в настоящий момент выглядит следующим образом.

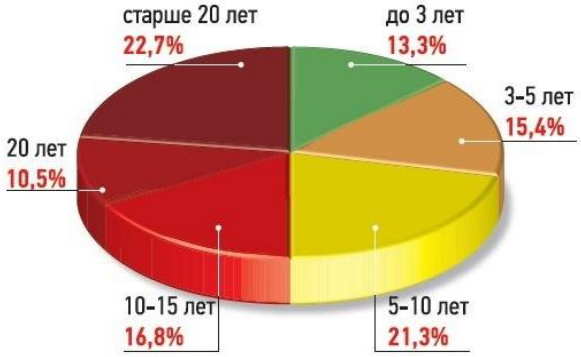


Рисунок 1 – Распределение парка автомобилей по возрасту

Марочная структура парка в РФ в настоящий момент выглядит следующим образом.

Рисунок 2 – Марочное распределение автомобили в РФ

Такое распределение автомобилей по возрасту и по маркам, а так же сложившиеся положение с плановым ТО (отсутствует официальная проверка с применением диагностического оборудования) вынуждают создавать мобильные и стационарные лаборатории, которые, постоянно должны отслеживать количество выбросов вредных веществ с выхлопными газами, что бы их состояние было в соответствии с требованиями действующих стандартов.

Согласно Постановление Правительства РФ от10 сентября2009 г. N 720 "Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств" (с изменениями от 10 сентября2010 г.) пункту 6 :Требования к двигателю и его системам

- Для транспортных средств с бензиновыми двигателями и газобаллонных:

Предельно допустимое содержание оксида углерода (CO) и углеводородов (C_nH_m) в отработавших газах транспортного средства с бензиновыми двигателями, а также газобаллонных, выпущенных в обращение после вступления в силу настоящего технического регламента, в режиме холостого хода на минимальной и повышенной частотах вращения коленчатого вала двигателя должно быть в пределах данных, установленных изготовителем, и не должно превышать значений. Предельные значения заданы, тем же документом, проверяются эти параметры газоанализатором. [3]

В соответствии с ГОСТ 52033 пункт 6 «Методы измерений»

6.1 Общие требования

6.1.1 Атмосферные условия при проведении измерений нормируемых компонентов в отработавших газах автомобиля должны находиться в следующих пределах:
- температура окружающего воздуха - от минус 7 °С до плюс 35 °С; - атмосферное давление - не ниже 92,0 кПа (690 мм рт. ст.).

6.1.2 При измерениях следует применять газоанализаторы, тахометры и пр. (далее - приборы), соответствующие требованиям приложения Б и имеющие действующие свидетельства о поверке.

Температура окружающего воздуха, атмосферное давление, относительная влажность в месте расположения прибора и другие условия его использования должны соответствовать требованиям, указанным в инструкции по эксплуатации предприятия - изготовителя прибора.[1]

В тоже время стоит обратить внимание на тот факт, что в Сибирском регионе практически 7 месяце в году температура находится ниже нуля и среднегодовая температура составляет 3 градуса по Цельсию.

Анализируя рынок данного вида приборов, модели АВТОТЕСТ показали широкое преимущество перед другими приборами. В рекомендациях по эксплуатации газоанализаторов указываются условия проведения замеров вредных веществ в отработавших газах, для моделей АВТОТЕСТ-01.02М «диапазон температуры окружающей среды: - от 0 до плюс 45 °С».

Рисунок 3 – Газоанализатор «Автотест»

В соответствии с настоящим положением дел возникает вопрос, что необходимо для обеспечения работы газоанализатора в обозначенных условиях?

Газоанализатор – измерительный прибор предназначенный для одновременного измерения концентрации оксида углерода, диоксида углерода, кислорода, углеводородов, окислов азота в отработавших газах двигателя автомобилей, находящихся в эксплуатации, при выпуске из производства и после ремонта, при проверке токсичности отработавших газов, Комитетами

охраны природы при инспекционном контроле, в автохозяйствах, на станциях технического обслуживания и в производстве автомобилей для контроля и регулировки двигателей на соответствие нормам ГОСТ Р 52033-2003, ГОСТ Р 52160-2003. [2]

Рабочий принцип заключается в следующем. Спектральный анализ газовых смесей ведется с помощью градуированного графика, для построения которого необходимы эталонные смеси. [4]

Причины, по которым затруднена работа газоанализаторов в отрицательных температурах заключаются в:

- конденсат, который, абсорбирует частицы отработавших газов, препятствуя корректному анализу, выдавая неверные результаты, которые не позволяют дать оценку экологичности двигателя и его состояния в целом.

- Следует отметить, что вследствие низкой температуры плотность воздуха увеличивается и это оказывает влияние на эталонный образец, который подготавливается непосредственно перед замером. В то время как пробы выхлопных газов разогреты и имеют другую плотность.

- Так же температура окружающей среды оказывает действие и на сам прибор в негативном ключе.

Эта тема требует последующего детального изучения вопроса в соответствии с современными техническими требованиями, предъявляемыми к газоаналитическому оборудованию с учетом условий сибирского климата.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52033-2003. Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния (с изменением N1).
2. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию. Издание (март, 2006г.) с Изменением №1, утвержденным в августе 2005г. (ИУС 11-2005), Поправкой (ИУС 9-2002).
3. Постановление Правительства РФ от 10 сентября 2009 г. N 720 "Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств" (с изменениями от 10 сентября 2010 г.) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2009.
4. Спектральный анализ (Электронный ресурс) - Режим доступа: http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4160.html (дата обращения 24.10.16).
5. Газоанализаторы многокомпонентные «Автотест» (Электронный ресурс) - Режим доступа: http://www.all-pribors.ru/opisanie/15263-05-avtotest-7694 (дата обращения 24.10.16).

УДК 621.355.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО СОХРАНЕНИЮ РАБОЧЕГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА АКБ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

Н.В. Понуровский, П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В статье проведен анализ влияние скорости охлаждение аккумуляторной батареи, при использовании термокейса и проанализирована динамика изменение температуры АКБ.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, отрицательная температура, ёмкость, термокейс, охлаждение, нагрев, греющий кабель, эксплуатационные качества, электролит, динамика изменения температуры, экспериментальные данные.

К эксплуатации автомобильного аккумулятора зимой предъявляется ряд дополнительных требований.

По мере снижения окружающей температуры, параметры аккумулятора ухудшаются. Теоретически считается, что свинцово-кислотный аккумулятор теряет ~1 % ёмкости при снижении температуры на каждый градус от +20 °C. [1].То есть, при температуре −30 °C свинцово-кислотный аккумулятор будет иметь 50 % ёмкости.

Снижение ёмкости и токоотдачи при низких температурах обусловлено, в первую очередь, ростом вязкости электролита, при этом ухудшается омывание электродов свежими порциями электролита и концентрация серной кислоты в непосредственной близости от них снижается. [2]

Разряженный аккумулятор в мороз может раздуться из-за замерзания электролита низкой плотности (близкой к 1.10) и образования льда, что приводит к необратимому повреждению свинцовых пластин внутри аккумулятора.

Исследования показывают что низкие температуры электролита негативно влияют на работоспособность и зарядно-разрядные характеристики аккумулятора:[3]

-при температуре от 0 °C до -10 °C снижение зарядных и разрядных характеристик влияют не существенно на работоспособность аккумулятора;

-при температуре от -10 °C до -20 °C происходит снижение отдаваемой мощности в стартерном режиме и ухудшение заряда;

-при температуре ниже -20 °C аккумуляторные батареи не обеспечивают надежного пуска двигателя и не способны принимать заряд от генератора.

Более подробно ухудшение параметров АКБ представлено на рисунках №1 и №2.

Эта проблема ухудшения эксплуатационных качеств аккумуляторной установки была исследована на практике.

Для этого сделана экспериментальная установка которая представляет собой термокейс размерами 500ммХ500ммХ400мм с каждой стороны дополнительно утеплённый 3 сантиметровым слоем пеноплекса.В него помещается аккумулятор Tymen Battery 6CT-60L.Используется цифровой термометр МР-707 с тремя датчиками температуры. Первый находиться снаружи, второй в коробе, третий внутри аккумулятора.

Для нагрева используется греющий кабель FrostGuard мощностью 2кВт.

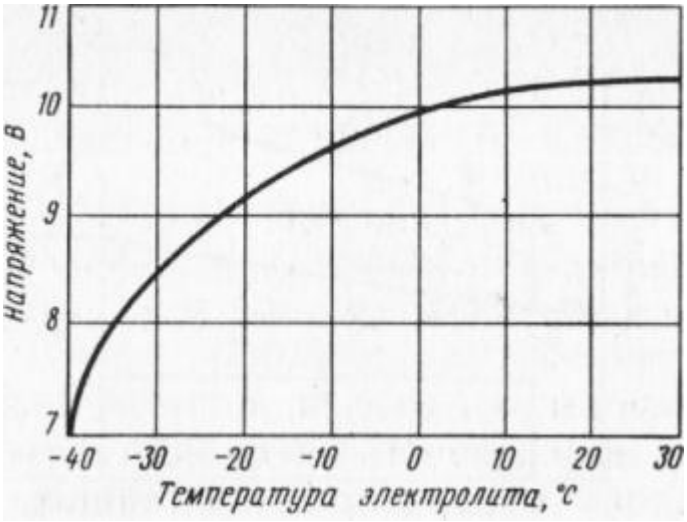


Рисунок 1 – Зависимость напряжения аккумуляторной батареи (на 10-й секунде разряда) от температуры электролита

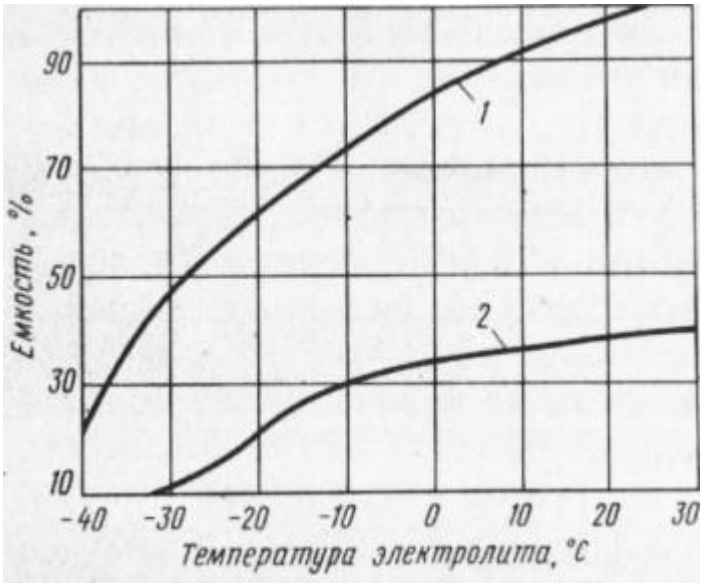


Рисунок 2 – Зависимость емкости аккумуляторной батареи от температуры электролита: 1 — разряд номинальным током; 2 — разряд током стартерного режима

Рисунок 3 – Термокейс

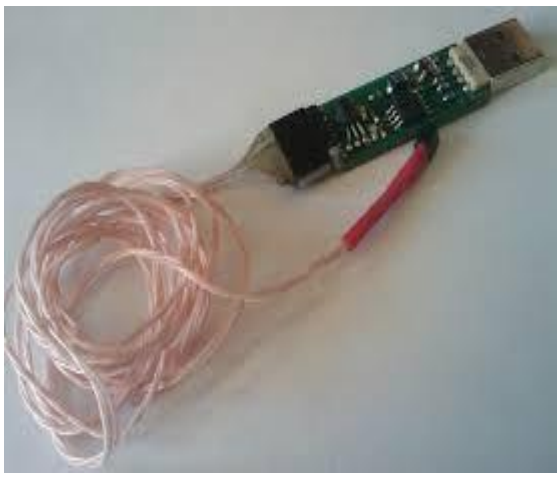


Рисунок 4 – Цифровой термометр

Были проведены исследования влияния динамики остывания аккумулятора в термокейсе от 20С до нуля при различной температуре окружающего воздуха(-5,-10,-20) с термокейсом и без него. Дополнительно было измерено и проанализировано время нагрева аккумулятора с использованием греющего кабеля при различных температурах окружающего воздуха.

Результаты экспериментов представлены в таблице №1 и №2

Таблица 1 - Результаты охлаждение (начальная температура 20)

Температура, °С	-5	-10	-20
Охлаждение короба, ч.	19	14	9
Охлаждение аккумулятора, ч.	21	17	14
Охлаждение аккумулятора без короба, ч.	8	6	5

Таблица 2 – Результаты исследований по нагреву до рабочей температуры до 5°С

Температура, °С	-5	-10	-20
Время нагрева аккумулятора, ч.	2	3,5	7

Более подробно динамика изменения температуры представлена на рисунках 7,8,9.

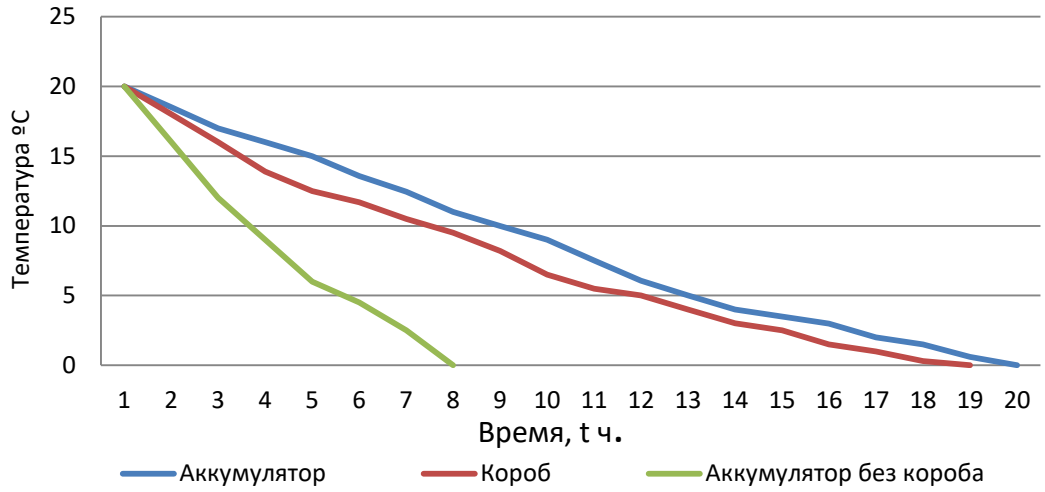


Рисунок 7 – Динамика охлаждения при температуре воздуха -5ºС

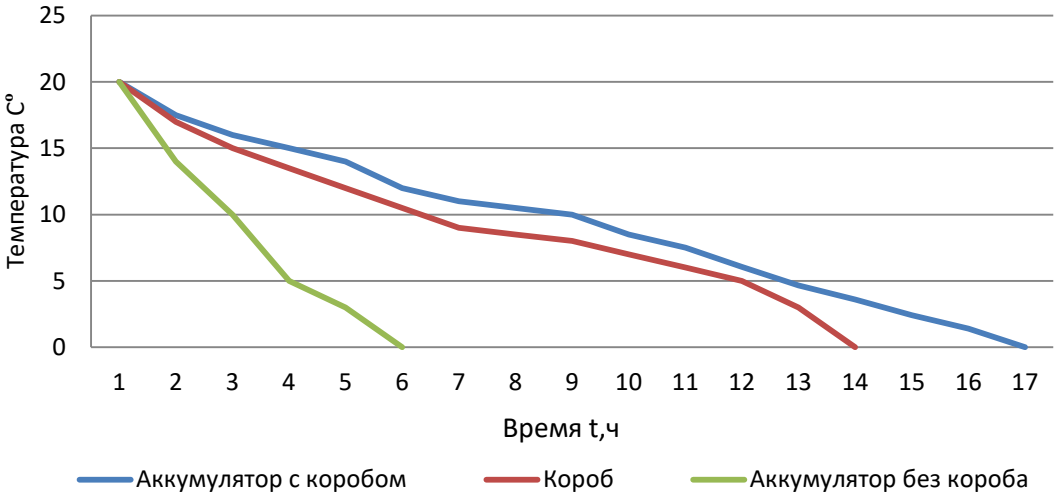


Рисунок 8 – Динамика охлаждения при температуре воздуха -10ºС

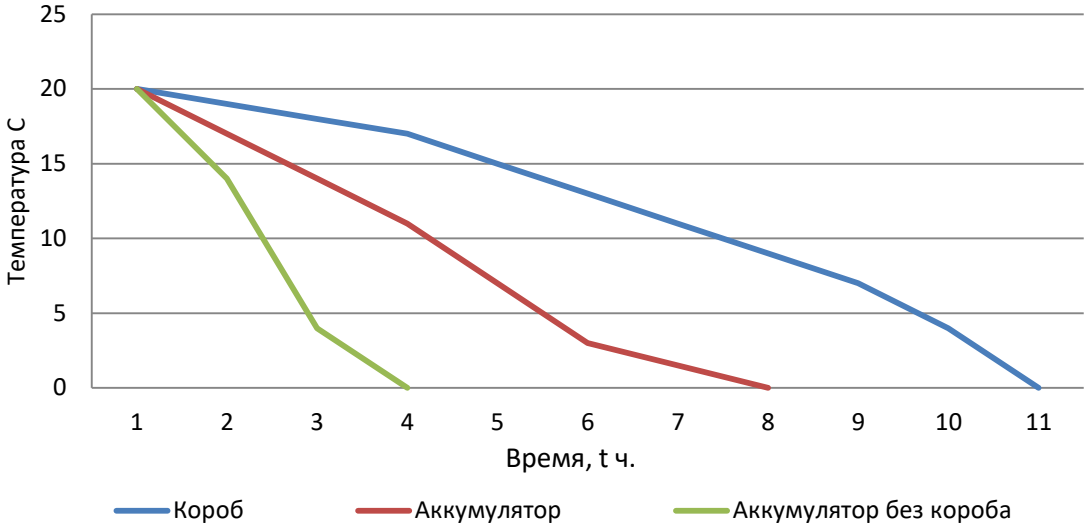


Рисунок 9 – Динамика охлаждения при температуре воздуха -20ºС

Как видно из полученных экспериментальных данных использование короба для утепления позволяет увеличить время остывания АКБ с 20°С до нуля в среднем на 8 часов при температуре окружающего воздуха от -5°С до -20°С.

При температуре воздуха выше -5°С подогрев аккумулятора греющим кабелем является целесообразным и обеспечивает достижение рабочей температуры в адекватное время.

Библиографический список

1. Зайцев И.П.Устройство аккумуляторов. Контроллеры заряда аккумуляторов автономных устройств // Компоненты и технологии : журнал. — 2006. — № 9 — с.28.
2. Каштанов В. П., Титов В. В., Усков А. Ф. и др. Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи. Руководство.. — М.: Воениздат, 1983. — 148 с.
3. ГОСТ Р 53165-2008: Батареи аккумуляторные свинцовые стартерные для автотракторной техники. Общие технические условия.

УДК 629.3; 629.02

ОБЗОР СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ

А.К. Никифорович
Научный руководитель к.т.н., доцент В.А. Понуровский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Под проходимостью понимается способность автомобиля перевозить с высокой средней скоростью груз, пассажиров или специальное оборудование в тяжелых дорожных или внедорожных условиях.

Проходимость автомобиля — комплексное свойство, характеризующее его подвижность и экономичность. Оно неразрывно связано со способностью автомобиля наиболее эффективно выполнять транспортную работу в заданных дорожных условиях. [1]

Для каждого водителя всегда остается важным вопрос, о проходимости его автомобиля. Если водитель знает возможности своего автомобиля, то он сможет рационально и в полной мере использовать его во время движения, а так же в любой момент определиться со способом повышения проходимости.

Основные технические способы повышения проходимости автомобиля:

1. Эксплуатационные меры по обеспечению возможности движения автомобилей;
2. Применение специальных шин;
3. Применение цепей противоскольжения и других легкосъемных приспособлений.

Первый способ подразумевает увеличение проходимости автомобиля за счет улучшения его тягово-динамических свойств, применения систем регулирования давления воздуха в шинах, шин сверхнизкого давления большого профиля, одинарных колес и т. д.

Движение автомобиля возможно, если дорожные сопротивления (G_a) не превышают силы тяги (P_p), при этом необходимая сила тяги должна обеспечиваться достаточным сцеплением ведущих колес с грунтом ($G_{сц}$). Данное условие можно выразить следующей зависимостью [1]:

$$G_a \le P_p \le G_{сц}\varphi, \quad (1)$$

где G_a – общий вес автомобиля, Н

P_p - сила тяги автомобиля, Н

$G_{сц}$ — сцепной вес, т.е. вес автомобиля, приходящийся на ведущие колеса (определяемый при нахождении машины на горизонтальной площадке), Н;

φ — коэффициент сцепления.

При достаточной силе тяги для обеспечения движения необходимо, чтобы было соблюдено следующее соотношение между ψ и φ:

$$\psi \le \frac{G_{сц}}{G_a} \cdot \varphi, \quad (2)$$

где ψ - коэффициент дорожного сопротивления (качению и подъему).

На горизонтальном участке дороги $\psi = f$, из соотношения коэффициента сопротивления качению f и коэффициента сцепления φ, возможно определить сможет ли автомобиль ехать.

Для дорог с твердым покрытием соотношение коэффициентов f и φ отвечает эму условию. Но для грунтовых дорог и бездорожья соотношение величин коэффициентов f и φ в ряде случаев нарушается, в результате чего для обеспечения движения автомобиля необходимо принятие специальных мер. [2]

Многолетняя практика эксплуатации автомобилей, определила способы снижение коэффициента сопротивления качению автомобиля по мягкому грунту и повышение коэффициента сцепления ведущих колес автомобиля с дорожной поверхностью.

Вторым способом повышения проходимости автомобиля является использование специальных шин, улучшающих взаимодействие ведущих колес машины с дорожной поверхностью.

Применение специальных шин большого профиля (см. рисунок 1) с регулируемым внутренним давлением позволяют на слабых грунтах существенно понижать внутреннее давление в них и доводить его до состояния, при котором шины работают со значительной деформацией. В результате площадь контакта колес с грунтом увеличивается в несколько раз. Соответственно снижается удельное давление колес на грунт, и уменьшается глубина колеи и сопротивление движению. При качении колеса на

деформированной шине улучшается характер уплотнения грунта в колее и сцепление колес с грунтом, что является решающим элементом в улучшении тяговых показателей и проходимости автомобиля [3].

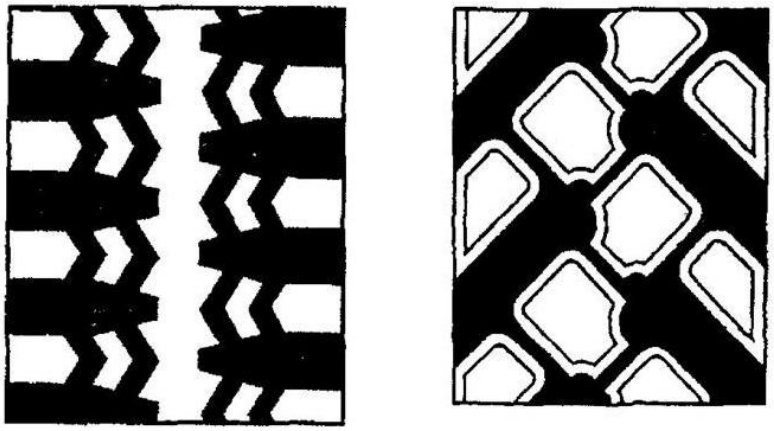


Рисунок 1 – Протектор повышенной проходимости

Кроме этих способов существует еще один способ - применение цепей противоскольжения и других легкосъемных приспособлений, надеваемых на колеса автомобиля при движении по плохим дорогам и вне дорог. Цепи противоскольжения бывают мелкозвенчатые, траковые и гусеничные (см. рисунок 2).

Рисунок 2 – Примеры цепей противоскольжения

Улучшение сцепления ведущих колес автомобиля с грунтом достигается благодаря вдавливанию звеньев цепи, охватывающей шину, в дорожную поверхность. Действие звеньев цепи, таким образом, аналогично действию грунтозацепов шины повышенной проходимости. Для повышения эффективности контакта с грунтом поперечные цепи имеют, как правило, витые звенья.

Так же немаловажное значение имеет уровень и опыт подготовки водителя автомобиля. Основными задачами, которого является умение правильно выбирать направление движения, величину силы тяги и скорости движения автомобиля при преодолении труднопроходимых участков или каких-либо препятствий, а также своевременно применение различные приспособления для повышения проходимости машины [1].

Библиографический список
1. Проходимость автомобиля. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://maestria.ru/interesnyie-stati/prohodimost-avtomobilya.html
2. Меры повышения проходимости. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.ex-roadmedia.ru. Дата обращения: 23.10.2016г.).
3. Хусаинов, А. Ш Теория автомобиля. Конспект лекций / А.Ш. Хусаинов, В.В. Селифонов – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 121 с.

УДК 629
ББК 39

ЭФФЕКТИВНОЕ УРАВНОВЕШИВАНИЕ ДВС

М.К. Романченко
ГАПОУ НСО «Новосибирский колледж автосервиса и дорожного хозяйства»

В классическом машиностроении проводится комплексное уравновешивание сил инерции, моментов сил инерции. Контролируется неравномерность рабочего процесса. Изначально будем считать моментным уравновешивание, при котором понижаются только внешние моменты, а внешние силы не изменяются. Моментное уравновешивание, как правило, проводится после статического, но, это не более чем дань традиции.

Основным условием уравновешивания будем считать сохранение моментов количества движения. В изолированной системе твердых тел внутренние моменты в сумме равны нулю. Это равносильно тому, что внутренних моментов нет, значит, они не меняют угловые скорости системы тел относительно центра масс. Момент количества движения вокруг центра масс могут изменить только внешние моменты. Как правило, в рычажном механизме, нет звена неподвижного относительно центра масс.

Проблема уравновешивания состоит в том, чтобы внешние моменты свести к минимуму или к нулю. Для механизма внешним моментом является реакция неподвижного фундамента на стойку. Задача уравновешивания – добиться неподвижности системы тел относительно центра масс и вокруг центра масс, достичь отсутствия внешних моментов со стороны фундамента, т.е. полной уравновешенности.

$$\sum M = 0 \,. \qquad (1)$$

Например, попытка остановить раскрученный маховик приводит к появлению тормозного момента, передаваемого на стойку. Хотя сам равномерно вращающийся маховик, на хороших подшипниках, практически не оказывает влияния на стойку. Ускорение и замедление звеньев происходит циклически, многократно и в соответствии с кинематикой. Задача конструктора снижать соответствующие моменты, передающиеся на стойку.

Как дополнительный механизм можно рассматривать генераторы сил и моментов. Вектор силы инерции генератора вращается со скоростью главного вала или удвоенной скоростью. Этим достигается противофазное действие сил инерции поршня и генератора. Проекция силы генератора на ось изменяется по гармоническому закону (рис. 1). Сила инерции поршня имеет три составляющие, из которых самая большая изменяется точно по гармоническому закону. Амплитуды обеих сил зависят от квадрата скорости вращения, за счёт чего гасят друг друга при любой скорости.

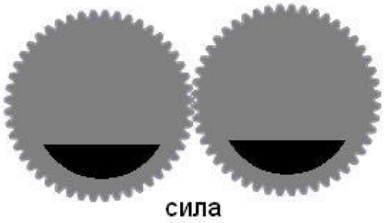


Рисунок 1 – Механизм, генерирующий вертикальную силу

Рисунок 2 – Генератор силы первого порядка в маховике двигателя 7Д

Уравновешивающие валы приводятся зубчатым колесом (рис. 3) или цепью от главного вала машины, а противовесы размещены по краям уравновешивающего вала, чтобы компенсировать момент относительно центра масс двигателя.

Рисунок 3 – Механизм, генерирующий чистый момент

Четырёхтактный двигатель имеет коленчатый вал с одним кривошипом. Вертикальная сила инерции поршня уравновешивается противовесами на коленчатом валу, но при этом возникает большая поперечная сила. Для ликвидации поперечной силы применяется два уравновешивающих вала связанных зубчатой передачей с коленчатым валом. Противовес на коленчатом валу и на уравновешивающих валах образуют генератор только вертикальной силы (рис. 4). Для этого дебалансировочные устройства выставляют в нижнее положение при положении поршней в верхней мертвой точке.

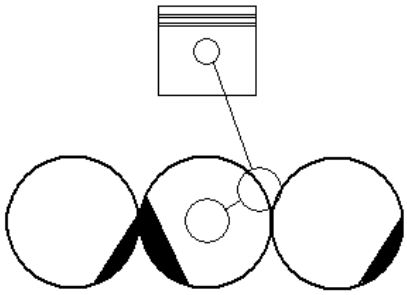


Рисунок 4 – Генератор гармонической вертикальной силы

Достаточно ли уравновешен такой двигатель? Так как его поршень движется не по чистой синусоиде.

Для ответа рассмотрим аналог силы инерции поршня через вторую производную от положения поршня по углу поворота вала (рис. 5).

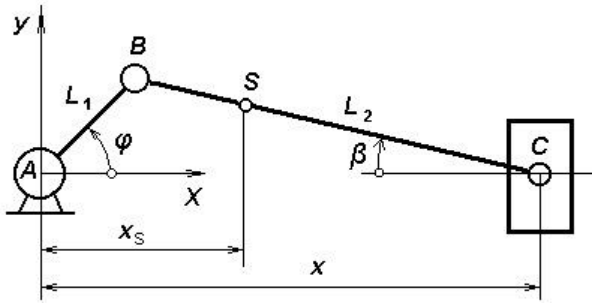


Рисунок 5 – Схема механизма

Расстояние от поршневого пальца до оси вала при отсчете угла ϕ от оси цилиндра равно

$$x = r\cos\phi + \sqrt{l^2 - r^2\sin^2\phi}\,. \tag{2}$$

Аналог скорости поршня

$$\frac{dx}{d\phi} = -r\sin\phi - \frac{r^2\sin(2\phi)}{2\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\phi}}\,. \tag{3}$$

Аналог ускорения поршня

$$\frac{d^2x}{d\phi^2} = -r\cos\phi - \frac{r^2\cos(2\phi)}{\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\phi}} - \frac{r^4\sin^2(2\phi)}{4\sqrt{\left(l^2 - r^2\sin^2\phi\right)^3}}\,. \tag{4}$$

Ускорение дебалансировочных устройств генератора противоположно ускорению поршней.

$$\frac{d^2x_Д}{d\phi^2} = r\cos\phi\,. \tag{5}$$

Остаточная сила инерции пропорциональна сумме ускорений поршней и дебалансов.

$$\frac{d^2x_\Sigma}{d\phi^2} = -\frac{r^2\cos(2\phi)}{\sqrt{l^2 - r^2\sin^2\phi}} - \frac{r^4\sin^2(2\phi)}{4\sqrt{\left(l^2 - r^2\sin^2\phi\right)^3}}\,. \tag{6}$$

Выберем отношение радиуса кривошипа к длине шатуна 0,25 и построим силу инерции поршня (рис. 6) до уравновешивания и суммарную.

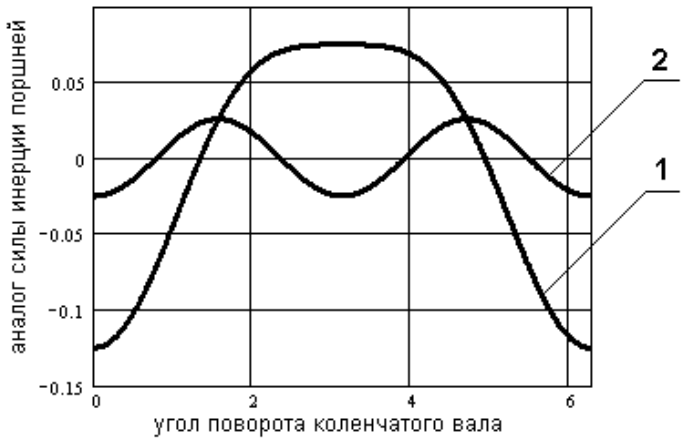


Рисунок 6 – Силы инерции за один оборот вала:
1 – до уравновешивания; 2 –после уравновешивания

Итак, после уравновешивания осталась функция, зависящая от двойного угла поворота вала. Эффективность уравновешивания пропорциональна отношению радиуса кривошипа к длине шатуна, т.е. приблизительно ¼. Такое уравновешивание *недостаточно* ввиду больших сил инерции.

Дальнейшее уравновешивание возможно с помощью вала имеющего удвоенную скорость вращения. Положение малых противовесов выбирается против больших противовесов в положении поршня в верхней мертвой точке (рис. 7). Пример цепного привода валов показан на рис. 9.

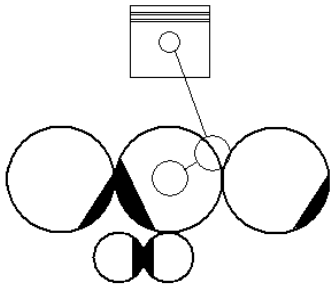


Рисунок 7 – Уравновешивание сил инерции второго порядка

На этом уравновешивание можно завершить, поскольку остаточная сила в сотни раз меньше силы инерции поршней.

Рисунок 8 – Силы инерции за один оборот вала:
1 – до уравновешивания сил инерции второго порядка; 2 – после уравновешивания сил второго порядка

Рисунок 9– Уравновешивающие валы сил второго порядка двигателя BMW

Библиографический список

1. Балансировка роторов на станке системы Б.В. Шитикова. Руководство к выполнению лабораторной работы. Изд-во МЭИ. М. – 1952. – 8 с.
2. Барановский А.М. Виброизоляция дизелей речных судов. - Новосибирск: НГАВТ, 2000. - 176 с.
3. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. /под ред. В.Н. Челомея - М.: Машиностроение, 1984. Т. 1. Колебания линейных систем/ Под ред. В.В. Болотина, 1978, 352 с.
4. Механические колебания. Основные понятия. Терминология. Буквенные обозначения. – М.: «Наука», 1987.
5. Романченко М.К. Система эффективной виброизоляции судовых механизмов: Дисс.канд.техн.наук:05.08.05. – Новосибирск, 2007. – 131 с.
6. Щербакова О.В. Виброизоляция структурного шума на судах: Дисс…канд. техн. наук: 05.08.05. – Новосибирск, 2014. – 150 с.

УДК 621.43

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

С.П. Матяш, С.В. Речкин
ФГБОУ ВО « Новосибирский ГАУ»

Исследование процессов теплопередачи в цилиндре двигателя имеет своей целью решение двух основных задач:

– определение температуры нагреваемых поверхностей (втулки, крышки, поршня) и скорости ее изменения во времени и по координатам, что необходимо для определения температурных напряжений в деталях двигателя и расчета их на прочность;

– определение количества тепла, отводимого в охлаждающую жидкость, что непосредственно влияет на экономические показатели и тепловой баланс двигателя, в том числе на температуру газов, выходящих из цилиндра двигателя.

Известно из теории теплопередачи, существует три элементарных вида теплообмена, отличающихся по механизму переноса тепловой энергии - конвекция, теплопроводность и радиация (лучеиспускание). В цилиндре ДВС в передаче тепла от горячих газов к охлаждающей воде участвуют все эти способы. Процесс теплопередачи в цилиндре складывается из трех отдельных процессов:

- перенос тепла от горячих газов к внутренней поверхности стенки цилиндра, осуществляемого путем конвекции и радиации;
- перенос тепла через металлическую стенку от внутренней поверхности к наружной через слой нагара и накипи, осуществляемого путем теплопроводности;
- перенос тепла от наружной поверхности стенок цилиндра к охлаждающей воде путем конвекции.

Путем конвективного теплообмена в двигателе осуществляется перенос основного количества тепла, передаваемого от горячих газов к внутренней поверхности стенок цилиндра, и перенос практически всего тепла от наружной поверхности стенок цилиндра к охлаждающей воде.

Количество тепла, переносимое за элементарный промежуток времени $d\tau$ через площадку *F*, определяется по уравнению Ньютона [1]:

$$dQ = \alpha \cdot F \cdot (T_f - T_w) \cdot d\tau, ккал \quad (1)$$

где α - коэффициент теплоотдачи; T_f - температура жидкости или газа; T_w - температура твердой поверхности (стенки).

Теплоотдача от газа к внутренней стенке цилиндра

В соответствии с формулой (2.1) и учитывая пульсирующий характер теплового потока в цилиндре двигателя, общее количество тепла, передаваемого в цилиндре от газа к стенке путем конвективного теплообмена можно представить в виде:

$$Q_Г = \int_0^\tau \alpha_Г \cdot F(T_Г - T_1) \cdot d\tau, ккал \quad (2)$$

где $\alpha_Г$ - мгновенное значение коэффициентов теплоотдачи от газа к стенке; $T_Г$ - мгновенная температура газа; T_1 - мгновенная температура поверхности стенки цилиндра со стороны газа; F - поверхность стенки.

Средний удельный тепловой поток от газа к стенке цилиндра:

$$g_{Г_{СР}} = \frac{1}{\tau_0} \int_0^{\tau_0} \alpha_Г (T_Г - T_1) \cdot d\tau, ккал / м^2 \cdot ч \,, \quad (3)$$

В соответствии с уравнением Ньютона количество тепла, передаваемого от стенки к охлаждающей среде путем конвективного теплообмена:

$$Q_{охл} = \int_0^\tau a_{охл} F(T_г - T_{охл}) d\tau, \quad (4)$$

где $a_{охл}$ - коэффициент теплоотдачи от стенки к охлаждающей среде; $T_г$ - температура стенки со стороны охлаждающей среды; $T_{охл}$ - температура охлаждающей среды.

Средний удельный тепловой поток

$$g_{охл.ср} = \frac{1}{\tau_0} \int_0^{\tau_0} a_{охл} (T_г - T_{охл}) d\tau, \ ккал / м^2 \cdot ч \,. \quad (5)$$

Если ввести средние значения температуры наружной стенки $T_{г.ср}$ и охлаждающей среды $T_{охл.ср}$, то

$$g_{охл.ср} = a_{охл}(T_{г.ср} - T_{охл.ср}), \quad (6)$$

Главные трудности расчета перенесены на определение $a_{охл}$.

Применительно к охлаждению цилиндра двигателя водой удовлетворительные результаты дает простая эмпирическая формула:

$$a_в = 300 + 1800\sqrt{W_в}, ккал/м^2 \cdot ч.град, \quad (7)$$

где $a_в$ - коэффициент теплоотдачи от стенки к воде; $W_в$ - скорость воды, м/с.

Скорость охлаждающей воды составляет 0,25-1,5 м/с, а соответствующие значения коэффициента теплоотдачи $a_в$=1000-2500 ккал/м^{2}ч.град.

Как показывает практика, некоторые антикоррозийные вещества, добавляемые в охлаждающую воду, могут увеличивать термическое сопротивление теплоотдачи к охлаждающей воде.

В соответствии с выражением (2.6) тепловой поток к охлаждающей воде:

$$g_{г.ср} = g_{в.ср} = a_в(T_{г.ср} - T_{в.ср}), \quad (8)$$

где $T_{в.ср}$ - средняя температура охлаждающей воды.

Общее количество передаваемого в охлаждающую воду тепла:

$$Q_г = Q_в = a_в F(T_{г.ср} - T_{в.ср})\tau, ккал. \quad (9)$$

К числу работы двигателей на неустановившихся режимах относится работа двигателей при пуске и прогреве, реверсе, остановке, переходе с одного установившегося режима на другой, на циркуляции и т.д. Общим для всех этих режимов является то, что при этом параметры рабочего процесса, индикаторные и эффективные показатели двигателя изменяются во времени, а вместе с ними переменными оказываются механическая нагрузка и напряжения в деталях двигателей, его тепловая нагрузка, температура деталей и температурные напряжения.

С точки зрения теплопередачи переходные режимы характеризуются тем, что при этом протекают неустановившиеся процессы теплообмена, сопровождающиеся прогревом или охлаждением деталей двигателя, изменением температуры охлаждающей воды и масла.

Задача исследования неустановившегося теплообмена состоит в нахождении температурного поля в деталях двигателя и тепловых потоков в каждый момент времени. Это в свою очередь служит основой для расчета температурных напряжений, а также суждения об изменении зазоров между соприкасающимися деталями и т.д.

Тепловой баланс при прогреве двигателя под нагрузкой можно выразить в следующем виде [2]:

$$Qт = Qe + Qг + Qож + Qм + Qмет + Qвозд, \quad (10)$$

где Qт – тепло, выделяемое топливом при его сгорании за период прогрева; Qe – тепло, затрачиваемое на полезную эффективную работу; Qож – тепло, затрачиваемое на нагрев охлаждающей жидкости; Qм – тепло, затрачиваемое на нагрев масла; Qмет – тепло, затрачиваемое на нагрев металла двигателя; Qвозд – тепло, теряемое поверхностью двигателя в окружающий воздух.

Распределение тепла, полученного от сгорания топлива при прогреве за время dt, происходит следующим образом:

$$GчHudt=632\,Nedt+CгMг\,(Tг-T0)dt+Co.ж.Mo.ж.(To.ж.-Tнач)+ CмMм(Tм-Tнач)+CметMмет(Tмет-Tнач)+\alpha S(Tмет-T0)dt, \quad (11)$$

где Gч - часовой расход топлива; Hu - низшая теплотворность топлива; Ne - эффективная мощность двигателя; Сг, Со.ж, См, Смет - теплоемкость

соответственно отработавших газов, охлаждающей жидкости, масла и металла двигателя; Мг, Мо.ж, Мм, Ммет - масса отработавших газов, охлаждающей жидкости, масла и металла двигателя соответственно; Тг, То.ж, Тм, Тмет, Т0, Тнач - температура отработавших газов, охлаждающей жидкости, масла, металла двигателя, окружающего воздуха и начальная температура двигателя соответственно; α - коэффициент теплоотдачи поверхности двигателя; S - поверхность двигателя.

Приняв одинаковую температуру охлаждающей жидкости, масла и металла прогретого двигателя и обозначив ее как среднюю температуру двигателя Тдв, а также введя обозначение Тг-Т0=А, имеем:

$$GчHudt=632Nedt+CrMгAdt+(Co.ж.Mo.ж.+CмMм+CметMмет)dTдв+ +\alpha STдвdt-\alpha ST0dt. \quad (12)$$

Обозначив $Gч Hu=\alpha$; 632Ne=b; CrMгA=c; ds=к; αS=к; $\alpha ST0$=l; Co.ж.Mo.ж.+ CмMм+ CметMмет=m, получаем:

$$(\alpha-b-c+l-кTдв)dt=mdTдв \text{ или } (B- кTдв)dt=mdTдв. \quad (13)$$

Откуда после интегрирования, продолжительность прогрева двигателя:

$$t=\frac{m}{к}\ln\left|\frac{B-кT_{нач}}{B-кT_{ДВ}}\right|. \quad (14)$$

Температура двигателя в зависимости от продолжительности прогрева:

$$Tдв=\frac{B}{к}+\frac{T_{нач}-\frac{B}{к}}{e^{\frac{к}{м}t}}. \quad (15)$$

Расход топлива за прогрев выражается следующей зависимостью:

$$Gтопл.=t\cdot Gч \text{ или } Gтопл = Gч\frac{m}{к}\ln\left|\frac{B-кT_{нач}}{B-кT_{ДВ}}\right|. \quad (16)$$

Анализ выражений (2.14), (2.15) и (2.16) показывает, что сокращение продолжительности прогрева возможно увеличением часового расхода топлива двигателем, то есть повышением его нагрузки; что повышение температуры двигателя происходит по экспоненте, а максимальная скорость прогрева имеет место в его начале. Сокращение продолжительности прогрева уменьшает суммарный расход топлива за прогрев.

Библиографический список

1. Сигар А.В. Теплопередача в двигателях внутреннего сгорания и их тепловая защита. – Ленинград, 1969. – 119 с.
2. Попов В.В. Исследование прогрева тракторного дизельного двигателя после пуска при эксплуатации в условиях низких температур окружающего воздуха. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 1975. – 20 с.

УДК 631.37

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТОПЛИВОПОДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740 НА ЛИНИИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

А.П. Сырбаков, магистрант
Научный руководитель д.т.н, профессор Д.М. Воронин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Основная доля грузооборота в сельскохозяйственном производстве и более 65 % перевозок грузов, осуществляемых на территории России, приходятся на автомобильный транспорт, и обусловлено необходимостью технологического процесса транспортных работ при производстве и реализации сельскохозяйственной продукции в течение календарного года. Одним из основных транспортных средств в условиях аграрных предприятий является автомобиль марки КАМАЗ оснащенный моторной установкой с дизельным двигателем (КАМАЗ-740) [1].

Эксплуатация транспортных средств с дизельными двигателями зимой намного сложнее чем летом, вследствие комплексного воздействия климатических факторов (температура окружающей среды, влажность воздуха, направление и скорость ветра и т.д.), что как правило, приводит к снижению эффективных показателей работоспособности основных систем и элементов моторной установки, в том числе топливоподающей системы [2].

Температура окружающего воздуха оказывает существенное влияние на процесс топливоподачи дизельного двигателя, это связано с зависимостью вязкости дизельного топлива от температуры и кристаллизацией парафинистых углеводородов. Одной из причин снижения надежности дизельных двигателей в условиях отрицательных температур, является выпадение кристаллов парафинов в топливе, повышение сопротивления линии низкого давления системы питания, и как следствие снижение эффективных показателей топливоподающей аппаратуры и двигателя в целом.

Отечественные автотракторные двигатели оснащены системой питания, тепловой режим которой не регулируется и определяется воздействием множества факторов (окружающей средой, тепловым состоянием моторной установки, скоростью потока топлива через элементы системы питания и т.д.). Разогрев топлива в системе питания происходит путем теплопередачи от нагретых деталей двигателя и обдувом ряда узлов и деталей (топливный насос высокого и низкого давления, форсунки, фильтра тонкой очистки) теплым воздухом, прошедшим через охлаждающие радиаторы.

Поэтому работоспособность системы питания во многом определяется воздействием окружающей среды на составляющие топливной системы незащищенные от воздействия окружающей среды (топливного бака, питающего топливопровода, фильтра грубой очистки). Именно в этих элементах системы питания происходит наибольшее количество отказов, а именно прекращение подачи топлива при отрицательных температурах.

Степень остывания топлива в топливном баке, фильтре грубой очистки и в питающем топливопроводе зависит не только от воздействия окружающей среды, цикловой подачи топлива и его количества но и от площади бака и топливопровода (протяженность топливопровода) активно подверженной воздействию этой среды.

Тепловые процессы, протекающие в топливоподающей системе тракторов, относятся к нестационарным, они зависят как от внешних факторов - климатических условий окружающей среды, так и от внутренних – технологических нагрузок, режима и вида выполняемых работ. Однако если предположить, что в определенный момент времени изменение внешних параметров будет относительно мало, то процесс можно считать стационарным и нахождение температуры в элементах топливной системы возможно на основе уравнений теории теплообмена и теплового баланса [3].

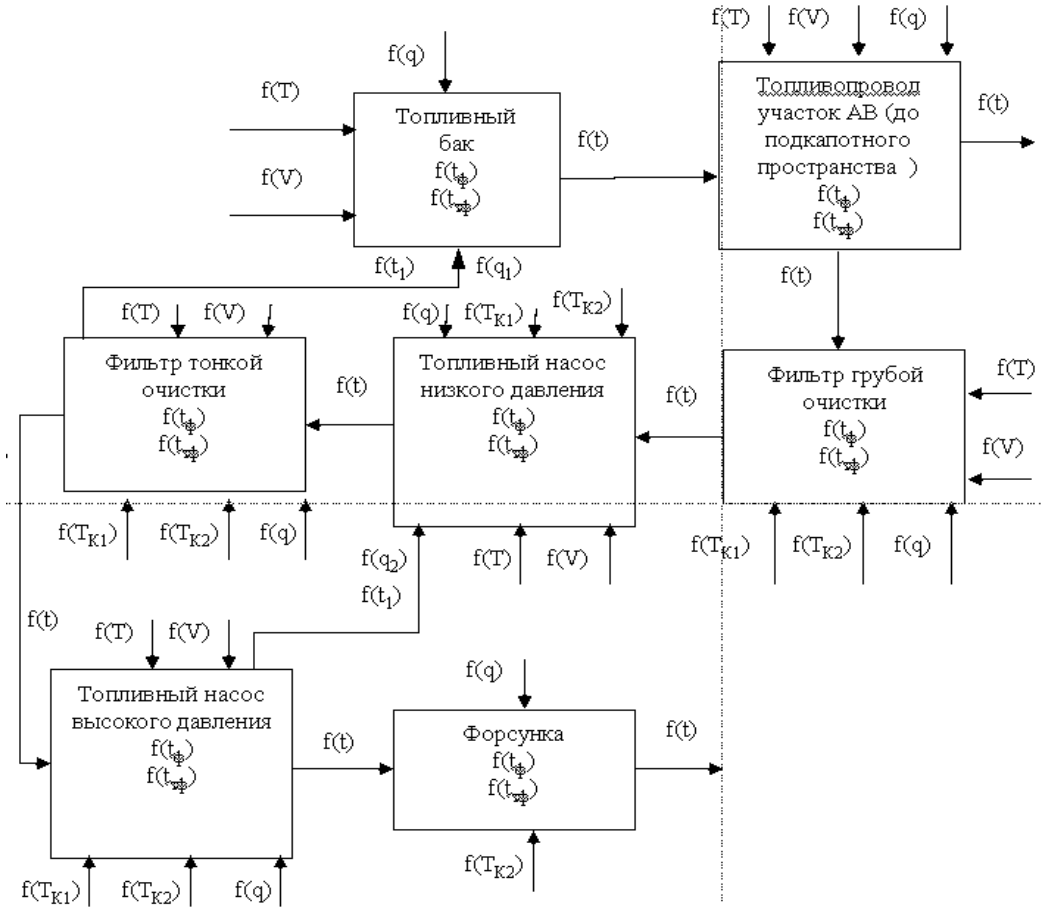


Рисунок 1 - Схема тепловых потоков системы питания двигателя КАМАЗ-740: f(T) – внешнее воздействие температуры окружающей среды; f(V) – скорость и направление ветра относительно продольной оси автомобиля; $f(t_ф)$ – физические свойства топлива (вязкость, плотность); $f(t_{тф})$ – теплофизические свойства топлива (удельная теплоемкость и теплопроводность); f(t) – температура топлива; f(q) – цикловая подача топлива; $f(q_1)$, $f(q_2)$ – цикловая подача излишков топлива; $f(q_2)$ $f(T_{К1})$ – конвективное воздействие (нагретый воздух); $f(T_{К1})$ – кондуктивное воздействие (соприкосновение с нагретыми элементами двигателя)

На рисунке 1 предложена схема термодинамического состояния топлива в конструктивных элементах системы питания дизельного двигателя КАМАЗ-740.

Воздействие холодного климата на тепловое состояние элементов топливоподающей системы дизельного двигателя транспортных средств (бак-топливопровод-фильтр грубой очистки) проявляется путем теплообмена с окружающей средой, и определяет их теплофизические свойства.

Как уже было сказано выше, при снижении температуры топлива в элементах топливоподводящей аппаратуры ниже температуры помутнения, в системе низкого давления увеличивается сопротивление движению

технической жидкости, которое может существенно повлиять на прокачиваемость линии низкого давления. На основе уравнения неразрывности потока Бернулли, рассмотрим участок топливопровода от топливного бака до фильтра грубой очистки (ФГО), сточки зрения обеспечения работоспособности топливоподающей системы [3].

$$Z_1 + H + \alpha_1 \frac{\vartheta_1^2}{2g} = Z_2 - \frac{P_{вак}}{\rho g} + \alpha_2 \frac{\vartheta_2^2}{2g} + \sum h \,, \qquad (1)$$

где Z_1, Z_2 — высота расположения выхода из топливного бака и входа в ФГО;

H — высота столба топлива в баке;

α_1, α_2 — коэффициенты Кориолиса в рассматриваемых сечениях;

ϑ_1, ϑ_2 — средние скорости потока топлива в рассматриваемых сечениях;

g — ускорение свободного падения;

ρ — плотность топлива;

$\sum h$ — суммарные потери напора между рассматриваемыми сечениями;

$P_{вак}$ — вакуумметрическое давление, создаваемое топливным насосом низкого давления (ТННД).

Уравнение неразрывности потока будет выглядеть следующим образом:

$$\vartheta_1 \omega_1 = \vartheta_2 \omega_2 = Q \,, \qquad (2)$$

где ω_1, ω_2 — площади потока в рассматриваемых сечениях;

Q – расход топлива через ТННД.

Условие обеспечения работоспособности линии низкого давления дизеля с учетом уравнений (1) и (2), а также тем, что коэффициент Кориолиса для ламинарного движения в трубах равен 2.0, можно записать следующим образом

$$\sum h \le H + (Z_1 - Z_2) + \frac{P_{вак}}{\rho g} + \frac{\vartheta_2^2}{g}\left(\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} - 1\right). \qquad (3)$$

Суммарные потери напора складываются из потерь напора по длине трубопроводов $\sum h_{дл}$ и потерь от местных сопротивлений $\sum h_м$

$$\sum h = \sum h_{дл} + \sum h_м \,, \qquad (4)$$

Потери напора по длине трубопроводов определяются по формуле

$$\sum h_{дл} = \lambda \frac{\ell \vartheta_{тр}^2}{2 d_{тр} g} \,, \qquad (5)$$

где l — суммарная длина трубопроводов от бака до ТПН;

$d_{тр}$- диаметр трубопровода;

$\vartheta_{тр}$— средняя скорость движения топлива по трубопроводам;

λ— коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси).

При ламинарном движении топлива по трубопроводам круглого сечения коэффициент Дарси можно определить

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}} \,, \qquad (6)$$

где Re — число Рейнольдса.

Число Рейнольдса для труб круглого сечения

$$\mathrm{Re} = \frac{\vartheta_{тр} d_{тр}}{\nu} \,, \qquad (7)$$

где ν - кинематическая вязкость дизельного топлива.

Суммарные потери от местных сопротивлений при ламинарном движении топлива определим по следующей зависимости:

$$\sum h_м = \sum_{i=1}^{n} \frac{\vartheta_i^2}{2g}\left(\xi_{кв.i} + \frac{A_i}{\mathrm{Re}_i}\right), \quad (8)$$

где $\xi_{кв.\,i}$ - коэффициент местного i-го сопротивления квадратичной области;

Re_i - число Рейнольдса для i-го местного сопротивления;

A_i - коэффициент i-го сопротивления;

ϑ_i - средняя скорость топлива в i-том сопротивлении.

Анализ приведенных уравнений позволяет получить представление о закономерностях изменения сопротивления топлива при движении по топливопроводу при варьировании внешних и внутренних факторов, что, как правило, является одним из показателей работоспособности топливоподающей системы.

Библиографический список

1. Курносов А.Ф. Подогрев механической коробки передач транспортных средств сельскохозяйственного назначения в условиях Сибири: Автореф. дис. на соиск. степ. канд. техн. наук: 05.20.03.—Новосибирск, 2016. 20 с.
2. Сырбаков А.П., Корчуганова М.А. Исследование способов предпускового разогрева тракторных двигателей бензиновыми горелками // Современные проблемы науки и образования.- 2015.- № 1.
3. Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации: Монография / А.Н. Карташевич,Г.М.Кухаренок, А.В.Гордеенко, Д.С.Разинкевич: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Мн.: Изд. ООО «Красико-Принт» , 2005. – 180 с.

УДК 62-977

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИКЛА ГЕМФРИ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.Н. Усенко, Ю.И. Майрович, А.М. Сафарбаков, С.Н. Кузнецов
Иркутский филиал МГТУ ГА
Кафедра летательных аппаратов и двигателей
(г. Иркутск)

Реализация положенного в основу рабочего процесса современных газотурбинных двигателей термодинамического цикла Брайтона и анализа эффективности таких двигателей достаточно полно изучен. На сегодняшний день реализация иных термодинамических циклов является актуальной задачей, а повышенный интерес представляет использование в реактивном движении цикла Гемфри. В отличие от цикла Брайтона эффективность цикла Гемфри зависит еще и от степени повышения давления при изохорном подводе теплоты. В результате, переход от цикла Брайтона к циклу Гемфри может обеспечить повышение эффективности преобразование теплоты в работу на 30…50 %, что является актуальной задачей.

В основу организации процесса работы камер сгорания всех эксплуатируемых газотурбинных турбинных двигателей (ГТД) положен цикл Брайтона (рис. 1) протекающий при *P=const* [1]. Реализация данного цикла, позволяет получить значительную работу и значительный термический КПД.

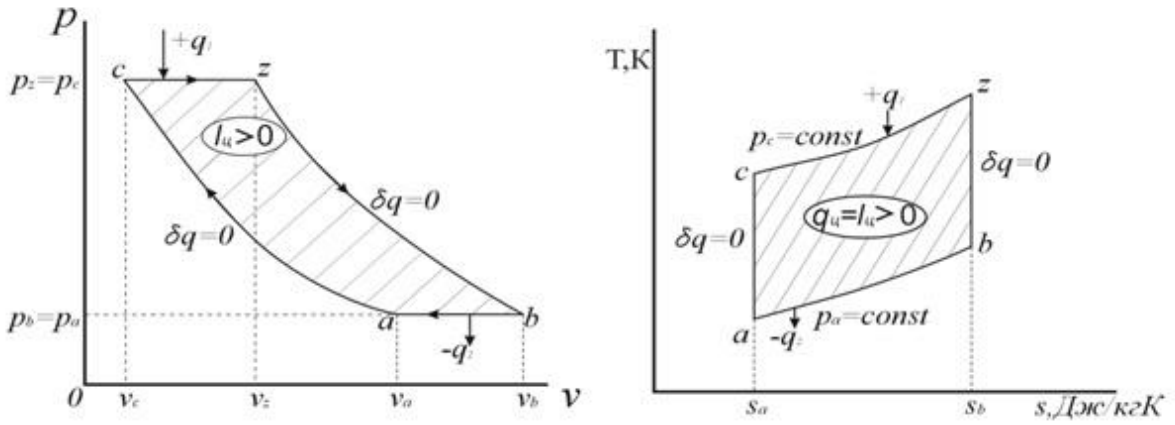


Рисунок 1 – Термодинамический цикл Брайтона

Однако известны и другие термодинамические циклы работы ГТД, которые бы позволили получить больший прирост полезной работы цикла и термического КПД. Таким циклом является термодинамический цикл Гемфри (рис. 2), реализация которого идет при *V= const* [1].

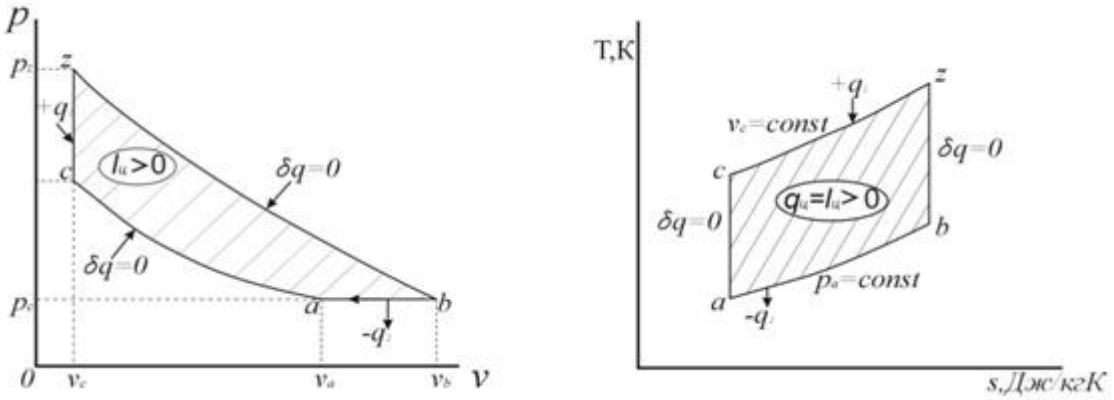


Рисунок 2 – Термодинамический цикл Гемфри

Реализация цикла Гемфри возможна в пульсирующем воздушно-реактивном двигателе [1].

Существует два класса ПуВРД (рис. 3):

- бесклапанные;
- с механическим клапаном.

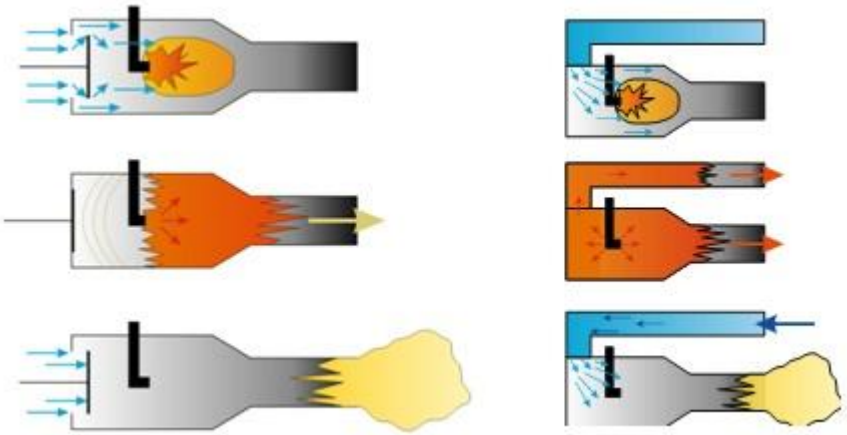


Рисунок 3 – Схема работы клапанного и бесклапанного ПуВРД

Бесклапанные ПуВРД в качестве рабочего тела используют горючие газы. Так как в таких ПуВРД отсутствует предварительное сжатие воздуха то рабочий цикл такого двигателя из цикла Гемфри вырождается в цикл Ленуара.

Принцип работы бесклапанного ПуВРД заключается в следующем: в камеру сгорания впрыскивается газ, поджигается, происходит повышение давления, раскаленные газы устремляются наружу через сопло и входное устройство, внутри камеры сгорания образуется разряжение, за счет чего камера сгорания наполняется порцией свежей газовоздушной смеси.

В свою очередь клапанные ПуВРД имеют импульсную камеру сгорания (ИКС) с фронтовым устройством, состоящим из обратного клапана. Обратный клапан представляет собой тарелку 2 и шток 5.

Принцип работы такого ПуВРД заключается в следующем: в жаровую трубу, наполненную свежим воздухом, подается топливо, образовавшаяся топливно-воздушная смесь поджигается. При сгорании топливно-воздушной смеси происходит резкое повышение давления, в результате чего обратный клапан закрывается, а раскаленные газы под большим давлением устремляются на выход через сопло, создавая разряжение внутри камеры сгорания. За счет перепада давления обратный клапан открывается и происходит наполнение свежим воздухом. Дальше процесс повторяется.

Для обеспечения рабочего процесса в ИКС необходимо:

– за счет формирования газодинамической структуры течения сформировать топливо воздушную смесь (ТВС);

– осуществить воспламенение ТВС;

– обеспечить отвод горячих газов.

Проектируемая ИКС (рис. 4) состоит из [2]:

– фронтового устройства 1, обеспечивающего импульсную подачу воздуха в жаровую трубу;

– цилиндрической части 6 (жаровой трубы), обеспечивающей определенный объем для существования зон обратных токов (ЗОТ);

– суживающейся части 7, обеспечивающей дросселированные потока газов для создания давления в КС;

– импульсной форсунки 9, 10, служащей для импульсной подачи топлива в зону обратных токов (ЗОТ);

– свечи розжига топлива 8, служащей для воспламенения топливовоздушной смеси.

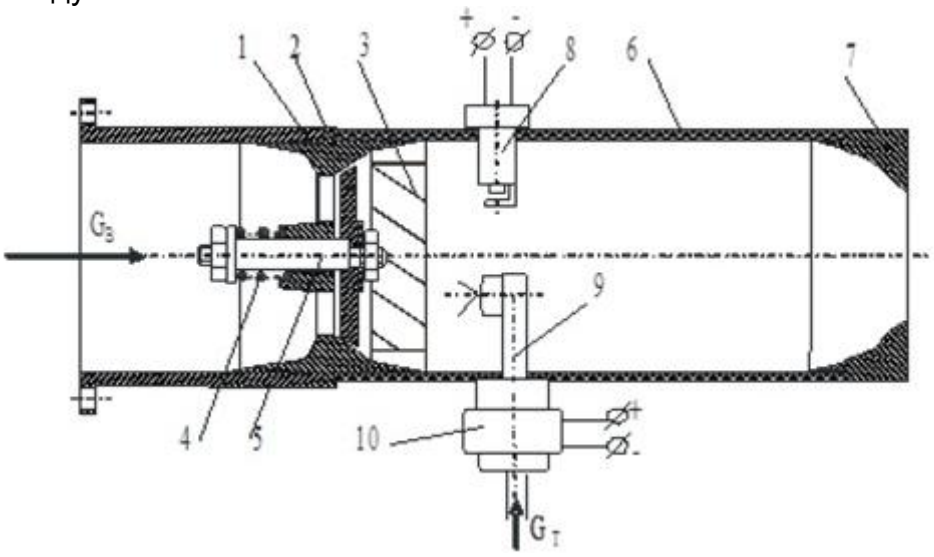


Рисунок 4 – Схема импульсной камеры сгорания

В данной КС тарелка обратного клапана является плохообтекаемым телом и за собой формирует зону турбулентного течения, где перемешивается топливо с воздухом и создается ТВС. Однако эта зона не обеспечивает эффективноесоздание ТВС. По объему КС эта зона составляет примерно 30% от объема КС.

Создать объемную циркуляционную зону можно при помощи периферийного завихрителя 3 [2].

Завихритель представляет собой устройство, имеющее элементы, закручивающие воздух или топливно-воздушную смесь для осуществления процесса горения в камере сгорания (ГОСТ 23851-79) [3].

Величина циркуляционных зон в КС зависит от [4]:

- угла установки лопаток завихрителя;
- высоты лопаток завихрителя;
- диаметра КС и ее длины;
- диаметра сопла газосборника.

Фронтовое устройство, выполнено в виде обратного клапана и периферийного завихрителя, создает за собой газодинамическую структуру потока состоящую из:

- спирального течения;
- кольцевого течения (граница ЗОТ);
- циркуляционной зоны или ЗОТ.

Виды течения зависят от соотношения осевых и тангенсальных скоростей.

Выявление структуры течения в ИКС проводилось на экспериментальной установке гидробассейн (рис. 5).

Рисунок 5 – Экспериментальная установка гидробассейн

Были созданы модели ИКС с фронтовым устройством в виде обратного клапана.

Эксперименты проводились в следующей последовательности [4]:

1) выявление влияния угла установки лопаток завихрителя на объем ЗОТ;
2) выявление влияния высоты лопаток на объем ЗОТ;
3) выявление влияния $d_{кс}$;
4) выявление влияния d_c.

В процессе проведения экспериментальных исследований производились замеры высоты границы циркуляционных зон по радиусу камеры сгорания.

Проведение экспериментальных исследований потребовало соблюдение выполнения газодинамического подобия [5], которое заключается в соблюдении:

1) геометрического подобия;
2) кинематического подобия;
3) динамического подобия.

За критерий подобия выбрано число *Re*.

Результаты экспериментальных исследований представлены в зависимостей $V_{зот}=f(\theta^0)$ $V_{зот}=f(H)$ $V_{зот}=f(D_{кс})$ $V_{зот}=f(D_c)$.

Для построения зависимостей $V_{зот}=f(\theta^0)$ были исследованы камеры сгорания с различными θ^0.

Анализируя и обобщая результаты можно построить график (рис. 6), анализ которого показывает, что при изменении управляющего воздействия изменяется размер ЗОТ, а оптимальному значению управляющего воздействия соответствуют завихрители с углом установки лопаток от 40° до 60°.

Для решения оптимизационной задачи выбираем метод градиентов. Градиент это вектор, своим направлением указывающий направление наискорейшего возрастания некоторой величины, значение которой меняется от одной точки пространства к другой (скалярного поля), а по величине (модулю) равный быстроте роста этой величины в этом направлении. При решении оптимизационной задачи получили график изменения градиента (рис. 7). Изменение знака градиента говорит о нахождении экстремума функции. Это означает, что оптимальным будет являться завихритель с углом выхода потока 53°.

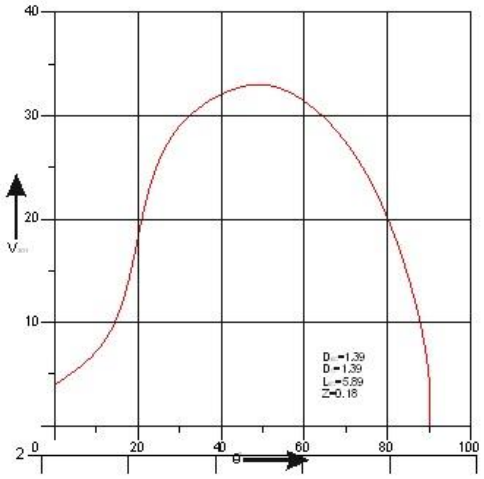


Рисунок 6 – Влияние угла установки лопаток на размеры циркуляционной зоны

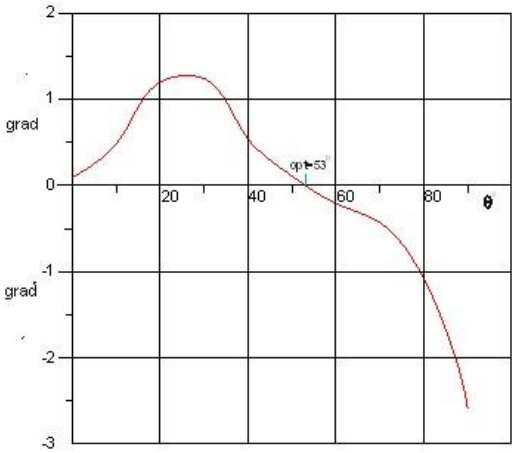


Рисунок 7 – График градиента функции $V_{зот}$ в зависимости от θ^0

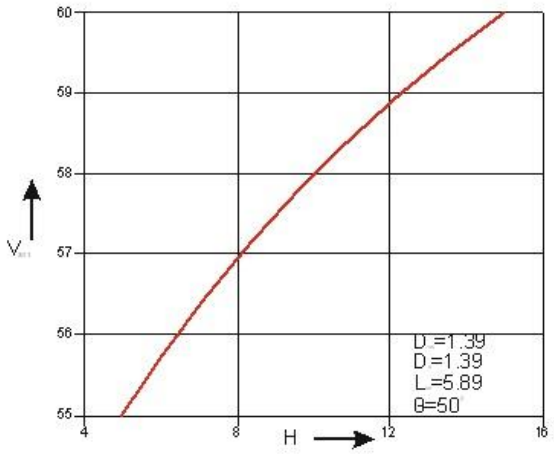


Рисунок 8 – Зависимость объема ЗОТ от высоты лопаток завихрителя

Исследование влияния высоты лопаток Н показало, что с увеличением высоты лопатки увеличивается зона обратных токов (рис. 8). Однако максимальная высота лопатки ограничена конструктивными особенностями фронтового устройства.

Исследование влияния диаметра камеры сгорания $D_{кс}$ показало, что с изменением $D_{кс}$ изменяется объем ЗОТ. Обобщая данные эксперимента получили зависимость объема ЗОТ от $D_{кс}$ (рис. 9), из которой видно что бесконечное увеличение $D_{кс}$ не целесообразно т.к. при превышении $D_{кс}$ 1,8 рост замедляется. Поэтому оптимальный диаметр КС равен 1,8.

Исследование влияния D_c показали, что с изменением D_c изменяются объем ЗОТ, обобщая полученные данные построили зависимость объема ЗОТ от D_c (рис. 10), из которой видно, что оптимальным диаметром сопла являются диаметры от 0,4 до 0,6 относительного размера.

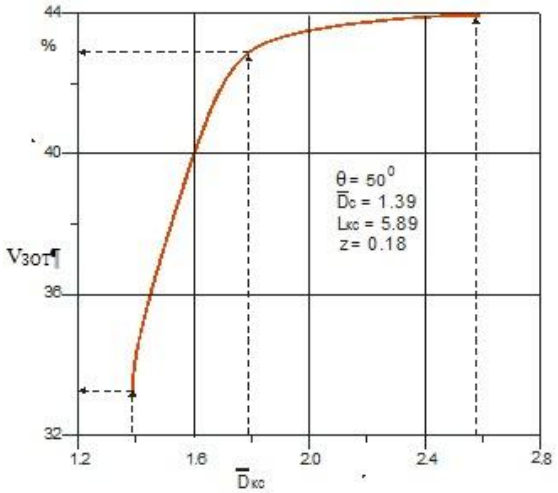


Рисунок 9 – Зависимость $V_{ЗОТ}$ от диаметра камеры сгорания

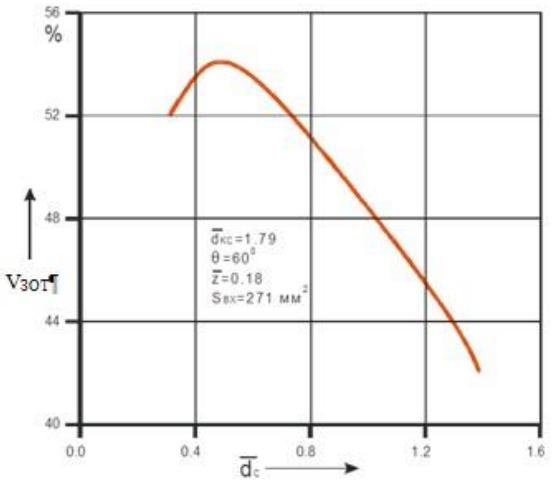


Рисунок 10 – Зависимость $V_{ЗОТ}$ от диаметра сопла

Библиографический список

1. Кобельков В.Н. Термодинамика и теплопередача / В.Н. Кобельков, В.Д. Улас, Р.М. Федоров. – М.: Изд. ВВИА им проф. Н.Е. Жуковского, 2004. – 328 с.

2. Исаев А.И. Конструкция импульсной камеры сгорания для газотурбинного двигателя: Высокие технологии, экономика, промышленность [текст] / А.И. Исаев, А.М. Сафарбаков, Д.В. Богданович, Ю.И. Майрович // Сборник статей тринадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и

прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике». 24-26 мая 2012 года, Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – Т.2 – 212 с.
3. ГОСТ 23851-79. Двигатели газотурбинные авиационные. Термины и определения.
4. Исаев А.И., Сафарбаков А.М., Майрович Ю.И. Гидродинамические исследования структуры потока в жаровой трубе импульсной камеры сгорания авиационного ГТД. Materiály IX mezinárodnívědecko – praktickákonference «Modernívymoženostivědy – 2013». – Praha: Изд-во Publishing House «Education and Science» 2013. – С.40 – 47.
5. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк – М.: Мир, 1972. – 381 с.

УДК 62-144.3

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ЗИЛ – 130

Г.В. Шнитков, А.В. Чернышов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Автомобили ЗИЛ-131, хоть и сняты с производства, но на сегодняшний день активно используются в области лесного хозяйства, сельского хозяйства, коммунальных службах, горнодобывающей промышленности, а также в аварийных и пожарных службах. Простота конструкции, надежность, высокая проходимость, а так же большой выбор запасных частей для ремонта делают его еще более привлекательным. [1,2]

Т.к. этот автомобиль немного «устарел», у него есть характерные недостатки. Одни из них - высокий расход топлива двигателя ЗИЛ – 130 (по современным меркам), а так же высокая токсичность выхлопа, что является актуальной проблемой в крупных мегаполисах. Предлагаемые дизельные двигатели, такие как Д-240 и его модификации, не развивают достаточную мощность и частоту вращения коленчатого вала для полноценной эксплуатации автомобиля.

Цель работы – повышение технико-экономических показателей двигателя ЗИЛ – 130 путём установки на двигатель системы распределительного впрыска топлива и системы зажигания с электронным управлением.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) монтаж топливных форсунок и корпуса дроссельной заслонки на распределительную плиту двигателя.

2) установка датчиков электронной системы управления на двигатель.

3) правильное подключение всех элементов к электронному блоку управления (ЭБУ).

4) корректировка электронной программы блока управления.

Для модернизации системы питания необходимо подготовить распределительную плиту: профрезеровать площадки и просверлить посадочные места для установки топливных форсунок. Топливная рампа состоит из 4 модулей, соединенных топливными шлангами, где в один модуль устанавливается две форсунки смежных цилиндров.[3] Для монтажа корпуса дроссельной заслонки необходимо установить переходник от круглого сечения к эллипсному для стыковки с распределительной плитой (рисунок 1).

Рисунок 1 – Модернизированная распределительная плита двигателя ЗИЛ – 130

В связи с тем, что электронные блоки управления бензиновым двигателем V8 иностранного производства дорогие, а отечественные аналоги отсутствуют, предлагается осуществить управление двигателем двумя блоками управления Микас 7.1, т.к. они легко программируются. Этими блоками компонуются двигатели ЗМЗ-406.2, имеющие в сумме рабочий объём 4,6 л. (2 блока управления), схожий с рабочим объёмом ЗИЛ-130 (6 л.), что упростит процедуру перепрограммирования блоков. Все элементы электронной системы управления двигателя будут использоваться от ЗМЗ-406.2. Необходимо два жгута проводов управления двигателем, по два датчика коленчатого и распределительного валов и четыре двухвыводные катушки зажигания, остальные датчики в одном экземпляре (являются общими для обоих блоков).

Порядок работы цилиндров двигателя ЗИЛ – 130: 1-5-4-2-6-3-7-8, чередование рабочих тактов в цилиндрах происходит через 90° по повороту коленчатого вала, а у ЗМЗ-406: 1-3-4-2 и 180°. Поэтому топливные форсунки, управляемые первым блоком необходимо подключать в следующей последовательности: 1-4-6-7; управляемые вторым блоком – 5-2-3-8. Для подключения двухвыводных катушек зажигания надо учитывать, что пробой искрового промежутка свечей зажигания обслуживаемых одной катушкой должен происходить в конце такта сжатия одного цилиндра и в конце такта выпуска другого. Исходя из геометрии кривошипно-шатунного механизма двигателя V8, подключение двухвыводных катушек зажигания будет следующим: 1-6, 4-7 от первого блока, 5-3, 2-8 от второго (рисунок 2).

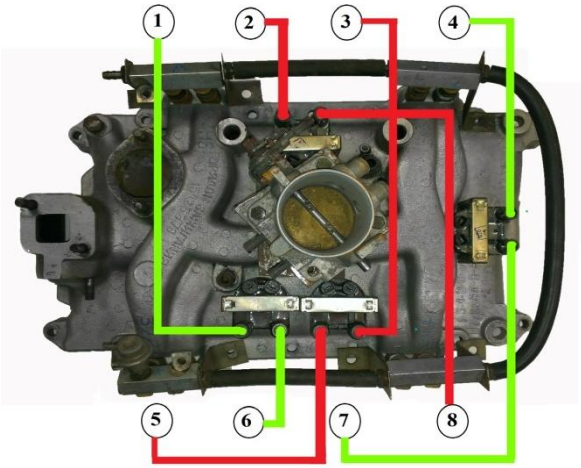


Рисунок 2 – Схема подключения двухвыводных катушек (зелёные – катушки управляемые первым ЭБУ, красные – вторым)

Для осуществления правильной работы датчик коленчатого вала первого блока должен располагаться на 90° не доходя до верхней мёртвой точки (ВМТ) первого цилиндра по повороту коленчатого вала, второго блока – на позиции ВМТ первого цилиндра. Венец датчика коленчатого вала смонтируем на штатном шкиве с внутренней стороны. При помощи кронштейна установим датчики положения коленчатого вала под прямым углом друг к другу, т.к. фазы работы блоков управления будут отличаться на 90° по повороту коленчатого вала (рисунок 3).

Датчики положения распредвала смонтируем в корпусе прерывателя распределителя так же под углом 45° (рисунок 3). Остальные датчики расположим в штатных местах.

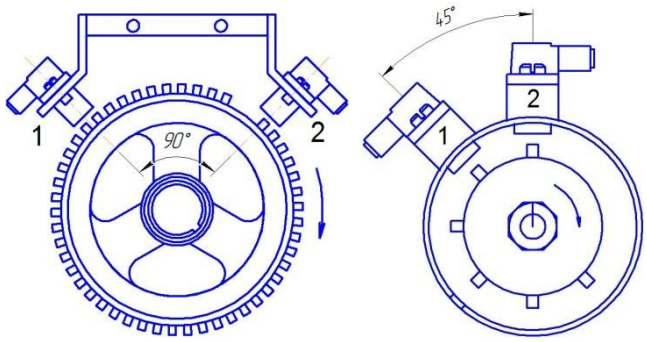


Рисунок 3 – Схема монтажа датчиков:
слева – коленчатого вала; справа - распределительного

При помощи программатора необходимо изменить угол опережения зажигания (УОЗ) в соответствии со штатным (для первого запуска двигателя), затем в динамических и дорожных испытаниях установить оптимальные значения этого угла на разных скоростных и нагрузочных характеристиках, по показаниям λ-датчика откорректировать цикловую подачу форсунок на различных режимах.[4]

Повышение технико-экономических показателей двигателя будет достигаться за счет точного дозирования топлива, качественного распыла и испарения, подача его в надклапанное пространство, снижающее инертность топливовоздушной смеси и её конденсацию на стенках распределительной плиты. Также на экономические мощностные и экологически показатели будет оказывать существенное воздействие более точное микропроцессорное регулирование УОЗ.

После установки системы распределительного впрыска топлива на двигатель ЗИЛ-130, открываются новые возможности для установки на него системы газобаллонного оборудования 4-го поколения, которая имеет электронную систему управления и на порядок эффективнее систем 2-го поколения, что приведёт к снижению затрат денежных средств на топливо.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://spectechzone.com/tekhnika/ /dorozhno-stroitelnaya/zil-131-veteran-kotoryy-do-sikh-por-v-str.html
2. Автомобиль ЗИЛ – 131Н и его модификации: Руководство по эксплуатации / Московский автомобильный завод им. И.А. Лихачева. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с., ил.
3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.hevosvoima.com/ /foorumi/viewtopic.php?f=36&t=115
4. Чип тюнинг и диагностика автомобиля своими руками [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://chip-tun.ru.

УДК 378.147

ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА РЕАКЦИЮ ВОДИТЕЛЕЙ

М.Л. Вертей, А.В. Чернышов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Большинство дорожно-транспортных происшествий происходят на дорогах по вине участников движения (человека). Было установлено, что более 90% лиц, виновных в дорожно-транспортных происшествиях, являются водители автомобилей. Способность качественно управлять автомобилем, надежность, культура поведения зачастую предопределяют психология и психофизиологический потенциал водителя, которые могут привести к ошибочным действиям во время вождения автомобиля [1].

Многие водители во время управления автомобилем любят слушать музыку, причем, достаточно громко, для этого они не скупятся на дорогостоящую музыкальную аппаратуру, которую еще нужно правильно установить. Однако водителей-меломанов ничто не может остановить, они ставят в машины сабвуферы и усилители, лишь бы, как говорится, «качало».

А что такое звук? Звук, в широком смысле – упругие волны, распространяющиеся в среде и создающие в ней механические колебания;

ГРОМКОСТЬ – ощущение, которое получает человеческое ухо, когда оно воспринимает энергию поступающих в него звуковых волн, инфра- и ультразвуки характеризуются вполне определенной энергией, следовательно, обладают вполне определенной силой звука

Музыка – это вид искусства, с помощью которого мы можем передавать свои настроения и чувства. Основными элементами и выразительными средствами музыки являются: мелодия, ритм, темп, динамика, тембр, гармония, инструментовка и другие. Музыка может влиять на настроение.

Основные направления в музыке:

- классическая музыка.
- поп-музыка.
- хип-хоп музыка.
- рок-музыка.
- электронная музыка.
- Джаз и Блюз.

Прослушивание музыки на большой громкости во время управления автомобилем может ухудшить реакцию и привести к дорожно-транспортному происшествию. К такому выводу пришли канадские ученые.

Проведенное ими исследование показало, что под громкую музыку на выполнение физических и умственных упражнений уходит примерно на 20% больше времени.

Британский Королевский автомобильный клуб (RAC) предупредил, что если время реакции водителей настолько уменьшится, то они могут попасть в смертельную аварию.

По словам исполнительного, директора RAC Эдмунда Кинга, это исследование показывает, что «громкая музыка не только доставляет неудобство окружающим, но и может привести к авариям».

Конрад Кинг – психолог, консультирующий RAC, утверждает, что водителям необходимо аккуратно подходить к выбору музыки еще и потому, что скорость композиций также влияет на вероятность дорожного происшествия [2].

«Как правило, если скорость музыкальной композиции превышает 60 ударов в минуту, то у слушателей учащается сердцебиение и повышается кровяное давление, – говорит Кинг. – При этом неважно, какую музыку вы слушаете: оперу, классику или самый современный рэйв. Все дело в ударах в минуту».

Например: вибрации, исходящие от бубна у шаманов во время удара, обладают мощными свойствами, как на физическом уровне, так и на тонкоматериальном.

Как установлено специалистами, выбор музыки, которую слушает водитель, напрямую влияет на безопасность управления автомобилем. Причем, что оказалось абсолютно неожиданным, классические произведения вызывают снижение внимания и увеличение времени реакции. Самым «опасным» произведением оказалась «Симфония №5» Бетховена. На 2-м по опасности месте утвердилась «Токката и фуга Ре минор» Баха, а на 3-м – вальс Штрауса «Голубой Дунай» [3].

Библиографический список

1. Виртуальная школа: все про автомобили для начинающих водителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://avtoshkola-za-rulem.narod.ru
2. Якобсон П.М. Психология чувств. – М., 1961.
3. Влияние музыки на реакцию водителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://s125.ru/blog/show/3432

УДК 658.5

СОКРАЩЕНИЕ ПОТЕРЬ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ПРИ ХРАНЕНИИ НА АЗС

А.С. Аборнева, С.Ю. Домашенко, Д.В. Баранов
Научный руководитель к.т.н., доцент А.А. Долгушин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В настоящее время стало очевидной перспективность использования моторного топлива для автотранспортных средств. Потери топлива при хранении на АЗС с каждым годом увеличиваются. В связи с большими потерями топлива, увеличиваются не только материальные затраты компании, но и исчерпаемые природные ресурсы.

Потери топлива происходят в процессе его транспортировки, хранения и при заправке автомобилей.

Существуют несколько видов потерь при заправке автоцистерн и автомобилей [1]:

- разбрызгивание топлива при заполнении автоцистерн (0,5-0,6% вместимости цистерны в год);
- испарение топлива при сливе в резервуар (0,3-0,4% сливаемого топлива в год);
- остаток топлива в автоцистерне и в сливных рукавах (1,2-2,0% сливаемого топлива).
- пролив топлива при заправке ведрами (200 кг на 1 автомобиль в год);

К основным видам потерь топлива при транспортировке и хранении относятся:

- испарение бензина при неплотно закрытой горловине цистерны (0,7-1,7% вместимости цистерны в год);

- испарение бензина из резервуаров при хранении (при заполнении на 90% - 0,3% вместимости в год, при заполнении на 20% - 9,6% вместимости в год) табл. 1;
- испарение бензина из неплотно закрытого резервуара (1,2% вместимости в год);
- утечка топлива через неплотные соединения, пропускающие 2 капли в 1 с (1,3 т/год);
- испарение бензина из резервуара, не оснащенного дыхательным клапаном (0,4% вместимости в год);
- загрязнение и обводнение при транспортировке и хранении.

Наибольшая часть потерь (около 75%) [2] приходиться на испарение. Остальные потери происходят в основном из-за неудовлетворительного технического состояния средств хранения, транспортирования, перекачки заправки и несоблюдения правил их эксплуатации.

Таблица 1 – Потери бензина от испарения на нефтескладах за год (резервуары вместимостью 25 м^3)

Состояние резервуара и его оборудование	Общие потери	
	Кг	к отпущенному бензину, %
Неокрашенный, без «дыхательного» клапана	3565	4,05
Окрашенный, с «дыхательным» клапаном, газовое пространство негерметично	1094	1,22
Герметичный, окрашенный, с «дыхательным» клапаном, неполный	104	0,11
Герметичный, окрашенный, с «дыхательным» клапаном, налив под уровень	23	0,03

Имеются мероприятия, направленные на уменьшение испарения топлива из резервуаров.

Во-первых, при увеличении коэффициента заполняемости резервуаров, сокращаются потери топлива от испарения при разной степени заполняемости резервуаров. Следовательно, для минимизации испарения топлива в закрытом резервуаре необходимо обеспечивать максимальное его заполнение.

Во-вторых, использование дисков-отражателей для резервуаров. Для практического применения данного способа в горловину резервуара устанавливают диск-отражатель, который превышает дыхательный клапан в диаметре. Данный способ заключается в том, что поступающий через клапан воздух отражается вверх, а не вглубь резервуарного пространства. Таким образом, уменьшается перемешивание паровоздушной смеси, наибольшая концентрация которой находится у поверхности резервуара. Применение диска-отражателя приводит к значительному снижению потерь нефтепродуктов при дыхании, а также является мало затратным решением.

В-третьих, газовая обвязка резервуаров в общую «дыхательную систему» (рис.1).

Газовая обвязка резервуаров — это система газопроводов, соединяющих между собой газовые пространства резервуаров, в которых хранятся нефтепродукты одного сорта.

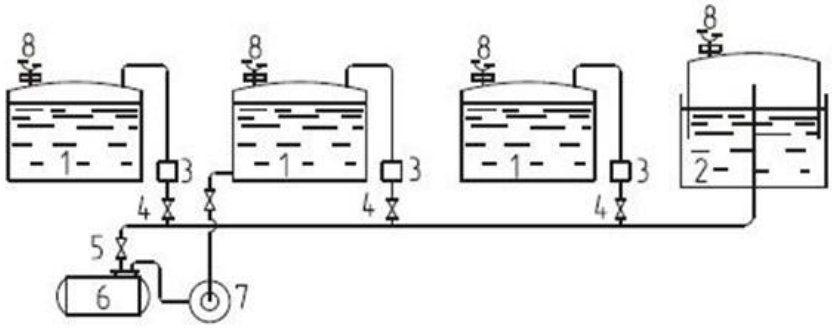


Рисунок 1 - Схема газовой обвязки резервуаров

Газовая обвязка обеспечивает циркуляцию паровоздушной смеси по замкнутому контуру, что предотвращает потери паров нефтепродуктов в атмосферу, способствует снижению потерь нефтепродуктов при приеме и отпуске (газовая обвязка предназначается для взаимной компенсации вытесняемых и всасываемых объемов газов при перекачках нефтепродуктов из одной емкости в другую).

Наиболее экономичным по стоимости и эксплуатационным расходам для резервуарного парка с большой годовой оборачиваемостью является газосборник типа «дышащий баллон».

В четвертых применение систем улавливания паров бензина, вытесняемых из резервуара при сливе и наливе топлива;

Чтобы предотвратить потери топлива на испарение, на АЗС и заправочных пунктах АТП должны быть предусмотрены системы улавливания паров, вытесняемых из резервуаров, обратно в цистерну. В большинстве европейских стран улавливание паров, вытесняемых из резервуаров обратно в автоцистерну, является требованием закона (например, директивы Европейского Союза по контролю над выбросами бензиновых паров), так как при этом снижается загрязнение окружающей среды и экономиться значительное количество топлива.

Утечки нефтепродуктов могут возникнуть во время любой производственной ситуации: при некачественном или неосторожном хранении, разливе, перевозке, из-за неплотно закрытой тары, непрофессиональном заборе проб и так далее. В частности, если емкость для хранения или транспортировки плохого качества или давно отслужила свой срок, совершается выделение паров или утечка жидкости. Данный факт правомочен и для некачественного освобождения цистерн, когда остатки жидкости не откачаны полностью. Если разъемы инструментов для перекачки больше, чем отверстия тары, потеря сырья неизбежна, как и расплескивание при транспортировке на автомобилях или железной дороге. Кроме всего прочего, пересортица, то есть, смешивание различных сортов готового продукта так же причисляется к частичной потере товара.

После доставки товара к точке назначения и его реализации, большое количество продукции пропадает по причине безответственного отношения потребителей. Данная проблема требует немедленного решения и относится к числу не терпящих отлагательств, так как окружающей среде наноситься непоправимый урон. Предотвращению утечки нефтепродуктов, помогает знание причин проблемы.

В большинстве случаев, корень вопроса кроется в безответственном отношении отдельных работников, плохом техническом обслуживании нефтебаз, нежелании или невозможности закупки новой тары для складирования и перевозок.

Главными причинами потерь продукта на базах являются:

1. Неудовлетворительное состояние стальных резервуаров и оборудования к ним;
2. Некачественная чистка резервуаров (удаление подтоварной воды и остатков продукта);
3. Технологическая неисправность трубопроводов и насосных станций;
4. Неправильное обслуживание цистерн;
5. Аварии.

Для существенного сокращения утечек топлива в процессе транспортировки и хранения топлива необходимо выполнять на АТП ряд мероприятий:

- применение совершенных соединительных устройств;
- контроль исправности сливного оборудования;
- использование автоматически перекрывающихся раздаточных пистолетов;
- контроль исправности топливозаправочных колонок;
- своевременное и качественное ТО резервуаров;
- устройство наклонных площадок для установки автоцистерн при сливе;
- использование индикаторов полного слива.

На основании вышеизложенного, можно сформировать несколько выводов.

1. При хранении топлива на предприятии, наблюдаются значительные объёмы потерь, которые могут составлять до 4% от объёма хранящегося топлива.
2. Наибольшая часть потерь (около 75%) приходиться на испарение.
3. Для сокращения потерь моторного топлива при хранении, необходимо выполнять мероприятия по снижению утечек и испарения моторного топлива.

Библиографический список

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учеб. Для студ. Вузов по спец. «Автомобили и автомобильное хоз-во»/ под ред. О.Н. Дидманидзе. – М.: ООО «УМЦ Триада», 2012.- 455 с.
2. Кузнецов Е.С., Болдин В.М., Власов В.М и др. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. И дополн./ М.: Наука, 2004.- 535 с.

УДК 629.039.58

КОНЦЕПЦИЯ НУЛЕВОЙ СМЕРТНОСТИ

В.А. Комлев, П.А. Сирота, П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Впервые идея, положившая начало Концепции нулевой смертности, возникла в 1994 г. Как и все хорошие идеи, она быстро получила распространение. Уже через три года Парламент принял проект Закона о безопасности дорожного движения, который зафиксировал Концепцию нулевой смертности в шведском законодательстве. Конечная цель этого закона состоит

в том, чтобы не только сократить количество аварий до экономически допустимого уровня, но и исключить смертельные случаи и серьезный травматизм на дорогах Швеции. С тех пор Швеция выстраивает стратегию реформ безопасности дорожного движения на основе подхода Концепции нулевой смертности.

Транспортные системы традиционно проектируются с расчетом на максимальную пропускную способность дорог и свободу передвижения, без учета безопасности. Это означает, что безопасность участников движения – дело рук самих участников движения. Инициатива Концепции нулевой смертности основана на противоположном подходе. Мы возлагаем основное бремя ответственности за безопасность на устройство самой системы, потому что мы учитываем человеческие слабости и низкую сопротивляемость человека механическим воздействиям. Прежде всего, для нас важно сохранить жизнь людей и уберечь их от серьезных травм в результате ДТП.

В Концепции нулевой смертности основное внимание уделяется скорее возможностям рынка, и несколько меньший упор делается на контроль со стороны правительства и образовательные программы в сфере безопасности дорожного движения, потому что мы убеждены, что люди действительно заинтересованы в безопасности. Наш подход оказал положительное влияние на общество в целом. Теперь за рулем своих автомобилей шведы ведут себя более ответственно, и среди представителей частного сектора нашей экономики развивается конкуренция в областях, которые способствуют сохранению жизни людей на дорогах.

Ключевым положением концепции стало вполне очевидное утверждение – «Человек несовершенен». Авторы Vision Zero взяли за основу положение, согласно которому люди могут ошибаться, автотранспортная система – нет. Наш организм имеет низкий предел устойчивости к биомеханическим воздействиям и просто не создан для передвижения на высоких скоростях. Эффективная система безопасности дорожного движения должна обязательно учитывать тот факт, что человеку свойственно, а автотранспортная система должна быть на высоте всегда. Это основной принцип «Концепции нулевой смертности».

Работа по обеспечению безопасности дорожного движения на основе концепции нулевой смертности подразумевает адаптацию дорог, улиц и транспортных средств к особенностям человека. При этом ответственность за безопасность несут как создатели дорожно-транспортной системы, так и ее пользователи.

Со времени принятия концепции нулевой смертности в Швеции сократилось число погибших в ДТП. Идея нулевой смертности получила распространение также и за рубежом.

Концепция нулевой смертности рассматривает дорожно-транспортную систему как единое целое, компоненты которого – дороги, транспортные средства и пешеходы – во взаимодействии друг с другом гарантируют безопасность. Такой целостный подход является принципиально новым в области безопасности дорожного движения.

Концепция нулевой смертности предполагает новый взгляд на ответственность. Основная ответственность за безопасность возлагается на создателей дорожно-транспортной системы – дорожные службы, производителей транспортных средств, перевозчиков, политиков, государственных служащих, законодателей и полицию.

Концепция нулевой смертности состоит из ряда основополагающих элементов, каждый из которых вносит свой вклад в обеспечение безопасности на дорогах. Это этические принципы, особенности человека, ответственность,

научные данные, а также взаимодействие и взаимозависимость всех составляющих дорожно-транспортной системы.

ОСНОВА – ЭТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ. В основе концепции лежит этический принцип неприемлемости гибели людей и получения ими тяжких телесных повреждений на дорогах. Единственное приемлемое число погибших и получивших тяжкие телесные повреждения – это ноль.

Этическая основа концепции нулевой смертности предполагает соответствие между подходом к безопасности дорожно-транспортной системы и взглядами на безопасность в обществе в целом.

ОШИБКИ НЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ СМЕРТЕЛЬНО ОПАСНЫ. Существующая дорожно-транспортная система не учитывает тот факт, что человеку свойственно совершать ошибки. Совершенных людей не существует. На сегодняшний день незначительные ошибки на дорогах слишком часто ведут к гибели людей.

Обеспечение безопасности дорожного движения в рамках концепции нулевой смертности предполагает принятие всех возможных мер для предотвращения гибели людей и получения ими тяжких телесных повреждений. Одновременно с принятием мер по предотвращению аварий, необходимо формирование дорожно-транспортной системы с учетом того, что людям свойственно совершать ошибки, из-за чего полное предотвращение аварий не представляется возможным.

Концепция нулевой смертности признает тот факт, что аварии имеют место, однако считает неприемлемым нанесение людям тяжких телесных повреждений в результате них.

Поскольку предотвратить совершение людьми ошибок не представляется возможным, необходимо создание дорожно-транспортной системы, предотвращающей серьезные повреждения и гибель людей в случае совершения ими ошибок. Такой подход переносит основную ответственность за безопасность на дорогах с пешеходов на создателей дорожно-транспортной системы.

К создателям дорожно-транспортной системы относятся, в первую очередь, дорожные службы, автомобильная промышленность, полиция, политики и законодательные органы. Именно на них лежит ответственность за создание системы, нейтрализующей ошибки, совершаемые пешеходами. Однако за безопасность дорожного движения несет ответственность и целый ряд других организаций. Это, например, перевозчики грузов, система медицинского обслуживания, система правосудия, школа и такие организации по обеспечению безопасности дорожного движения.

Участники дорожного движения, в свою очередь, обязаны соблюдать законы и правила дорожного движения.

АДАПТАЦИЯ К ЧЕЛОВЕЧЕСКОМУ ОРГАНИЗМУ. Исходным пунктом для формирования дорожно-транспортной системы являются недостатки человека. Ее параметры должны определяться исходя из того, какие внешние воздействия способен перенести человек как биологическое существо. Это может быть выражено через научно подтвержденные показатели, основывающиеся на сегодняшних характеристиках автомобилей и дорог:

- при наезде автомобиля, едущего со скоростью 30 км/ч, большинство людей выживают.
- при наезде автомобиля, едущего со скоростью 50 км/ч, большинство людей гибнут.
- безопасный автомобиль защищает пассажиров на скоростях до 65–70 км/ч при фронтальном столкновении и на скоростях до 45-50 км/ч при боковом

столкновении при условии использования всеми пассажирами ремней безопасности.

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ. Одной из основных движущих сил, способствующих реализации концепции нулевой смертности, является стремление людей пользоваться дорожно-транспортной системой, не рискуя при этом здоровьем и жизнью. Показатели безопасности, например, могут быть решающими при выборе автомобиля. Широкое информирование потребителей о безопасных решениях порождает рыночный спрос, что, в свою очередь, способствует более быстрой разработке таких решений.

БЕЗОПАСНАЯ ДОРОЖНАЯ СРЕДА. Целью этих мер является, в первую очередь, снижение риска нанесения людям тяжких телесных повреждений. Перекрестки с круговым движением стали распространенным явлением, в особенности в жилых районах.

Они существовали и ранее, но именно в результате принятия концепции нулевой смертности повысилось их значение для обеспечения безопасности. Перекрестки с круговым движением ведут к снижению скорости движения автомобилей.

Аварии на круговых перекрестках ведут к менее серьезным последствиям, чем аварии на обычных перекрестках, что объясняется иными углами столкновения и более низкой скоростью движения. Начиная с первых лет текущего века строительство дорог с разделительным барьером идет растущими темпами. Ограничение скорости 30 км/ч не является нововведением для жилых районов, однако в ходе реализации концепции нулевой смертности внимание было сосредоточено на том факте, что эта скорость является пределом, при котором большинство пешеходов выживают при наезде автомобиля.

Средствами по улучшению безопасности дорожного движения являются – повышение безопасности транспортных средств, повышение безопасности грузов, напоминание о ремне безопасности, алкозамок, фоторадары, велосипедный шлем.

Работа по адаптации дорожно-транспортной системы, исходя из концепции нулевой смертности, принесла ощутимые результаты. Проведены широкие мероприятия, способствующие повышению безопасности дорожного движения. Но это еще только начало. Каждая смерть – это чья-то трагедия!

Библиографический список

1. Управление ГИБДД ГУ МВД России по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Vision_ Zero
2. Управление ГИБДД ГУ МВД России по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.visionzeroinitiative.se/ru/concept
3. Управление ГИБДД ГУ МВД России по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gaigrodno.by/station/_book/Концепция%20нулевой%20смертности.pdf
4. Управление ГИБДД ГУ МВД России по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zr.ru/content/articles/ 621066-nulevaya-smertnost-v-dtp-shvedskij-put

УДК 629.331

СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ КАК ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОГЕ

В.В. Москвина, А.А. Галынская, В.В. Тихоновский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Число автомобилей на дорогах во всём мире растёт с каждым годом. Но в первую очередь это касается России, где за последнее время резко увеличился парк автомобилей (рис. 1).

Быстрое увеличение численности автомобильного парка сопровождается ростом числа пострадавших от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) (табл. 1).

Рисунок 1 - Количество автомобилей в России

Таблица 1 - Общее количество ДТП, число погибших и раненых

Год	2009	2010	2011	2012	2013
РФ					
ДТП	203618	199431	199868	203597	204060
Погибших	27659	26567	27953	27991	27025
Раненых	255484	250635	251848	258618	258437
НСО					
ДТП	2824	2781	2770	2637	2843
Погибших	436	429	465	453	526
Раненых	3336	3234	3283	3113	3408

По сравнению со странами с развитой рыночной экономикой, в России количество дорожно-транспортных происшествий на тысячу транспортных средств в 7-10 раз выше, чем в США, Японии, Германии, Франции, Финляндии и др.

Согласно статистике, порядка 80-85% всех дорожно-транспортных происшествий приходятся на долю автомобилей. Именно поэтому автопроизводители, при разработке конструкции авто, уделяют максимум внимания его безопасности – ведь от безопасности отдельно взятого автомобиля напрямую зависит и общая безопасность движения на дорогах. Необходимо предусматривать весь спектр потенциально опасных ситуаций, в

которые теоретически может попасть автомобиль, а зависят они от множества различных факторов.

Все без исключения ведущие разработчики систем безопасности автомобиля стремятся к одному - они создают автомобиль, на котором риск попасть в ДТП сводится к минимуму, а травматизм практически исключен.

Вне зависимости от названия системы безопасности автомобиля и производителя, принцип действия у них един. Это постоянный контроль состояния на дороге, и в случае чего – информирование водителя о нестандартной ситуации.

Следовательно, для того чтобы уменьшить число ДТП, необходимо усовершенствовать систему БДД.

Целью исследования является выявление оснащённости парка автомобилей России системами безопасности путём сравнения его с современными системами.

Задачи исследования:

- изучить какими системами безопасности оборудованы современные автомобили.

- определить к каким последствиям может привести несоблюдение правил безопасности.

- выявить отношение взрослых и учащихся к этой проблеме.

Системы безопасности автомобиля делятся на активные и пассивные.

Системы активной безопасности автомобиля служат для недопущения возникновения аварийной ситуации.

Системы пассивной безопасности предназначены для сохранения жизни и здоровья водителя и пассажиров в случае возникновения дорожно-транспортного происшествия.

Активная безопасность легковых автомобилей обеспечивается в основном с помощью электронных систем. Несмотря на это, основным звеном активной безопасности остается водитель, который обязан своевременно реагировать на изменение дорожной ситуации и условий движения, учитывая возможности своего транспортного средства. Электронные системы создаются с целью облегчения управления автомобилем и исправления незначительных ошибок водителя.

Большинство легковых автомобилей, выпускаемых в настоящее время, оснащены антиблокировочными системами (ABS). В некоторых случаях может потребоваться, чтобы тормозная система работала с максимальной эффективностью. Для этого применяется система помощи при торможении BA или BAS. Она включается при очень резком нажатии на педаль тормоза, увеличивая усилие на тормоза, помогает быстро достичь максимально эффективного замедления. Некоторые легковые автомобили оборудуют электронной системой распределения тормозных сил (EBD). Эта система обеспечивает эффективное сцепление задних колес с дорогой. Противобуксовочные системы (ASC) служат для сохранения устойчивости автомобиля (при резком разгоне или движении на подъем по скользкой дороге). Пробуксовка не допускается за счет перераспределения крутящего момента двигателя к тем колесам, которые в данный момент лучше сцепляются с дорогой. Современные легковые автомобили могут быть оснащены системой помощи при спуске. Ряд легковых автомобилей оборудован самовыравнивающейся подвеской. Она может изменять дорожный просвет (клиренс) автомобиля, т.е. расстояние от самой нижней точки автомобиля до поверхности дороги.

Системы пассивной безопасности автомобиля предназначены для снижения неблагоприятных последствий дорожно-транспортного происшествия для жизни и

здоровья водителя и пассажиров. Для этого автомобили оборудуют ремнями и подушками безопасности, ряд их деталей делают травмобезопасными.

Ремни безопасности – основной элемент, предназначенный для удерживания водителя и пассажиров на своих местах при ДТП. Подушки безопасности, являясь элементом пассивной безопасности, имеют вполне обоснованные места расположений в зависимости от среднестатистических типов ударов приводящих к летальному исходу (табл. 2).

Таблица 2 - Распределение погибших

Тип удара	Фронтальный	Боковой	Переворот	Задний	Прочее
Находящиеся в а/м	45%	32%	13%	2%	7%

При ДТП, связанном с деформацией кузова, они быстро наполняются газом и останавливают движение головы водителя (пассажиров), предотвращая удар о рулевое колесо, ветровое стекло либо переднюю панель.

В настоящее время автомобили все чаще оборудуют боковыми подушками безопасности. Подголовники также относятся к средствам пассивной безопасности. Они предназначены для исключения травмы шеи (перелома шейных позвонков) при попутном столкновении транспортных средств.

Детей в возрасте до 12 лет запрещено перевозить на переднем сиденье, не оборудованном специальным детским креслом или удерживающим устройством.

Нами был проведен соц.опрос, который состоял из следующих вопросов:

1. Какие системы безопасности на автомобиле Вы знаете?
2. Нужны ли системы безопасности в автомобиле?
3. Как Вы считаете, современные автомобили отвечают требованиям безопасности?
4. Какие бы системы безопасности Вы добавили в комплектацию современного автомобиля?

Подведение итогов показало, что:

- 90% процентов опрошенных ответили – ремни и подушки безопасности; 70% - ABS, ESP;
- 100% дали положительный ответ;
- 70% считают, что современные автомобили не отвечают требованиям безопасности;
- большинство считают необходимым наличие таких систем, как:
  - сканер ночного видения;
  - круиз-контроль;
  - парктроник.

В результате развития и совершенствования систем безопасности в автомобиле должно уменьшиться количество дорожно-транспортных происшествий, которые обычно связаны с переоценкой возможностей человека. Но применительно к России в связи с изношенностью парка автомобилей и зачастую с отсутствием даже простейших систем безопасности, о них можно говорить и рассматривать только в единичных случаях, а массово в далёкой перспективе.

Библиографический список

1. Современные электронные системы автомобиля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://natalianakonechnaja.com/sovremennye-elektronnye-sistemy-avtomobilya/ (дата обращения: 29.03.2014).

2. Управление ГИБДД ГУ МВД России по Новосибирской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gibddnso.ru/ (дата обращения: 29.03.2014).
3. Автомобили. Теория и конструкция автомобиля и двигателя: учебник / В.К. Вахламов, М.Г. Шатров, А.А. Юрчевский. – М.: Академия, 2003. – 816 с.
4. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М.: Академия, 2006.

УДК 629.039.58

КУЛЬТУРА ПОВЕДЕНИЯ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В.В. Тихоновский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Безопасность дорожного движения – важнейшая черта развитого общества, характеризующая как уровень взаимодействия законодательной и исполнительной власти, так и уровень квалификации и грамотности участников дорожного движения. В современном мире это понятие очень важно с учетом урбанизации городов, ростом числа автомобилей, несоответствием системы управления безопасностью движения масштабам автомобильных перевозок.

Специалисты из разных областей знания, сфер профессиональной деятельности прилагают значительные и достаточно эффективные усилия для повышения уровня безопасности движения. Так при конструировании автомобилей все больше внимания уделяется активной и пассивной безопасности, дорожное строительство ведется с обязательным обеспечением условий безопасного движения, разработаны методы анализа, оценки и синтеза воздействий на дорожное движение. Однако решающим фактором, в данном вопросе, остается проблема поведения участников дорожного движения, культура поведения. Обратимся к статистике (рис. 1, 2).

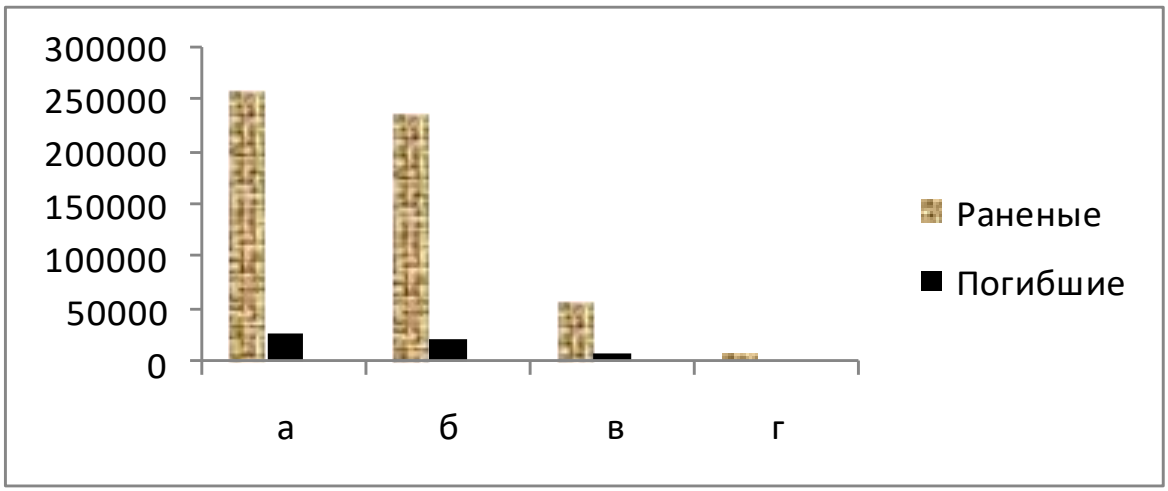


Рисунок 1 - Диаграмма пострадавших в ДТП за 2013 г.:
а – общее число пострадавших в ДТП (раненые 258437 чел., погибшие 27025 чел.); б – число пострадавших в ДТП по вине водителя (раненые 236124 чел., погибшие 23092 чел.); в – число пострадавших в ДТП пешеходов (раненые 57767 чел., погибшие 7798 чел.); г – число пострадавших в ДТП детей пешеходов (раненые 8993 чел., погибшие 271 чел.)

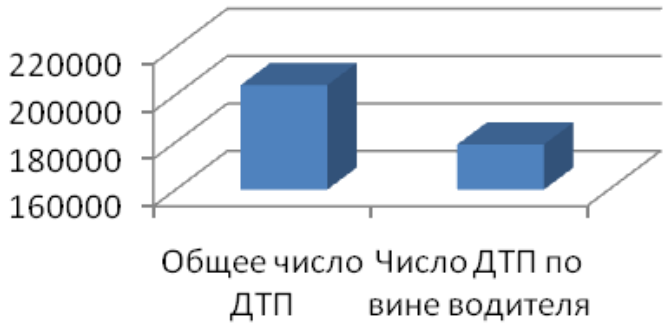


Рисунок 2 - Диаграмма сравнения общего числа ДТП и ДТП произошедших по вине водителя.

По приведенным данным за 2013 г. 85% ДТП совершается по вине водителей, даже принимая во внимание неизбежность ошибок при формировании статистики, приведенная цифра весьма впечатляет [1]. В чем же проблема? Для ответа на этот вопрос рассмотрим функциональную систему ВАДС (водитель-автомобиль-дорога-среда) (рис. 3).

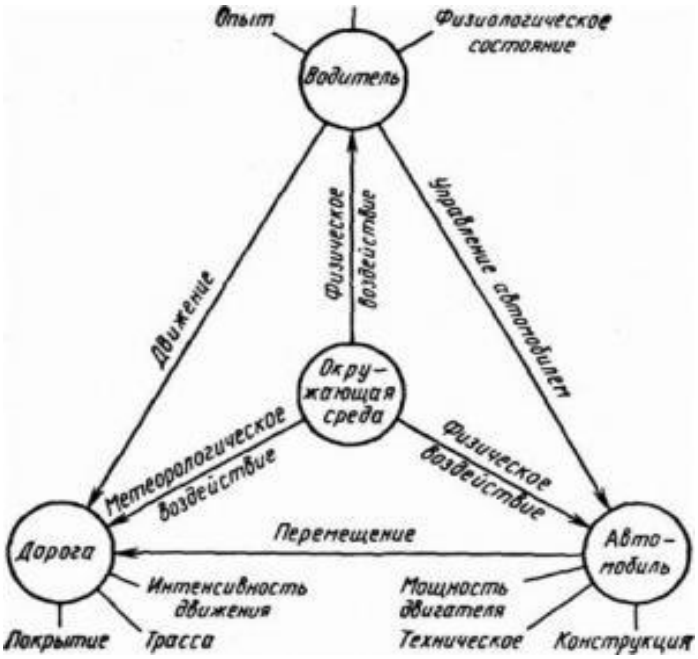


Рисунок 3 - Схема системы водитель - автомобиль - дорога - среда(ВАДС)

Основной характеристикой системы ВАДС является ее надежность. Вообще надежность объекта – свойство выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям пользования, технологического обслуживания, ремонта. Для объекта «ВАДС» надежность зависит, прежде всего, от безотказности. Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени [3].

Рассмотрим ВОДИТЕЛЯ как основной объект системы. Он в транспортном потоке вынужден действовать в навязанном ему темпе, последствия его решений в большинстве случаев необратимы, а ошибки имеют тяжелые последствия. В инженерной психологии существует понятие надежности человека-оператора, применительно к водителю – это способность безошибочно управлять автомобилем. Восприятие появляющихся перед водителем объектов

начинается с их беглого осмотра, что дает примерно 15-20% информации, затем он сосредотачивается на каждом из них с детальным распознаванием, и это дает еще 70-80% информации. На основании полученной информации водитель создает в своем сознании динамическую информационную модель окружающего пространства, оценивает ее, прогнозирует развитие и производит действия, которые представляются ему адекватными развитию динамической модели. Деятельность водителя как оператора жестко лимитирована по времени. Он должен замечать информацию об окружающей обстановке, выделять из общего потока информации нужную и важную, опираясь на оперативную память запоминать текущие события, связывать их в единую цепочку и подготавливать их связь с предполагаемыми событиями, которые он может предвидеть [2].

На каждом из этапов обработки поступающей водителю информации возможны специфические ошибки, приводящие к ДТП. В текущей деятельности водителя можно отметить четыре этапа:

1. Выделение источника информации.
2. Оценка источника информации.
3. Принятие решения.
4. Реализация решения (управляющие воздействия на автомобиль).

Каждый из этапов выражается вопросом, на который возможно три ответа: да, нет, ошибочно. На основании анализа действий водителей в нескольких сотнях ДТП составлена схема. При этом было установлено, что основными причинами ДТП была замеченная, но не воспринятая информация (49%(а)), а также неверно истолкованная информация (41%(б)) [1].

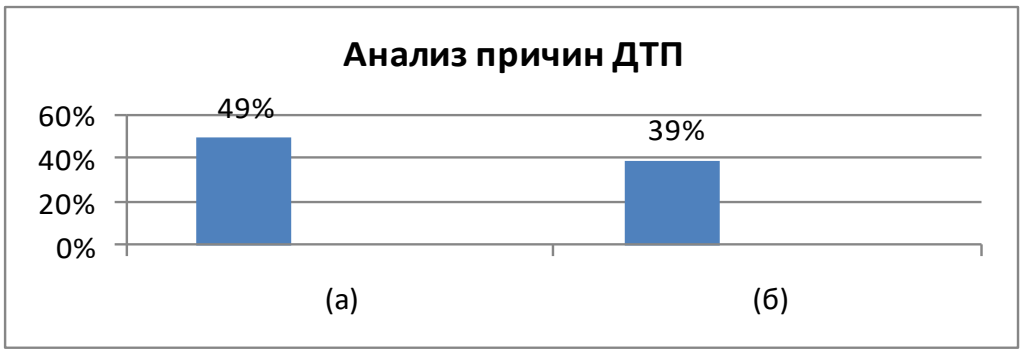


Рисунок 4 - Анализ причин ДТП

Если информация замечена, воспринята, правильно проанализирована, и предприняты верные и достаточные действия, то движение безопасно, т.е. система ВАДС функционирует безотказно.

Способность к оценке и прогнозированию развития дорожной ситуации определяется многими характеристиками человека-водителя, некоторые из них рассмотрены ниже.

Способности конкретного человека к управлению автомобилем, т.е. к его деятельности в качестве водителя - профессионала или любителя - различны. Каждый человек при получении документа на право управления автомобилем проходит медицинскую комиссию, которая оценивает его с точки зрения остроты зрения и слуха, возможностей опорнодвигательного аппарата и т. п. Надежность каждого человека-водителя как элемента системы ВАДС неодинакова. Из массы людей, пригодных к управлению автомобилем с точки зрения медицинской комиссии, каждый из них имеет большие или меньшие природные способности к этому занятию [3].

Были проведены специальные исследования, позволяющие определить до 60 психофизиологических показателей (объем внимания, способность к его распределению и переключению, скорость и качество реакций, пропускную способность канала зрительной информации, способность к прогнозированию ситуации, склонность к риску, эмоциональную устойчивость и т.д.). Эти исследования показали, что 95.98% людей в основном пригодны к управлению автомобилем, 2.5% полностью непригодны, а несколько процентов обследованных людей наделены высокими способностями. Таким образом, основная масса водителей не имеет стопроцентной надежности как элемент системы ВАДС в силу своих природных особенностей.[1]

Опыт, который приходит с течением времени при регулярном управлении автомобилем, является очень существенным, а иногда решающим, фактором, характеризующим надежность водителя как элемента системы ВАДС. Чем опытнее и наблюдательнее водитель, тем более полной оказывается создаваемая им динамическая модель дорожно-транспортной ситуации и прогнозирование ее развития. Опытный водитель больше застрахован от неожиданностей и может в большей степени влиять на ситуацию. Кроме того, он реже попадает в опасные условия, предвидя возможность их возникновения. При резком изменении дорожной обстановки у опытного водителя не развивается эмоциональный стресс, он сохраняет способность оценивать, думать, решать и действовать, опираясь на сохраненные в памяти аналогичные ситуации. Результаты обследования большого числа водителей такси показали, что устойчивые навыки безопасного вождения формируются у них в среднем через 6-7 лет работы.[4]

Статистический анализ ДТП, проведенный в разных странах, выявил некоторые общие закономерности, касающиеся возраста водителей. Существуют понятия «младший опасный возраст» и «старший опасный возраст». Для молодых водителей характерны две тенденции: одна - неопытность, азарт, эмоциональная возбудимость, другая - способность быстро принимать решения и реализовать их. Первая тенденция отрицательна, вторая - положительна. В целом вероятность попадания молодых водителей в ДТП велика. С увеличением возраста надежность водителя возрастает, но происходит это у мужчин и женщин по-разному: нижняя граница условно-безопасного возраста у мужчин наступает примерно к 26-34 годам, а у женщин – к 23-27 годам. С увеличением возраста водители-женщины раньше водителей-мужчин выходят из условно-безопасного возраста. Старший опасный возраст при одинаковом коэффициенте опасности наступает у женщин в 63 года, у мужчин – в 69. При достижении этих возрастных границ накопленный опыт не компенсирует замедления реакций. Приведенный график дает лишь ориентировочную информацию: он не учитывает тяжести проанализированных ДТП, условий их возникновения и характера (удары в бок автомобиля, фронтальные столкновения, количество участвовавших в ДТП автомобилей и др.).

Физиологическое состояние водителя определяется различными факторами: утомлением, болезнями и лекарствами, нетрезвым состоянием и другими.

При утомлении снижается слуховая, зрительная и тактильная чувствительность, увеличивается длительность скрытого периода двигательных реакций (латентный период), рассеивается внимание. В этом проявляется своеобразное природное стремление организма к самозащите от внешних раздражителей, к восстановлению жизненных функций с отдыхом.

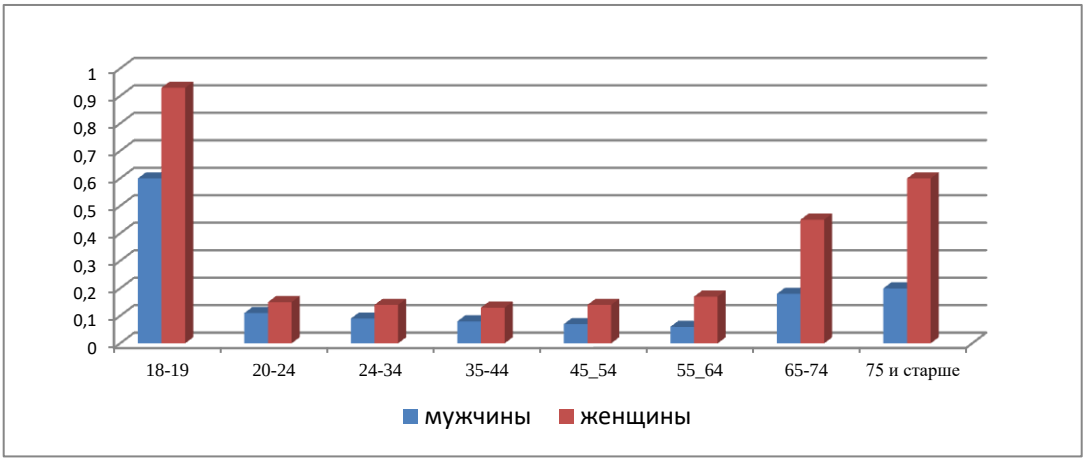


Рисунок 5 - Диаграмма зависимости пострадавших в ДТП от пола водителя

Различные болезненные состояния человека влияют на его способность управлять автомобилем двояко: непосредственно, через ухудшение самочувствия и соответствующее изменение реакций, а также через воздействие принимаемых лекарственных препаратов. Ухудшение самочувствия знакомо практически каждому и поэтому не комментируется. Многие лекарственные препараты, принимаемые водителем для лечения или снижения болезненных симптомов, оказывают негативное влияние, прежде всего на время реакций. В аннотации к каждому из препаратов обязательно указывается возможность его использования в условиях, в которых работает водитель.

Алкогольное или наркотическое опьянение проявляется у водителя следующим образом: при малой дозе происходит кратковременное улучшение общего самочувствия, сокращается время реакций, но одновременно неадекватно увеличивается самооценка своих способностей. Затем резко снижается безотказность работы водителя: парализуются тормозные функции коры головного мозга, снижается способность оценивать дорожно-транспортную ситуацию, координация движений ухудшается. Установлено, что слабое алкогольное опьянение (0,3 . 0,5% алкоголя в крови) увеличивает вероятность появления ДТП в 7 раз, среднее алкогольное опьянение (1,0.1,4% алкоголя в крови) - в 30 раз. Отрицательные последствия приема значительных доз алкоголя сохраняются в течение 2.3 суток.[2]

Культура дорожного движения – это форма организации дорожного движения, основанная на взаимном уважении его участников, строгом сознательном соблюдении правил дорожного движения, норм общественной морали и нравственности. Несоответствие либо соответствие поведения участника движения данному определению, позволяет сделать вывод о том культурный это водитель или нет.

Как показал анализ литературных источников и собственные наблюдения, культура вождения отсутствует по причине того, что, получив права, люди, пренебрегают советам специалистов о саморазвитии, выехав на дорогу, поддаются принципу толпы. Повышение культурности дорожного движения является первоочередной задачей для кардинального решения проблемы аварийности автомобильных дорог, повышения уровня безопасности участников дорожного движения. Что бы ни предпринималось на высшем уровне с целью локализации данной проблемы, совершенствование нужно начинать с себя!

Библиографический список

1. Управление ГИБДД ГУ МВД России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gibdd.ru/news/federal/413092/
2. Шувалова С.А. Психологическая подготовка водителя. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 256 с.
3. РОТЕНБЕРГ Р.В. ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ВОДИТЕЛЬ - АВТОМОБИЛЬ - ДОРОГА - СРЕДА. – М.: МАШИНОСТРОЕНИЕ, 1986. – 216 С.
4. Хакер В. Инженерная психология и психология труда. Пер. с нем. – М.: Машиностроение, 1985. – 376 с.

УДК 629.1.06

АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ ВНЕШНИХ СВЕТОВЫХ ПРИБОРОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА АВТОМОБИЛЯХ, ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТОВ

Р.Р. Галимов, В.В. Тихоновский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

При проверке светотехнических характеристик фар автомобилей на соответствие стандартов действующих на территории РФ, выявились грубейшие нарушения технической эксплуатации, связанные с изменением конструкции, фотометрии источников света.

Целью данной работы является повышение безопасности эксплуатации автомобилей в темное время суток путем увеличения освещенности дороги и обозначения транспортного средства за счет применения современных световых приборов и правильного их расположения.

Поставленная цель решается посредством следующих задач:

1. Изучить государственные стандарты и требования к внешним световым приборам и светоотражающей маркировке;
2. Проверка соответствия выполнения стандартов.

В настоящий момент в России зарегистрировано 56,6 миллионов транспортных средств. Из них 44,2 млн легковых автомобилей, более 6,2 млн грузовых, 890 тыс. автобусов, 2,2 млн единиц мототранспорта и более 3 млн прицепов и полуприцепов.

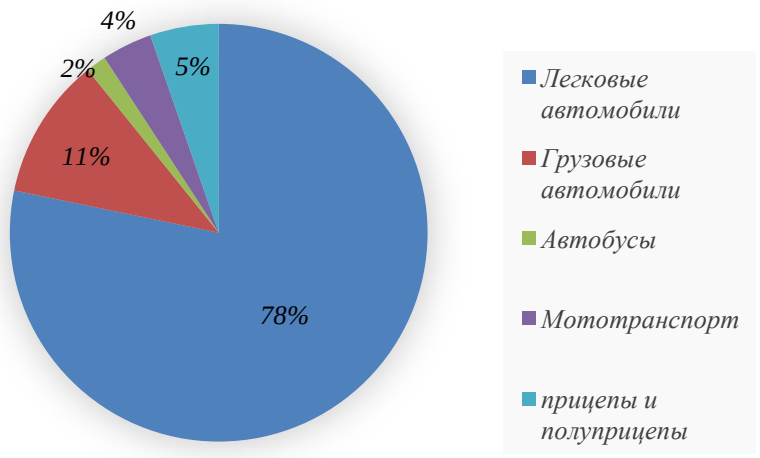


Рисунок 1 - Количество автомобилей в России

Из общего числа дорожно-транспортных происшествий значительная часть (от 46%) происходит в темное время суток, причем последствия этих аварий и количество человеческих жертв превышают по тяжести и материальным издержкам аварии, совершенные в светлое время. Правильная регулировка направления световых пучков и установка, указанных заводами - изготовителями ламп фар, способствует выполнению должных требований по безопасности дорожного движения.

Все автомобили в Российской Федерации при эксплуатации подчиняются следующим нормативно правовым актам: ЕЭК ООН №48 2005 года, ГОСТ 51-709-2001, технический регламент по допуску средств к эксплуатации №720 и руководство по эксплуатации.

В соответствии свыше установленными государственными стандартами на транспортные средства допускается установка световых приборов заводского исполнения и разрешенные типы источника света.

К сожалению, кроме вышесказанного на предприятиях автосервиса даже простая проверка и регулировка света фар выполняется с нарушениями установленных требований. Без проверки соответствия источника света, что в свою очередь является «внесением изменения в конструкцию фары», а именно:

-свет фары исходит от непредназначенных источников света. По маркировке фар определяется сличением символики на фаре (фара предназначена для HC или DC, HR или DR, или HRC, или DC\HR и т.д. в зависимости от комплектации и конструкции типа – символика указана на корпусе и (или) на стекле фары) с фактическим светом, используя аппаратуру и визуальное восприятие;

- переоборудование фары без сертификата соответствия;

- коррекция фар с газоразрядными лампами осуществляется вручную, а маркировка на фаре указывает на её эксплуатацию с лампами типа Н.

В соответствии с нормативным документом регламентируются также следующие требования.

1. Не допускаются разрушения и трещины рассеивателей световых приборов и установка дополнительных по отношению к конструкции светового прибора оптических элементов (в том числе бесцветных или окрашенных оптических деталей и пленок).

2. Для фар ближнего и дальнего света и противотуманных форма, цвет, размер должны быть одинаковыми, а расположение должно быть симметричным.

3. На транспортном средстве не должны устанавливаться фары ближнего света, предназначенные для дорог с левосторонним движением.

4. Фары дальнего света могут включаться либо одновременно, либо попарно. При переключении дальнего света на ближний все фары дальнего света должны выключаться одновременно.

5. Фары ближнего света могут оставаться включенными одновременно с фарами дальнего света. Однако, при наличии фар ближнего света с газоразрядными источниками света, газоразрядные источники света должны оставаться включенными во время включения огня дальнего света.

6. Противотуманные фары должны включаться при включенных габаритных огнях независимо от включения фар дальнего и (или) ближнего света.

7. Фары ближнего света, источник света которых представляет собой газоразрядную лампу, должны быть оснащены устройством фароочистки и работоспособным автоматическим корректирующим устройством регулировки угла наклона.

В настоящий момент существует еще одна проблема в соответствии с требованиями правил в светлое время суток необходимо включать ближний свет фар или дневные ходовые огни, но где их нет пытаются устанавливать для экономии топлива различные источники света.

Ходовые огни – включаемые днём дополнительные лампы с направленным вперёд светом. Их задача – улучшать видимость авто для других участников движения. Стандарты по ДХО задаёт специальная комиссия ООН – ЕЭК. Согласно её предписаниям все новые автомобили начиная с 2011 года ещё на заводах оснащаются внешними ходовыми огнями определённых параметров.

Владельцы могут не ставить ДХО дополнительно, если они конструктивно на автомобиле не предусмотрены. Достаточно воспользоваться ближним светом или противотуманными фарами.

Однако применение ДХО имеет несомненные преимущества:

- свет их ламп ярче, значит, автомобиль виден лучше;
- обычно в них используются мощные светодиодные излучатели, потребляющие меньше энергии по сравнению с ПТФ и ближним светом, значит – меньше расход топлива и нагрузка на генератор, дольше живёт аккумулятор;
- задние габариты совместно с ДХО, как правило, не горят, поэтому стоп-сигналы едущими сзади водителями распознаются чётче.

В России, при соблюдении определённых требований, самостоятельная доукомплектовка автомобиля ходовыми огнями не запрещается. Обычно в передний бампер монтируют сертифицированные светодиодные фонари, включение/отключение которых регулирует специальный управляющий модуль.

Характеристики ДХО и требования к их установке определяются ГОСТами России 41.87-99 и 41.48-2004 с учётом Правил ЕЭК.

Параметры ДХО:

- излучатели должны быть не менее 40 см по площади;
- цвет – белый;
- источник света не регламентирован, т. е. разрешены любые лампы: накаливания, газоразрядные, светодиодные;
- сила света – 400-800 кд.

Требуемый режим работы ДХО:

- автоматически включаются одновременно с зажиганием;
- гаснут в момент включения головного света, кроме случаев мигания фарами для подачи предупреждающих сигналов.

Установка/размещение ДХО:

- на высоте не ниже 25 и не выше 150 см над дорожным покрытием;
- не более 40 см от края ТС;
- между внутренними краями пары ДХО – не менее 60 см.

В общем, если и устанавливать ДХО на автомобиль, то исключительно сертифицированные приборы – параметры которых должны соответствовать действующим стандартам. При монтаже нужно соблюсти все требования по их размещению, что как показывает практика в настоящее время не выполняется.

В настоящий момент на дорогах ездят автомобили с не предусмотренными государственными стандартами и техническим регламентом источниками света, что сказывается на обозначении ТС, освещенности дороги и помех другим участникам движения, а все это прямо влияет на безопасность дорожного движения.

Библиографический список
1. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию. Издание (март, 2006г.) с Изменением №1, утвержденным в августе 2005г. (ИУС 11-2005), Поправкой (ИУС 9-2002).
2. Правила ЕЭК ООН № 112 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автомобильных фар с асимметричными огнями ближнего света и/или огнями дальнего света, предназначенных для использования лампами накаливания.
3. ГОСТ Р 1.0-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения»

УДК 629.1.04

КОНТРОЛЬ РЕЖИМА ТРУДА И ОТДЫХА ВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Галынская
Научный руководитель к.т.н., доцент Федюнин П.И.
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Всё большую роль в дальнейшем развитии и совершенствования экономики играют пассажирские перевозки. От скорости, надёжности и качества пассажирских перевозок зависит дальнейшее развитие экономических отношений между предприятиями, производства, торговли, строительства и сельского хозяйства.

Пассажирские перевозки - это организованная перевозка пассажиров и багажа, при помощи специально оборудованных транспортных средств, (такси, микроавтобус, автобус, троллейбус, трамвай, поезд, самолёт, теплоход) на определённые расстояния.

Пассажирские перевозки автотранспортом являются самыми распространёнными в мире. К автотранспорту относятся перевозки на автомобилях, микроавтобусах, автобусах [1].

Например, ежедневно услугами новосибирского автовокзала (Новосибирский АВ) пользуются около 10 тыс. пассажиров для перемещения как внутри области, так и за её пределы (Таблица 1).

Таблица 1 - Максимальный пассажиропоток Новосибирского АВ в сутки (из г. Новосибирска)

Направление поездки	Количество пассажиров (чел.)	Количество рейсов
По Новосибирской области	2573	93
За пределы Новосибирской области	6625	166
Общий пассажиропоток в сутки	9198	259

При таком пассажиропотоке актуальным становится вопрос о безопасности осуществления данного вида перевозок.

Одной из часто встречаемых причин ДТП является несоблюдение водителем (водителями) режима труда и отдыха. Для этого в соответствии с Приказом Минтранса РФ от 13 февраля 2013 г. N 36 "Об утверждении требований к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, категорий и видов транспортных средств, оснащаемых тахографами, правил использования, обслуживания и контроля работы тахографов, установленных на транспортные средства" все автобусы (М2, М3) должны быть оснащены тахографами (бортовыми регистраторами).

Прибор предназначен:

- для учета времени, проводимого водителем за рулем;
- идентификации его личности;
- регистрации поведения водителя в пути.

Благодаря фиксации скоростного режима, средней скорости и периодов работы водителей, становится возможным пресекать как нарушения скоростного режима водителями коммерческого транспорта, так и чрезмерную утомлённость экипажа, нормируя время работы и отдыха, и, как следствие, снижать тем самым вероятность возникновения ДТП и повышать безопасность пассажиров и дорожного движения в целом [2].

Статистика ДТП за первые 8 месяцев 2016 года показывает следующие данные (Таблица 2) [4]:

Таблица 2 – Статистика ДТП с участием автобусов и водителей, имеющих лицензию перевозчиков

Показатель	2014 (8 мес.)	2016 (8 мес.)	Процентное соотношение, %
Количество аварий с участием автобусов	1760	Более 2000	↑13,6
Общий показатель подобной аварийности	2773	Более 3000	↑8,2
Погибшие, чел	157	223	↑42
Раненные, тыс. чел	4,09	4,6	↑12,5

Из Таблицы 2 видно, что все показатели аварий с участием автобусов существенно возросли по сравнению с предыдущим годом.

Самые крупные аварии случились в Хабаровском крае, Чечне и Омской области, только эти три крупнейшие аварии показали внушительную цифру погибших – 128 пассажиров, в том числе и водителей. Такая цифра является в процентном показателе на 58% больше, чем за 8 месяцев 2014 года.

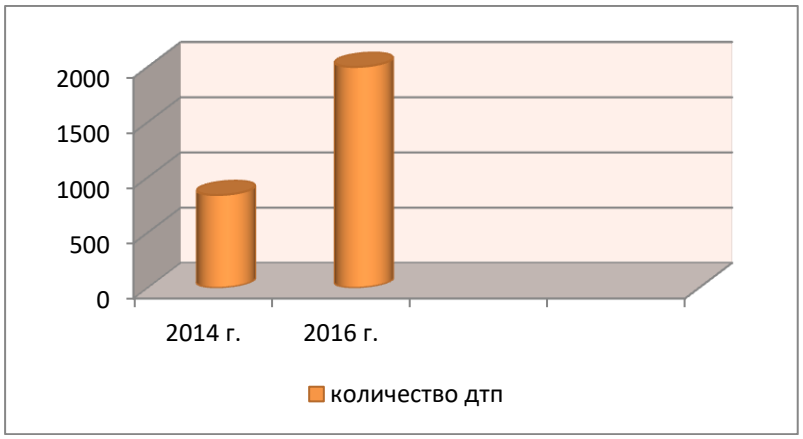


Рисунок 1 – Процентное соотношение количества ДТП за 2014 и 2016 гг.

Для того, чтобы система контроля режима труда и отдыха водителей функционировала и приносила реальную пользу необходима слаженная система контроля за организацией установки, считывания, расшифровки и хранения информации записанной тахографом.

В первую очередь контроль осуществляется на предприятии, осуществляющем перевозки: до оснащения предприятия цифровыми тахографами, или во время оснащения или сразу после - приказом по организации должно быть назначено ответственное лицо за работу с устройствами контроля режимов труда и отдыха водителей, если такое лицо не назначено, то ответственным считается руководитель, т.е директор. Ответственный на предприятии за тахографы должен:

- следить за работоспособностью тахографа;
- периодически инспектировать тахографы на предмет соответствия нормам действующего законодательства;
- следить за наличием в кабине запасных рулонов термобумаги для цифровых тахографов;
- следить за сроком калибровки тахографа;
- анализировать ошибки зафиксированные на картах водителей и в тахографах;
- считывать данные с карт водителей не реже одного раза в 28 дней;
- считывать данные из памяти тахографа не реже одного раза в 90 дней;
- хранить считанную информацию в течении одного года; и др [3].

Во-вторых, контроль за добросовестностью предприятий должны проводить государственные органы: инспекторы ДПС (ГИБДД) и ГОСАВТОДОРНАДЗОР (транспортной инспекции) на дороге.

Следует отметить, что существует два вида нарушений в области эксплуатации устройств контроля режима труда и отдыха водителей: (Таблица 3)

Таблица 3 - Виды нарушений при эксплуатации тахографов

Статья КоАП РФ	Регламентирует	Нарушение
ч. 1 ст. 11.23 КоАП РФ	все нарушения связанные с тахографом, как электронным устройством;	отсутствие, неисправность, блокировка и т.д.;
ч. 2 ст. 11.23 КоАП РФ	все нарушения связанные с нарушением норм управления транспортным средством водителем.	нарушение установленного режима труда и отдыха

ГОСАВТОДОРНАДЗОР выполняет свои полномочия путем спланированных проверок предприятия либо спланированными проверками на дорогах, что происходит не особо часто. Сотрудники ГИБДД в свою очередь в основном проверяют сам факт наличия устройства (тахографа) на транспортном средстве, т.к. для более детальной проверки необходимо наличие специального оборудования для считывания информации, каждый экипаж в силу недостаточного финансирования не может быть оснащен данным оборудованием, что влечет за собой огромные пробелы во всей системе контроля режима труда и отдыха водителей.

Библиографический список
1. Считывание, обработка и анализ данных цифровых тахографов и карт водителей. Правильная организация работы предприятия после оснащения тахографами: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://control-sk.ru/infotsentr/blog/takhografiya/151-pravilnaya-organizatsiya-raboty-predpriyatiya-posle-osnashcheniya-takhografami-schityvanie-obrabotka-i-analiz-dannykh-tsifrovykh-takhografov-i-kart-voditelej
2. Войтенков, Е.А. Режим труда и отдыха водителей автомобилей как фактор безопасности дорожного движения: правовые и практические аспекты применения тахографов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.justicemaker.ru/view-article.php?Art=281&id=20
3. Тахографы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tahografs.com/takhografy/
4. Статистика автокатастроф за 2016 год в России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://provodim24.ru/statistikadtp.html

УДК 377.35

ПРОВЕРКА ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ У НАЧИНАЮЩИХ ВОДИТЕЛЕЙ

Е.П. Бугелис, А.И. Вебер, П.А. Сирота, Л.Д. Стороженко, П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Стремительная автомобилизация населения Российской Федерации сегодня приводит к взросшему количеству дорожно-транспортных происшествий, многочисленным нарушением правил дорожного движения как по незнанию и неопытности, как и по причинам сознательного, пренебрежительного отношения к их соблюдению [1].

Большая профилактическая работа, проводимая государством и общественными организациями дает свои плоды, и участники дорожного движения становятся более терпимыми и законопослушными. В основе же своего поведения на дороге лежат знания правил дорожного движения, которые получают в автошколах в период обучения на право управления транспортным средством [3].

Знание правил дорожного движения лежат в основе формирования правильной мотивации начинающих водителей. К сожалению, активно изучает правила дорожного движения только одна категория участников дорожного движения – это водители, и то только тогда, когда готовятся им стать.

Становясь молодым водителем, к которым относятся водители со стажем управления транспортным средством до двух лет, люди сталкиваются с вопросом практического применения изученных ими правил [2]. И тогда у них снова возникают вопросы, но уже несколько иного характера, на которые им должен кто-то отвечать, а отвечать, к сожалению, бывает некому.

Другая категория участников дорожного движения – пешеходы, они не готовятся к своей роли и правила изучают, начиная с детского сада и школы, заканчивая средствами массовой информации [3].

Система постоянного поддерживания необходимого уровня знаний правил дорожного движения в России отсутствует. Это приводит к тому, что начинающие водители, сталкиваясь на дороге с проблемными ситуациями, не

могут правильно применить полученные знания. Об этом свидетельствует и повышенный уровень аварийности среди данной категории водителей, где к неопытности добавляются незнание, и неумение применить правила дорожного движения к возникшей аварийной ситуации.

В Новосибирском государственном аграрном университете были проведены исследования по оценки знаний правил дорожного движения у разных категорий участников дорожного движения в возрасте 17-22 года. Этот возраст выбран по ряду причин, основными из которых являются те, что именно в этом возрасте молодые люди начинают пересаживаться с пассажирского сидения за руль; именно в этом возрасте они становятся самостоятельными и равноправными участниками дорожного движения; 80% людей именно в этом возрасте учатся и получают водительские удостоверения. Те же, кто остается пешеходами в этом возрасте считают что, все, что они знаю о дорожном движение и о правилах поведения на дороге им достаточно. По аналогии с модными сегодня всеобщими диктантами по русскому языку и географии было проведено тестирование студентов на знание правил дорожного движения.

Условия были взяты самые простые: решались билеты, идентичные экзаменационным используемым для проведения теоретического экзамена на право получения водительского удостоверения категории «В».

Протестировали 4 категории участников дорожного движения:

1. Молодые водители со стажем до 1 года;
2. Молодые водители со стажем от 1-2 лет;
3. Молодые водители со стажем более 2 лет;
4. Лица, не имеющие водительское удостоверение.

Все участники тестов студенты Инженерного института Новосибирского ГАУ, то есть люди с техническим складом ума, нацеленные на изучение точных наук. Данная категория более мотивирована на участие в дорожном движении в качестве водителя и в большой степени понимает дорожное движение, чем гуманитарий.

В тестирование принимали участие 200 человек. Все они являются студентами 1 – 4 курсов. Данная выборка не случайна и по ней, в определённой мере, можно судить о динамике становления молодых водителей в возрасте 17 – 22 года. Участники тестирования распределялись по категориям:

1. Молодые водители со стажем до 1 года (35 человек);
2. Молодые водители со стажем от 1-2 лет (49 человек);
3. Молодые водители со стажем более 2 лет (52 человека);
4. Лица, не имеющие водительское удостоверение (64 человека).

В результате процент успешного прохождения тестирования по выделенным группам распределяется следующим образом (таблица 1):

Таблица 1 - Процент успешного прохождения тестирования по выделенным группам

Стаж	%	До 2 ошибок	%	Свыше 2 ошибок
До 1 года	45	16	55	19
От 1 года до 2 лет	33	16	67	33
Более 2 лет	32	17	68	36
нет	17	11	83	52

Из числа студентов, не имеющих водительского удостоверения, правильно ответили только 17%. Водители со стажем до 1 года прошли тестирование лучше всех: 45% выполнили нормативы. Более опытные водители со стажем от 1 года до 2 и более показали результаты хуже, справились всего лишь 33%.

Отдельный анализ проводился по половому признаку, он показал, что девушки, к сожалению, знают правила хуже, чем парни (Таблица 2).

Таблица 2 - Анализ проводился по половому признаку

Стаж	До 2 ошибок		Свыше 2 ошибок	
	жен	муж	жен	муж
До 1 года	0	16	3	16
От 1 года до 2 лет	1	15	3	30
Более 2 лет	0	17	3	33
нет	3	8	21	31

Из 200 участников тестирования только 1/3 имеют водительское удостоверение и стаж от 2 до 3 лет. К сожалению, эта категория участников дорожного движения не справилась с тестами. В качестве обучающихся не имеющих водительского удостоверения девушки показали так же худший результат: 12% успешно прошли тестирование.

Анализ ответов показал, что более половины тестируемых делали ошибки во всех 4 блоках. Меньше всего допущено ошибок во втором блоке (В блок входят темы: применение специальных сигналов; применение аварийной аварийности сигнализации и знака аварийной остановки; начало движение, маневрирование; расположение транспортных средств на проезжей части; скорость движения; обгон, опережение, встречный разъезд). Больше всего допустили ошибки в блоке 4 (В блок входят темы: движение через железнодорожные пути; движение по автомагистралям; движение в жилых зонах; приоритет маршрутных транспортных средств; пользование внешними световыми приборами и звуковыми сигналами; буксировка механических транспортных средств; учебная езда; перевозка людей; дополнительные требования к движению велосипедистов; неисправности и условия, при которых запрещена эксплуатация ТС).

Таблица 3

Стаж	Блок 1	Блок 2	Блок 3	Блок 4
До 1 года	18	8	17	17
От 1 года до 2 лет	30	25	28	33
Более 2 лет	36	29	39	36
нет	51	44	53	57

В целом из 200 участников, только 60 человек выполнили норматив на знание правил дорожного движения для начинающих водителей.

Анализ показал, что даже после получения водительского удостоверения сохраняются знания применение специальных сигналов; применение аварийной аварийности сигнализации и знака аварийной остановки; начало движение, маневрирование; расположение транспортных средств на проезжей части; скорость движения; обгон, опережение, встречный разъезд. То есть те вопросы, с которыми водители сталкиваются в повседневной жизни. Меньше всего запоминаются технические условия и требования к эксплуатации транспортных средств, а также приемы оказания первой медицинской помощи, то есть те вопросы, с которыми водители не сталкиваются ежедневно. Хотя они тоже очень важны!

В результате проведения тестирования можно сделать вывод о том, что, к сожалению, теоретические знания правил дорожного движения, получаемые

при обучении на право управления транспортным средством за 2 – 3 года стираются из памяти на 60-70%. Это зависит и от опыта реального управления автомобиля и от особенностей памяти человеческого организма. Поэтому целесообразно было бы систематически организовать профилактические мероприятия по правилам дорожного движения. Иначе снизить аварийность на дороге по вине водителей будет трудно.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 г. №1090 (ред.от 21.01.2016) "О Правилах дорожного движения"
2. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учебник для вузов.–5–изд., перераб. и доп. / Г.И. Клинковштейн, М.Б.Афанасьев.– М.: Транспорт, 2001.
3. Романов А.Н. Автотранспортная психология / А.Н.Романов.–М.: Изд. Центр Академия, 2002.

УДК 629.047

УСТРОЙСТВО ОГРАНИЧЕНИЯ СКОРОСТИ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

К.В. Щербакова, Н.С. Быкова, Т.В. Возженникова, Р.В. Конореев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Превышение установленного скоростного режима движения пассажирского транспорта является одним из наиболее распространенных нарушений правил дорожного движения, которые приводят к тяжелым последствиям при дорожно-транспортных происшествиях с участием общественного транспорта.

Для снижения аварийности и упорядочения движения маршрутных автобусов и такси применяется ряд мер: меры психологического регулирования, меры физического регулирования, применение штрафов, оборудование указанных транспортных средств устройствами ограничения скорости (УОС) [1, 2].

В настоящее время в г. Новосибирске имеются скоростные участки с введенным ограничением скорости выше максимально разрешенной скорости (80 км/час), для движения общественного пассажирского транспорта (50-60 км/час), в связи с чем контроль соблюдения скоростного режима с использованием специальных средств не эффективен.

В данных условиях для предотвращения дорожно-транспортных происшествий связанных с превышением скоростного режима движения наиболее эффективным является не контроль скоростного режима движения, а разработка и реализации программы по оборудованию маршрутного транспорта Новосибирской области устройствами предотвращающими движение с превышением скорости (УОС).

Оборудование транспортного средства УОС позволяет технически исключить движение транспортного средства со скоростью превышающей максимально разрешенную (60 или 90 км/ч), тем самым существенно снизить аварийность и тяжесть последствий при ДТП с участием общественного транспорта. Положительный эффект от оборудования транспортных средств УОС подтверждается опытом ряда европейских стран, где оборудование транспортных средств для перевозки пассажиров УОС является обязательным.

В настоящее время в г. Новосибирске с участием НГАУ разработаны и производятся сертифицированные устройства ограничения скорости (УОС), модификации которых предназначены для оборудования автотранспортных средств с карбюраторными, инжекторными и дизельными двигателями. Разработанное УОС обеспечивает возможность конструктивно ограничить максимальную скорость движения транспортных средств без снижения динамических и мощностных параметров двигателей [3].

УОС состоит из цифрового датчика скорости движения, универсального электронного блока управления (программируемого соответственно особенностям транспортного средства) и исполнительного механизма ограничивающего скорость, путем управления подачей топлива или воздуха в зависимости от конструктивных особенностей транспортного средства. Максимально разрешенная скорость движения устанавливается при программировании блока управления и не может быть изменена водителем самостоятельно, для информативности выбора скоростного режима УОС содержит индикаторы соответствия действительной скорости движения установленной. Кроме того в устройстве предусмотрена дополнительная функция, направленная на повышение безопасности перевозок пассажиров, в виде исключения движения транспортного средства при открытых пассажирских дверях путем блокировки работы двигателя [3].

Данные устройства устанавливались в Новосибирской области при переоборудовании в 2007-2008 г. более 150 автобусов в рамках программы «Школьный автобус» и успешно эксплуатируются в настоящее время – за период эксплуатации автобусов оборудованных УОС дорожные происшествия, связанные с превышением скоростного режима движения отсутствовали. Кроме того в период 2012-2013 гг. оборудованы УОС около 180 автотранспортных средств, занимающихся перевозкой опасных грузов.

С учетом специфики эксплуатации маршрутных транспортных средств разработаны модификации устройств отличающиеся следующими функциями:

1. Активация (включение-отключение) УОС с использованием специального электронного ключа лицом, отвечающим за выпуск транспортного средства на линию. Данная функция позволит упорядочить процедуру выпуска транспортного средства на линию, повысит ответственность инженерной службы и будет технически исключать выезд на линию без допуска проверяющего. При активации УОС предусмотрена функция самодиагностики и проверки работоспособности УОС.

2. Индикации режима работы УОС и соответствия скоростного режима. Данная функция включает световую и (или) звуковое оповещение водителя о скоростном режиме движения и работы УОС.

3. Блокировка движения транспортного средства при незакрытых пассажирских дверях. Функция предназначена для предотвращения травмирования пассажиров при посадке-высадке.

4. Электронный блок содержит защиту от несанкционированного доступа к программному обеспечению и сохраняет события по режимам движения и работе УОС. Сохраненная информация может быть выведена с использованием компьютера со специальным программным обеспечением.

5. Надежность работы УОС обеспечивается универсальным индивидуально программируемым электронным блоком управления, штатными или серийно выпускаемыми исполнительными механизмами (тип исполнительного механизма зависит от конструкции и комплектации транспортного средства).

Основной проблемой оборудования транспортных средств УОС является большое количество различных моделей и модификаций транспортных средств,

находящихся в эксплуатации в регионе, большинство из которых в конструкции не содержат штатных исполнительных механизмов и устройств, позволяющих воздействовать на ограничение скорости движения в соответствии с требованиями нормативно-технических документов по безопасности дорожного движения. Вместе с тем, практически любое транспортное средство при необходимости может быть дооборудовано исполнительными механизмами УОС серийного производства без существенных изменений конструкции транспортного средства, с вытекающей последующей регистрацией внесенных изменений.

Вместе с тем положительный эффект может быть достигнут при оборудовании автобусов контрольно-информационной системой (КИ УОС), которая включает контрольные функции УОС, а вместо исполнительных механизмов транспортное средство оборудуется информационными средствами для водителя и пассажиров, которые содержат световую и звуковую сигнализацию о допуске транспортного средства при выходе на линию и превышении скоростного режима движения. В данном исполнении устройства включают следующие функции УОС:

- допуск к эксплуатации при активации (включение-отключение) КИ УОС и контроль его состояния с использованием специального электронного ключа лицом, отвечающим за выпуск транспортного средства на линию;
- блокировка движения транспортного средства при незакрытых пассажирских дверях (по необходимости);
- световое и звуковое оповещение пассажиров о выпуске автобуса на линию и превышении скоростного режима движения и работы;
- возможность дооборудования транспортного средства до УОС установкой исполнительных механизмов;
- электронный блок содержит защиту от несанкционированного доступа к программному обеспечению и сохраняет события по выпуску на линию и режимах движения, информация может быть выведена с использованием компьютера со специальным программным обеспечением.

Преимущества контрольно-информационной системы УОС заключается в отсутствие каких-либо внесений изменений в конструкцию транспортных средств, универсальность установочного оборудования для разных моделей и модификаций автобусов (различия только в программном обеспечении), как следствие снижение затрат на оборудование транспортного средства.

Наибольшую эффективность использования УОС на пассажирских транспортных средствах следует ожидать при оборудовании транспортных средств малой вместимости, особенно маршрутных такси, участки маршрутов которых пролегают по скоростным магистралям и пригородной зоне. На первом этапе внедрения УОС, предполагается определить наиболее аварийные маршруты и оборудовать работающие на них все (с целью упорядочения движения) транспортные средства УОС, с последующей оценкой эффективности мероприятия и целесообразности его распространения на другие маршруты.

Контрольно-информационные системы УОС целесообразно устанавливать на транспортные средства повышенной вместимости, в первую очередь на маршрутах с повышенной аварийностью. Это даст возможность контролировать скоростной режим, а значит уменьшить дорожно-транспортные происшествия с участием общественного транспорта.

Библиографический список

1. Управление скоростью / Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов. – Женева, 2008. – 164 с.

2. Николаев А.С. Единая транспортная система. – М.: Лицей, 2001.
3. Сертификаты соответствия, выданные органом по сертификации №РОСС RU.0001.10АЯ79 «Новосибирский центр сертификации и мониторинга качества продукции: № РОСС RU.АЯ79.В04718 от 13.11.2007г.; № РОСС RU.АЯ79.А01535 от 25.10.2010г.

УДК 629.014

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОБУСОВ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Михинкевич
Научный руководитель к.т.н., доцент П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В настоящее время одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности и безопасности автотранспортных средств, осуществляющих пассажирские и грузовые перевозки.

При анализе системы поддержания эксплуатационной безопасности автотранспортных средств, в частности, грузовых автомобилей и автобусов, сформировались два направления.

Первое связано с эксплуатационной надежностью автотранспортного средства, включающее планово-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта автомобилей, основные положения которой сформулированы и закреплены в «Положении о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» (утв. Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984) [2].

Второе направление – требования, предъявляемые к обеспечению надежности водителей автотранспортных средств, в том числе, при управлении автобусами и грузовыми автомобилями (Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10 декабря 1995 г. №196-ФЗ) [1].

Согласно Приказа Минтранса РФ от 08.01.97 №2к основным требованиям по обеспечению надежности водителей в процессе их профессиональной деятельности относятся:

–прием на работу и допуск к осуществлению перевозок пассажиров водителей, имеющих соответствующие квалификацию, стаж работы;

–организация стажировки водителей;

–организация занятий по повышению профессионального мастерства водителей;

–проведение в установленные сроки медицинского освидетельствования водителей;

–регулярное проведение предрейсовых и послерейсовых медицинских осмотров водителей;

–соблюдение установленных законодательством Российской Федерации режимов труда и отдыха водителей;

–регулярное обеспечение водителей необходимой оперативной информацией об условиях движения и работы на маршруте;

–организация контроля за соблюдением водителями требований по обеспечению безопасности автобусных перевозок [3].

В Новосибирской области, контроль над осуществлением лицензионно-разрешительной деятельностью, осуществляет Сибирское управление государственного автодорожного надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта (Сибирское УГАДН Федеральной службы по надзору в сфере транспорта).

Согласно нормативной документации Сибирского УГАДН Федеральной службы по надзору в сфере транспорта лицензионно-разрешительная деятельность проводится в следующих направлениях автотранспортных перевозок:

1. Маршруты по городу и в пригороды. Лицензии выдаются в соответствии с Положением о лицензировании, утверждённом Постановлением Правительства от 02.04.2012 г. № 280. Разрешение необходимо получать перевозчикам, владеющим как автобусами, так и маршрутными такси вместимостью больше 8 человек.

2. Междугородние маршруты. Лицензируются на основании того же положения, что и городские. Лицензированию подлежат только регулярные перевозки; чартерные рейсы и доставка работников к месту работы под действие этого положения не подпадают.

3. Такси. Провоз пассажиров в транспортном средстве (ТС) вместимостью до 8 человек не лицензируется, но согласно ФЗ от 21.04.2011 г. № 69-ФЗ таксистам и таксопаркам необходимо получать разрешение на свою деятельность. Более подробные требования устанавливаются на уровне субъектов РФ.

4. Выдача специальных разрешений на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозку опасных грузов, в случае если маршрут или часть маршрута указанного транспортного средства проходит по автомобильным дорогам федерального значения, участкам таких дорог или по территориям 2 и более субъектов РФ.

5. Выдача специальных разрешений на осуществление международных автомобильных перевозок опасных грузов.

6. Допуск российских перевозчиков к осуществлению международных автомобильных перевозок.

7. Лицензирование деятельности по перевозкам пассажиров автомобильным транспортом, оборудованным для перевозок более 8 человек (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется по заказам либо для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя).

8. Выдача заключения органа государственного транспортного контроля, удостоверяющее выполнение условий, предусмотренных пунктами 1, 2 части 1 статьи 31, и достоверность сведений, предусмотренных пунктом 4 части 3 статьи 31 Федерального закона 220-ФЗ для регистрации остановочных пунктов межрегиональных маршрутов.

9. Прием и учет уведомлений о начале осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями отдельных видов работ и услуг.

Систему поддержания эксплуатационной безопасности автотранспортных средств в Новосибирской области можно представить в виде схемы:

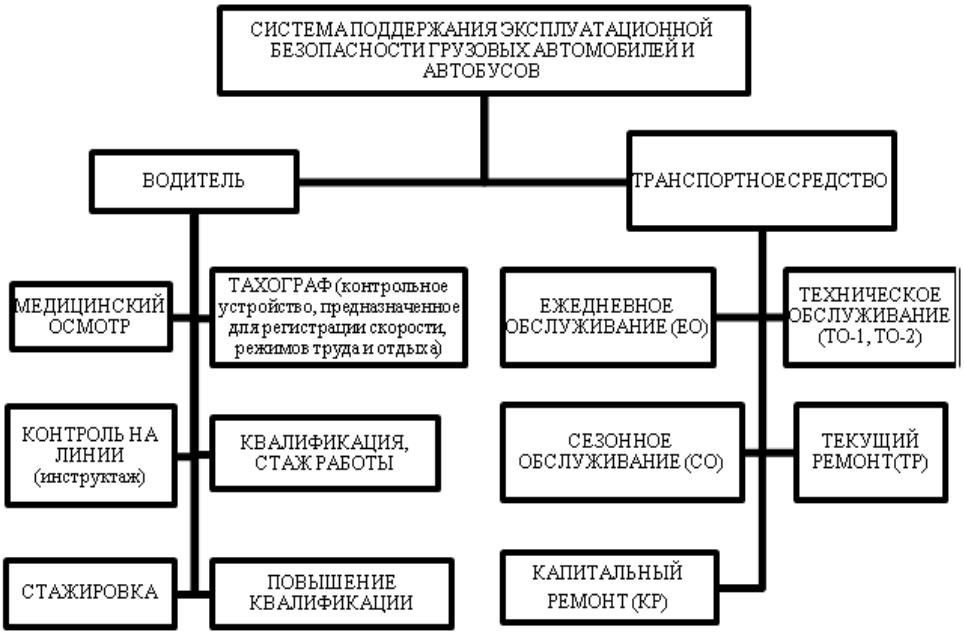


Рисунок 1 – Схема эксплуатационной безопасности грузовых автомобилей и автобусов НСО

В настоящее время существует необходимость в повышении эксплуатационной надежности тандема «Водитель - Автомобиль», которое должно сводиться к работе в двух направлениях:

1. Работа с водителем.
2. Контроль автомобиля.

Такая работа должна проводиться комплексно и систематично.

На сегодняшний день нет системного контроля подвижного состава и режима труда и отдыха водителя.

Контроль подвижного состава должен быть организован на выезде из предприятия в форме предрейсового технического осмотра, на пункте доставки груза и после возвращения на предприятие.

В реальности только часть транспортных компаний выполняют эти условия. Большой процент транспортных организаций не имеют на своей базе оборудованного пункта ежедневного технического осмотра (ЕТО), на котором можно производить предрейсовый контроль технического состояния транспортного средства (ТС). Предприятия, имеющие такой пункт, часто ограничиваются визуальным, а иногда и виртуальным осмотром, что не всегда позволяет обнаружить неисправность.

Многие транспортные компании заключают договоры на проведение предрейсового и послерейсового контроля ТС с сервисными станциями, однако, на деле, дальше оформления договора, дела не идут.

Похожая ситуация с проведением предрейсового медицинского осмотра.

Формально каждый водитель перед выездом на линию должен пройти пердрейсовый медицинский осмотр. Многие автотранспортные предприятия не оснащены медицинскими кабинетами, поэтому заключаются договоры с медицинскими центрами на проведение медосмотров и профосмотров.

Методика работы выездных комиссий не отлажена, а территориальная отдаленность медицинских учреждений от места стоянки ТС затрудняет качественно и в полном объеме проводить предрейсовый медосмотр.

Что касается поддержания и повышения квалификации водителей, то сегодня системной работы в этой области не наблюдается. Проведение ежегодного технического минимума на знание ПДД стало не обязательным и

отдано на совесть автотранспортным предприятиям, что привело к отказу от ежегодных занятий. Нет должного контроля над этими вопросами и со стороны ГИБДД.

Введение тахографов призвано повысить контроль над соблюдением режима труда и отдыха водителей, долгое время находящихся за рулем при совершении междугородних и международных перевозок.

Однако, сегодня, только крупные транспортные компании, имеющие соответствующие материальные возможности проводят мониторинг графика движения своего ТС и имеют возможность контролировать его соблюдение.

Водителей предприятий, где такая работа не ведется, контролируют только выборочно на линии специалисты Автодорожного надзора.

Сегодня эта работа во многих случаях сводится к проверке наличия и работоспособности тахографа на ТС.

Все эти многочисленные проблемы носят как объективный, так и субъективный характер, но они, к сожалению, не снижают негативную статистику ДТП.

Развитие современных информационных технологий позволяет, в будущем, решить проблему контроля водителей и автотранспортных средств с помощью разработки и практического внедрения специальных экспресс – устройств, что должно привести как к повышению эксплуатационной надежности автотранспортного средства, так и к более высокой надежности водителя.

Библиографический список

1. О безопасности дорожного движения: Федеральный закон от 10 декабря 1995г.// Собрание законодательства РФ. – 1995. № 50.
2. Положении о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1988. – 72 с.
3. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 08.01.97 № 2 «Об утверждении Положения об обеспечении безопасности перевозок пассажиров автобусами» (ред. от 18.07.2000) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.05.1997 № 1302) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zakonbase.ru/content/base/39093/ (Дата обращения 17.10.2016 г.).

УДК 735.29.(32)

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДОМ

Н.В. Понуровский, В.А. Понуровский
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Зимний гололёд включает в себя все виды снежно-ледяных образований на поверхности дороги, приводящие к снижению коэффициента сцепления: различные виды естественного обледенения, которые в метеорологии объединяют понятием гололедицы, и искусственное обледенение в виде снежного наката.

В современных условиях используются следующие методы борьбы с гололедом.

Фрикционный метод

С появлением на автомобильных дорогах транспортных средств возникла необходимость борьбы с зимней скользкостью. Основным и единственным

способом борьбы с зимней скользкостью долгое время во многих странах оставался фрикционный, позволяющий повысить шероховатость поверхности зимних дорог путем применения различных природных или искусственных абразивных материалов. К таким материалам относят широко распространенные природные пески, отсевы дробления, щебень, шлаки и другие подобные материалы. Эти материалы используются и в настоящее время на автомобильных дорогах, содержащихся в зимний период с уплотненным снежным покровом и на автозимниках.

Особую пользу абразивы приносят на заснеженной дороге в условиях низких температур, когда химические материалы теряют свою активность и их применение становится неэффективным.

Преимущества и недостатки фрикционного метода.

К достоинствам абразивных противогололедных материалов можно отнести:

- Низкая стоимость – цена на подобные материалы значительно ниже, чем на реагенты активного типа.
- Экологичность – они не наносят никакого вреда окружающей среде, не портят почву, не губят растения, не нарушают экологическую обстановку, не оставляют после себя вредных химических отложений
- Моментальный эффект – с момента обработки дорожного полотна действие подобных ПГМ наступает моментально, т.е. нет необходимости ждать, пока лед растает.
- Действие не зависит от температуры – т.е. и при 0ºС и при -50ºС эффект от таких материалов будет одинаковым

Недостатками абразивных материалов является:

- Не смотря на то, что фрикционные материалы не нанесут вреда почве, они могут забивать канализационные стоки и засорять дренажные системы, что создаст дополнительные трудности для коммунальных служб по уборке обработанной территории по окончании зимнего периода;
- Мелкие камушки, вылетая из под колес автомобиля, могут причинять вред технике, на которую они будут попадать. Могут появляться царапины, сколы, трещины на покрытии.
- Требуется большое количество пескоразбрасывателей; необходимо производить большие объемы работ по заготовке и распределению материалов, так как нормы их россыпи велики (200-400 г/м^2). Кроме того, при интенсивном движении автомобилей с большой скоростью фрикционные материалы быстро смещаются с проезжей части дороги к обочине.

Химический метод

Химические противогололедные материалы (реагенты) применяют в твердом, жидком и смоченном виде.

Сырьем для получения этих материалов чаще всего являются природные источники галита (*NaCl*), бишофита (*MgCl2·6H2O*), карналлита (*KO MgCl2·6H2O*) или отходы химической, пищевой промышленности, а также минеральных удобрений. К наиболее распространенным отходам этого класса относятся сильвинитовые отвалы, образующиеся при получении калийных удобрений, и «белые моря» – при содовом производстве. В первом случае путем обогащения получают ПГМ на основе *NaCl*, во втором – на основе *CaC12*.

По химическому составу ПГМ делят на четыре основных подгруппы:

- первая - хлоридная;
- вторая - ацетатно-формиатная;
- третья - карбамидная;
- четвертая - нитратная.

В качестве примера можно привести современные средства:

Реагент «Айсмелт» – антигололедное средство нового поколения, состоящее из хлористого кальция и технической соли с добавлением ингибитора коррозии металла. Его гранулы имеют повышенную твердость и плотность, поэтому медленнее растворяются в воде и отличаются более продолжительным по времени действием. При этом выделяется большое количество тепла, которого достаточно для разрушения льда и хорошего сцепления шин автомобиля с дорожным покрытием.

Преимущества антигололедного реагента «Айсмелт»

- «Айсмелт» широко используется коммунальными хозяйствами для борьбы с гололедом из-за его уникальных эксплуатационных характеристик:
- быстрое время действия – от 15 до 60 минут;
- не требует дополнительной обработки перед использованием;
- эффективен в широком температурном диапазоне – до -31 С;
- не разрушает бетонное покрытие;
- не вызывает коррозию металлических частей автомобилей;
- не приводит к засолению почвы и засорам канализационных систем;
- не образует токсичных соединений и не содержит тяжелых металлов;
- не оказывает вредного воздействия на растений.

Противогололедные материалы ***Ратмикс*** разработаны по современным технологиям и рекомендованы к применению на всех видах и типах дорог.

Реагенты Ратмикс обладают плавящей способностью при температуре до -31ºС и мгновенно устраняют скользкость, благодаря наличию в составе абразивных частиц.

Противогололедные материалы Ратмикс производятся на новейшем, современном оборудовании с учетом европейских стандартов.

Абсолютно все антигололедные реагенты Ратмикс высокоэкологичны, безопасны для здоровья людей и животных, не портят обувь и автотранспорт, применимы как в частном порядке для бытовых нужд, так и для использования в производственных целях.

Противогололедные смеси Ратмикс рекомендованы для использования в местах с наклонной поверхностью (на спусках и подъемах), в местах, подверженных интенсивному воздействию ветра

Реагенты Ратмикс обладают уникальными физико-химическими свойствами:

- повышенная плавящая способность за счет выделения тепла в процессе плавления льда;
- сведение к минимуму «хлоридной плёнки» в рабочем температурном диапазоне;
- снижение коррозионного воздействия за счет наличия в составе активных ингибиторов;
- инертен к дорожному покрытию за счет присутствия в составе материала специальных биофильных элементов, широко используемых в качестве присадок для бетона и асфальта;
- отсутствие негативного воздействия на окружающую среду, поскольку содержит полезные макроэлементы.

Сегодня реагенты «Ратмикс» получают все более широкое распространение, поскольку обладают экологичностью и антикоррозийностью. Благодаря их использованию, уборка улиц, пешеходных дорожек и тротуаров проходит быстро и эффективно. При этом не требуется больших затрат на закупку новой техники, долгого обучения рабочего персонала и новых складских помещений.

Недостатки химического способа.

Химический способ удаления снега и льда с дорожных покрытий при помощи хлористых соединений оказывает вредное воздействие на зелёные насаждения, как в результате прямого контакта, так и через почву. Прямой контакт возможен при удалении засоленного снега на обочины и разделительную полосу, где расположены насаждения. Засоление почв, происходящее в результате просачивания рассола в зоны расположения кустарников. Вероятность гибели деревьев существенно снижается, если они посажены не ближе 9 м от кромки проезжей части. Повреждение растительности меньше на плодородных почвах, особенно на почвах, богатых фосфатами.

Сильное вредное действие солей проявляется в коррозии металла автомобилей, дорожных машин и элементов стоек дорожных знаков и ограждений. Раствор хлористого натрия обладает большей агрессивностью, чем раствор хлористого кальция такой же концентрации.

Заключение. В Сибири они являются единственным самым эффективным способом борьбы с гололедом, вступая в химические реакции с обледеневшим дорожным покрытием, помогают сделать дороги более безопасными как для машин, так и для пешеходов, а также позволяют облегчить уборку улиц. Но противогололёдные реагенты наносят и колоссальный вред растениям, животным и здоровью человека.

Основные направления снижения влияния противогололедных материалов на окружающую среду можно объединить, в следующие три группы:

- снижение расхода материалов за счет уменьшения норм и равномерности распределения, увеличения точности дозирования распределителями, повышения адгезии твердых материалов к покрытию, улучшения качества, а также строительства антигололедных покрытий и стационарных автоматизированных систем по распределению растворов и т.п.;
- улучшение свойств применяемых материалов за счет их модификации, ингибирования и обогащения с целью доведения органолептических, физико-химических, технологических и экологических свойств до современных требований, а также разработка новых экологически безопасных противогололедных материалов с улучшенными технологическими и экологическими свойствами;
- утилизация, регенерация и повторное применение противогололедных материалов для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и городских улицах, а также использование нетрадиционной природной энергии (солнечного тепла, воды горячих источников, тепла от брожения при приготовлении компоста, родниковой воды и т.п.) для таяния снега и льда.

Библиографический список

1. Противогололедные средства фрикционного типа воздействия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.icemelt.su/friction.html
2. Снег: справ. / под ред. Д.М. Грея, Д.Х. Мэйла: пер. с англ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986.

Васильев А.П. Анализ современного зарубежного опыта зимнего содержания дорог и разработка предложений по его использованию в условиях России / А.П. Васильев, В.В. Ушаков. – М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2003.

УДК 629.114

СОВРЕМЕННЫЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

М.А. Новикова
Научный руководитель к.т.н., доцент А.В. Величко
ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ им. И.И. Ползунова»

Подвеска автомобиля предназначена для обеспечения упругой связи между колесами и кузовом автомобиля за счет восприятия действующих сил и гашения колебаний.

Подвеска современного автомобиля - это совокупность нескольких взаимосвязанных устройств, таких как упругое, гасящее, направляющее и стабилизирующее. Каждое устройство выполняет свои функции, которые обеспечивают стабильное положение кузова автомобиля относительно дороги.

Стабилизатор поперечной устойчивости противодействует увеличению крена при повороте за счет перераспределения веса по колесам автомобиля, он играет важную роль в подвеске современных скоростных автомобилей, от его работы зависят такие важные эксплуатационные свойства как устойчивость и управляемость автомобиля при различных режимах движения. При повороте центробежная сила наклоняет автомобиль, со стороны наружных колес увеличивается нагрузка, со стороны внутренних – уменьшается и, как следствие, наблюдается крен и раскачивание кузова. Все это может привести к опрокидыванию автомобиля. Для уменьшения кренов в поворотах применяется стабилизатор поперечной устойчивости, он соединяет противоположные колеса с помощью упругого элемента торсионного типа работающего на скручивание – (рис. 1).

Рисунок 1 - Стабилизатор торсионного типа:
1 – стабилизатор, 2 – опора стабилизатора, 3 – тяга стабилизатора

В настоящее время стабилизатор поперечной устойчивости обязательный элемент различных видов независимой подвески легковых автомобилей.

Эффективная работа стабилизатора поперечной устойчивости обеспечивается его жесткостью. Жесткость стабилизатора определяется свойствами материала, формой, геометрией крепления. Чем жестче стабилизатор, тем большую нагрузку он переносит с внешнего колеса и соответственно более крутые повороты может позволить автомобилю (рис. 2).

Рисунок 2 - Крен автомобиля при маневрировании:
а – прямолинейное движение, б – маневр.

Устанавливая на переднюю и заднюю ось автомобиля стабилизаторы разной жесткости можно изменять тяговые свойства на осях, тем самым достигать желаемый баланс управления (*избыточная или недостаточная поворачиваемость автомобиля*).

При всех очевидных преимуществах стабилизатор поперечной устойчивости имеет ряд недостатков. Его применение приводит к частичной потере свойств независимой подвески – передаче ударов с одного колеса на другое, уменьшение хода подвески. В идеале при прямолинейном движении автомобиля стабилизатор поперечной устойчивости не нужен.

Данную проблему решает адаптивная подвеска, позволяющая полностью отказаться от стабилизатора поперечной устойчивости. Mercedes-Benz, разработал и внедрил на своих автомобилях систему активного контроля кузова (Active Body Control, ABC). Электронная система ABC позволяет контролировать положение кузова, исключающее крены, в различных условиях движения, в том числе при повороте, ускорении и торможении.

Самый распространенный способ – использование в качестве стойки стабилизатора гидроцилиндра. В нормальном положении гидроцилиндр заперт, стабилизатор выполняет свои функции в полном объеме. При необходимости движения по бездорожью гидроцилиндр разблокируется с помощью кнопки на панели приборов, стабилизатор поперечной устойчивости отключается. Для предотвращения опрокидывания при достижении определенной скорости движения предусмотрено автоматическое включение стабилизатора (*блокировка гидроцилиндр*а).

Более сложную систему управления стабилизатором поперечной устойчивости предлагает фирма TRW.

Система включает датчик бокового ускорения, блок управления, гидронасос и гидроцилиндры в качестве стоек стабилизатора. При прямолинейном движении гидронасос выключен, стабилизатор разблокирован, подвеска работает в комфортном режиме. При повороте блок управления включает насос, в гидроцилиндрах создается давление, стабилизатор поперечной устойчивости блокируется. Регулируя величину давления в гидроцилиндре, система управляет жесткостью стабилизатора в соответствии с режимом движения.

Компания Toyota разработала иную систему управления стабилизаторами поперечной устойчивости, которую с 2004 года устанавливает на свои внедорожники (рис. 3). Система кинетической стабилизации подвески (Kinetic Dynamic Suspension System, KDSS) представляет собой замкнутый гидравлический контур, объединяющий два гидроцилиндра, гидроаккумулятор, клапаны, блок управления и датчики. В отличие от предыдущей системы

гидроцилиндры в системе KDSS соединяют стабилизатор поперечной устойчивости с кузовом.

При движении по шоссе клапаны закрыты, жидкость в системе не движется, поршни в гидроцилиндрах заблокированы, передний и задний стабилизаторы жестко связаны с кузовом и выполняют свои функции в полном объеме. Движение по неровной дороге приводит к частичному открытию клапанов, разблокированию гидроцилиндров, что приводит к снижению колебаний (тряски) кузова. На бездорожье жидкость свободно перемещается в системе, стабилизатор поперечной устойчивости полностью отключен.

Рисунок 3 - Контакт колес с дорогой на бездорожье

Вывод. Таким образом, подвески скоростных автомобилей для повышения их устойчивости, управляемости, тяговой и скоростной динамичности должны комплектоваться стабилизаторами поперечной устойчивости, адаптированными к дорожным условиям.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://systemsauto.ru
2. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://arafanat.ru
3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://nazcar.ru

УДК 629.039.58

К ВОПРОСУ О ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УАЗ 2206

П.М. Бугаев, М.Л. Вертей, П.А. Сирота
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Напомним что в 2016 г. исполнилось 58 лет с начала производства автомобиля УАЗ-2206. Все началось весной 1955 г., когда конструкторы Ульяновского автозавода получили задание спроектировать автомобиль грузоподъемностью 800 кг. Первые опытные образцы подготовили уже через несколько месяцев. Для обеспечения жесткости кузова на крыше фургона сделали поперечные ребра жесткости, в результате сверху машина напоминала нарезной батон, отсюда с легкой руки заводских испытателей и пошло прозвище «буханка».

К серийному выпуску приступили в октябре 1958 г. УАЗ-450 стал первым отечественным серийным грузовым автомобилем с кабиной, размещенной над двигателем. Конечно, недостатки у УАЗ-450 есть. Прежде всего, плохая пассивная безопасность. Но дело в том, что до середины 1970-х гг. эти факторы

не имели большего значения. Интенсивность автомобильного движения была невысока, соответственно, и вероятность ДТП намного меньше, чем в наше время.

В 1985 г. семейство УАЗ в очередной раз модернизировали, поменяли и название. Теперь автобус – УАЗ-2206.

В наше время УАЗы используются в разных службах России: МЧС, коммунальные службы, почта, Скорая помощь, полиция, связь, армия, судебные приставы, инкассация,

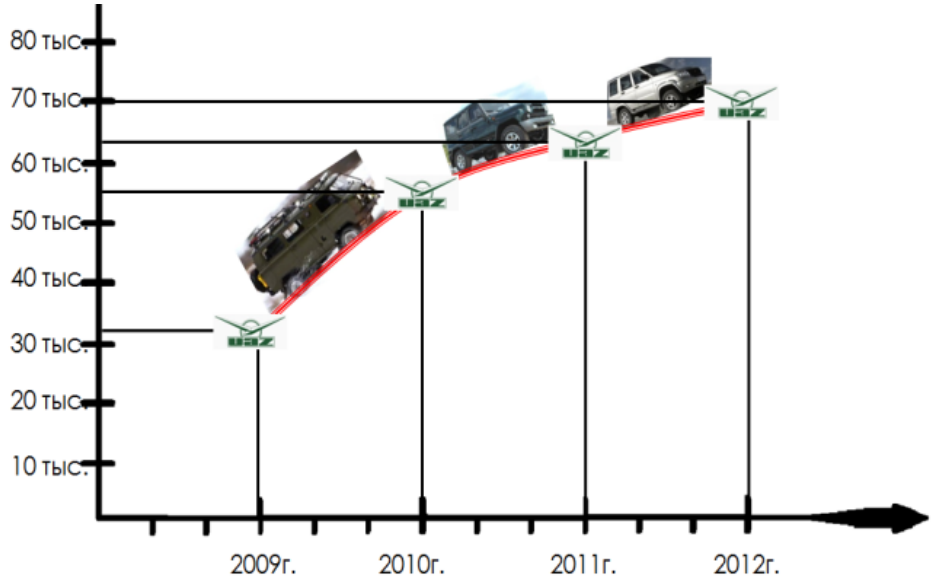


Рисунок 1 - За период 2009 года 32 636 шт. В 2010 год производство автомобилей марки УАЗ составило 55 223 шт. В 2011 году выросло на 15,7 % по сравнению с предыдущим периодом и составило 63 890 шт. В 2012 году выросло на 10,4 % по сравнению с предыдущим периодом и составило 70 538 шт.

За 58 лет выпуска «буханки», Рулевое колесо до 2012 г. так и оставалось жестким и не безопасным, модернизировали: рулевое управления установкой гидроусилителя руля (ГУР),

В тормозной системе: передние барабанные механизмы сменились на дисковые, первый шаг к улучшению системы активной безопасности установка ABS анти блокировочная система

А теперь сравним, подходит ли УАЗ-2206 за 58 лет выпуска нормам РФ 2009 года требованиям пассивной безопасности? Сравнение с Постановлением Правительства РФ от 10 сентября 2009 №720 "Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств"

Требования к пассивной безопасности

Не соответствует требования к травмобезопасности рулевого управления

Рулевое управление должно быть сконструировано таким образом, чтобы снизить риск травмирования водителя, как в условиях обычной эксплуатации, так и в случае дорожно-транспортного происшествия, связанного с фронтальным столкновением.

Последствия ДТП при ударе об руль: сотрясение, ушиб головного мозга, переломы костей носа, травмы глаз, травма зубов, тупая травма живота, разрыв селезенки, разрыв капсулы печени, повреждение кишечника, травма грудной клетки (перелом грудины, ребер), травма органов средостения (сердца, крупных сосудов, легких).

Не соответствует требования к травмобезопасности внутреннего оборудования транспортных средств категории м1

Нижний край комбинации приборов должен иметь закругление радиусом не менее чем 19 мм (5 мм, если комбинация приборов покрыта нежестким обивочным материалом).

Примечание: Нежестким обивочным материалом считается материал, который имеет способность к продавливанию нажатием пальца и возвращается в исходное состояние после снятия нагрузки, а, будучи сжатым, сохраняет способность защищать от прямого контакта с поверхностью, которую он покрывает.

В нашем случае материалом является металл

Соответствие с ЕЭК ООН №033.

Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении поведения их конструкции в случае лобового столкновения.

Пункт 5.1 после испытания на лобовой удар о барьер при скорости 48,3 км/ч, проводимого на порожнем транспортном средстве и без манекена внутри него, внутреннее пространство салона должно отвечать требованиям.

Проводились ли испытания? если да то почему результаты, как и у всех авто производителей, нельзя найти в глобальной сети.

Не соответствует следующим пунктам:

- пункт 5.2 для каждого переднего места для сидения, предусмотренного заводом-изготовителем, определяется после удара расстояние между сидением и педалей тормоза должно быть не меньше 250 мм.

- пункт 5.7 после испытания никакой жесткий элемент в салоне не должен представлять опасности серьезного ранения водителя или пассажиров транспортного средства.

- пункт 5.8 боковые двери не должны открываться под действием удара.

После анализа последствий ДТП определены слабые места при лобовом ударе.

Решение в усилении кузова дополнительным каркасом безопасности или использование более прочного проката. Водители сами устанавливают на свои тс наружные каркасы безопасности состоящие из капсулы в виде труб которые в свою очередь запрещены, кенгурятники обеспечивающий какой ни какой а “запас жизни”. Затраты на пассивную безопасность не велики если на кону жизнь.

Буханки продолжают широко эксплуатироваться хоть и не соответствуют многим требованиям безопасности, в случае ДТП есть вероятность не попасть в статистику погибших, но в статистику раненых она очень высока.

Прошло 56 лет с момента начала выпуска УАЗ 2206 во времена его конструирования не было такого интенсивного движения, высокого риска ДТП, высоких скоростей как сейчас, если конструктора не предпринят мер, то эта таблетка будет только от жизни.

Библиографический список

1. Русские дороги автомобильный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rusdtp.ru/ (дата обращения: 29.03.2014).
2. Постановление Правительства РФ от 10.09.2009 №720 (ред. от 22.12.2012, с изм. от 15.07.2013) "Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств"
3. Консультант Плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 29.03.2014).

4. UAZ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uaz.ru/(дата обращения: 29.03.2014).
5. Технические нормативы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/57/57304/index.htm (дата обращения: 29.03.2014).
6. Правила ЕЭК ООН №033 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении поведения их конструкции в случае лобового столкновения.

УДК 656.13.08

РАЗБИВКА КРИВЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ СЕЛЬСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

И.К. Язиков, А.П. Пичугин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В процессе эксплуатации сельских и межрайонных автомобильных дорог неоднократно в ходе анализа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) приходится убеждаться, что одной из причин этих явлений, наряду с другими, является отсутствие правильной разбивки трасс. Свою негативную роль играют низкое качество работ с последующими дефектами при строительстве и эксплуатации, что в конечном итоге приводит к неустойчивому движению транспорта на криволинейных участках. Десятки исследователей находят всё новые способы разбивки кривых, как в теории, так и на практике. Особенно сложно производить эти работы на местности, как в благоприятное время года, так и в период дождей, мороза и других неблагоприятных условиях. Трудно сохранить закрепительные знаки в процессе строительства и в дальнейшем при эксплуатации, которые являются исходными ориентирами. Отсутствие знаков закрепления приводит к необходимости разбивки трассы вновь по проектным материалам, в которых зачастую отсутствуют знаки закрепления.

В связи с указанными причинами возникает необходимость, вернуться к простым методам разбивки горизонтальных и вертикальных кривых в дорожном строительстве. Особенно это необходимо при капитальном и среднем ремонте автомобильных дорог, как в условиях населенных мест, так и местной сети сельских автодорог.

Теоретические основы

Исходными данными являются углы поворота и назначаемые радиусы кривых. Основные элементы горизонтальных круговых кривых вычисляются по формуле.

$$T = Rtg\frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

где T – расстояние от вершины угла до начала круговой кривой;
α – угол поворота трассы в градусах, минутах.

$$K = \frac{ПK\alpha}{180}; \quad (2)$$

$$Б = R\left(\sec\frac{\alpha}{2} - 1\right); \quad (3)$$

$$Д = 2T - K, \quad (4)$$

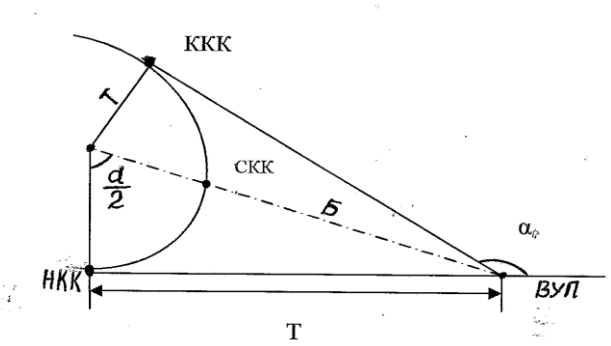


Рисунок 1 - Горизонтальные круговые кривые
(α – угол поворота в градусах и минутах; R – радиус горизонтальной или вертикальной кривой; Б – биссектриса; К – кривая; D – домер; НКК – начало круговой кривой; СКК – середина круговой кривой; ККК – конец круговой кривой; ВУП – вершина угла поворота).

Расчёт горизонтальной кривой, т. е. определение пикетажа (пикет – расстояние =100м) основных точек ($НКК, СКК, ККК$).

Пикетаж начала круговой кривой исчисляется от $ВУП$.

$$ПК\ ВУП - T = ПК\ НКК; \quad (5)$$

Пикетаж середины круговой кривой

$$ПК\ НКК = \frac{K}{2} = ПК\ СКК; \quad (6)$$

Пикетаж конца круговой кривой

$$ПК\ НКК + K = ПК\ ККК. \quad (7)$$

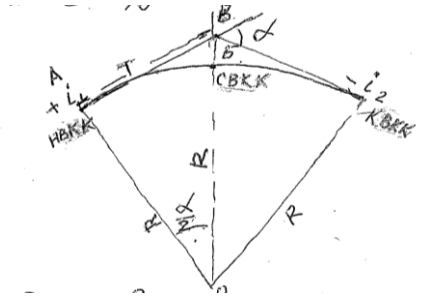


Рисунок 2 - Вертикальные круговые кривые – выпуклые и вогнутые

Основные элементы:

$$T = Rtg\frac{\alpha}{2}; \quad (8)$$

$$K = \frac{\Pi R\alpha}{180}; \quad (9)$$

$$Б = R\left(\sec\frac{\alpha}{2} - 1\right); \quad (10)$$

где R – радиус вертикальной круговой кривой;

α – угол перелома продольного профиля автомобильной дороги (проектной линии продольного профиля);

$НВКК$ – начало вертикальной круговой кривой;
$СВКК$ – середина вертикальной круговой кривой;
$КВКК$ – конец вертикальной круговой кривой.

Обозначения и разбивка вертикальных кривых выполняется, как и при горизонтальных кривых и элементы кривых те же самые.

Теоретический анализ, приведённый ниже, показал, что ошибки при разбивке вертикальных кривых с последующим выполнением этих работ на местности имеют вполне определённые пределы, учитывая возможности механизации при выполнении земляных работ.

Биссектриса (рис.2) определяется из треугольника АВО по теореме Пифагора. Учитывая, что Б при разборке – расстояние от ВУ до СВКК.

$$\left(R = Б\right)^2 = T^2 + R^2, \tag{11}$$

$$R^2 2RБ + Б^2 = T^2 + R^2. \tag{12}$$

Радиусы кривых в основном имеют размеры, даже минимальные, от 600 до 25000. А $Б^2$ по малости не учитывается и тогда:

$$Б = \frac{T^2}{2R}. \tag{13}$$

Для вертикальных кривых $T = \frac{K}{2}$ и $K = R\left(i_1 - i_2\right)$ при малых углах α,

$$Б = \frac{\left(\frac{K}{2}\right)^2}{2R} = \frac{K^2}{8R} = \frac{R^2\left(i_1 - i_2\right)^2}{8R} = \frac{R\left(i_2 - i_2\right)^2}{8}, \tag{14}$$

откуда

$$i_1 - i_2 = \sqrt{\frac{8Б}{R}}. \tag{15}$$

Из (2) видно, что задаваясь предельными значениями биссектрисы в пределах возможности техники получим, что при $Б$ равной 5 см разность уклонов составит

$$i_1 - i_2 = \sqrt{\frac{8 \cdot 0,05}{R}} = \sqrt{\frac{0,4}{R}}. \tag{16}$$

Так при $R = 5см$ составит

$$i_1 - i_2 = \sqrt{\frac{0,4}{100}} = 0,063,$$

и биссектриса в этом случае будет из (1) равняться

$$Б = \frac{R\left(i_1 - i_2\right)^2}{8} = \frac{100 \cdot \left(0,063\right)^2}{8} = 0,05м.$$

Необходимость разбивки вертикальной кривой возникает после определения биссектрисы, при такой разности уклонов и радиусе кривой, чтобы биссектриса была больше 5 см. С другой стороны, зная, что биссектриса вертикальной кривой может быть равной определённой величине подобрать радиус кривой или разность уклонов сопрягаемых линий по полученной формуле.

Таким образом, разбивка горизонтальных и вертикальных кривых на местности, особенно при капитальном ремонте и строительстве автомобильных дорог, представляет собой трудоёмкий процесс для инженерно-технического персонала и исполнителя земляных работ. Предлагаемые способы разбивки кривых наиболее просты и доступны для их исполнения при массовом производстве ремонтно-строительных работ.

Библиографический список

1. Сардаров А.С. Архитектура автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1986. – 200 с.
2. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.95. № 196. – ФЗ .

УДК 621.01

СПОСОБ УБОРКИ СНЕГА ИЗ ПОД БАРЬЕРНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Л.Д. Стороженко
Научный руководитель к.т.н., доцент И.В. Тихонкин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Последние десятилетия наблюдается тенденция активного роста использования автомобильного транспорта для обеспечения междугородных перевозок различных грузов, увеличение объёма пассажиропотока между населенными пунктами Российской Федерации.

Применения малотоннажных грузовиков, микроавтобусов и легкового автотранспорта для решения логистических задач, ориентированных на потребности и возможности частного бизнеса, доставки мелких партий грузов, пассажиров, способствует увеличению количества подвижного состава на улично-дорожной сети городских и пригородных направлений. Связано это в первую очередь с ростом экономических связей между регионами, развитием транспортной инфраструктуры, увеличением мобильности населения и доступности туристических направлений, в т.ч. в зимний период.

Повышение интенсивности дорожного движения, специфика климатических условий Западной Сибири, особенно в зимний период, приводят к увеличению числа дорожно-транспортных происшествий, снижению пропускной способности городских улиц, автомагистралей, несмотря на то, что машин на дорогах зимой становится меньше.

Анализ статистических данных показывает, что до 70% дорожно-транспортных происшествий, происходящих за пределами улично-дорожной сети населённых пунктов, приходится на выезд транспортных средств за границы дорожного полотна и вызванное этим опрокидывание.

Наиболее опасными являются участки дорог и магистралей со сложным рельефом местности: спуски, подъемы, скругления поворотов, участки насыпи, значительно приподнятые над уровнем прилегающей территории. Протяженность участков дорог, требующих установки дополнительных средств защиты для водителей и пешеходов, составляет от нескольких сотен метров до нескольких километров.

Эффективными средствами для защиты водителей и пешеходов являются дорожные ограждения барьерного типа, либо тросовые ограждения. Они препятствуют съезду автомобилей с дорожного полотна, мостов, эстакад, ограничивают выезд на полосу встречного движения.

Монтаж и эксплуатация дорожных ограждений осуществляется с учётом климатических и сейсмических особенностей региона в соответствии с требованиями ГОСТ-Р-52289. При установке необходимо учитывать, чтобы был обеспечен отвод любой жидкости с дорожного полотна, стойки конструкции монтировались вдоль обочин дорог на расстоянии от 1,5 до 0,85 м от края

земляного полотна, на мостах – на расстоянии не менее 0,5 м от края плиты. При этом под нижней балкой барьерных ограждений должен быть обеспечен просвет размером 0,6 м от уровня обочины или разделительной полосы. Расстояние между вертикальными стойками ограждения составляет 2 м [1,2].

В зимних условиях эксплуатации автомобильных дорог необходимо учитывать тот факт, что выпадение снега, сопровождаемое небольшими порывами ветра, способствует образованию снежных заносов даже у небольших препятствий, а многократный проезд автомобилей образует накат и формирует колейность.

Проводимый мониторинг наличия ограждений на дорогах Новосибирской области показывает, что доля участков дорог, на которых установлены ограждения данного типа, составляет от 40 до 60 %. При этом удаленность друг от друга участков, на которых установлены ограждения, может быть всего несколько километров, а может превышать несколько десятков.

Использование традиционной снегоуборочной техники для оперативной очистки пролетов ограждений от набившегося снега, на наш взгляд ограничивается конструктивно. Современная скоростная уборочная техника на базе грузовых автомобилей ориентирована на очистку дорожного полотна от свежевыпавшего снега за счёт скорости перемещения снега вдоль отвального рабочего органа *(рисунок 1)*. Выполнение данной операции возможно, как правило, на участках без ограждений. В противном случае образуется снежный вал вдоль ограждения, который необходимо убирать либо роторной техникой, либо трактором с отвалом [3].

Рисунок 1 – Снегоуборочная техника для очистки дорог

Несмотря на разнообразие отвалов, устанавливаемых на снегоуборочной технике, в т.ч. регулируемых по углу отвала, в данных технологиях обнаружен ряд недостатков (рис. 2).

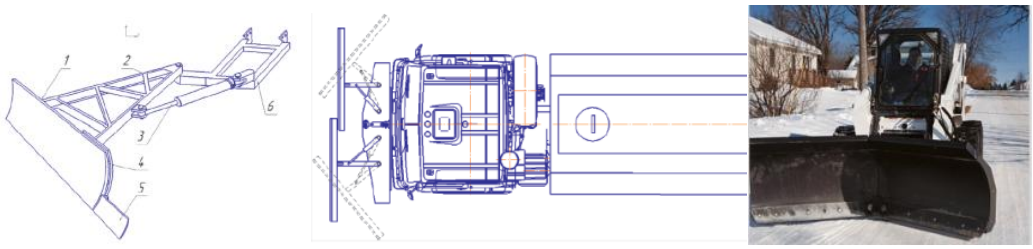


Рисунок 2 – Конструкции отвалов, регулируемых по углу

Очистка дорожных ограждений от накопившегося снега, несмотря на разнообразие технологий и существующих рабочих органов, требует привлечения нескольких единиц техники и ручного труда (рис. 3).

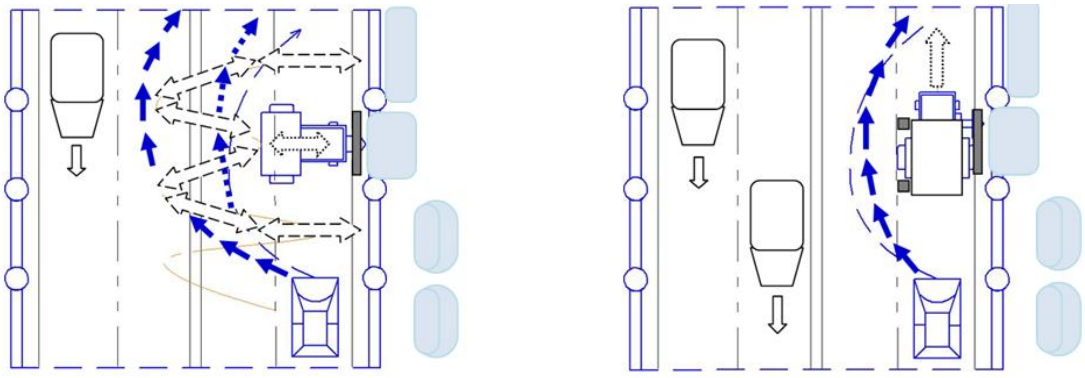
Рисунок 3 – Очистка обочин и уборка снега под барьерным ограждением

Одна из технологических схем уборки предполагает применение автогрейдеров с навесным оборудованием ОБГ-2 для очистки обочин и уборки снега за барьерным ограждением с последующим перемещением снега в пролеты ограждения трактором МТЗ-80 с отвалом ОТ-4, расположенным под углом от 35 до 45 градусов к оси движения трактора [4]. Целесообразно двукратное прохождение автогрейдера – до и после очистки снега под барьерным ограждением, особенно в многоснежные зимы.

Ввиду конструктивной особенности расположения кабины трактора и связанной с этим необходимостью обеспечения достаточной обзорности размер выносного гидрофицированного орудия зачастую сравним с габаритами самого трактора. Работа с данным оборудованием требует хороших профессиональных навыков тракториста-машиниста и достаточного опыта работы.

Применение навесных орудий, агрегатируемых на фронтальной или задней навеске трактора возможно в ограниченные периоды времени, когда трассы либо частично перекрыты для транспорта, либо движение на данных участках осуществляется с небольшой скоростью. При этом движение снегоуборочного агрегата выполняется челноком, перпендикулярно к направлению движения транспорта по дорожному полотну (рис. 4, а).

Низкая транспортная скорость тракторного агрегата не позволяет в течении одной рабочей смены выполнить работу на значительном удалении от мест базирования, с чем связана и производительность выполняемой работы.



а) *б)*

Рисунок 4 – Варианты уборки снега традиционная (а) и предлагаемая (б)

Предлагаемая технология выполнения работ по очистке дорожных ограждений предусматривает использование скоростных транспортных средств на базе либо грузовых автомобилей (типа Unimog, Германия), либо внедорожников (УАЗ, Тойота), оснащенных навесными механизмами гидрофицированных органов бокового агрегатирования, снабженных гидравлическими домкратами – упорами, для дополнительной устойчивости от опрокидывания.

Автомобиль при выполнении работ располагается параллельно ограждениям, в то время как рабочие гидроцилиндры сдвигают отвал между стойками ограждения. По мере выполнения работы, транспортное средство перемещается вдоль ограждений. Таким образом, за короткий отрезок времени снег из проемов может быть сдвинут на обочину за ограждение. Наличие на краях отвала резиновых пластин исключает повреждение стоек, сенсоры позволят определить факт нахождения препятствия и расположения отвала относительно стоек.

Скорость движения транспортного средства между участками с ограждениями обеспечивает возможность работы на значительном удалении от мест базирования. Наличие дополнительных рабочих органов –манипуляторов на грузовых моделях могут заменить автогрейдер, скоростной передний отвал на фронтальной навеске позволит осуществлять очистку дорожного полотна от снега в пути движения, наличие в грузовом отсеке емкости с пескосодержащей смесью по увеличит массу транспортного средства при выполнении работ на особо занесенных участках, смесь для снижения аварийности может быть разбросана на обледенелых участках подъемов–спусков.

Универсальное специализированное транспортное средство может выполнить ряд задач на значительном удалении от населенных пунктов, повысить производительность работ и эффективность использования снегоуборочной техники.

Библиографический список

1. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями № 1, 2): ГОСТ Р 52289-2004. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 36 с.
2. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия: ГОСТ 26804-2012. – М.: Стандартинформ, 2014.
3. Зимнее содержание автомобильных дорог [Электронный ресурс]: статья / – Казань, 2015. – Режим доступа: / http://tatavtodor.ru/proizvodstvo-i-tekhnologii/sovremennye-tekhnologii/zimnee-soderzhanie-avtomobilnykh-dorog/
4. Мерданов Ш.М. Повышение эффективности отвала снегоуборочной машины для уборки снега под дорожным ограждением / – [Электронный ресурс]: статья / – Электрон. журн. Инженерный вестник Дона, № 4, 2015 – Режим доступа: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3369

УДК 629.1-47

ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ОПАСНЫЕ ГРУЗЫ

Ю.В. Сухосыр, А.В. Сухосыр
Научный руководитель к.т.н., доцент П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Современная промышленность пока не может обойтись без использования или выделения веществ опасных для жизни человека, окружающей среды или экологии в целом. Всевозможное взрывоопасное, химически токсичное сырье или же его отходы каждый день являются одним из основных предметов потребления, производства, утилизации и захоронения.

По статистическим данным доля перевозок опасных грузов в мировом грузообороте уже превышает 40 %, а в России составляет примерно 20 %.

При таких темпах роста наиболее актуальным вопросом в области транспортировки опасных грузов является снижение уровня рисков и угроз их аварийности.

На сегодняшний день опасные грузы разделяют на следующие классы [1].

–1 класс - взрывчатые вещества (6 подклассов)

–2 класс - горючие газы, газы невоспламеняющиеся, ядовитые и неядовитые газы (4 подкласса)

–3 класс - легковоспламеняющиеся жидкости (3 подкласса)

–4 класс - легковоспламеняющиеся твердые вещества, Самовозгорающиеся вещества. Вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой̆. (3 подкласса)

–5 класс - окисляющие вещества, Органические пероксиды (2 подкласса)

–6 класс - ядовитые и инфекционные вещества (2 подкласса)

–7 класс - радиоактивные материалы (подклассов нет)

–8 класс - едкие и (или) коррозионные вещества (3 подкласса)

–9 класс - грузы, не отнесенные к классам 1–8, и грузы, обладающие видами опасности, проявление которых представляет опасность только при их транспортировании навалом водным транспортом (2 подкласса).

Согласно части 9 ДОПОГ (Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов) выделен ряд категорий транспорта, предназначенного для перевозки опасных грузов, к которым применяются особые требования в части конструкции, официального утверждения типа, допуска к перевозке и проведению ежегодного технического осмотра:

EX / II - Транспортное средство, предназначенное для перевозки взрывчатых веществ и изделий (класс 1);

EX / III - Транспортное средство, предназначенное для перевозки взрывчатых веществ и изделий (класс 1);

FL - транспортное средство, предназначенное для перевозки жидкостей с температурой вспышки не выше 60°C (за исключением №ООН 1202) (класс 3, 4.3, 8);

- транспортное средство, предназначенное для перевозки легковоспламеняющихся газов во встроенных цистернах или съемных цистернах (класс 2);

- транспортное средство-батарея общей вместимостью 1 м³, предназначенное для перевозки легковоспламеняющихся газов (класс 2);

OX - Транспортное средство, предназначенное для перевозки стабилизированного перексида водорода или стабилизированного водного раствора пероксида водорода, содержащего более 60% пероксида водорода (класс 5.1 №ООН 2015);

AT - транспортное средство, кроме транспортного средства EX/III, FL или OX или MEMU, предназначенное для перевозки опасных грузов во встроенных цистернах или съёмных цистернах вместимостью более 1 м³ либо в контейнерах-цистернах, переносных цистернах или МЭГК (класс 2,3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 6.1, 8, 9);

MEMU - Машина или транспортное средство с установленной на нём машиной для изготовления взрывчатых веществ из опасных грузов, не являющихся взрывчатыми и их заряжания.

Техническое обеспечение перевозок

Опасные грузы должны перевозиться только специальными и (или) специально приспособленными для этих целей транспортными средствами, которые должны быть изготовлены в соответствии с действующими нормативными документами (тех. заданием, тех. условиями на изготовление, испытания и приемку) для полнокомплектных специальных транспортных средств и технической документацией на переоборудование (дооборудование) транспортных средств, используемых в народном хозяйстве. При этом упомянутые документы должны учитывать нижеследующие требования к транспортным средствам для перевозки опасных грузов.

- автомобили, систематически используемые для перевозки взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ, должны оборудоваться выпускной трубой глушителя с выносом ее в сторону перед радиатором с наклоном. Если расположение двигателя не позволяет произвести такое переоборудование, то допустимо выводить выпускную трубу в правую сторону вне зоны кузова или цистерны и зоны топливной коммуникации.
- топливный бак должен быть удален от аккумуляторной батареи или отделен от нее непроницаемой перегородкой, а также удален от двигателя, электрических проводов и выпускной трубы и расположен таким образом, чтобы в случае утечки из него горючего оно выливалось непосредственно на землю, не попадая на перевозимый груз. Бак, кроме того, должен иметь защиту (кожух) со стороны днища и боков. Топливо не должно подаваться в двигатель самотеком.

В случае разового использования автомобиля для перевозки опасных грузов классов 1, 2, 3, 4 и 5 допускается установка на выходное отверстие выпускной трубы глушителя искрогасительной сетки.

Трубопроводы и вспомогательное оборудование цистерн, установленные в верхней части резервуара, должны быть защищены от повреждений в случае опрокидывания. Такая защитная конструкция может быть изготовлена в форме усиливающих колец, защитных колпаков, поперечных или продольных элементов, форма которых должна обеспечить эффективную защиту.

Электрическое оборудование транспортных средств, перевозящих опасные грузы классов 1, 2, 3, 4 и 5, должно удовлетворять следующим требованиям:

- номинальное напряжение электрооборудования не должно превышать 24 В;
- электропроводка должна состоять из проводов, предохраняемых бесшовной оболочкой, не подвергаемой коррозии, и должна быть рассчитана таким образом, чтобы полностью предотвратить ее нагревания;
- электросеть должна предохраняться от повышенных нагрузок при помощи плавких предохранителей (заводского изготовления) или автоматических выключателей;
- электропроводка должна иметь надежную изоляцию, прочно крепиться и располагаться таким образом, чтобы она не могла пострадать от ударов и трения о конструктивные части автомобиля и была защищена от тепла, выделяемого системой охлаждения и отвода отработавших газов;
- если аккумуляторы расположены не под капотом двигателя, то они должны находиться в вентилируемом отсеке из металла или другого материала эквивалентной прочности с изолирующими внутренними стенками;
- автомобиль должен иметь приспособление для отключения аккумулятора от электрической цепи с помощью двухполюсного выключателя (или другого средства), который должен быть расположен как можно ближе к аккумулятору.

- привод управления выключателем - прямого или дистанционного - должен находиться как в кабине водителя, так и снаружи транспортного средства. Он должен быть легкодоступным и обозначаться отличительным знаком. Выключатель должен быть таким, чтобы его контакты могли размыкаться при работающем двигателе, не вызывая при этом опасных перегрузок электрической цепи;

- запрещается пользоваться лампами, имеющими цоколи с резьбой.

В случаях, предусмотренных в условиях безопасной перевозки и в аварийной карточке, транспортное средство комплектуется средствами нейтрализации перевозимого опасного вещества и средствами индивидуальной защиты водителя и сопровождающего персонала.

В настоящее время на территории РФ наиболее часто используют автомобили для перевозки опасных грузов на базе следующих шасси:

LADA, FORD, IVECO, ISUZU, MAXUS, SCANIA, Volkswagen, Mercedes-Benz, Hyundai, ГАЗ, КамАЗ, Урал, УАЗ

Организация системы информации об опасности

Транспортное средство, предназначенное для перевозки опасных грузов, должно быть зарегистрировано в компетентном национальном органе по контролю за перевозкой опасных грузов в установленном порядке и иметь соответствующий регистрационный документ.

Номер регистрационной карточки должен быть нанесен на борту транспортного средства. При этом на транспортных средствах, перевозящих опасные грузы в цистернах, регистрационный номер наносится на левой стороне цистерны в виде таблички с окантовкой черного цвета. На табличке должны быть указаны следующие данные:

регистрационный номер, разрешенное давление, число, месяц и год следующего осмотра и гидравлического испытания

На прочие транспортные средства регистрационный номер наносится на левой стороне кузова автомобиля, прицепа или полуприцепа на металлической табличке с окантовкой черного цвета.

Кузова транспортных средств, автоцистерны, прицепы и полуприцепы-цистерны, постоянно занятые на перевозках опасных грузов, должны быть окрашены в установленные для этих грузов опознавательные цвета и иметь соответствующие надписи.

На боковых сторонах по центру контейнеров и цистерн должны быть установлены или нанесены знаки опасности, соответствующие перевозимому опасному грузу. При перевозке опасных грузов в цистернах, имеющих две и более секции, знак опасности наносится или устанавливается на каждой секции, а спереди и сзади транспортного средства размещается информационная таблица СИО со знаком опасности наиболее опасного груза.

Перевозки опасных грузов – это наиболее сложный вид перевозки, требующий специальной техники, оформления необходимых разрешений, согласований, в некоторых случаях сопровождения груза. Такие перевозки лучше всего доверять опытным специалистам.

Правила проведения технического осмотра для автомобилей перевозящих опасные грузы более жесткие, чем для обычных транспортных средств. Транспортные средства, предназначенные для перевозки опасных грузов - подлежат техническому осмотру каждые 6 месяцев, во время которого автомобиль проходит технический контроль, а также проверку на допуск к перевозке опасных грузов. По результатам проверки получает диагностическую карту транспортного средства, содержащую заключение о возможности его

эксплуатации и свидетельство о допущении транспортного средства к перевозке конкретного опасного груза [2].

В свидетельстве фиксируются характеристики транспортного средства и определяется его соответствие условиям Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов.

Так же производится проверка специального снаряжения, которым должны быть оснащены транспортные средства, требуемое в случае всех знаков опасности:

для каждого транспортного средства – противооткатный башмак, размер которого должен соответствовать максимальной массе транспортного средства и диаметру колес;

два предупреждающих знака с собственной опорой;

жидкость для промывания глаз.

Для каждого члена экипажа транспортного средства требуется:

аварийный жилет (например, жилет, описанный в стандарте EN 471);

переносной осветительный прибор, соответствующий требованиям раздела 8.3.4 ДОПОГ [1];

пара защитных перчаток и средство защиты глаз (например, защитные очки).

Для некоторых классов дополнительно проверяется:

маска для аварийного покидания транспортного средства для каждого члена экипажа транспортного средства, которая должна перевозиться на транспортном средстве в случае знаков опасности 2.3 (легковоспламеняющиеся газы); или 6.1 (ядовитые (токсичные) вещества, способные вызвать отравление при вдыхании (паров, пыли), попадании внутрь или контакте с кожей);

лопата;

дренажная ловушка;

пластмассовый сборный контейнер.

Однако техническое состояние элементов специального оборудования для перевозки опасных грузов при техническом осмотре на наш взгляд проверяется недостаточно тщательно. Свидетельством тому является тот факт, что в диагностической карте технического осмотра не отражен перечень проверяемых элементов этого оборудования, а есть лишь итоговая запись «ВОЗМОЖНО, Не ВОМОЖНО» [5].

Получается, что диагностическая карта, подробно анализирующая техническое состояние транспортного средства (шасси), никак не отражает техническое состояние элементов специального оборудования для перевозки опасных грузов, что может привести к нарушению технологического процесса проверки, либо к пропуску необходимых контрольных операций [4].

Считаем, что диагностическая карта для автомобилей перевозящих опасные грузы должна быть существенно расширена и дополнена с учетом особенностей разных классов опасностей.

Библиографический список

1. ДОПОГ: европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов, - Организация Объединенных Наций. – Нью-Йорк и Женева, 2014.

2. Федеральный закон "О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 01.07.2011 N 170-ФЗ

3. Кузнецова Н. Г. Техосмотр - это не сложно: учебник / Н. Г Кузнецова. – М.: ИД Третий Рим, 2010. – 320с.
4. Постановление Правительства РФ от 5 декабря 2011 г. №1008 "О проведении техническогоосмотра транспортных средств".
5. Приказ Минтранса России от 21.08.2013 N 274 (ред. от 25.02.2014) "Об утверждении правил заполнения диагностической карты".

УДК 62-788.1

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ В АВТОМОБИЛЯХ

А.С. Фомин
Научный руководитель к.т.н., доцент С.В. Крашенинников
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Система ночного видения предназначенная для повышения восприятия водителя автомобиля и увеличения дальности видимости в темноте или при плохой погоде вне досягаемости фар автомобиля.

Принцип действия системы основан на фиксации инфракрасного излучения объектов специальной камерой и его проецировании на дисплей.

Различают два типа систем ночного видения: активные и пассивные.

Активные системы используют дополнительный источник инфракрасного света, устанавливаемый на автомобиль. Есть два вида активных систем – закрытый и открытый. Закрытый использует импульсный источник света и синхронизированные камеры, которые позволяют видеть дальние дистанции (до 250 м) и отличаются высокой производительностью в дождь и снег.

Плюсы: высокое разрешение изображения, улучшенное изображение неодушевленных объектов, лучше работает в теплых условиях, датчик небольшого размера может быть установлен на зеркало заднего вида.

Минусы: не работает в дождливую и туманную погоду, низкий контраст видения животных, небольшая дальность 150-200 метров.

Известными активными системами ночного видения являются:

- Night View Assist от Mercedes-Benz;
- Night View от Toyota.

Пассивные системы не используют источник инфракрасного света, вместо этого они захватывают тепловое излучение, исходящее от объектов, используя тепловизор.

Плюсы: отличный диапазон действия до 300 метров, высокая контрастность для живых объектов.

Минусы: зернистое изображение низкого разрешения, плохо работает в более теплых погодных условиях, более крупный датчик.

Пассивные системы ночного видения:

- Night Vision Assistant от Audi;
- Night Vision от BMW;
- Night Vision от General Motors;
- Intelligent Night Vision System от Honda.

Наиболее технически и функционально совершенной системой ночного видения является последняя разработка Mercedes-Benz - система Night View Assist Plus. Помимо стандартных функций информирования водителя, система предупреждает пешеходов о потенциальной опасности.

Конструктивно данная система объединяет инфракрасные камеры в фарах головного света, видеокамеру за лобовым стеклом, электронный блок управления и информационный дисплей.

Инфракрасные камеры фиксируют дорожную обстановку. Видеокамера определяет, в какое время суток движется машина, а также наличие других машин впереди или на встречной полосе.

В качестве информационного дисплея используется дисплей на щитке приборов или экран навигационной системы.

Предупреждение пешеходов об опасности производится путем подачи коротких световых сигналов в сторону пешехода или их освещения в течение пяти секунд фарой автомобиля. При наличии автомобилей впереди или на встречной полосе, система не срабатывает, чтобы не ослеплять других участников движения.

Еще дальше в данном направлении пошла компания BMW, представив интеллектуальную систему для обнаружения пешеходов в опасной близости от проезжей части. Система Dynamic Light Spot с помощью датчиков сердцебиения определяет наличие живых существ на расстоянии до 100 м от машины.

Помимо информации, выводящейся на информационный дисплей, система автоматически освещает пешехода. Для этого в места для противотуманных фар установлены поворотные диодные фары, способные освещать объекты, находящиеся вне проезжей части.

На автомобилях BMW система Dynamic Light Spot устанавливается в дополнение к системе Night Vision.

Библиографический список

1. Система ночного вождения. [электронн. Ресурс] – режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/система_ночного_вождения
2. Автомобильная система ночного видения. [электронн. Ресурс] – режим доступа: http://systemsauto.ru/active/ night_view.html
3. Светлое будущее bmw. [электронн. Ресурс] – режим доступа: http://drive2.ru/b/491777/

УДК 377.75

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КАДРЫ ДЛЯ АВТОШКОЛ. ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

В.А. Комлев, П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Последние 5 – 7 лет Россия переживает автомобильный бум. Если в Советском союзе на 1000 жителей приходилось 135 автомобилей, то в России к 2000г. их стало уже 350, а к 2014г. в крупных населенных пунктах доходит до 800 – 850 на 1000 жителей.

Инфраструктура, дороги серьезно отстают от темпов роста числа автомобилей на душу населения и от развития их технического уровня.

Отстает в этой гонке и водитель и пешеход, а особенно водитель. В Новосибирской области ряды молодых водителей пополняются на 20 – 30 тыс. чел. в год. Водитель молодеет, и не только возрастом, но и стажем управления, а значит и опытом. Почти половину новичков за рулем составляют женщины.

Да и автомобиль стал другим. Стремительное развитие систем активной и пассивной безопасности сделали автомобиль более удобным, комфортабельным, легкоуправляемым и естественно более безопасным. Но есть во всем этом и отрицательная сторона. Водитель, садясь за руль, чувствует себя удобно. Не испытывая особых физических усилий на выполнение функций вращения рулевого колеса, переключения коробки передач, манипуляции с педалями тормоза и газа водителю кажется, что управлять автомобилем легко и просто.

Притупляется инстинкт самосохранения, нет чувства опасности. А еще каждый человек желающий сесть за руль обманчиво полагает, что управлять автомобилем может каждый, и воспринимает автомобиль не как средство повышенной опасности, а как дорогую игрушку. От этого многие водители подходят к процессу управления автомобилем безответственно, ведут себя без оглядки на окружающих, пренебрегая элементарными правилами взаимоотношений между участниками дорожного движения, не понимая, что эти взаимоотношения являются взаимоотношениями между людьми.

В целом сегодня на дороге преобладают любители, а не профессионалы. Водители не работают на дороге, а доезжают за день из пункта «А» в пункт «В» и обратно. И таких на дорогах, особенно в крупных городах более 70%. Водитель сегодня не тот, который был 20-30 лет назад. Сегодня ему проще проехать 300-400 метров до магазина на автомобиле, нежели идти пешком. Поэтому такое легкомысленное отношение к автомобилю.

Автошколы сегодня готовят водителей по программам и методикам, которые ведут свое начало из советских времен. Конечно, программы совершенствовались, обновлялись, расширялись и продолжают совершенствоваться с 1 сентября 2016 года вступил в силу новый регламент по приему квалификационного экзамена в ГИБДД на право управления АМТС различных категорий.

Внимание контролирующих органов направлено на ужесточение требований к формальным признакам качества образовательного процесса – наличие учебной документации, ведению журнала учета посещаемости учебных занятий, соответствию условий осуществления образовательного процесса требованиям министерства образования, противопожарным требованиям и требованиям санитарно-эпидемиологического надзора.

И есть о чем беспокоиться. Сдачи квалифицированных экзаменов на право управления автомобилем проходят не совсем успешно. Если теоретический экзамен основная масса курсантов сдавали с первого раза, то вождение, особенно на втором этапе по городу сдавали совсем плохо. Но садясь в итоге за руль автомобиля, молодой водитель нарушает не те же правила, которые он с трудом освоил, а те которые он знал с детства, их не много, но их знают все. Это превышение скорости, движение на запрещающий сигнал светофора, игнорирование пешехода на переходе и т.д.

Так чему же учат и тому ли учат в Автошколах?!

К сожалению, содержательная часть учебного процесса находится несколько в стороне от внимания. И серьезно совершенствованием её никто не занимался и не занимается.

Преподаватели теоретического курса и мастера практического вождения получают первоначальный уровень подготовки и далее варятся, как говорится, «в собственном соку», и самосовершенствуются, согласуя свои действия с внутренней интуицией, а так же методической информацией полученной бессистемным способом.

А ведь именно педагог закладывает ту основу знаний, которой водитель будет пользоваться в первые годы управления автомобилем.

Образовательный процесс подготовки водителей серьезно отличается от общепринятых образовательных технологий. Он сложен, универсален и индивидуален одновременно.

Преподаватель теоретического курса должен заложить в сознание обучающегося не только знания правил дорожного движения и научить умело ими пользоваться, но и объяснять правила взаимоотношений людей на дороге. Он должен заложить молодому водителю модель поведения на дороге. Эта модель должна красной нитью проходить через весь теоретический курс обучения и накрепко осесть в головах будущих водителей.

Особое место в процессе обучения принадлежит мастеру производственного обучения вождению (инструктору). Можно даже сказать – главное место. Ведь это он сидит рядом с курсантом в течение всего срока практического обучения, а это более 50 часов и от того, что, с какой интонацией, насколько понятно и доходчиво он объясняет, зависит формирование мировоззрения будущего водителя. В начале своего водительского пути он будет вести себя на дороге точно так, как это делал, или говорил его инструктор.

Поэтому инструктор (мастер производственного обучения вождению) должен быть не только хорошим педагогом, но и профессиональным психологом.

Сегодня подготовкой и переподготовкой преподавателей и мастеров автошкол занимается не так много учебных заведений. Одним из которых является Новосибирский государственный аграрный университет. В 2006г. в начале реализации ФЦП «Повышение БДД в период с 2006-2012г.» в НСО на базе Института профессионального дополнительного образования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирского государственного аграрного университета (ИДПО ФГБОУ ВО НГАУ) был создан учебно-методический центр повышения квалификации специалистов в области БДД. Почему такой центр был создан на базе Новосибирского государственного аграрного университета? Ответ прост. Исторически сложилось так, что в Новосибирской области не было и нет специализированного автомобильного ВУЗа, а наиболее близко стоящих по квалификации и уровню подготовки специалистов инженеров - механиков сельскохозяйственного производства готовил Новосибирский сельскохозяйственный институт (НСХИ).

С 1999г. в НГАУ впервые в городе Новосибирске была открыта специальность «Автомобили и автомобильное хозяйство», а с 2009г. новая специальность «Организация и безопасность движения».

Согласно требований преподаватели и мастера автошкол, как и преподаватели других образовательных учреждений, проходили повышение квалификации один раз в 5 лет, а по новому закону об образовании 1 раз в 3 года. Конечно же, сегодня для поддержания необходимого профессионального уровня и его постоянного роста такой периодичности недостаточно. Особенно, если проанализировать кадровый преподавательский состав Автошкол. Специалистами областного учебно-методического центра (УМЦ) повышения квалификации в области БДД на протяжении последних 5 лет проводится мониторинг качественного состава педагогических коллективов автошкол.

Исследования показали, что педагогические коллективы автошкол нестабильны. Естественная ротация составила за 5 лет более 30%.

Учитывая, что количество образовательных учреждений, занимающихся подготовкой водителей в последние 7 лет, удвоилось, стаж работы преподавателей теоретического курса довольно короток. Хотя образовательный уровень достаточно высок.

С мастерами производственного обучения все обстоит гораздо хуже. Образовательный уровень низок: более половины работающих до 2014 года имели только среднее образование. Высшее образование – у четверти инструкторов.

Новый закон об образовании ужесточает требования к педагогическому составу, в частности к мастерам, поэтому доля мастеров без профессионального образования должна в ближайшее время снизится до нуля.

В 2015 году утвержден стандарт преподавателя профессионального образования, где определен уровень базового образования – это среднее профессиональное или высшее образования и профессиональная переподготовка по направлению педагогической деятельности

Стандарт мастера производственного обучения еще не принят, но уже проходят процедуры оформления и тоже определяет базовый уровень образования - не ниже среднепрофессионального.

Сегодня на базе УМЦ (учебно-методический центр) в ИДПО Новосибирского ГАУ ведется переподготовка преподавателей автошкол и мастеров производственного обучения вождению по направлению «Образование и педагогика в сфере подготовки водителей АМТС» с присвоением соответствующих квалификаций.

Поэтому качественный скачек в уровне образования должен к 2017 году завершиться. Однако кроме образования педагог, особенно мастер должен иметь и опыт работы

Что же касается опыта мастеров производственного обучения, то он невелик. Более половины из них в качестве мастеров работают не более 2-х лет.

Так смогут ли такие педагогические коллективы подготовить современного, ответственного, грамотного и самое главное правильно мотивированного водителя? Без дополнительных усилий, наверное, нет.

Так какие же дополнительные усилия необходимо приложить, чтобы начать готовить грамотного, культурного, спокойного и адекватного водителя? Поскольку охватить всю армию новичков довольно сложно, нужно начинать с преподавателей.

Необходимо вооружить преподавателей и мастеров современными методическим инструментарием для обучения и воспитания начинающего водителя. Поскольку сегодня такого универсального инструмента нет, полезно было бы наладить творческое обучение в педагогической среде проведением семинаров, дискуссионных площадок для выработки основных направлений по совершенствованию методик подготовки водителей. И мастерам и преподавателям были бы полезны более частые, чем 1 раз в 3 года программы повышения квалификации, а для инструкторов еще и ежегодное аттестационное тестирование.

Если сегодня не принять экстренных нестандартных мер по повышению качественного уровня педагогических коллективов автошкол, решить проблему повышения качества подготовки и как следствие снижения аварийности на дороге среди молодых водителей будет нелегко.

Библиографический список
1. Закон Российской Федерации «Об образовании».
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ "Об утверждении профессионального стандарта "Мастер производственного обучения вождению транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий" (подготовлен Минтрудом России 21.01.2016)
3. Стандарта "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования"

УДК 65-05

ВЛИЯНИЕ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ АВТОСЕРВИСА

Е.А. Дьяченко
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

На современном этапе развития научно-технического прогресса роль человека имеет огромное значение. Сегодня это главный стратегический ресурс любой компании в борьбе с конкурентами. Это обуславливается его способностью к творчеству, которое в настоящее время становится решающим условием успеха любой деятельности.

В связи с этим основным источником прибыли рассматриваются инвестиции в человеческий капитал, хотя ранее затраты на персонал считались ненужными расходами. Эти вложения направлены на создание условий для развития творчества.

Персонал является наиболее сложным объектом управления в организации, так как имеет возможность решать самостоятельно любые вопросы, имеет субъективные интересы, чрезвычайно чувствителен к управленческому воздействию и критически относится к предъявляемым к нему требованиям.

Автосервис — такая сфера деятельности, в которой необходимо иметь «избыток» квалификации, т.е. ее резерв на тот случай, когда возникнет необходимость ремонта автомобиля, с которым еще никто не мог справиться. Чтобы иметь такой резерв квалификации, необходимо о нем постоянно заботиться.

Потребность в продуктивном персонале определяют такие факторы, как значительная доля иномарок с дизельными двигателями, наличие у бензиновых двигателей систем впрыска вместо карбюратора, оборудование большинства автомобилей антиблокировочными системами, встроенной диагностической и другой электроникой.

Совершенно, очевидным становится, что главной целью автосервисов – это повышение квалификации своих сотрудников для создания конкурентной борьбы на рынке услуг.

Профессиональное и экономическое обучение в системе подготовки, повышения квалификации и переподготовки производственных и управленческих кадров должно быть непрерывным в течение всей трудовой деятельности работников.

Во-первых, предпосылкой необходимости обучения и повышения квалификации кадров является их текучесть. Даже недовольно благополучных СТО текучесть кадров не меньше нормы 5—6%, а чаще всего выше и составляет 10—20%. Поэтому руководитель вынужден заботиться о

квалификации кадров. Во-вторых, это изменения, которые происходят в конструкции автомобилей, технологии ремонта и оборудовании. В-третьих, повышение требований к кадрам в условиях жесткой конкуренции и повышении культуры и требований потребителей [2].

Практика работы по обучению и повышению квалификации кадров показывает, что предпосылкой обучения является мотивация. Если работник видит в обучении какую-то пользу для себя, он обучается с удовольствием и даже будет платить за него. Но большинство работников не имеют мотивации к обучению, потому что считают свою квалификацию достаточной и отвечающей потребностям предприятия. В этих условиях руководитель может заинтересовать работников, например, повышая категорию или разряд работника только после официального курса повышения квалификации [3].

Руководитель должен создать стимулы к обучению, например сохранение заработной платы работника на время обучения.

Система обучения и повышения квалификации персонала в одной из российских компаний состоит из 4 составляющих:

- обязательное обучение на курсах автопроизводителей сотрудников специальностей, указанных поставщиками. Курсы включают содержательную информацию о бизнес-процессах для основных подразделений и о технологии ремонта для механиков;
- обязательное обучение на собственных курсах в собственном учебном центре сотрудников “фронт-офисов” (подразделений, работающих с клиентами): продавцов автомобилей, приемщиков автосервисов, администраторов торговых залов, менеджеров по корпоративным продажам, менеджеров по комиссионным продажам, оформителей продажи и сервиса;
- обязательное обучение в собственном учебно-производственном центре сотрудников производственных подразделений: механиков, электриков, маляров, жестянщиков и др.;
- обучение на внешних курсах за счет компании сотрудников, претендующих на другие должности, а также нуждающихся в дополнительном образовании или повышении квалификации по результатам профаттестации, которым необходимы дополнительные знания согласно стандартам, установленным для каждой должности [4].

Наиболее распространенным методом повышения квалификации специалистов и руководителей являются курсы повышения квалификации. Курсы повышения квалификации продолжительностью 1 месяц или 1 неделя проходят в форме лекций, практических занятий, деловых игр, посещений передовых СТО и обмена опытом.

В целом эффективность курсов повышения квалификации обеспечивают следующие факторы:

- отрыв специалиста от производственного процесса, при этом он, как правило, вновь хочет учиться и продолжать самообучение;
- общение, которое помогает видеть что-то полезное у других;
- посещение передовой СТО [2].

Обычно на курсах повышения квалификации проводят для специалистов одного направления деятельности, а семинары — по определенным направлениям (например, по определению эффективности СТО, налогам, работе с клиентурой и т.д.).

Анализ кадрового состава предприятий автосервиса показал, что на многих из них преобладают специалисты со средним образованием. Однако мировые тенденции развития рынка автосервисных услуг свидетельствуют об абсолютном преобладании на СТО персонала с высшим образованием, так как

усложнение устройства автомобиля, применение сложной электроники требуют углубленных комплексных знаний в разных областях техники [2].

Поэтому важным направлением развития цивилизованного рынка услуг автосервиса является создание базы для обучения специалистов высокого уровня как инженерно-технического, так и управленческого звена. В связи с этим необходимо решить следующие задачи:

-организация системы экономического и профессионального обучения, а именно: системы подготовки, переподготовки кадров и повышения квалификации для предприятий, оказывающих автосервисные услуги, и предприятий смежной инфраструктуры, включая подготовку специалистов по сертификации и оценке, возможно, в рамках Межотраслевой программы подготовки кадров для рыночной экономики;

- активное взаимодействие с образовательными учреждениями, готовящими кадры для предприятий СТО;

- разработка необходимых программ и методик обучения.

Подготовка специалистов должна осуществляться образовательными учреждениями, имеющими лицензию на данный вид деятельности, при участии специалистов, имеющих богатый практический опыт ведения бизнеса на рынке автосервисных услуг [2].

В соответствии с Приказом от 1 июля 2013 г. N 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», повышение квалификации проводится в течение всей трудовой деятельности работников. Периодичность повышения квалификации регулируется работодателем и определяется по мере необходимости, но не реже одного раза в пять лет. (п 2.8. Требований к содержанию дополнительных профессиональных образовательных программ (утв. приказом Минобразования РФ от 18 июня 1997 г. № 1221)

Обязательное обучение. Работодатель обязан направлять на повышение квалификации работников, если это является условием выполнения конкретных видов деятельности. Эта норма установлена ч. 4 ст. 196 Трудового кодекса.

Обучение по инициативе работодателя. В соответствии с ч. 1 ст. 196 ТК РФ необходимость повышения квалификации кадров для собственных нужд определяет работодатель. При этом коллективным договором или трудовым договором, определяются условия и порядок повышения квалификации (ч. 2 ст. 196 ТК РФ) [1].

Обучение проводится по мере необходимости, но не реже одного раза в пять лет в течение всей трудовой деятельности работников. Периодичность прохождения обучения работниками определенных профессий и специальностей устанавливает работодатель в локальном нормативном акте.

Виды обучения при повышении квалификации:

- краткосрочное (не менее 72 часов) тематическое обучение вопросам конкретного производства, которое проводится по месту основной работы специалистов и заканчивается сдачей соответствующего экзамена, зачета или защитой реферата;

- тематические и проблемные семинары (от 72 до 100 часов) по научно-техническим, технологическим, социально-экономическим и другим проблемам, возникающим на уровне отрасли, региона, предприятия (объединения), организации или учреждения;

- длительное (свыше 100 часов) обучение специалистов в образовательном учреждении повышения квалификации для углубленного изучения актуальных проблем науки, техники, технологии, социально-экономических и других проблем по профилю профессиональной деятельности.

Все дополнительные профессиональные образовательные программы образовательные учреждения повышения квалификации разрабатывают самостоятельно с учетом потребностей и особых пожеланий заказчика, а также требований государственных образовательных стандартов к уровню подготовки специалистов по соответствующему направлению (специальности).

Повышение квалификации может проводиться:

- с отрывом от работы;
- без отрыва от работы;
- с частичным отрывом от работы;
- по индивидуальным формам обучения.

Согласно ст. 187 Трудового кодекса при направлении работника для повышения квалификации с отрывом от работы за ним сохраняются место работы (должность) и средняя заработная плата по основному месту работы. Если же сотрудник направлен на учебу в другую местность, ему оплачиваются командировочные расходы в порядке и размерах, которые предусмотрены для лиц, направляемых в служебные командировки. Без отрыва от работы - работник повышает квалификацию, работая, он получает заработную плату за фактически отработанное время. В случае если работник совмещает обучение и труд, их совокупная продолжительность не должна превышать ежедневную норму рабочего времени, предусмотренную трудовым законодательством (ст. 91 ТК РФ), правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора. Повышение квалификации может проходить либо в самой организации, либо в образовательных учреждениях повышения квалификации (ч. 2 ст. 196 ТК РФ) [1].

В заключение, можно сказать, что любой автосервис, деятельность которого направлена на удовлетворение потребностей потребителей, существует только в случае, если оно ценит потребителей. Поэтому главная функция такого предприятия состоит в том, чтобы узнать потребности потребителя и удовлетворить их лучше, чем это делают конкуренты, но только квалифицированный специалист может сделать это быстро и качественно.

Библиографический список

1. Кибанов, А.Я. Управление персоналом организации: стратегия, маркетинг, интернационализация [Текст] :Учеб. пособие. / А.Я. Кибанов, И.Б. Дуракова.– М.:ИНФРА – М,2010. – 301с.
2. Туревский, И.С. Экономика и управление автотранспортным предприятием. Учебное пособие, М. – 2005 г.
3. Управление организацией /Под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. — М.: ИФРА-М, 2011. – 276 с.
4. Шапиро, С.А. Основы управления персоналом в современных организациях: уник. Подход, обеспечивающий эффективную работу компаний/С.А.Шапиро.- М., 2014.

УДК 303.01

ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ МАСТЕРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБУЧЕНИЯ ВОЖДЕНИЮ АМТС В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ НСО

А.Л. Стародубцева
Научный руководитель к.т.н., доцент П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Инструктор по вождению автомобиля – в первую очередь педагог. Ему характерны такие личные качества, как терпение, умение правильно объяснять и делать материал доступным, настойчивость, трудолюбие, наблюдательность, коммуникабельность. Одновременно инструктор является и специалистом по вождению. Уверенность, способность находить оптимальный выход в неожиданных, экстренных ситуациях, стрессоустойчивость, ответственность, внимание, хорошая реакция – отличительные его качества.

Деятельность учебных организаций, осуществляющих подготовку (переподготовку) водителей транспортных средств, не в полной мере отвечает современным международным нормам и требованиям по ряду основополагающих аспектов: по уровню профессиональной пригодности кадрового состава (руководящего, преподавательского состава, мастеров производственного обучения), четкой регламентации основ деятельности образовательных учреждений и ответственности за качество подготовки обучаемых, программного, методического и технического обеспечения образовательного процесса подготовки [2].

Имеющиеся недостатки в системе обучения водителей во многом объясняются:

- отсутствием нового методологического подхода к обучению;
- отсутствием количественных критериев профессионального уровня водителя;
- низким уровнем квалификационных требований к профессиональной подготовке преподавателей теоретического курса и мастеров производственного обучения вождению (инструкторов);
- снижением затрат на содержание квалифицированных специалистов. По данным Ространснадзора только 20% преподавателей автошкол имеют профильное образование;
- постепенным старением и вытеснением опытных преподавательских кадров молодыми, не имеющими специальной подготовки и не отвечающим по профессиональной подготовке современным критериям;
- плохим обеспечением учебных организаций новейшими наглядными пособиями, техническими средствами обучения и неумением преподавательского состава пользоваться ими;
- отсутствием оборудованных автодромов, условия которых позволяли бы отрабатывать управляющие действия, а также неумением мастеров производственного обучения (инструкторов) методически правильно строить занятия по практическому вождению [2].

В настоящее время в г. Новосибирске и Новосибирской области подготовку водителей осуществляют 64 учреждений, в которых работает 439 преподавателей и 844 инструктора.

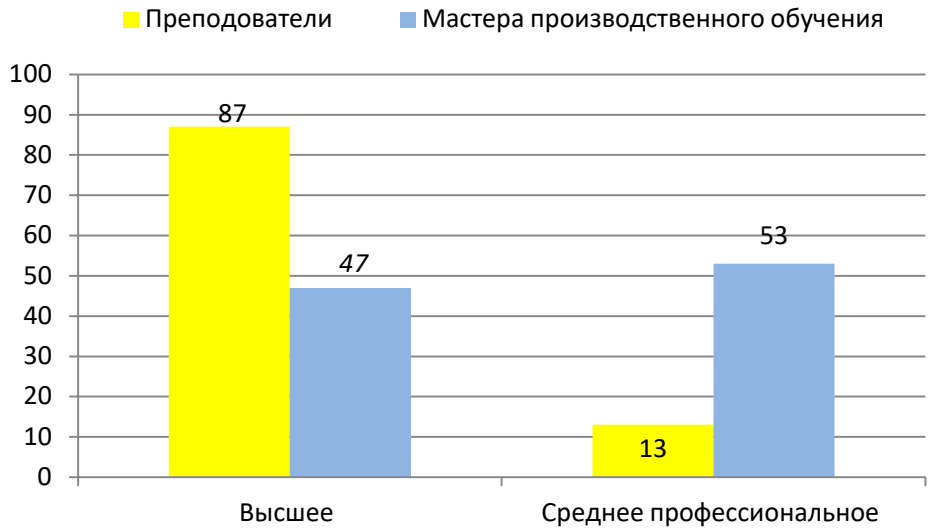


Рисунок 1 – Уровень образования преподавателей и мастеров производственного обучения (2016 год), %.

Анализ преподавательского состава автошкол города Новосибирска и Новосибирской области показал, что преподавателей с высшим образованием (рис.1) в автошколах города и НСО составляет 89%, а инструкторов всего 43%, что негативно сказывается на подготовке водительских кадров, т.к. инструктора играют важную роль в качестве подготовки.

Качество подготовки водителей транспортных средств, является важным звеном в деле обеспечения безопасности дорожного движения на наших дорогах. Количество дорожно-транспортных происшествий напрямую зависит от некомпетентности преподавательских кадров и низкого уровня подготовки водителей транспортных средств. [3]

Преподаватели, мастера производственного обучения вождению должны пройти специальную подготовку повышение квалификации по программе профессиональной переподготовки с присвоением дополнительной квалификации (Квалификация – Мастер производственного обучения водителей транспортных средств).

В процессе подготовки водителя осуществляется формирование комплекса знаний, умений, привычек и качеств, гарантирующих его надежную работу в процессе практического управления транспортным средством [1].

1 января 2017 года вступает в силу профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», который был утвержден приказом Министерства труда РФ от 08.09.2015 № 608 [4].

Под действие стандарта подпадают преподаватели. Для мастера производственного обучения подобный стандарт тоже подготовлен и проходит процедуру оформления

Профессиональный стандарт во многом дополняет и повторяет требования Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздела "Квалификационные характеристики должностей работников образования" [4].

С начала 2017 года стать мастером производственного обучения или преподавателем с нуля станет сложнее. Необходимо будет пройти профессиональную переподготовку, а при отсутствии педагогического образования пройти еще и повышение квалификации по предмету "педагогические основы деятельности преподавателя по подготовке водителей

автотранспортных средств". Более того необходимо будет проходить обучение и проверку знаний и навыков в области охраны труда.

Данные требования будут распространяться только к новым сотрудникам автошкол, которые придут устраиваться на работу после 1 января 2017 г. Автоинструкторы и преподаватели работающие в образовательной организации продолжительное время, уровень образования которых не соответствует требованиям стандарта, смогут подтвердить свои навыки и компетенции с помощью аттестации, проводящийся внутри организации раз в пять лет [4].

Библиографический список

1. Образование и педагогика в сфере подготовки водителей автомототранспортных средств // Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки с присвоением квалификации., 2016.- 163с.
2. Роль подготовки водителей в обеспечении безопасности движения. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.studopedia.su/.
3. Повышение квалификации преподавателя и мастера производственного обучения вождению. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://www.anonmc.ru//.
4. ПРИКАЗ от 8 сентября 2015 г. N 608н Об утверждении профессионального стандарта "Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования"

УДК 378.147

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ В МИРЕ

Т.В. Почковская, П.И. Федюнин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Профессиональная подготовка водителей автотранспортных средств в нашей стране – тема, которая многие годы является объектом бесконечных но, преимущественно, безрезультатных критических дискуссий на различных уровнях государственной власти.

Ежегодно на российских дорогах в процесс дорожного движения включаются около двух миллионов водителей, окончивших соответствующие курсы подготовки. Показательно, что каждое четвертое ДТП совершается водителями со стажем управления до трех лет, из них 40% – водителями, управляющими ТС первый год.

Основными причинами подобной ситуации являются:

- допуск к управлению водителей с недостаточным уровнем квалификации;
- непонимание водителями всей полноты ответственности за создание аварийной обстановки и последствий нарушения правил дорожного движения;
- допуск на маршрут водителей в ненадлежащем психофизическом состоянии;
- отсутствие общественно значимых стереотипов транспортной культуры;
- отсутствие эффективных механизмов стимулирования водителя к соблюдению правил дорожного движения.

В настоящее время система обучения водителей в Российской Федерации не совершенна. Происходит массовая автомобилизация населения, а автошколы не могут справиться с количеством желающих получить водительское удостоверение, поэтому самообучение занимает около 3 месяцев и оставляет желать лучшего.

В России, как и в других странах, на молодых (не только по возрасту, но и по стажу вождения) водителей приходится непропорционально высокая доля всех дорожно-транспортных происшествий. Проверка навыков и допуск к управлению транспортными средствами для этой категории водителей являются пока недостаточно эффективными [3].

Рассмотрим систему обучения водителей в Российской Федерации. Система обучения водителей в Российской Федерации состоит из 2 этапов. Первый этап – это профессиональный отбор кандидатов в водители. Это важный этап. Здесь необходимо выявить непригодных к вождению людей в психическом и физическом аспекте.

Второй этап – сам процесс обучения. Процесс подготовки водителей в Российской Федерации осуществляется в соответствии с примерными учебными программами, которые разработаны с учетом требований Федерального закона «О безопасности дорожного движения» и стандарта Российской Федерации по профессии «Водитель транспортного средства конкретной категории». Данные программы разрабатываются Центром методического обслуживания подготовки водителей автотранспортных средств Института развития профессионального образования [1].

Процесс обучения состоит из теоретической и практической части.

Теоретическая часть состоит из изучения следующих дисциплин – «Правила дорожного движения», «Медицинская помощь», «Устройство и техническое обслуживание автомобилей».

Практическая часть состоит из вождения по площадке и по городу.

Во многих странах введены системы поэтапной выдачи водительских прав, что в ряде случаев привело к значительному сокращению числа дорожно-транспортных происшествий. В этих системах до получения полноценных документов надо пройти несколько ступеней, обычно налагающих на начинающих водителей значительные ограничения. По мере накопления опыта эти ограничения снимаются и им предоставляются полноценные водительские права.

Для сравнения рассмотрим, каким образом построена система обучения водителей за границей.

В Европе преподавателем автошколы может стать человек, который прошел обучение. Так же там предусмотрены курсы повышения квалификации для преподавателей. В Норвегии обязательное обучение преподавателей автошкол предусмотрено законодательством. Продолжительность обучения составляет 2 года. У нас же инструктором может стать любой гражданин, имеющий водительское удостоверение и стаж езды не менее 3 лет.

В Германии обязательно нужно разрешение на обучение у преподавателя (обучаются 5 месяцев, 4,5 месяца стажируются). Так же в этой стране существует повышение квалификации раз в 4 года.

Самостоятельная подготовка не приветствуется, а в Германии вообще запрещена.

В Европе автошколы небольшие, состоят из трех преподавателей, которые сами и являются инструкторами.

Для сравнения, в Германии средняя продолжительность обучения вождению водителей категории «В» составляет 40-50 часов.

Предусматривается вождение на загородных дорогах (5 часов), на автомагистрали (3 часа), в темное время суток (3 часа), а так же вождение в тех местах, где чаще всего совершаются дорожно-транспортные происшествия.

В среднем подготовка водителя категории «В» длится 2-3 месяца.

Рассмотрим процесс принятия экзамена: В Германии практическая часть экзамена проводится на дороге в реальных условиях, длится 45 минут для категории «В», 60 – для «А», 75 для «С», в Швеции 45 минут («В»).

Положительная оценка, которая получена на теоретическом экзамене, действительна 3 года, а не как в России 3 месяца.

Теоретический экзамен проводится по билетам, в зависимости от страны и категории составляют от 30 до 70 вопросов.

Практический экзамен проводится в реальных дорожных условиях. Так же необходимо отметить, что маршрут движения до кандидата доводится непосредственно перед началом экзамена. В процессе движения экзаменатор не вправе давать кандидату какие-либо указания – таким образом, проверяется еще и умение кандидата следовать по заданному маршруту.

После успешно сданного экзамена кандидату в водители выдается временное водительское удостоверение. Срок его действия составляет 2 года. Если в течение этого времени начинающим водителем не было допущено грубых нарушений правил дорожного движения, в том числе повлекших за собой возникновение дорожно-транспортного происшествия, водительское удостоверение будет заменено на постоянное.

Если такие нарушения были, снова выдается временное удостоверение на 2 года. В течение этого времени необходимо посетить специальный семинар, посвященный пропаганде безопасности дорожного движения. Такая система не только позволяет выделить водителей, склонных к систематическому нарушению правил дорожного движения, но и обеспечить регулярное обновление знаний о законодательстве в области дорожного движения [2].

Из всего этого следует, что необходимо тщательно разрабатывать процесс обучения, жестко отбирать кандидатов в водители.

В Российской Федерации существует несколько проблем, связанных с системой подготовки и переподготовки водителей.

Первая проблема заключается в том, что за подготовку водителей не определена ответственность. Обучение проходит в автошколах, экзамены принимают в ГИБДД, а если человек попал в дорожно-транспортное происшествие, то отвечает за это только он сам.

Вторая проблема состоит в несоответствии программ обучения в автошколах современным условиям.

Также проблемой является плохая подготовка педагогических кадров, отсутствует система подготовки преподавателей и инструкторов.

Немаловажной проблемой является отсутствие контроля за квалификацией водителя. Необходим периодический контроль знаний и навыков водителей.

Недостаточные теоретические знания и ограниченная практика езды при обучении водителей способствуют повышению аварийности на транспорте. Необходимо менять учебно-производственный процесс подготовки и переподготовки, водительских кадров с учётом зарубежного опыта, проводить работу по подготовке принципиально новых учебно-методических материалов, которые будут предназначаться не только для водителей, но и для других участников транспортного процесса: экспедиторов, диспетчеров, механиков.

Библиографический список

1. Ахмадиева Р.Ш. Качество функционирования системы безопасности дорожного движения / Р.Ш. Ахмадиева, Н.З. Сафиуллин // Вестник НЦ БЖД. – 2009. – №1.
2. Система подготовки водителей в Европе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sites.google.com/site/avtoinstruktor54/a-kak-u-nih
3. Федоров В.А. Кардинальное совершенствование законодательного обеспечения деятельности по предупреждению причин возникновения ДТП в России / В.А. Федоров, П.А. Кравченко // Транспорт Российской Федерации. – 2013. – №1, 2.

УДК 378

НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

О.В. Швейхерт

Научный руководитель к.т.н., профессор В.М. Потапов

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Наиболее эффективной формой совершенствования технологий образования в направлении улучшения формирования интеллектуальной культуры и развития творческих способностей выпускника ВУЗа является непрерывная система научно-исследовательской работы студентов (НИРС), как неразрывная составляющая триединого образовательного процесса: учебно-воспитательного, научного и практического.

Следует отметить, что выпускник, получающий квалификацию бакалавра профессионального образования по направлению 44.03.04 «Профессиональное обучение», профиль «Транспорт» в соответствии с видом профессиональной деятельности, на который ориентирована программа бакалавриата, должен быть готов решать следующие *профессиональные задачи в области научно-исследовательской деятельности* [1]:

- участие в исследованиях по проблемам подготовки рабочих, служащих и специалистов среднего звена;
- организация учебно-исследовательской работы обучающихся;
- создание, распространение, применение новшеств в педагогическом процессе для решения профессионально-педагогических задач, применение новшеств в технологии формирования креативных способностей при подготовке рабочих, служащих и специалистов среднего звена.

Законодательно-нормативная база системы образования определяет, что неотъемлемым правом каждого студента, обучающегося в ВУЗе, являются:

- участие во всех видах НИР, проводимых в ВУЗе;
- участие в студенческих научно-технических конференциях ВУЗа;
- подготовка и представление научных работ для публикации, а также для участия в различных конкурсах;
- бесплатное пользование оборудованием и другими услугами научных подразделений.

В качестве основных направлений организации научно-исследовательской работы студентов (НИРС) можно указать следующие:

- повышение качества учебного процесса за счет совместного участия студентов и преподавателей в выполнении различных НИР;
- участие студентов в проведении прикладных, методических, поисковых и фундаментальных научных исследованиях;

- привлечение студентов к рационализаторской работе и изобретательскому творчеству;

- повышение результативности научно-технических мероприятий НИРС;

В зависимости от содержания и порядка осуществления все многообразие занятий, работ и мероприятий НИРС по их отношению к учебному процессу освоения образовательных программ высшего профессионального образования [2,3] может быть классифицировано по следующим основным видам (рис. 1.):

- НИР, встроенная в учебный процесс;
- НИР, дополняющая учебный процесс;
- НИР, параллельная учебному процессу.

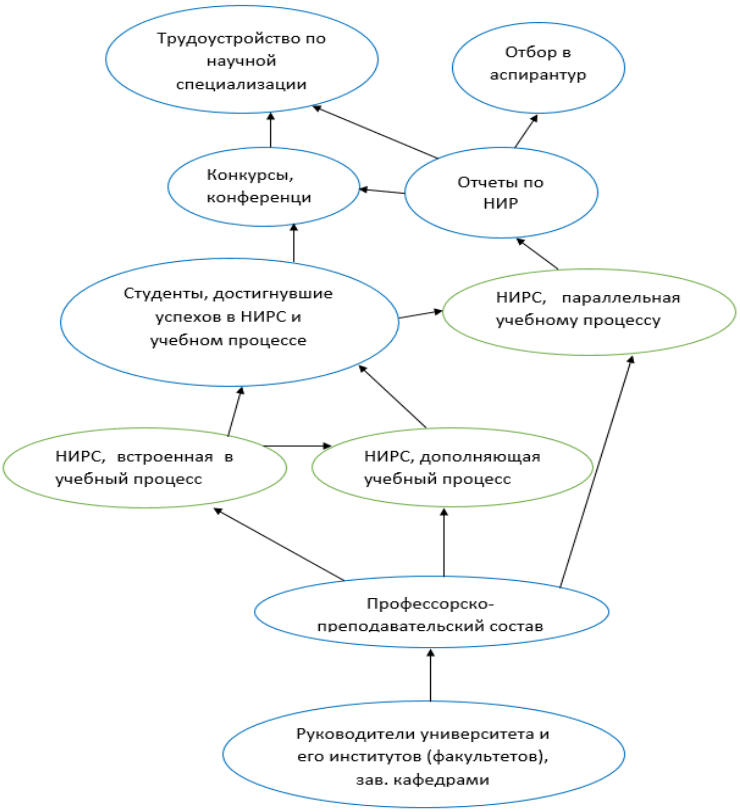


Рисунок 1 – Виды научно-исследовательской работы студентов

Научно-исследовательская работа, встроенная в учебный процесс предусматривает изучение литературы, подготовку рефератов, докладов, выполнения курсовых работ и проектов, содержащих научно-исследовательские разделы. Такой вид работ – *учебно-исследовательская работа студентов* (УИРС) является стержнем подготовки творческого педагога. Ей отводится значительное место в учебных планах и различными видами такой работы охвачены 100 % студентов. УИРС включает такие формы организации учебного процесса, как курсовые и дипломные проекты, психолого-педагогическая и производственные практики, спецкурсы.

Начальным этапом *УИРС* являются элементы исследования, вводимые в обычные задачи, которые решаются на практических занятиях по таким дисциплинам как: техническая механика; теория машин и механизмов; материаловедение и технология конструкционных материалов; детали машин; термодинамика и рабочие процессы в ДВС; автотранспортные средства; контроль технического состояния и ТО автомобилей; дооборудование и тюнинг автотранспортных средств.

Для закрепления лекционного материала в *самостоятельной УИРС* предусмотрены лабораторные работы. По характеру и сложности лабораторные работы можно разделить на две категории. Первая из них базируется на иллюстрации теоретических основ дисциплин. При выполнении работ второй категории студенты обязаны прочитать дополнительную литературу, собрать или освоить работу на лабораторной установке, провести исследование. В них без умело поставленных экспериментов и грамотной математической обработки их результатов не может быть научного творчества. Таким образом, этот вид УИРС требует, как правило, более глубокой и систематической проработки материалов дисциплины.

Научные исследования, дополняющие учебный процесс. Здесь основной задачей является выход за рамки программы обучения, индивидуализация процесса обучения, создание условий для обеспечения непрерывности дальнейшего обучения в магистратуре. Виды научной работы на этом этапе – олимпиады, конкурсы, научные конференции, семинары, на которых студент представляет результаты НИР, дополняющих учебный процесс, а в некоторых случаях и результаты НИР, встроенных в учебный процесс.

Одним из важнейших элементов данного вида НИРС являются: информационная поддержка проводимых олимпиад, конкурсов, научных конференций и семинаров; отбор на конкурсной основе и выдвижение лучших работ на соискание различных премий и грантов; награждение грамотами, дипломами, призами и премиями лучших работ; отбор наиболее одаренных студентов для обучения в магистратуре и, в дальнейшем, в аспирантуре.

Научные исследования, параллельные учебному процессу. Основная задача – научная профессионализация студентов под руководством преподавателей и научных сотрудников, т.е. специализация, подготовка к конкретной области научной деятельности, выбор научного руководителя для выполнения ВКР. Содержание работы на этом этапе – участие в плановых научных исследованиях, выполняемых кафедрами. Руководитель таких научных исследований, выполняемых по госбюджетным и хозяйственным договорам, грантам, выбирает студентов, достигших успехов в учебном процессе и способных к научно-исследовательской деятельности, для получения ими опыта НИР и формирования научного задела и собственного понимания исследуемых научных проблем в период обучения. Здесь, как и ранее, одними из основных функций являются: информационная поддержка и отбор студентов для учебы в магистратуре и аспирантуре, работы на кафедрах в качестве преподавателей.

Таким образом, при выполнении НИР студенты приобретают не только знания, но и исследовательские навыки, учатся самостоятельно работать с научной литературой, использовать современные методы научных исследований и анализировать их.

Библиографический список

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям) (уровень бакалавриата)». Утвержден приказом № 1085 Минобразования России 01.10.2015г. // Зарегистрирован в Минюсте РФ 29 окт. 2015 г. Рег. № 39534. – М., 2015. – 31 с.
2. Абдулова Л.Ш. Особенности формирования исследовательской компе тентности студентов / Л.Ш. Абдулова. – Известия Южного федерального университета, 2009. – 162 с.

3. Балашов В.В. Организация научно-исследовательской деятельности студентов в вузах России. Монография. В 3 ч. / В.В. Балашов, Г.В. Лагунов, И.В. Малюгина и др. – Москва: ГУУ. – М., 2002. –310 с.

УДК 629.1

ИСТОРИЯ НОВОСИБИРСКОГО ТРАМВАЯ

Н.В.Головкина
Научный руководитель к.т.н., профессор В.М. Потапов
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет»

Трамвайное движение в Новосибирске появилось спустя восемь лет после автобусного [1]. В ночь с 23 на 24 ноября 1934 года произведено испытание первой трамвайной линии. В пробеге участвовало два состава вагонов, испытание прошло вполне удачно. Мелкие дефекты были устранены в течение 24 и 25 ноября. Трамвайное движение первое время было организовано на линии «Вокзал – Центр». Трамвайного депо на день открытия движения не было, строительство его не закончилось. Вагоны ремонтировались на открытой площадке, расположенной на ул. Гоголя на территории бывшего центрального склада. Трамвайный парк подвижного состава включал 18 вагонов производства Мытищинского завода: двухосной серии «М» (моторные) и « Х » (прицепные). Пассажиры и размещались в прицепном вагоне. В моторном вагоне имели право на проезд работники, обслуживающие трамвайное движение и, иногда, милиция.

Рисунок 1 – Первый новосибирский трамвай

В 1935 году строительство трамвайного депо на 42 вагоно-места завершилось, построена вторая тяговая подстанция, строились трамвайные линии. К 1936 году уже действовало четыре трамвайных маршрута (из них один ночной). Длина трамвайного пути по оси улиц достигала 13 км, а одиночного эксплуатационного пути – 21,1 км. Трамвайный парк состоял из 48 вагонов, из которых – 18 двухосные моторные и 30 двухосные прицепные.

В 1937 году длина трамвайного одиночного эксплуатационного пути увеличилась до 22 км, а число вагонов достигло 54 единицы, из которых – 21 двухосные моторные, 30 двухосные прицепные и 3 четырехосные прицепные. За год было перевезено 42099 тыс. пассажиров.

В 1938 году трамвайный трест был реорганизован в управление Новосибирского трамвая отдела коммунального хозяйства города. В дальнейшем закончилось строительство седьмого маршрута – однопутная линия от Красного проспекта до клуба им. Кирова. К началу Великой Отечественной войны введено в эксплуатацию около 6 км трамвайных путей в Кировском районе, в том числе 4,5 км пассажирских путей « Кировское кольцо », третья тяговая подстанция. Трамвайный парк насчитывал 69 вагонов, 38,8 км трамвайных путей.

Годы войны внесли свои коррективы в развитие Новосибирского трамвая. На территорию правобережного депо был эвакуирован из Москвы прожекторный завод №644. Часть рабочих ушла на фронт. Инвентарное число вагонов составляло 83 единицы, однако, в эксплуатации из них участвовало только от 27 до 32 вагонов.

В 1943 году управление трамвая было реорганизовано в трамвайно-троллейбусный трест, а в следующем году принято решение о подготовке к осуществлению троллейбусного движения в Новосибирске. Однако в связи с отсутствием производственной базы, троллейбусное движение в Новосибирске было открыто гораздо позднее.

Первые послевоенные годы были тяжелыми для страны, все усилия сосредотачивались на восстановлении разрушенного хозяйства, но именно в этот период начался подъем новосибирского трамвая. Началось строительство трамвайного депо, на 3 км. увеличилась протяженность трамвайного пути. На маршруте №7 «Центр – Мясокомбинат» был построен разъезд, благодаря которому удалось ликвидировать дневное окно для пропуска железнодорожных поездов. Действовало еще 7 маршрутов: №1 «Центр – завод «Труд »; №2 « Вокзал – завод «Труд»; №3 «Центр – завод им. Чкалова»; №4 « Центр – Вокзал»; №6 «Центр – ул. Д. Ковальчук»; №А « Кольцовский »; №Б « Кольцо Южный поселок ».

В 1950 году трамвайный парк увеличился до 97 вагонов, а с 1 января были получены 6 новейших четырехосных моторных вагонов

«МТВ-82». В том же году закончилось строительство нового правобережного трамвайного депо на 24 вагоно- места.

Период с 1951 по 1955 годы в развитии Новосибирского трамвая характерен новыми успехами. Введены в эксплуатацию новый маршрут в Кировском районе, который связал завод «Тяжстанкогидропресс» с Соцгородком, а также второй путь 7-го маршрута, трамвайная линия по ул. Д.Ковальчук в сторону Горбольницы. Принята в эксплуатацию тяговая подстанция, а в октябре 1955 года закончилось строительство двухпутной трамвайной линии через коммунальный мост общей протяженностью 9,8 км. Движение, открывшееся по новым маршрутам, соединило центр правобережной части города с левобережной, а Кировский район с крупными заводами «Тяжстанкогидропресс» и «Оловозавод».

В следующей пятилетке (1956-1960 годы) развитие трамвайного хозяйства продолжалось такими же темпами. Было построено несколько новых трамвайных линий: от сада Дзержинского до «Золотой нивы»; от ул. Учительской до п. Северной; от « Оловозавода » до п. Советской; от Коммунального моста до сада Мичуринцев; от завода «Тяжстанкогидропресс» до завода гипсовых изделий. В целом к концу 1960 года протяженность

трамвайных путей достигла 124,6 км, а парк подвижного состава увеличился до 309 пассажирских вагонов, из которых 202 – в правобережном депо и 107 – в левобережном. В 1957 году трамвайно-троллейбусный трест был реорганизован в трамвайно-троллейбусное управление.

С 1961 по 1965 годы большое внимание уделялось укреплению и расширению производственной базы. Построено и сдано в эксплуатацию Октябрьское трамвайное депо на 100 вагоно-мест, сделана пристройка к Кировскому депо на 509 вагоно-мест с моечным отделением. Правобережное депо стало именоваться Дзержинским.

В дальнейшем (с1966 по 1970годы) развитие Новосибирского трамвая осуществлялось по всем основным направлениям. Так, были открыты новые маршруты: «Учительская – клуб им. А.П. Чехова»; « Центр – Станиславский ж/м»; «Центр – Затулинский ж/м»; «Рынок – Гусинобродский ж/м». Построено трамвайное депо в Кировском районе на 150 вагоно-мест. Подвижной парк пополнился 47 вагонами современного типа РВЗ-61.

Следующий период (с 1971 по 1975 годы) характерен более интенсивным развитием трамвайного хозяйства в левобережных районах Новосибирска (Ленинском и Кировском). Введены в эксплуатацию новые трамвайные пути по улицам: Котовского, Широкой и Троллейной. Реконструированы и капитально отремонтированы трамвайные пути по улицам: Трикотажная, Блюхера, Сибиряков-Гвардейцев, Станиславского. Аналогичная работа была проведена и в правобережных районах города по улицам: Кирова, Д. Ковальчук, Никитина.

К концу 1975 г. общая длина трамвайных путей достигла 174,6 км, действовало 25 маршрутов, функционировало 4 трамвайных депо на 425 вагонов, в том числе: Дзержинское - 125, Кировское - 150, Октябрьское - 100, Ленинское - 50.

Период с 1976 по 1980 годы отличался более равномерным и стабильным развитием трамвайного хозяйства по районам города. Были построены и введены в эксплуатацию диспетчерский павильон на «Золотой горке», отстойные площадки на «Сад Мичуринцев». Продолжено строительство новых трамвайных путей, реконструкция и капитальный ремонт старых, пополнение подвижного состава новыми вагонами.

В результате этих мероприятий общая протяженность маршрутной сети составила 1152 км, а подвижной состав насчитывал 461 трамвай.

В целом, анализируя роль и место трамвайного движения в историческом развитии городского пассажирского транспорта, следует отметить, что до 1970 года оно занимало ведущее положение в пассажирских перевозках. Но впоследствии отношение к трамваю резко изменилось: был принят курс на постепенную ликвидацию трамвайных путей. Их сняли с улиц Большевистская, Челюскинцев, Гоголя, Д. Ковальчук, Красный проспект.

Такая реконструкция городской транспортной сети была проведена недостаточно обоснованно и, как правило, не компенсировалась созданием других линий движения. Если где и происходило это, то в основном на менее значимых направлениях.

Наиболее развитая трамвайная сеть сохранилась в Ленинском и Кировском районах и, частично, в Дзержинском и Калининском. При этом центр города связан трамвайными путями только с Октябрьским районом, сообщение же с другими районами города трамвай, как основной вид подвижного состава, потерял свое место, и объемы перевозок снизились.

Типы вагонов, которые в настоящее время курсируют по улицам города Новосибирска, представлены на рисунке 2.

а

б

в

Рисунок 2 – Типы трамвайных вагонов:
а – КТМ –5М3, б – Tatra KT4–DM, в – ЛМ-99

Библиографический список

1. Трамваи Новосибирска – прошлое и настоящее. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://nsk-kraeved.ru/viewforum.php?id=108 (дата обращения: 06.10.16).

УДК 623.4

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ

К.Н. Гоян, В.С. Лозовик
Научный руководитель И.Л. Аравин
Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии России

Терроризм не останавливается не перед чем.

12 ноября 2015 г. в бегущей строке новостных каналов впервые за долгое время прошло сообщение о широком применении в Сирийской Арабской

Республике боевых отравляющих веществ (ОВ). В последнее время сообщения о применении ОВ в этом районе появляются регулярно.

Это заставило еще раз рассмотреть особенности конструкции системы коллективной защиты (СКЗ), боевых машин, находящихся на вооружении. В целом, СКЗ обеспечивает защиту экипажа, десанта и оборудования от поражающих факторов оружия массового поражения и вентиляцию рабочих мест. При воздействии поражающих факторов система защиты срабатывает автоматически (имеется возможность включить систему принудительно, вручную). Система обладает световой и звуковой сигнализацией. Это обеспечивается специальным устройством – прибором радиационной и химической разведки.

Мы остановимся на той ее части, которая позволяет определять применение боевых отравляющих веществ. Для защиты экипажа создается избыточное давление, препятствующее попаданию ОВ вместе с воздухом, проходящем через неплотности.

Установленный на боевой машине пехоты прибор радиационной химической разведки (ПРХР) ГО-27 (Электрон-2) обеспечивает защиту от радиоактивных веществ, отравляющих веществ, бактериологических средств путем создания подпора, фильтрации воздуха, поступающего внутрь машины (рис. 1).

Работа системы сигнализации основана на использовании свойства воздуха, содержащего отравляющие вещества, уменьшать степень ионизации. Ионизация воздуха создается α-источниками – пластинками с нанесенным на них слоем плутония-239. При прохождении воздуха с отравляющими веществами происходит увеличение сопротивления (уменьшение степени ионизации) измерительной камеры. Вследствие перераспределения напряжений срабатывает система сигнализации и выдачи команд на исполнительные механизмы.

Рисунок 1 – Прибор радиационной химической разведки ГО-27

Для грамотной эксплуатации системы необходимо более тщательно рассмотреть условия применения и учитывать особенности ее конструкции.

Система реагирует только на такие типы отравляющих веществ как зарин и зоман. В то же время, если посмотреть на это немного шире, то в странах НАТО к основным боевым отравляющим веществам относятся V-газы, на которые прибор не реагирует.

Обнаружение отравляющих веществ зависит от температуры окружающего воздуха. Анализируемый воздух поступает через специальное

воздухозаборное устройство. Для обеспечения стабильной чувствительности прибора при колебаниях воздуха предусмотрен обогрев ионизационных камер, фильтра и входной трубки воздухозаборного устройства. Поддержание постоянной температуры обогреваемых элементов обеспечивается автоматически. Необходимая температура воздуха для надежного определения составляет + 15 ^{o}C и выше. Температура достигается наличием нихромового (материал Х20Н80) нагревательного элемента внутри канала воздухозаборного устройства. Соответственно, чем ниже температура окружающего воздуха, тем больше необходимо времени на выход прибора в рабочий режим. Экспериментальные данные, что для достижения необходимой температуры внутри трубки воздухозаборного устройства при температуре окружающего воздуха – 30 ^{o}C затрачивается порядка 4 часов.

Прибор имеет относительно большое число органов управления – 15 (рис. 2), причем ряд переключателей имеет для настройки и работы несколько промежуточных положений (не считая органов управления вынесенных отдельно и связанных так или иначе с системой). Относительно сложен порядок настройки и проверки ПРХР.

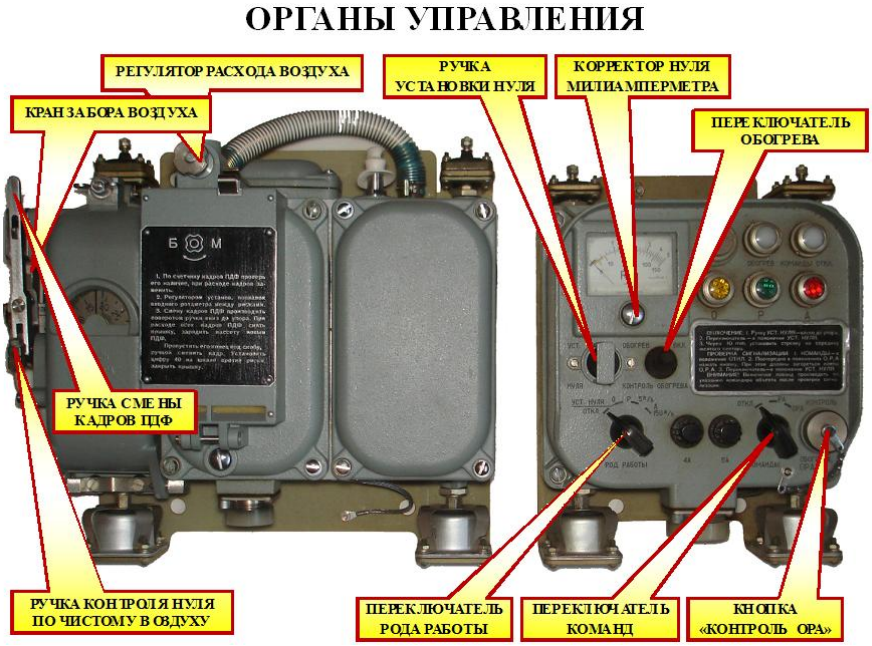


Рисунок 2 – Органы управления

Так, только подготовка к включению включает 12 операций и занимает достаточно времени. Например, устанавливать стрелку микроамперметра на риску середины желтого сектора допустимых отклонений по «0» необходимо только через 20 мин после включения прибора (помимо ручной установки на нулевую отметку стрелки самого микроамперметра). Если ПРХР не эксплуатировался в течение 10-30 суток, то стрелку микроамперметра на риску середины желтого сектора установить через 30 мин после включения прибора, после хранения в течение 1-6 месяцев – через 1 ч, после хранения в течение свыше 6 месяцев – через 2 ч. В целом, для проверки и настройки перед использованием всего комплекса прибора, необходимо выполнить 73 операции.

Отсек α-источников находится в 20 см от плеча механика-водителя. Безусловно, предупреждение об этом в виде соответствующего значка есть (в настоящее время это предупреждение по каким-то причинам отсутствует).

В приборе присутствуют высокие напряжения. Так, для питания счетчиков прибора, напряжение бортовой сети преобразуется блоком питания в

напряжение от 150 В до 390 В (питание цепи сигнализации отравляющих веществ – 200 В).

В ситуации попадания машины в зону поражения, не имеется внешних датчиков для ремонтных органов, которым этом факт может быть и не известен.

Для очистки наружного воздуха, подачи очищенного воздуха в обитаемые отделения машины и создания в них избыточного давления, препятствующего проникновению наружного воздуха внутрь обитаемых отделений машины через неплотности в корпусе, служит фильтровентиляционная установка. Работает в двух режимах: вентиляции и фильтровентиляции. Режимы переключаются автоматически при включенном ПРХР (можно и в ручную). Окончательную очистку зараженного воздуха обеспечивает фильтр-поглотитель который состоит из двух концентрично расположенных цилиндров, между которыми размещены шихта (активированный уголь) и противодымный фильтр (рис. 3).

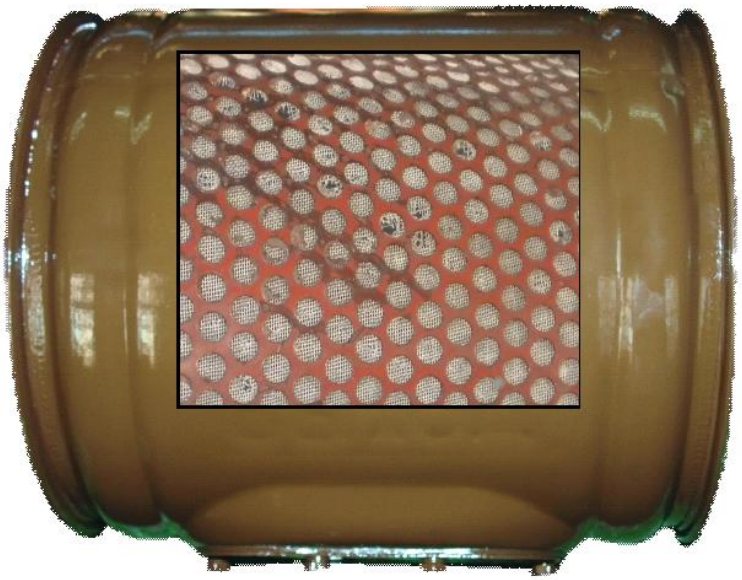


Рисунок 3 – Фильтр-поглотитель

Вместе с тем, и здесь имеются свои нюансы. Самое главное – отсутствие информации о степени загрязненности фильтра, а учет работы в режиме фильтровентиляции в документации отсутствует. Имеются данные, что фильтр может забиваться через 3-5 часов непрерывной работы в условиях применения ОВ. Безусловно, он разовый и запасные фильтры имеются, но в состав возимого комплекта не входят.

Специфика нашей статьи не означает негативного отношения к рассматриваемому вопросу. Мы считаем и будем считать, что наши боевые машины – это самые лучшие боевые машины, предназначенные именно для боевых действий. А знать особенности означает эффективное использование.

Библиографический список

1. Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Воениздат, 1989 – 624 с.

УДК 621.34: 628.18

ОБ ОДНОМ ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ШИМ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

А.С. Дащенко, М.В. Самохвалов, А.Ю. Кузнецов, А.В. Перевязкин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В статье рассмотрены вопросы оптимального управления частотно регулируемой асинхронной машины малой мощности с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) по минимуму основных электромагнитных потерь.

Ключевые слова: асинхронный электропривод, энергосбережение.

Большой практический интерес представляет задача минимизации потерь энергии в переходных процессах асинхронных частотно-регулируемых электроприводах с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). К настоящему времени в теории частотного управления асинхронными двигателями (АД) сформировался строго обоснованный, в рамках принятых допущений, подход к решению задач управления динамическими режимами, в том числе и задачи управления по минимуму потерь энергии.

Электромагнитные потери мощности ΔРэм асинхронного двигателя составляют главную долю от общих потерь мощности [1] (около 80-90% в номинальном режиме) ΔP_{Σ}, а механические потери

$$\Delta Р_{мех} = \Delta Р_{мех.н}\left(\frac{\omega}{\omega_{н}}\right)^{2} \quad (1)$$

образуют малую часть из общих потерь, зависящую от текущего значения скорости двигателя. Модуляционная составляющая электромагнитных $\Delta P_{эм\ п.}$ потерь зависит от модуляционной частоты $f_{п}^{*}$ и ширины ΔI_{p} пульсаций модуля обобщенного вектора тока статора I_{s}. В практических условиях получило широкое распространение регулирование асинхронной машины при минимальных удельных электромагнитных потерях

$$X = \frac{\Delta P_{эм1}}{|M^{*}|} = \min. \quad (2)$$

Для стационарного режима частотно-управляемой асинхронной машины при питании от преобразователей частоты с ШИМ используя следующие соотношения [2]

$$\left.\begin{array}{l} M^{*} = k\ \Psi_{r} \cdot I_{1} \cdot \sin\varphi \\ \Psi_{r} = L_{m} I_{1} \cos\varphi \end{array}\right\} \quad (3)$$

получим выражения для вычисления среднего значения электромагнитного момента машины в виде

$$M^{*} = k L_{m} I_{1}^{2} \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi, \quad (4)$$

что позволит привести уравнение (2) к виду

$$X = \left[\frac{\left(R_{S} + 0{,}005\ {}^{P_{н}}/_{\eta_{н}}\right) + k^{2} R_{r} \sin^{2}\varphi + \Delta P_{ст.н}\left(L_{m}^{2} \cos^{2}\varphi + k^{2} \cdot L_{\sigma r} \cdot \sin^{2}\varphi\right)\omega_{1}^{1,3}/\Psi_{m}^{2}}{k L_{m} |\sin\varphi \cos\varphi|} = min, \quad (5)$$

где Ψ_{r} - модуль вектора потокосцепления ротора машины, L_{m} - индуктивность намагничивания.

Решение уравнения (5) у разных авторов получено различными методами. Мы используем решение для значений абсолютного скольжения и косинуса угла нагрузки, соответствующих режиму минимальных основных электромагнитных потерь машины в виде

$$\beta_0 = \pm\frac{1}{T}\left[{}^{Y_1}/_{X_1}\right]^{1/2} = \pm\frac{1}{T}\left[\frac{R_s+0{,}005\,{}^{P_\text{н}}/_{\eta_\text{н}}+\Delta P_{\text{ст.н}}L_m^2\omega_1^{1,3}/\Psi_{m\text{н}}^2}{R_s+0{,}005\,{}^{P_\text{н}}/_{\eta_\text{н}}+k^2(R_r+\Delta P_{\text{ст.н}}\cdot L_{\sigma r}^2\cdot\omega_1^{1,3}/\Psi_{m\text{н}}^2)}\right]^{1/2}, \quad (6)$$

$$\cos\varphi_0 = \frac{1}{\left[1+{}^{Y}/_{X_1}\right]^{1/2}}, \quad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} \text{где}\quad X_1 &= R_s + 0{,}005\,{}^{P_\text{н}}/_{\eta_\text{н}} + k^2\left(R_r + \Delta P_{\text{ст.н}}\cdot L_{\sigma r}^2\cdot\omega_1^{1,3}/\Psi_{m\text{н}}^2\right)\\ Y_1 &= R_s + 0{,}005\,{}^{P_\text{н}}/_{\eta_\text{н}} + k^2(R_r + \Delta P_{\text{ст.н}}\cdot L_{\sigma r}^2\cdot\omega_1^{1,3}/\Psi_{m\text{н}}^2)\end{aligned}\right\} \quad (8)$$

$L_{\sigma r}$ - индуктивность рассеяния ротора машины, $\Psi_{m\text{н}}$- номинальное значение (в номинальном режиме) угла φ нагрузки (определяется в виде угла между векторами основных гармонических составляющих статорного тока $\overline{I}_1$ и потокосцепления ротора $\overline{\Psi}_r$).

Знак абсолютного скольжения определяется знаком развиваемого электромагнитного момента, являясь положительным для двигательного режима ($M^* \geq 0$) или отрицательным для генераторного.

Для асинхронных машин малой мощности в отличие от машин средней и большой мощности при управлении с минимальными основными электромагнитными потерями на практике допустима аппроксимация абсолютного скольжения β_0 электродвигателя некоторым неизменным постоянным значением скольжения [3], на рисунке 1 приведены для электродвигателя 4А90L4 характеристики синуса $\sin\varphi_0$, абсолютного скольжения β_0 и удельных основных электромагнитных потерь мощности X_0 в функции частоты ω_1 с частотным управлением с минимальными основными электромагнитными потерями (обозначены цифрой 1). Здесь же приведены для того же электродвигателя одноименные параметры: $\sin\varphi_\text{н}$, $\beta_\text{н}$ и X (обозначены цифрой 2) соответствующие экономичному закону частотного регулированию (т.е. при постоянстве абсолютного скольжения или угла нагрузки, равных их номинальным значениям: β=$\beta_\text{н} = const$ и $\varphi = \varphi_\text{н} = const$).

Если задаться верхней границей изменения модуля потокосцепления ротора Ψ_r магнитно-ненасыщенной асинхронной машины

$$\Psi_r = L_m I_1 \cos\varphi_0 \leq \Psi_{r\text{н}}, \quad (9)$$

то можно определить диапазон применения электромагнитного момента M^* машины по минимуму основных электромагнитных потерь

$$M^* \leq M^*_{max} = \frac{k\Psi_{r\text{н}}^2|\beta_0|}{R_r} = \frac{k\Psi_{r\text{н}}^2}{L_m}\,|\beta_0 T| = \frac{k\Psi_{r\text{н}}^2}{L_m}\left[\frac{Y_1}{X_1}\right]^{1/2}, \quad (10)$$

где M^*_{max} - максимально возможное среднее значение развиваемого электромагнитного момента машины.

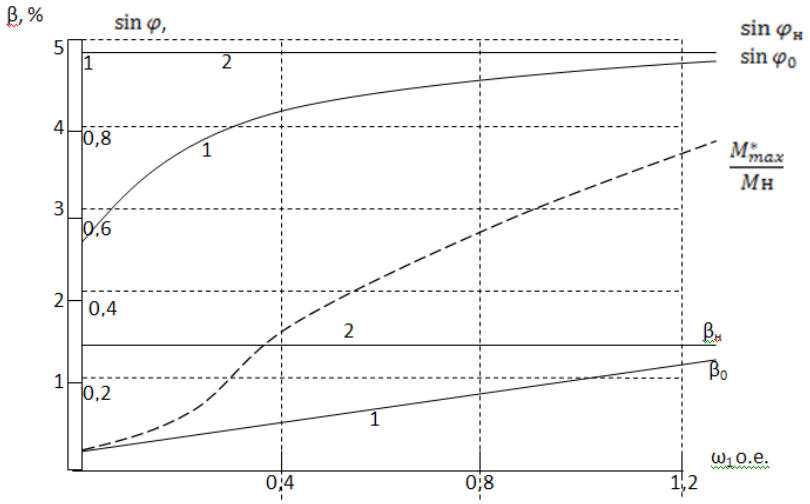


Рисунок 1 – Зависимости параметром режима асинхронной машины абсолютного скольжения β и синуса $sin\,\varphi$ угла нагрузки: 1 - с минимальными основными электромагнитными потерями мощности; 2 – для экономичного закона управления

Для этого же электродвигателя на рис.1 пунктирной линией показана зависимость предельно максимального значения (из условия функционирования без магнитного насыщения машины) электромагнитного момента $M^*_{max}/M_{\text{н}}$ двигателя в функции ω_1. При этом из характеристики видно, что указанный двигатель ниже магнитно ненасыщен, а выше данной кривой – происходит насыщения главной магнитной цепи двигателя.

Такой подход к расчету основных электромагнитных потерь самым существенным образом влияет на выбор оптимального коэффициента загрузки, который необходимо учитывать в связи с тем, что максимум КПД у АД наступает когда переменные потери мощности равны постоянным. На рис.1 приведена расчетная зависимость оптимального коэффициента загрузки от относительной частоты для АД типа 4АМ90L4 мощностью 2,2квт.

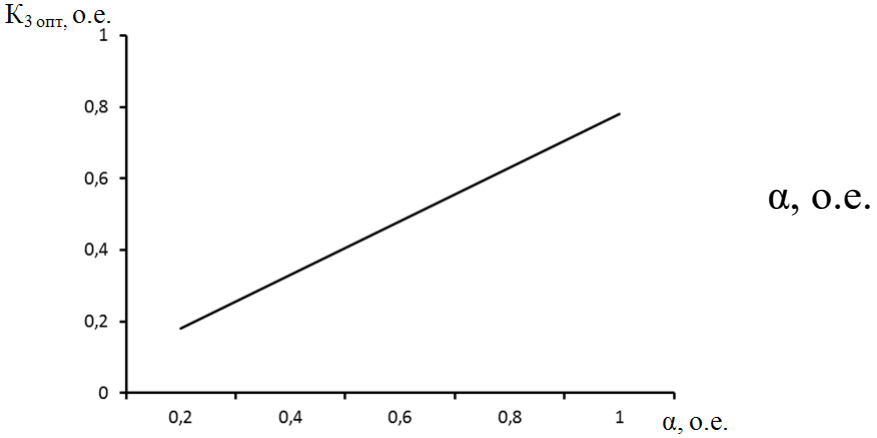


Рисунок 2 – График изменения оптимального коэффициента загрузки

(α=$\frac{f_1}{f_{1\text{ном}}}$; M_C=const)

Расчет проводился для постоянного статического момента и номинального магнитного потока [5] и анализ графика показывает, что оптимальный коэффициент загрузки однозначно смещается в сторону меньших

нагрузок при уменьшении частоты, тем самым уменьшая влияние несинусоидальной формы статорных токов на КПД системы ЭП.

Характер изменения зависимости $\frac{M^*_{max}}{M_н}$ свидетельствует, то должны быть на около $^1/_3$ завышены номинальный момент и номинальная мощность двигателя для стационарного режима работы электропривода при номинальной частоте $\omega_1 = 1o.e.$ в частотно-регулируемых по минимуму основных электромагнитных потерь электроприводах.

Исследования по рациональной загрузке (60-85% от номинального значения электромагнитного момента или мощности) общепромышленных асинхронных двигателей, исходя из обеспечения их экономичного режима работы проводились многочисленными исследователями, в том числе и [1].

По мнению авторов наиболее энергосберегающим (т.е. характеризующимся наименьшими выделяемыми общими потерями мощности в частотно-регулируемой асинхронной машине) является управление по минимуму основных электромагнитных потерь [6]. Такое регулирование по сравнению с экономичным предложенным М.П. Костенко обеспечивает снижение общих потерь электродвигателя от долей процента (при частотах ω_1 близких к номинальной до нескольких раз (при малых частотах ω_1).

Во избежание магнитного насыщения асинхронного электродвигателя при управлении по минимуму электромагнитных потерь необходимо кроме завышения выбранного двигателя по электромагнитному моменту и установленной мощности [7], работать с вентиляторным видом зависимости изменения электромагнитного момента от скорости, так как данное управление характеризуется невысокими значениями диапазонов изменения электромагнитного момента [8]:$M^* \leq \frac{2}{3} M_н$и скорости: |ω|$\leq 1o.e.$ асинхронной машины. Кроме того во избежание магнитного насыщения машины диапазон изменения электромагнитного момента $|M^*|$ еще дополнительно снижается с уменьшением скорости (ω) – в соответствии с кривой, показанной пунктирной линией.

Библиографический список

1. Радин В.И. Электрические машины. / В.И. Радин, Д.Э. Бруснин, А.Е. Зорохович. // М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.
2. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты /Р.Т.Шрейнер// Екатеринбург: УО РАН, 2000. – 653 с.
3. Булганов А.А. Частотное управление асинхронными электродвигателями / / М.: Наука, 1966. – 297 с.
4. Эпштейн И.И. Автоматизированный электропривод переменного тока // М.: Энергоатомиздат, 1982. – 192 с.
5. Волков А.В. Анализ стационарных режимов асинхронного двигателя при питании от автономного инвертора с широтно-импульсным способом регулирования выходного напряжения // Техническая электродинамика. – 1998. - №6. – с.42-47.
6. Иванов Г.Я. Потери мощности асинхронного двигателя при частотном регулировании / Г.Я. Иванов, А.Ю. Кузнецов // Новосибирск : Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего востока. – 2009. - №1. – с.362-364.
7. Браславский И.Я. Асинхронный энергосберегающий электропривод / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков // М.: Академия, 2004. – 256 с.

8. Шельфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированный электроприводы: Пер. с нем./Под ред. Ю. А. Борцова.-Л.: Энергоатомиздат, 1985.- 464 с.

УДК 62-1/-9

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОСИСТЕМЫ В СОВРЕМЕННОЙ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКЕ

А.А. Голендо, И.А. Захарьящев, С.Ю. Домашенко
Научный руководитель ст. преподаватель С.В. Речкин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В современной мобильной технике огромное значение придается гидросистеме. Начиная с 20 века, гидросистемы стали применять в различных отраслях производства, такие как: строительная, дорожная, сельскохозяйственная и так далее. Так, например, первое использование гидроусилителя руля в коммерческих целях, в 1951 году предложила компания Крайслер, что сейчас, в свою очередь, привело к использованию практически на всей мобильной технике.

Сложно предопределить, какое огромное значение придается гидросистеме, но можно сказать что, возросшие в последние годы темпы создания и освоения серийного производства новых машин с гидравлическим приводом являются наглядным подтверждением научно- технического прогресса.

Использование гидроприводов в строительных и дорожных машинах способствует значительному повышению уровня механизации в этих отраслях. Гидравлические устройства устанавливаются в системах управления на экскаваторах, бульдозерах, подъемниках, погрузчиках, кранах, а также в качестве силовых передач на движитель этих машин.

В результате внедрения современных технологических процессов и совершенствования гидравлического оборудования и машин с объемным гидроприводом за последние два десятилетия значительно улучшилось качество их изготовления, повысились продолжительность безотказной работы и технический ресурс.

В данной работе, мы рассмотрим гидравлическую систему на примере комбайна Acros 530.

Гидравлическая система Acros 530 включает в себя: Основную гидравлическую систему, Гидравлическую систему рулевого управления комбайном, Гидравлическую систему ходовой части комбайна.

Основная гидросистема предназначена для управления рабочими органами комбайна и включает в себя: гидробак, насос НШ28Д3 (в составе тандем шестерённых насосов), электрические гидрораспределители, клапан напорный, клапан с электромагнитным управлением, клапан дросселирующий (настраиваемый), поршневые плунжерные и специальные гидроцилиндры, полумуфты, гидромотор для реверса наклонной камеры, гидромотор привода мотовило, блок управления вращения мотовило, систему гибких и жестких маслопроводов.

Электро - гидрораспределители предназначены для управления привода в действие потребителей гидросистемы. Электро – гидрораспределители осуществляют: включение вибраторов бункера; управление поворотов выгрузного шнека из транспортного положения в рабочее и обратно; управление реверсом наклонной камеры; управление вертикальным и горизонтальным перемещением мотовила; управление вариатором вентилятора очистки; управление вариатором молотильного аппарата; управление ленексом включения жатки; управление ленексом выгрузного шнека; управление ленексом измельчителя; управление ленексом молотилки. Для ограничения скорости перемещения штоков, плунжеров гидроцилиндров в магистралях при необходимости установлены дроссели.

Гидробак, заполненный маслом обеспечивает работу основной гидросистемы, объёмной гидросистемы рулевого управления, гидроприводы мотовила жатки и гидросистемы объёмного привода ходовой части. Гидробак обеспечивает охлаждение рабочей жидкости, её очистку и температурную компенсацию изменения объёма.

Объёмная гидросистема рулевого управления приводит в действие механизмы поворота управляемых колёс, она не имеет рулевых тяг и связь между рулевым колесом и гидроцилиндром поворота колёс осуществляется – гидравлически[1]. Эта система включает в себя: насос НШ10Д3(в составе тандема шестерённых насосов); агрегат рулевой; гидроцилиндры и систему гибких и жестких маслопроводов. Давление в системе 16 МПа.

В гидросистеме привода ходовой части применяется объёмный гидропривод ГСТ112, который смонтирован на комбайне для передачи мощности от двигателя комбайна к моту ведущих колёс. Объёмный привод ходовой части включает в себя: аксиально-поршневой насос НП112; аксиально-поршневой гидромотор МП112; фильтр тонкой очистки; масляный радиатор и систему жёстких и гибких маслопроводов.

Гидростатическая трансмиссия ГСТ-112 обеспечивает бесступенчатую регулировку скорости движения в пределах любой из передач. Расширенный диапазон рабочих скоростей (до 15 км/ч) поможет полностью загрузить молотилку при работе на низкоурожайных полях. Благодаря высокой транспортной скорости (до 27 км/ч) экономится время перегона комбайна к месту работы. Например, если бы рулевое управление и трансмиссия работали от одного насоса, при одновременном использовании мощности не хватит, из-за чего уменьшится эффективность.

Если в гидросистеме комбайна предыдущих поколений (например, «Енисей 1200) движение рабочих органов приводилось действие при помощи рычагов и педалей, то на современных комбайнах включение электрогидрораспределителя осуществляется с помощью пульта управления ПУ142 и клавишами, расположенными на ручке ГСТ. А также ,если в зерноуборочном комбайне Енисей 1200 гидравлическая система служит для управления мотовилом, копнителем и жаткой, включения вибратора для более быстрой выгрузки зерна, то в комбайне Acros 530 гидросистема состоит из нескольких гидронасосов, которые питают рулевое управление, гидростатическую трансмиссию и навесное оборудование, а благодаря разделению всей системы на отдельные самостоятельные контуры, можно достичь бесперебойной работы всех узлов вне зависимости от нагрузки остальных.

Первую замену масла в гидросистеме необходимо производить через 60 часов работы и последующие замены через 500 часов работы, но не реже чем

1 раз в год. Частота рабочей жидкости – основа надежной работы гидросистемы при эксплуатации комбайна.

При эксплуатации гидропривода ввиду сложности конструкции многих его элементов, неизбежно возникают различного рода неисправности, которые необходимо вовремя определять и устранять. Многие потребители связывают любую неисправность гидравлической системы с качеством используемого масла, забывая один простой факт – масло всегда является индикатором того, как систему эксплуатируют. До 70% отказов гидравлических систем возникает из-за состояния масла. Причем если разбирать более подробно эти отказы, треть из них связана с неправильным подбором самого масла, две трети – с чистотой масла и качеством фильтрующих элементов.

Сегодня в эксплуатации находится большое количество оборудования и техники, укомплектованных гидравлическими системами различных производителей (Eaton-Vickers, Denison, Bosch-RexRoth, Linde, ПСМ). В основном, проблемы возникают с оборудованием, сошедших с гарантии – выработавшим свой ресурс, устаревшим физически и морально.

Наиболее часто в системе гидравлики выходят из строя гидронасосы. После выявления неисправности и ремонта путем восстановления или замены деталей обязательны настройка параметров и испытание агрегата на стенде. И, конечно, проверка работы после установки. То же относится и к гидронасосам, которые по восстановлении требуют обкатки. Другой важный элемент гидравлики - гидроцилиндры. Здесь большинство деталей, как правило, ремонту не подлежит и идет на замену (гильза, буксы, уплотнения и др.). Характерные поломки выявляются у гидрораспределителей, узлов, которые изменяют параметры потока рабочей жидкости от насоса к агрегатам гидропривода. Здесь часто выходят из строя гидроклапаны (подлежат ремонту) и золотники (из-за попадания в механизм грязи - утечка жидкости, заклинивание возвратной пружины и другие симптомы). Естественно, качество выполненного ремонта тщательно проверяется на стенде, а затем в рабочих условиях.

По механической части гидросистемы может выйти из строя коробка отбора мощности - редуктор, передающий крутящий момент от двигателя автомобиля к дополнительному оборудованию.

Исходя из этого, можно сказать, что для минимизации появления недостатков, необходимо разрабатывать более прочные материалы из которых разрабатываются детали, а также своевременное обслуживания узлов гидросистемы и соблюдение правил эксплуатации[2]. Важным условием продолжительности работы является качественное масло, значит необходимо выявлять нужные химические соединения для улучшения производительности и долговечности продукта.

В заключении хочется сказать, что благодаря использованию гидросистем, в разы увеличились объем, качество и количество проделанной работы в сферах, где они используются. Стоит заметить, что прогресс усовершенствования развивается благодаря использования электроники. Например, управление краном или навесным устройством осуществляется джойстиком. Перспективой может стать установка электронного оборудования, которое позволяет проверять состояние и неисправности через компьютер, и у прощает поиск неисправностей и их возникновений.

Важную роль в развитии гидропривода может сыграть создание и внедрение новых конструкционных материалов. В частности, развитие нанотехнологий позволит повысить прочность материалов, что позволит уменьшить массу гидрооборудования и его геометрические размеры, повысить

его надёжность. Создание прочных и одновременно эластичных материалов позволит, уменьшить недостатки многих гидравлических машин.

Библиографический список

1. Основы гидравлики и Гидравлические и пневматические машины. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://gidravl.narod.ru/gidrosled.html
2. Насосы НШ: Эксплуатация. [Электронн. ресурс] – Режим доступа: http://vostok-agro.info/dokumentatsiya/8-montaz.html.

УДК 629.735.4; 629.7.078

ПОВЫШЕНИЕ КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ТВ3-117 НА ВЕРТОЛЕТЕ Ми-8МТВ

А.В. Барчуков
Научный руководитель С.Н. Кузнецов
Иркутский филиал МГТУ ГА
Кафедра летательных аппаратов и двигателей
(г. Иркутск)

В процессе технического обслуживания вертолёта Ми-8МТВ требуется выполнять работы по контролю момента закрытия и открытия клапана перепуска воздуха двигателя ТВ3-117. В настоящее время данный контроль осуществляется косвенными способами: при первом способе - замер производится по падению (повышению) температуры газов за турбиной, данный способ имеет большую погрешность, при втором способе - замер производится по выходу струи воздуха из отводящего патрубка, что приводит к нарушению мер безопасности при выполнении операции контроля, а приспособления, позволяющего с точностью проводить данную операцию, не существует. В статье предлагается разработанный прибор контроля.

Регулирование осевого компрессора применяется для обеспечения его устойчивой работы и высоких значений КПД на всех режимах работы двигателя.

Основными способами регулирования являются:

- перепуск части воздуха из средних ступеней в атмосферу или в затурбинное пространство двигателя;
- поворот лопаток направляющих аппаратов одной или нескольких первых, а иногда и последних ступеней;
- выполнение компрессора по двухкаскадной или трехкаскадной схеме.

Основными способами регулирования двигателя ТВ3-117 являются: поворот лопаток входного направляющего аппарата и направляющих аппаратов первых четырех ступеней компрессора, а также перепуск части воздуха двумя управляемыми клапанами перепуска воздуха (КПВ) из-за седьмой ступени компрессора [2].

В настоящее время контроль открытия и закрытие клапанов на двигателе в процессе его опробования осуществляется по технологической карте на основании увеличения или уменьшения температуры газов в пределах 20…50 градусов, или по выходу струи газов из отводящего патрубка КПВ [1,3].

Первый способ имеет большую погрешность, так как стрелки прибора 2УТ-6К (указатель температуры газов) не фиксируются в одном положении из-за непостоянности значения температуры.

Наиболее точным является второй способ, при котором замер производится по выходу струи воздуха из отводящего патрубка, но в настоящее время приспособления, позволяющего с точностью проводить данную операцию, не существует, также необходимо отметить, что выполнение данной операции приводит к нарушению мер безопасности при выполнении операции контроля.

Отсутствие визуальной системы контроля работы клапана способствующее устранить указанные выше недостатки и явилось основой для создания прибора контроля, позволяющего производить точные измерения момента открытия и закрытия клапана перепуска воздуха двигателя ТВ3-117 вертолёта Ми-8МТВ.

Разработанный прибор контроля (рис. 1) состоит из первичного преобразователя (1), канала связи (3) и вторичного прибора (3).

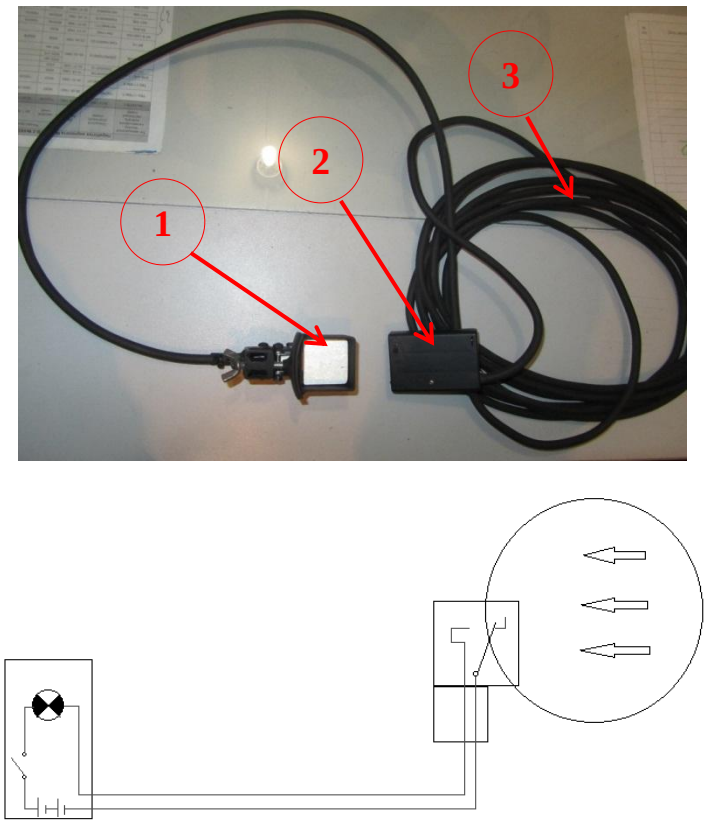


Рисунок 1 – Прибор контроля работы КПВ:
1 – первичный преобразователь; 2 – вторичный прибор; 3 – канал связи

Первичный преобразователь (рис. 2) выполнен из металлического квадратного профиля с целью защиты от механического повреждения. Неотъемлемой частью преобразователя является чувствительный элемент заслонка (4), непосредственно воспринимающий контролируемый параметр (выход струи воздуха из отводящего патрубка) и преобразующий его, через концевой выключатель (8), в первичный сигнал.

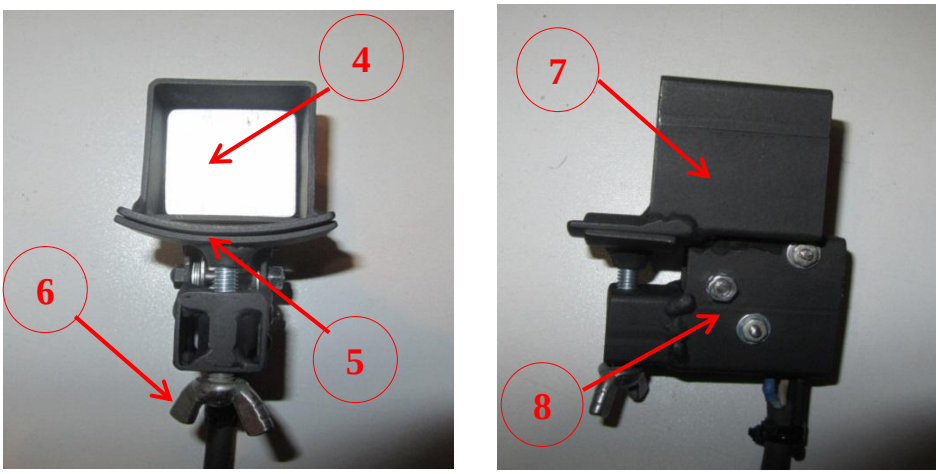


Рисунок 2 – Первичный преобразователь:
4 – заслонка; 5 - крепление к воздуховоду; 6 - фиксирующий болт; 7 - корпус заслонки; 8 - концевой выключатель

Материал основных деталей прибора – сталь, заслонка – дуралюмин. Для удобства применения на корпусе прибора предусмотрено крепление (5), имеющее изгиб, соответствующий диаметру отводящего патрубка.

Канал связи (рис. 3), представляет собой электрический кабель (9), предназначен для передачи сигнала от первичного преобразователя (1) к вторичному прибору (2).

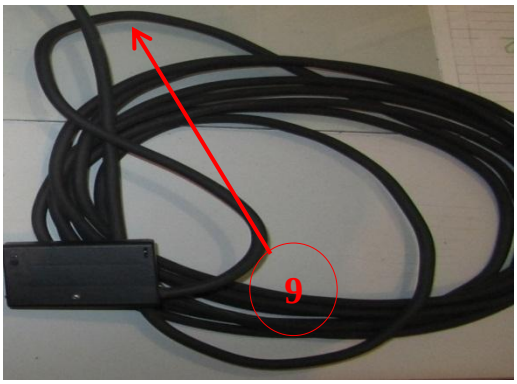


Рисунок 3 – Канал связи

Вторичный прибор (3) – устройство (рис. 4), воспринимает сигнал от первичного преобразователя (1) и преобразует его в форму светового сигнала. Устройство представляет собой пластиковый корпус прямоугольной формы в котором располагаются электрические элементы питания – две батарейки, напряжением 1.5 V каждая и светодиодная лампочка (9), питанием 3V, которая сигнализирует об открытии (закрытии) клапана перепуска воздуха.

Прибор контроля (рис. 5) устанавливается на отводящий патрубок (13) при помощи крепления (2) и фиксируется болтом (3). Заслонка (1) находится в закрытом исходном положении.

Электрический кабель (9) прокладывается через открывающийся блистер вертолёта в кабину экипажа. Корпус вторичного прибора (10) крепится на приборной панели левого лётчика (рис. 6) так, чтобы бортовой техник мог визуально контролировать срабатывание светодиодной лампы (12). При этом кнопка (11) устанавливается в положение «вкл».

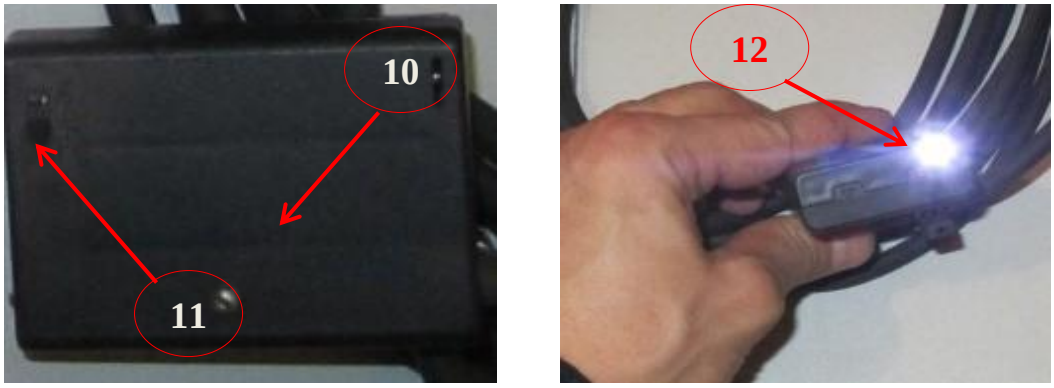


Рисунок 4 – Вторичный прибор:
10 – корпус вторичного прибора; 11 – кнопка «вкл/выкл»; 12 – светодиодная лампа

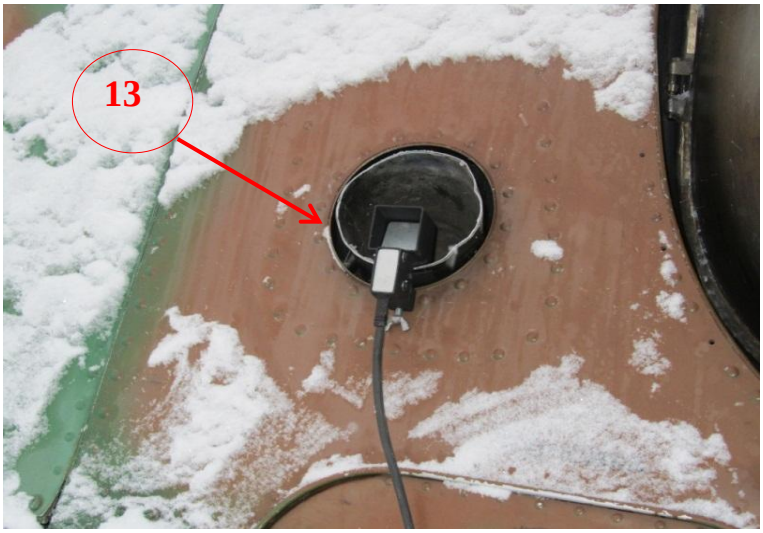


Рисунок 5 – Крепление прибора на отводящем патрубке:
13 – отводящий патрубок

Рисунок 6 – Крепление прибора внутри кабины

После запуска двигателя автоматика подаёт сигнал на открытие КПВ. Поток воздуха, проходящий через отводящий патрубок (13) оказывает давление на заслонку (4), которая изменяет своё положение и воздействует на концевой микровыключатель (8), в кабине экипажа загорается светодиодная лампочка (12), которая сигнализирует об открытии клапана перепуска воздуха. При достижении частоты вращения компрессора 84 – 87% КПВ закрываются и заслонка (4) возвращается в исходное положение. Светодиодная лампочка

(12) гаснет, сигнализируя о закрытии КПВ. При достижении частоты вращения компрессора 82% КПВ открываются, о чём сигнализирует светодиодная лампочка (12).

Предложенный прибор может использоваться в процессе опробования двигателя при контроле момента открытия и закрытия клапана перепуска воздуха двигателя ТВ3-117 вертолёта Ми-8МТВ.

Библиографический список

1. Регламент технического обслуживания вертолета Ми-8МТВ, часть 1. Планер и силовая установка. – Министерство транспорта Российской Федерации, Москва 1995 год.
2. Турбовальный двигатель ТВ3-117ВМ, руководство по технической эксплуатации, книга 3. Изотов П.С., Ширков В.Т., Захаров О.Г. – М.: Завод им. В.Я. Климова, Мотор Сич, 2003.
3. Технологические указания по выполнению регламентных работ на вертолете Ми-8. – М.: Воздушный транспорт, 1981.

УДК 62-9

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОЙ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ШИМ

А.В. Кокорин
Научный руководитель к.т.н., доцент А.Ю. Кузнецов
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

В данной статье рассмотрены вопрос оценки степени влияния стартовых токов не синусоидальной формы на потери мощности асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и транзисторного преобразователя частоты с широтно-импульсной модуляцией.

Ключевые слова: регулируемый электропривод.

I. Введение

В настоящее время уделяется большое внимание вопросам экономии электроэнергии. Энергосбережение стало одним из приоритетных направлений во всех развитых странах мира и ведущих компаний. Это связанно с возрастающими сложностями добычи энергоресурсов, вследствие этого повышение цен на данные энергоресурсы. А также с обозначившимся курсом на повышение энергоэффективности производства.

II. Постановка задачи

Исходя из технических требований, в пределах реализуемой мощности машины электроприводы (ЭП) большинства механизмов могут быть выполнены на основе асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором и транзисторного преобразователя частоты [5] с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), при решении задач выбора которых почти совсем не учитывается составляющие потерь мощности, вызванные влиянием не синусоидальности составляющие потерь мощности, вызванные влиянием не синусоидальности формы статорных токов на КПД (коэффициент полезного

действия) систем ЭП с ШИМ, что вносит значительную погрешность в расчеты суммарных потерь мощности в частично-регулируемых АД [7]

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{Fe} + 3I_m^2 R\,. \qquad (1)$$

III. Результаты экспериментов

Данный подход к расчету суммарных потерь мощности самым существенным образом влияет на выбор оптимального коэффициента загрузки, который необходимо учитывать в связи с тем, что максимум КПД у АД наступает, когда постоянные потери мощности равны переменным [3]. На рис.1. приведена расчетная зависимость оптимального коэффициента загрузки от относительной частоты для АД типа 4АМ90L4 мощностью 2,2 кВт.

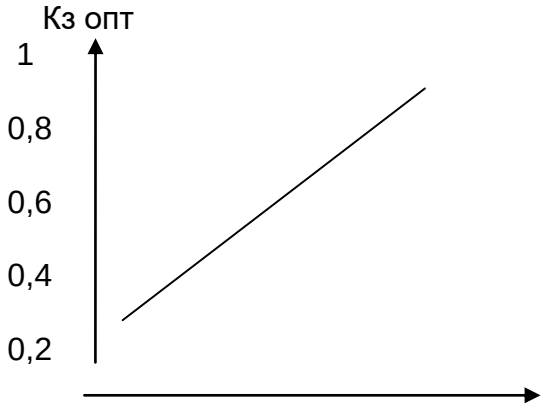


Рисунок 1 – График изменения оптимального коэффициента загрузки ($\alpha = \frac{f_1}{f_{1ном}}$; $M_C = const$).

Расчет приводился при постоянном статическом моменте и при номинальном магнитном потоке [5]. Анализ графика показывает, что оптимальный коэффициент загрузки определенно смещается в сторону меньших нагрузок при уменьшении частоты, тем самым, уменьшая влияние несинусоидальной формы статорных токов на КПД системы ЭП.

IV. Теория

Используя известную в теории электрических машин электрическую диаграмму для анализа потерь мощности АД в частично-управляемом электроприводе с питанием от преобразователя частоты с ШИМ приведенной на рис.2. На данном рисунке использованы следующие обозначения: P_Σ - суммарная потребляемая мощность электродвигателя; P_2 — полезная мощность на валу электродвигателя; $\Delta P_{эг}$ — электрические потери мощности в статорной и роторной обмотках электродвигателя; $P_{эм}$ и $P_{мех}$ — электромагнитная и механическая мощности машины; $\Delta P_{эs}$ и $\Delta P_{доб}$ — добавочные потери; $\Delta P_{мех}$ — механические потери [2].

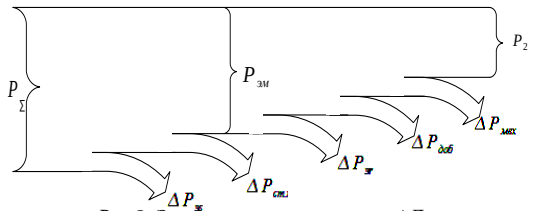


Рисунок 2 – Энергетическая диаграмма АД

Действительная несинусоидальность формы фазных статорных токов асинхронной машины при питании от преобразовательной частоты с ШИМ вызывает в каждом межкоммутационном интервале периодическое изменение вектора статорного тока $\bar{I}_s$. Период ШИМ достаточно мал и обмотка статора АД, обладающая свойствами фильтра низких частот, при импульсном характере мгновенных значений составляющих модуля I_s сказывается на наличии высокочастотных пульсаций мгновенных значений активной мощности, вызывающих дополнительные потери [5].

За n-й межкоммутационный интервал, среднее полное значение потребляемой мощности электрической машины определяются из выражения [6]

$$P_s^* = \frac{1}{\tau_n}\int_0^{t_n} P_{\Sigma}(t)dt = R_s I_1^2\left[1+\frac{1}{12}\frac{I_n^2}{I_1^2}\right] + k\omega_1\psi_r I_1 \sin\wp, \qquad (2)$$

где R_s — активное сопротивление статорной обмотки I_1 — ток статора; I_n — модуляционная составляющая вектора тока статора; ω_1 - угловая частота основной гармоники фазного статорного тока; k - коэффициент приведения ротора; ψ_r - потокосцепление ротора; $\wp$ - угол между вектором тока стартера I_s и потокосцеплением ротора ψ_r (угол нагрузки); τ_n - длительность n-го межкоммутационного периода. Первая часть описывает среднее значение за межкоммутационный период электрические потери в статорной обмотке машины, а второе — среднюю развиваемую электромагнитную мощность идеализированной асинхронной машины (без учета потерь в сети) $P_{эм} = \omega_1 M^*$.

Для стационарного режима (т.е. при I_1, $\omega_1 = const$) при релейном управлении модулем I_s, среднее значения электрических потерь мощности статора $\Delta P_{эs}$ и электромагнитной мощности $\Delta P_{эм}$ остаются неизменными на любом текущем межкоммутационном интервале работы преобразователя с ШИМ.

С учетом этого указанные мощности можно принять при расчетах равными соответствующим средним значениям статорных электрических потерь мощности и электромагнитной мощности АД (достаточно просто рассчитать за время усреднения, равное периоду основной гармоники фазного статорного тока машины) [5].

Для электроприводов с высокочастотной ШИМ средняя мощность электрических потерь в роторе $\Delta P_{эr}$ может вычисляться аналогично электрическим потерям в статоре электродвигателя, с помощью коэффициентов приведения для машин небольшой и средней мощности, а также через амплитуду I_1 основной гармонической составляющей статорного тока, угол $\wp$ нагрузки, собственное R_r и эквивалентное $R_r^{'}$ — значения активных сопротивлений ротора [3]

$$\Delta R_{эr} = R_r * I_1^2,$$
$$R_r^{'} = kR_r\left[\sin^2\wp + \delta\left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2\right]. \qquad (3)$$

Так как собственное сопротивление R_s асинхронных машин небольшой мощности практически не зависит от частоты статорного тока[1], то при расчетах испытуемой машины (Р = 2,2 кВт) коэффициент приведения находился в виде

$$\delta = \frac{1}{12}. \quad (4)$$

Просуммировав электрические потери мощности в статорных и роторных обмотках электрической машины, получим суммарные электрические потери $\Delta P_э$ мощности асинхронной машины в электропроводах с преобразователями частоты с ШИМ[1]. Эти потери мощности содержат основную $\Delta P_{э1}$ (зависящую от амплитуды I_1 основной гармоники статорного тока) и модуляционную $\Delta P^*_{эп}$ (зависящую от модуляционных пульсаций статорного тока) составляющие

$$\begin{gathered}\Delta P_э = \Delta P_{э1} + \Delta P^*_{эп},\\ \Delta P_{э1} = \left(R_s + k^2 R_r \sin^2 \varphi\right) I_1^2,\\ \Delta P^*_{эп} = \delta\left(R_s + k^2 R_r\right) I_n^2.\end{gathered} \quad (5)$$

Согласно приведенной на рис.2. энергетической диаграмме суммарные потери мощности ΔP_Σ содержит еще добавочные потери мощности, рассчитываемые по формулам [5]

$$\begin{gathered}\Delta P_{доб} \approx 0{,}005 I_1^2 \frac{P_н}{\eta_н},\\ \Delta P_{мех} \approx \Delta P_{мехн}\left(\frac{\omega}{\omega_н}\right)^2.\end{gathered} \quad (6)$$

Электромагнитные процессы, протекающие в короткозамкнутом двигателе в стационарных режимах релейного регулирования модуля I_s достаточно подробно изучены и для асинхронной машины, питаемой от статического преобразователя частоты с ШИМ (работа НПЧ-ШИМ , АИН-ШИМ) любого n-го межкоммутационного интервала можно воспользоваться соотношениями, описанными в [2,3].

Выражение для расчета общей электромагнитной мощности потерь $\Delta P_{эм}$ из энергетической диаграммы для асинхронного ЭП с ШИМ запишем в виде суммы $\Delta P_{эм} = \Delta P_{эм1} + \Delta P_{эмП}$ [7], где основную составляющую общих потерь мощности машины представим в виде

$$\Delta P_{эм1} = I_1^2\left(R_s + 0{,}005\frac{P_н}{\eta_н}\right) + k^2 R_r \sin^2\varphi + \Delta P_{ст.н} \cdot \left(I_m^2 \cos^2\varphi + k^2 L_{\sigma r}^2 \sin^2\varphi\right)\omega_1^{1,3} / \psi_{тн}^2, \quad (7)$$

а модуляционную составляющую этих потерь в виде

$$\Delta P_{эм.м} = \Delta I^2\left[\delta\left(R_s + k^2 R_r\right) + k^2 \Delta P_{ст.н} L_{\sigma r}^2 \left(\frac{f_м}{50}\right)^{1,3} / 4\psi_{тн}^2\right]. \quad (8)$$

где $f_м$ — среднее значение модуляционной частоты, рассчитывается исходя из количества межкоммутационный интервалов за полупериод статорного тока машины, $L_{\sigma r}$ — индуктивность рассеяния ротора, $\psi_{тн}$ — номинальная амплитуда главного потокосцепления машины, $\Delta P_{ст.н}$ — потери в стали номинальные, k — коэффициент приведения ротора рассчитываемый из $k = \frac{L_m}{L_{\sigma r} + L_m}$.

V. Обсуждение результатов

Представленные зависимости позволяют рассчитать потери мощности частотно-управляемой асинхронной машины в электроприводах с ШИМ с достаточной точностью не только при релейном управлении. С учетом

оптимального коэффициента загрузки можно вносить определенную поправку, что позволяет компенсировать при расчетах среднеквадратичное значение пульсаций модуля I_s вектора тока статора.

VI. Заключение

Дальнейшие исследования показали, что в зависимости от коэффициента загрузки и диапазона изменение модуляционной частоты в пределах 1-15 кГц, несинусоидальность формы статорных токов в электроприводах с АИН-ШИМ приводит к дополнительным модуляционным потерям мощности асинхронной машины до 16%, что в общем вызывает снижение общего КПД. Не менее чем на 2-5% в приближенных инженерных расчетах для машин малой мощности (менее 10 кВт).

Библиографический список

1. Башарин А.В. Управление элетроприводами / А.В.Башарин, В.А.Новиков, Г.Г. Соколовский // Л. :Энероиздат. — 1982.. — 100с.
2. Браславский И.Я. Асинхронный энергосберегающий электропривод/ И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов,В.Н. Поляков // М.: Академия, 2004. — 256с.
3. Эпштейн И.И. Автоматизированный электропривод переменного тока // М.: Энергоатомиздат, 1982. — 192с.
4. Иванов Г.Я. Потери мощности асинхронного двигателя при частном регулировании / Г.Я. Иванов, А.Ю. Кузнецов // Новосибирск: Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего востока. — 2009. — №1 .— с.362-364
5. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты // Екатеринбург: УО РАН, 2000. — 653с.
6. Волков А.В. Анализ стационарных режимов асинхронного двигателя при питании от автономного инвертора с широтно-импульсным способом регулирования выходного напряжения // Техническая электродинамика. — 1998. — №6. — с. 42-47.
7. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием // М.: Академия, 2006. — 264с.

УДК: 636.293.1: 66-933.4

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПРОДУКЦИИ МАРАЛОВОДСТВА

Ю.П. Штабель, А.В. Пискарев
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Решение стратегических задач по улучшению условий труда предполагает повышение эффективности применения средств механизации. Одним из важнейших условий достижения этой цели является сокращение ручного труда работников, эффективное внедрение средств механизации технологических процессов животноводства [1].

Мараловодство, как отрасль животноводства, в силу географических и исторических особенностей, а также экономического потенциала можно отнести к числу перспективных отраслей регионального АПК. Промышленное разведение маралов с целью получения пантовой продукции на основе глубокой переработки – одно из перспективных направлений развития

сельского хозяйства как в Республике Алтай, так и для Российской Федерации [2, 3]. Следовательно, разработки, направленные на поиск путей повышения эффективности развития пантового мараловодства, весьма актуальны.

Уместно подчеркнуть, что процессы, необходимые для получения продукции мараловодства, слабо механизированы и, в основном, пока преобладает ручной труд. В частности, для обрезки пантов марала надо как-то зафиксировать (т.е. «обездвижить»). Это не простой вопрос и требует не только сноровки людей, но и применения средств, облегчающих этот процесс.

Рассмотрим, как это решается в передовых хозяйствах: с учетом накопленного опыта использования средств механизации.

Рисунок 1 – Фиксирующий станок для маралов ООО «Шебалинский питомник» ферма Кумалыр

Для этих целей используют удерживающий (фиксирующий) станок, который выполнен в виде короба, сквозные двери которого закреплены шарнирно на петлях к вертикальным элементам дверной коробки. Входную дверь в фиксирующий станок устанавливают в конце разбивочного коридора, а выходную – на выходе из станка, таким образом, что обе двери ограничивают движение животного вперед и назад. Двери снабжены защелками, удерживающими их в закрытом положении. Внутри станка по его длине располагаются жимы, повторяющие форму тела марала, к которым присоединены передаточные рычаги. Действуя на них, можно сжимать или разжимать жимы и одновременно опускать двустворчатый пол (рис. 1).

Механизм поднятия и опускания боковых зажимов и створок пола снабжен гидроприводом, выполненным в виде вертикального рычага, закрепленного в середине одной из боковых стенок. В верхних боковых частях противоположных стенок станка имеются две шарнирно закрепленные дверки для доступа к животным.

Фиксация маралов в станке посредством их зажимания является чрезвычайно необходимой, так как полудикие животные в незафиксированном

состоянии находятся в постоянном нарастающем стрессе и в поисках выхода пугаются, прыгают, наносят себе ушибы, травмы, ломают и повреждают панты.

Полуприрученность и высокая возбудимость маралов не обеспечивает требуемого режима фиксации, а при несогласованности действий с полом и жимами животное часто падает и травмируется.

Дальнейшее совершенствование удерживающего станка, с учетом природного характера полудиких животных, должно исключить повреждение пантов, травмы туловища и конечностей. Данная научно-техническая проблема, требующая своего решения, должна основываться на генетических особенностях животных и способе получения основной продукции.

Научно-обоснованный системный подход к определению и принятию решений в производственных процессах позволит организовать знания и опыт так, что станет возможным найти оптимальные варианты технических средств их реализующих: эффективных средств и способов механизации выполнения, как отдельных процессов, так и комплексной механизации с учетом организационно-экономических и технологических условий мараловодства.

Библиографический список

1. Морозов, Н.М. Стратегия развития механизации и автоматизации животноводства [Текст] / Н.М. Морозов // Техника и оборудование для села. - № 7. 2003 – С. 2-5.
2. Луницын, В.Г. Производство, переработка и биохимический состав продукции пантового оленеводства [Текст] / В.Г. Луницын, РАСХН, Сиб. отд-ние, ВНИИПО. – Барнаул, 2008. – 294 с.
3. Луницын, В.Г. Инструкция по бонитировке маралов с основами селекционно-племенной работы [Текст] / В.Г. Луницын, П.И. Краснослободцев, М.Н. Шалина. – Барнаул, 2006. – 32 с.

УДК 666.12: 694.89

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ГРУНТОБЕТОНОВ С ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСЬЮ И ОТХОДАМИ ХРИЗОТИЛЦЕМЕНТА

А.П. Пичугин, д.т.н., профессор**, В.А. Гришина,** к.т.н., доцент**,**
И.К. Язиков, к.т.н., доцент**, М.А. Пичугин,** инженер
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

Для разработки рациональной технологической схемы производства работ по укреплению грунта оснований дорожных одежд с использованием портландцемента и минеральных добавок направленного действия необходимо было определиться с основными процессами, сопутствующими возведению дороги. Устройство цементогрунтовых слоев с минеральными добавками должно осуществляться непосредственно на дороге путем перемешивания отдельных компонентов, входящих в состав грунтобетонной смеси. Все этапы работ включают в себя следующие основные операции или процессы:

- подготовка грунта грейдерами в бурт на предварительно уплотненном грунтовом основании (земляном полотне);
- распределение минеральных добавок по всему объему грунта, предназначенного для укрепления;

- перемешивание и измельчение грунта дорожной фрезой до создания однородной массы за два прохода;
- равномерное распределение цемента при помощи специального устройства;
- перемешивание грунтобетонной смеси дорожной фрезой за два прохода;
- увлажнение смеси водой, содержащей растворенный таловый пек через специальные дозировочные устройства для полива;
- перемешивание увлажненной грунтобетонной смеси дорожной фрезой за два-три прохода;
- разравнивание грунтобетонной массы по всей расчетной площади дорожного полотна;
- уплотнение грунтобетонной смеси катками.

В соответствии с вышеприведенными технологическими процессами была разработана технологическая схема производства работ по устройству основания дорожного полотна (рис.1).

Для производства работ необходимо было выбрать соответствующее технологическое оборудование, которое бы наиболее эффективно работало в производственных условиях. Кроме того, это оборудование должно быть в дорожно-строительных организациях, обслуживающих территории предполагаемого внедрения. С учетом анализа наличия дорожно-строительной техники и машин в Краснозерском и Убинском районах бы сформирован следующий набор техники для устройства цементогрунтовых оснований с органоминеральными добавками направленного действия, представленными в таблице 1.

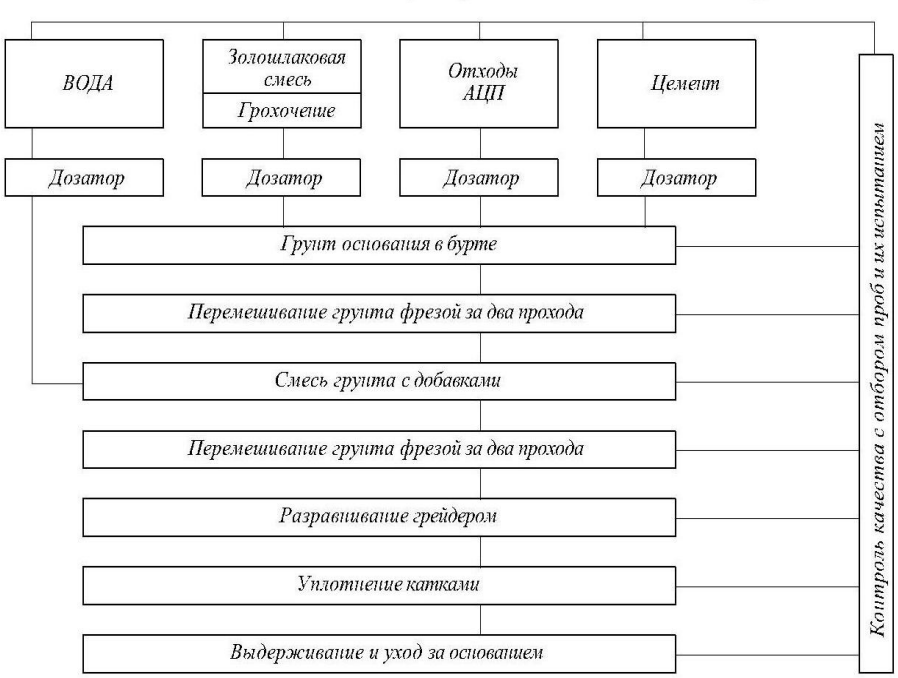


Рисунок 1 – Технологическая схема устройства основания дорог из укрепленного комплексными органоминеральными добавками направленного действия грунта

Таблица - Технологическая карта-схема устройства основания толщиной 0,20 м из суглинистого грунта, укрепленного цементом с добавками

Технологическая последовательность рабочих процессов	Количество материалов на 1 км основания В=7 м	Производительность машины в смену
Профилирование обрабатываемого слоя грунта автогрейдером ДЗ-98А	7000-7500 м^2	1400-1500 м^2
Подвозка и распределение золошлаковой смеси с отходами АЦП автомобилями-рас-пределителями ДС-72 на расстояние 5 км	280 т	60 т
Измельчение и перемешивание ЗШС и ОАЦП с грунтом фрезой ДС-74А за 2 - 3 прохода по одному следу	2800-3000 т	500-550 т
Профилирование смеси автогрейдером ДЗ-98А или ДЗ-140	7000-7500 м^2	1450-1500 м^2
Подвозка воды в смеси с таловым пеком (18 % массы) поливомоечными машинами ПМ-130Б на среднее расстояние 5 км	255 т	30 т
Перемешивание грунта с добавками фрезой ДС-74А за 1 - 2 прохода	3000 т	1100 т
Профилирование смеси автогрейдером ДЗ-98А или ДЗ-140	7000-7500 м^2	1450-1500 м^2
Подвозка цемента (6 % массы грунта) автоцементовозами ТЦ-10 на среднее расстояние до 50 км	85 т	30 т
Распределение цемента цементовозами-распределителями ДС-72	85 т	60 т
Перемешивание грунта с цементом за 2 - 3 прохода по одному следу фрезой ДС-74А	2885-3085 т	550 т
Профилирование смеси автогрейдером ДЗ-98А или ДЗ-140	7000-7500 м^2	1500 м^2
Уплотнение смеси катками на пневмати-ческих шинах ДУ-55 или комбинирован-ного действия ДУ-52 за 10 - 14 проходов по одному следу	1400-1500 м^3	1200 м^3
Профилирование слоя основания автогрейдером ДЗ-98А или ДЗ-140	7000-7500 м^2	1500 м^2
Уход за слоем основания розливом битум-ной эмульсии автогудронатором ДС-39Б	7000-7500 м^2	5500 м^2

Для равномерного распределения укрепляющего компонента и добавок агрегатный состав грунта должен состоять из частиц мельче 2 мм. Непосредственно же в производственных условиях измельчить грунт до такого состояния не всегда выполнимая задача и зависит от применяемых машин и влажности грунта в период выполнения работ. Основной структурообразующий материал в укрепленном грунте – цемент и минеральные добавки. Неравномерное их распределение между частицами грунта приводит местным скоплениям неукрепленных агрегатов с низкой прочностью и недостаточной водостойкостью. Одновременно образуются и локальные скопления грунта, вяжущего и добавок, где образуются высокопрочные структуры. Но они не создают в целом высокопрочного и морозостойкого материала вследствие общей разнородной структуры полученного конструктивного материала. Неравномерное распределение вяжущего в грунте приводит к снижению прочности и плотности по всему массиву укрепленного грунта, различию модулей деформации и, как следствие, возникновению внутренних напряжений. От качества приготовления смеси зависит однородность и характер построения кристаллизационной структуры, поэтому необходимо обеспечить равномерное

распределение минерального вяжущего и добавок в массиве грунта. При этом необходимо решить достаточно трудоемкую задачу по многократному перемешиванию всего объема укрепляемого грунта. Особенно сложно это делать при укреплении тяжелых суглинистых и глинистых грунтов, требующих для улучшения гранулометрического состава введения структурирующих добавок. В нашем случае это золошлаковая смесь и отходы асбестоцементного производства, которые с одной стороны улучшают структуру грунта, а с другой - способствуют износу рабочих органов дорожно-строительных машин. Поэтому необходимо тщательно контролировать процесс приготовления грунтобетонной массы, не допуская переувлажнения и непромешивания грунтобетонной смеси.

Следующим важным этапом обеспечения высококачественного грунтобетона является тщательное уплотнение грунто-минеральной массы. Известно, что наибольший эффект достигается при уплотнении грунтов давлением, вибрированием, ударом или сочетанием этих методов. При уплотнении происходит перераспределение и сближение частиц, уменьшение размера пустот, их количества между элементарными частицами и их макро- и микроагрегатами, что приводит к более тесному контакту новообразований, возникновению при этом гидратации и гидролизу неорганических вяжущих веществ. Таким образом, следующим важным моментом контроля и обеспечения качества грунтобетонного основания является отбор образцов и их испытание на степень уплотнения грунтобетонной смеси.

Неравномерность увлажнения грунтовой смеси приводит как к избытку так и недостатку воды, что вызывает ослабление кристаллического каркаса, снижение плотности и прочности. Отклонения от рецептуры вследствие изменения влажности составляющих вызывает ориентировочную длительность перемешивания, что вызывает отклонение свойств грунтобетона от заданных. При укреплении грунтов цементом необходимо учитывать ограниченность технологического процесса во времени сроками схватывания минерального вяжущего вещества.

Уход за укрепленным грунтом, особенно в начальный период структурообразования, вызываемый длительным набором прочности, трудно осуществлять. Все перечисленные факторы трудности соблюдения технологии приводят к снижению прочности, водостойкости укрепленных и неукрепленных грунтов при использовании их строительном деле. При уплотнении и перемешивании грунта со связующим разрушаются те природные агрегатные связи между частицами грунта, которые образовались в результате генезиса и под воздействием внешних и внутренних факторов, какими являются: условия залегания горных пород, химические и физические процессы, протекающие в течение длительного исторического периода; давление, отклонение от оптимальных температур набора прочности, влажностный режим и др. В ходе перемешивания и уплотнения грунта изменяется коэффициент внутреннего трения и взаимодействие межмолекулярных сил. При перемешивании грунта с вяжущим материалом, как указывалось выше, требуется большая механическая работа различных машин и механизмов для измельчения грунта и распределения укрепляющих агентов. Все это необходимо делать для получения новых материалов и структур из грунта или смеси его с вяжущим. При этом, получаемые материалы из грунта подобны бывшим до уплотнения в естественном состоянии.

Опытно-производственные участки укрепления основания автомобильной дороги Асинкритово-Раисино Убинского района Новосибирской области были заложены в 2007-2010 годах. Работы по

устройству дорожного полотна осуществлялись силами ООО «Новосибибирскагропромдорстрой». На опытные участки были завезены необходимые компоненты в соответствии с предварительно произведенными расчетами. В качестве исходных данных были приняты следующие отправные цифры для подсчета расхода составляющих:

длина участка - 100 м;

ширина дорожного полотна - 7 м;

толщина уложенного укрепленного грунта - 0,2 м;

общий объем грунтобетонной смеси - 140 м³.

При средней плотности уплотненного грунтобетона 1800 кг/м³ масса укрепленного грунта будет составлять 252000 кг.

Тогда, исходя из принятой оптимальной рецептуры для устройства грунтобетонного основания из следующих компонентов (масс. %):

портландцемент (5-7), что составит 9-11 т;

золошлаковая смесь (18-22), т.е. 35-38 т;

отходы АЦП (8-12), т.е. 16-20 т;

талловый пек (2-3), т.е. 4-5 т.

Таким образом, выполнение работ осуществялось силами работников дорожно-строительного участка при непосредственном участии сотрудников Новосибирского государственного аграрного университета.

Укрепление выполнялось в следующей технологической последовательности в соответствии с ранее разработанной технологической схемой.

Профилирование обрабатываемого слоя грунта с распределением золошлаковой смеси и отходов асбестоцементного производства.

Перемешивание грунтоминеральной смеси из суглинистого грунта и минеральных добавок за 2-3 прохода дорожной фрезой.

Распределение портландцемента и перемешивание его с грунтоминеральным составом за 1-2 прохода.

Увлажнение грунтоминеральной смеси водой с таловым пеком и перемешивание дорожной фрезой за 2-3 прохода по одному следу.

Профилирование основания из грунтобетонной смеси с разравниванием грейдером.

Уплотнение грунтобетонного материала катками за 3-4 прохода.

После окончательного уплотнения осуществлялась обработка основания проливом битумной эмульсии для создания слоя, защищающего от высыхания цементогрунтовую массу от преждевременного высушивания для набора прочности портландцементом.

На рисунках 2-5 представлены фотографии процесса устройства опытного участка дорожного основания из укрепленного грунта на автомобильной дороге Асинкритово - Раисино Убинского района НСО.

Рисунок 2 – Разбивка участка дороги Асинкритово – Раисино Убинского района НСО

Рисунок 3 – Формирование бурта грунта перед распределением укрепляющих минеральных добавок

Рисунок 4 – Уплотнение грунтобетонной массы катками

Рисунок 5 – Готовый участок дорожного основания из укрепленного грунта с комплексными органо-минеральными добавками направленного назначения

Выполненные работы по устройству опытно-производственного участка из укрепленного комплексными добавками направленного действия грунта показали, что технология работ вполне вписывается в имеющийся машинно-тракторный и дорожно-строительный парк рядовых дорожно-строительных управлений. По заключению инженерных линейных работников и самих рабочих они не испытывали больших трудностей при возведении данного опытного участка дорожного основания из грунтобетона. В течение двух лет осуществлялось наблюдение за состоянием дорожного полотна на опытном участке дороги. Кроме того, отбирались пробы для испытания цементогрунта с комплексными добавками и осуществлялись испытания неразрушающими методами исследований, которые показали, что средняя прочность грунтобетонного основания на сжатие находится в пределах 5,7 – 8,4 МПа, а прочность на растяжение при изгибе - более 2,0 МПа. Каких-либо нарушений целостности и ухудшения качества грунтового основания на опытном участке не отмечено.

УДК 69.002.51

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВА РОТОРОВ МАСЛЯНЫХ ЦЕНТРИФУГ

Н. Г. Плеханов
Научный руководитель к.т.н., доцент С.А. Зеньков
ФГБОУ ВПО «Братский государственный университет»

Масляные центрифуги, применяемые наряду с фильтрами для поддержания необходимого уровня чистоты моторных и гидравлических масел, имеют различные конструктивные особенности. Многообразие конструкций агрегатов указанного назначения связано с наличием ряда производителей, создающих масляные центрифуги для различных систем и условий эксплуатации. В научно-технической литературе не содержится упорядоченной руководящей информации по принципам конструирования очистительных устройств центробежного типа для масел. Систематизация известных технических решений и предложений позволяет осуществлять целенаправленную научную и производственную деятельность по совершенствованию качественных показателей масляных центрифуг и расширению области их использования.

Рассмотрение известных конструктивных особенностей роторов масляных центрифуг позволяет сформулировать основные критерии оценки технического совершенства роторов центрифуг [1, 2, 3]:

– уменьшение пути осаждения загрязняющих частиц;

– увеличение времени нахождения частиц в области эффективного действия центробежных сил;

– эффективное раскручивание потока;

– сохранение энергии вращательного движения ротора путем возврата кинетической энергии отводимого потока;

– предотвращение завихрения потока очищаемой жидкости;

– снижение вероятности выноса осажденных частиц загрязнений;

– сохранение или незначительное изменение эксплуатационных свойств центрифуги при накоплении загрязнений;

– снижение трудоемкости удаления загрязнений;

– снижение потерь на трение в подшипниках, воздушного и гидравлического сопротивлений.

Уменьшение пути осаждения частиц загрязнений, а, следовательно, повышение эффективности центрифугирования жидкости может быть достигнуто путем разделения внутреннего пространства ротора на несколько сообщающихся полостей [3], что может быть осуществлено с помощью специальных вставок. Вставки также позволяют увеличить время нахождения частиц в области эффективного действия центробежных сил. Роторы масляных центрифуг со вставками можно разделить на двухкамерные и многокамерные. Некоторые виды многокамерных роторов представлены на рис. 1. Вместе с увеличением эффективности центрифугирования вставки в роторах центрифуг увеличивают грязеемкость центрифуги, снижают турбулентность при раскручивании потока подводимого масла и торможении этого потока на выходе из ротора, но несколько усложняют его конструкцию. Кроме того, при использовании вставок в конструкции ротора необходимо учитывать, что при отложении слоя загрязняющих веществ на стенках ротора или вставок должно оставаться достаточное пространство для прохождения потока масла без

увеличения вероятности выноса осажденных загрязнений. Дополнительные вставки, в отдельных случаях, могут обеспечить возможность модернизации действующего центробежного очистительного устройства.

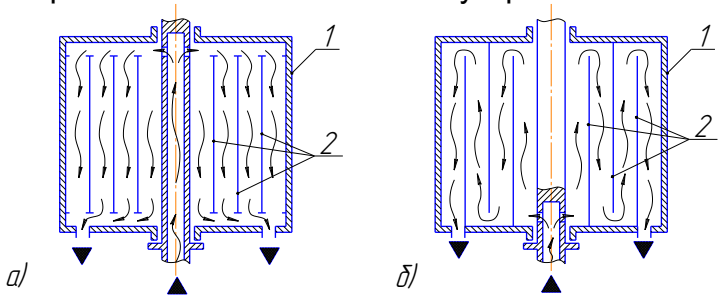


Рисунок 1 – Многокамерные роторы масляных центрифуг: а) многокамерный ротор с параллельными камерами; б) многокамерный ротор с последовательными камерами: 1 – ротор; 2 – цилиндрические вставки

В роторах существующих масляных центрифуг правильная организация потока жидкости должна обеспечивать раскручивание подводимой жидкости до угловых скоростей близких к скорости вращения ротора. В то же время, должны быть созданы условия для возврата ротору кинетической энергии вращательного движения отводимого потока с наименьшей турбулизацией, приводящей к гидравлическим потерям, повышению энергоемкости центрифугирования и снижению качества очистки. Раскручивание потока и его торможение в некоторых конструкциях роторов обеспечивается с помощью рифлений на стенках ротора или дисках, разделяющих пространство ротора, а также с помощью лопастей или патрубков, размещенных во внутреннем пространстве ротора [2]. В качестве примера может быть рассмотрена схема двухкамерного ротора масляной центрифуги с лопатками для разгона и торможения потока масла (рис. 2).

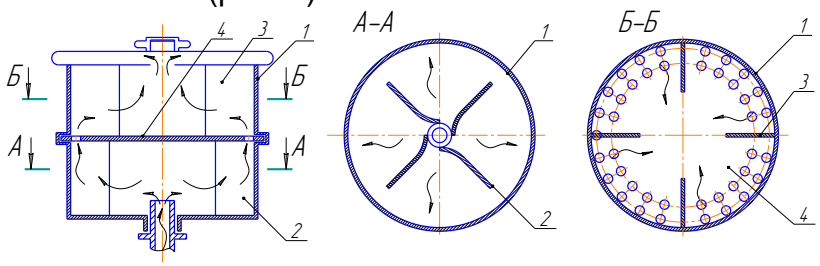


Рисунок 2 – Схема двухкамерного ротора масляной центрифуги с лопатками для разгона и торможения потока масла: 1 – ротор; 2 – лопатки нижней полости; 3 – лопатки верхней полости; 4 – диск с отверстиями по периферии

Задачу по снижению вероятности выноса осажденных загрязнений из ротора масляной центрифуги необходимо рассматривать с учетом обеспечения достаточной грязеемкости ротора и снижения трудоемкости удаления из него загрязнений при техническом обслуживании. В данном случае требуется учитывать состав загрязняющих веществ, который для гидравлических и моторных масел, работающих в различных условиях, значительно отличается. Загрязнения моторных масел содержат смолистые вещества, образующиеся при высокой температуре, которые связывают и удерживают на стенках ротора центрифуги осажденные частицы. При работе гидросистем в гидравлических маслах продуктов окисления значительно меньше и осажденные вещества более подвержены выносу, что ограничивает применение центробежных устройств, обеспечивающих требуемую чистоту гидравлических масел в

гидросистемах. С наибольшим эффектом предотвращение выноса осажденных частиц загрязнений в центрифугах для гидравлических масел может быть осуществлено с помощью использования многокамерных роторов [3]. Вставки многокамерных роторов центрифуг также позволяют достигать незначительного изменения эксплуатационных показателей центрифуги при накоплении загрязнений, а снижение трудоемкости удаления загрязнений может быть достигнуто за счет применения сменного комплекта вставок.

Величина потерь на трение в подшипниках, воздушного и гидравлического сопротивлений в значительной степени определяют степень совершенства масляной центрифуги. Для снижения потерь на трение в подшипниках центрифуг с гидравлическим приводом площадь верхнего днища ротора больше площади нижнего, поскольку диаметр верхней шейки оси меньше диаметра нижней. Это позволяет ротору при работе всплывать и разгружать опорный торец. Несомненно, что в целях снижения сопротивлений также должно исключаться заполнение маслом пространства между ротором и корпусом центрифуги.

За отдельную характеристику, относящуюся к роторам масляных центрифуг можно принять отношение диаметра ротора к его высоте, которое для большинства роторов однокамерных центрифуг может быть несколько больше или меньше единицы, что делает агрегат более компактным. Для многокамерных центрифуг это отношение может значительно отличаться в большую или меньшую сторону (рис. 3) и зависит от поставленных конструкторских задач [4,5].

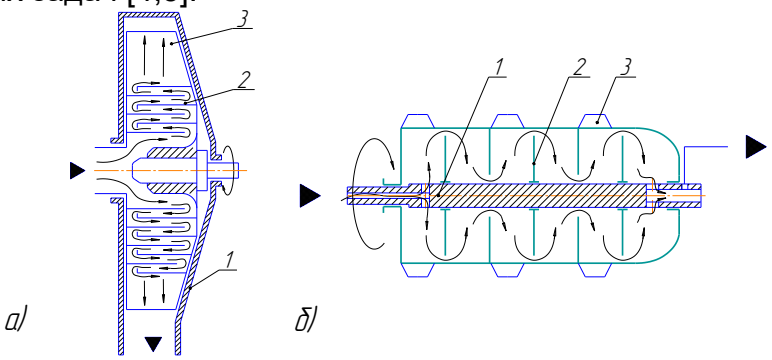


Рисунок 3 – Схемы роторов центрифуг с увеличенным и уменьшенным отношением диаметра ротора к его высоте: а – ротор многокамерной центрифуги с лопатками для перекачивания жидкости (насос- центрифуга): 1 – направляющий аппарат; 2 – ротор; 3 – лопатки; б – ротор многокамерной центрифуги с пневматическим приводом: 1 – ось; 2 – ротор; 3 – лопатки;

Рассмотренные выше критерии оценки технического совершенства роторов масляных центрифуг и существующие технические решения позволяют целенаправленно достигнуть оптимального сочетания конструктивных элементов ротора, который с наибольшей эффективностью может быть использован в центрифугах для качественной очистки масел в гидросистемах.

Библиографический список

1. Плеханов Г.Н., Зеньков С.А., Батцэрэн Л. Типы привода масляных центрифуг // Труды Братского государственного университета: Серия: Естественные и инженерные науки: – в 2 т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2015. – Т. 1. – 289 с.

2. Плеханов Н.Г., Батцэрэн Л., Лханаг Д., Плеханов Г.Н. Конструктивные особенности однокамерных и двухкамерных роторов масляных центрифуг // Механики XXI веку. XV Всероссийская научно-техническая конференция с

международным участием: сборник докладов. – Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – 255 с.
3. Плеханов Н.Г., Батцэрэн Л., Лханаг Д., Плеханов Г.Н. Основные типы многокамерных роторов масляных центрифуг // Механики XXI веку. XV Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием: сборник докладов. – Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – 255 с.
4. Плеханов Г.Н., Коваленко А.В., Пицентий И.Н. Герасимов С.Н. Устройство для очистки масла гидросистем: пат. 2285826 Рос. Федерация. № 2005103433/6; заявл. 10.02.2005; опубл. 20.10.2006 Бюл. № 29 7 с.
5. Плеханов Г.Н., Герасимов С.Н., Андриянов Д.В., Вайвада В.Ю. Устройство для очистки масла гидросистем: пат. 2435078 Рос. Федерация. № 2010104692; заявл. 10.02.2010; опубл. 27.11.2011, Бюл. №33. 6 с.

УДК 620.1.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ-СКОЛЬЖЕНИЯ ЗЕРНОРАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ

А.В. Пчельников, Д.А. Ханин, А.А. Железнов, А.П. Илясов
Научный руководитель к.т.н., доцент В.Н. Хрянин
ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ»

При изготовлении и ремонте сельскохозяйственных машин необходимо, создавать на поверхностях рабочих органов достаточно прочное и долговечное покрытие, которое будет устойчиво к внешним неблагоприятным факторам, а также будет обладать определенными свойствами.

Такое свойство как шероховатость, является одним из важнейших для лакокрасочных покрытий рабочих органов сельскохозяйственных машин. Так, например, чем меньше шероховатость лакокрасочного покрытия жатки зерноуборочного комбайна, тем меньше коэффициент трения-скольжения с этим покрытием, и меньше сопротивление скольжению, тем с меньшими энергозатратами убираемая зернорастительная масса движется по поверхности. Следовательно, при наименьшем коэффициенте трения-скольжения можно повысить эффективность проведения уборочных работ [1].

В лаборатории кафедры «Надежность и ремонт машин» Инженерного института Новосибирского ГАУ проводятся исследования в области повышения долговечности лакокрасочных покрытий при ремонтном окрашивании сельскохозяйственных машин [2-4], параллельно разрабатываются устройства для определения физико-механических свойств лакокрасочных покрытий [5-10].

Одним из направлений исследований является изучение показателей скользкости (ГОСТ Р 55908-2013) лакокрасочных покрытий рабочих органов сельскохозяйственной техники. Исследования проводятся при помощи разработанного устройства для определения коэффициентов трения-скольжения зернорастительной массы.

Предлагаемое устройство позволяет определять статический и динамический коэффициенты трения-скольжения зернорастительной массы по различным поверхностям с целью выявления и рекомендации лакокрасочного покрытия, имеющего наименьший коэффициент трения-скольжения с исследуемой зернорастительной массой.

Разработанное устройство, по сравнению с аналогами, позволяет снизить трудоемкость и повысить точность проведения испытаний.

Устройство (рисунок 1) представляет собой испытательную машину, состоящую из основания 1 с расположенным на нем механизмом подъема 2, стойкой 3 и опорой 4. Основание 1 шарниром 5 соединено со столом 6, на который установлена испытательная поверхность 7 с роликами 8 и закрепленными на ней продольными направляющими 9 и ограничителями хода 10, к одной из сторон испытательной поверхности 7 закреплен датчик измерения силы 11. На испытательную поверхность 7 установлен короб без днища 12 с колесами 13, который с одной стороны шнуром 14 соединен со стойкой 3.

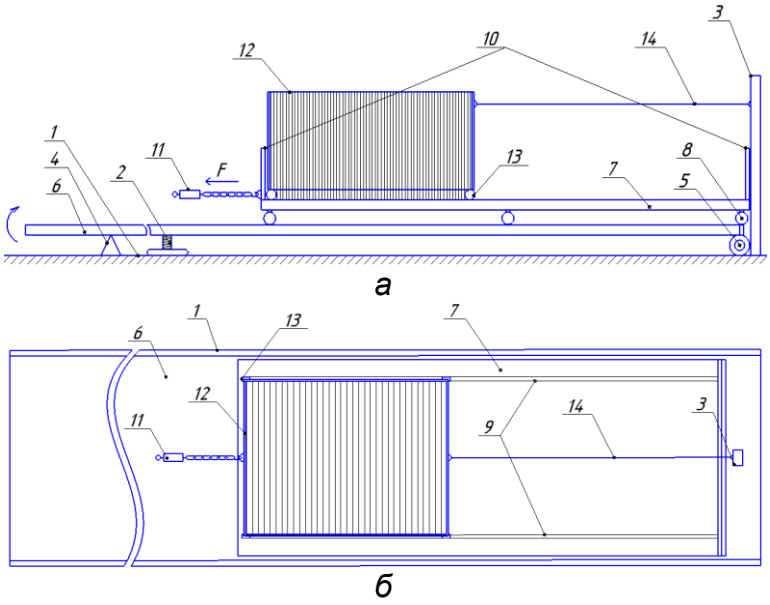


Рисунок 1 - Устройство для определения коэффициентов трения скольжения зернорастительной массы: а - вид спереди; б – вид сбоку

Для определения динамического коэффициента трения скольжения: на стол 6 устанавливается испытательная поверхность 7 к стойке 3 до соприкосновения, на направляющие 9 испытательной поверхности 7 с противоположной стороны от стойки 3 к ограничителю хода 10 устанавливается короб без днища 12, в который загружается зернорастительная масса. Короб без днища 12 через шнур 14 крепится к стойке 3. К испытательной поверхности 7 прилагается тянущее усилие со стороны датчика измерения силы 11 и фиксируется значение датчика при перемещении испытательной поверхности 7 относительно короба без днища 12 с зернорастительной массой.

Для определения статического коэффициента трения скольжения и угла скольжения: на стол 6 устанавливается испытательная поверхность 7 к стойке 3 до соприкосновения, на направляющие 9 испытательной поверхности 7 с противоположной стороны от стойки 3 к ограничителю хода 10 устанавливается короб без днища 12, в который загружается зернорастительная масса. При помощи механизма подъема 2 поднимается стол 6 и фиксируется значение угла, при котором короб без днища 12 с загруженной зернорастительной массой начал перемещение по испытательной поверхности 7.

При проведении испытаний необходимо учитывать значение коэффициента трения между испытательной поверхностью и колесами короба без днища, а также между роликами испытательной поверхности и столом.

Таким образом, разработанное устройство для определения коэффициентов трения скольжения зернорастительной массы, позволяет снизить трудоемкость проведения испытаний, а также повысить точность

измерений. Кроме того устройство отличается универсальностью, за счет возможности определения как статического и динамического коэффициентов трения, так и угла скольжения. При использовании устройства, возможно более качественно и точно выявить и рекомендовать лакокрасочное покрытие, имеющее наименьший коэффициент трения-скольжения с исследуемой зернорастительной массой.

Библиографический список

1. Блынский Ю.Н., Гуськов Ю.А., Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Железнов А.А., Ханин Д.А. Влияние конструктивных особенностей шнека жатки и наработки уборочного комбайна на интенсивность изнашивания Лакокрасочного покрытия днища и шнека жатки // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 10 (121) / Красноярский ГАУ, г. Красноярск. – с. 212.
2. Пчельников А.В., Железнов А.А. Повышение долговечности лакокрасочных покрытий сельскохозяйственной техники // Сборник трудов V научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной памяти Анфиногенова Михаила Андриановича, 2013. – С.41-45.
3. Железнов А.А., Пчельников А.В., Колесников А.А., Хрянин В.Н. Исследование адгезионной прочности систем лакокрасочных покрытий при ремонтном окрашивании машин в АПК // Материалы региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 70-летию Инженерного института (Мехфака) НГАУ (10 ноября 2014 г.), 2014. – С.46-53.
4. Пчельников А.В., Железнов А.А., Ханин Д.А., Хрянин В.Н. Исследование истираемости систем лакокрасочных покрытий, применяемых при ремонтном окрашивании технологических и транспортных машин АПК // Материалы региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 70-летию Инженерного института (Мехфака) НГАУ (10 ноября 2014 г.), 2014. – С.40-46.
5. Хрянин, В. Н. Определение вязкости лакокрасочных материалов при окрашивании сельскохозяйственной техники / В. Н. Хрянин, А. А. Железнов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2013. - № 2. - С. 24-25.
6. Хрянин, В. Н. Теоретическое обоснование методики определение вязкости лакокрасочных материалов без учета временного фактора / В. Н. Хрянин, А. А. Железнов // Вестник НГАУ. - 2014. - № 1 (30). - С. 107-111.
7. Пат. 2248551 RU C2, МПК7 G01N 11/00. Вискозиметр / Хрянин В.Н., Рыбаков Ю.И., Гребенщиков А.Г., заявитель и патентообладатель Хрянин В.Н. - № 2002131743/28 заявл. 12.11.2002, опубл. 20.03.2005.
8. Пат. 138561 RU U1, МПК G01N 19/00. Устройство для испытания прочности покрытий к истиранию / Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Железнов А.А., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО НГАУ - № 2012140050/28 заявл. 28.08.2013, опубл. 20.03.2014.
9. Пат. 144098 RU U1, МПК G01N 19/00. Устройство для определения адгезионной прочности покрытий / Хрянин В.Н., Железнов А.А., Пчельников А.В., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО НГАУ - № 2014106684/28 заявл. 21.02.2014, опубл. 10.08.2014.
10. Пат. 2573670 RU U1, МПК G01N 19/00. Устройство для определения прочности покрытий к истиранию / Хрянин В.Н., Пчельников А.В., Железнов А.А., Попов М.А., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО НГАУ - № 2014142860 заявл. 23.10.2014, опубл. 22.12.2015.

УДК 631.354

ИНДУСТРИАЛЬНО-ПОТОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СО СБОРОМ ВСЕГО БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОЖАЯ

Д.А. Яковлев
Научный руководитель к.т.н., доцент Г.Н. Поляков
ФГБОУ ВО «Иркутский ГАУ имени А.А. Ежевского»

Комплексная механизация уборки зерновых культур, обеспечивающая полный сбор всех компонентов урожая, повышение производительности труда и снижение себестоимости, возможна на базе индустриально-поточных методов работы. Безотходная технология уборки зерновых культур с измельчением хлебной массы предусматривает перенос сложных процессов обмолота, сепарации и очистки зерна на стационарный пункт, а складирование незерновой части урожая - возле животноводческих ферм или откормочных площадок. Технологический процесс данной технологии обеспечивается комплексом машин: полевая машина МПУ-150, дозатор ПД-12, сепаратор-очиститель СО-10, тракторный прицеп большой вместимости, стационарное молотильно-сепарирующее устройство МСУ-15, пневмоконвейер. Доказана эффективность применения данной технологии в сравнении с комбайновой технологией уборки зерновых культур.

Предлагаются различные способы уборки зерновых культур: прямое и раздельное комбайнирование, трехфазный способ уборки [1, 2, 3, 4, 6].

Наиболее перспективной технологией уборки зерновых культур для Иркутской области является трехфазный способ уборки, который предусматривает скашивание и измельчение хлебной массы в поле, с последующей обработкой её на стационаре и реализует индустриальные принципы обработки хлебной массы [3, 4, 5].

Данная технология включает в себя следующие операции:

- скашивание или подбор валков с одновременным измельчением хлебной массы и погрузки её полевой машиной МПУ-150 в тракторный прицеп;
- транспортирование измельченного вороха под навес-накопитель;
- дозирование измельченного вороха питателем дозатором ПД-12 в сепаратор-очиститель СО-10;
- сепарация свободного зерна из соломистого вороха;
- домолот хлебной массы молотильно-сепарирующим устройством МСУ-15;
- подача половы и соломы к местам складирования с помощью пневмоконвейеров.

Полевая машина МПУ-150 предназначена для скашивания или подбора стебельной массы с одновременным измельчением и погрузкой её в тракторный прицеп большой вместимости 45-85 м^3. МПУ-150 изготовлена на базе ходовой и жатвенной части зерноуборочных комбайнов «Нива» и «Дон-1500». Вместо молотильного аппарата, клавишного саломотряса, воздушно-решетной очистки и копнителя установлены: питающий транспортер, измельчающий аппарат дискового типа диаметром 600 мм, два спаренных пылевых вентилятора № 6, эжекторное устройство, материалопровод и буксирное устройство.

Хлебная масса по наклонной камере и питающему транспортеру направляется в измельчающий аппарат, после измельчения, она поступает в эжекторное устройство. Воздушный поток, создаваемый вентиляторами,

подхватывает хлебную массу и транспортирует её по материалопроводу в кузов тракторного прицепа. Скорость выхода хлебной массы из материалопровода составляет около 22-25 м/с. Струя воздуха уплотняет хлебную массу в прицепе и увеличивает его наполняемость. Средняя длина измельченной соломы составляет 0,3 м, что также способствует лучшему наполнению тракторного прицепа. После наполнения, прицеп отсоединяется от полевой машины и с помощью трактора типа МТЗ-82 транспортируется на стационар. Усилие на перекатывание груженого прицепа составляет 10 кН.

При измельчении хлебной массы вымолачивается до 95% зерна, как правило, это самое спелое и полноценное зерно, уровень дробления которого составляет 4,4-6,1 %, что равно уровню дробления зерна от зерноуборочных комбайнов, а энергия прорастания и лабораторная всхожесть выше на 10-15%. Последнее обстоятельство позволяет использовать данное зерно на семенные цели. Состав измельченного вороха зерновых колосовых культур приводится в таблице 1.

Таблица – Характеристика измельченного вороха зерновых колосовых культур

Показатель	Значение показателя, %
1. Состав измельченного вороха по весу:	
Вымолоченное зерно	35±10
Солома	40±15
Полова	15±5
Колоски	10±5
2. Влажность компонентов:	
Зерно	10-26
Солома	8-52

Полевая машина не допускает потери зерна в поле, за исключением потерь за жатвенной частью. Машина легко управляется, проста в устройстве, масса её не превышает 7 тонн и не требует сложных регулировок, как у зерноуборочных комбайнов. Технологический процесс работы протекает устойчиво, при подаче хлебной массы к измельчающему аппарату до 6-7 кг/с.

Применение полевой машины позволяет перенести процесс сепарации и очистки зерна на стационар возле площадок для хранения корма, зернохранилищ и животноводческих ферм.

Рисунок 1 - Полевая машина МПУ-150 с тракторным прицепом.

Рисунок 2 - Транспортировка измельченного вороха в тракторном прицепе вместимостью 85 м^3.

Стационарное оборудование по переработке измельченного вороха представлено двумя технологическими линиями: мобильной и стационарной (рис. 3).

Обе линии выполняют следующие технологические операции:

- дозирование измельченного вороха;
- выделение вымолоченного зерна из хлебной массы;
- домолот оставшегося в колосьях зерна;
- разделение компонентов незерновой части урожая: так полова направляется в половохранилище, солома в скирдоформитель.

Технологический процесс стационарного обмолота протекает следующим образом. Измельченная хлебная масса, привозимая с поля, разгружается в сухую погоду под открытым небом, в дождливую, под навесом. Трактор типа МТЗ-82, оборудованный навесным копнителем, сталкивает массу на полотно питателя дозатора. Откуда она равномерным потоком направляется в сепаратор-очиститель СО-10. Зерно, выделенное сепаратором, отправляется в семенной бункер. Солома, полова и необмолоченные колоски сходят в стационарную молотилку, где завершается обмолот хлебной массы. Со стационарной молотилки очищенное зерно направляется в хранилище продовольственного или фуражного зерна. Незерновая часть урожая с помощью пневмоконвейера транспортируется к местам складирования.

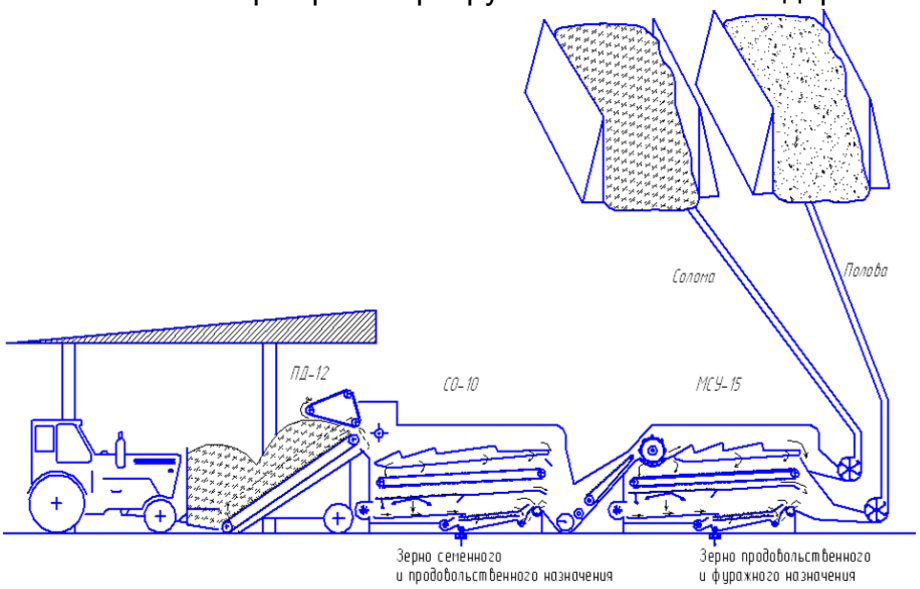


Рисунок 3 - Схема технологического процесса работы стационарной линии по переработке измельченного вороха

Как показали производственные исследования полевой машины, тракторных прицепов большой вместимости и стационарного оборудования - индустриально-поточная технология имеет ряд преимуществ в сравнении с комбайновой:

- дополнительный сбор зерна 3-5 ц/га;
- полный сбор незерновой части урожая;
- снижение себестоимости продукции на 30%;
- получение зерна с высокими семенными свойствами;
- вывоз семян сорняков с поля и снижение гербицидной нагрузки на почву.

При выборе технологии уборки зерновых культур следует руководствоваться тем, что границы эффективности транспортных работ напрямую зависят от расстояния перевозок и потребности в соломе. Эффективность индустриально-поточной технологии обеспечивается при транспортировке всего биологического урожая на расстояние до 3,5 км.

Библиографический список

1. Бурьянов А.И. Направления совершенствования технологий уборки зерновых культур и технических средств для их реализации / А.И.Бурьянов // Сб. статей междунар. науч. - практ. конф., посвящ. к 100 - летию фирмы «Клаас». Краснодар, 2013. - С. 5-11.
2. Гейдебрехт И.П. Проблема полного сбора урожая / И.П.Гейдебрехт // Техника и оборудование для села. - 2006. №4. - С. 38-40.
3. Канарев Ф.М. С обмолотом под крышей / Ф.М.Канарев, И.А. Бурса, Г.Н. Поляков // Сельский механизатор. - 1987. - №10. - С. 6-10.
4. Перевалов В.М., Поляков Г.Н. Машины для уборки зерновых колосовых культур и послеуборочной обработки зерна: Учебно-методическое пособие/В.М. Перевалов, Г.Н. Поляков. - Иркутск. - 2014. - 79 с.
5. Поляков Г.Н., Болоев П.А. Классификация и анализ технологии уборки зерновых колосовых культур / Г.Н.Поляков, 5. П.А.Болоев // Вестник ИрГСХА. - 2014. - №64. - С. 107-113.
6. Упкунов Ю.Н. Безотходная технология уборки зерновых культур в Иркутской области: учебное пособие / Ю.Н. Упкунов. - Иркутск. - 1988. - 48 с.

СОДЕРЖАНИЕ

А.Е. Немцев, В.В. Коротких, Р.Р. Алмакаев. Факторы адаптирования системы технического сервиса в АПК 6
В.Н. Хрянин, Е.В. Воропаев, К.Е. Лаврентьев. Обоснование сети предприятий по утилизации и рециклингу машин в АПК Новосибирской области 9
А.Е. Немцев, В.В. Коротких, Е.П. Бугелис. Теоретические аспекты формирования системы технического сервиса в АПК 13
Н.А. Зуев, Б.Д. Докин. Современные представления об оптимизации состава машинно-тракторного парка (МТП) сельскохозяйственных предприятий 16
А.Е. Немцев, В.В. Коротких, Л.Д. Стороженко. Современное состояние и основные требования к региональной системе обеспечения работоспособности техники в АПК 19
А.Е. Немцев, В.В. Коротких, В.С. Злобина. Влияние надежности машин на эффективность технологического процесса в растениеводстве АПК НСО 23
В.В. Вахрушев, А.В. Егоров, С.О. Черепахин, Е.В. Зубова. Экспресс-метод оценки работоспособности трибомеханической системы «кольцо подшипника – корпус» по результатам оценки pick-фактора фрикционных автоколебаний 26
С.Ю. Домашенко, А.С. Аборнева, Д.В. Баранов, А.А. Долгушин. Анализ методов диагностирования гидросистемы современных автомобилей и тракторов 32
А.Е. Немцев, В.В. Коротких, Н.П. Багуто. Подход к обоснованию специализированного мобильного агрегата технического обслуживания и ремонта 35
А.А. Белик, В.Б. Ломухин, И.В. Лаптева. Выбор моторного масла по спектральному анализу работающего масла 39
В.В. Москвина, В.В. Тихоновский, Ю.Н. Блынский. Контроль технического состояния тормозной системы автомобиля 42
Н.И. Хребтов, В.В. Тихоновский, В.С. Кемелев. Эксплуатация и техническое обслуживание системы Common Rail 45
А.А. Мезенов, А.А. Диденко, С.С. Неяскин. Анализ технического обслуживания и неисправностей фильтр-пресса 48
Д.Е. Тазитанов, Т.В. Возженникова, Е.В. Агафонова. Контроль качества сопряжений зубчатых передач по пятну контакта 50
А.А. Видикер. Адаптация аппаратных средств измерительно-информационного комплекса для проведения контрольного динамометрирования энергонасыщенных МТА 52
А.Н. Бакланов, А.М. Ланкин. Разработка метода контроля и прогнозирования состояния электротехнических устройств переменного тока 58
М.К. Романченко, А.С. Бячков, Д.Ю. Косенко, А.М. Романченко, Б.В. Филиппов. Повышение эффективности виброзащиты путем применения распределенных опор 60
Е.В. Агафонова, Т.В. Возженникова. Компенсация угловых погрешностей при ремонтной сборке ДВС методом неполной взаимозаменяемости 65
Н.И. Зенкова, Д.М. Воронин. Контроль технического состояния цилиндропоршневой группы ДВС по поцилиндровой разности расходов воздуха на впуске и выпуске 70
Н.И. Зенкова, М.В. Рыбак, Д.М. Воронин. Анализ способов очистки деталей цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания 73
М.А. Корчуганов, С.И. Петрушин. Анализ абразивного изнашивания режущих элементов землеройной техники с регистрацией сигналов акустической эмиссии 75
А.М. Ланкин, А.Н. Бакланов. Метод экспресс-контроля электротехнических устройств переменного тока 78

М.Ю. Ланкина, Ю.К. Ланкина, О.Д. Клименко. Метод диагностики пропорциональных электромагнитов гидроприводов 81
А.Н. Черненко, С.А. Бояринцев, С.А. Белясов. Совершенствование средств механизации при эксплуатации и ремонте машин 85
К.Н. Абакиров, Е.В. Агафонова, Т.В. Возженникова, Р.В. Конореев. Восстановление деталей пластическим деформированием в условиях предприятий АПК 87
А.Н. Ардышев, В.В. Коноводов. Повышение долговечности молотковых рабочих органов кормодробилок 90
Т.Н. Артымук, В.М. Потапов. Применение наноалмазов в повышении ресурса ДВС 93
В.В. Коротких, И.В. Бедарев, А.Г. Дрожневский. Анализ оборудования для восстановления и ремонта коленчатых валов автомобильных и тракторных ДВС 96
В.В. Коротких, А.Г. Дрожневский, И.В. Бедарев. Анализ технологий восстановления коленчатых валов автомобильных и тракторных ДВС 101
В.К. Каширин, Т.В. Лафетова. Технологии, применяемые для упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин 104
В.А. Герман, В.А. Понуровский. Обзор технологий восстановления постелей блока цилиндров двигателя КАМАЗ-740 106
В.М. Потапов. Параметры структуры и механические свойства стали У8 после изотермической обработки 109
В.М. Потапов. Повышение конструктивной прочности стали У8 высокотемпературной термомеханической изотермической обработкой..... 113
В.М. Потапов. Сравнение конструктивной прочности стали У8 после различных способов упрочнения 118
В.М. Потапов. Исследование контактно-усталостной прочности стали У8 при пульсирующем нагружении 121
А.Е. Веет, А.А. Железнов. Особенности применения материала «жидкая резина» при ремонтном окрашивании машин 127
Т.Е. Алушкин. Совершенствование технического сервиса за счет применения модифицирования топлива и смазочных материалов 130
Е.В. Агафонова. Использование современных материалов конструкции кузовов автомобилей 133
О.Д. Клименко, М.Ю. Ланкина, Ю.К. Ланкина. Применение аппроксимации динамической характеристики электромагнита для его контроля в процессе производства 138
С.С. Логинов, А.А. Железнов, В.Н. Хрянин. Обеспечение адгезионных свойств лакокрасочных покрытий при ремонтном окрашивании сельскохозяйственной техники 141
Д.Ю. Мудренова, Т.В. Лафетова. Материалы, применяемые для упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин 144
Р.Э. Мурадов, А.А. Железнов. Применение наноразмерных добавок для лакокрасочных материалов при обслуживании и ремонте машин 146
А.П. Пичугин, В.В. Банул, К.А. Никитенко, М.Г. Алешкевич. Модифицированные полиэтиленовые композиции для защиты металлических конструкций очистных сооружений 150
А.П. Пичугин, В.В. Балаш, К.А. Никитенко, А.А. Шаталов. Разработка технологии нанесения защитных композиций на поверхности из бетона и железобетона 152

А.П. Пичугин, Л.А. Митина, М.О. Батин, И.М. Дзю. Разработка технологии модифицирования древесины полимерными композициями с наноразмерными добавками 157
Л.Д. Стороженко, А.И. Голомянов. Использование биоперегноя для очистки воды от нефтепродуктов 161
Н.С. Айснер, Д.В. Гулевич, А.Ф. Курносов. Анализ способов предпускового подогрева двигателей внутреннего сгорания 163
В.М. Лившиц, В.В. Коротких, В.П. Багуто. Анализ методов технического диагностирования автотракторных ДВС 166
А.С. Аборнева, Д.В. Баранов, С.Ю. Домашенко, Д.А. Домнышев, М.М. Юсупов, А.А. Долгушин. Особенности эксплуатации гидравлических систем трактора, в условиях отрицательных температур 170
Д.В. Баранов, Д.А. Домнышев, С.П. Матяш, П.А. Сирота. Перспективные направления тепловой подготовки автотракторных двигателей в зимний период 172
Р.А. Беляев, Е.А. Булаев. Прогрев дизельного двигателя при низкой температуре воздуха 174
Н.С. Быкова, А.А. Долгушин. Оценка интегральной эффективности эксплуатации автомобилей 176
Д.В. Гулевич, Н.С. Айснер, А.Ф. Курносов. Анализ способов предпусковой тепловой подготовки ДВС автомобилей 179
Ю.А. Гуськов, А.Ф. Курносов, М.В. Павлович. Гидравлический амортизатор с тепловым аккумулятором 182
Д.А. Домнышев, Д.М. Воронин, А.Ф. Курносов, Д.В. Баранов, А.А. Долгушин. Обоснование применимости гидравлических амортизаторов в условиях отрицательных температур 187
А.В. Караваев, С.П. Федоров. Способы повышения топливной экономичности и снижения токсичности отработавших газов бензинового двухтактного двигателя 191
В.В. Красников, Н.С. Вахрина, С.П. Глушков, В.И. Кочергин. Влияние добавок водородсодержащего синтез-газа на экологические показатели дизельного ДВС 194
А.А. Долгушин, А.Ф. Курносов. Анализ способов интенсификации послепускового прогрева автотракторных двигателей 197
А.Д. Николаев, В.В. Тихоновский. Анализ методов проверки содержания вредных веществ в выхлопных газах газоанализатором в условиях отрицательных температур 201
Н.В. Понуровский, П.И. Федюнин. Исследование по сохранению рабочего температурного режима АКБ в зимних условиях 204
А.К. Никифорович, В.А. Понуровский. Обзор способов и средств повышения проходимости автомобиля 207
М.К. Романченко. Эффективное уравновешивание ДВС 210
С.П. Матяш, С.В. Речкин. Исследования теплопередачи в двигателе внутреннего сгорания 214
А.П. Сырбаков, Д.М. Воронин. Моделирование работы топливоподающей системы двигателя КАМАЗ-740 на линии низкого давления в условиях отрицательных температур 218
А.Н. Усенко, Ю.И. Майрович, А.М. Сафарбаков, С.Н. Кузнецов. Реализация цикла Гемфри в камере сгорания газотурбинного двигателя 221
Г.В. Шнитков, А.В. Чернышов. Модернизация системы питания двигателя ЗИЛ-130..... 227
М.Л. Вертей, А.В. Чернышов. Влияние музыки на реакцию водителей 230

А.С. Аборнева, С.Ю. Домашенко, Д.В. Баранов, А.А. Долгушин. Сокращение потерь моторного топлива при хранении на АЗС 231
В.А. Комлев, П.А. Сирота, П.И. Федюнин. Концепция нулевой смертности ... 234
В.В. Москвина, А.А. Галынская, В.В. Тихоновский. Системы безопасности автомобиля как основа безопасности на дороге 238
В.В. Тихоновский. Культура поведения участников дорожного движения 241
Р.Р. Галимов, В.В. Тихоновский. Анализ соответствия внешних световых приборов, применяемых на автомобилях, требованиям стандартов 246
А.А. Галынская. Контроль режима труда и отдыха водителей при осуществлении пассажирских перевозок в Новосибирской области 249
Е.П. Бугелис, А.И. Вебер, П.А. Сирота, Л.Д. Стороженко, П.И. Федюнин. Проверка остаточных знаний правил дорожного движения у начинающих водителей 252
К.В. Щербакова, Н.С. Быкова, Т.В. Возженникова, Р.В. Конореев. Устройство ограничения скорости для общественного транспорта 255
В.В. Михинкевич, П.И. Федюнин. Анализ системы поддержания эксплуатационной безопасности грузовых автомобилей и автобусов в Новосибирской области 258
Н.В. Понуровский, В.А. Понуровский. Методы борьбы с гололедом 261
М.А. Новикова, А.В. Величко. Современные стабилизирующие устройства ... 265
П.М. Бугаев, М.Л. Вертей, П.А. Сирота. К вопросу о пассивной безопасности УАЗ 2206 267
И.К. Язиков, А.П. Пичугин. Разбивка кривых при проектировании и строительстве сельских автомобильных дорог 270
Л.Д. Стороженко, И.В. Тихонкин. Способ уборки снега из под барьерных ограждений автомобильных дорог 273
Ю.В. Сухосыр, А.В. Сухосыр, П.И. Федюнин. Проблемы, связанные с технической эксплуатацией автомобилей, перевозящих опасные грузы 276
А.С. Фомин, С.В. Крашенинников. Перспективы развития систем ночного видения в автомобилях 281
В.А. Комлев, П.И. Федюнин. Педагогические кадры для автошкол. Проблемы обучения и воспитания 282
Е.А. Дьяченко. Влияние кадрового обеспечения на развитие автосервиса 286
А.Л. Стародубцева, П.И. Федюнин. Повышение профессиональной надежности мастеров производственного обучения вождению АМТС в образовательных учреждениях НСО 290
О.В. Швейхерт, В.М. Потапов. Научно–исследовательская работа студентов в ВУЗе 295
Н.В.Головкина, В.М. Потапов. История новосибирского трамвая 298
К.Н. Гоян, В.С. Лозовик, И.Л. Аравин. Особенности конструкции системы коллективной защиты 301
А.С. Дащенко, М.В. Самохвалов, А.Ю. Кузнецов, А.В. Перевязкин. Об одном из направлений энергосбережения асинхронного электропривода с ШИМ для водоснабжения в сельской местности 305
А.А. Голендо, И.А. Захарьящев, С.Ю. Домашенко, С.В. Речкин. Особенности гидросистемы в современной мобильной сельскохозяйственной технике 309
А.В. Барчуков, С.Н. Кузнецов. Повышение контролепригодности двигателя ТВ3-117 на вертолете Ми-8МТВ 312
А.В. Кокорин, А.Ю. Кузнецов. Расчет потерь мощности частотно-управляемой синхронной машины с ШИМ 316
Ю.П. Штабель, А.В. Пискарев. Повышение эффективности использования средств механизации при получении продукции мараловодства 320

А.П. Пичугин, В.А. Гришина, И.К. Язиков, М.А. Пичугин. Разработка технологической схемы производства грунтобетонов с золошлаковой смесью и отходами хризотилцемента 322
Н.Г. Плеханов, С.А. Зеньков. Основные критерии оценки технического совершенства роторов масляных центрифуг 328
А.В. Пчельников, Д.А. Ханин, А.А. Железнов, А.П. Илясов, В.Н. Хрянин. Определение коэффициентов трения-скольжения зернорастительной массы 331
Д.А. Яковлев, Г.Н. Поляков. Индустриально-поточная технология уборки зерновых культур со сбором всего биологического урожая 334

МАТЕРИАЛЫ VIII РЕГИОНАЛЬНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 80-ЛЕТИЮ НГАУ-НСХИ
(10-11 ноября 2016 г.)

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка: А. А. Железнов

Подписано к печати _____
Объем _____ уч.-изд.л. Формат 60×84$^{1/8}$
Тираж _____ экз. Заказ № _____

Отпечатано в издательстве НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.
Тел. Факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru