



**Самарский государственный  
аграрный университет**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

## **ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

16 марта 2023 г.

Кинель 2023

УДК 631  
ББК 40.72  
П-76

*Рекомендовано научно-техническим советом Самарского ГАУ*

**Редакционная коллегия:**

кандидат технических наук, доцент **Жильцов Сергей Николаевич**;  
кандидат технических наук, доцент **Володько Олег Станиславович**;  
кандидат технических наук, доцент **Гужин Игорь Николаевич**;  
кандидат технических наук, доцент **Мингалимов Руслан Рустамович**

**П-76** Проблемы технического сервиса в АПК : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ. – 2023. – 202 с.

Сборник включает статьи, представленные на VI всероссийской студенческой научно-практической конференции «Проблемы технического сервиса в АПК». В сборнике представлены результаты обзора литературных источников, анализа актуальных вопросов и проблем, предложены оригинальные схемы, конструкции различных машин и приборов.

Издание представляет интерес для специалистов агропромышленного комплекса, научных и научно-педагогических работников сельскохозяйственного направления, бакалавров, магистрантов, студентов, аспирантов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

*Статьи приводятся в авторской редакции. Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, собственных имен и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации.*

**УДК 631  
ББК 40.72**

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Обзорная статья  
УДК 620.197.7

## ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Максим Андреевич Ситчихин<sup>1</sup>, Михаил Михайлович Юрков<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия.

<sup>1</sup>[9710@student.yarcx.ru](mailto:9710@student.yarcx.ru)

<sup>2</sup>[mmy@yarcx.ru](mailto:mmy@yarcx.ru)

*Предлагается анализ причин отказа от техники, используемой при внесении минерального удобрения. Анализ показал, что основную их долю вызывают коррозионный износ из-за влияния атмосферных воздействий и присутствия агрессивных веществ на поверхности рабочего помещения. Наиболее коррозионно подвержены рабочим органам машин, используемых для внедрения минеральных продуктов: бункерам, высевающим органам, транспортным и дозирующим частям. Минеральные удобрения имеют высокую коррозионную активность, поскольку имеют коррозионно активные соли и высокое гигроскопическое значение. Коррозионные повреждения рабочего органа сельского хозяйства происходят не только во время рабочего периода, но и, в большинстве случаев, при их неприменении. Для того чтобы определить коррозионную активность среди удобрений, проводились гравиметричные измерения с использованием ГОСТа 9. 042-75, 9. 041-764. Для того, чтобы защитить технику, имеющую контакт с минеральным удобрением, от ржавчины, в этой работе предлагаются консервационные материалы, основанные на отработанном синтетическом моторном масле, ингибированном Эмульгеном 5 масс или ПОМ 30-40 масс.*

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, коррозионная активность скорость коррозии, сельскохозяйственная техника, противокоррозионная защита, консервация, рабочие органы сельскохозяйственной техники.

**Для цитирования:** Ситчихин М. А., Юрков М. М. Хранение сельскохозяйственной техники используемой для внесения минеральных удобрений // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 3-8.

## STORAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY USED FOR THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Maxim A. Sitchikhin<sup>1</sup>, Mikhail M. Yurkov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

<sup>1</sup>[9710@student.yarcx.ru](mailto:9710@student.yarcx.ru)

<sup>2</sup>[mmy@yarcx.ru](mailto:mmy@yarcx.ru)

*An analysis of the causes of failures of agricultural machinery used for the application of mineral fertilizers is presented. The analysis showed that the main part of them is caused by corrosion wear due to the effects of atmospheric phenomena and the presence of aggressive substances on the work surface. The most susceptible to corrosion are the working bodies of machines for applying mineral fertilizers: the hopper, sowing organs, transporting and dosing parts. Mineral fertilizers have high corrosion activity due to the presence of corrosive salts and high hygroscopicity. Corrosion*

*destruction of the working bodies of agricultural machines occurs not only during the working period, but, to a greater extent, during their non-use. Gravimetric tests were carried out using GOST 9.042-75 and 9.041-74 to determine the corrosion activity of mineral fertilizer media. To protect equipment that has had contact with mineral fertilizers from corrosion, it is proposed in this paper to use conservation materials based on used synthetic motor oils inhibited by Emulsifier (5 wt. %) or POOM (30 - 40 wt.%).*

**Keywords:** *mineral fertilizers, corrosion activity, corrosion rate, agricultural machinery, anticorrosive protection, conservation, working bodies of agricultural machinery.*

**For citation:** Sitchikhin, M.A. & Yurkov, M.M. Storage of agricultural machinery used for the application of mineral fertilizers. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 3-8). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

**Введение.** Защита сельского хозяйства от ржавчины является важной и сложной задачей, которая требует больших материальных затрат на изготовление машин, а также на период эксплуатации и хранения, ремонта. По данным практики, 40 отклонений сельскохозяйственных машин происходят из-за того, что основные механизмы, комплектующие и сборочные единицы выходят из строя из-за атмосферного воздействия. Наиболее склонны к коррозии машин, используемых для введения минерального удобрения.

Это объясняется специфическими условиями работы, когда детали машин оказывают контакт с минеральным удобрением, разрушающим защитную поверхность и вызывая коррозию. Практика показывает, что детали сельского хозяйства преимущественно подвергаются окислительным износам под воздействием атмосферных воздействий и технологических условий.

Почти весь минеральный удобрений представляет собой солевые вещества, полученные из природного минерала и воздуховодом азота. Удобрения минерального происхождения имеют коррозионную активность благодаря содержанию коррозионно активных солей нитрат, хлорида, сульфата, фосфата. У них хорошая гигроскопическая способность, они легко поглощаются атмосферной влагой, образуют тонкие электролитные слои на поверхностях деталей, которые свободно проникают через лакокрасочные покрытия и разрушают металл.

Немаловажно влияют условия хранения техники на минеральные удобрения в межсезонье. Если не соблюдается технология хранения с необходимым уровнем защиты от коррозии, отсутствуют технические средства, оборудование и доступные консервационные материалы, то технические ресурсы сельскохозяйственной техники снижаются и проводятся многократные ремонтные и восстановительные работы. Благодаря отсутствию специальных мест многим фермерам приходится оставлять техники на открытом участке, а машины ставятся на хранение нечистыми, с следами минерального удобрения. Частицы грязи при наличии влажной поверхности металла химически активно действуют, что позволяет ускорить процессы окисления. Это все факторы прямо влияют на процесс загрязнения поверхности деталей, уменьшения износа и снижения работоспособности сельского хозяйства и повышения требований к защите ее от коррозии и защите от коррозии.

В этой работе мы проанализировали разбрасывание минерального удобрения 1-РМГ-4.

**Назначение.** Разбрасыватель для минерального удобрения 1-РМГ-4 предназначен для поверхностных сплошных внесений всех типов минерального удобрения и известковое и гипсовых материалов. Производительность 1 час основной работы при скорости двигателя 10 км/ч на внесение минерального удобрения 8-14 га/ч.

**Технология работы.** Предварительно измельченные и просеяны минеральные и известковые удобрения в кузов загружаются. При движении автомобиля рычаг управления гидродатчиком трактора включает в себя рабочие агрегаты передатчика.

Прутный транспортер переносит удобрения на заднем борту, а через дозирочную щель выводит их из кузова в туконправитель. Туконправитель дает удобрения двум разбрасывающим дискам, которые при центробежном воздействии веерообразном потоке их рассеивают по поверхности грунта.

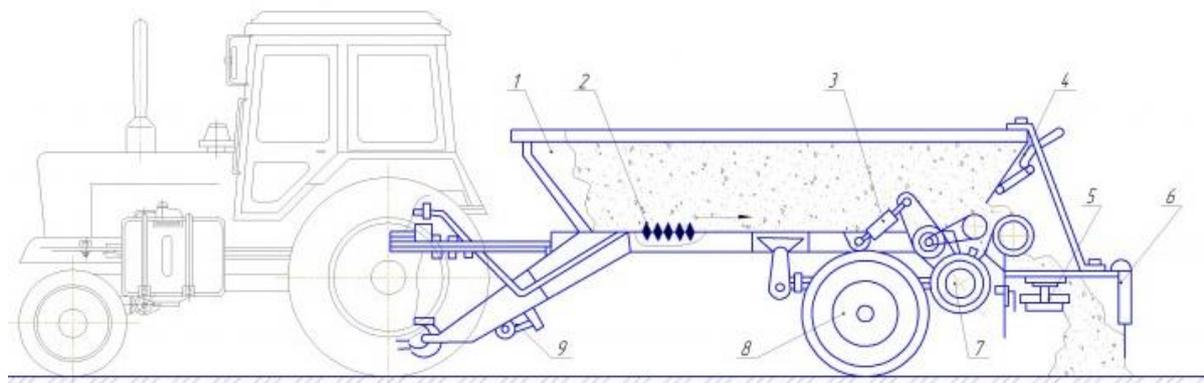


Рис.1 –Машина для внесения минеральных удобрений 1–РМГ–4:  
 1) кузов; 2) транспортёр; 3) гидроцилиндр; 4) дозирующее устройство; 5,12) распределяющий диск; 6) ветрозащитное устройство; 7) пневматический ролик; 8) опорно-приводное колесо;  
 9) опора прицепа; 10) тукоделитель; 11) шарнирная стенка; 13) лопатка

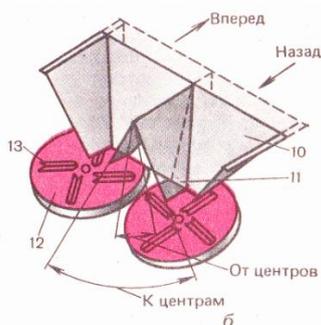


Рис.2 – Схема тукоделителя

**Цель этой работы** – предложить способы противокоррозионной защиты сельского хозяйства при внесении минерального удобрения.

**Материалы и методы.** В анализе существующих данных по проблемам защиты от коррозии машин для применения минерального удобрения используются: интернет, литература и нормативная документация.

Для того, чтобы определить коррозионную скорость среди минеральной удобрений, были проведены гравиметричные исследования. Проведены испытания в растворе 0.5 М хлоридного натрия по ГОСТу 9. 042–75. Определение площади поражения коррозии осуществляется по требованиям ГОСТ 9 от 9. 041–764. Применялись прямоугольные пластинки размером 60x30x3 мм, зачищаемые и полированные на кругах различных размеров, не приводя пасты до уровня чистоты 6 класса. Перед тестированием образцы были обезжирены ацетоном и спиртом, сушены и вывешены аналитическим весом до 104 грамм. В объеме раствора было не менее 15,5 см<sup>3</sup> на площади шаблона 1 см<sup>2</sup>. Атмосфера – это воздух. Для наблюдения использовались шаблоны, висящие на воздухе в пустых ящиках. Протяженность опыта – 14 дней. После экспонирования пластины промыли 28 НСІ раствором, содержащим 1 г уротропина, 1 г КІ, а затем промыли водой, просушили фильтровальную бумагу и обработали мягким лаком.

Скорость коррозии (К) оценивали по потерям массы образцов  $\Delta m$  из данных трех или шести – девяти параллельных опытов и определяли по формуле:

$$K = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}$$

где  $S$  – площадь образца, см<sup>2</sup>;

$\tau$  – время испытаний, ч.

**Результаты и обсуждение.** Наиболее подверженные коррозии рабочие органы машин для внесения минеральных удобрений показаны в таблице 1 и на рис.3

Таблица 1

Подверженные коррозии рабочие органы машин для внесения минеральных удобрений.

№	Машины	Рабочие органы
1	Разбрасыватели минеральных удобрений, туковые сеялки	Бункер, высевающие катушки, рама, вальцы, подающие тарелки, ленточный транспортер
2	Опрыскиватели	Бункер, дозаторы и детали, соприкасающиеся с ядохимикатами



Рис. 3– Коррозионные разрушения разбрасывателей минеральных удобрений

В наших исследованиях показано, что при насыщенных минеральных растворах скорость окисления стали Ст3 определяется гравиметрическими методами. Этот метод применяется для того, чтобы определить скорость коррозии, чтобы контролировать коррозионную активность и оценивать защитные действия коррозионных ингибиторов. Гравиметрические методы основаны на измерении различия массы контрольного металлического образца до и до экспонирования в коррозионную среду. Что касается твердой фазы, то она увеличивается на порядок, (таблица 2). Самый агрессивный из исследованных растворов твердого и твердого состояния – аммофос ( $K = 0,160$  г/м<sup>2</sup>-ч – при контакте с насыщенным раствором).

Таблица 2

Скорость коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

Вид удобрения	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> -ч	
	Твердое состояние	Насыщенный раствор
Карбамид	0,010	0,140
Суперфосфат	0,010	0,150
Аммофос	0,011	0,160

Примечание – температура эксперимента в комнате. Длительность тестирования – 60 дней. В связи с тем, что при установке машин на временную хранение в реальном состоянии достаточно трудно отмыть стальную поверхность от минеральной воды, мы смоделировали ситуацию, когда на рабочих органах разбрасывателей были следы минеральной воды. Исследование показало, что стальные поверхности с следами минерального удобрения аммиака и суперфосфора быстрее подвержены коррозии при ускоренном коррозионном испытании раствора NaCl в 0.5 М, чем чистый обезжиренный. Если частота коррозии поверхности чистого стального Ст3 составила 0.050, со следами – аммофоса – 0,057, суперфосфата – 0,065 г/м<sup>2</sup>ч. Наоборот, последствия карбамида (МНГЬСО), имеющего ингибирующие свойства, значительно замедляли процесс коррозии, скорость окисления составила 0.047 г/м<sup>2</sup>ч.

В таблица 3 содержит результаты быстрой коррозионной испытания на стальных образцах NaCl 0.5 М с следами минерального удобрения, покрытым масляной пленкой. Пленка с свежим синтетическим маслом MobilDevlac не самая лучшая защита стальной поверхности, причем с карбамидом даже немного лучше без карбамида, самые худшие результаты показаны

в опыте с аммофосом. Отработанные масла MobilDevlac обеспечивают практически в 2 раза меньше эффективности на стальных поверхностях по сравнению с свежими маслами, но защищают стальные поверхности от следов аммиака и суперфоса. Повышение защитной эффективности отработанных синтетических масел можно с помощью добавления в него 5 добавок Emulgin, разработанных на базе кубовых остатков производства высшего алифатического амина ОАО «Азот» в Березняке. Гораздо больше защитного эффекта на поверхностях с следами минерального удобрения обеспечивают синтетические отработанные масла, которые ингибированы 30...50% продуктами очистки отработанных отходов ПООМ (4-15): 80...90% при защите поверхности с следом карбамида, 50...60% – с следами аммиака и суперфоса. Если применять чистый ПОМ, то полностью можно защитить стальной поверхность Ст3 при ускоренном коррозионном испытании в 0,5 М растворе NaCl и открытых помещениях в течение шести месяцев.

Таблица 3

Результаты ускорения коррозии раствора NaCl 0.5 М

Масляная пленка		Концентрация ингибитора в масле, масс. %	Следы удобрений на Ст3						
Mobil Devlac	Ингибитор		Без удобрения	карбамид		аммофос		суперфосфат	
			Z <sub>i</sub> , %	Z <sub>i</sub> , %	Z <sub>2</sub> , %	Z, %	z <sub>2</sub> , %	Z <sub>i</sub> , %	z <sub>2</sub> , %
свежее	-	-	33	42	42	22	22	27	36
Отработанное	-	-	18	*с	С	37	37	31	39
	Эмульгин	3	70	28	27	25	25	21	30
		4	93	32	31	27	27	25	34
		5	98	38	37	42	41	37	44
		10	76	65	65	48	48	68	72
	ПООМ	20	89	75	74	52	52	55	60
		30	90	83	83	63	62	60	65
		40	93	92	92	52	51	61	66
		50	98	86	86	48	48	53	58
		100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100



Рис.4– Консервация разбрасывателей минеральных удобрений

Примечания: Длительность испытаний – 14 сут. Температура нанесения пленки 20°C. Температура эксперимента – 20°C. Z<sub>i</sub> - защитный эффект по контрольным образцам в 0,5 М NaCl, Z<sub>2</sub> – защитный эффект по контрольным образцам со следами удобрений K<sub>0</sub> = 0,050 г/м<sup>2</sup>ч; K<sub>0,карб.</sub> = 0,047 г/м<sup>2</sup>ч; K<sub>0,амм.</sub> = 0,057 г/м<sup>2</sup>ч K<sub>0</sub>, суперфос. = 0,065 г/м<sup>2</sup>ч С – стимулирование коррозии.

**Выводы.** Анализ исследования показал, что коррозия является существенным фактором, который влияет на эксплуатацию и хранения сельскохозяйственной техники, которые используются для внесения минеральных удобрения. Для того чтобы снизить воздействие этого фактора необходимо применить следующие методы которые позволяют снизить скорость коррозии что существенно позволит снизить воздействие рассматриваемых факторов.

Для того, чтобы защитить технику, имевшую контакт с минеральным удобрением, от воздействия коррозии, в этой работе рекомендуется применять консерванты на основе изработанного синтетического моторного масла, ингибированного Эмульгеном (5 масс.%) или ПОМ (30...40 масс%)

#### **Список источников**

1. Петрашев А.И., Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Остриков В.В., Вигдорович В.И. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 5. Технологии получения и применения продуктов очистки отработанных масел // Практика противокоррозионной защиты. 2006. № 3. С. 38 - 43.

2. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В. Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами // Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 66 - 71.

3. Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д. Ингибирование коррозии отработавшими моторными маслами. // Коррозия: материалы, защита. 2010. № 10. С. 25 -30.

4. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д., Клепиков В.В. Технология консервации сельскохозяйственной техники отработанными маслами // Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 57 - 61.

#### **References**

1. Petrashev A.I., Prokhorenkov V.D., Knyazeva L.G., Ostrikov V.V., Vigdorovich V.I. Protection against atmospheric corrosion with used oils, inhibited products of their purification. Message 5. Technologies for production and application of waste oil cleaning products//Practice of corrosion protection. 2006. № 3. P. 38 - 43. (in Russ.).

2. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Prokhorenkov V.D., Klepikov V.V. Technology of preserving agricultural machinery with used oils//Science in central Russia. 2013. № 1. S. 66-71. (in Russ.).

3. Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Prokhorenkov V.D. Corrosion inhibition with used motor oils // Corrosion: materials, protection. 2010. № 10. P. 25 -30. (in Russ.).

4. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Prokhorenkov V.D., Klepikov V.V. Technology of preserving agricultural machinery with used oils // Science in central Russia. 2013. № 1. P. 57-61. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

М.М.Юрков – доктор технических наук, профессор;

М.А. Ситчихин – студент.

#### **Information about the authors**

M.M.Yurkov – Doctor of Technical Sciences, Professor;

M.A. Sitchikhin– student.

#### **Вклад авторов:**

Юрков М.М. – научное руководство;

Ситчихин М.А. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Yurkov M.M. – scientific guidance;

Sitchikhin M.A – writing an article.

Научная, обзорная статья  
УДК 662.7

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА

**Юрий Николаевич Рыжов<sup>1</sup>, Андрей Владимирович Трудко<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Россия,  
г. Орёл

<sup>1</sup>[ryn1979@inbox.ru](mailto:ryn1979@inbox.ru)

<sup>2</sup>[Andreyka22888005553535@mail.ru](mailto:Andreyka22888005553535@mail.ru)

*Представлен анализ современных методов очистки топлив. Рассмотренные методы позволяют улучшить качество топлив, а также увеличить срок службы топливной системы современных двигателей внутреннего сгорания. Выбор правильного фильтрующего элемента значительно увеличит безотказность и ресурс топливных систем тракторов, комбайнов и автомобилей.*

**Ключевые слова:** топливо, системы очистки, фильтрация.

**Для цитирования:** Рыжов Ю. Н., Трудко А. В. Анализ способов очистки топлива // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 9-13.

## ANALYSIS OF FUEL PURIFICATION METHODS

**Yuri N. Ryzhov<sup>1</sup>, Andrey V. Trudko<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

<sup>1</sup>[ryn1979@inbox.ru](mailto:ryn1979@inbox.ru)

<sup>2</sup>[Andreyka22888005553535@mail.ru](mailto:Andreyka22888005553535@mail.ru)

*The analysis of modern methods of fuel purification is presented. The considered methods make it possible to improve the quality of fuel, as well as to increase the service life of the fuel system of modern internal combustion engines. Choosing the right filter element will significantly increase the reliability and resource of fuel systems of tractors, combines and cars.*

**Keywords:** fuel, cleaning systems, filtration.

**For citation:** Ryzhov, Yu.N. & Trudko, A.V. (2023) Analysis of fuel purification methods // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 9-13). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В качестве топлива в современных автомобилях и комбайнах используются различные жидкие виды топлива. Наиболее распространенными видами топлива являются дизельное топливо и бензин.

Для повышения экономичности и срока службы двигателя внутреннего сгорания, снижения количества вредных выбросов, а также для придания топливу высоких показателей качества, его подвергают очистке от вредных механических примесей и повышают стабильность.

Существует два типа метода чистки дизельного топлива и бензина: химическая и физическая очистка. При химической очистке примеси и нежелательные соединения в топливе

вступают в химическую реакцию с реагентами. К химическим способам очистки топлива относят: щелочную, сернокислотную, очистка пльомбитами и хлоридами металлов, гидрогенизационная очистка.

Физические методы очистки включают прохождение топлива через различные типы фильтров и сепараторов.

Очистка топлива серной кислотой заключается в растворении в топливе различных сернистых соединений. После чего жидкость расслаивается: сверху остается очищенный слой с остатками кислоты, а снизу – густая черная вязкая масса (кислый гудрон). Для нейтрализации кислоты можно использовать щелочи (едкий натрий). Кроме того, щелочи могут использоваться для удаления органических кислот, сероводорода, фенолов и меркаптанов.

Топливо химического крекинга с высоким содержанием непредельных углеводородов очищают пльомбитами и хлоридами металлов, так как при очистке серной кислотой непредельные углеводороды вступают с ней в реакцию.

Гидрогенизационная очистка наиболее эффективная и необходима для очистки от сернистых соединений и других вредных примесей. Очистку проводят с добавлением водорода и катализаторов в виде смесей оксида хрома или кобальта с молибденом при давлении в 1...4 МПа и температуре 375 – 415°С. При этом сернистые соединения под действием водорода легко удаляются переходя в газообразные продукты.

Адсорбация – позволяет очистить топлива от примесей серы и серосодержащих соединения из топлива путём фильтрации через фильтр, содержащий в своем составе компоненты природного происхождения (земля, песок, глинга), а также наночастицы металлов. Несмотря на конструктивную сложность данного метода, он позволяет эффективно очищать топливо от различных соединений серы.

При физическом методе – топливо очищают путем растворения нежелательных соединений или их поглощения поверхностно-активными веществами и растворами. К физическим способам очистки относят – очистка мелективными растворителями и различными видами адсорбентов.

Основными методами физической очистки топлива являются:

отстаивание – один из самых простых видов очистки топлива. При осаждении механические примеси и вода осаждаются в гравитационном поле жидкости под действием собственного веса жидкости.

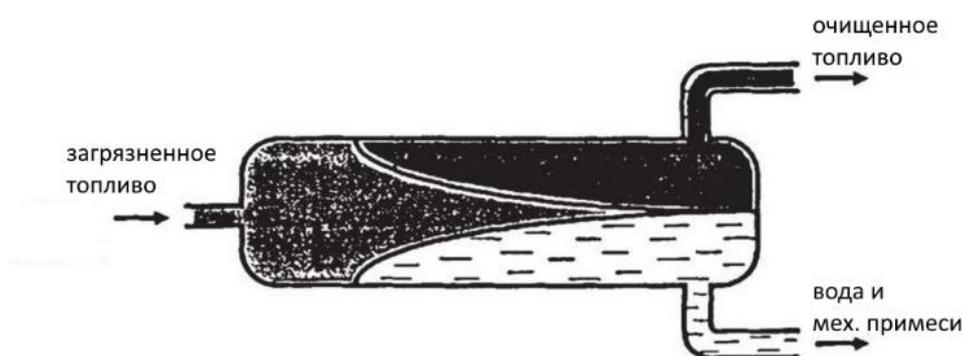


Рис. 1. Схема фильтрации методом отстаивания

Фильтрация – при этом способе очистки топливо проходит через фильтрационные устройства (фильтра) с различными пористыми перегородками, заключенные в специальном корпусе. Фильтрационная очистка, при котором из топлива удаляются твердые примеси и вода, основана на механическом принципе, при этом химический состав топлива не меняется, так как топливо не вступает в химическую реакцию с фильтрационным материалом.

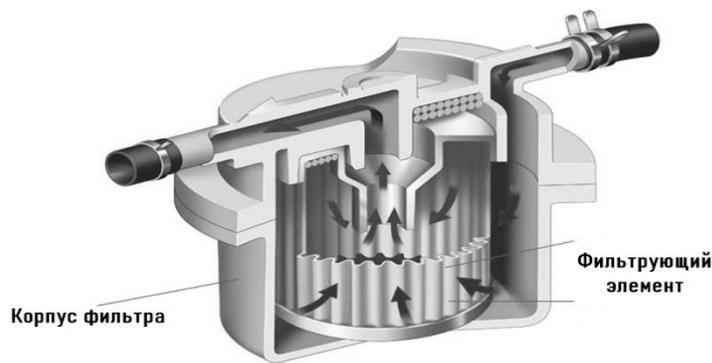


Рис. 2. Схема работы фильтра тонкой очистки топлива

Центрифугирование – очищает топливо, используя склонность механических примесей и капель воды к оседанию под действием центробежной силы. Это более эффективный метод очистки, чем отстаивание. Центробежная сила, действующая на механические примеси:

$$P_{ц} = \frac{\pi d^3 P_{ц} \omega^2}{6R}$$

Обработка под действием ультразвукового поля – этот вид обработки основан на возникновении кавитации в дизельном топливе и бензинах, которое, при определенных условиях, попеременно сжимается и расширяется с частотой вибрации. В момент растяжения в топливе образуются полости, заполненные газом или паром, называемые кавитационными пузырьками. В момент сжатия пузырьки схлопываются, создавая внушительную для топлива ударную волну. Усиленная ультразвуком энергия схлопывания пузырьков может разрушать все твердые примеси в топливе. Внутри пузырьков давление может достигать 150 Мпа, а температура до 1500°С. Обработка данным методом позволяет глубоко изменять молекулярный состав углеводородов и позволяет значительно улучшить основные качества топлива, такие как: полнота сгорания, количество вредных выбросов, а также увеличивает экономичность двигателя и его ресурс до отказа.

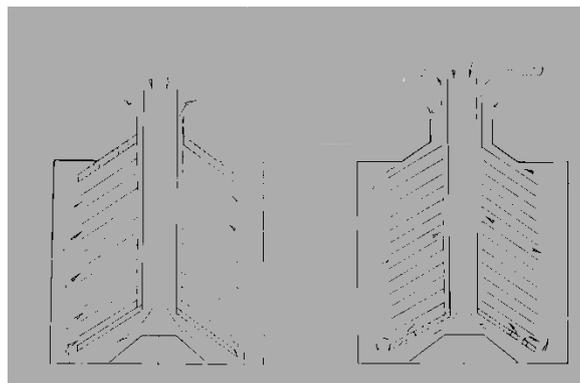


Рис. 3. Схема работы тарельчатого сепаратора

Энергетическая установка позволяет увеличить энергоэффективность жидкого углеводородного топлива с помощью электрического поля. При использовании данной установки повышается теплота сгорания, что приводит к снижению расхода топлива и повышению эффективности двигателя внутреннего сгорания. Также описанная установка повышает качество сгорания топлива, следовательно уменьшает нагар на поверхностях цилиндро-поршневой группы, клапанного механизма и снижает концентрацию вредных веществ в отработавших газах, что также позволяет увеличить ресурс дорогостоящего каталитического нейтрализатора и сажевого фильтра устанавливающиеся в выхлопных системах всех современных машин и комбайнов оборудованных двигателем внутреннего сгорания.

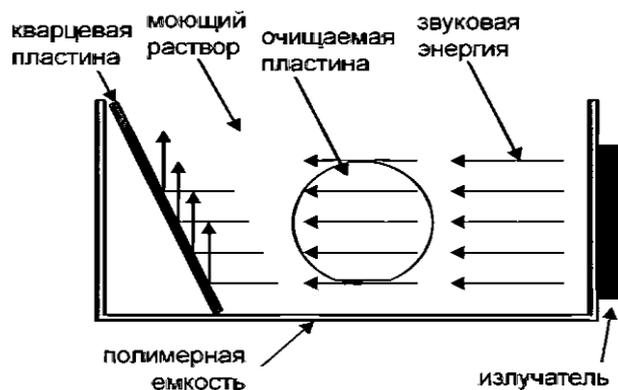


Рис. 4. Схема работы ультразвукового очистителя



Рис. 5. Схема работы энергетической установки

Вывод: учитывая разнообразие существующих способов очистки топлива, исходя из ситуации и необходимости достижения требуемого качества дизельного топлива и бензинов, инженерная служба предприятий и авто-тракторных комплексов может выбрать наиболее подходящий для своих условий использования, а также значительно сократить расходы на ремонт и обслуживание систем и механизмов в современных двигателях внутреннего сгорания.

#### Список источников

1. Жосан А.А., Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А. Альтернативные возобновляемые топлива // Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК. Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. 2011. С. 296-299.
2. Жосан А.А., Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А. Впрыск и горение рапсового масла и дизельного топлива в современных дизелях // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (34). С. 130-131.
3. Лиханов В.А., Козлов А.Н., Арасланов М.И. Работа дизеля на этаноле и рапсовом масле // Киров, 2018.
4. Жосан А.А., Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А. Сравнение физико-химических свойств дизельного топлива и рапсового масла // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (31). С. 72-73.
5. Рыжов Ю.Н., Иншаков А.П., Курочкин А.А. Двухтопливная система тракторного дизеля с многоступенчатым подогревом // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 11-13.

#### References

1. Zhosan A.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A. Alternative renewable fuels // Energy-saving technologies and equipment in the field of agriculture. Collection of materials for the Interregional exhibition-conference. 2011. pp. 296-299.

2. Zhosan A.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A. Injection and gorenje rapeseed oil and diesel fuel in modern diesel engines // Bulletin of the Orel State Agrarian University. 2012. № 1 (34). pp. 130-131.
3. Likhanov V.A., Kozlov A.N., Araslanov M.I. The work of diesel on ethanol and rapeseed oil // Kirov, 2018.
4. Zhosan A.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A. Comparison of physicochemical properties of diesel fuel and rapeseed oil // Bulletin of the Orel State Agrarian University. 2011. № 4 (31). pp. 72-73.
5. Ryzhov Yu.N., Inshakov A.P., Kurochkin A.A. Two-fuel tractor diesel system with multistage heating // Tractors and agricultural machines. 2014. № 6. pp. 11-13.

#### **Информация об авторах**

Ю.Н. Рыжов – кандидат технических наук, доцент;

А.В. Трудко – студент.

#### **Information about the authors**

Yu.N. Ryzhov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A.V. Trudko – student.

#### **Вклад авторов:**

Рыжов Ю.Н. – научное руководство, написание статьи;

Трудко А.В. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Ryzhov Yu.N. – scientific guidance, writing an article;

Trudko A.V. – writing an article.

Научная, обзорная статья

УДК 665.753.4

### **БИОЭТАНОЛ КАК АЛЬТЕРНАТИВА МИНЕРАЛЬНОМУ БЕНЗИНУ**

**Юрий Николаевич Рыжов<sup>1</sup>, Денис Андреевич Семенов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Россия, г. Орёл*

<sup>1</sup>[ryn1979@inbox.ru](mailto:ryn1979@inbox.ru)

<sup>2</sup>[den.abrosimov.98@mail.ru](mailto:den.abrosimov.98@mail.ru)

*Было приведено общее понятие про биоэтанол. Проведен анализ урожайности и стоимости сырья по показателям. Рассчитан объем производства биоэтанола из различных сельскохозяйственных культур. Выявили преимущества и недостатки биоэтанола по отношению бензиновому топливу.*

**Ключевые слова:** *этиловый спирт, биоэтанол, топливо, полимеры, переработкой.*

**Для цитирования:** Рыжов Ю.Н., Семенов Д.А. Биоэтанол как альтернатива минеральному бензину // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 13-17.

### **BIOETHANOL AS AN ALTERNATIVE TO MINERAL GASOLINE**

**Yuri N. Ryzhov<sup>1</sup>, Denis An. Semenov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia*

<sup>1</sup>[ryn1979@inbox.ru](mailto:ryn1979@inbox.ru)

<sup>2</sup>[den.abrosimov.98@mail.ru](mailto:den.abrosimov.98@mail.ru)

*The general concept of bioethanol was given. The analysis of the yield and cost of raw materials by indicators is carried out. The volume of bioethanol production from various agricultural crops is calculated. The advantages and disadvantages of bioethanol in relation to gasoline fuel were revealed.*

**Keywords:** ethyl alcohol, bioethanol, fuel, polymers, recycling.

**For citation:** Ryzhov, Yu.N. & Semenov, D.A. (2023). Bioethanol as an alternative to mineral gasoline // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 13-17). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

На современном этапе развития человечество постоянно находится в поиске альтернативных источников энергии. Загрязнение атмосферы человеком нефтепродуктами – одна из главных причин искать выход из данной ситуации, ведь от этого зависит продолжительность жизни людей. Как известно, использование минерального бензина является одной из основных причин загрязнения окружающей среды и ведет к глобальному изменению климата на Земле. Сегодня производство биоэтанола активно развивается в интересах нашей планеты. Поэтому мы должны прогрессировать в исследованиях, чтобы жить с экологически чистой биосферой в будущем. Этанол известен всему миру, а также является одним из наиболее крупнодоступного продукта основного органического синтеза, например, в мировое производство этанола в 2005 году составила 20 млн т/год.

Все больше ученых склоняется к тому, что новые ресурсы придется черпать из органического сырья. Один из инновационных видов топлива – биоэтанол. Биоэтанол это топливо, в котором содержится этиловый спирт (формула  $C_2H_5OH$ ), полученный переработкой различного растительного сырья. Биоэтанол – это эффективная высокооктановое топливная добавка для бензина. Достоинство биоэтанола - это возможность использования его как основного топлива для двигателей внутреннего сгорания. Это означает, что автомобиль может работать как на бензине, так и на биоэтаноле, что делает его очень удобным для использования в городских условиях. Кроме того, биоэтанол более безопасен в обращении, имеет низкий запах и менее токсичный, что в свою очередь уменьшает многие факторы риска при обработке, хранении и перевозке топлива. При их смешивании увеличивается октановое число топлива, значительно уменьшается выбросы вредных веществ в атмосферу и снижается температура сгорания топлива, что увеличивает рабочий ресурс двигателя и не требует его дополнительного переоснащения. Ведутся исследования в лабораториях по добавлению биоэтанола в дизельные двигатели вместо рапсового масла. Использование этанола в автомобильном транспорте имеет давнюю историю, почти такую же, как и сам автомобиль. Первой страной, попытавшейся полностью перевести свои автомобили на биоэтанол стала Бразилия. В зависимости от состава сырья, биоэтанол классифицируется как первый, второй и третий поколение. Первое поколение является самым распространенным и получается из крахмала и сахарозы, которые добывают из кукурузы или сахарного тростника. Второе поколение использует в сырье все более дешевую биомассу, как луговые растения, травы и садовый мусор, а также остатки от производства пищевых производств и муниципальные отходы. Третье поколение получается из микроводорослей, которые могут расти в морских условиях, и представляют собой еще более экологически чистый вид биоэтанола. Этиловый спирт можно получать из любых растений, лишь бы там в достаточном количестве содержались сахар и крахмал. Специалисты Российской биотопливной ассоциации отмечают, что лучший вариант — это сахарный тростник, так как это является самым распространенным сырьевым источником по данным из таблицы 1.

По другим показателям видно, что клубневые культуры, с учетом показателей урожайности и стоимости сырья на литр биоэтанола, могут также использоваться для производства биологического топлива наряду с зерновыми. Однако сам процесс их производства довольно трудоемок и экономически не столь привлекателен. Картофель, по мнению специалистов, целесообразно использовать лишь в качестве дополнительного сырья.

Таблица 1.

## Объем производства биоэтанола из различных сельскохозяйственных культур

Сырье	Объем производства биоэтанола с площади 1 га, м <sup>3</sup>
Сахарная свекла	2.5-3.0
Сахарный тростник	3.5-5.0
Кукуруза	2.5
Пшеница	0.5-2.0
Картофель	1.2-2.7
Сахарное сорго	3.0-5.0

Маркируется биоэтанол буквой Е. Она указывает что в смеси с бензином есть этанол. Е10 – показывает содержание этанола в бензине – 10%. Е15 – 15% и так далее. Е10 – стандарт для обычного автомобильного агрегата. Е85 – для специального многотопливного мотора Flex-Fuel. Автомобили с таким двигателем называются Flexible-Fuel Vehicle (FFV). Знаменитая модель Ford-T была именно автомобилем FFV.

Преимущество биоэтанола по отношению бензиновому топливу:

1) Спирт с более низкой молекулярной массой может быть получен из местных энергетических ресурсов, таких как биомасса, уголь и природный газ, которые доступны по низкой цене;

2) Сжигание спирта в двигателях внутреннего сгорания создает большее давление сгорания по сравнению с бензином;

3) Снижаются выбросы парниковых газов. По предварительным расчетам количество диоксида углерода, поступающего в воздух, может уменьшиться на 80-82%, это способствует более полному сгоранию углеводородов бензина;

4) Уменьшается выделение токсичных газов в окружающую среду;

5) Сжигая спирт в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) мы выбрасываем незначительное количество золы из-за меньшего содержания углерода в спирте;

6) Октановое число этанола равно 105, это значит, что его можно сжигать в двигателях с куда большей степенью сжатия.

Затраты на обслуживание двигателей автомобильного транспорта сократятся. Это можно привести как преимущество в области экономики.

Из недостатков биоэтанола:

1) Этанол – это сильный растворитель. Он может растворить полимеры (пластмассы, резины), которые не предназначены для использования этанолосодержащего топлива – шланги, трубки, топливозаборник, прокладки и уплотнения;

2) Спирт абсорбирует воду. В водно-спиртовой смеси заводятся бактерии. Бактерии размножаются и умирают. Остатки колоний бактерий в виде слизи забивают фильтры и каналы в топливной системе;

3) Транспортировка. Биоэтанол сложно транспортировать на большие расстояния, что отражается на его стоимости;

4) При сжигании чистого этилового спирта выделяется на 30% меньше энергии, чем при сжигании того же количества бензина;

5) Для производства биотоплива используются обширные территории под выращивания сырья, что приводит к массовому вырубанию лесов;

6) Также у биоэтанола есть существенный минус, при минусовой температуре в двигатель залитый 100% биоэтанолом будет трудно запускаться, но проблема решаема путем добавки около 5% бензина.

В данном исследовании были исследованы физические и химические свойства этанола. Рассмотрим физические свойства этанола:

1) Известно, что молекулярная химическая формула равна  $C_2H_5OH$ . Данная смесь не имеет цвета, но обладает специфическим запахом и жгучим вкусом, при этом она не токсична. Температура плавления приблизительно  $114,15^{\circ}C$ , а температура кипения  $78,3^{\circ}C$ .

2) Этанол способен смешиваться в соотношении с глицерином, бензином, спиртами, хлороформом и другими веществами. Способна гореть бледно голубым пламенем, а также выделять большое количество энергии.

Рассмотрим химические свойства биоэтанола:

1) Этанол сгорает в воздухе и в кислороде с выделением тепла:  
 $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

2) Вступает в реакцию гидрогалогенирования в присутствии хлорида цинка:  
 $CH_3CH_2OH + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl + H_2O$

3) Биоэтанол способен взаимодействовать с гидридами и гидроксидами щелочных металлов с образованием этилатов:  
 $CH_3CH_2OH + NaH \rightarrow CH_3CH_2ONa + H_2$ ;  
 $CH_3CH_2OH + NaOH \rightarrow CH_3CH_2ONa + H_2O$

4) Способен реагировать с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров:  
 $RCOON + HOCH_2CH_3 \rightarrow RCOOCH_2CH_3 + H_2O$

5) Взаимодействует со щелочными металлами с образованием этилатов (или с алколятов) и водорода:  
 $2C_2H_5OH + 2K \rightarrow 2C_2H_5OK + H_2$

И поэтому в большинстве стран биоэтанол применяют в виде топливной смеси в пропорциях с бензином, либо 10% этанола и 90% бензина, либо 85% этанола и 15% бензина (но в таком случае потребуются переделка системы питания). Ведь если неправильно соотносить соотношение этанола и бензина в процентах, то это может привести к поломке механизмов двигателя. Этанольным двигателям также нужна холодная стартовая система, чтобы гарантировать достаточное парообразование при температуре ниже 13 °С. За последние годы в области производства биоэтанола из целлюлозосодержащего сырья наблюдается значительный прогресс, это позволит перерабатывать в биоэтанол не только древесное сырье, но и кукурузные стебли и пшеничную солому, а не кукурузные и пшеничные зерна, как сейчас. Но сегодня, к сожалению, в Российской Федерации он не так перспективен, как в других странах, в основном в связи с высокими ставками акциза на этанол любого назначения. В России биоэтанол облагается такими же акцизными ставками, как спирт. Биоэтанол является не только добавкой к топливу, но и также является смазочными свойствами.

По сравнению с минеральным бензином, биоэтанол дешевле производится. Это означает, что его можно продавать на заправочных станциях дешевле, что позволит людям экономить деньги на топливе.

Так было изложено что биоэтанол схож с формой этанола. Это как раз и является ключевым различием между биоэтанолом и этанолом, ведь различие состоит в том, что биоэтанол является формой этанола, который образуется из биологического процесса производства этанола. А этанол является органическим соединением, получаемый либо из химического или из биологического процесса.

Биоэтанол по приведенным исследованиям показывают, что хоть и получает название экологически чистый продукт, но и также получит конкуренцию на мировом рынке. В целом, использование биоэтанола имеет множество преимуществ, которые делают его привлекательным выбором для общества и окружающей среды.

Определенно, биоэтанол – это альтернатива минеральному бензину, и его использование в качестве топлива ведет к более гладкому, чистому, зеленому и экологически безопасному миру, что является важным для нас и наших будущих поколений. Его использование обеспечивает уменьшение углеродного следа и загрязнения окружающей среды, а также создание новых рабочих мест и рост экономической деятельности.

Однако, выращивание растительности для биоэтанола может привести к недостатку пищевых ресурсов, поэтому необходимо развивать технологии, которые позволят производить биоэтанол из бесполезных остатков растительной массы.

Анализ преимуществ и недостатков биоэтанола, а также развитие и внедрение ресурсосберегающих технологий производства в сфере АПК биоэтанол является хорошей альтернативой минеральному бензину и данный вид является экологически чистым и воспроизведенным.

### Список источников

1. Рыжов Ю.Н., Иншаков А.П., Курочкин А.А. Двухтопливная система тракторного дизеля с многоступенчатым подогревом // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 6. С. 11-13.
2. Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А., Жосан А.А. Альтернативные возобновляемые топлива // Энергосберегающие технологии и техника в сфере АПК. Сборник материалов к Межрегиональной выставке-конференции. 2011. С. 296-299.
3. Васильев И. П. Экологически чистые направления получения и использования топлив растительного происхождения в двигателях внутреннего сгорания // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2005.
4. Рыжов Ю.Н., Жосан А.А., Головин С.И., Курочкин А.А. Подогреватель топлива // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 9. С. 6-7.
5. Kuznetsov Yu.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A., Mikhaylova Yu.L., Mikhaylov M.R. Dual-fuel system of the diesel with multi-stage heating, running on compound (plant and mineral) fuels in a climate of Russian Federation // Traktori i pogonske mašine. 2014. T. 19. № 2. С. 36-40.

### References

1. Ryzhov Yu.N., Inshakov A.P., Kurochkin A.A. Two-fuel tractor diesel system with multi-stage heating // Tractors and agricultural machines. 2014. No. 6. pp. 11-13.
2. Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A., Zhosan A.A. Alternative renewable fuels // in the collection: Energy-saving technologies and equipment in the field of agriculture. Collection of materials for the Interregional exhibition-conference. 2011. pp. 296-299.
3. Vasiliev I. P. Environmentally friendly directions of obtaining and using vegetable fuels in internal combustion engines // Ecotechnologies and resource conservation, 2005.
4. Ryzhov Yu.N., Zhosan A.A., Golovin S.I., Kurochkin A.A. Fuel heater // Tractors and agricultural machines. 2013. No. 9. pp. 6-7.
5. Kuznetsov Yu.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A., Mikhaylova Yu.L., Mikhaylov M.R. Dual-fuel system of the diesel with multi-stage heating, running on compound (plant and mineral) fuels in a climate of Russian Federation // Traktori i pogonske mašine. 2014. T. 19. № 2. С. 36-40.

### Информация об авторах

Ю.Н. Рыжов – кандидат технических наук, доцент;

Д.А. Семенов – студент.

### Information about the authors

Y.N. Ryzhov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D.A. Semenov – student.

### Вклад авторов:

Рыжов Ю.Н. – научное руководство, написание статьи;

Семенов Д.А. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Ryzhov Y.N. – scientific guidance, writing an article;

Semenov D.A. – writing an article.

Научная, обзорная статья  
УДК 631.348

## УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ РАПСОВОГО МАСЛА

**Юрий Николаевич Рыжов<sup>1</sup>, Геннадий Геннадьевич Краснов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, Орел,  
Россия

<sup>1</sup>ryn1979@inbox.ru

<sup>2</sup>gena.krasnov.00@bk.ru

*Рассмотрены причины использования рапсового масла в качестве топлива и сдерживающие факторы его применения в серийных дизельных двигателях, влияние температуры на вязкость. Описаны устройства и принцип работы различных подогревателей рапсового масла.*

**Ключевые слова:** топливо, рапсовое масло, дизельное топливо, вязкость, подогреватели топлива

**Для цитирования:** Рыжов Ю. Н., Краснов Г. Г. Устройство и принцип работы подогревателей рапсового масла // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 18-23.

### DEVICE AND PRINCIPLE OF OPERATION OF RAPSE OIL HEATERS

**Yuri N. Ryzhov<sup>1</sup>, Gennady G. Krasnov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

<sup>1</sup>ryn1979@inbox.ru

<sup>2</sup>gena.krasnov.00@bk.ru

*The reasons for the use of rapeseed oil as a fuel and the restraining factors of its use in serial diesel engines, the effect of temperature on viscosity are considered. The device and principle of operation of various rapeseed oil heaters are described.*

**Keywords:** fuel, rapeseed oil, diesel fuel, viscosity, fuel heaters.

**For citation:** Ryzhov, Yu. N. & Krasnov, G.G. (2023). The device and principle of operation of rapeseed oil heaters. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 18-23). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

**Введение.** Основной задачей любого сельскохозяйственного предприятия является удешевление производственных затрат, не снижая при этом качество производимой продукции. Одной из ключевых статей расходов является приобретение топлива для агротехники и специализированных машин, в связи с чем существует острая потребность в поиске и подборе альтернативного вида топлива для дизельных двигателей. Наиболее перспективным из альтернативных видов топлива для данных видов техники является рапсовое масло и его смеси с дизельным топливом, эффективное использование которого будет возможно при помощи подогревательных устройств. Однако использование данного вида топлива особенно в зимние периоды времени не предоставляется возможным [1].

**Основная часть.** Учитывая высокую доступность и низкую стоимость, наиболее подходящей альтернативой дизельному топливу является топливо полученное из рапсового

масла. Переход на альтернативные виды топлива с целью снижения потребления нефтепродуктов и выбросов вредных веществ в окружающую среду является одним из приоритетных государственных направлений РФ в сфере экологии.

Среди отечественных разработок, представленных на рынке, отсутствуют подогреватели топлива, позволяющие беспрепятственно использовать биотопливо растительного происхождения в работе дизельного двигателя. Среди зарубежных разработок представлены устройства для снижения вязкости биотоплива на основе использования ультразвуковых фильтров, что является малоэффективным в климатических условиях регионов РФ (отрицательная температура окружающей среды).

Рост числа дизельной техники, использующей в качестве топлива нефтепродукты, влечет повышение выброса вредных веществ в окружающую среду, в связи с чем одним из приоритетных государственных направлений РФ в сфере экологии является переход на альтернативные виды топлива.

Наиболее перспективным из альтернативных видов топлива для сельскохозяйственных предприятий на данный момент является рапсовое масло и смеси его с дизельным топливом. Использование данного топлива повышает энергоавтономность предприятий, существенно снижает затраты на топливо и объемы выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основными сдерживающими факторами применения растительных масел в качестве топлива являются более высокие значения кинетической вязкости и поверхностного натяжения в сравнении с минеральным дизельным топливом. Это в свою очередь приводит к ряду негативных последствий (нарушение условий организации процесса сжигания топлива в камере сгорания, сбой в работе выпускных клапанов, невозможность запуска двигателя в холодное время года, сокращение срока службы топливной аппаратуры, полимеризация моторного масла и т.д.).

Также среди конкурентных преимуществ для использования устройств для подогрева рапсового масла можно выделить:

- Возможность разбора устройства за счет использования разъемной конструкции подогревателя и съемной волнистой перегородки. Аналоги разработки являются неразъемными, что затрудняет их обслуживание и влечет значительные эксплуатационные затраты.

- Повышенная теплоемкость устройства за счет волнистого исполнения поверхности. В сравнении с аналогами увеличивается поверхность теплообмена, улучшаются условия конвективного теплообмена, возрастает значение теплового потока.

- Быстрая и точное регулирование температуры топлива в автоматическом режиме за счет последовательного подключения терморегулирующего блока.

Потребность использования рапсового масла как альтернативу дизельному топливу связано с такими причинами, как:

- ухудшением состояния экологической обстановки;
- ростом цен на ископаемые виды топлива;
- существенным сокращением природных невозобновляемых запасов;
- топливо на основе рапсового масла является возобновляемым источником энергии.

К сдерживающим факторам применения рапсового масла можно отнести такие показатели, как:

- высокая вязкость. Это приводит к неполному сгоранию топлива, что существенно повышает коксуемость и лакоотложение;
- теплота сгорания рапсового масла до 14% меньше, чем у дизельного топлива;
- высокое поверхностное натяжение, приводящее к неоднородности распыливания топлива в камере сгорания ДВС.

Перечисленные минусы негативно сказываются на мощности двигателя внутреннего сгорания, а также сокращают срок службы топливной аппаратуры, и других систем ДВС.

Одним из наиболее простых, распространенных и надежных способов снижения вязкости и поверхностного натяжения растительного масла в условиях эксплуатации

сельскохозяйственной техники является подогрев. Данный способ позволяет избежать серьезных изменений конструкции топливной системы и двигателя в целом, а, следовательно, и денежных вложений, применять в качестве топлива чистое растительное масло холодного отжима. Исходя из исследований, проведенных авторским коллективом, для прокачиваемости необходимого числа топлива требуется поддержание температурного диапазона, соответствующего давлению на участке топливной системы.

Для поддержания указанного диапазона температур на участке низкого давления в топливной системе (топливный бак-ТНВД) принято разработать подогреватель топлива, использующий температуру охлаждающей жидкости двигателя. Применение данного устройства позволит использовать в качестве топлива растительные масла или их смеси с дизельным топливом, что приведет к экономии затрат на топливо и уменьшению вредного воздействия на окружающую среду. Внедрение предлагаемой разработки позволит решать следующий ряд проблем:

1. Повышение энергоавтономности сельхоз предприятий.
2. Снижение затрат на топливо до 50%.
3. Повышение эффективности работы сельхоз предприятия.
4. Снижение выбросов вредных веществ.

Вязкость рапсового масла приближается к дизельному топливу при температуре от 80 до 100°C (рис. 1).

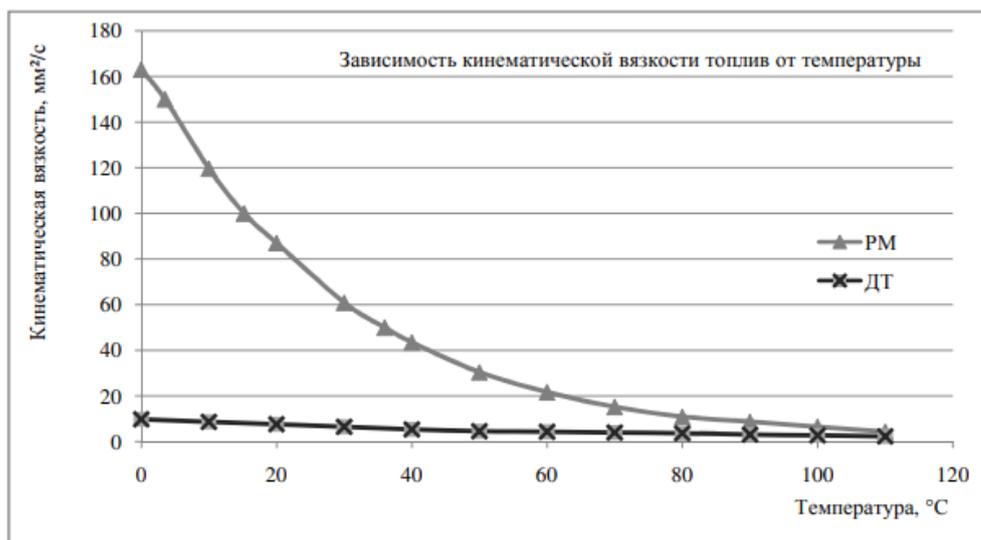


Рис. 1. График зависимости кинематической вязкости топлив от температуры

Для поддержания таких диапазонов температур в топливной системе применяют различные подогреватели.

Рассмотрим следующую схему устройства для подогрева топлива (рис. 2).

Подогреватель для рапсового масла состоит из корпуса. Он представляет собой две емкости 1 и 13, которые стыкуются с помощью резьбового соединения. Между ними установлено уплотнительное кольцо 12. Оно необходимо для герметизации и защиты оборудования. Сборка осуществляется при помощи неподвижно закрепленных на емкостях 1 и 13 головок болтов 11. Волнистая перегородка 14 делит внутреннее пространство корпуса на две камеры: обогревательную 10 и топливную 8.

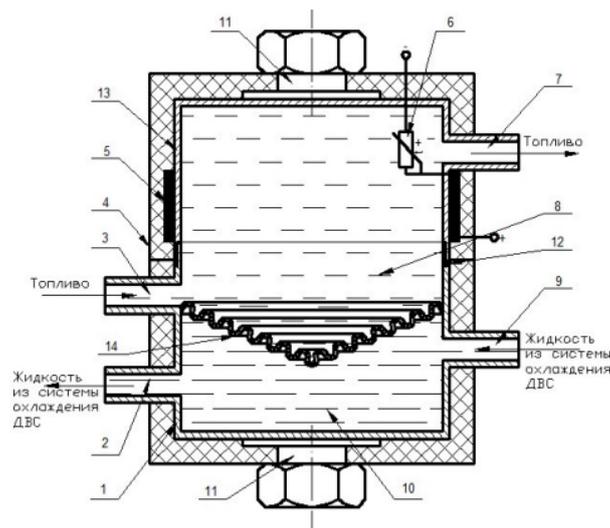


Рис. 2 Схема комбинированного подогревателя топлива:

- 1-емкость; 2-отводящий патрубок жидкости из системы охлаждения двигателя; 3-подводящий патрубок топлива; 4-корпус; 5-электронагреватель; 6-резистор; 7-выходной патрубок; 8-топливная камера; 9-подводящий патрубок жидкости из системы охлаждения двигателя; 10-обогревательная камера; 11-болт; 12-уплотнительное кольцо; 13-емкость; 14-волнистая перегородка

Емкость 1 содержит подводящий патрубок топлива 3, подводящий патрубок 9 жидкости из системы охлаждения двигателя и отводящий патрубок 2 жидкости из системы охлаждения двигателя.

Емкость 13 содержит электронагреватель 5, расположенный у выходного патрубка 7, и источник постоянного тока, в роли него может выступать аккумуляторная батарея, предназначенная для запуска двигателя. Устройство для подогрева топлива снабжено теплоизолирующим материалом для повышения его эффективности работы.

Использование данных устройств для подогрева топлива позволяет улучшить процесс теплопередачи путем более равномерного прогрева топлива и обеспечивает необходимый температурный режим. Следовательно, обеспечивается более высокая эффективность работы двигателя при использовании растительно-минеральных топлив [5].

Теперь рассмотрим другую схему устройства для подогрева биотоплива.

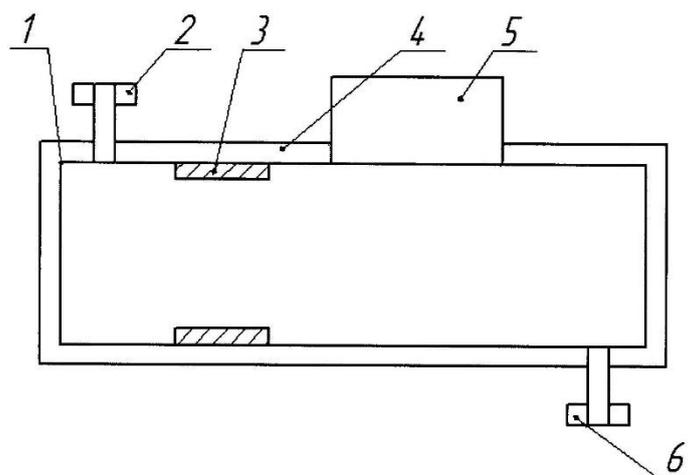


Рис. 3-Схема устройства для подогрева биотоплива:

- 1-корпус; 2-входной топливный штуцер; 3-излучатель ультразвука; 4-теплоизолирующий слой; 5-СВЧ-нагреватель; 6-выходной топливный штуцер

Для устранения имеющихся недостатков, облегчающих конструкцию в устройство (рисунок 3) для подогрева биотоплива вносятся следующие изменения:

- внутри корпуса подогревателя устанавливается СВЧ-нагреватель;

- корпус нагревательного устройства выполняется из меди.

Данное устройство для подогрева биотоплива состоит из корпуса 1, входного 2 и выходного 6 топливных штуцеров, излучателя ультразвука 3, теплоизолирующего слоя 4, СВЧ-нагревателя 5.

Корпус нагревателя, выполненный из меди, обладает очень важными преимуществами:

- высокая коррозионная стойкость;

- эффективная теплоотдача, благодаря чему подогреватель не будет деформироваться при резких температурных перепадах. [5]

Рассмотрим еще один подогреватель топлива (рисунок 4). Он устанавливается параллельно в систему охлаждения дизельного двигателя. Автоматическое поддержание заданной температуры топлива обеспечивается термостатическим клапаном регулирующий поток охлаждающей жидкости при изменении тепловых условий двигателя. Термостатический клапан расположен перед аппаратом теплообмена. Эффективность подогрева топлива повышается за счет противоточной схемы движения теплоносителей.

Адаптированная система дизельного двигателя работает по следующему принципу. Смесевое топливо (70% рапсового масла и 30% дизельного топлива) из топливного бака 1 подается насосом низкого давления 3 в фильтр грубой очистки 2 и далее в теплообменный аппарат 5, в котором нагревается до температуры 65-70 °С. Нагретое топливо подвергается тонкой очистке в фильтре 4 и подается ТНВД 6 через форсунки 7 в цилиндры. Утечки топлива из форсунок и излишки из ТНВД по дренажным топливопроводам 14 подаются в бак.

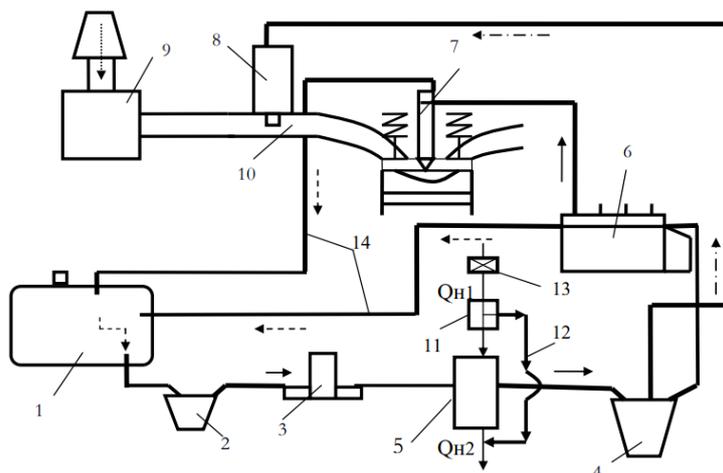


Рис. 4. Схема адаптированной системы питания дизельного двигателя с жидкостным охлаждением:

1-топливный бак; 2-фильтр грубой очистки топлива; 3-топливный насос низкого давления (ТННД);

4-фильтр тонкой очистки топлива; 5-теплообменный аппарат; 6-топливный насос высокого давления (ТНВД);

7-форсунки; 8-электрофакельный подогреватель; 9-воздухоочиститель; 10-впускной коллектор; 11-термостат;

12-обводной канал; 13-запорный кран; 14-дренажный топливопровод

Интенсивность нагрева смесового топлива при прогреве дизельного двигателя обеспечивается увеличением расхода охлаждающей жидкости через теплообменный аппарат с помощью термостата 11. При достижении двигателя температуры 85-90°С расход жидкости через теплообменник уменьшается. При повышении температуры смесового топлива до 75°С термостат дополнительно уменьшает расход охлаждающей жидкости через теплообменник.

В результате того, что цетановое число смесового топлива меньше, чем у дизельного топлива, затрудняется пуск холодного двигателя. В связи с этим, предлагается использовать электрофакельный подогреватель 8 воздушного заряда, который установлен во впускном коллекторе. Такой подогреватель включается за 1 минуту перед запуском двигателя и должен работать 3-4 минуты.

Применение рассмотренной конструкции позволяет улучшить процесс теплообмена за счет более равномерного нагрева топлива и обеспечивает необходимый температурный диапазон.

Таким образом, использование подогревателей растительно-минеральных топлив позволяет создать необходимые условия для своевременной подачи и качественного распыла топлива в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания, что приведет к повышению эксплуатационных показателей двигателей и улучшению экологии. Предлагаемые конструкции подогревателей просты в использовании, экономически выгодны и надежны в эксплуатации.

#### Список источников

1. Жосан А.А., Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А. Впрыск и горение рапсового масла и дизельного топлива в современных дизелях // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (34). С. 130-131.
2. Рыжов Ю.Н. Курс лекций по дисциплине "Альтернативные энергетические ресурсы" // Учебно-методическое пособие / Орел, 2016.
3. Марков В.А., Гайворонский А.И. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля // Автомобильная промышленность.-2006. -№2.
4. Рыжов Ю.Н, Курочкин А.А. Подогреватель рапсового масла // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 11. С. 11-12.
5. Kuznetsov Yu.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A., Mikhaylova Yu.L., Mikhaylov M.R. Dual-fuel system of the diesel with multi-stage heating, running on compound (plant and mineral) fuels in a climate of Russian Federation // Traktoriipogonskemašine. 2014. T. 19. № 2. С. 36-40.
6. Рыжов Ю.Н., Курочкин А.А. Двухтопливная система тракторного дизеля с многоступенчатым подогревом // Патент на полезную модель RU 152117 U1, 10.05.2015. Заявка № 2013112915/06 от 22.03.2013.

#### References

1. Zhosan A.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A. Injection and gorenje rapeseed oil and diesel fuel in modern diesel engines // Bulletin of the Orel State Agrarian University. 2012. №. 1 (34). pp. 130-131.
2. Ryzhov Yu.N. Course of lectures on the discipline "Alternative energy resources" // Educational and methodical manual / Orel, 2016.
3. Markov V.A., Gaivoronsky A.I. Rapeseed oil as an alternative fuel for diesel // Automotive industry.-2006. - №2.
4. Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A. Rapeseed oil heater // Tractors and agricultural machinery. 2013. №. 11. PP. 11-12.
5. Kuznetsov Yu.A., Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A., Mikhaylova Yu.L., Mikhailov M.R. Dual-fuel system of the diesel with multi-stage heating, running on compound (plant and mineral) fuels in a climate of Russian Federation // Traktoriipogonskemašine. 2014. Vol. 19. №. 2. pp. 36-40.
6. Ryzhov Yu.N., Kurochkin A.A. Dual-fuel tractor diesel system with multi-stage heating // Utility model patent RU 152117 U

#### Информация об авторах

Ю.Н. Рыжов – кандидат технических наук, доцент;

Г.Г. Краснов – магистрант.

#### Information about the authors

Yu.N. Ryzhov- Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

G.G. Krasnov – is a master student.

#### Вклад авторов:

Рыжов Ю.Н. – научное руководство, написание статьи;

Краснов Г.Г. – написание статьи.

#### Contribution of the authors:

Ryzhov Yu.N. – scientific guidance, writing an article;

Krasnov G.G. -writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 62-77, 62-799

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ

**Максим Юрьевич Мартынов<sup>1</sup>, Полина Игоревна Гужина<sup>2</sup>,  
Игорь Николаевич Гужин<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup> [maksim200502@mail.ru](mailto:maksim200502@mail.ru)

<sup>2,3</sup> [Guzhin\\_IN@ssaa.ru](mailto:Guzhin_IN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

*Представлен анализ методов и способов диагностирования двигателя автомобиля, описаны методики диагностики, перспективы развития методов и способов диагностирования*

**Ключевые слова:** двигатель, диагностирование, техническое обслуживание

**Для цитирования:** Мартынов М. Ю., Гужина П. И., Гужин И. Н. Современные методы и способы диагностики двигателя // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 24-26.

### MODERN METHODS AND METHODS OF MOTOR DIAGNOSTICS

**Maxim Y. Martynov<sup>1</sup>, Polina I. Guzhina<sup>2</sup>, Igor N. Guzhin<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> [maksim200502@mail.ru](mailto:maksim200502@mail.ru)

<sup>2,3</sup> [Guzhin\\_IN@ssaa.ru](mailto:Guzhin_IN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

*Analysis of methods and methods of car engine diagnostics is presented, methods of diagnostics, prospects of development of methods and methods of diagnostics are described.*

**Keywords:** engine, diagnostics, maintenance.

**For citation:** Martynov, M.Y., Guzhina, P.I. & Guzhin, I.N. (2023). Modern methods and methods of engine diagnostics. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 24-26). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

С усложнением конструкции двигателя автомобиля техническая диагностика становится одним из основных элементов технического обслуживания и ремонта. Информация о состоянии узлов и деталей, скрытых и назревающих отказах двигателя позволят предотвратить потерю его работоспособности, а также проконтролировать качество проведения технического обслуживания и ремонта.

Отличительной особенностью современных автомобильных двигателей является широкое применение в их конструкции микроэлектроники, которая не только управляет системами двигателя, но и автоматически диагностирует его техническое состояние.

К основным методам диагностирования двигателя относят органолептический, когда диагностируемые параметры определяются органами чувств человека и инструментальный, когда диагностические параметры определяются с использованием инструментов, приборов, приспособлений.

Диагностирование двигателя проводится в плановом порядке (при проведении плановых технических обслуживаний и ремонтов), а также внепланово при наличии следующих признаков: увеличение расхода топлива, увеличение расхода моторного масла на угар, снижение мощности двигателя, появление посторонних звуков и шумов при работе двигателя, появление сигнала от системы самодиагностики двигателя (загорается контрольная лампа).

Процесс диагностирования двигателя состоит из следующих этапов: подготовительного, основного и заключительного. В процессе подготовительного этапа проводят очистительно – моечные операции, внешний осмотр при котором проверяют наличие течи или подтеканий, уровней технических жидкостей, крепление и внешнее состояние деталей и узлов, сбор информации по работе двигателя.

На основном этапе устанавливают режимы работы двигателя, при которых проводят диагностику и получают данные по измеренным диагностическим параметрам.

На заключительном этапе ставят диагноз (заключение) о техническом состоянии двигателя, его узлов и деталей.



Рис. 1. Методы диагностики двигателя

Диагностирование двигателя автомобиля можно разбить на несколько этапов:

1. Проверка двигателя на стуки и шумы (слуховая диагностика);
2. Проверка двигателя на отсутствие вибрации;
3. Проверка системы зажигания;
4. Проверка системы питания и выхлопной системы.

Для двигателей современных автомобилей, оборудованных электроникой, диагностирование проводится следующими способами: считывание компьютерных данных, полученных системой самодиагностики; диагностирование с использованием выносных электронных устройств (сканеров), диагностирование с использованием различных устройств и приспособлений (инструментальная диагностика).

Применение вышеперечисленных способов и их сочетаний будет зависеть от следующих факторов: сложности обнаружения неисправности, точности постановки первичного диагноза.

После считывания данных самодиагностики и получения данных о том, что двигатель исправен, положительное решение об исправности двигателя и его систем принимается в том случае, если нет жалоб и пожеланий водителя о работе двигателя. В другом случае проводится углубленная диагностика с использованием электронных и инструментальных приборов и устройств.

**Вывод.** От точности проведения диагностических работ, постановки точного диагноза состояния двигателя зависит надежная его эксплуатация, а также затраты на проведение технических обслуживаний и ремонтов. При точной постановке диагноза затраты на ТО и ремонт будут снижены, поэтому даже дополнительные затраты на углубленную диагностику окупятся.

В дальнейшем диагностика двигателей автомобилей будет развиваться в направлении самодиагностики и компьютерной диагностики. При этом участие человека в диагностических работах и постановке диагноза будет сокращаться.

### Список источников

1. Сулейманова З. Ф., Гужин И.Н. Современное оборудование для диагностики автомобилей // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 302-306.
2. Морозов А.А., Гужин И.Н., Толочнова А.Н. Современные методы диагностирования автомобилей // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 369-371.

### References

1. Suleimanova, Z. F. & Guzhin, I.N. (2021) Modern equipment for diagnostics of cars. Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers. (pp. 302-306). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
2. Morozov, A.A., Guzhin, I.N. & Toloknova, A.N. (2021). Modern methods of diagnosing cars. Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers. (pp. 369-371). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

### Информация об авторах:

И.Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент;  
М.Ю. Мартынов – студент;  
П.И.Гужина – школьник.

### Information about the authors:

I.N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences;  
M.Y. Martynov – student;  
P.I. Guzhina – school student.

### Вклад авторов:

Гужин И.Н – научное руководство, написание статьи;  
Мартынов М.Ю. – написание статьи;  
Гужина П.И. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Guzhin I.N. – scientific guidance, writing an article;  
Martynov M.Y. – writing an article;  
Guzhina P.I. – writing an article.

Тип статьи (обзорная)  
УДК 631.3

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

**Юлия Алексеевна Скопцова<sup>1</sup>, Полина Игоревна Гужина<sup>2</sup>,  
Игорь Николаевич Гужин<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Skorcovajulia2003@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5309-4993>

<sup>2,3</sup>[Guzhin\\_IN@ssaa.ru](mailto:Guzhin_IN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

*В данной статье авторы повествуют нам о принципе функционирования спутниковой системы навигации. Знакомят с основными видами спутниковой навигации, применяемой на сельскохозяйственной технике. Описано положительное влияние наколличество и качество урожая, при минимальных затратах труда рабочих.*

**Ключевые слова:** система спутниковой навигации, сельскохозяйственная техника, урожай, сельское хозяйство.

**Для цитирования:** Скопцова Ю. А., Гужина П. И., Гужин И. Н. Эксплуатация техники с использованием спутниковой системы навигации // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 26-29.

## OPERATION OF EQUIPMENT USING SATELLITE NAVIGATION

**Yulia A. Skoptsova, Polina I. Guzhina, Igor N. Guzhin**

<sup>1,2,3</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>[Skopcovajulia2003@gmail.com](mailto:Skopcovajulia2003@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-5309-4993>

<sup>2</sup>[Guzhin\\_IN@ssaa.ru](mailto:Guzhin_IN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

*In this article, the author tells us about the principle of functioning of the satellite navigation system. Introduces the main types of satellite navigation used on agricultural machinery. A positive effect on the quantity and quality of the crop is described, with minimal labor costs of workers.*

**Keywords:** satellite navigation system, agricultural machinery, harvest, agriculture.

**For citation:** Skoptsova, Yu., Guzhina, P.I. A. & Guzhin, I.N. (2023). Operation of equipment using a satellite navigation system. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 26-29). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В современном мире инновации коснулись абсолютно всех сфер нашей жизнедеятельности. Не обошли стороной и сельское хозяйство. В связи с этим появились различные технологии, в том числе и спутниковые навигационные системы, которые предназначены для точного земледелия, снижения уровня трудовых затрат и повышения при этом качества и количества продукта [1]. Для этого была сконструирована геоинформационная система «Агро-ГИС», которая позволяет отслеживать в реальном времени состояние посевов, контролировать расход удобрений, составлять прогнозы урожая.

При создании карты необходимо обозначить края поля. Для этого агроквадрокоптером облетают поле по периметру. Далее этим же квадрокоптером производят видеосъемку поверхности поля. Для получения более точной информации с каждого участка поля берется анализ почвы. Результаты анализов также заносят в систему «АгроГИС». Таким образом, получается карта с информацией о состоянии поля и посевных культур. Заключительным этапом является передача информации на навигационные устройства сельскохозяйственной техники

Цель исследования: рассмотреть спутниковые системы навигации, позволяющие облегчить труд трактористов (механизаторов).

Задачи:

- изучить принцип функционирования спутниковой системы навигации;
- ознакомиться с основными видами навигации.

Для определения местонахождения с привязкой до координат, разработаны различные системы навигации. С точки зрения доступности и применения интерес представляют четыре системы: российская ГЛОНАСС, американская NAVSTAR GPS, европейская система Galileo и китайская система BeiDou/Compass [2].

Для правильной и точной работы всей системы в космосе должны находиться двадцать четыре спутника и более. Координаты и местоположение определяется в таком порядке. Для начала устройство пользователя считывает, сколько сигнал движется от спутника до приемника. В этом сигнале находится информация с данными, среди которых – координаты спутника в космосе.

Таблица 1

	Название системы			
	ГЛОНАСС	GPS	Galileo	BeiDou
Страна	Россия	США	Европейский союз	Китай
Точность	5-7м	5-7м	5-8м	10м
Количество спутников	25	32	26	49
Высота орбиты	19.1	20.2	23.2	21.528

Показатели о широте и долготе мы можем получить сразу от трех спутников.

Управляющий сегмент – это станции обслуживания. К ним относятся базовые наземные станции. Важность их использования заключается в предотвращении и корректировки ошибок программы спутниковой системы. Для более точной передачи поправок используют отдельный приемник – База. Базовый приемник размещают на точке с известными координатами и передают корректирующую информацию на подвижный приемник. Таким образом, достигается сантиметровая точность определения координат.

Система спутниковой навигации также предназначена для повышения точности проводимых работ, облегчения труда механизатора, увеличение загрузки техники в 2 раза. Агронавигатор, который непосредственно установлен в сельскохозяйственной технике, предназначен для точного определения местоположения и построения маршрута с помощью систем навигации.

Есть несколько основных видов спутниковой навигации, которые применяются на сельскохозяйственной технике. К ним можно отнести: курсоуказатель, подруливающее устройство и автопилот. Рассмотрим подробнее.

*Курсоуказатель* – это дисплей, который отображает следование требуемому маршруту или отклонение от него. Задача устройства – показать механизатору, идет ли он по заданной прямой или вышел за ее пределы.

Чтобы освободить тракториста (механизатора) от утомительного занятия по ведению машины по курсу, создали такой вид навигации как *подрливающее устройство*. Оно представляет собой электромеханическую систему, установленную в рулевой колонке и управляемую контроллером, который получает координаты от приемника.

*Автопилот* включает в себя электрогидравлическую систему для управления трактором. При использовании данного оборудования, с механизатора снимается рутинная работа по вождению, так как машина автоматизирована и выполняет все необходимые функции. Тракторист лишь контролирует его и управляет машиной на разворотах, также навигация может контролировать скорость движения, расход топлива, пробег, все это фиксируется при помощи инерционных датчиков, которые устанавливаются внутри.

Таким образом, при правильном использовании спутниковой системы навигации на сельскохозяйственной технике увеличивается урожайность, улучшается качество труда рабочих, сокращается время простоев, а также ведется контроль топлива, что немаловажно для фермера.

### Список источников

1. Милюткин, В. А. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин // Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Нальчик, 22-23 декабря 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 111-115. – EDN MJWJTP.

2. Липкин И.А. Спутниковые навигационные системы. М.: Вузовская книга, 2001.

### References

1. Milyutkin, V. A. & Guzhin, I. N. (2022). Multifunctional system of innovative units "Fog" for agrochemical technologies in field farming of the agro-industrial complex. Energy, environmental and food security: topical issues, achievements and innovations '22: collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Nalchik, December 22-23, (pp. 111–115). Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". – EDN MJWJTP. (in Russ.).

2. Lipkin I.A. Satellite navigation systems. M.: University Book, 2001. (in Russ.).

### Информация об авторах

И.Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент;

Ю.А. Скопцова – студент;

П.И. Гужина – школьник.

### Information about the authors

I.N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences;

Yu. A. Skoptsova – student;

P.I. Guzhina – school student.

### Вклад авторов:

Гужин И.Н – научное руководство, написание статьи;

Скопцова Ю.А. – написание статьи;

Гужина П.И. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Guzhin I.N. – scientific guidance, writing an article;

Skoptsova Yu.A. – writing an article;

Guzhina P.I. – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 631.3

## МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПОСТАНОВКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ХРАНЕНИЕ

**Игорь Николаевич Гужин<sup>1</sup>, Зарина Талгаткызы Есингариева<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Россия,

<sup>1</sup>[Guzhin\\_IN@ssaa.ru](mailto:Guzhin_IN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

<sup>2</sup>[Esingarieva@mail.ru](mailto:Esingarieva@mail.ru)

*В статье представлен обзор ускоренных лабораторных методов испытаний консервационных материалов, применяемых при постановке сельскохозяйственной техники на хранение.*

**Ключевые слова:** консервационные материалы, защитные свойства, сельскохозяйственной техники, методы, лабораторные испытания.

**Для цитирования:** Гужин И. Н., Есингареева З. Т. Методика испытаний консервационных материалов, применяемых при постановке сельскохозяйственной техники на хранение // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 29-32.

## PROCEDURE FOR TESTING OF PRESERVATION MATERIALS USED FOR STORAGE OF AGRICULTURAL MACHINERY

**Igor N. Guzhin<sup>1</sup>, Zarina T. Esingarieva<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Samara, Russia,

<sup>1</sup>Guzhin\_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

<sup>2</sup>[Esingarieva@mail.ru](mailto:Esingarieva@mail.ru)

*The article presents an overview of accelerated laboratory testing methods of conservation materials used in the storage of agricultural machinery.*

**Key words:** conservation materials, protective properties, agricultural machinery, methods, laboratory tests.

**For citation:** Guzhin, I.N. & Esingarieva, Z.T. (2023). Procedure for testing preservation materials used in the storage of agricultural machinery. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 29-32). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Испытания консервационных материалов проводятся с целью выявления возможности их применения для защиты сельскохозяйственной техники при постановке на хранение. Условно их можно разделить на три категории [1]:

1. Ускоренные – проводятся в специальных камерах, имитирующих воздействие агрессивных факторов при определенных условиях хранения и транспортировки техники;
2. Натурные – проводят в заданных климатических районах при соответствующем размещении техники;
3. Эксплуатационные – проводят на определенных группах изделий, размещая их в тех зонах где намечено хранение.

Натуральные и эксплуатационные являются наиболее точными, так как воспроизвести при ускоренных испытаниях все факторы, влияющие на защитные свойства, невозможно.

Существует несколько основных методов испытаний антикоррозионных материалов[3]:

Имитация внешних условий – этот метод заключается в том, чтобы имитировать воздействие внешних условий, которые могут вызвать коррозию материала. Например, можно провести испытания в соляной камере, просушивании, абразивной зерногрудной камере, применяя различные типы солей, влажность и температуру, чтобы определить степень коррозии материала.

Электрохимические методы – этот метод заключается в том, чтобы создать электрохимическую ячейку, которая связана с материалом и провести измерения электрической потенциальной разницы. По результатам обработки данных можно оценить степень коррозии материала.

Динамические методы – этот метод заключается в том, чтобы проверить материал на прочность, устойчивость и другие свойства в динамических условиях. Например, можно провести испытания на изгиб, растяжение или износ, чтобы определить механические свойства материала.

Методы микроскопического анализа – этот метод позволяет определить изменения в микроструктуре материала в процессе коррозии. Например, можно использовать электронную микроскопию или оптическую микроскопию для изучения изменений в поверхности материала.

Комбинация этих методов может быть использована для определения степени защиты от коррозии для разных типов антикоррозионных материалов.

Для испытания антикоррозионных материалов, используемых в сельскохозяйственной технике, применяются следующие методы [2]:

Испытание на солевой туман. Этот метод заключается в том, что образцы материалов выдерживают в специальной камере со сгущенным раствором соли, который создает условия для образования коррозии. Испытание проводится в течение определенного времени, после чего измеряются параметры устойчивости материалов к коррозии.

Испытание на циклическую коррозию. Этот метод заключается в том, что на образцы материалов наносятся слои соляной кислоты и извести. После этого образцы выдерживаются во влажной среде при повышенных температурах. Испытание проводится в несколько циклов, после чего измеряются параметры устойчивости материалов к коррозии.

Испытание на воздействие кислот. Этот метод заключается в том, что образцы материалов выдерживаются в растворах кислот разной концентрации и в течение разного времени. Измеряются параметры устойчивости материалов к коррозии и выявляются наиболее эффективные материалы, способные выдерживать воздействие кислот.

Испытание на воздействие щелочей. Этот метод заключается в том, что образцы материалов выдерживаются в растворах щелочей разной концентрации и в течение разного времени. Измеряются параметры устойчивости материалов к коррозии и определяются наиболее эффективные материалы, способные выдерживать воздействие щелочей.

Испытание на устойчивость к атмосферным воздействиям. Этот метод заключается в том, что образцы материалов выдерживаются на открытом воздухе в течение определенного времени. Испытание проводится в разных климатических условиях и измеряются параметры устойчивости материалов к коррозии.

Все эти методы позволяют выявить наиболее эффективные антикоррозионные материалы для использования в сельскохозяйственной технике.

#### **Список источников**

1. М. П. Ерзамаев, Д. С., Сазонов, В. М. Янзин, И. Н. Гужин, А. Н. Толокнова. Эксплуатационные материалы. Топливо и смазочные материалы: практикум // Кинель: ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2018. С.119.

2. Межгосударственный стандарт. Единая система защиты от коррозии и старения. Консервационные масла, смазки и ингибированные пленкообразующие нефтяные составы. Методы ускоренных испытаний защитной способности [Электронный ресурс]. Engenegr.ru [сайт]. URL: <https://engenegr.ru/gost-9-054-75> (дата обращения: 01.03.2023).

3. Первый машиностроительный портал информационно-поисковая система [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1bm.ru/> (дата обращения: 15.03.2023).

#### **References**

1. M. P. Erzamaev, D. S., Sazonov, V. M. Yanzin, I. N. Guzhin, A. N. Toloknova. Operational materials. Fuel and lubricants: practicum // Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2018. p.119 (in Russ.).

2. Unified system of corrosion and ageing protection. Anticorrosive oils, greases and inhibited film-forming petroleum compounds. Accelerated test methods of protective ability. Engenegr.ru [website]. URL:<http://www.1bm.ru/> (in Russ.).

3. The first machine-building portal information search system [Electronic resource]. URL: <http://www.1bm.ru/> (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

И.Н. Гужин—кандидат технических наук, доцент;

З.Т.Есингареева - студент.

### Information about the authors

I.N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences;  
Z.T. Esingarieva – student.

### Вклад авторов:

Гужин И.Н – научное руководство, написание статьи;  
Есингареева З.Т. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Guzhin I.N. – scientific guidance, writing an article;  
Esingarieva Z.T. writing an article.

Научная статья  
УДК 631.331

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

**Алексей Николаевич Кузьминых<sup>1</sup>, Сергей Александрович Иванайский<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>askforyou582@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5240-5593>

<sup>2</sup>isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

*В статье исследованы особенности конструкции плуга ПЛН-5-35 и оценена его часовая производительность, а также приводятся результаты анализа качества вспашки на основе замера глубины пахоты, выравнинности и гребнистости поверхности обработанного участка.*

**Ключевые слова:** плуг пятикорпусный, гребнистость пахоты, глубина вспашки, часовая производительность.

**Для цитирования:** Кузьминых А. Н, Иванайский С. А. Оценка качества основной обработки почвы // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 32-36.

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF BASIC TILLAGE

**Alexey N. Kuzminykh<sup>1</sup>, Sergey A. Ivanaysky<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia.

<sup>1</sup>askforyou582@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5240-5593>

<sup>2</sup>isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

*The article examines the design features of the plow PLN-5-35 and evaluates its hourly productivity, as well as the results of the analysis of the quality of plowing based on the measurement of the depth of plowing, alignment and ridges of the surface of the treated area.*

**Keywords:** five-body plow, ploughing ridge, plowing depth, hourly productivity.

**For citation:** Kuzminykh A.N. & Ivanayskiy S.A. (2023) Assessment of the quality of basic tillage // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 32-36). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

**Введение.** Создание благоприятных условий для роста и развития лесных культур, путём оптимизации технологических процессов обработки почвы – это главная задача, выдвигаемая лесными хозяйствами. Низкое качество обработки почвы может привести к задержке роста и развития лесных культур, а также чрезмерному распространению сорняков на участках. Механическая обработка улучшает физико-механические свойства и структуру почвы, активизирует микробиологические процессы, способствует накоплению влаги или защищает лесные культуры от выщелачивания на чрезмерно влажных почвах. [1]

Основными приемами обработки почвы в питомниках являются: вспашка, боронование, культивация, лущение. Вспашка обеспечивает оборачивание и рыхление пласта почвы, что позволяет заделывать удобрения и растительные остатки на большую глубину. Глубина зависит от биологических особенностей выращиваемых лесных культур, условий климата, состояния почвы и т.д., в среднем, составляет около 24-26 см. [2]

Боронование предполагает рыхление, измельчение и перемешивание верхнего горизонта почвы, без оборота пласта – это позволяет уничтожить сорняки, почвенную корку, выравнивать поверхность почвы. Культивация, в отличие от боронования, заключается в рыхлении почвы на небольшую глубину, которая составляет 15-25 см. Лущение применяется с целью рыхления поверхности почвы с частичным оборотом (глубина от 4 до 10 см). [3]

Целью работы является оптимизация процесса обработки почвы плугом ПЛН-5-35 на основе изучения качественных параметров вспашки. Для достижения цели были поставлены задачи:

1. Изучить конструкцию плуга ПЛН-5-35 и технические характеристики.
2. Провести анализ качественных параметров почвы после основной обработки: глубина пахоты, выравненность и гребнистость поверхности участка.

**Материалы и методы исследования.** В первой декаде июня 2022 г на территории с. М. Малышевка, Кинельский р-н проводились испытания плуга ПЛН-5-35 агрегируемого к трактору Т-150К. Измерялась глубина пахоты, высота гребней на поверхности участка, рабочая скорость агрегата, скорость разворота и время переезда до делянки в соответствии с требованиями стандартов.

**Результаты исследований.** Выполнение технологической обработки почвы в лесных питомниках заключается в обеспечении накопления почвенной влаги, сохранении и увеличении структурности верхних слоев почвы, уничтожении сорных растений, их семян и жилищ насекомых-вредителей.

Плуг пятикорпусный навесной ПЛН-5-35 используется в лесных питомниках для создания пахоты на глубину до 30 см, территория которого очищена от камней, плитняка, порубочных остатков, и прочих механических включений. Почвообрабатывающее орудие имеет следующие основные узлы: несущую раму, 5 корпусов, предплужник, опорное колесо, раскос, стойку (рис.1).

Лемех основного корпуса подрезает пласт почвы снизу и затем вместе с отвалом поворачивает и укладывает его на дно борозды. За счет этого обеспечивается глубокая заделка сорной растительности, увеличивается пористость почвы на 10-15 % и её объём на 25-50 %.

Проведение полевых исследований на территории технопарка ФГБОУ ВО «Самарского государственного аграрного университета» включало в себя ряд задач, предстоящих к выполнению: подготовка почвообрабатывающего агрегата к работе; непосредственно проведение испытаний плуга, а именно анализ качественных параметров почвы после основной обработки.

В ходе подготовительных работ серьезных дефектов у почвообрабатывающих агрегатов не обнаружено, имеющиеся недостатки были сразу устранены. Плуг ПЛН-5-35 был агрегатирован с трактором Т-150К и отрегулирован на глубину 25 см. Для расчёта производительности агрегата проводились измерения ширины захвата плуга ( $B_i$ ), рабочей скорости ( $v$ ) и времени прохождения участка ( $t$ ). Результаты представлены в таблице 1.

Результаты испытания плуга ПЛН-5-35

Наименование показателя	Значение показателя								Среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ширина захвата, м	1,65	1,69	1,60	1,70	1,66	1,69	1,68	1,71	1,67
Время прохождения участка, сек	10,7	11,8	10,4	11,5	-	-	-	-	11,1
Козф. использования рабочего времени							E = 0,76		

1. Рассчитаем среднюю ширину захвата:

$$V_{\text{ср}} = (1,65 + 1,69 + 1,60 + 1,70 + 1,66 + 1,69 + 1,68 + 1,71) / 8 = 1,67 \text{ м}$$

2. Рассчитаем скорость движения:

$$v = 3,6 \times 18 / 11,1 = 5,84 \text{ км/ч}$$

3. Используя полученные данные, рассчитаем часовую производительность:

$$W = 0,1 \times 1,67 \times 5,84 \times 0,76 = 0,73 \text{ га/ч}$$

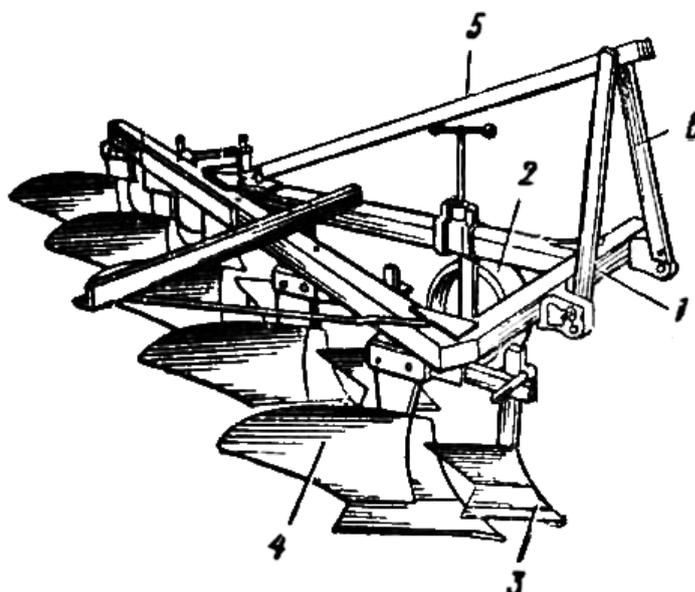


Рисунок 1. Плуг пятикорпусный навесной ПЛН-5-35.

1 – поперечная балка; 2 – опорное колесо; 3 – предплужник; 4 – корпус; 5 – раскос; 6 – стойка

Средняя ширина захвата плуга составляет 1,67 м, что не превышает 10% от конструктивной ширины – 1,75, т.е. соответствует норме. При рабочей скорости 5,84 км/ч и фактической ширине захвата достигается производительность 0,73 га/ч.

Ключевыми показателями качества вспашки почвы являются глубина пахоты, выравненность и гребнистость поверхности поля, они представлены в таблице 2. Тем не менее, важно учитывать и другие показатели, такие как заделка растительных остатков, удобрений, глыбистость и слитность пашни, степень оборота пласта, отсутствие огрехов и недовалов пласта, обработка поворотных полос, прямолинейность борозд.

Отклонение фактической глубины обработки почвы не превышает  $\pm 2$  см от заданной (25 см) и составляет 24 см. Высота гребней превышает допустимое агротехническими требованиями значение (7 см) на 2 см. Коэффициент неровности поля укладывается в допустимое значение – 7 см. По визуальной оценке, на участке глыбистость – средняя, что обусловлено тяжелым механическим составом и плотностью почвы. Борозды прямые, заделка растительных остатков полная. Недовалы почвенного пласта полностью отсутствуют.

## Оценка качества основной обработки почвы

	Число повторностей									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глубина вспашки, см	19	25	25	23	25	26	24	26	25	22
<i>Среднее значение</i>	24									
Значение высоты гребня, см	11	8	11	10	11	7	9	10	7	6
<i>Среднее значение</i>	9									
Коэффициент неровности поля	0,8	0,8	0,7	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4
<i>Среднее значение</i>	0,61									

**Выводы.** Таким образом, были изучены особенности конструкции и технические характеристики плуга ПЛН-5-35. Часовая производительность пахотного агрегата составила 0,73 га/ч при этом фактическая глубина пахоты и выравненность поверхности участка отвечает агротехническим требованиям.

## Список источников

1. Патент №2143112, Рос. Федерация, МПК G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Способ определения толщины гумусного слоя почвенного покрова [Текст] / А.И. Канаев, Ю.В. Ларионов, Б.А. Иралиев, С.А. Иванайский, Ю.А. Савельев; заявитель и патентообладатель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - № 98108109/13; заявл. 29.04.1998; опубл. 20.12.1999. - 7 с.

2. Иванайский С.А., Канаев М.А. Внедрение элементов технологии проблемного обучения в реализации учебного курса дисциплины «Машины и механизмы в садоводстве» [Текст] / С.А. Иванайский, М.А. Канаев // Инновации в системе высшего образования. Сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. 2017. С. 44-46.

3. Парфенов О.М. Система для дифференцированного посева зерновых [Текст] / О.М. Парфенов, С.А. Иванайский // Сборник научных трудов Международной межвузовской научно-практической конференции: Инновационные достижения науки и техники АПК. - Кинель, 2017. С. 693-697.

## References

1. Patent No. 2143112, Ros. Federation, IPC G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Method for determining the thickness of the humus layer of the soil cover [Text] / A.I. Kanaev, Yu.V. Larionov, B.A. Iraliev, S.A. Ivanaisky, Yu.A. Saveliev; applicant and patent holder: Samara State Agricultural Academy. - No. 98108109/13; dec. 04/29/1998; publ. 12/20/1999. - 7 s. (in Russ.).

2. Ivanaisky S.A., Kanaev M.A. Introduction of technology elements of problem-based learning in the implementation of the training course of the discipline "Machines and mechanisms in horticulture" [Text] / S.A. Ivanaisky, M.A. Kanaev // *Innovations in the system of higher education. Collection of scientific papers of the International Scientific and Methodological Conference*. 2017. S. 44-46 (in Russ.).

3. Parfenov O.M. System for differentiated sowing of cereals [Text] / O.M. Parfenov, S.A. Ivanaisky // *Collection of scientific papers of the International Interuniversity Scientific and Practical Conference: Innovative Achievements of Science and Technology of the APK*. - Kinel, 2017. S. 693-697 (in Russ.).

## Информация об авторах

А. Н. Кузьминых – студент;

С.А. Иванайский – кандидат технических наук, доцент.

## Information about the authors

A. N. Kuzminykh – student;

S.A. Ivanaisky – candidate of technical sciences, associate professor.

**Вклад авторов:**

А. Н. Кузьминых – написание статьи;  
С.А. Иванайский – научное руководство.

**Contribution of the authors:**

A. N. Kuzminykh – writing an article;  
S.A. Ivanaisky – scientific management.

Дискуссионная статья  
УДК. 629.3.01.

**ГРЕТЬ ИЛИ НЕ ГРЕТЬ...**

**Дмитрий Александрович Петрухин<sup>1</sup>, Сергей Валентинович Дегтярев<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup>ГАПОУ «Перевозский строительный колледж», ЦПО «Бутурлинский сельскохозяйственный техникум», Нижегородская область, р.п. Бутурлино, Россия

<sup>1, 2</sup>*buttex-ur@mail.ru*

*Представлены рассуждения автора о необходимости прогрева двигателя автомобиля перед началом движения. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны прогрева ДВС, влияние на износ, устойчивую работу и микроклимат в салоне.*

**Ключевые слова:** прогрев, износ, устойчивая работа, микроклимат, загрязнение окружающей среды.

**Для цитирования:** Петрухин Д. А, Дегтярев С. В. Греть или не греть... // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 36-39.

**WARM OR NOT WARM...**

**Dmitry A. Petrukhin<sup>1</sup>, Sergey V. Degtyarev<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup>GAPOU "Perevozsky Construction College," TsPO "Buturlinsky Agricultural College," Nizhny Novgorod Region, r. Buturlino, Russia

<sup>1, 2</sup>*buttex-ur@mail.ru*

*The author's reasoning about the need to warm up the car's engine before starting to move is presented. The positive and negative aspects of ICE heating, impact on wear, stable operation and microclimate in the cabin are considered.*

**Keywords:** heating, wear, stable operation, microclimate, environmental pollution

**For citation:** Petrukhin, D.A. & Degtyarev, S.V. (2023). Warm or not warm... Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 36-39). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Нужно ли прогревать двигатель автомобиля перед началом движения? Этот вопрос волнует как начинающих водителей, так и опытных.

Мнение водителей о том нужно ли прогревать двигатель зимой сильно отличаются. Одни говорят, что это обязательная процедура, без которой двигатель быстро изнашивается, другие, что прогрев нужен был лишь для старых автомобилей, на которых использовались масла низкого качества, а на современных его можно не проводить. Прогрев двигателя перед началом движения имеет свои плюсы и минусы.

## **Плюсы**

1. Уменьшается износ двигателя.
2. Обеспечивается устойчивая работа двигателя на всех режимах эксплуатации.
3. Создаются комфортные условия в салоне автомобиля

## **Минусы**

1. Загрязнение окружающей среды продуктами сгорания.
2. Дополнительный расход топлива на прогрев.
3. Быстрое старение масла, образование нагара на свечах зажигания. Рассмотрим каждую ситуацию более подробно.

### **1.Износ двигателя**

Первой причиной прогрева двигателя перед началом движения является износ. Из теории ДВС известно, что на холодном двигателе в цилиндры поступает обогащенная горючая смесь, которая резко увеличивает температуру в камере сгорания, что приводит к увеличению нагрузки на детали цилиндро-поршневой группы. Но такая повышенная нагрузка будет приходиться на двигатель вне зависимости от того, выполняется ли предварительный прогрев двигателя на месте или водитель отправляется в путь на холодном агрегате, аккуратно прогревая его во время движения. Многие специалисты отмечают, что любая эксплуатация автомобиля в сильный холод приводит к преждевременному износу, вне зависимости от того, выполняется предварительный прогрев или нет.

Раньше, когда моторные масла были низкого качества, прогрев двигателя перед началом движения был оправданным. Он считался обязательной процедурой и приводился в инструкциях по эксплуатации автомобилей. Это делалось для того, чтобы поднять температуру масла, которое на морозе сильно густеет, а тёплым может свободно поступать в зазоры и смазывать подвижные элементы, не допуская их преждевременного износа.

В настоящее время на современных автомобилях используется полусинтетическое и синтетическое масло, которое сохраняет свои эксплуатационные характеристики в широком диапазоне температур. Даже при очень низкой температуре на улице такое масло будет текучим, свободно поступая к деталям двигателя, поэтому ему не требуется дополнительный прогрев.

Современные моторные масла имеют большое количество присадок, в том числе и таких, которые сохраняют текучесть даже при очень низких температурах. Если посмотреть на контрольную лампу давления масла в системе смазки, то можно увидеть, что она гаснет одновременно с началом работы двигателя или ещё раньше, когда стартер только вращает коленчатый вал. Это говорит о том, что масло уже поступило в систему и все узлы смазываются. Кроме того, все современные моторные масла имеют свойство длительное время сохранять на деталях тончайшую плёнку, исключая возникновение сухого трения при запуске двигателя и в первые минуты его работы. Для выполнения этих требований водителю необходимо использовать качественную смазку, рекомендованную заводом изготовителем, а также регулярно проводить замену масла, согласно инструкции по эксплуатации. Экономить на обслуживании двигателя и всего автомобиля не следует, так как в последующем могут появиться различные неисправности, устранение которых обойдётся значительно дороже, чем небольшая сэкономленная сумма на некачественных материалах.

Ни один из современных производителей автомобилей не указывает прямо на необходимость прогрева двигателя в зимнее время года. При условии использования качественного масла, которое своевременно меняется, обеспечивается качественная смазка двигателя и прогревать его дополнительно не требуется.

Из этого следует, что прогревать двигатель до рабочей температуры перед началом движения для того, чтобы разогреть масло в системе, необязательно. Если давление в системе смазки в норме, двигатель работает устойчиво и без посторонних шумов, то можно ехать на низших передачах, не нагружая сильно двигатель, не повышая резко оборотов. Через километр пути мотор прогреется и его можно будет эксплуатировать без ограничений.

## **2. Устойчивая работа**

Второй причиной прогрева двигателя является возможность его устойчивой работы на всех режимах эксплуатации. Это актуально для карбюраторных двигателей, но не для машин с впрыском топлива. При исправной системе впрыска двигатель работает устойчиво на всех оборотах при любой температуре воздуха и деталей двигателя. Современные двигатели полностью управляются электроникой, которая анализирует различные параметры, внося соответствующие изменения в состав топливной смеси, обороты коленчатого вала и ряд других параметров. На холодную в цилиндры попадает обогащенная смесь, которая сгорает не полностью, что приводит к существенному загрязнению окружающей среды у не прогретых двигателей.

Часто владельцы автомобилей хранят машины рядом с домом, где и проводят их предварительный прогрев. Иногда парковка находится прямо под окнами и жильцы дома, проживающие на нижних этажах, вынуждены дышать отработавшими газами, гарью и другими продуктами сгорания.

Все автолюбители, которые прогревают двигатель на стоянке, уверены в том, что на холостых оборотах мотор может быстро набрать необходимую температуру, что позволит начать движение и эксплуатировать двигатель на различных скоростных и нагрузочных режимах. Однако из опыта эксплуатации известно, что двигатель лучше всего прогревается именно в движении. Поэтому сразу же отправляясь в путь, плавно повышая обороты, можно быстро нагреть двигатель, и в последующем каких-либо проблем с эксплуатацией автомобиля не возникнет. Так что прогревать мотор современного автомобиля с этой целью тоже нет смысла.

## **3. Микроклимат в салоне**

Третьей причиной прогрева двигателя является безопасность движения и комфорт в салоне. Начинать движение нужно только после того, как прогреется салон автомобиля. Тогда можно будет снять перчатки, расстегнуть пуговицы пальто, устроиться в кресле поудобнее. При прогревом двигателя и работе отопителя стекла машины оттают, не будут запотевать, покрываться ледяной коркой, что обеспечит хороший обзор дороги, а движения водителя станут свободными и уверенными.

### **Заключение**

В результате наших рассуждений мы пришли к выводу, что прогревать двигатель современного автомобиля перед началом движения нужно только для обеспечения безопасного управления и создания комфортных условий в салоне, а всеми техническими обоснованиями необходимости этого процесса можно пренебречь. Когда микроклимат в салоне станет приемлемым можно начинать движение, но первое время ехать на низших передачах при небольших оборотах двигателя, пока температура охлаждающей жидкости не повысится до 80-90 градусов, после чего можно эксплуатировать автомобиль в обычном режиме.

### **Список источников**

1. Бродский А.Я. Советы бывалых автомобилистов. – М.: ДОСААФ. 1989. – 168с
2. Горнушкин Ю.Г. Практические советы владельцу автомобиля. – М.: Патриот, 1992. – 207 с
2. Фридман Л.М. Записки автолюбителя. – Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1990. – 204 с
3. Шайдуллин Б.А. Ваш друг – автомобиль. – Пермь: Урал – пресс, 1993 – 303с
4. Яременко О.В. 'Твой друг – автомобиль - Москва: ДОСААФ СССР, 1988 - с.368
5. Интернет источник: <https://yandex.ru>

### **References**

1. Brodsky A.Ya. Tips for experienced motorists. - M.: DOSAAF. 1989. –168 (in Russ.).
2. Gornushkin Yu.G. Practical advice to the owner of the car. - M.: Patriot, 1992. – 207 (in Russ.).

2. Friedman L.M. Notes of a car enthusiast. - Gorky: Volga-Vyatka Book Publishing House, 1990.-204 with (in Russ.).
3. Shaidullin B.A. Your friend is a car. - Perm: Ural - press, 1993 – 303 (in Russ.).
4. Yaremenko O.V. 'Your friend - car - Moscow: DOSAAF USSR, 1988 - p.368 (in Russ.).
5. Internet source: <https://yandex.ru> (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

С.В. Дегтярев – преподаватель;

Д.А. Петрухин – студент

#### **Information about the authors**

S.V. Degtyarev – teacher;

D.A.Petrukhin – student.

#### **Вклад авторов:**

Дегтярев С.В. – научное руководство, написание статьи;

Петрухин Д.А. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

S.V. Degtyarev – scientific guidance, writing an article;

D.A.Petrukhin – writing an article.

УДК 629.436

### **ЗАЩИТА СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТ ПРОДУКТОВ НАКИПИ И КОРРОЗИИ**

**Алина Александровна Мунишкина<sup>1</sup>, Сергей Александрович Петухов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

<sup>1</sup>alina.malina.munishkina@yandex.ru

<sup>2</sup>sakmara-cite@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3753-348X>

*В статье рассматривается возможность защиты системы охлаждения дизельных двигателей от продуктов накипи и коррозии с помощью магнитной обработки воды. Рассмотрен процесс образования продуктов накипи и коррозии в системе охлаждения дизельных двигателей. Приведена конструкция магнитного активатора неодимовых магнитов для смягчения воды для повышения эффективности работы системы охлаждения.*

**Ключевые слова:** система охлаждения, неодимовый магнит, двигатель внутреннего сгорания.

**Для цитирования:** Мунишкина А. А., Петухов С. А. Защита системы охлаждения дизельных двигателей от продуктов накипи и коррозии // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 39-43.

### **PROTECTION OF DIESEL ENGINE COOLING SYSTEM AGAINST SCALE PRODUCTS AND CORROSION**

**Alina A. Munishkina<sup>1</sup>, Sergey A. Petukhov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State University of Railways, Samara, Russia

<sup>1</sup>alina.malina.munishkina@yandex.ru

<sup>2</sup>sakmara-cite@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3753-348X>

*The article considers the possibility of protecting the diesel engine cooling system from scale products and corrosion using magnetic water treatment. The process of formation of scale products and corrosion in the diesel engine cooling system is considered. The design of the neodymium magnets magnetic activatorane for softening water to improve the efficiency of the cooling system is presented.*

**Keywords:** cooling system, neodymium magnet, internal combustion engine.

**For citation:** Munishkina, A.A & Petukhov, S.A. (2023). Protection of diesel engine cooling system against scale products and corrosion. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 39-43). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В дизельных двигателях внутреннего сгорания наибольшее распространение получили жидкостные системы охлаждения. Надежность и эффективность работы дизелей во многом зависит от состояния системы охлаждения и качества охлаждающей жидкости, которая должна обеспечить надежную работу дизеля при температурах окружающей среды  $\pm 45^{\circ}\text{C}$ , минимум затрат мощности на привод агрегатов системы, простоту и удобство обслуживания, автоматическое поддержание оптимального уровня температуры охлаждающей жидкости на всех режимах работы дизеля [1].

Охлаждение транспортных дизелей обычно осуществляется водой. К преимуществам воды как теплоносителя наряду с ее широкой доступностью относят: высокую удельную теплоемкость и теплопроводность, пожарную безопасность и отсутствие токсичности. Основными недостатками воды являются: способность образовывать накипь и шлам в системах охлаждения; агрессивное воздействие на металл, высокая температура замерзания и увеличение объема (на 10%) образующегося при этом льда по сравнению с объемом жидкости, что увеличивает давление на стенки до 250 МПа и вызывает разрушение элементов системы охлаждения.

Различают временную, постоянную, и общую жесткость воды. Обязательная водоподготовка перед заливкой воды в дизель требует удаления солей временной жесткости путем кипячения, последующего отстаивания и фильтрации воды. Соли, определяющие постоянную жесткость, не выпадают в осадок при кипячении и могут быть удалены при испарении воды. Поэтому транспортные дизели рекомендуются при наличии возможностей охлаждать дистиллированной водой [2].

Жесткость воде придают соли кальция и магния, растворенные в ней. С их увеличением жесткость воды повышается. В качестве единицы измерения жесткости принимают миллиграммэквивалент солей на 1 л воды.

Общей жесткостью называют сумму временной и постоянной жесткости. Вода считается мягкой, если она содержит меньше 4 мг-экв/л, средней, если 4-8 и жесткой более 8 мг-экв/л солей.

Накипь состоит из выделившихся из воды солей кальция и магния, взвешенных продуктов коррозии и механических загрязнений. Шлам представляет собой илоподобные частицы и продукты разрушенной накипи, коагулирующие и оседающие в застойных зонах системы охлаждения.

Соли, растворенные в воде, циркулирующей в системе охлаждения, по-разному участвуют в образовании накипи на внутренних стенках системы. Соли временной жесткости при закипании воды в системе образуют карбонаты и оседают на стенках, нанося тем самым наибольший вред [3,4].

На рис. 1 приведена зависимость вероятности засорения секций охлаждения от пробега автомобиля МАЗ. Зависимость характеризует то, что около 50% секций охлаждения требуют очистки внутренних поверхностей уже при пробеге 60 тыс. км. [5].

Минеральные соли, содержащиеся в воде, образуют на внутренней поверхности деталей системы охлаждения накипь, которая снижает теплопроводность и, как следствие, эффективность охлаждения.

Накипь внутри секций холодильника, а также загрязнение наружных поверхностей являются внешними факторами, воздействующими на процессы теплопередачи системы охлаждения дизеля.

В процессе работы дизельных двигателей изменяются гидродинамические параметры секций холодильника. Установлено, что система охлаждения дизеля работает удовлетворительно, когда давление после насоса находится в пределах 0,225-0,235 МПа. Снижение давления указывает на низкую производительность водяного насоса, более высокое - на загрязнение трубок секций накипью, в результате уменьшается коэффициент теплопередачи (рис. 2) [3].

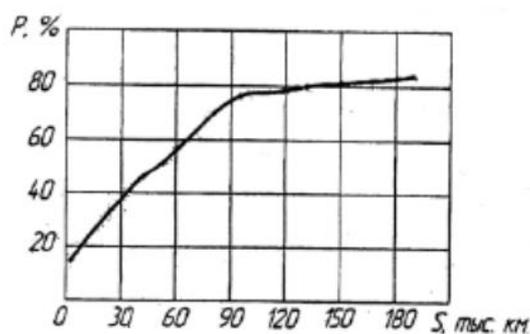


Рис. 1. Зависимость вероятности засорения секций охлаждения от пробега

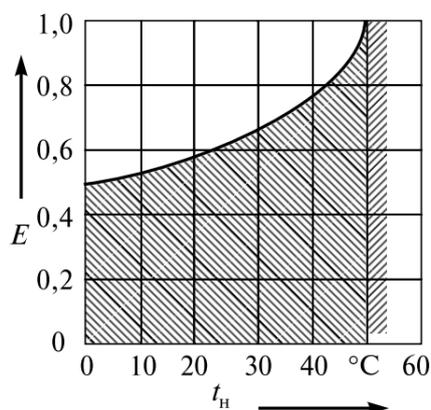


Рис. 2. Зависимость допустимой теплорассеивающей способности секции на выходе из секции от температуры наружного воздуха

Для умягчения воды и, как следствие, повышения эффективности работы водяной системы транспортных дизелей предлагается монтировать в водяной трубопровод магнитный активатор. Магнитный активатор представляет собой неодимовый магнит, установленный в качестве магнитной ловушки в место наибольшей циркуляции охлаждающей жидкости возле водяных насосов основного и дополнительного контуров охлаждения.

Среди достоинств по применению неодимовых магнитов можно выделить такую характеристику, как мощность притяжения, которая в десятки раз превышает силу обычного магнита. Также, благодаря большой мощности размагничивание неодимового магнита происходит всего лишь на 1% за 10 лет эксплуатации. Они имеют малый вес и компактные размеры в сравнении с иными магнитами при одинаковой силе сцепления [6].

На рис. 3 показана магнитный активатор на неодимовых магнитах.

Принцип действия магнитного активатора для смягчения воды основан на физическом явлении, которое заключается в следующем. Магнитное поле, создаваемое неодимовыми магнитами, способствует изменению структуры солей жесткости, находящихся в системе

охлаждения и в результате структурных изменений, растворенные в воде соли кальция и магния не осаждаются на поверхностях, выпадают в виде мелкодисперсного кристаллического шлама.

Магнитный активатор состоит из корпуса, двух стальных фланцев 1 с патрубками для крепления к трубопроводам системы охлаждения тепловоза. Внутри корпуса размещены три неодимовых магнита 4. В передней части, по ходу движения, находится вихревая камера, полость которой образуется корпусом активатора и лопастями шнекового завихрителя 3, выполненной из диамагнитного материала. Вода поступает в корпус, ударяется о винтовую лопасть, приобретает вращательное движение и движется по кольцевому зазору, подвергаясь обработке магнитным полем. В массе воды под действием магнитного поля зарождаются центры кристаллизации, которые способствуют выпадению солей жесткости в виде шлама в осадок.

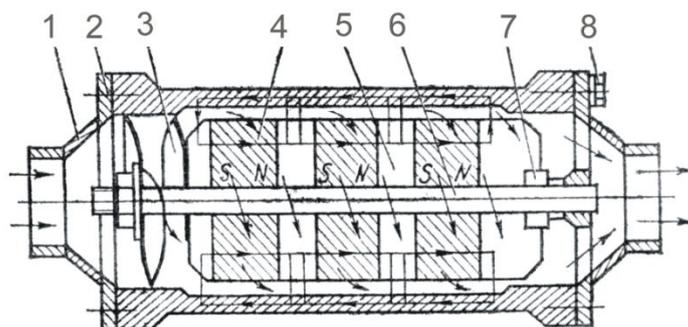


Рис. 3. Магнитный активатор для смягчения воды:

- 1 - фланец; 2 - крышка; 3 - шнековый завихритель; 4 - неодимовые магниты; 5 - полюсный наконечник;  
6 - винт; 7 - упор; 8 - болт

Таким образом, применение магнитного активатора на основе неодимовых магнитов для смягчения воды позволит повысить эффективность системы охлаждения дизелей. Основным достоинством применения устройства смягчения воды будет являться отсутствие внешних источников питания и постоянного наблюдения в эксплуатации, в длительном сохранении намагниченности, в легком монтаже на рабочих местах трубопроводах, что приводит к снижению эксплуатационных затрат.

#### Список источников

1. Горин, А. В. Контроль технического состояния систем охлаждения тепловозных дизелей // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2015. – № 3. – С. 23-30.
2. Овчаренко С.М., Метелев А.А., Минаков В.А., Ведрученко В.Р. Оперативный контроль эффективности работы системы охлаждения тепловоза // Известия Транссиба. – 2019. - № 4(40). – С. 9-17.
3. Четвергов В.А., Овчаренко С.М., Бухтеев В.Ф. Техническая диагностика локомотивов: учебное пособие / Под. ред. В.А. Четвергова. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 371с.
4. Петухов, С. А. и др. Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография / С. А. Петухов, В. Е. Лазарев, В. В. Асабин [и др.]. – Самара : Самарский государственный университет путей сообщения, 2020. – 138 с.
5. Антропов Б.С., Бодров В.А., Басалов И.С. Защита радиаторов системы охлаждения двигателей от продуктов накипи и коррозии // Вестник АПК Верхневолжья. – № 4 (28) декабрь 2014. С. 82-84.
6. Помазкин, В. А. Магнитный активатор жидких сред / В. А. Помазкин, Е. В. Цветкова // Наука и современность. – 2010. – № 2-2. – С. 363-366.

## References

1. Gorin, A.V. Control of the technical condition of diesel locomotive cooling systems // Bulletin of the Research Institute of Railway Transport. - 2015. – No. 3. – pp. 23-30.
2. Ovcharenko S.M., Metelev A.A., Minakov V.A., Vedruchenko V.R. Operational control of the efficiency of the locomotive cooling system // News of the Transsib. – 2019. - № 4(40). – P. 9-17.
3. Chetvergov V.A., Ovcharenko S.M., Bukhteev V.F. Technical diagnostics of locomotives: a textbook / Edited by V.A. Chetvergov. – M.: FSBEI "Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport", 2014. – 371с.
4. Petukhov, S. A. et al. Resource saving and energy efficiency of diesel engines : monograph / S. A. Petukhov, V. E. Lazarev, V. V. Asabin [et al.]. – Samara : Samara State University of Railway Transport, 2020. – 138 p
5. Antropov B.S., Bodrov V.A., Basalov I.S. Protection of radiators of the engine cooling system from scale and corrosion products // Bulletin of the Agroindustrial Complex of the Upper Volga region. – No. 4 (28) December 2014. pp. 82-84.
6. Pomazkin, V. A. Magnetic activator of liquid media / V. A. Pomazkin, E. V. Tsvetkova // Science and Technology modernity. - 2010. – No. 2-2. – pp. 363-366.

### Информация об авторах

С. А. Петухов – кандидат технических наук, доцент;  
А. А. Мунишкина – студент.

### Information about the authors

S. A. Petukhov – Candidate in Engineering, Candidate;  
A.A. Munishkina – student.

### Вкладавторов:

С. А. Петухов – научное руководство;  
А. А. Мунишкина – написание статьи.

### Contribution of the authors:

S. A. Petukhov – scientific management;  
A.A. Munishkina – writing articles.

УДК 629.436

## К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕЗУГЛЕРОДНОГО ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Егор Сергеевич Миронов<sup>1</sup>, Лейла Салимовна Курманова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

<sup>1</sup>egor.mironov.01@inbox.ru

<sup>2</sup>leyla\_kurmanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7641-3889>

*В статье рассматривается возможность использования безуглеродного топлива - аммиака в двигателях внутреннего сгорания в качестве добавки к дизельному топливу. Выполнена сравнительная оценка альтернативных видов топлива. Приводится технология использования аммиака, которая не требует высоких затрат и не представляет сложности в применении благодаря простоте реализации.*

**Ключевые слова:** безуглеродное топливо, аммиак, двигатель внутреннего сгорания.

**Для цитирования:** Миронов Е. С., Курманова Л. С. К вопросу об использовании безуглеродного топлива в двигателях внутреннего сгорания // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 43-47.

## ON THE USE OF CARBON-FREE FUEL IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**Egor S. Mironov<sup>1</sup>, Leila S. Kurmanova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State University of Railways, Samara, Russia

<sup>1</sup>egor.mironov.01@inbox.ru

<sup>2</sup>leyla\_kurmanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7641-3889>

*The article considers the possibility of using carbon-free fuel - ammonia in internal combustion engines as an additive to diesel fuel. Comparative evaluation of alternative fuels was performed. Ammonia technology is given, which does not require high costs and is not difficult to use due to the ease of implementation.*

**Keywords:** carbon-free fuel, ammonia, internal combustion engine.

**For citation:** Mironov, E.S. & Kurmanova, L.S. (2023). On the use of carbon-free fuel in internal combustion engines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 43-47). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Основу транспортного сектора страны составляют поршневые двигатели внутреннего сгорания, которые являются наиболее крупным потребителем углеводородного топлива. Важную задачу по обеспечению дизельных двигателей внутреннего сгорания моторным топливом в настоящее время, а также и на перспективу при снижении расходов на его потребление возможно путем его замены менее дефицитным и более дешевым альтернативным топливом.

Согласно Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации до 2050 года для транспортного сектора страны предполагается снижение уровня выбросов парниковых газов. Проблема снижения выброса в атмосферу парниковых газов тесно связана с проблемой улучшения показателей топливной экономичности двигателей, которую можно достичь конвертацией дизельного двигателя в биодизель путем применения безуглеродного топлива, такого как аммиак [1-3].

При переводе дизельных двигателей на работу с использованием альтернативного топлива возникает необходимость создания или модернизации системы подачи двух топлив и оптимизации её работы, а также обеспечение надёжного, своевременного и устойчивого воспламенения топлива и надёжной работы топливных насосов и форсунок [4].

Наиболее значимыми токсичными компонентами отработавших газов дизелей тепловозов являются оксиды азота NO<sub>x</sub>, которые представляют особую опасность для атмосферы, имеют II класс опасности, высокий в сравнении с монооксидами углерода, дымностью и углеводородами (ГОСТ 33754-2016).

Комплекс мероприятий по снижению вредных выбросов в отработавших газах и повышению экологической безопасности включает в себя три основные группы такие, как: конструктивные, эксплуатационные и химико-технологические [5].

Аммиак является перспективным видом моторного топлива, его с уверенностью можно отнести к безуглеродной энергетике, так как он превосходит остальные виды по ряду преимуществ: безопасность, стоимость, гибкость производства и топливная взаимозаменяемость. Экологическая безопасность заключается в нулевых выбросах углекислого газа и низких уровнях других выбросов. Низкая стоимость характеризуется неограниченной сырьевой базой, высокой удельной энергией. Также аммиак является возобновляемым источником энергии,

он производится путем твердотельного синтеза из водяного пара и воздуха. При его использовании применяются некриогенные безопасные формы. Топливная взаимозаменяемость заключается в использовании аммиака как монотоплива, так и для создания топливных смесей.

Одним из наиболее перспективных методов снижения токсичности ОГ транспортных дизелей является метод селективного каталитического восстановления (СКВ) NOx аммиаком, который нашел применение в снижении токсичности промышленных выбросов при сжигании топлива.

Вместе с тем, имеется недостаток применения аммиака – это то, что он впитывает в себя влагу. Поэтому, если его подавать также, как и дизельное топливо, через штатные топливные насосы высокого давления (ТНВД) и форсунки, то это приведет рано или поздно к заклиниванию топливной аппаратуры. При штатной топливной аппаратуре аммиак подавать нельзя.

Поэтому под аммиак необходимо выполнить внешнее смесеобразование. Достоинство применения аммиака заключается в том, что он загорается при очень большой температуре не 340-380°C как ДТ, а 640°C.

Таким образом, температура самовоспламенения аммиака намного выше, то есть его можно подавать вместе с воздухом в цилиндры и сжимать и при сжатии не будет детонации, потому что у него очень большое октановое число (ОЧ) 130 и он загорается при максимальной степени сжатия 50:1. Поэтому, аммиак сам по себе воспламениться не может, нужна или мощная искра, как в форкамерах или же должна быть запальная доза ДТ, как по принципу использования природного газа, который также не загорается от сжатия, имея высокую температуру самовоспламенения.

В конвертированных дизелях, аммиак подается по принципу сгорания запальной порции ДТ от 15 до 30 %, получается факел, а в этот факел подается аммиак. В этом случае аммиак в факеле хорошо сгорает, когда есть поджиг, есть большая начальная температура горения, в таком случае аммиак сгорает очень хорошо, поэтому такая оценка приводит к тому, что аммиак необходимо подавать во входной коллектор вместе с воздухом.

В таблице 1 приведены основные свойства аммиака в сравнении с прочими видами альтернативного топлива [2,3].

Таблица 1

Основные свойства аммиака в сравнении с прочими видами альтернативного топлива

Вид топлива	Плотность энергии, МДж/л	Октановое число	Вместимость бака для пробега 500 км, л	Степень сжатия (максимальная)
Дизельное	36,10	8...15	34,5	23:1
Биотопливо	32,98	25	37,8	23:1
Бензин	21,81	86...94	39,2	10:1
Пропан	23,50	120	53,1	17:1
Этанол	21,21	109	58,8	19:1
Метанол	15,83	109	78,7	19:1
Аммиак	11,62	130	107,3	50:1
КПГ (25 МПа)	11,43	120	109,1	17:1
Водород (68 МПа)	4,86	130	279,5	-
Литий-ионные батареи	1,08	Неприменимо	385,2	Неприменимо

Наиболее эффективным является использование смесового топлива в тепловозных двигателях, в котором доля замещения аммиака по массе при смешении с дизельным топливом варьируется в диапазоне от 40 до 60 %.

Для этого разработана технология очистки отработавших газов от вредных выбросов за счет использования аммиака. Технология не требует высоких затрат и не представляет сложности в применении благодаря простоте реализации (рис. 1).

Устройство подвода воздуха к цилиндрам дизельного двигателя, как правило, содержит на входе фильтр (на схеме не показан), далее по трубопроводу 1 воздух может поступать в турбокомпрессор и охладитель воздуха при их наличии и далее в впускной коллектор. При подаче аммиака непосредственно в впускной коллектор образуется смесь топлива и воздуха с существенно высокой неравномерностью концентрации топлива в воздухе.

Расчетные оценки показывают, что разница концентрации аммиака по сечению канала впускного клапана достигает 6...7%. Для подготовки аммиака к сжиганию в трубопровод 1 помещают устройство с полостью испарения аммиака и смешения с воздухом 3. Топливо поступает по каналу подвода жидкой фазы аммиака 2. Далее по входным отверстиям 6 и 7 альтернативное топливо поступает в полость испарения и смешения с воздухом. При этом на одном из рядов, например, входные отверстия 6 выполнены под углом 15...45 градусов вправо от тангенциального направления внутреннего диаметра трубопровода, а входные отверстия 7 в другом ряду выполнены под углом 15...45 градусов влево. В полость испарения аммиака и смешения с воздухом компоненты смеси поступают, как минимум через два ряда входных отверстий с противоположным направлением вращения.

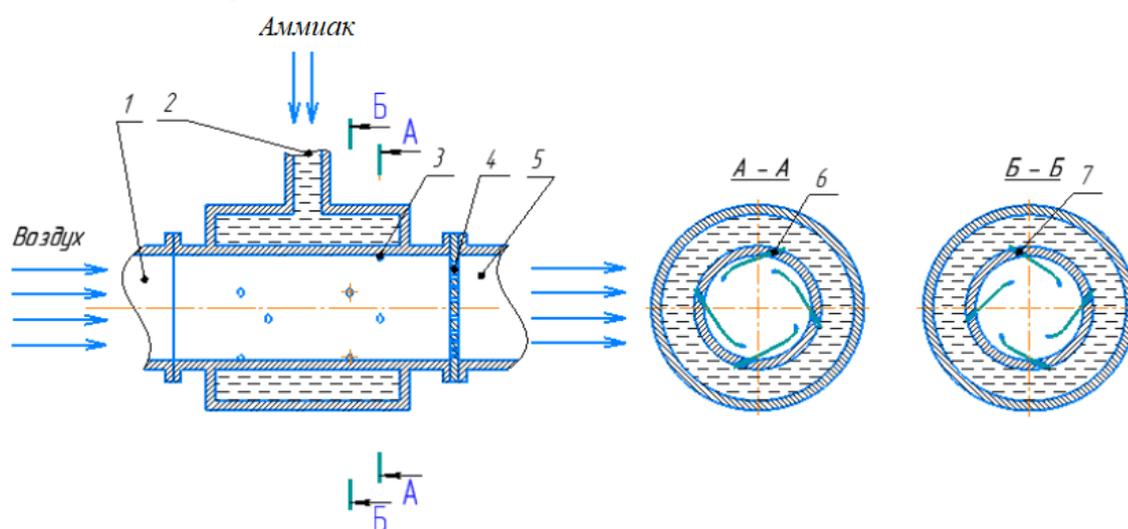


Рис. 1. Устройство подачи аммиака в впускной коллектор ДВС

Противоположное направление вращения вызывает повышение турбулентности и эффективности смешения воздуха и топлива. После испарения и смешения аммиака с воздухом смесь проходит через перфорированную спрямляющую решётку 4 в трубопровод гомогенной смеси газа с воздухом 5. Такое течение с повышенной турбулентностью формирует процесс смешения и получения гомогенной смеси с равномерной концентрацией топлива в воздухе. Далее горючую смесь подают в цилиндры дизельного двигателя через систему подачи воздуха. Устройство испарения топлива и смешения с воздухом перед подачей в двигатель обеспечивает равномерную концентрацию смеси воздуха и испаренного топлива и, тем самым равномерную тепловую нагрузку по цилиндрам дизеля.

Для осуществления процесса очистки отработавших газов выполняют однородное перемешивание дымового газа и паров  $\text{NH}_3$ , образовавшегося в результате испарения аммиачной воды. Важно получить однородную смесь с тем, чтобы обеспечить высокую эффективность процесса селективного каталитического восстановления (СКВ) и минимизировать проскок  $\text{NH}_3$  (содержание непрореагировавшего  $\text{NH}_3$ ) на выходе из реактора.

Далее смесь аммиак/выхлопной газ проходит через катализатор, в присутствии которого оксиды азота превращаются в азот и водяной пар. Оксиды азота, которые в основном состоят из  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , конвертируются согласно следующим схемам реакции:



Как видно из вышеприведенных схем, конверсия оксидов азота не создает вторичных загрязнителей, так как продуктами реакции являются только азот и водяной пар, которые уже присутствуют в атмосфере в больших количествах.

Преимуществом способа подачи аммиака в камеру сгорания двигателя является повышение эффективности очистки выхлопных газов от оксидов азота, путем исключения различных катализаторов и фильтров, которые дорогостоящие и имеют недостаточный ресурс работы.

#### **Список источников**

1. Асабин, В.В. и др. Расчет эффективных показателей среднеоборотного теплового дизеля, работающего по газодизельному циклу / В. В. Асабин, Л. С. Курманова, С. А. Петухов [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. – 2021. – № 5(89). – С. 50-56.
2. Климентьев А.Ю., Климентьева А.А. Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики // Транспорт на альтернативном топливе. – № 3 (57). – 2017. – С. 32-44
3. Климентьев А.Ю., Климентьева А.А. Аммиак – перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики // Транспорт на альтернативном топливе. – № 4 (58). – 2017. – С. 17-27
4. Курманова, Л. С. Способы организации рабочего цикла в тепловых двигателях для работы на смеси дизельного топлива и природного газа / Л. С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 6(72). – С. 108-114.
5. Фролов С.Г., Росляков А.Д. Уменьшение вредных выбросов транспортных дизелей путем нейтрализации оксидов азота // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – №3 (19). – 2009. – С. 138-142.

#### **References**

1. Asabin, V.V. et al. Calculation of effective indicators of an average-speed diesel locomotive operating on a gas-diesel cycle / V. V. Asabin, L. S. Kurmanova, S. A. Petukhov [et al.] // Bulletin of Transport of the Volga region. – 2021. – № 5(89). – Pp. 50-56. (in Russ.).
2. Klimentyev A.Yu., Klimentyeva A.A. Ammonia is a promising motor fuel for a carbon-free economy // Transport on alternative fuel. – № 3 (57). – 2017. – Pp. 32-44 (in Russ.).
3. Klimentyev A.Yu., Klimentyeva A.A. Ammonia is a promising motor fuel for a carbon-free economy // Transport on alternative fuel. – № 4 (58). – 2017. – Pp. 17-27 (in Russ.).
4. Kurmanova, L. S. Methods of organizing the working cycle in heat engines for operation on a mixture of diesel fuel and natural gas / L. S. Kurmanova // Bulletin of transport of the Volga region. – 2018. – № 6(72). – Pp. 108-114. (in Russ.).
5. Frolov S.G., Roslyakov A.D. Reduction of harmful emissions of transport diesel engines by neutralization of nitrogen oxides // Bulletin of Samara State Aerospace University. – №3 (19). – 2009. – Pp. 138-142. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

Л. С. Курманова – кандидат технических наук, доцент;

Е. С. Миронов – студент

#### **Information about the authors**

L. S. Kurmanova – Candidate in Engineering, Candidate;

E. S. Mironov – student.

#### **Вклад авторов:**

Л. С. Курманова – научное руководство;

Е. С. Миронов – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

L. S. Kurmanova – scientific management;

E. S. Mironov – writing articles.

Тип статьи (обзорная)  
УДК 665.62.5/753.4

## ИНЕРЦИОННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ШАТУННЫХ ПОДШИПНИКОВ ДИЗЕЛЯ

Георгий Юрьевич Полюдов<sup>1</sup>, Клим Александрович Балабуев<sup>2</sup>,  
Максим Павлович Ерзамаев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>5102002georgiy@gmail.com

<sup>2</sup>themornigstarr@vk.com

<sup>3</sup>Erzamaev\_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*В статье рассмотрены компрессорно-вакуумный и инерционный методы диагностирования дизельного двигателя. Проведён анализ обоих способов. Объяснён принцип их действия. Выявлены плюсы и минусы обоих методов.*

**Ключевые слова:** компрессорно-вакуумный метод, инерционный метод, зазоры в шатунных подшипниках, дизельный двигатель.

**Для цитирования:** Полюдов Г. Ю., Балабуев К. А., Ерзамаев М. П. Инерционный метод диагностирования шатунных подшипников дизеля // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 48-50.

## INERTIAL METHOD OF DIAGNOSING CRANK BEARINGS OF DIESEL ENGINES

Georgiy Y. Poluydov<sup>1</sup>, Klim A. Balabuev<sup>2</sup>, Maksim P. Erzamaev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Samara State Agrarian University, Samara, Russia

<sup>1</sup>5102002georgiy@gmail.com

<sup>2</sup>themornigstarr@vk.com

<sup>3</sup>Erzamaev\_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*The article deals with the compressor-vacuum and inertial methods of diesel engine diagnosis. The analysis of both methods is carried out. The principle of their operation is explained. The advantages and disadvantages of both methods are revealed.*

**Keywords:** compressor-vacuum method, inertial method, clearances in crank bearings, diesel engine.

**For citation:** Poluydov, G.Y., Balabuev, K.A. & Erzamaev, M.P.(2023) Inertial method of diagnosing crank bearings of diesel engines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 48-50). Kinel :PLC Samara SAU (inRuss).

Одними из основных ресурсных структурных параметров двигателей внутреннего сгорания являются зазоры в шатунных подшипниках. Величина этих зазоров характеризует потребность двигателя в капитальном ремонте. Известно много методов определения технического состояния шатунных подшипников. Однако, практическое применение находит только компрессорно-вакуумный метод диагностирования с использованием устройства КИ-11140М-ГОСНИТИ [1, 2].

Он состоит из корпуса 2 с закрепленным на нем индикатором 1 (с ценой деления 1 мк), пневматического приемника 3, фланца 4, уплотнителя 5, направляющей 6 и штока 7.

Определение зазора в шатунных подшипниках происходит при неработающем двигателе. Для начала снимается форсунка и на её место устанавливается уплотнитель 5. Далее к боковой трубке присоединяется шланг компрессора с помощью быстросъёмной муфты 9. Поршень устанавливается на 0,5 – 1,0 мм ниже ВМТ на такте сжатия, коленчатый вал стопорится от проворачивания и через трубку 6 в цилиндре попеременно создаётся давление равное 200 кПа и разрежение 60 кПа, благодаря чему поршень поднимается или опускается. Суммарный зазор при этом фиксируется индикатором [1].

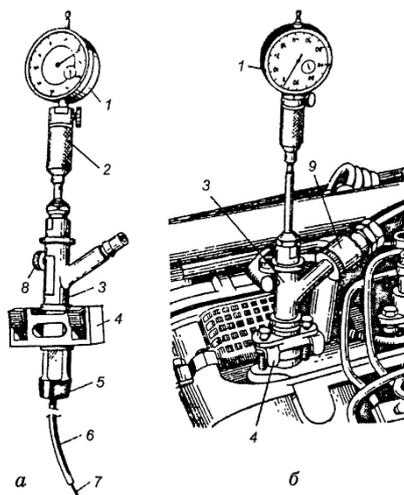


Рис.1. КИ-11140М-ГОСНИТИ

Основным недостатком данного метода является высокая трудоемкость диагностирования (0,6...0,8 чел./ч.) и относительно невысокая точность измерения (относительная ошибка измерения составляет 15...30%).

Хоть ранее было сказано, что широкое применение находит только компрессорно-вакуумный метод, наряду с ним есть ещё один не менее эффективный - инерционный метод. Для его применения используется аналогичное устройство. Единственное отличие от КИ-11140М-ГОСНИТИ – это отсутствие канала для подключения компрессора.

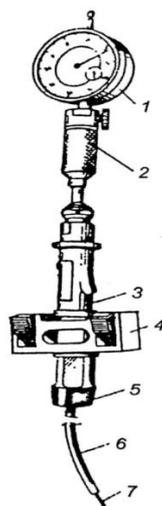


Рис. 2. Устройство для инерционного метода диагностирования шатунных подшипников дизеля

Суть этого метода заключается в следующем. Проводятся все те же операции по установке прибора. Далее производится пуск двигателя и задаются максимальные обороты холостого хода. В следствии чего поршень бьёт по штоку и стрелка на индикаторе перемещается

от 0 до какого-то значения и обратно (т.е. скачет). Для удобства снятия показаний, перед пуском двигателя подкручивается вентиль, чтобы стрелка на индикаторе зафиксировалась. Конечное значение и будет показателем люфта в шатунном подшипнике.

Результаты сравнительных исследований инерционного и компрессорно-вакуумного методов диагностирования показали, что относительная погрешность определения суммарного зазора в шатунных подшипниках соответственно составляют 5,1 и 15,3 %. Хронометраж продолжительности диагностирования показал, что применение инерционного метода снижает трудоемкость на 25%.

#### **Список источников**

1. Барыльникова Е. П., Гафиятуллин А. А., Кулаков О. А. Диагностика степени износа подшипников дизельного двигателя в процессе эксплуатации // Проблемы функционирования систем транспорта. – 2015. – С. 68-75.
2. Снарский С. В., Гафиятуллин А. А., Кулаков А. Т. Методика определения остаточного ресурса автомобильного дизельного двигателя при бортовом диагностировании // Научная мысль. – 2017. – №. 3. – С. 210-221.

#### **References**

1. Barylnikova, E. P., Gafiyatullin, A. A., &Kulakov, O. A. (2015). Diagnostics of the degree of wear of diesel engine bearings during operation. In *Problems of functioning of transport systems* (pp. 68-75). (in Russ.).
2. Snarsky, S. V., Gafiyatullin, A. A., &Kulakov, A. T. (2017). Method for determining the residual resource of an automobile diesel engine during on-board diagnostics. *Scientific Thought*, (3), 210-221. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

М.П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;

Г.Ю. Полюдов – студент.

К.А. Балабуев – студент.

#### **Information about the authors**

M.P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

G.Y. Poludov – student.

K.A. Balabuev – student.

#### **Вклад авторов:**

Ерзамаев М.П. – научное руководство, написание статьи;

Полюдов Г.Ю. – написание статьи.

Балабуев К.А. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Erzamaev M.P. – scientific guidance, writing an article;

Poludov G.Y. – writing an article.

Balabuev K.A. – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 528.811 (1-021)

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

Дарья Сергеевна Карпушина<sup>1</sup>, Маргарита Сергеевна Корнякова<sup>2</sup>,  
Максим Павлович Ерзамаев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>[Karpushina.dasha39@gmail.com](mailto:Karpushina.dasha39@gmail.com),

<sup>2</sup>[ritakornakova4@gmail.com](mailto:ritakornakova4@gmail.com),

<sup>3</sup>[Erzamaev\\_MP@mail.ru](mailto:Erzamaev_MP@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*В статье рассмотрены изменения энергетического состояния биологического объекта (биомембраны) под воздействием электромагнитного поля. Разработана схема изменения разности концентраций водородных ионов объекта. Объяснен механизм процессов, происходящих в семенах сельскохозяйственных культур при предпосевной обработки их электромагнитным полем*

**Ключевые слова:** электромагнитные поля, биологически активные вещества, биологические объекты, электромагнитная обработка семян и воды.

**Для цитирования:** Карпушина Д. С., Корнякова М. С., Ерзамаев М. П. Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 51-55.

## THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELDS ON BIOLOGICAL OBJECTS

Daria S. Karpushina<sup>1</sup>, Margarita S. Kornyakova<sup>2</sup>, Maxim P. Erzamaev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Samara State Agrarian University, Samara, Russia

<sup>1</sup>[Karpushina.dasha39@gmail.com](mailto:Karpushina.dasha39@gmail.com),

<sup>2</sup>[ritakornakova4@gmail.com](mailto:ritakornakova4@gmail.com),

<sup>3</sup>[Erzamaev\\_MP@mail.ru](mailto:Erzamaev_MP@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*The article considers changes in the energy state of a biological object (biomembrane) under the influence of an electromagnetic field. A scheme for measuring the difference in the concentrations of hydrogen ions of the object has been developed. The mechanism of the processes taking place in the seeds of agricultural crops during their pre-sowing treatment with an electromagnetic field is explained.*

**Keywords:** electromagnetic fields, biologically active substances, biological objects, electromagnetic treatment of seeds and water.

**For citation:** Karpushina, D.S., Kornyakova, M.S. & Erzamaev, M.P. (2023). The effect of electromagnetic fields on biological objects. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 51-55). Kinel : PLC Samara SAU (inRuss).

В последнее время в сельском хозяйстве расширяется использование различных видов энергии для непосредственного воздействия на биологические объекты (семена, растения, насекомые, микроорганизмы, животные и др.). Вместе с тем, механизмы воздействия электрического и магнитного поля, ионизации и других явлений на эти объекты пока не вполне ясны.

Известные гипотезы не позволяют обработать методику оценки количественной характеристики процесса и не способствуют созданию соответствующих технических средств.

Анализ многочисленных результатов опубликованных исследований позволяет принять в качестве исходных положений:

Во-первых, наличие фундаментального единства всех видов воздействия электромагнитной технологии, где основным фактором является внешняя дополнительная электромагнитная энергия, вводимая в живой организм; во-вторых, утверждение о том, что биологический объект, помещенный в энергетическую среду, поглощает часть электромагнитной энергии, используя ее для синтеза биологически активных веществ (молекул аденозинтрифосфата – АТФ).

Дополнительная энергия от внешнего электромагнитного поля или энергетической среды изменяет мембранный потенциал клетки в зависимости от разности электрических потенциалов  $\varphi$  и разности концентраций водородных ионов по обе стороны мембраны  $pH$  в соответствии с релаксационной схемой для  $\varphi = f(t)$ , изображенной на рисунке 1.

Если в течение некоторого времени  $T_B$  на биомембрану воздействует электромагнитное поле с некоторой частотой  $f_k$  и индукцией  $B$ , излучающее энергию  $E_{ЭМ}$ , то разность электрического потенциала  $\varphi$  мембраны биообъекта нарастает по сравнению с начальным равновесным состоянием пропорционально колебанию электромагнитного поля. При этом энергия в данной фазе процесса (1) запасается в клетке.

Во II-ой фазе происходит релаксация (ослабления) внешнего энергетического воздействия, выражаемое снижением  $\varphi$  и сопровождаемое интенсивным преобразованием накопленной электромагнитной энергии  $E_{ЭМ}$  в химическую  $E_{ХВ}$  в виде синтеза АТФ.

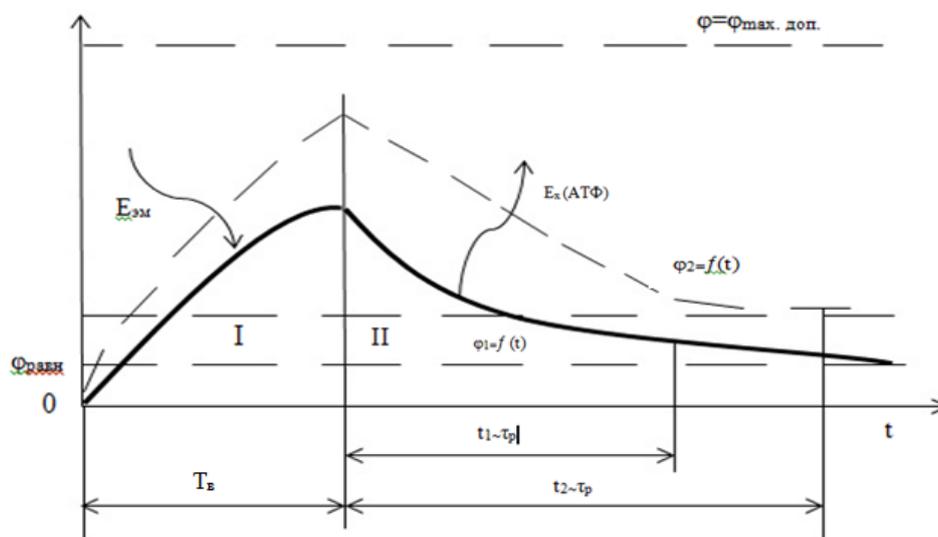


Рис. 1. Изменение энергетического состояния биологического объекта (биомембраны) под воздействием электромагнитного поля.

Этот процесс синтеза постепенно затухает до некоторой равновесной разности потенциалов  $\varphi_{равн}$ . Таким образом время релаксации  $\tau_p$  — это время установления внутри биологического объекта термодинамического равновесия на новом, более высоком энергетическом уровне после воздействия электромагнитного поля. В зависимости от амплитуды индукции генератора электромагнитных колебаний наибольшее значение разности потенциалов может изменяться ( $\varphi_2 > \varphi_1$  или  $B_2 > B_1$ ) и равновесное состояние наступит при другом интервале времени. Предельно допустимая максимальная разность потенциалов на мембране, превышает которой приводит к пробою, определится уровнем  $\varphi_{max. доп.}$

Изменение разности потенциалов обеих фаз в первом приближении имеет экспоненциальную форму, т.е. выражается при  $T_B$  как:

$$\varphi = \varphi_{\max. \text{ доп.}} [1 - \exp(-gt/c)], \quad (1)$$

$$\text{для } \tau_p \quad \varphi = \varphi_{\max. \text{ доп.}} \exp(-gt/c), \quad (2)$$

где  $g$ ,  $c$  – соответственно проводимость и емкость биообъекта.

Зависимости (1), (2) представляют собой процесс зарядки и разрядки конденсатора – мембраны. Аналогичной схемой можно представить изменение разности концентраций водородных ионов  $pH=f(\omega, C_m)$ , где  $\omega$ ,  $C_m$  – влагосодержание в влагоемкость биообъекта.

Исходя из предложенных схем можно объяснить механизм процессов, происходящих, например, в семенах сельскохозяйственных культур при предпосевной обработке их электромагнитным полем. Сначала происходит, так сказать, принудительная «дозарядка мембран», до некоторой электрической емкости. Затем при отлежке наступает релаксация – аккумулялирование энергии в виде АТФ, способствующей повышению всхожести и энергии прорастания семян при посеве, что в конечном итоге ведет к повышению урожайности.

В ранее проведенных нами исследованиях по энергетической активации семян сельскохозяйственных культур применялись такие виды как: 1) предпосевная обработка в электромагнитном поле семян пшеницы и сахарной свеклы; 2) предпосевное замачивание семян пшеницы и томатов водой, обработанной в электромагнитном поле (электромагнитная активация воды). Параметры электромагнитной обработки как семян, так и воды изменялись в следующих диапазонах;  $V=5...20(\pm) \text{ мТл}; f_k=3...10(\pm 0,5) \text{ Гц}; T_b=4...15(\pm 1) \text{ с.};$  (для воды скорость= $0,75; 1,0; 1,5; 2,0 \text{ м/с}$ );  $\tau_p=0.5...144(\pm 0,5) \text{ часа}$ . Статистический анализ экспериментальных данных показал, что вероятность положительного результата (повышение всхожести по сравнению с контролем) составляет  $75...90\%$ , причем относительная всхожесть достигает  $13...27\%$ , а у семян с низкой всхожестью до  $49\%$ .

Однако, наряду с положительными результатами выявлены отрицательные: при некоторых сочетаниях параметров обработки происходит снижение относительной всхожести. Вероятность появления отрицательных результатов достигает  $10...25\%$ . Объясняется это неравномерностью обработки: семена, проходя через электромагнитное поле, разориентированы относительно вектора электромагнитной энергии, при этом не исключена многократная их переориентация, а, следовательно, и «перезарядка». При перемещении в потоке у отдельных семян возможно снижение скорости перемещения, увеличение суммарного времени  $T$  и интенсивности воздействия  $E_{\text{эм}}=f(V, f_k)$ , что, в конечном счете, может привести к достижению предельно допустимого значения  $\varphi_{\max. \text{ доп.}}$ , пробую мембраны и снижению жизнедеятельности семян в целом. Кроме того, переориентация семян может изменять направление градиента концентрации водородных ионов  $pH$ . Эти изменения в совокупности с изменением градиента электрического потенциала могут приводить не к накоплению АТФ, а к его расходу, что так же снизит жизнедеятельность семян и не будет способствовать их прорастанию.

Аналогично при магнитной обработке воды не всегда обеспечивается равномерность воздействия на все ее элементарные объемы, что и сказывается при проращивании семян. Кроме того, информационная память воды (несмотря на дискуссионность вопроса о ее существовании), ранее находящейся в контакте с биологически активными веществами, может отразиться при проращивании семян в форме неблагоприятного воздействия.

Создание строго ориентированного градиента концентрации водородных ионов  $pH$  при энергетическом воздействии на биологический объект открывает перспективы исключения отрицательных результатов при активации семян.

В этом плане электрохимическое разложение воды представляет определенный интерес. Полученные отдельно аналит и катализ – это энергетические среды с однородной концентрацией водородных ионов  $pH$ , обладающие окислительно-восстановительным потенциалом  $\varphi_{p-n}$ . Биологический объект, помещенный в такую среду с заведомо определенными параметрами будет подвергаться энергетическому воздействию среды и, соответственно, изменять

свое состояние. При этом создаются условия получения строго ориентированного электрохимического градиента и исключается многократная переориентация, как это происходит с отдельными семенами при электромагнитной обработке. Вместе с тем, в случае наличия информационной памяти у воды, с разделением ананта и каталиа при электролизе происходит ее «разрушение». Следовательно, устраняется вероятность влияния неблагоприятных факторов среды, приобретенной и «записанной» памятью воды.

Количественную оценку предложенной гипотезы и возможного наличия информационной памяти воды произведем на примере определения всхожести и энергии прорастания семян сахарной свеклы подверженной различного рода воздействиям. Для этого прорастим семена 1) обработанные в электромагнитном поле и 2) с предварительным замачиванием: а) в воде, обработанной в электромагнитном поле; б) в каталиа (униполярная электрохимическая активация воды  $pH=8...12$ ;  $\varphi_{p-n}=-300...-700mV$ ; в) в 1...5% растворе воды, обработанной в электромагнитном поле; г) в физиологическом растворе, загрязненном (биологически активными веществами) или зараженном болезнью (например, свекловичным корнеедом), разведенном до концентрации равной 0,1...0,01%; д) в физиологическом растворе по пункту г), но прошедшем униполярную электрохимическую активацию; е) в дистиллированной воде.

Для соответствующей обработки нами разработаны устройства для электромагнитной и электрохимической активации семян и жидкостей с выше приведенными параметрами воздействия.

Определяя в разные периоды воздействия содержание АТФ в семенах, их проводимость и емкость (g, c), а также влагосодержание и влагоемкость ( $\omega$ ,  $C_m$ ), установим правомерность высказанных предположений.

По совокупности статистических характеристик всхожести семян проведем сравнительную оценку выше перечисленных вариантов воздействия и перспектив их практического использования.

#### Список источников

1. Занкевич П. Н. Воздействие электромагнитного поля на всхожесть и динамику роста огурца посевого // Молодые исследователи на службе обществу и государству. – 2023. – С. 225-229.
2. Афонина С. С. Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты // Современные исследования как ответ на вызовы нового времени. – 2022. – С. 141-147.
3. Голышева В. Е., Дзю И. М. Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. – 2021. – С. 1340-1343.

#### References

1. Zankevich, P. N. (2023). Impact of electromagnetic field on the germination and growth dynamics of cucumbers. In young researchers serving the society and the state (pp. 225-229) (in Russ.).
2. Afonina, S. S. (2022). Impact of electromagnetic fields on biological objects. In Modern research as a response to the challenges of modern times (pp. 141-147). (in Russ.).
3. Golysheva, V. E., & Ju, I. M. (2021). Impact of electromagnetic fields on biological objects. In The role of agricultural science in sustainable rural development (pp. 1340-1343). (in Russ.).

#### Информация об авторах

М.П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;

М.С.Корнякова – студент.

Д.С.Карпушина – студент.

### **Information about the authors**

M.P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M.S. Kornyakova – student.

D.S. Karpushina – student.

### **Вклад авторов:**

Ерзамаев М.П. – научное руководство, написание статьи;

Корнякова М.С. – написание статьи.

Карпушина Д.С. – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

Erzamaev M.P. – scientific guidance, writing an article;

Kornyakova M.S. – writing an article.

Karpushina D.S. – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 631.171

## **КАЧЕСТВО МЕХАНИЗИРОВАННЫХ РАБОТ**

**Айгуль Халиловна Ханнанова<sup>1</sup>, Никита Максимович Ерзамаев<sup>2</sup>,  
Максим Павлович Ерзамаев<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Xannanova2002@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8092-8604>

<sup>2,3</sup>Erzamaev\_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*Для получения максимальных урожаев необходимо создать каждому культурному растению одинаковые условия, близкие к оптимальным для его развития. Особую актуальность эта проблема приобретает при механизированном выполнении полевых работ.*

**Ключевые слова:** качество, средства контроля, механизированные работы.

**Для цитирования:** Ханнанова А. Х., Ерзамаев Н. М., Ерзамаев М. П. Качество механизированных работ // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 55-58.

## **QUALITY OF MECHANIZED WORKS**

**Aigul Kh. Khannanova<sup>1</sup>, Nikita M. Erzamaev<sup>2</sup>, Maxim P. Erzamaev<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Xannanova2002@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8092-8604>

<sup>2,3</sup>Erzamaev\_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*To obtain maximum yields, it is necessary to create the same conditions for each cultivated plant, close to the optimal conditions for its development. This problem becomes especially relevant in mechanized field work.*

**Keywords:** quality, controls, mechanized work

**For citation:** Khannanova, A.Kh., Erzamaev, N.M. & Erzamaev, M.P. (2023) Quality of mechanized works. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 55-58). Kinel : PLC Samara SAU (inRuss).

Качество продукта является одной из важных характеристик процесса механизированных работ.

При выполнении механизированных работ в сельскохозяйственном производстве предметом труда являются такие объекты: почвы растения, плоды, удобрения и т.д. Как элемент контроля качества работ включается и определение состояния этих объектов, т.к. от этого зависит технология, выбор технических средств, их регулировка, эксплуатационные режимы работы [1].

При почвообрабатывающих и посевных процессах, например, необходимо контролировать состояние почвы по следующим показателям важности: влажности, липкости, твердости, температуре, изнашивающим свойствам. Только такая совокупность оценки позволит определить жимы. Это позволит на этапе подготовки и проведения заданного процесса обеспечить необходимое качество работ и его контроль [1].

Средства труда оказывают влияние на качество выполняемых механизированных работ через состояние рабочих органов, их установку, сопротивление, через систему управления.

Состояние рабочих органов в результате взаимодействия с предметом труда занимается. Так, при износе лемеха плуга, лап культиваторов и других почвообрабатывающих рабочих органов, их режущие лезвия затупляются. Вследствие этого на плотных почвах такие орудия плохо заглубляются, ухудшается равномерность хода по глубине, у культиваторов-чистота подрезания сорняков. От расстановки лап культиваторов при междурядной обработке зависит повреждаемость растений, величина защитных зон. Система управления обеспечивает соблюдение заданного направления движения, скоростных режимов, воздействие на рабочие органы [2].

Оператор оценивается по квалификации, физиологическому состоянию, которые повреждены изменениям. Ухудшение этих показателей может привести к искаженному отражению оператором окружающей информации, что нарушит правильные воздействия на машину, и как следствие - понизит качество.

Окружающая среда, воздействуя как до, так и в процессе работы на предмет труда, средство труда, продукт труда, оператора изменяет их, что отражается на качестве работ. Следует также отметить и обратную связь элементов процесса на окружающую среду. Дождь, пыль, снег, ветер, температура, солнечная радиация и т.д. – факторы, воздействующие на элементы процесса. Они особенно характерны для сельскохозяйственного производства и требуют соответствующего учета при контроле качества механизированных работ [3].

Завещающим этапом контроля качества механизированных работ является контроль состояния продукта труда. При этом дается итоговая, комплексная оценка тому, что было создано в данном процессе, проявляется результат этапов проведения и контроля качества всех элементов процесса. Достигнутая цель данного процесса-продукт труда, оценивается приемочными показателями качества.

Следовательно, качество – характеристика продукта труда в процессе его производства и потребления, а виды контроля качества работ-по состоянию предмета труда, средства труда, оператора, окружающей среды, продукта труда (рис. 1).



Рис. 1 Виды контроля качества работ

Учет и оценка элементов процесса при контроле качества механизированных работ ведется по показателям, которые весьма разнообразны и многочисленны. Поэтому возникает необходимость упорядочить их, систематизировать.

Разработана классификация показателей объёмного (пространственного) типа, которая позволит анализировать показатели системно, с выделением отдельных их групп, при этом показывается их взаимосвязь. При этом состояние предмета труда, окружающей среды, средств труда, оператора, продукта труда оцениваются соответствующими показателями.

Так, например, при почвообрабатывающих процессах для предмета труда энергетическим показателем будет твердость почвы, пространственным-геометрия поля, временным-начало работ, и их продолжительность [1].

Средство труда при этом будет характеризоваться мощностью двигателя, внешней и внутренней кинематикой, его стоимостью и т.д. Аналогично оцениваются и остальные элементы процесса соответственно классификации [3].

Таким образом, качество продукта труда определяется совокупностью элементов процесса механизированных работ: по состоянию предмета труда. Для систематизации показателей контроля разработана их объёмная классификация.

На основе этих разработанных теоретических положений опубликованы материалы для практического применения в сельском хозяйстве.

#### Список источников

1. Асатиллаев Й. М. Обоснование показателей почвы, влияющие на качество урожайности сельскохозяйственных культур // Механика и технология. – 2022. – №. Спецвыпуск 1. – С. 122-127.
2. Асадуллин Н. М. Эффективность использования техники в АПК // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры. – 2019. – С. 262-265.
3. Овчинникова О. Ф. Нормирование труда на механизированных работах в растениеводстве // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №. 2 (46). – С. 184-192.

#### References

1. Asatillaev, Y. M. (2022). Substantiation of soil indicators affecting the quality of crop yields. Mechanics and Technology, (Special Issue 1), 122-127. (in Russ.).

2. Asadullin, N. M. (2019). The effectiveness of the use of technology in the agro-industrial complex. In Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources (pp. 262-265). (in Russ.).

3. Ovchinnikova, O. F. (2018). Rationing of labor in mechanized work in crop production. Far Eastern Agrarian Bulletin, (2 (46)), 184-192. (in Russ.).

**Информация об авторах:**

М.П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;

А.Х. Ханнанова – студент;

Н.М. Ерзамаев – школьник.

**Information about the authors:**

M.P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A.Kh. Khannanova – is a student.

N. M. Erzamaev – school student;

**Вклад авторов:**

Ерзамаев М.П. – научное руководство, написание статьи;

Ханнанова А.Х. – написание статьи.

**Contributions of the authors:**

Erzamaev M.P. – scientific guidance, writing an article;

Khannanova A.Kh. – writing the article;

Erzamaev N. M. – writing the article.

Обзорная статья

УДК 631.303

**ОЦЕНКА РАБОТЫ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

**Снежана Дмитриевна Исаева<sup>1</sup>, Рустам Муратович Кужанбаев<sup>2</sup>,**

**Максим Павлович Ерзамаев<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>[snega.is@mail.ru](mailto:snega.is@mail.ru)

<sup>2</sup>[r.kuzhanbaev@yandex.ru](mailto:r.kuzhanbaev@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1902-9298>

<sup>3</sup>[Erzamaev\\_MP@mail.ru](mailto:Erzamaev_MP@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*В статье рассматриваются использование роторных комбайнов, основные направления технологических разработок, описано положительные качества комбайнов и рассмотрены технические характеристики.*

**Ключевые слова:** комбайн, технические характеристики, преимущества комбайнов.

**Для цитирования:** Исаева С. Д., Кужанбаев Р. М., Ерзамаев М. П. Оценка работы зерноуборочных комбайнов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 58-61.

**EVALUATION OF THE WORK OF GRAIN HARVESTERS**

**Snezhana D. Isaeva<sup>1</sup>, Rustam M. Kuzhanbaev<sup>2</sup>, Maxim P. Erzamaev<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>[snega.is@mail.ru](mailto:snega.is@mail.ru),

<sup>2</sup>[r.kuzhanbaev@yandex.ru](mailto:r.kuzhanbaev@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1902-9298>

<sup>3</sup>[Erzamaev\\_MP@mail.ru](mailto:Erzamaev_MP@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*The article discusses the use of rotary combines, the main directions of technological developments, describes the positive qualities of combines and considers technical characteristics.*

**Keywords:** combine, technical characteristics, advantages of combines.

**For citation:** Isaeva, S.D, Kuzhanbaev, R. M. & Erzamaev M.P. (2023) Evaluation of the work of grain harvesters. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 58-61). Kinel : PLC Samara SAU (inRuss).

Зерновое производство является основой агропромышленного комплекса Российской Федерации и крупнейшей отраслью сельского хозяйства, от развития которой зависит продовольственное благополучие населения и экономическое благополучие сельхозпроизводителей [1]. Предел удельного веса зерна отечественного производства в сумме резерва. Не менее 95% семян внутреннего рынка. Показатели производства зерна в РФ в последние годы не опускались ниже этого уровня.

Уровень производства зерна в стране удается поддерживать за счет применения технологических решений и современных технологий заготовки продуктов питания[2]. В частности, качество посевного и товарного зерна зависит от степени повреждения зерна при уборке и послеуборочной обработке.

Использование отечественных и зарубежных роторных комбайнов для уборки семян позволит значительно снизить порчу семян. Исследования показали, что при использовании роторных комбайнов количество неубранного зерна в ворохе значительно увеличивается[3].

Кроме сорняков, которые трудно отделить, неубранное зерно плохо отделяется воздушными зерноочистительными машинами, используемыми в технических линиях зерноочистительных агрегатов и зерносушильных комплексов. Для устранения этого недостатка в производственные линии необходимо включать дополнительные станки: триерные цилиндры, пневматические столы и другие заменяющие их высокопроизводительные устройства.

Основным направлением развития техники в области строительства зерноуборочных комбайнов должно стать улучшение показателей производительности, а также поиск путей и средств снижения металлоемкости и степени повреждения семян и товарного зерна. Именно от конструктивных и режимных параметров применяемой зерноуборочной машины зависит качество получаемого зернового материала.

Ведущие мировые комбайновые компании и российские производители предлагают практически новые, усовершенствованные модели комбайнов для повышения урожайности зерновых, зернобобовых, а также кукурузы и подсолнечника, минимизации потерь зерна и повышения качества срезки. каждый год [4].

Наибольшие показатели производительности имеют комбайны с длинным ротором и оснащенные молотильно-сепарирующим устройством (с гидромашиной) с прямой выгрузкой почвенной массы.

Роторные комбайны обладают рядом неоспоримых преимуществ:

- наличие в конструкции комбайна подающего бителя обеспечивает регулировку потока зерновой массы и выброс посторонних включений;
- установка волнистых лопастей способствует более равномерной подаче зерновой массы в приемную камеру ротора для обмолота;
- увеличение площади молотильно-сепарирующего устройства позволяет снизить уровень повреждения семян;
- использование реверса позволяет менять направление вращения ротора и таким образом перемещать зерновую массу в зоне обмолота вперед или назад;
- увеличение объема контейнера до 12 м<sup>3</sup> и более позволяет сократить время простоя зерноуборочного комбайна при выгрузке зерна в вагон;
- использование турбинного вентилятора позволяет создать равномерный напор воздушного потока и тем самым улучшить качество уборки [5].

Самый производительный комбайн линейки Ростсельмаш Торум 740 имеет обновленную конструкцию МСУ с ротором и шиной, вращающимися в противоположных направлениях, что повышает качество процесса сепарации и снижает степень дробления зерна до 0,6%.

В настоящее время отсутствует основная взаимосвязь между требуемой и возможной точностью определения соломистости хлебной массы существующими методами. Это объясняется и затрудняется тем, что на величину соотношения веса зерна к весу соломы оказывают существенное влияние значительная вариация биологической урожайности на одном и том же поле (30...40%), различная степень влагосодержания зерна и соломы.

Кроме того, если учесть, что основная часть энергетических затрат при существующих молотильных аппаратах идет на протаскивание и смятие соломы, становится понятным необходимость совершенствования метода определения соломистости хлебной массы при уборке различных культур. Метод определения соломистости должен быть достаточно простым, доступным, надежным, оперативным и точным. Он должен иметь в своей основе взаимосвязь энергозатрат с урожайностью и нормативными показателями [6].

Автором получена зависимость удельных энергозатрат и погектарного расхода топлива от урожайности и соломистости хлебной массы для комбайна на подборе валков и прямом комбинировании.

Изменение энергозатрат в расчете на центнер обмолоченного зерна [7] в зависимости от соломистости хлебной массы происходит на различных уровнях. При учете работы комбайнового агрегата по количеству намолоченного зерна необходимо иметь в виду это положение.

Величина удельных эффективных энергозатрат и погектарного расхода топлива изменяется прямо пропорционально от урожайности. Однако, интенсивность изменения, характеризующая условным коэффициентом, различна и зависит от соломистости хлебной массы. Следовательно, основное, решающее влияние на величину энергозатрат при выполнении уборочного процесса зерновым комбайном оказывает величина хлебной массы. Это значит, что при учете работы комбайнового агрегата по убранной площади, при оплате труда комбайнера и оценке производительности, наряду с точной фиксацией урожайности, необходимо как можно точнее определять соломистость хлебной массы.

Данный метод определения величины соломистости хлебной массы прост, основывается на учетных параметрах работы зерноуборочного комбайна, оперативен, обладает достаточной для эксплуатационных целей точностью.

Применение этого экспресс-метода позволит повысить объективность учета, значимость оценки работы уборочных агрегатов, будет способствовать повышению производительности труда и правильной организации социалистического соревнования среди комбайнеров, работающих на комбайнах разной марки и в различных условиях.

#### **Список источников**

1. Провидонова Н. В. Организационно-экономический механизм инновационного технико-технологического развития зернового производства (на примере Саратовской области).
2. Аленин П., Кшникаткина А. Продукционный потенциал зерновых, зернобобовых, кормовых, лекарственных культур и совершенствование технологии их возделывания в лесостепи Среднего Поволжья. – Litres, 2021.
3. Шуляков А. Г. и др. Молотилки зерноуборочных комбайнов: проблемы и пути их решений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 1 (87). – С. 107-111.
4. Чеботарев В. П. и др. Инновационные направления развития сельскохозяйственной техники. – 2021.
5. Орбинский В. И. и др. Оценка эффективности работы зерноуборочного комбайна с аксиально-роторным молотильно-сепарирующим устройством // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13. – №. 1. – С. 12-18.

6. Колчина Л., Горячева И., Федоренко В. Мировые тенденции технологического развития производства овощей в защищенном грунте 2-е изд. – Litres, 2022.
7. Болтовский С. Н., Редреев Г. В. Повышение эффективности эксплуатации зерноуборочных комбайнов на основе диагностической информации // Роль научно-исследовательской работы обучающихся в развитии АПК. – 2019. – С. 50-55.

### References

1. Providonova N. V. Organizational and economic mechanism of innovative technical and technological development of grain production (by the example of Saratov region). (in Russ.).
2. Alenin P., Kshnikatkina A. Productive potential of grain, leguminous, forage, medicinal crops and improvement of their cultivation technology in the forest-steppe of the Middle Volga region. – Literes, 2021. (in Russ.).
3. Shulyakov A. G. et al. Threshers of combine harvesters: problems and ways of their solutions // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2021. – no. 1 (87). – S. 107-111.
4. Chebotarev V. P. et al. Innovative trends in the development of agricultural machinery. – 2021. (in Russ.).
5. Orobinsky V. I. et al. Evaluation of the efficiency of a combine harvester with an axial-rotary threshing and separating device // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. - 2020. - T. 13. - No. 1. - S. 12-18. (in Russ.).
6. Kolchina L., Goryacheva I., Fedorenko V. Global trends in the technological development of vegetable production in greenhouses, 2nd ed. – Literes, 2022. (in Russ.).
7. Boltovsky S. N., Redreev G. V. Improving the efficiency of operation of grain harvesters based on diagnostic information // The role of research work of students in the development of the agro-industrial complex. - 2019. - S. 50-55. (in Russ.).

### Информация об авторах

М.П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;  
С.Д. Исаева – студент;  
Р.М. Кужанбаев – студент.

### Author information

M.P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
S.D. Isaeva – student;  
R.M. Kuzhanbaev – student.

### Вклад авторов:

Ерзамаев М.П – научное руководство, написание статьи;  
Исаева С.Д. – написание статьи;  
Кужанбаев Р.М. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Erzamaev M.P. – scientific guidance, writing an article;  
Isavea S.D. – writing the article;  
Kuzhanbaev R.M. – writing the article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 621.9

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К СТРУКТУРЕ МАШИНЫ

**Хрестиния Юрьевна Давыдова<sup>1</sup>, Никита Максимович Ерзамаев<sup>2</sup>,  
Максим Павлович Ерзамаев<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>h.davydova03@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5238-3811>

<sup>2,3</sup>Erzamaev\_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*В статье рассмотрены внешняя и внутренняя структура машины, а также система двигателя, основные системы управления работой машин. Разобраны сопряжения, как один из видов технического обслуживания и ротационные машины.*

**Ключевые слова:** структура, машина, сопряжения, ротационные машины.

**Для цитирования:** Давыдова Х. Ю., Ерзамаев Н. М., Ерзамаев М. П. Системный подход к структуре машины // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 62-64.

## SYSTEM APPROACH TO MACHINE STRUCTURE

**Khrestinia Yu. Davydova<sup>1</sup>, Nikita M. Erzamaev<sup>2</sup>, Maxim P. Erzamaev<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>h.davydova03@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5238-3811>

<sup>2,3</sup>Erzamaev\_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

*The article discusses the external and internal structure of the machine, as well as the engine system, the main control systems for the operation of machines. Interfaces are disassembled as one of the types of maintenance and rotary machines.*

**Keywords:** structure, machine, interfaces, rotary machines.

**For citation:** For citation: Davydova, Kh.Yu., Erzamaev, N.M. & Erzamaev, M.P (2023). System approach to machine structure. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 62-64.). Kinel : PLC Samara SAU (inRuss).

Всякая машина обладает внутренней и внешней структурой. Правильное представление этих структур позволит лучше понимать и эксплуатировать машину. Конструкция машины оказывает существенное влияние на систему обслуживания и эффективность ее использования [1].

Внешняя структура определяется видами и количеством рабочих органов и систем управления процессом. В сельскохозяйственном производстве, как и в других имеются два вида машин – обрабатывающие и транспортирующие материал

В обрабатывающих машинах имеется два рабочих органа – один перемещает машину (колесо), а другой обрабатывает материал (резец). Такая машина является самой сложной. В обрабатывающей машине имеются две системы управления. Одна система служит для изменения направления движения, а другая – для перемещения рабочих органов [2].

Благодаря такой классификации и систематизации внутренней структуры машин определена обобщающая машина и ее частные варианты.

Внутренняя структура машин представляет собой сочетание систем, сопряжений и передач. Основными являются системы двигателя и управления. Двигатель является источником энергии для выполнения трактором функций мобильного электроинструмента. Двигатель, установленный на тракторе, вместе с оборудованием, обслуживающим его работу, составляет силовую установку. Дизельные двигатели являются наиболее широко используемыми двигателями на современных тракторах. Бензиновые двигатели используются в небольших механизированных и старых тракторах в качестве стартовых двигателей для мощных дизельных двигателей.

Трансмиссия служит для передачи крутящего момента двигателя на ведущие колеса и зависимый механизм отбора мощности (ВОМ), изменяя его, изменяя направление и скорость вращения ведущих колес для плавного трогания и остановки трактора. Системами двигателя являются: 1) питание; 2) охлаждение; 3) зажигание; 4) смазка; 5) газораспределение. Эти системы являются обслуживающими и обеспечивают процесс горения и работу двигателя. Системы двигателя должны быть легкоъемными, что позволит быстро восстанавливать работоспособность двигателя.

Основными системами управления работой машин являются: 1) управление направлением движения; 2) торможение; 3) пуска; 4) управление скоростным режимом; 5) управление режимом труда; 6) управление работой рабочей машины. Эти системы управляют скоростным, нагрузочным режимами машины и режимом работы рабочих органов. В зависимости от рабочего тела они могут быть механическими, гидравлическими и пневматическими [3].

Сопряжения могут быть опорные, крепежные и уплотняющие. К опорным сопряжениям относятся мобильные и неподвижные сопряжения. Мобильными сопряжениями являются подшипники качения и скольжения. К неподвижным опорным сопряжениям относятся цапфы. Крепежным сопряжением – шпоночные, болтовые и штифтовые. К уплотняющим сопряжениям относятся сальниковые, прокладочные. Основными видами передач являются зубчатые, цепные, фрикционные. Крепежные и уплотняющие сопряжения, цепные, фрикционные передачи должны быть легко снимаемыми, что позволит быстро восстановить работоспособность и повысить эффективность использования машин.

Восстановление систем некоторых сопряжений и передач является одним из элементов технического обслуживания.

Всякая машина обладает внешней и внутренней кинематикой. Внешняя кинематика машины обеспечивает линейный режим работы. Внутренняя кинематика обеспечивает нагрузочный и скоростной режимы работы машины. Такое представление структуры машины дает возможность находить правильные пути ее совершенствования.

Наиболее перспективными рабочими машинами являются ротационные. В таких машинах обработка почвы происходит не за счет сцепления колеса с почвой, а вращающимся рабочими органами, приводящимися в движения непосредственно двигателем. Основная часть энергии передается не через колесо, а через рабочие органы [4].

Таким образом, машина с ротационными рабочими органами являются наиболее приспособленными к использованию и обслуживанию. Такое рассмотрение структуры машины позволит правильно определить содержание технического обслуживания и ремонта машины, совершенствовать конструкцию и эксплуатацию машины. Системный подход к структуре машины является одним из элементов теории и практики эксплуатации машин.

#### **Список источников**

1. Сурин Р. О. и др. Перспективные конструктивные схемы сельскохозяйственных машин для проведения полевой обработки почвы // Евразийское научное объединение. – 2020. – №. 7-2. – С. 132-135. Раднаев Д. Н.
2. Огородников П. И. Системный подход к анализу эффективного функционирования сельхозпредприятий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – Т. 3. – №. 7-1. – С. 35-38.

3. Яруллин Ф. Ф., Валиев А. Р. Классификация ротационных рабочих органов почвообрабатывающих машин // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. – 2015. – С. 147-154.

4. Шемякин А. В., Латышёнок М. Б., Терентьев В. В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2017. – Т. 21. – №. 1. – С. 50-56.

### References

1. Surin R. O. et al. Perspective design schemes of agricultural machines for field tillage // Eurasian scientific association. – 2020. – no. 7-2. - S. 132-135. Radnaev D. N. (in Russ.).

2. Ogorodnikov P. I. A systematic approach to the analysis of the effective functioning of agricultural enterprises // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. - 2005. - Т. 3. - No. 7-1. - S. 35-38. (in Russ.).

3. Yarullin F. F., Valiev A. R. Classification of rotary working bodies of tillage machines // Agrarian science of the XXI century. Actual research and prospects. - 2015. - S. 147-154. (in Russ.).

4. Shemyakin A. V., Latyshenok M. B., Terentiev V. V. A method of increasing the service life of agricultural machinery // Bulletin of the South-Western State University. - 2017. - Т. 21. - No. 1. - S. 50-56 (in Russ.).

### Информация об авторах

М.П.Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;

Х.Ю.Давыдова – студент;

Н.М.Ерзамаев – школьник.

### Information about the authors

M.P. Erzamaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

K.Y. Davydova – student;

N.M. Erzamaev – school student.

### Вклад авторов:

Ерзамаев М.П. – научное руководство, написание статьи;

Давыдова Х.Ю. – написание статьи;

Ерзамаев Н.М. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Erzamaev M.P. – scientific guidance, writing an article;

Davydova K.Y. – writing an article;

Erzamaev N.M. – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 62-77, 62-799

## ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЯ

Дмитрий Сергеевич Сазонов<sup>1</sup>, Максим Михайлович Львов<sup>2</sup>,

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Sazonov\_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

<sup>2</sup>[lvov.maks01@yandex.ru](mailto:lvov.maks01@yandex.ru)

*В статье рассматриваются приборы и устройства для диагностирования топливной системы низкого давления дизельного двигателя. Приводятся преимущества и недостатки рассматриваемых технических средств.*

**Ключевые слова:** топливная система, диагностирование, давление, насос, фильтр, манометр.

**Для цитирования:** Сазонов Д. С., Львов М. М. Технические средства для диагностирования топливной системы низкого давления дизеля // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 64-67.

## TECHNICAL DEVICES FOR DIAGNOSING THE DIESEL LOW-PRESSURE FUEL SYSTEM

**Dmitry S. Sazonov<sup>1</sup>, Maksim M. Lvov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Sazonov\_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

<sup>2</sup>lvov.maks01@yandex.ru

The article discusses instruments and devices for diagnosing the low-pressure fuel system of a diesel engine. The advantages and disadvantages of the considered technical means are given.

**Keywords:** fuel system, diagnostics, pressure, pump, filter, pressure gauge.

**For citation:** Sazonov, D.S. & Lvov, M.M. (2023) Technical devices for diagnosing the diesel low-pressure fuel system // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 64-67). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Усовершенствование технико-экономических параметров работы двигателя является основным направлением повышения эффективности использования машинно-тракторного агрегата (МТА).

Более эффективно эта задача может быть решена путем совершенствования конструкции, диагностики, ремонта и технического обслуживания системы топливоподдачи двигателя. Объясняется это тем, что качество работы топливной аппаратуры в значительной степени оказывает влияние на работу дизеля и, в связи с этим, на его технико-экономические и экологические показатели [1].

Своевременное выявление неисправностей топливной системы питания позволяет уменьшить удельный на 1 га расход топлива и снизить прямые эксплуатационные затраты денежных средств при эксплуатации МТА. Для эффективного диагностирования топливной системы низкого давления существует широкий спектр самого разнообразного оборудования, поэтому *целью исследований* является сравнение технических средств диагностирования топливной системы низкого давления дизельного двигателя.

Оценка состояния перепускного клапана, подкачивающего насоса и фильтра тонкой очистки может проводиться приспособлением КИ-13943. Для этого выворачивают из корпуса ФТО штуцер крепления нагнетательного трубопровода и штуцером подсоединяют устройство к нагнетательной магистрали. Прокручивают коленчатый вал при отключенной подаче топлива и записывают показания манометра. О забитом фильтре свидетельствует увеличение давления более 0,08 МПа, а о неисправном подкачивающем насосе давление менее 0,07 Мпа.

Прибор КИ-13943 характеризуется простотой исполнения, наименьшими габаритными размерами и массой, более рациональной методикой определения давления.

Недостатком указанного устройства является то, что, при измерении параметров топливоподачи требуется переподрключение прибора, т.е. первоначально измерить давление перед фильтром, а затем – после фильтра. Это приводит к увеличению трудоемкости диагностирования.

Устройство КИ-4801 предназначено для проверки давления, состояния подкачивающего насоса, перепускного клапана и фильтра тонкой очистки топлива в системе топливоподачи низкого давления в дизельных двигателях, при этом устройство при помощи переходных штуцеров подсоединяется до фильтра и после фильтра, что позволяет снизить затраты труда при диагностировании [2].

Основным недостатком прибора КИ-4801 является отсутствие возможности точно зафиксировать показания манометра в процессе измерений параметров, так как пульсация топлива при работе топливоподкачивающего насоса вызывают колебания стрелки манометра.

Кроме этого, при работе с прибором происходит выброс топливовоздушной среды в окружающую среду, что не отвечает современным требованиям технической и экологической безопасности.

Комплект CRDI-500 позволяет провести быструю проверку контура низкого давления. В комплект входят манометр от 0 до 1 МПа, вакууметр для измерения отрицательного давления в диапазоне от 0 МПа до -0,1 МПа, быстросъемные адаптеры прозрачные трубки. Данный комплект оптимизирован для диагностирования контура низкого давления системы CommonRail.

Тестер для диагностирования системы топливоподачи низкого давления прилагаемый Хабардиным В.Н. и Хабардиным С.В., (патент №2736426) предназначен для проверки давления и состояния фильтра тонкой очистки топлива в системах низкого давления до 0,12 МПа [3].

Конструкция данного тестера включает корпус с манометром и трехходовым краном, вентиль с ниппелем и сливным рукавом, а также переходные присоединительные элементы. Вентиль, при помощи которого есть возможность управления манометром. В конструкции прибора предусмотрен обратный клапан с седлом, который позволяет исключить колебания стрелки манометра и четко снять значения показаний манометра. Тестер одним из наконечников подсоединяют к системе перед фильтром, а другим – после фильтра. Слив тестера подсоединяют со сливным трубопроводом двигателя, или опускают его в отдельную емкость для сбора топлива. Для сброса топливовоздушной смеси выкручивают винт вентиля, при этом исключается возможность попадания топлива на оператора или на почву.

Тестирование топливной системы осуществляется при максимальной подаче топлива. При помощи трехходового крана соединяют полость с выходным каналом корпуса фильтра и фиксируют значения показаний манометра. Обратный клапан после нескольких рабочих циклов подкачивающего насоса выравнивает давление в полости. Тем самым измеряется давление после фильтра. Переключив трехходовой кран, измеряют давление перед фильтром. О состоянии фильтрующих элементов судят по перепаду измеренного давления, о состоянии насоса и редукционного клапана – по давлению перед фильтром.

Тестер для диагностирования системы топливоподачи низкого давления при несложной конструкции обеспечивает измерения без пульсации стрелки манометра, при этом конструкция предусматривают сброс топливовоздушной среды.

#### **Список источников**

1. Кузнецов С. А., Янзин В. М., Сазонов Д. С. Диагностика технического состояния машин–неотъемлемая часть технического сервиса // Достижения науки агропромышленному комплексу. – 2014. – С. 244-247.
2. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Харыбина Н. А. Основы эксплуатации машинно-тракторного парка. – 2021.
3. Патент № 2736426 С2 Российская Федерация, МПК F02М 65/00, G01М 15/02, G01М 15/09. Тестер для диагностирования системы топливоподачи низкого давления : № 2017143079 : заявл. 08.12.2017 :опубл. 17.11.2020 / В. Н. Хабардин, С. В. Хабардин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского».

## References

1. Kuznetsov, S. A., Yanzin, V. M., & Sazonov, D. S. (2014). Diagnostics of the technical condition of machines is an integral part of technical service. In Achievements of Science to the agro-industrial complex (pp. 244-247). (in Russ.).
2. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., & Kharybina, N. A. (2021). Fundamentals of operation of the machine and tractor fleet. (in Russ.).
3. Khabardin, V. N., Khabardin S. V. Tester for diagnostics of low pressure fuel supply system. (in Russ.).

### Информация об авторах

Д.С. Сазонов – кандидат технических наук, доцент;  
М.М. Львов – студент.

### Information about the authors

D. S. Sazonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
M. M. Lvov – student.

### Вклад авторов:

Сазонов Д.С. – научное руководство;  
Львов М.М. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Sazonov D. S. – scientific management;  
Lvov M.M. – writing articles.

Тип статьи (обзорная)  
УДК 62-77, 62-799

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ФОРСУНОК

**Дмитрий Сергеевич Сазонов<sup>1</sup>, Марат Фанилевич Мусин<sup>2</sup>,**

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Sazonov\_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

<sup>2</sup>Musinmarat15@yandex.ru

*В статье рассматриваются неисправности дизельных форсунок и способы их диагностирования. Рассмотрены преимущества и недостатки различных приборов для проверки дизельных форсунок.*

**Ключевые слова:** прибор, диагностирование, давление, распыл, форсунка, регулировка.

**Для цитирования:** Сазонов Д. С., Мусин М. Р. Приборы для проверки дизельных форсунок // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 67-70.

## DEVICES FOR CHECKING DIESEL INJECTORS

**Dmitry S. Sazonov<sup>1</sup>, Marat F. Musin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Samara, Russia

<sup>1</sup>Sazonov\_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

<sup>2</sup>Musinmarat15@yandex.ru

*The article discusses the malfunctions of diesel injectors and ways to diagnose them. The advantages and disadvantages of various devices for checking diesel injectors are considered.*

**Keywords:** device, diagnostics, pressure, spray, nozzle, adjustment.

**For citation:** Sazonov D.S. & Misin M.F. (2023). Devices for checking diesel injectors // Problems of technical service in the agro-industrial complex: collection of scientific papers. (pp. 67-70). Kinel : PLC Samara SAU (inRuss.).

Форсунка дизельного двигателя является важным элементом в конструкции двигателя, основной ее задачей является распыление и точная дозировка топлива. Форсунки оказывают непосредственное влияние на работу дизельного двигателя. Неисправные форсунки приводят к увеличению удельного расхода топлива, что приводит к росту часового расхода и, как следствие, к увеличению прямых эксплуатационных затрат.

Уменьшение мощности двигателя, повышенный расход топлива, появление металлического стука в двигателе, повышение дымности отработавших газов, а так жеплавающие обороты на холостом ходу, как правило, все это свидетельствует о неисправности форсунок двигателя. Неисправности форсунки могут приводить к повреждениям цилиндро-поршневой группы двигателя (задиры на головке поршня, прогары и оплавление поршня, поломки перемычек между канавками колец).

Одна из самых частых причин поломки форсунок – механический износ, которому они постоянно подвергаются. Также, на их состояние негативно сказывается и низкое качество топлива. Также форсунки могут выйти из строя при попадании в них грязи и воды.

Своевременно выявить неисправность форсунок можно при техническом обслуживании и диагностировании, при этом могут применяться различные приборы, стенды и устройства.

Все способы диагностирования форсунок дизельного двигателя можно разделить на 2 группы: без снятия с двигателя и со снятием форсунки. Если не снимать форсунку с двигателя можно продиагностировать давление начала впрыска и гидроплотность. При снятии форсунки диагностируются следующие параметры: давление начала впрыска, гидроплотность, герметичность запорного конуса, а также качество и конус распыла.

Механотестер топливной аппаратуры ДД-2120 предназначен для диагностики системы топливоподачи высокого давления дизелей, непосредственно на самом двигателе без демонтажа форсунок и ТНВД. Плунжерная пара, установленная в корпусе, обеспечивает создание давления топлива при помощи возвратно-поступательного движения рукоятки. Давление фиксируется манометром. Данный прибор позволяет оценить давление начала впрыска топлива, герметичность корпуса и иглы распылителя, гидроплотность распылителя.

В начале механотестером производится экспресс диагностика всех форсунок дизеля и выявляется неисправная, а потом она снимается с двигателя. Если положить механотестер на стол, то он превращается в стационарный тестер дизельных форсунок типа М-106, ДД-2110, Зеса и т.д и при этом можно проверить качество распыла топлива, герметичность запирающего конуса

Стенд КИ-562 применяется для испытания и регулировки дизельных форсунок, при этом необходимо снятие форсунки с двигателя. Использование данного стенда для регулировки форсунок возможно в условиях стационарных мастерских, а также в «полевых» условиях, так как он имеет небольшие габариты, а для его работы не требуется ни электричества нивоздуха.

При использовании стенда КИ-562 форсунка диагностируется на: давления начала впрыска, качества распыления, качество отсечки топлива, подвижность иглы, герметичность по запирающему конусу распылителя, герметичность уплотнений и соединений форсунки

На стенде М-106 можно испытать и отрегулировать форсунки автомобильных и тракторных дизелей отечественного и импортного производства.

Стенд даёт возможность проверить давление начала впрыска и качество распыления дизельного топлива, герметичность запорного конуса, гидроплотность по запорному конусу и направляющей цилиндрической части. Стенд обеспечивает создание давления до 40 МПа. Из-за больших габаритов, чаще всего применяется в стационарных мастерских.

Прибор для испытания и регулировки форсунок по патенту №2733908 предназначен для определения давления впрыска и угла распыла топлива форсункой. Источником давления являются насосные секции от одно или двухсекционного топливного насоса распределительного типа. В конструкции так же имеется топливный бачок, в который впрыскивается топливо, и из которого также топливо поступает к насосу. Бак имеет возможность перемещаться вертикально.

Для определения давления впрыска устанавливают форсунку из системы выпускают воздух. Открыв вентиль заполняют полость насосных секций. Покачивая за ручку кулачковый вал вперёд и назад, тем самым воздействуя на плунжер нагнетают топливо в систему. При этом следят за показанием стрелки манометра и по манометру фиксируют давление впрыска топлива форсункой.

Для определения угла распыла форсунки топливный бачок опускают на определенное расстояние между распылителем форсунки и плоской поверхностью бачка. Кладут на поверхность лист чистой бумаги и осуществляют впрыск форсункой, также покачивая за ручку. По диаметру пятна на бумаге и расстоянию от листа до форсунки определяют конус распыла.

Таким образом, прибору по патенту №2733908 не требуются источники энергии, а для работы может использоваться бракованный топливный насос. При этом конструкция может быть изготовлена в условиях предприятия.

#### Список источников

1. Николаев И. Н., Шестаков В. В. Устройство для проверки форсунок дизельных двигателей // Материалы 64-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет». – 2019. – с. 81-84.
2. ДД-2120 механотестер топливной аппаратуры: // URL <https://www.teh-avto.ru/dizelnyj-servis/osnastka-dlya-toplivnogo-uchastka/dd-2120-mta-2-mexanotester-toplivnoj-apparatury-bazovyj-pribor/> (дата обращения: 8.03.2023).
3. Ерзамаев, М. П. Основы эксплуатации машинно-тракторного парка : Практикум / М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов, Н. А. Харыбина. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 102 с. – ISBN 978-5-88575-637-2.
4. Патент № 2733908 С1 Российская Федерация, МПК F02M 65/00. Прибор для испытания и регулировки форсунок : № 2020105288 : заявл. 04.02.2020 : опубл. 08.10.2020 / Ю. В. Иванщиков, А. Е. Макушев, Ю. Н. Доброхотов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет».

#### References

1. Nikolaev, I. N., & Shestakov, V. V. (2019). A device for checking the injectors of diesel engines. In materials of the 64th student scientific and practical conference of the faculty of engineering of the Samara State Agrarian University (pp. 81-84).
2. DD-2120 mechanical tester of fuel equipment: // URL <https://www.teh-avto.ru/dizelnyj-servis/osnastka-dlya-toplivnogo-uchastka/dd-2120-mta-2-mexanotester-toplivnoj-apparatury-bazovyj-pribor/> (date of request: 8.03.2023).
3. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., & Kharybina, N. A. (2021). Fundamentals of operation of the machine and tractor fleet.
4. Ivanshchikov, Yu. V., Makushev, A. E., Dobrokhotov, Yu. N., Pushkarenko, N. N., & Ivanov, V. A. (2020). A device for testing and adjusting injectors.

### **Информация об авторах**

Д. С. Сазонов – кандидат технических наук, доцент;  
М.Ф. Мусин – студент.

### **Information about the authors**

D. S. Sazonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
M. F. Musin – student.

### **Вкладавторов:**

Сазонов Д.С. – научное руководство;  
Мусин М.Ф. – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

Sazonov D. S. – scientific management;  
Musin M.F. – writing articles.

Научная статья

УДК 621.8

## **СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ЗАЗОРОВ В СОПРЯЖЕНИЯХ КОРЕННЫХ И ШАТУННЫХ ШЕЕК КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ**

**Николай Сергеевич Кияткин<sup>1</sup>, Максим Сергеевич Приказчиков<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup> [kolyaspcee@gmail.com](mailto:kolyaspcee@gmail.com)

<sup>2</sup> [prikazchikov-ms@yandex.ru](mailto:prikazchikov-ms@yandex.ru) , <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

*В статье представлены основные способы контроля масляных зазоров шатунных и коренных шеек коленчатого вала при его установке.*

**Ключевые слова:** коленчатый вал, подшипник скольжения, зазор, контроль.

**Для цитирования:** Кияткин Н. С., Приказчиков М. С. Способы контроля зазоров в сопряжениях коренных и шатунных шеек коленчатых валов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 70-73.

## **METHODS FOR CONTROLLING GAPS IN THE INTERFACES OF THE MAIN AND CONNECTING ROD NECKS OF CRANKSHAFTS**

**Nikolay S. Kiyatkin<sup>1</sup>, Maxim S. Prikazchikov<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> [kolyaspcee@gmail.com](mailto:kolyaspcee@gmail.com)

<sup>2</sup> [prikazchikov-ms@yandex.ru](mailto:prikazchikov-ms@yandex.ru) , <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

*The article presents the main ways to control the oil gaps of the connecting rod and the main necks of the crankshaft during its installation.*

**Key words:** crankshaft, sliding bearing, clearance, control.

**For citation:** Kiyatkin, N.S. & Prikazchikov, M.S. (2023). Ways to control gaps in the interfaces of the main and connecting rod necks of crankshafts. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 70-73). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Коленчатый вал - высоконагруженный элемент, устанавливаемый не на обычные шариковые подшипники, а на подшипники скольжения.

Основными условиями, от которых зависит нормальная работа подшипников многоопорного вала, являются соосность подшипников и состояние поверхностей трения скольжения.

Подшипники скольжения представляют собой металлические пластины, покрытые специальным антифрикционным слоем устанавливаемые в постелях блока цилиндров и между шатуном и шейкой коленчатого вала (коренные и шатунные вкладыши). Вкладыши имеют отверстие совмещено с аналогичным отверстием в постелях, которое предназначено для движения масла. А их правильное крепление обеспечивает необходимый процесс трения поверхностей сопряжения образующих подшипник скольжения.

Из теории смазки известно, что допускаемая нагрузка на шейках вала будет тем больше, чем тоньше масляный зазор в подшипнике, а толщина масляного зазора зависит от состояния подшипников скольжения.

Вследствие износа шеек вала и антифрикционного сплава вкладышей в процессе длительной эксплуатации происходит увеличение зазоров в данном сопряжении.

С увеличением зазора в подшипнике ухудшается стабильность масляного слоя в нем, увеличивается трение и износ трущихся поверхностей.

Кроме того, при больших зазорах вследствие действия ударных нагрузок на поверхностях трения подшипников скольжения коленчатых валов возможно появление трещин и их дальнейшее выкрашивание.

Поэтому изначально при сборке ДВС перед укладкой коленчатого вала необходимо контролировать зазоры сопряжениях в коренных и шатунных шеек – масляный зазор.

Существует несколько способов проверки зазора между вкладышами и шейками коленчатого вала, рассмотрим наиболее распространенные из них:

1. С помощью телескопического нутромера и микрометра;
2. С помощью свинцовых оттисков;
3. С помощью калиброванной пластичной проволоки.

Первый способ. Проверка с помощью телескопического нутромера и микрометра.

Для определения масляного зазора данным способом необходимо снять коленчатый вал и при поставленных вкладышах установить крышек, затянув болты с нормальным усилием (моментом затяжки). С помощью нутромера и микрометра измерить внутренний диаметр вкладышей в плоскости, перпендикулярной плоскости разъема. Замеры проводятся в двух сечениях, находящихся на расстоянии 5...10 мм от торцов вкладышей. С помощью микрометра контролируют соответствующий диаметр шейки вала также в двух сечениях. Разность диаметров вала и отверстия будет являться масляным зазором в сопряжении.

Второй способ. С помощью свинцовых оттисков.

В гнезда коренных подшипников устанавливаются вкладыши, смазываются маслом и укладывается коленчатый вал. Поперек шейки устанавливается свинцовая пластина и затягиваются болты крепления крышек. Затяжка до нормального усилия производится поэтапно с одновременным поворотом вала для лучшего деформирования пластины. Измерив толщину деформированной пластины при помощи микрометра, определяется масляный зазор.

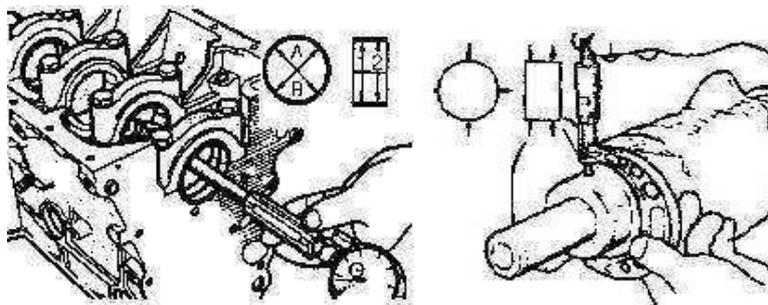


Рис.1. Измерение масляного зазора с помощью нутромера и микрометра

Третий способ. С помощью калиброванной пластичной проволоки.

Поверхности измеряемых шейки вала и вкладышей должны быть чистыми. Далее необходимо нанести на шейку вала пятно густой смазки и небольшое количество силиконовой смазки на крышку вала положить отрезок калиброванной проволоки на коренную шейку вала по ее оси так, чтобы проволока не перекрыла смазочное отверстие. Затем устанавливается крышка вала и затягиваются болты крепления рекомендованным моментом затяжки. При этом вал не поворачивают.

Калиброванная пластичная проволока это стержень или нить, из поддающегося деформации пластичного материала с точно рассчитанным и известным размером поперечного сечения, цилиндрической или квадратной формы.

После снятия крышки ширину полосы деформированной проволоки при помощи измерительной линейки (входящий в комплект) сравнивают со шкалой (рис. 2).

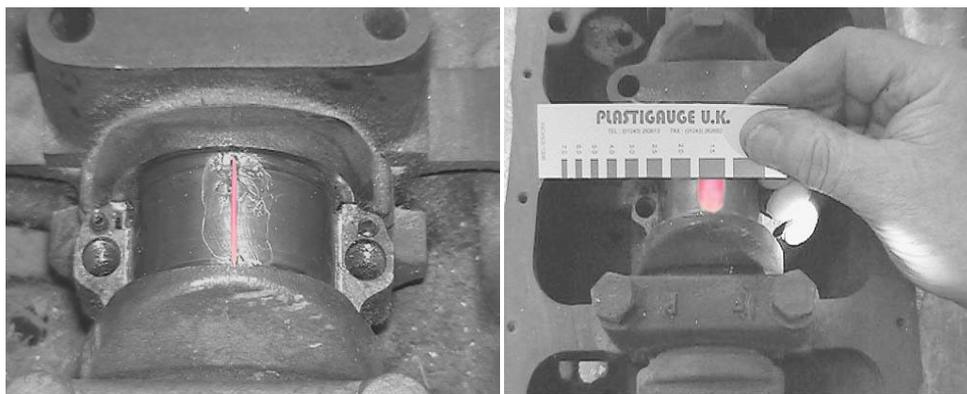


Рис. 2. Измерение зазора при помощи калиброванной пластмассовой проволоки

Фактический зазор указан рядом с меткой, в наибольшей степени соответствующей ширине. Для большей точности зазор может быть интерполирован между двумя ближайшими метками.

В идеале, необходимо удалить остатки калиброванной проволоки чистой тряпкой или с помощью промышленного растворителя, однако, современные материалы из которых изготавливаются данные проволочные калибры, позволяют им растворяться в масле и не повредить двигатель.

Анализируя рассмотренные нами способы проверки масляных зазоров, а также частоту их применимости при ремонте машин можно сказать, что из всех представленных способов наиболее часто используемый и самый доступный для широкого применения способом является измерение масляного зазора помощью калиброванной пластичной проволоки. При этом наиболее точным из них является первый и второй способы измерения масляного. Измерение же, при помощи калиброванной пластичной проволоки также обладает достаточной точностью так, как является современной интерпретацией второго способа.

#### Список источников

1. Макушин А.А., Кулаков А.Т., Денисов А.С. Режимы смазывания и работоспособность подшипников дизелей // Автомобильная промышленность. 2010. № 1. С. 26-30.
2. Черняков Д.С., Зарипова Н.А. Актуальность вопроса повышения работоспособности подшипников коленчатого вала ДВС // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2018. -№1 (12) январь - март. – URL <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/1/00518.pdf>. - ISSN 2413-4066
3. Как работает PLASTIGAUGE [Электронный ресурс]. [https://plastigauge.ru/about/how\\_plastigauge\\_works/](https://plastigauge.ru/about/how_plastigauge_works/) (дата обращения: 14.03.2023).

## References

1. Makushin A.A., Kulakov A.T., Denisov A.S. (2010) Lubrication modes and performance of diesel bearings. Automotive industry. 1, 26-30 (in Russ.)
2. Chernyakov D.S., Zaripova N.A. The relevance of the issue of improving the performance of the crankshaft bearings of the internal combustion engine. Retrieved from <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/1/00518.pdf>. (in Russ.)
3. How plastigauge works. Retrieved from [https://plastigauge.ru/about/how\\_plastigauge\\_works/](https://plastigauge.ru/about/how_plastigauge_works/) (in Russ.).

### Информация об авторах

М.С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;

Н.С. Кияткин – студент.

### Information about the authors

M.S. Prikazchikov – candidate of engineering sciences, associate professor;

N.S. Kiyatkin – student.

### Вклад авторов:

Приказчиков М.С. – научное руководство;

Кияткин Н.С. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Prikazchikov M.S. – scientific guidance;

Kiyatkin N.S. – writing an article.

Научная статья

УДК 621.89

## ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

**Константин Андреевич Герляк<sup>1</sup>, Максим Сергеевич Приказчиков<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup> [konstantingerlyak@yandex.ru](mailto:konstantingerlyak@yandex.ru)

<sup>2</sup> [prikazchikov-ms@yandex.ru](mailto:prikazchikov-ms@yandex.ru) , <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

*В статье представлены анализ преимуществ, недостатков, возможных методов и технологических процессов, применяемых при переработке отработанных масел с точки зрения экономической целесообразности.*

**Ключевые слова:** масло, утилизация, переработка, технологический процесс, рынок сбыта, рентабельность.

**Для цитирования:** Герляк К. А., Приказчиков М. С. Переработка отработанных масел // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 73-77.

## RECYCLING OF USED OILS

**Gerlyak Konstantin Andreevich<sup>1</sup>, Prikazchikov Maxim Sergeevich<sup>2</sup>,**

<sup>1, 2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> [konstantingerlyak@yandex.ru](mailto:konstantingerlyak@yandex.ru)

<sup>2</sup> [prikazchikov-ms@yandex.ru](mailto:prikazchikov-ms@yandex.ru) , <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

*The article presents an analysis of the advantages, disadvantages, possible methods and technological processes used in the processing of waste oils from the point of view of economic feasibility.*

**Key words:** oil, recycling, processing, technological process, sales market, profitability.

**For citation:** Gerlyak, K.A. & Prikazchikov, M.S. (2023). Recycling of used oils. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 73-77). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В России довольно популярен малый бизнес и одним из направлений является утилизация, переработка и восстановление отработанных масел, принося не только прибыль своему хозяину, но и пользу окружающей среде.

Масла и их отработка

В процессе использования масел происходит обогащение нефтепродуктов побочными соединениями, такими как:

- шлам;
- сажа;
- вода;
- механические включения;
- продукты окисления.

Восстановление свойств масел осуществляется посредством проведения специальной очистки, после которой нефтепродукты могут применяться для различных целей:

- в качестве жидкостей для гидравлических устройств;
- при обработке древесины как противогрибковое средство;
- топливо для печей или дизеля.

Переработка отработанного моторного масла имеет множество преимуществ, заключающихся:

- в простоте организации производства;
- в отсутствии необходимости получения специальных разрешений;
- в доступности сырья;
- в недорогой стоимости оборудования по переработке.

Также следует учесть, что при минимальных финансовых инвестициях в производство ожидается высокая его рентабельность.

Прежде чем организовывать переработку отработанных масел необходимо наметить источники реализации продукции с целью выбора оптимального технологического процесса.

Так, для переработки отработанного масла в топливо можно пойти по нескольким направлениям:

- использование масел как таковых в виде низкокачественного топлива;
- использование в смеси с другими нефтяными топливами;
- переработка по достаточно сложным современным технологиям с получением высококачественных топлив.

Существует следующие технологические процессы, отличающиеся методами воздействия на исходное сырье:

1. Воздействие химическими препаратами на загрязняющие нефтепродукт смеси, в результате чего происходит выпадение их в осадок и последующее удаление при помощи процесса фильтрации.

2. Очистка отработанного масла с применением физико-химических подходов, при которых провоцируется поглощение или растворение загрязняющих компонентов.

3. Очистка, применяя силовое поле или сепаратор.

На рисунке 1 представлена общая схема технологического процесса 2х ступенчатой

переработки отработанного масла в топливо. Первая ступень – очистка и подготовка к переработке, вторая – переработка в топливо.

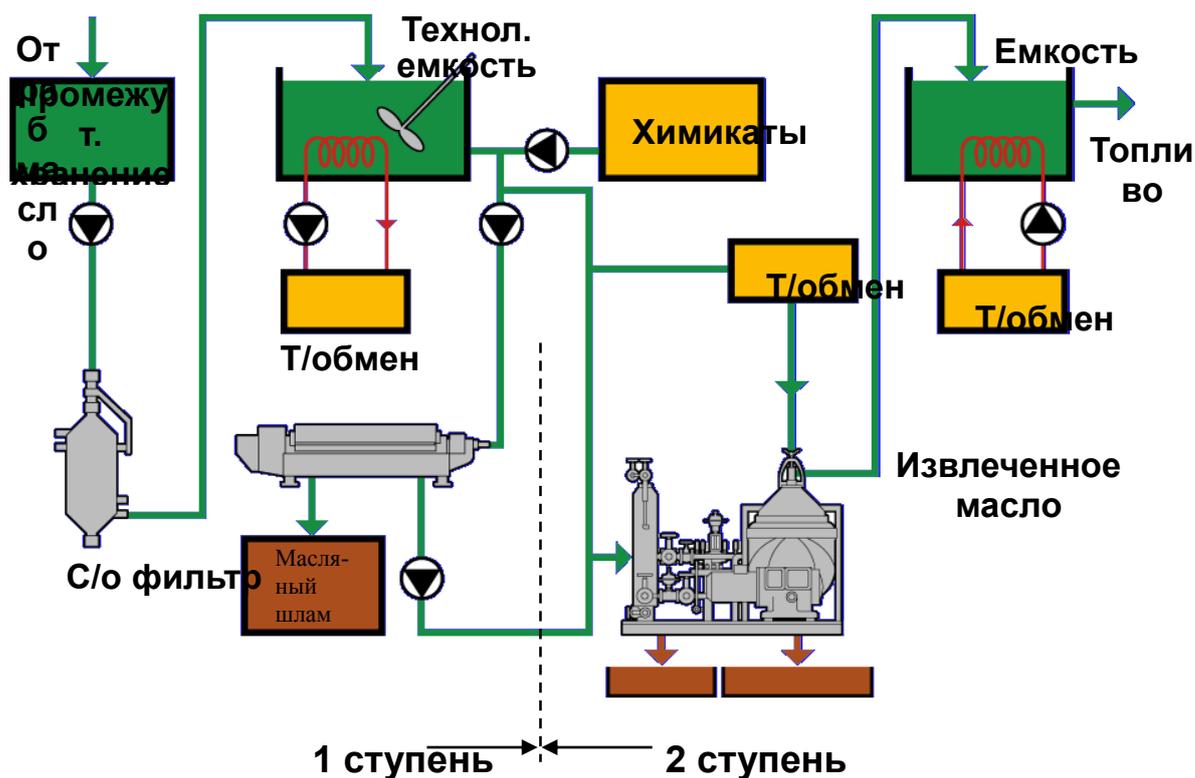


Рис. 1. Общая схема двух ступенчатой переработки отработанного масла

С точки зрения экономики прибыль от организации любого дела зависит от наличия постоянных путей реализации готовой продукции. Как правило, основными клиентами, покупающими продукцию данного вида, являются:

- сельскохозяйственные предприятия;
- промышленные компании;
- частные организации.

При этом, в современных условиях наилучшим способом реализации будет оптовая продажа. Которая будет являться основным источником доходов, обеспечивая бесперебойную работу предприятия по переработке отработанных масел.

Не следует забывать, что с организацией переработки отработанного масла связаны две основные статьи расходов:

- на приобретение установки по переработке отработанного масла;
- скупка отработанного масла в качестве исходного сырья.

При полной загрузке установки по переработке масла самой минимальной мощности (0,5 тонны), можно достичь до 60000 рублей чистого дохода.

Само оборудование для переработки масла представляет собой установки и стенды очистки отработанных масел. В них используются индикаторы чистоты жидкости для контроля качества готовой продукции и настройки оптимальной работы системы очистки установки.

Стандартная установка очищает масло от воды до показателя 0,05%, при исходном показателе не выше 1%. Частота вращения ротора центрифуги варьируется от 5 до 10 тысяч оборотов в минуту. Мощность электрического привода 3-5 кВт. Рассчитана на вязкость жидкостей от 3 до 145 сСт.

*Краткое введение в технологический процесс (рис.1).*

Отработанное моторное масло подогревается в рекуператоре тепла до 40-80°C

и подается в резервуары предварительной обработки. В них проходит флокулянтная предварительная обработка, масло нагревается до 120°C и тщательно перемешивая в течение 2 часов отстаивается в течение 6 часов. Таким образом, происходит удаление воды, шлака, металлических примесей и коллоидов. Далее предварительно обработанное моторное масло через масляный насос, вертикальный нагревательный бак поступает в тонкопленочный испаритель, где нагревается до температуры 260-280°C Пары поступают в атмосферную ректификационную колонну которой извлекается немного легкого дизельного топлива и газа.

Базовое масло из колонны атмосферной спиральной ректификации – подается через теплообменник в вертикальный тонкопленочный испаритель где масло нагревается до 310-330°C. Пары масел поступают в вакуумную ректификационную колонну фракционирования в самой высокой стороне башни есть выход для легкого дизельного топлива, в нижней части колонна имеет 3 выхода: высокий для базового масла (150SN), средний для базового масла (250SN и нижний для базового масла (350SN) также выделяются масляные остатки (асфальтен и коллоид), при этом выделяется неконденсируемый газ который проходят через вакуумный бак, водяной замок и используются для подогрева отработанного масла.

Система вакуумной дистилляции позволяет снизить рабочие температуры процессов и повысить качество получаемых масел.

То, для того, чтобы осуществлять переработку отработанных масел в топливо высокого качества, эффективнее всего использовать технологию регенерации, основанную на фильтрации и воздействии на сырье специальными реагентами.

В качестве примера приведем несколько производств:

- Завод по переработке, Illinois, США.
- Отраб.масло,загрязненность – 12 % (вода+мехпримеси).
- 3-фазное сепарирование с сепаратором PX 13.

#### Результат

– Загрязненность уменьшена до менее чем 0.8 %. Осадок используется в дорожном строительстве.

- Автомобильный завод, Германия.
- 150 м<sup>3</sup>/неделю отработанного масла.
- Установка с декантером и сепаратором( 2-х стадийная схема).

#### Результат

- Масло продается для сжигания на ТЭЦ.
- Компания по переработке и продаже масла, США.
- Производительность 3000 l/h.

#### Результат

– Повторное использование как смазочных масел.  
– Управляющий заводом: “Использование сепарационной техники экономит время, которое очень для нас ценно”.

Как видно из выше сказанного переработка масел достаточно выгодное предприятие, главными преимуществами которого являются:

- Извлеченное масло используется для сжигания как топливо;
- Уменьшение затрат на утилизацию концентрированного осадка;
- Уменьшение загрязнения окружающей среды и штрафов.

В заключение, следует отметить, что помимо изложенных, существуют и другие пути использования переработки отработанных масел, а именно: промышленное использование масел; изготовление консервационных смазок; производство пластичных смазок.

### **Список источников**

1. Трейгер, М. И. Экономное и рациональное использование смазочных материалов / М. И. Трейгер. – ЛДНТИ, 1982. – 280 с.
2. Ананьин, А.Д. Бизнес планирование в дипломных проектах по агроинженерии / А.Д. Ананьин, Г.П. Юхин, Г.Ф. Нешитая – М: КолосС, 2007. – 183 с.

### References

1. Treiger, M. I. Economical and rational use of lubricants / M. I. Treiger. - LDNTI, 1982. - 280 p. (in Russ.).
2. Ananyin, A.D. Business planning in diploma projects in agroengineering / A.D. Ananyin, G.P. Yukhin, G.F. Neshitaya – M: KolosS, 2007. – 183 p. (in Russ.).

### **Информация об авторах**

М.С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;

К.А. Герляк – студент.

### **Information about the authors**

M.S. Prikazchikov – candidate of engineering sciences, associate professor;

K.A. Gerlyak – student.

### **Вклад авторов:**

Приказчиков М.С. – научное руководство;

Герляк К.А. – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

Prikazchikov M.S. – scientific guidance;

Gerlyak K.N. – writing an article.

# ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 621.873.135

## РАЗРАБОТКА КОЗЛОВОГО КРАНА ДЛЯ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН С ПОМОЩЬЮ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Максим Андреевич Ситчихин<sup>1</sup>, Роман Дмитриевич Адакин<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия.

<sup>1</sup>9710@student.yarcx.ru

<sup>2</sup>r.adakin@yarcx.ru

*Данная статья посвящена козловым кранам для ремонта грузовых машин, например, ГАЗель 3302, КАМАЗ 5320, тракторов, например, БЕЛАРУС –80, 82, ЮМЗ–60М, ЮМЗ–6Л и также легковых автомобилей. Козловой кран относится к подъёмно-транспортным машинам и предназначен для выполнения различного типа работ, которые связаны с подъёмом и транспортировкой грузов, поднятие двигателей, коробок передач, редукторов и т.д. Данный кран один из самых практичных, популярный и актуальных подъёмных механизмов. Он может поднимать груз весом до 2 тонн, а конструкция позволяет монтировать козловой кран на любых площадках. За счет увеличения грузоподъёмности козлового крана повысится его основной параметр – производительность. Она наиболее полно характеризует технологические возможности крана и позволяет оценить его эффективность. Недостаток данного крана – это малая грузоподъёмность, высокая стоимость, отсутствие дополнительных опор, от силы тяжести может произвольно перемещаться.*

**Ключевые слова:** козловой кран, таль, грузоподъёмность, металлоконструкция, улучшения, модернизирования.

**Для цитирования:** Ситчихин М. А., Адакин Р. Д. Разработка козлового крана для ремонта сельскохозяйственных машин с помощью 3D моделирования // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 78-85.

## DEVELOPMENT OF A GANTRY CRANE FOR THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY USING 3D MODELING

**Maxim A. Sitchikhin<sup>1</sup>, Roman D. Adakin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Yaroslavl State Agricultural Academy, Yaroslavl, Russia

<sup>1</sup>9710@student.yarcx.ru

<sup>2</sup> r.adakin@yarcx.ru

*This article is devoted to gantry cranes for the repair of trucks, for example, GAZELLE 3302, KAMAZ 5320, tractors, for example, BELARUS -80, 82, YUMZ-60M, YUMZ-6L and also passenger cars. Gantry crane refers to lifting and transport machines and is designed to perform various types of work that are associated with lifting and transporting goods, lifting engines, gearboxes, gearboxes, etc. This crane is one of the most practical, popular and relevant lifting mechanisms. It can lift a load weighing up to 2 tons, and the design allows you to mount a gantry crane on any platforms. By increasing the lifting capacity of the gantry crane, its main parameter – productivity - will increase. It most fully characterizes the technological capabilities of the crane and allows you to evaluate its effectiveness. The disadvantage of this crane is low load capacity, high cost, lack of additional supports, gravity can involuntarily move.*

**Keywords:** Gantry crane, hoist, lifting capacity, metal structure, improvements, modernization.

**For citation:** Sitchikhin, M.A. & Adakin, R.D. (2023). Development of a gantry crane for the repair of Agricultural machinery using 3D Modeling // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 78-85). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

**Введение.** В настоящее время существует очень много сортов козловой крана. Мобильное перегрузочное устройство УПМ 2.0 – 3 – 4.0. Для подъема, опускания, перемещения грузов при строительстве, ремонте и перевозке грузов на площадках без несущих конструкций для установки грузовых механизмов, на складах, где нет стационарного грузового оборудования и автоподъемников. Используется для закрытых помещений и открытых помещений. Мобильное перегрузочное устройство оснащено четырьмя самоориентированными колесами, обеспечивающими работу в ограниченном пространстве. Конструкция передвижных кранов позволяет осуществлять быстрый монтаж крана.

На рисунке 1 ниже представлено схемное изображение мобильной перегрузочной машины грузоподъемности до 2 т [3,8].

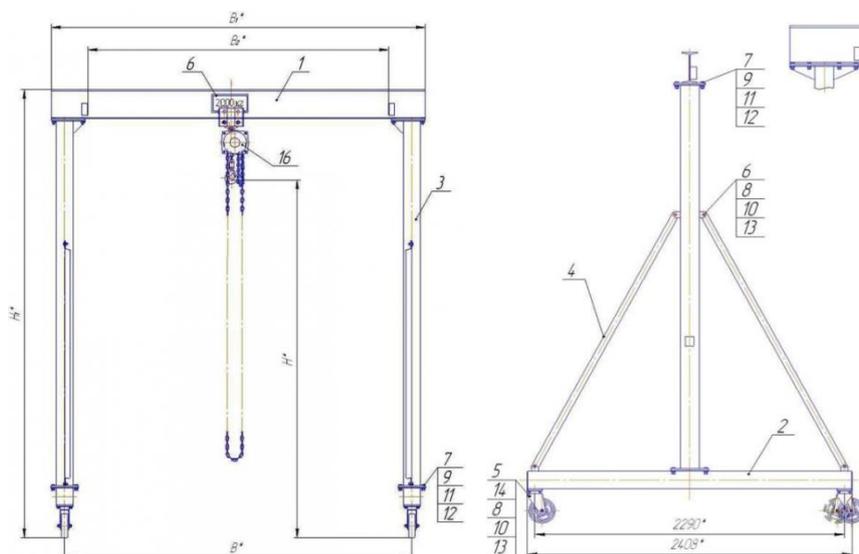


Рис. 1. Козловой кран на 2 тонны

Устройство козловой крана. 1 – балка пролетная; 2 – балка опорная; 3 – стойка; 4 – укосина; 5 – колесо поворотное. Позиции с 6 по 14 – болты, гайки, шайбы, шпильки; 16 – таль механическая [1,3].

Таблица 1

Техническая характеристика УПМ–2,0–3–4,0

Параметры	Данные типовых изготавливаемых кранов	
	УПМ–2,0–3–4,0	
Высота подъема, Н*, м	3,0	
Ширина пролета, В, мм	4000	
Длина крана, В1, мм	4220	
Расстояние между th упорами, В2, мм	3620	
Грузоподъемность, т	2,0	
Высота крана, Н1, мм	3820	

Ширина крана, L мм	2408
Расстояние между опорами (колесами), L1 мм	2290
Масса крана, th кг (без тали)	493

**Цель работы.** Определение и устранения недостатков козлового крана УПМ–2,0–3–4,0, и построения 3D модели для определения напряжения, и перемещения под нагрузкой.

**Методика.** На основании используемых источников литературы было определено основное направление: повышение грузоподъемности благодаря совершенствованию конструктивных характеристик крана, снижение стоимость крана и снижение тяжести колес, произвольно перемещающихся, поскольку нет дополнительной опоры.



Рис. 2. Козловой кран на 2 тонны, УПМ–2,0–3–4,0

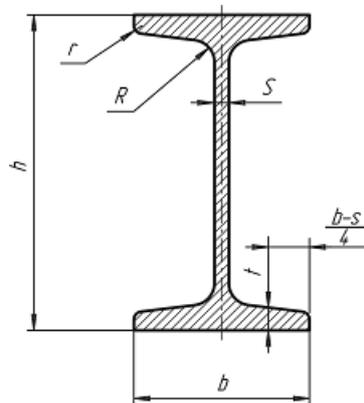


Рис. 3. Балка двутавровая (двутавр) по ГОСТ 8239-89 с уклоном внутренних граней полок 6–12%

Условные обозначения:

h – высота двутавра; 100мм;

b – ширина полки; 55мм;

S – толщина стенки; 4,5 мм;

t – средняя толщина полки; 7,2 мм.

Процесс производства не такой сложный, как и другие виды балки, как и другие виды балка. Для формирования такого бруса предусмотрено реализация двух видов каркаса: изделия с внутренними полочными гранями под углом, а также изделия с параллельных граней.

Для первого вида балок проката разработана ГОСТ 8239–89. Степень уклона – 6...12%. В качестве материалов используется определенный сорт сталей, углеродных видов и низкоуглеродных. Наиболее подходящее решение для работы на поперечном изгибе.

Точность проката определяется балками высокой точности (Б) и стандартного (В).

Применяются профили 4...12 м. Встречаются мерные, кратные мерные и, разумеется, немерные длины.

Для этого козлового крана использовались механические тали до 2 т. Таль является грузоподъемным устройством с ручной, электрической или пневматической передачей, подвешенным на балки или специальные тележки, перемещающиеся по подвесной монорельсовой дороге.

Тали предназначены для подъемных, опускающих и горизонтальных перемещений грузов, подвешенных на крюке. Отличительной чертой тали является то, что она компактна. Промышленность выпускает тракторы грузоподъемности от 0,25 до 16 т с электроприводами, а также тракторы ручной грузоподъемности от 1;3,2;5 и 8 т. Высота грузоподъема талей не превышает не более 30 м и 0,05–0,15 м/с. [6].



Рис. 4. Таль ручная шестеренная

Таль ручной шестерённой состоит из таких основных элементов: верхних, нижних подвесок, тормозной редуктор, грузовые и грузовые звезды, грузовые и грузовые цепи. Достоинство, конечно, заключается в простой конструкции и дешевой стоимости, зависящей от электроэнергии. Это недостаток. Чтобы увеличить число передаточных колес на 1 необходимо добавлять каждый раз одно колесо, и в результате увеличивается его вес. К тому же, для того, чтобы сгибать тросы на каждом колесе, тратит силу, что снижает КПД прибора. Эти потери можно снизить, увеличив колесный диаметр, но при этом будет увеличиваться вес и размеры полиспада одновременно. Этих недостатков нет у другого вида подъемников [4].

**Результаты.** По результату было выявлено недостатки данного козлового крана, так как была выявлена большая нагрузка на двутавр и на колеса с диаметром 200мм, грузоподъемность 400кг, эластичная резина, алюминий, усиленным кронштейном.



Рис. 5. Колесо большегрузное пневматическое

Это колесо было использовано в козловом кране УПМ–2,0–3–4,0. Для перемещения крана по мягкой и неровной поверхности(грунту), позволяют поднимать груз до 300 кг. на колесах [2].



Рис .6. Колесо с полиуретановым ободом

Принято решение, что для производственных помещений более качественными будут колеса из чугунной стали с полиуретановыми ободами с диаметром тормоза 150...200 мм. Для подъема крана, подъёма грузов до 7 тонн прямо на колесе на твердых поверхностях. Колёса из полиуретанового типа TR твердость 95 Шор А. Основа из полиамидового типа 6. Ступица опускается под скользящий подшипник. Поворотные большегрузные кронштейны серии М имеют двухрядный подшипник в основе и передний тормоз. Тормоз тормоза блокирует и движение колеса и сам кронштейн относительно крепления площадки. Благодаря увеличенному коэффициенту жесткости слоя полиуретана колеса выдерживается большая нагрузка. Слой полиуретана марки TR обеспечивает отличную плавность движения и дает возможность легко транспортировать груз даже при использовании маленьких колес. Значительно уменьшает шум, вибрацию, имеет высокую износостойкость, сопротивляемость качению, усилению на разрыве. Бережное отношение к ямам, не оставляя следов, не разрушая поверхности при перемещениях. Возможно применение с электрической тягой до 6 км/ч. Рекомендации по применению: для применения на плитках и наливках, для комплектации стеллажей длявнутренняя транспортировка промышленных предприятий пищевых и химико-химических промышленных, автоматических стеллажей, контейнеров для перевозки поддонов, поддонов. Температура эксплуатации – от 20 до +80 С.

Был конструированный новый козловой кран профиль 100x100x4 мм, а балка двутавровая (двутавр)по ГОСТ 8239–89100x60мм с уклоном 6...12% остаётся которая была до этого.

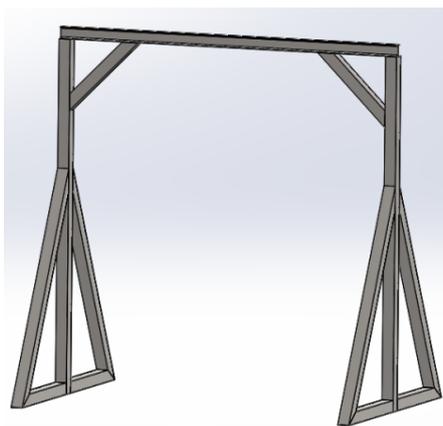


Рис. 7. Проектируемый козловой кран

Были сделаны две дополнительные опоры на определённом расстоянии для равномерного распределения, так как мы повышаем грузоподъёмность до 3 тонн.

Также в программе SolidWorks была сделана 3D модель сконструированного козлового крана и была определена эпюра напряжения, где нагрузка была 3 тонн, коэффициент запаса прочности  $220/42=5.2$  раза, которая показана на рис.8. Также была выполнена эпюра перемещение козлового крана, изгиб 1,8мм.

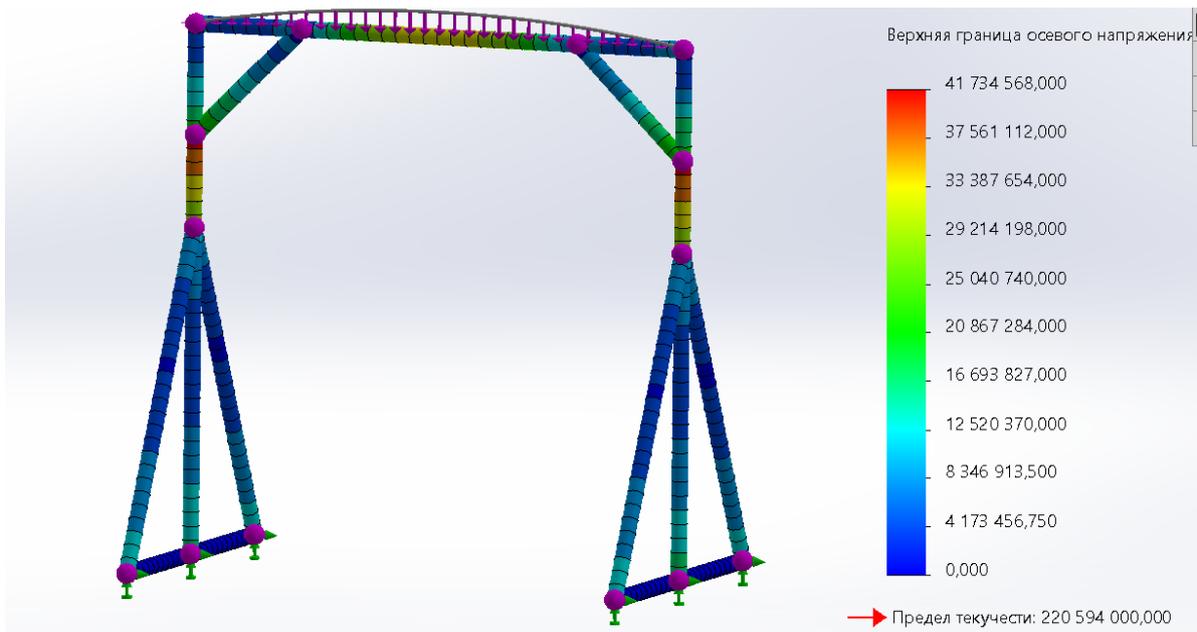


Рис. 8.Эпюра напряжения козлового крана

На рис.9 Эпюра перемещения – графическое изображение перемещений поперечных сечений по длине бруса.

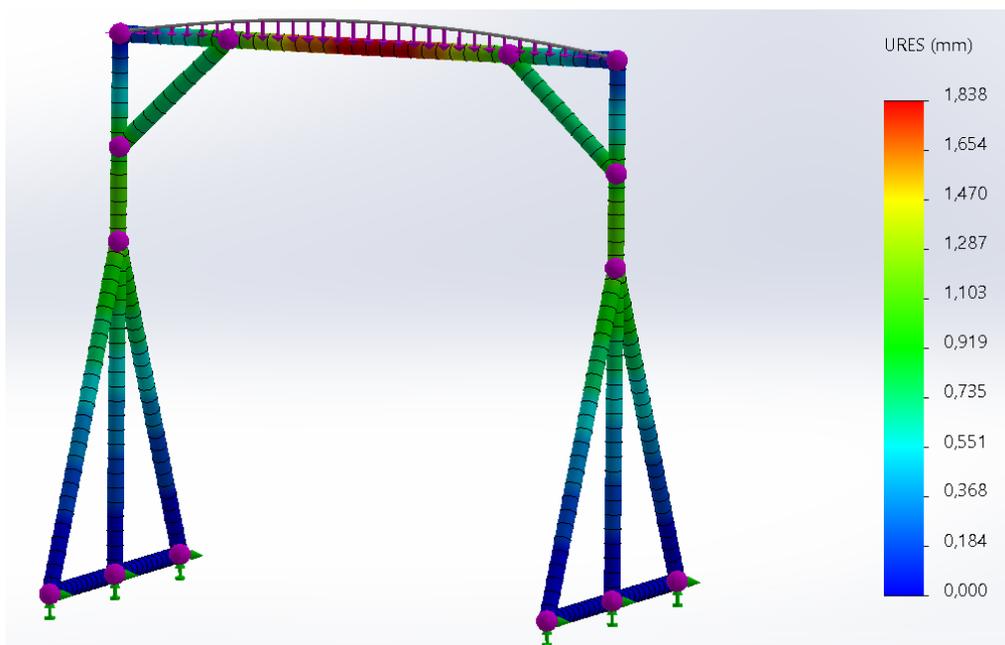


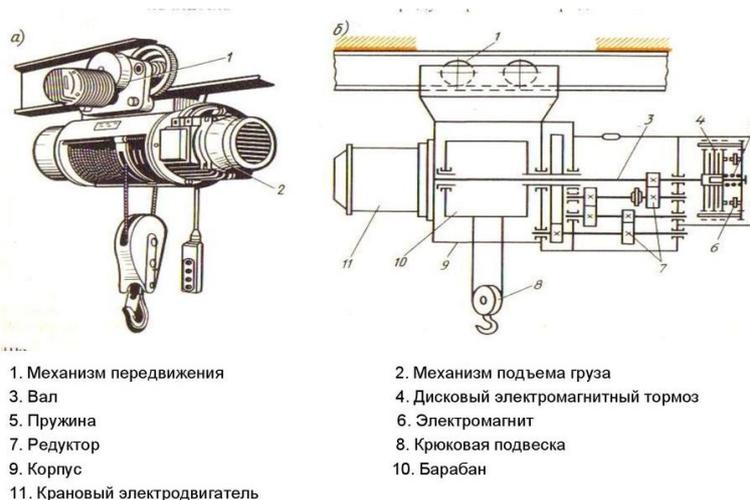
Рис. 9. Эпюра перемещение козлового крана

Конструкция этого оборудования состоит из барабана, установленного на стальной площадке, металлического троса, на котором нанесено, и контроллерной панели. Движение всех механизмов осуществляется электродвигателем, который передает вращающую подачу на барабан, где происходит разматывание и разматывание тросов по команде оператора. Крепление аппарата устанавливается на специальную крановую балку или на стальной профиле прямоугольного сечения. Главные преимущества таких устройств:

- в процессе работы оператор не прилагает особых усилий – ему нужно только нажать кнопку;
- подъем грузов осуществляется быстро из-за наматывания на барабане троса при скорости от 4 до 10 м/мин;

- подъем на большую высоту стал доступен за счет применения троса, а не цепи, ибо он более компактен при сворачивании, а это не утяжеляет общий вес прибора, даже если сам трос превышает пару десятков метров; [5]

- за безопасность использования устройства отвечают какие-то специальные системы автоматической защиты, например: автоматические остановочные тормоза и выключатели конца. Именно так они защищают все систему от опасности срыва или повреждения конструкций.



- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Механизм передвижения      | 2. Механизм подъема груза           |
| 3. Вал                        | 4. Дисковый электромагнитный тормоз |
| 5. Пружина                    | 6. Электромагнит                    |
| 7. Редуктор                   | 8. Крюковая подвеска                |
| 9. Корпус                     | 10. Барабан                         |
| 11. Крановый электродвигатель |                                     |

Рис. 10. Электрическая таль:

а) общий вид, б) схематичная схема электрической тали

Однако наличием электромотора на этот вид тали возникают определенные ограничения. Таким образом, к позиции установки прибора предъявляются специальные требования: он должен быть в защищенном помещении и защищен от попадания воды, окружающее помещение должно быть комнатной температурой, а электрическая сеть должна удовлетворять определенные показатели напряжения. Тем более электраль не может работать непрерывно и требует небольшого интервала "отдыха" каждые 10...15 минут.

Впрочем, эти «минусы» не должны быть причислены к недостаткам оборудования – нужно только более ответственно вести работу с аппаратом. Все операторы должны знать, соблюдать и вести журнал о профилактике и сервисе. В связи с тем, что электроталь характеризуется высокой производительностью, ее желательно использовать в промышленном производстве и выполнять сложные ремонтные задачи, например, при ремонте спецтехники [7].



Рис.11. Выносные опоры

Дополнительно, при использовании грунта, неровного или неровного основания, необходимо использовать рисовые опоры. 10 прицепов для монтажа крана на щиты деревянные, в данном случае грузоподъемность составит от 2 до 3 тонн в зависимости от грузоподъемности крана козлового.

Упоры легко устанавливаются и снимаются, для быстрой регулировки высоты можно использовать стандартный вороток.

**Заключение.** В результате выполнения исследовательской работы был модернизирован козловой кран грузоподъемностью до 3 тонн, был правильно выбран двутавр по ГОСТ 8239–89, была заменена ручная шестеренная таль на электрическую это будет выгоднее, так как:

- 1) низкая стоимость, дешевизна в обслуживании, простота в монтаже;
- 2) возможность использования на открытых площадках;
- 3) достаточно большая грузоподъемность.

Электрическая таль, несомненно, несколько дороже ручных, но зачастую руководители предприятий идут на эти расходы, чтобы увеличить скорость обработки грузов на складе или предприятии.

В программе SolidWorks был взят козловой кран УПМ 2.0–3–4.0 первоначально были недостатки этого крана, которые были описаны в самом начале работы, но с помощью программы SolidWorks были определены нарушения в конструкции козлового крана, с помощью 3D модели был доработан козловой кран, который был до 2 т грузоподъемности стал до 3т. Также на старом козловом кране использовали большегрузные пневматические колеса, было принято, что более качественнее для производственного помещения будут чугунные колеса с полиуретановым ободом с тормозом. Также было принято решение о дополнительных выносных опорах (аутригеры) для установки крана, чтобы при поднятии груза козловой кран произвольно не перемещался.

#### **Список источников**

1. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 1. Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций/В. И. Брауде, М. М. Гохберг, И. Ф. Звягин и др.; Под общ.ред. М. М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988.
2. Специальные краны: Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / П.З. Петухов, Г.П. Ксюнин, Л.Г. Серлин – М.: Машиностроение, 1985.
3. <https://stankodom.ru/product/krany/mobilnoe-pogruzochnoe-ustroystvo-mpu-30303/>.
4. Краткий справочник по грузоподъемным машинам. Чернега В.И., Мазуренко И.Я. 1988
5. Зерцалов А.И., Боголюбов Л.Л., Липатов Л.С. Тали электрические канатные и краны с таями
6. Стальные конструкции из широкополочных двутавров и тавров / Под ред. Н. П. Мельникова. – М.: Стройиздат, 1981. – 143 с, ил.
7. Учебное пособие по металлическим конструкциям, Силенко В.П., Ардеев В.Н., Новиньков А.Г., 2006.
8. <https://svpk-ul.ru/upm.html>.

#### **References**

1. Crane guide: In 2 vols. T. 1. Material and load characteristics. Basic calculation of cranes, their drives and metal structures / V. I. Braude, M. M. Gohberg, I. F. Zvyagin et al.; Under the general editor. M. M. Gokhberg. – M.: Mechanical engineering, 1988.
2. Special cranes: A textbook for engineering universities with a degree in Lifting and Transport Machines and Equipment / Item 3. Petukhov, G.P. Ksyunin, L.G. Serlin – M.: Engineering, 1985.
3. <https://stankodom.ru/product/krany/mobilnoe-pogruzochnoe-ustroystvo-mpu-30303/>.
4. A brief guide to lifting machines. Chernega V.I., Mazurenko I.Ya. 1988.
5. A.I. Zertsalov, L.L. Bogolyubov, L.L. Lipatov L.S. Tali electric cable and taps with waists
6. Steel structures made of wide-frame I-beams and T-beams / Ed. N.P. Melnikov. - M.: Stroyizdat, 1981. – 143 s, silt.
7. Textbook on metal structures, Silenko V.P., Ardeev V.N., Novinkov A.G., 2006.
8. <https://svpk-ul.ru/upm.html>.

Научная, обзорная  
УДК 631.348

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ В КРУПНОГАБАРИТНЫХ УЗЛАХ ТРАКТОРОВ

**Сергей Николаевич Жильцов<sup>1</sup>, Виктор Алексеевич Трифонов<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1, 2</sup>[Zhiltsov\\_SN@ssaa.ru](mailto:Zhiltsov_SN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

*Представлен анализ методов применяемых при восстановлении отверстий в базовых деталях элементов конструкции тракторов. Рассмотрены преимущества и недостатки, область применения данных способов. Рассмотрен принцип действия и метод применения мобильной расточно-наплавочной установки.*

**Ключевые слова:** износ, восстановление, наплавка, расточка.

**Для цитирования:** Жильцов С. Н., Трифонов В. А. Восстановление отверстий в крупногабаритных узлах тракторов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 86-90.

## RESTORATION OF HOLES IN LARGE-SIZED TRACTOR UNITS

**Sergey N. Zhiltsov<sup>1</sup>, Viktor A. Trifonov<sup>2</sup>**

<sup>1, 2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1, 2</sup>[Zhiltsov\\_SN@ssaa.ru](mailto:Zhiltsov_SN@ssaa.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

*The analysis of the methods used in the restoration of holes in the basic parts of tractor structural elements is presented. The advantages and disadvantages, the scope of application of these methods are considered. The principle of operation and method of application of a mobile boring-surfacing installation are considered.*

**Keywords:** Wear, restoration, surfacing, boring

**For citation:** Zhiltsov, S.N. & Trifonov, V.A. (2023). The insertion of holes in large-sized tractor units. The use of metallization in the restoration of machine parts. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 86-90). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Качество и экономическая целесообразность проведения ремонтно-восстановительных работ имеет большое значение в промышленном и сельскохозяйственном производстве.

Достаточно часто, по разным причинам нет возможности вместо изношенного элемента или детали приобрести новый, ввиду чего приходится проводить ремонтно-восстановительные операции в условиях мастерских хозяйств и предприятий [1].

Существует достаточно много способов, позволяющих устранять износ, восстанавливать посадки соединений, геометрические размеры и форму деталей. При этом, использование данных способов в полной мере обеспечивает восстановление работоспособности изделий с необходимыми требованиями в соответствии с нормативно-технической документацией. Кроме этого восстановление деталей является одним из способов экономии, как денежных средств, так и других ресурсов.

Одними из ресурсоопределяющих элементов машин и тракторов являются такие базовые элементы как рамы и корпусные детали. Эти элементы зачастую являются несущими конструкциями, к которым крепятся другие детали, узлы и агрегаты и обеспечивается их фиксация и позиционирование относительно друг друга.

Основными поверхностями таких элементов являются привалочные плоскости, крепёжные отверстия, отверстия под втулки и подшипники. Как правило, подобные поверхности обрабатываются с достаточно высокой точностью. Таким образом, можно сказать, что безотказность и долговечность машин может определяться качеством базовых поверхностей, особенно это актуально при ремонте.

Известно, что простая замена не базовых деталей в процессе ремонта даже на новые, без восстановления базовых поверхностей, приводит к снижению ресурса машины в целом до 30-40% [2]. Поэтому контролю и восстановлению подобных элементов необходимо уделять особое внимание. При этом необходимо отметить, что данные элементы в течении жизненного цикла могут ремонтироваться не однократно и служат до списания машины.

Для восстановления отверстий применяют различные способы.

*Применение полимерных материалов.* Данный способ позволяет упростить технологический процесс по количеству операций, снизить трудоёмкость и стоимость восстановительных работ. Основное преимущество – отсутствие термического влияния на восстанавливаемые детали. В качестве наносимого материала используют эпоксидные композиции с различными наполнителями, эластомеры, анаэробные герметики и другие полимеры. Однако подобным образом восстанавливают в основном не подвижные посадки соединений. Кроме этого одним из недостатков является более низкая адгезионная стойкость нанесённого слоя, по сравнению с другими способами.

*Железнение* относится к гальваническим способам получения покрытий. Оно отличается хорошими технико-экономическими показателями: материалы, применяемые для изготовления анодов и электролитов доступны и недорогие, высокая производительность, высокий выход металла по току, возможно получать покрытия достаточной толщины и регулировать свойства покрытия, получаемые покрытия имеют хорошую адгезию и износостойкость, возможно получать комбинированные покрытия, возможность восстанавливать несколько деталей одновременно, возможность механизации и автоматизации отдельных операций [3].

К недостаткам относят сложность технологического процесса по количеству подготовительных операций и применение кислот и щелочей для изготовления электролитов.

*Наплавка в защитных средах.* Известно, что при восстановлении изношенных деталей более 70 % восстанавливаются различными способами сварки и наплавки.

При таком способе восстановления, в зону горения дуги под давлением подается какой либо газ (наиболее часто применяется  $\text{CO}_2$ ), который вытесняет воздух из зоны горения дуги и предотвращает проникновение кислорода и азота в сварочную ванну (рис. 1).

Наплавка в среде  $\text{CO}_2$  является наиболее дешевым способом при сварке и наплавке по сравнению с другими способами восстановления деталей наплавкой в защитных средах. В связи с этим наплавка в  $\text{CO}_2$  является наиболее распространенным и используемым способом [3].

По сравнению с наплавкой под слоем флюса производительность процесса может быть выше на 20-25%, за счет уменьшения времени необходимого для удаления шлаковой корки. Кроме этого снижается термическое влияние на поверхностный слой детали, что позволяет восстанавливать детали малого диаметра и тонкостенные изделия.

При наплавке в среде углекислого газа наблюдается интенсивное выгорание углерода, легирующих компонентов, значительно ухудшается качество наплавленного металла. Для устранения этого явления рекомендуется применять легированные электродные проволоки с содержанием таких раскислителей, как марганец и кремний (не менее 1...2 %).

В комплект газовой аппаратуры входят: баллон с углекислым газом, находящимся под давлением 7,5 МПа; редуктор, понижающий давление газа до 0,12, ..0,15 МПа. Чтобы исключить попадание в газ паров воды, надо в газовую линию поместить осушитель.

Источники тока имеют жесткую характеристику, полярность обратная.

Применяемый сварочный углекислый газ должен содержать примесей не более 0,5 %, в том числе паров воды не более 0,3 %. Иначе возможно возникновение пористости наплавленного слоя, что является негативным последствием.

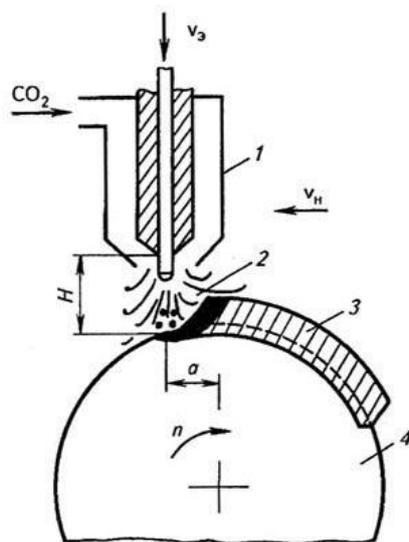


Рис.1. Схема процесса наплавки

1 – наплавочная головка; 2 – зона наплавки; 3 – наплавленный слой; 4 – восстанавливаемая деталь; H – вылет электрода;  $\alpha$  – смещение электрода с точки зенита;  $V_n$  – скорость наплавки;  $V_z$  – скорость наплавки;  $n$  – частота вращения детали

В отличие от наплавки под слоем флюса, при использовании наплавки в среде углекислого газа физико-механические свойства наплавленного слоя регулируются только за счет состава электродной проволоки. В связи с этим промышленностью выпускается и рекомендуется применять наплавочные проволоки имеющие в своем составе повышенное содержание различных легирующих элементов, например марганца, кремния и др. Наплавочные проволоки изготавливаются различного диаметра от 0,5 до 2,5 мм.

Помимо вышесказанного данный способ имеет ряд преимуществ позволяющих производить восстановление рабочих поверхностей деталей в различных узлах и агрегатах. Это возможность наплавки поверхностей в различных пространственных положениях и наличие достаточно простого в использовании оборудования. В настоящее время разработаны различные мобильные расточно – наплавочные комплексы (рис.2).

Они позволяют производить наплавку и последующую расточку изношенных отверстий. Необходимо отметить, что подобные устройства мобильные, и нет необходимости транспортировать объект ремонта в ремонтную мастерскую. Особенно это актуально для крупногабаритных и тяжелых изделий.

В комплект оборудования входит всё необходимое для проведения предварительной обработки отверстия, наплавки и последующее обработки до номинального значения, при сохранении всех необходимых требований по качеству покрытия и точности поверхностей. Подобные устройства применяют при восстановлении различных проушин ковшей, тяг, рукоятей стрел, посадочных мест под подшипники и др., а также наплавки и проточки наружных поверхностей – посадочных шеек валов, ступиц и т.п., расточка и наплавка глухих отверстий.

Расточно-наплавочный станок закрепляется на корпусе детали. Способ крепления определяется конструкцией восстанавливаемой детали. После чего выполняется центровка установки при помощи специального центровочного комплекта.

Далее возможно производить расточку до выведения следов износа, наплавку и окончательную механическую обработку под номинальный размер.

Отличительной особенностью подобных мобильных расточно-наплавочных комплексов является возможность одновременной механической обработки соосных отверстий а один

проход с одной установки, с использованием борштанги. При таком способе обработки сохраняется соосность отверстий, при этом диаметры обрабатываемых отверстий могут быть разными.

Для обеспечения точности обработки поверхностей осуществляется жесткое крепление и точное центрирование, как крепёжной оснастки, так и приспособлений для расточки и наплавки.



Рис. 2. Мобильный расточно – наплавочный комплекс

Конструкция центровочной оснастки такова, что позволяет устанавливать борштангу в любое положение, для обеспечения необходимого позиционирования относительно оси места расточки или наплавки, а при необходимости и соосность двух и более отверстий. При этом установка, крепление и центровка осуществляется по наименее изношенной поверхности.

На предварительно отцентрированную борштангу закрепляют фиксирующие суппорты, которые окончательно фиксируют установку в нужном положении. Для крепления установки допускается вместо сварки применять метизы соответствующих диаметров, а при малой толщине детали – зажимные элементы типа струбцин.

После окончательной фиксации станка центровочный комплект удаляют, и на борштангу устанавливают резец, с помощью которого будет производиться первая расточка

Для наплавки слоя металла на радиальную поверхность используется электросварочный аппарат инверторного типа с автоматической подачей проволоки к месту обработки.

После наплавки металла и его полного остывания наплавочную штангу снимают и на ее место снова устанавливают инструмент для механической обработки.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время ремонт и восстановление деталей является очень актуальной темой.

2. Анализ способов восстановления изношенных деталей показал, что более 70% восстановительных работ осуществляется различными способами наплавки. Наиболее распространенным среди данных способов является наплавка в среде CO<sub>2</sub>.

3. Для восстановления отверстий крупногабаритных деталей наиболее эффективным является применение мобильных расточно–наплавочных комплексов, так как снижаются затраты на транспортировку деталей, сокращается время восстановления и его стоимость.

#### Список источников

1. Жильцов, С.Н. Чугунов Г.П. Направления развития ремонтного производства в АПК Самарской области // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. трудов. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С. 230-234.
2. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Организация и технологии восстановления деталей машин: науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 568 с.
3. Пантелеенко Ф.Н., Лялякин В.П., Иванов В.П., Константинов В.М. Восстановление деталей машин // Справочник – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

#### References

1. Zhiltsov, S.N. Chugunov G.P.(2014) Directions of development of repair production in the agro-industrial complex of the Samara region // *Achievements of science to the agro-industrial complex: collection of scientific works*. – Samara: RIC SGSXA, 2014. – pp. 230-234. (in Russ.).
2. Chernoiivanov V.I., Lyalyakin V.P., Golubev I.G. (2016) *Organization and technologies of restoration of machine parts: scientific edition*. – М.: FSBI "Rosinformagrotech", 2016. – 568 p. (in Russ.).
3. Panteleenko F.N., Lyalyakin V.P., Ivanov V.P., Konstantinov V.M. (2003) Restoration of machine parts // Handbook – М.: Mashinostroenie, 2003. – 672 p. (in Russ.).

#### Информация об авторах

С.Н. Жильцов – кандидат технических наук, доцент;  
В.А. Трифонов – студент.

#### Information about the authors

S.N. Zhiltsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
V.A. Trifonov – student.

#### Вклад авторов:

Жильцов С.Н. – научное руководство, написание статьи;  
Трифонов В.А. – написание статьи

#### Contribution of the authors:

Zhiltsov S.N. – scientific guidance, writing an article;  
Trifonov V.A. – writing an article

Научная, обзорная  
УДК 631.348

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Сергей Николаевич Жильцов<sup>1</sup>, Дмитрий Максимович Старов<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1, 2</sup> Zhiltsov\_SN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

*Представлен анализ методов восстановления изношенных поверхностей различными видами газотермического напыления. Рассмотрены преимущества и недостатки, область применения данных способов. Представлен сравнительный анализ применения газотермического и холодного газодинамического напыления при восстановлении деталей машин.*

**Ключевые слова:** восстановление, газотермическое напыление, газодинамическое напыление.

**Для цитирования:** Жильцов С. Н., Старов Д. М. Применение металлизации при восстановлении деталей машин // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 90-94.

## THE USE OF METALLIZATION IN THE RESTORATION OF MACHINE PARTS

**Sergey N Zhiltsov<sup>1</sup>, Dmitry M Starov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Zhiltsov\_SN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

*The analysis of methods of restoration of worn surfaces by various types of gas thermal spraying is presented. The advantages and disadvantages, the scope of application of these methods are considered. A comparative analysis of the use of gas-thermal and cold gas-dynamic spraying in the restoration of machine parts is presented.*

**Keywords:** restoration, gas thermal spraying, gas dynamic spraying

**For citation:** Zhiltsov, S.N. & Starov, D.M. (2023). The use of metallization in the restoration of machine parts. Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers. (pp. 90-94). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Основная задача ремонтного производства – повышение качества работ и их эффективности. Известно, что при капитальном ремонте машин и агрегатов более половины затрат приходится на приобретение запасных частей. А если учесть объём деталей повреждаемых при нарушении технологических процессов ремонта, то этот процент увеличивается. Одним из направлений повышения эффективности является восстановление деталей [1].

При восстановлении работоспособности машин применяются два способа устранения дефектов: первый – разборка узла и замена изношенных деталей новыми, второй – разборка узла и восстановление изношенных деталей с доведением до номинальных (начальных) или ремонтных размеров. Однако, в настоящее время, номенклатура деталей пригодных для обработки под ремонтный размер не значительна. При этом стоит отметить, что для восстановления под номинальный размер возможностей намного больше. Известно, что в машинах выработавших свой ресурс, доля деталей пригодных для эксплуатации без ремонта составляет 40 – 45 %, деталей пригодных к восстановлению около 50%, 5 – 10 % деталей отправляются в утиль [2].

Себестоимость восстановления изношенных деталей обычно не превышает 10 – 30% от стоимости изготовления новой, даже с учетом снижения ресурса экономическая целесообразность восстановления деталей достаточно высока. А если учесть негативное влияние промышленных предприятий по добыче полезных ископаемых, их переработке и изготовлению деталей на экологию – эффективность становится еще выше. Поэтому изучение особенностей, связанных с процессами восстановления изношенных деталей в настоящее время являются актуальными.

В ремонтной практике применяется несколько способов восстановления изношенных деталей: сварка, наплавка, пластическое деформирование и ряд других. Около 70% всех процессов восстановления деталей выполняются различными способами наплавки. Однако, недостатком этих способов является значительное термическое воздействие на восстанавливаемую

деталь, что приводит к появлению остаточных напряжений и короблению материала обрабатываемой детали. Такой процесс восстановления, как металлизация, данных недостатков лишен.

Несмотря на разнообразие способов принцип напыления один – расплавленный каким либо методом металл, струей сжатого воздуха распыляется на покрываемую поверхность, сцепляясь с ней и образуя сплошное покрытие. Плавление материала может осуществляться за счет энергии выделяемой различными источниками тепла – электрическая дуга, газовое пламя, плазма и др. Существует несколько видов металлизации: электродуговое напыление, высокочастотное, плазменное, газопламенное и детонационное и ряд других.

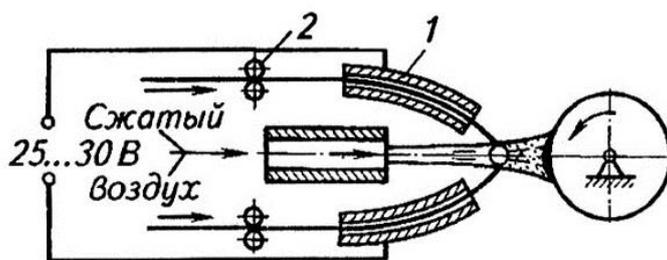


Рис. 1. Схема дуговой металлизации  
1 – латунный наконечник; 2 – изолированные ролики

Процесс напыления включает в себя:

- тщательную механическую очистку;
- обезжиривание поверхности;
- обеспечение необходимой шероховатости;
- если необходимо, нанесение подложки, улучшающей адгезию;
- напыление металла;
- механическая обработка поверхности после напыления.

Основными достоинствами металлизации как способа нанесения покрытий при восстановлении деталей являются высокая производительность процесса, небольшой нагрев детали, простота технологического процесса и применяемого оборудования, а также возможность нанесения покрытий толщиной от 0,1 до 10 мм из любых материалов и сплавов. [3].

В качестве присадочного материала используется, как проволока, так и порошок различных составов.

На структуру и свойства слоя значительное влияние оказывает скорость движения частиц, их масса и размеры, температура во время полета. Большинство этих факторов зависит от режимов металлизации [4].

В процессе металлизации характеристики процесса могут изменяться. Например, скорость движения расплавленных частиц в потоке транспортирующего газа и их температура при выходе из сопла металлизатора и при достижении поверхности могут значительно отличаться.

Скорость частиц в начале процесса имеет определенную начальную скорость, в процессе движения увеличивается до определенных максимальных значений, а потом уменьшается. За время полёта скорость частиц может увеличиваться с начальных 20 м/с до 180 – 190 м/с, а при попадании на поверхность детали скорость частицы составляет 80 – 90 м/с [2].

Достаточно большая скорость полета частиц и не значительное время полета обеспечивает нахождение частиц металла при взаимодействии с поверхностью в пластическом состоянии.

Так, температура части металла по оси струи на расстоянии от сопла аппарата, равном 50 мм, составляет 1030°C, а на удалении 200 мм – 900°C.

Отдельно хотелось бы выделить способ холодного газодинамического напыления. Основным отличием данного метода от вышеописанных заключается в использовании не расплавленных, а твердых частиц металла. Сущность процесса в следующем: металлические частицы, ускоренные сверхзвуковым газовым потоком со скоростью до 600 м/с соударяются с поверхностью обрабатываемой детали. При ударах нерасплавленных металлических частиц о деталь происходит их пластическая деформация. Высокая кинетическая энергия частиц преобразуется в тепло, обеспечивая формирование сплошного слоя из плотно упакованных металлических частиц.

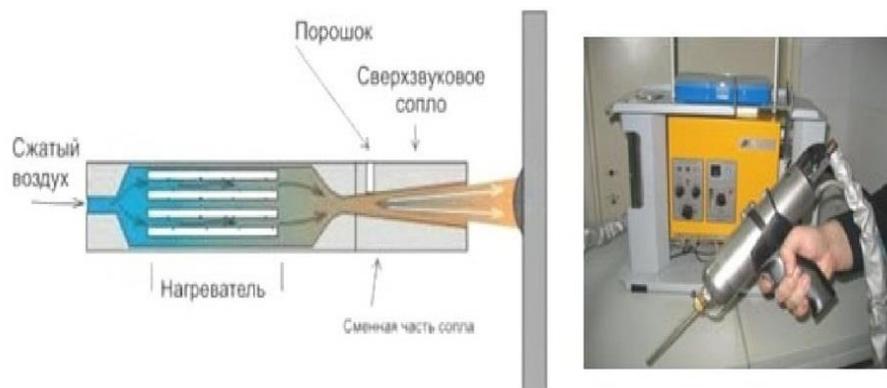


Рис. 2. Схема холодного газодинамического напыления

Основной особенностью холодного газодинамического напыления является отсутствие высоких температур в процессе формирования металлических покрытий, следовательно, отсутствие окисления материалов напыления и основы, процессов неравновесной кристаллизации.

Покрытия, нанесенные данным способом, характеризуются высокой прочностью, хорошими эксплуатационными свойствами. Толщина напыленного слоя может варьироваться от 0,1 до 5 мм, и зависит от количества проходов и скорости подачи порошка. Скорость напыления покрытий составляет от 0,2 до 0,8 кг/час.

На сегодняшний день технология холодного газодинамического напыления широко распространена в авто ремонте, и применяется для решения следующих задач:

- ремонт посадочных мест под подшипники в корпусных деталях;
- ремонт постелей коленчатых и распределительных валов;
- ремонт плоскости разъёма головок блока цилиндров;
- ремонт промоин и прогаров.

Технология обладает рядом особенностей, отличающих ее от наиболее близкого к ней газотермического метода:

- для работы необходим только сжатый воздух и электроэнергия;
- нет нагрева и окисления частиц напыленного металла и детали;
- отсутствие вредных и агрессивных газов, и других опасных факторов;
- технологическая простота нанесения покрытий;

Анализ литературы показал, что метод холодного газодинамического напыления и наносимые с его помощью покрытия свободны от большинства недостатков, присущих другим методам металлизации, и обладает рядом технологических и экологических преимуществ, а также имеет высокую экономическую целесообразность.

#### Список источников

1. Жильцов С.Н. Чугунов Г.П. Направления развития ремонтного производства в АПК Самарской области // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. трудов. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С. 230-234.

2. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Организация и технологии восстановления деталей машин: науч. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 568 с.

3. Жильцов С.Н., Крючин Н.П., Артамонов Е.И., Сазонов Д.С. Результаты лабораторных исследований по совершенствованию режимов газотермического напыления // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. № 1 (75). С. 106-109.

4. Баннов, А.А., Жильцов С.Н. Влияние режимов металлизации на качество получаемых покрытий // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК. – Кинель. - 2015. – С. 81-84.

### References

1. Zhiltsov S.N. Chugunov G.P.(2014) Directions of development of repair production in the agro-industrial complex of the Samara region // *Achievements of science to the agro-industrial complex: collection of scientific works*. – Samara: RIC SGSHA, 2014. – pp. 230-234. (in Russ.).

2. Chernoiivanov V.I., Lyalyakin V.P., Golubev I.G. (2016) *Organization and technologies of restoration of machine parts: scientific edition*. – М.: FSBI "Rosinformagrotech", 2016. – 568 p. (in Russ.).

3. Zhiltsov S.N., Kryuchin N.P., Artamonov E.I., Sazonov D.S. (2019) Results of laboratory studies on improving the modes of gas thermal spraying // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. – 2019. No. 1 (75). pp. 106-109. (in Russ.).

4. Bannov, A.A., Zhiltsov S.N. (2015) The influence of metallization regimes on the quality of the coatings obtained // *Agrarian science in the conditions of innovative development of the agro-industrial complex*. - Kinel. - 2015. - pp. 81-84. (in Russ.).

### Информация об авторах

С.Н. Жильцов – кандидат технических наук, доцент;

Д.М. Старов – студент

### Information about the authors

S.N. Zhiltsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D.M. Starov – student

### Вклад авторов:

Жильцов С.Н. – научное руководство, написание статьи;

Старов Д.М. – написание статьи

### Contribution of the authors:

Zhiltsov S.N. – scientific guidance, writing an article;

Starov D.M. – writing an article

Научная статья

УДК 631.348

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Николай Александрович Черкашин<sup>1</sup>, Иван Иванович Дик<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>[cherk-na@mail.ru](mailto:cherk-na@mail.ru) <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

<sup>2</sup> [ivan.dik.19@bk.ru](mailto:ivan.dik.19@bk.ru) <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

*Одним из важнейших характеристик металла является твердость. В металлургии данное понятие является основным для определения качества металла. Существует несколько способов определения твердости металла, в том числе и без повреждения опытного образца.*

**Ключевые слова:** *твердость металлов, метод, определение.*

**Для цитирования:** Черкашин Н. А., Дик И. И. Методы определения твердости металлов и сплавов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 94-97.

## METHODS FOR DETERMINING THE HARDNESS OF METALS AND ALLOYS

**Nikolay Aleksandrovich Cherkashin <sup>1</sup>, Ivan Ivanovich Dick <sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>cherk-na@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

<sup>2</sup>ivan.dik.19@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

*One of the most important characteristics of a metal is hardness. In metallurgy, this concept is the main one for determining the quality of metal. There are several ways to determine the hardness of a metal, including without damaging the prototype.*

**Keywords:** hardness of metals, method, definition.

**For citation:** Cherkashin N. A. & Dick I. I.: Methods for determining the hardness of metals and alloys. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 94-97). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В современном производстве в целях рентабельности при расчете конструкций и механизмов запас прочности принимают минимальным. Поэтому для обеспечения функциональности изделия производителям необходимо особенно точно следовать инструкциям чертежа. Твердость материала одна из важнейших характеристик, так как от нее зависит жизнеспособность изделия. Изделие, изготовленное из материала с недостаточной твердостью, не сможет функционировать или будет не долговечным.

Целью работы является проведение обзора методов определения твердости металлов и сплавов.

Задачи: 1. Дать определение понятию твердость материала.

2. Рассмотреть особенности понятия в металлургии.

3. Провести обзор способов определения твердости металлов и сплавов.

4. Выявить для каких материалов и деталей конструкций какой метод использовать рациональнее.

Твердость – это мера сопротивления проникновению инородного тела в материал[1]. Данным свойством оцениваются не только металлические материалы, но и древесина, камень и так далее. Таким образом твердость характеризует степень сложности обработки материала. Чем материал тверже, тем сложнее он поддается обработке. Соответственно с менее твердым материалом проще работать.

Однако для различных материалов понятие твердость разное. Например, в минералогии данное понятие означает устойчивость материала к появлению царапин от воздействия на него другим объектом. А в металлургии данное понятие означает сопротивление пластической деформации. Твердость металлов и сплавов – это свойство материала сопротивляться при проникновении в него чужеродного тела, которое тверже проверяемого материала.

Испытания на проверку твердости проводятся чаще, чем для остальных свойств материалов. В особенности для металлов и сплавов, так как из показателей твердости можно получить приблизительные значения других свойств: прочность, упругость, вязкость, пластичность, хрупкость.

Испытания бывают двух видов: статические и динамические.

Статическими испытаниями называют испытания, при которых образец и внедряемый объект находятся в контакте определенное количество времени [2]. Это методы Виккерса, Бринелля, Роквелла. Если время контакта ничтожно мало, то такие испытания являются динамическими (метод Шора).

В зависимости от специфики изделия, условий проведения испытаний и необходимой точности результата выбирают наиболее подходящий метод. Статистические методы основаны на вдавлении различных как по материалу, так и по форме и размеру предметов-инденторов. Также различна сила и время контакта образца с индентором. В таблице 1 представлены наиболее распространенные статистические испытания.

Таблица 1

Статистические испытания металлов и сплавов

Метод	Материал индентора	Форма индентора	Предельное усилие, кг.с	Период выдержки, секунд
Виккерса	Алмаз	Пирамида	5-100	10-15
Бринелля	Закаленная сталь, вольфрамо-кобальтовый сплав	Шар	1- 300	10-180
Роквелла	Сталь, алмаз	Шар, конус	60-150	10-15

Метод	Измерение отпечатка	Предел измерения	Формула	Обозначение
Виккерса	Среднее значение диагонали	145-1000 HV	$HV=1,8544*(F/d^2)$	HV
Бринелля	Диаметр	8-450 HB	$HB=P/(nDh)$	HB
Роквелла	Глубина вдавливания	20-100 HR	$HR=100-(h_2-h_1)/0,002$	HR

Достоинством метода Виккерса является высокая точность результата, за счет использование алмазного индентора, который практически не поддается деформации. Также имеется возможность определять твердость тонких слоев металла.

Метод Бринелля используют не только для определения твердости металлов и сплавом. Данным методом определяют характеристики и таких материалов как древесина, стекла, пластика. Точность результата достигается при наименьших показателях твердости.

Метод Роквелла основан на методе Бринелля и отличается использованием другого индентора как по форме, так и по материалу. Данным методом можно измерить твердость не только поверхностного слоя, так как индентор проникает на достаточно большую глубину и измеряется как раз глубина проникновения в материал.

Однако использование статистических методов не позволяет после проведения испытаний использовать образец по назначению, так как образец подвергся пластической деформации, то есть на поверхности остается отпечаток. Соответственно для проверки материала изделия на твердость данные методы не подходят.

Динамический метод Шора заключается в том, что шарик сбрасывают на поверхность материала, твердость которого требуется измерить [3]. Чем сильнее шарик отскочит, тем испытываемый материал тверже. На материале, который подвергали испытаниям по методу

Шора не остается никаких следов. Современный инструмент для проведения испытаний твердости по Шору- склероскоп имеет внутри стальной баек с алмазным наконечником. Чем больше расстояние отскока бойка, тем тверже материал.

Диапазон измерений составляет от 30 до 140 НS. Шкала твердости не имеет гостированного стандарта, поэтому значения единиц Шору переводят с помощью таблиц в значения статических методов. Точность результатов значительно ниже чем у статических методов, однако для испытания деталей, предназначенных для установки в механизмы, данный метод является лучшим.

Таким образом для определения твердости наиболее мягких материалов (дерево, пластик, алюминий, медь, низкоуглеродистые стали) необходимо использовать метод Бринелля. Для твердых материалов метод Виккерса. Наиболее точные результаты можно получить при проведении испытаний по методике Роквелла. Детали, которые будут после проведения испытаний установлены в механизмы испытываются по методике Шору.

#### **Список источников**

1. Твердость металлов и сплавов. На что она влияет? Как увеличить твердость материала? / <https://sakhkor.ru/tehnologii/tverdost-materiala-eto.html>.
2. Твердость металлов: что это такое, в чем измеряется жесткость стали, шкала обозначения материала, как определить единицы измерения на роcta / <https://www.rocta.ru/info/tverdost-metallov-v-chem-izmeryaetsya-shkala-opredelenie-edinicy-izmereniya-tablica/>.
3. Твердость по Шору. Метод и шкала Шора./ <https://tvoi-uvelirr.ru/tverdost-po-shoru-metod-i-shkala-shora/>.

#### **References**

1. Hardness of metals and alloys. What does it affect? How to increase the hardness of the material? / <https://sakhkor.ru/tehnologii/tverdost-materiala-eto.html> (in Russ.).
2. Hardness of metals: what is it, what is the hardness of steel measured in, the scale of the designation of the material, how to determine the units of measurement on rocta / <https://www.rocta.ru/info/tverdost-metallov-v-chem-izmeryaetsya-shkala-opredelenie-edinicy-izmereniya-tablica/> (in Russ.).
3. Shore hardness. Shor's method and scale / <https://tvoi-uvelirr.ru/tverdost-po-shoru-metod-i-shkala-shora/>(in Russ.)

#### **Информация об авторах**

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

И. И. Дик – студент.

#### **Information about the authors**

Cherkashin N. A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Dick I. I. – student.

#### **Вклад авторов**

Черкашин Н. А. – научное руководство;

Дик И. И. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors**

Cherkashin N. A. – scientific guide;

Dick I. I. – writing an article.

## ОБРАБОТКА ПРИВАЛОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ГБЦ СТРОГАНИЕМ

**Иван Александрович Дикуща<sup>1</sup>, Евгений Иванович Артамонов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

<sup>2</sup>artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

*В статье рассмотрен анализ существующих способов восстановления привалочной поверхности головок блока цилиндров, являющейся базовой деталью, которая обеспечивает заданное конструкцией двигателя взаимное расположение деталей механизма газораспределения.*

**Ключевые слова:** обработка, шлифование, фрезерование, привалочная поверхность, строгание.

**Для цитирования:** Дикуща И. А., Артамонова О. А. Обработка привалочной поверхности ГБЦ строганием // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 98-101.

## TREATMENT OF THE FILLING SURFACE OF THE CYLINDER HEAD BY PLANING

**Ivan A. Dikusha<sup>1</sup>, Evgeny I. Artamonov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

<sup>2</sup>artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

*The article discusses the analysis of existing methods for restoring the sealing surface of the cylinder heads, which is the basic part that provides the relative arrangement of the parts of the valve timing mechanism specified by the engine design.*

**Keywords:** processing, grinding, milling, welding surface, planning.

**For citation:** Dikusha, I.A. & Artamonov, E.I. (2023). Treatment of the filling surface of the cylinder head by planing // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 98-101). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

В поршневых двигателях внутреннего сгорания головка блока цилиндров (ГБЦ) устанавливается на блок цилиндров, закрывая цилиндры, в результате чего образуются замкнутые камеры сгорания. Между головкой и блоком цилиндров устанавливают прокладку для того чтобы снизить риск образования подтеканий жидкостей в стыке головки блока цилиндров с блоком цилиндров. В головку блока цилиндров монтируется механизм газораспределения, свечи зажигания, в дизельных двигателях устанавливают форсунки. В различных типах двигателя устройство головки изменяется в значительных пределах. Двухтактные двигатели у которых воздушное охлаждение, головок не имеют, в их конструкции цилиндры крепятся к картеру [1, 2].

Головка блока цилиндров является базовой деталью, которая обеспечивает своей конструкцией взаимное расположение деталей газораспределительного механизма.

По своей конструкции головка блока цилиндров – это деталь, которая получается путём отливки и представляется сплошной конфигурацией с большим количеством сужений и расширений водяной рубашки, впускными и выпускными каналами [2].

Так как ГБЦ – это часть камеры сгорания, то в процессе эксплуатации на неё действуют большие нагрузки, как из внешней среды, так и изнутри, также головка работает в высокотемпературном режиме, коррозионной и абразивной среде. В результате чего происходит изнашивание гнёзд клапанов, увеличивается износ посадки сёдел клапанов, образование трещин в рубашке охлаждения, деформация привалочной поверхности головки блока цилиндров и т.д [2, 3].

Привалочная плоскость головки в процессе эксплуатации испытывает такие серьёзные проблемы как коробление и коррозия. В период работы на головку блока цилиндров приходятся большие внутреннее и внешние нагрузки, а также воздействие высокой температуры. Ремонт и восстановление привалочных плоскостей головок блоков цилиндров осуществляют несколькими способами: 1) электродуговая металлизация; 2) восстановление полимерными композициями; 3) аргонодуговая наплавка; 4) плазменная металлизация; 5) наплавка намораживанием; 6) газодинамическое напыление, которые реализуются ремонтных предприятиях [4].

Для подачи топливоздушной смеси в цилиндры в головке находятся каналы. Для эффективной работы двигателя головка должна идеально прилегать к блоку цилиндров двигателя. В случае износа или повреждения уплотнения происходит сбой работы двигателя. Механическая обработка привалочной поверхности ГБЦ позволяет повысить герметичность. Головку блока цилиндров подвергают обработке в трёх случаях: 1) в процессе накопления механических и термических напряжений происходит деформация; 2) в результате перегрева или детонации разрушается поверхность головки в районе камеры сгорания; 3) под действие кавитации и химических реакций повреждается материал головки, где проходят каналы с охлаждающей жидкостью [4, 5].

Устранение второй и третьей причины происходит путем восстановления привалочной поверхности ГБЦ, и последующей механической обработкой. Первая причина - деформация, требует просто обработки плоскости. В современном ремонтном производстве применяются несколько способов механической обработки привалочной поверхности ГБЦ [3].

1. Шлифовка. Шлифовка проводится с помощью шлифовальных кругов, которые состоят из карбида кремния, они передают гладкую поверхность чугунным и алюминиевым головкам блока цилиндров. Для снижения риска возгорания в процессе шлифовки применяют смазку или охлаждающую жидкость. Метод шлифовки позволяет снять с головки слой металла толщиной не более 0,025 мм.



Рис. 1. Шлифование ГБЦ

2. Фрезеровка. Это сухой метод шлифовки ГБЦ с использованием специального высокопрочного режущего инструмента из поликристаллического алмаза или кубического нитрида бора. Наиболее ответственным этапом фрезерования является подбор фрез для обработки ГБЦ. Наиболее распространены торцевые фрезы с пятигранными пластинами. Они производились в СССР по ГОСТ 26595-85. Это мощные режущие инструменты для черновой и получистовой обработки стали и чугуна. Но данная фреза мало подходящая для работ с чистым

алюминием. Отличие фрезерования от шлифовки, это то, что оно выполняется аккуратнее и не требует применение охлаждающих жидкостей. В процессе фрезерования уменьшается вероятность образования борозд на привалочной поверхности головки блока цилиндров. После фрезерования головки блока цилиндров шероховатость поверхности составляет  $Ra = 3,5$  мкм [3, 4, 5].

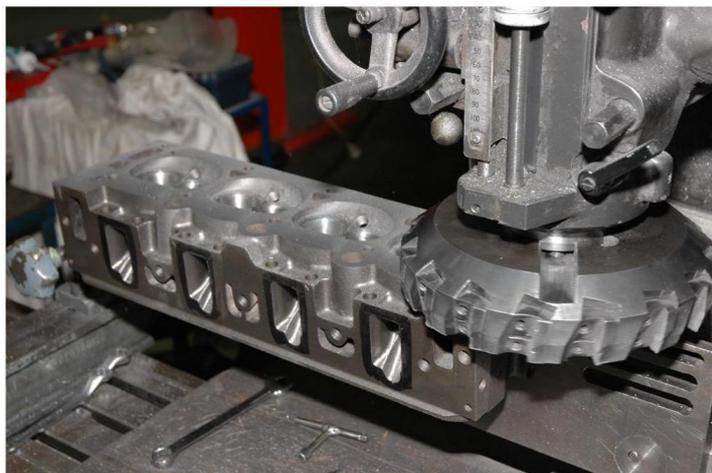
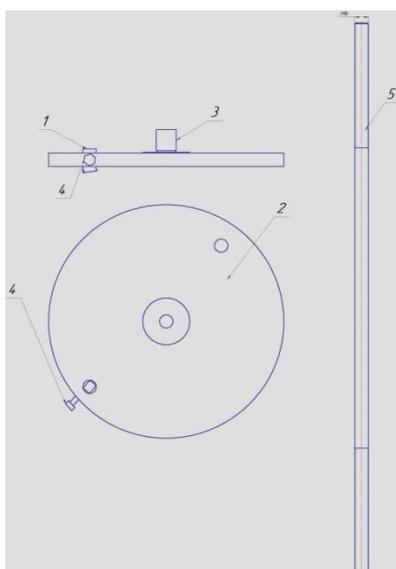


Рис. 2. Фрезерование ГБЦ

3. Стругание. Это наиболее эффективный метод обработки привалочной поверхности головки блока цилиндров. Стругание является одним из видов фрезерования с использованием инновационного приспособления. Приспособление для строгания состоит из следующих элементов: резца – 1; маховика – 2); конуса – 3); винта крепления резца – 4); штока крепления приспособления на фрезерном станке – 5). Приспособление устанавливается на фрезерный станок модели 6Н13ПБ, для точного расположения головки блока цилиндров на столе станка используют индикатор часового типа на магнитной стоки и эксцентриковые захваты. Стол с закреплённой головкой перемещают, так чтобы приспособление оказалось над левым краем головки блока цилиндров, глубина резания устанавливается равной величине деформации (прогиба) головки блока цилиндров, снятие металла происходит за один проход. В результате шероховатость поверхности после обработки составляет  $Ra = 2,5$  мкм. Стругание – это сухой метод обработки без использования охлаждающей жидкости.



Приспособление для строгания ГБЦ:

1 – резец; 2 – маховик; 3 – конус; 4 – винт крепления резца; 5 - шток крепления приспособления

В данной статье был проведён анализ литературы и различных источников по восстановлению и ремонту привалочной поверхности головки блока цилиндров. Так же в работе были рассмотрены механические способы обработки восстановления привалочной поверхности ГБЦ. Результатом работы стало разработка схемы, чертежей и приспособления для обработки привалочной поверхности ГБЦ строганием, которое позволило увеличить шероховатость поверхности до  $Ra = 2,5$  мкм. Увеличение качества обработки привалочной поверхности позволит повысить герметичность соединяемых деталей.

#### **Список источников**

1. Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информагротех, 1995. – 295с.
2. Восстановление деталей машин: Справочник /Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов. Под ред. В.П. Иванова. – М.: Машиностроение, 2003. – 672с.
3. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 478с.
4. Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Организация и технология восстановления деталей машин. – М.: ГОСНИТИ, 2003. – 488с.
5. Ресурсосберегающие технологии ремонта сельскохозяйственной техники : учебное пособие / И. Н. Кравченко, В. М. Корнеев, Д. И. Петровский, Ю. В. Катаев. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех». 2018. 184 с.

#### **References**

1. Batishchev A.N., Golubev I.G., Lyalyakin V.P. (1995). Restoration of agricultural machinery parts. – M.: Informagrotech, 295s. (in Russ.).
2. F.I. Panteleenko V.P. Lyalyakin, V.P. Ivanov, V.M. Konstantinov. (2003). Restoration of machine parts: Handbook / Edited by V.P. Ivanov. – M.: Mechanical Engineering, – 672s. (in Russ.).
3. Molodyk N.V., Zenkin A.S. (1989). Restoration of machine parts. – M.: Mechanical Engineering, – 478s. (in Russ.).
4. Chernoiivanov V.I., Lyalyakin V.P. (2003). Organization and technology of restoration of machine parts. – M.: GOSNITI, – 488s. (in Russ.).
5. I. N. Kravchenko, V. M. Korneev, D. I. Petrovsky, Yu. V. Kataev (2018). Resource-saving technologies of repair of agricultural machinery : textbook / – M. : FSBI "Rosinformagrotech". 184 p. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

Е. И. Артамонов – кандидат технических наук, доцент;  
И.А. Дикуша – студент.

#### **Information about the authors**

E. I. Artamonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
I.A. Dikusha – student.

#### **Вклад авторов:**

Артамонов Е.И. – научное руководство;  
Дикуша И.А. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Artamonov E.I. – scientific guidance;  
Dikusha I.A. – writing an article.

Тип статьи обзорная  
УДК 631

## МЕТОДЫ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

**Николай Александрович Черкашин<sup>1</sup>, Дмитрий Николаевич Пронин<sup>2</sup>,  
Ангела Витальевна Солдаткина<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

<sup>2</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7805-2271>

<sup>3</sup>[sgau-kansel-2@bk.ru](mailto:sgau-kansel-2@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-2611-7277>

*Рассмотрены методы термообработки твёрдых металлических сплавов. Дана характеристика основных способов объемной термической обработки их режимов проведения и области применения.*

**Ключевые слова:** термообработка, отжиг, закалка, нормализация, отпуск.

**Для цитирования:** Черкашин Н. А., Пронин Д. Н., Солдаткина А. В. Методы термообработки деталей машин // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 102-106.

## METHODS OF INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES

**Nikolay A. Cherkashin<sup>1</sup>, Dmitriy N. Pronin<sup>2</sup>, Angela V. Soldatkina<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

<sup>2</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7805-2271>

<sup>3</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2611-7277>

*The methods of heat treatment of hard metal alloys are considered. The characteristics of the main methods of volumetric heat treatment are given. their modes of conduct and scope.*

**Keywords:** heat treatment, annealing, quenching, normalization, tempering.

**For citation:** Cherkashin, N.A., Pronin, D.N. & Soldatkina, A.V. (2023). Methods of increasing the wear resistance of working bodies of tillage machines // Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 102-106). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Большинство металлических изделий всегда подвергаются термообработке, которая изменяет последующие структуру и механические параметры изделия. Основной задачей термообработки является повышение механических и физико-химических свойств, деталей машин[1].

Термическая обработка используется на всех этапах обработки деталей машин и металлоизделий[2].

Термической обработкой называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твёрдых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счёт изменения внутреннего строения и структуры. Тепловая обработка используется либо в качестве промежуточной операции для улучшения обрабатываемости давлением, резанием,

либо как окончательная операция технологического процесса, обеспечивающая заданный уровень свойств изделия[3].

Объемная термическая обработка делится на[4]:

- Закалка
- Отжиг
- Нормализация
- Отпуск

Отжиг – это термическая обработка, заключающаяся в нагреве металла до определенных температур, позже выдержка и дальнейшее остывание на воздухе. При отжиге у металла уменьшается твердость, исчезают внутреннее напряжение и неоднородные сегменты, также повышается зернистость структуры.

Отжиг бывает первого и второго рода.

Отжиг первого рода – операция, при которой не происходит фазовых превращений, если же оно имеет место, то не оказывает большого влияния на конечные итоги, предусмотренные его целевым назначением. К такому роду отжига относится гомогенизация, рекристаллизация.

Гомогенизация – это отжиг, при котором материал выдерживается дольше в печи при температуре выше  $950^{\circ}\text{C}$ . Используют для выравнивания химического состава.

Рекристаллизационный отжиг – это отжиг материала с температурой выше уровня начала рекристаллизации. Используют для получения нужного размера зерна.

Отжиг второго рода – это отжиг, в котором происходят фазовые превращения, определяющие целевое назначение. К нему относятся полный, неполный, диффузионный, изотермический, светлый, нормализованный (нормализация), сфероидизирующий (на зернистый перлит).

Полный отжиг. Операция происходит при нагреве материала с температурой выше критической точки, а именно  $30-50^{\circ}\text{C}$ , последующей выдержкой с данной температурой, затем небыстрым охлаждением до  $400-500^{\circ}\text{C}$ . После этого материал приобретает устойчивую и равновесную структуру.

Неполный отжиг. Операция происходит при нагреве материала до температуры, расположенной в интервале превращений, последующей выдержке, затем медленном охлаждении. Материал после операции приобретает сниженное внутреннее напряжение и понижение твердости, для лучшей обрабатываемости резанием.

Диффузионный отжиг. Эта операция происходит при нагреве материала до температуры  $1100-1200^{\circ}\text{C}$ , благодаря чему протекают более полные диффузионные процессы. Все это необходимо для выравнивания химического состава.

Изотермический отжиг – это операция, при которой материал нагревают, затем быстро охлаждают до температуры ниже критической на  $50-100^{\circ}\text{C}$ .

Сфероидизирующий отжиг состоит в нагреве материала выше критической температуры на  $20-30^{\circ}\text{C}$ , затем выдержке при этой же температуре и последующем небыстром охлаждении.

Светлый отжиг осуществляется в режимах полного или неполного отжига, при использовании защитных атмосфер или в печах с частичным вакуумом. После операции поверхность материала становится не уязвимой к окислению и обезуглероживанию.

Нормализация – это операция, при которой отжиг материала происходит на значениях температуры  $300-600^{\circ}\text{C}$ , превышающих структурные превращения. После чего изделие выдерживается при данных температурах, затем медленно охлаждается. У материала после вышеупомянутых операций происходит уменьшение внутренних напряжений, а также повышается обрабатываемость материала. Она может быть использована как самостоятельный процесс термообработки или как промежуточная стадия перед другими процессами, такими как закалка и отпуск.

Отпуск – операция над материалом, при которой сам материал нагревают с различными температурами, которые всегда ниже критической. В результате операции материал становится менее хрупким и более вязким, пластичным[5].

В настоящее время различают несколько основных видов отпуска[6].

Высокий отпуск. Операция происходит ниже критической точки, при температурах нагрева выше 350-600°С. Такая операция применяется для конструкционных сталей.

Средний отпуск. Операция происходит при температурах нагрева 350-500°С. Такая операция используется для рессорной стали и пружины.

Низкий отпуск. Операция используется при температурах 150-250°С. Она применяется для углеродистых и инструментальных сталей, для повышения износостойкости и твердости.

По цветам, появляющимся на поверхности материала, осуществляется контроль отпуска.

Закалка. Эта операция происходит при нагреве материала до критических температур. Главным отличием закалки от отжига является скорость охлаждения заготовки. Для более быстрого охлаждения используются специальные ванны с водой, в отдельных случаях применяются другие жидкости. Благодаря закалке материал приобретает повышенную твердость, прочность, теряет пластичность и вес продукции[7]. В зависимости от марки, формы, а также требуемого комплекса свойств детали, применяют различные способы закалки.

Обычная закалка: материал нагревают и при охлаждении используют только один тип жидкости.

Прерывистая закалка: материал нагревают до критического показателя, опускают в воду, затем оставляют на воздухе или в масле, когда температура материала в воде 300°С.

Ступенчатая закалка: материал нагревают, затем охлаждают в воде, потом в специальных солях и в финальном этапе – на открытом воздухе. В результате материал на каждом этапе получает уникальные технические характеристики.

Изотермическая закалка – такая же, как и ступенчатая, но производится в двух охлаждающих средах. После данной операции сталь приобретает высокие прочностные свойства, а именно – сочетание прочности с высокой вязкостью.

Частичная закалка: материал в середине не охлаждается, только по краям. После данной процедуры сплав получается прочным по краям и вязким в середине.

При термической обработке, независимо от того, какой был выбран вид, могут ухудшиться характеристики материала, при не надлежащем следовании техническим требованием.

Недостаточная твердость образуется, если нагрев происходил при низкой температуре, малой выдержке, а охлаждение происходило очень медленно.

Перегрев образуется, если материал довести до большой температуры, преодолев отметку закаливания. Материал становится слишком хрупким. Исправить такой дефект можно, если провести термопроцесс заново, с корректировкой всех несоответствующих показателей.

Пережог образуется при нагревании материала до температуры, близкой к плавлению. В итоге на зернистости образуются окислы. Исправить этот дефект невозможно из-за чрезмерной хрупкости стали.

Обезуглероживание, или окисление, происходит из-за выгорания углерода на поверхностном уровне материала, когда на нем образуются окалины. Исправить дефект нельзя. Если имеется припуск, то испорченный слой шлифуют. Избежать обезуглероживание и окисление можно при нагреве материала в электропечах с защитной атмосферой.

Коробление и трещины образуются при мощном внутреннем напряжении. При нагревании и охлаждении материала происходит изменение объема.

В результате термической обработки свойства сплавов могут быть изменены в широких пределах. Возможность значительного повышения механических свойств после термической обработки по сравнению с исходным состоянием позволяет увеличить допускаемые напряжения, уменьшить размеры и массу машин и механизмов, повысить надежность и срок службы изделий. Улучшение свойств в результате термической обработки позволяет применять

сплавы более простых составов, а поэтому более дешевые. Сплавы приобретают также некоторые новые свойства, в связи с чем расширяется область их применения.

#### Список источников

1. Гусева С.С. Непрерывная термическая обработка автолистовой стали. / С.С. Гусева, В.Д. Гуренко, Ю.Д. Зварковский. М.: Metallurgy, 2009. 224с.
2. Черкашин, Н. А. Анализ методов повышения долговечности головок цилиндров современных дизелей // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. тр. Международной межвузовской науч.-практ. конф. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – С. 54-58.
3. Жильцов, С. Н. Результаты исследований развития трещин в головках блоков цилиндров двигателя ЯМЗ-238НБ / С. Н. Жильцов, Н. А. Черкашин // Известия Самарской ГСХА. – Самара: РИО СГСХА, №4. – С. 47-50.
4. Черкашин, Н. А. Снижение напряжений в межклапанных перемычках головок цилиндров дизелей / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева, Г. Н. Дмитриев // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. тр. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С. 268-271.
5. Черкашин, Н. А. Классификация методов упрочнения применяемых в машиностроение / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева // Известия Самарской ГСХА. – 2006. – № 3. – С. 61-63.
6. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: мат. национальной науч.-практ. конф. Воронежского ГАУ им. Петра I; под общ. ред. О. М. Костикова, А. В. Божко. – Воронеж, 2019. – С. 254-258.
7. Черкашин Н. А. Обоснование рационального выбора конструкционного материала для корпусных деталей двигателя / Н. А. Черкашин // Актуальные инженерные проблемы АПК в XXI веке: сб. науч. тр. – Самара, 2004. – С. 98-99.

#### References

1. Guseva S.S. Continuous heat treatment of auto sheet steel. / S.S. Guseva, V.D. Gurenko, Yu.D. Zvarkovsky. M.: Metallurgy, 2009. 224p. (in Russ.)
2. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for increasing the durability of cylinder heads of modern diesel engines // Achievements of science to the agro-industrial complex : collection of scientific tr. of the International Interuniversity Scientific and Practical Conference – Samara : RIC SGSHA, 2013. – pp. 54-58. (in Russ.)
3. Zhiltsov, S. N. Results of studies of the development of cracks in the cylinder heads of the YAMZ-238NB engine / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin // News of the Samara State Agricultural Academy. — Samara: RIO SGSHA, No. 4. – pp. 47-50. (in Russ.)
4. Cherkashin, N. A. Stress reduction in inter-valve jumpers of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin, V. V. Shigaeva, G. N. Dmitriev // Achievements of science to the agro-industrial complex : collection of scientific tr. – Samara : RIC SGSHA, 2014. - pp. 268-271.
5. Cherkashin, N. A. Classification of hardening methods used in mechanical engineering / N. A. Cherkashin, V. V. Shigaeva // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. – 2006. – No. 3. – pp. 61-63. (in Russ.)
6. Cherkashin, N. A. Characteristics of the stressed state of the intervalve jumpers of the cylinder heads of diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, V. V. Chekalin // New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex : mat. national scientific and practical conference. Voronezh State University named after. Peter I under the general editorship of O. M. Kostikov, A.V. Bozhko. – Voronezh, 2019. – pp. 254-258. (in Russ.)
7. Cherkashin N. A. Substantiation of the rational choice of structural material for engine body parts / N. A. Cherkashin // Actual engineering problems of the agroindustrial complex in the XXI century: collection of scientific tr. – Samara, 2004. – pp. 98-99. (in Russ.)

### **Информация об авторах**

Н.А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

Д.Н. Пронин – студент;

А.В. Солдаткина. – студент.

### **Information about the authors**

N.A. Cherkashin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D.N. Pronin – student;

A.V. Soldatkina – student.

### **Вклад авторов:**

Черкашин Н.А. – научное руководство;

Пронин Д.Н. – написание статьи;

Солдаткина А.В. – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

Cherkashin N.A. – scientific guidance;

Pronin D.N. – writing an article;

Soldatkina A.V. – writing an article.

Тип статьи обзорная

УДК 631

## **АНАЛИЗ СИЛОВЫХ ФАКТОРОВ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОГНЕВЫЕ ДНИЩА ГОЛОВКИ ЦИЛИНДРОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Николай Александрович Черкашин<sup>1</sup>, Константин Викторович Мамонтов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3161-1045>

<sup>2</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

*В статье рассмотрено общее напряженное состояние межклапанных перемычек головок цилиндров дизельных двигателей. Также выявлены и проанализированы все действующие факторы, обуславливающие его. Определено, что наибольшее влияние оказывают термические и монтажные напряжения.*

**Ключевые слова:** напряжения, деформация, трещина.

**Для цитирования:** Черкашин Н. А., Мамонтов К. В. Анализ силовых факторов, действующих на огневые днища головки цилиндров дизелей при эксплуатации // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 106-110.

## **ANALYSIS OF FORCE FACTORS AFFECTING THE FIRE BOTTOM OF THE CYLINDER HEAD DURING OPERATION**

**Nikolai A. Cherkashin<sup>1</sup>, Konstantin V. Mamontov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3161-1045>

<sup>2</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

*The article considers the general stress state of intervalve jumpers of cylinder heads of diesel engines. Also identified and analyzed all the existing factors that cause it. It is determined that thermal and installation stresses have the greatest influence.*

**Keywords:** stresses, deformation, crack.

**For citation:** Cherkashin, N.A. & Mamontov, K.V. (2023). Analysis of force factors acting on the firing bottoms of diesel cylinder heads during operation. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 106-110). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Головка блока цилиндров(ГБЦ) дизельных двигателей является одной из наиболее дорогостоящих деталей при его ремонте. В процессе работы двигателя у этой детали появляются трещины в межклапанных перемычках по причине низкой термоусталостной прочности применяемого материала. Этот дефект является выбраковочным и приводит к замене головки блока. Ресурс современных дизелей не превышает 7500...8000 моточасов. Головка блока заменяется в среднем 4 раза в течение всего срока службы дизеля из-за наличия термоусталостных трещин (рис. 1)



Рис. 1. Трещины межклапанных перемычек

Головка цилиндров дизеля является сложной деталью и обеспечивает ряд необходимых функций при работе дизеля. При эксплуатации она должна обеспечивать герметичность разъема камеры сгорания и наилучшее охлаждение нагретых поверхностей сопрягаемых деталей.

Общее напряженное состояние этой детали, обусловлено рядом факторов. На это состояние влияют: материал, конструкция, технология отливки и обработка, форсирование и условия эксплуатации ГБЦ дизеля.

Суммарная величина этой напряженности складывается из следующих основных частей:

- термические напряжения;
- механические напряжения;
- термоструктурные напряжения;
- рабочие напряжения.

Термические напряжения возникают из-за наличия температурных перепадов по ширине и толщине огневого днища ГБЦ, обусловленных воздействием максимальных температур при сгорании топлива. Наличие перепадов температур приводит к различным расширениям его частей. Это вызывает температурные деформации, которым соответствуют термические напряжения. Причины такого распределения температур по площади тепловоспринимающей поверхности огневого днища, а также по его толщине, вызваны особенностями конструкции этой детали, ее теплопроводными свойствами и организацией охлаждения тепловоспринимающих поверхностей. В центре огневого днища находится крупный прилив для установки форсунки. Температура нижней его части (в камере сгорания) достигает, при эксплуатации 300°C и выше, а противоположная часть имеет меньшую температуру. Этот перепад температур обуславливает появление термических напряжений по толщине [1].

Высокие температуры наблюдаются в центральной зоне клапанных отверстий и достигают 250...350°C. Со стороны всасывающего клапана температура перемычки на 10...15°C ниже, чем со стороны выпускного. Особенно высокую теплонапряженность испытывают перемычки (400...420°C).

На величину термических напряжений влияет конструкция ГБЦ, материал и охлаждение рассматриваемой зоны. Также оказывают влияние тепловые потоки от рабочего цикла и условия работы. В зоне межклапанных перемычек тепловые потоки достигают наибольших значений и резко убывают радиальном направлении.

Перепады температур огневого днища ГБЦ достигают своего максимума при нагреве и остановке дизеля. Цикл «нагрев – остановка» дизеля является малоцикловым термическим нагружением. При малоцикловом термическом нагружении постепенно происходит релаксация термических напряжений при наличии уже образовавшейся остаточной деформации. Это приведет к появлению напряжений растяжения. Напряжения растяжения гораздо быстрее нарушают целостность серого чугуна из которого изготовлена головка блока цилиндров. Предел прочности его на растяжение намного меньше, чем на сжатие. С каждым термоциклом напряжения растяжения будут возрастать, так как серый чугун обладает малой пластичностью. Остаточные деформации будут возрастать и в конечном итоге приведут к возникновению термоусталостных трещин.

Серый чугун ГБЦ в составе имеет графитовые фракции пластинчатой формы (рис. 2). Такая структура материала не является наилучшей для повышения теплопередачи, и это также повышает термические напряжения. Суммарная величина этих напряжений может достигать 200...270 МПа. Этот максимум напряжений достигается в центральной зоне межклапанных перемычек огневого днища ГБЦ, где появляются и развиваются трещины.

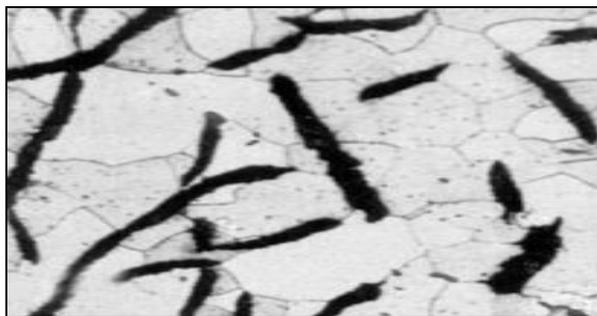


Рис. 2. Структура серого чугуна

Исходя из приведенных данных, очевидно, что термические напряжения оказывают максимальное воздействие на огневое днище ГБЦ, особенно на центральную его часть. Наличие этих напряжений вызвано действием высоких температур горения топлива, и их большой неравномерностью распределения по поверхности и толщине огневого днища ГБЦ. Перепад температур между центром огневого днища и периферией может достигать до 200°C [2].

Механические напряжения появляются при монтаже головки цилиндров к блоку с максимальным заданным усилием для уплотнения разьема камеры сгорания. Дополнительно к этому монтаж форсунки в центре огневого днища вызывает наибольшие механические напряжения, действующие прямо на зону межклапанных перемычек. Суммарная величина механических напряжений может достигать 80...90 Мпа. По своему характеру это напряжения растяжения. Очевидно, что эти механические напряжения дополнительно увеличивают действие термических напряжений. Эти напряжения особенно опасны для серого чугуна ГБЦ. Предел прочности на растяжение для этого материала гораздо меньше, чем на сжатие (в 3...4 раза) [3].

Из – за конструктивных особенностей центральной зоны огневого днища ГБЦ там наблюдается максимальная концентрация термических и механических напряжений. В этой зоне находятся три отверстия различного диаметра (два клапанных и одно форсуночное

отверстия). Это определяет усиление и концентрацию термических и механических нагрузок на межклапанные перемычки.

Форма графитовых фракций в сером чугуна пластинчатой формы дополняет концентрацию растягивающих напряжений, и усиливают общее напряженное состояние. Это постепенно приводят к появлению и накоплению пластических деформаций в зоне межклапанных перемычек [4].

Одним из слагаемых общего напряженного состояния огневого днища являются рабочие напряжения, которые возникают от давления газов при работе двигателя, и, таким образом, обусловлены рабочим циклом. Эти напряжения имеют периодический характер действия и зависят от величины максимального давления сгорания, регулировки и степени форсирования двигателя.

Рабочие напряжения – это напряжение сжатия. Они появляются только на огневом днище, то есть носят локальный характер, и возникают лишь в том цилиндре, где действует рабочая нагрузка [5].

Максимальные значения рабочих напряжений находятся в пределах 5...15 МПа. Имеются данные, что рабочие напряжения в отдельных марках дизелей могут достигать значительных величин 30...56 Мпа. Некоторые исследователи рекомендуют учитывать рабочие напряжения при расчете общего напряженного состояния огневого днища [6].

Кроме постоянных термических напряжений при установившемся тепловом состоянии, в тепловоспринимающей поверхности огневого днища возникают циклические термические напряжения, вследствие неравномерного подвода тепла в течение рабочего цикла дизеля. Колебания температур во время рабочего периода незначительны. Кроме указанных видов напряжений в некоторых работах указывается, что на преждевременное ускоренное разрушение влияют термоструктурные напряжения, возникающие вследствие процессов графитизации и высокотемпературной коррозии, которые протекают в поверхностном слое чугуна. Объем образующихся окислов в 2...3 раза превышает объем неокисленного металла. Следовательно, являясь концентратами напряжений и очагами разрушений, внутренние окислы при своем росте непрерывно изменяют свойства материала ГБЦ и, как следствие, срок службы этой детали [7].

Таким образом, основную роль в общем напряженном состоянии межклапанных перемычек ГБЦ играют термические и монтажные напряжения, достигающие своих максимальных значений в указанных зонах. В этих зонах, как правило, происходит образование и развитие термоусталостных трещин, которые ограничивают ресурс работы головки цилиндров.

#### Список источников

1. Черкашин Н. А. Причины возникновения трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сб. науч. тр. – Кинель. 2016. – С. 426-429.
2. Черкашин Н. А. Анализ методов повышения долговечности головок цилиндров современных дизелей // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. тр. Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – С. 54-58.
3. Жильцов С. Н. Результаты исследований развития трещин в головках блоков цилиндров двигателя ЯМЗ-238НБ / С. Н. Жильцов, Н. А. Черкашин // Известия Самарской ГСХА. – Самара, 2016, РИО СГСХА, №4. – С. 47-50.
4. Черкашин Н. А. Снижение напряжений в межклапанных перемычках головок цилиндров дизелей / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева, Г. Н. Дмитриев // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. тр. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С. 268-271.
5. Черкашин Н. А. Классификация методов упрочнения, применяемых в машиностроении / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева // Известия Самарской ГСХА. – 2006. – № 3. – С. 61-63.
6. Черкашин Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: мат. национальной науч.-практ. конф. Воронежского ГАУ им. Петра I; под общ. ред. О. М. Костинова, А. В. Божко. – Воронеж, 2019. – С. 254-258.

7. Черкашин Н. А. Обоснование рационального выбора конструкционного материала для корпусных деталей двигателя / Н. А. Черкашин // Актуальные инженерные проблемы АПК в XXI веке: сб. науч. тр. – Самара, 2004. – С. 98-99.

### References

1. Cherkashin N. A. Causes of cracks in the intervalve bridges of the diesel cylinder head / N. A. Cherkashin // Actual problems of agrarian science and ways to solve them: Sat. scientific tr - Kinel, 2016. - S. 426-429. (in Russ.)
2. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for increasing the durability of cylinder heads of modern diesel engines // Achievements of science to the agro-industrial complex : collection of scientific tr. Samara : RIC SGSHA, 2013. – pp. 54-58. (in Russ.)
3. Zhiltsov, S. N. Results of studies of the development of cracks in the cylinder heads of the YAMZ-238NB engine / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin // News of the Samara State Agricultural Academy. – Samara: RIO SGSHA, No. 4. – pp. 47-50. (in Russ.)
4. Cherkashin, N. A. Stress reduction in inter-valve jumpers of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin, V. V. Shigaeva, G. N. Dmitriev // Achievements of science to the agro-industrial complex : collection of scientific tr. – Samara : RIC SGSHA, 2014. - pp. 268-271. (in Russ.)
5. Cherkashin, N. A. Classification of hardening methods used in mechanical engineering / N. A. Cherkashin, V. V. Shigaeva // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. – 2006. – No. 3. – pp. 61-63. (in Russ.)
6. Cherkashin, N. A. Characteristics of the stressed state of the intervalve jumpers of the cylinder heads of diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, V. V. Chekalin // New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex : mat. national scientific and practical conference. Voronezh State University named after. Peter I; under the general editorship of O. M. Kostikov, A.V. Bozhko. – Voronezh, 2019. – pp. 254-258. (in Russ.)
7. Cherkashin N. A. Substantiation of the rational choice of structural material for engine body parts / N. A. Cherkashin // Actual engineering problems of the agroindustrial complex in the XXI century: collection of scientific tr. – Samara, 2004. – pp. 98-99. (in Russ.)

### Информация об авторах

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

К.В. Мамонтов – студент.

### Information about the authors

N. A. Cherkashin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

K.V. Mamontov – student.

### Вклада авторов:

Черкашин Н. А. – научное руководство;

Мамонтов К.В. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Cherkashin N. A. – scientific guidance;

Mamontov K.V. – writing an article.

Тип статьи обзорная  
УДК 631

## ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

**Николай Александрович Черкашин<sup>1</sup>, Дмитрий Николаевич Пронин<sup>2</sup>,  
Анжела Витальевна Солдаткина<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

<sup>1</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

<sup>2</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7805-2271>

<sup>3</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2611-7277>

*Рассмотрены вопросы термической обработки деталей машин, определены ее основные этапы. Дана характеристика структур, образующихся при термообработке деталей, а также определены преимущества и недостатки этого вида обработки металла.*

**Ключевые слова:** термическая обработка, этапы, микроструктура.

**Для цитирования:** Черкашин Н. А., Пронин Д. Н., Солдаткина А. В. Термическая обработка деталей машин // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 111-115.

## HEAT TREATMENT OF MACHINE PARTS

**Nikolai A. Cherkashin<sup>1</sup>, Dmitry N. Pronin<sup>2</sup>, Anzhela V. Soldatkina<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

<sup>2</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7805-2271>

<sup>3</sup>sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2611-7277>

*The issues of heat treatment of machine parts are considered, its main stages are determined. The characteristics of the structures formed during the heat treatment of parts are given as well as the advantages and disadvantages of this type of metal processing.*

**Keywords:** heat treatment, stages, microstructure.

**For citation:** Cherkashin, N.A., Pronin, D. N. & Soldatkina, A.V. (2023). Heat treatment of machine parts. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 111-115). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Для предупреждения интенсивного износа деталей машин, повышения их ресурса работы и долговечности применяется цикл термобработки.

Термообработкой называют процесс такой обработки деталей машин, при которой изменяются механические, физико-химические эксплуатационные и технологические показатели материала деталей машин под действием температуры. При этом также меняется микроструктура металла [1].

Эту обработку применяют для получения необходимой износостойкости, твердости, прочности, упругости, уменьшения внутренних напряжений, повышения обрабатываемости [2].

При нагреве и последующем после него охлаждении химический состав детали не изменяется, но эксплуатационные свойства повышаются. Это позволяет повысить сопротивляемость детали действию коррозии, износу и механическому разрушению [3].

Термическая обработка вызывает фазовые изменения внутренней структуры материала деталей при нагреве и охлаждении. Она состоит из следующих основных этапов (рис. 1):

1. Нагрев детали, который изменяет структуру ее кристаллической решетки. Он зависит от марки металла и нужного эффекта, который должен быть достигнут. Режим нагревания определяет последующие конкретные характеристики материала детали.

2. Выдержка при нужной температуре. Она зависит от количества деталей и их характеристик. При полном прогреве заканчивается все структурные изменения материала

3. Охлаждение, которое фиксирует фазовые изменения, которые были получены во время нагрева детали. На этот этап основное влияние оказывает среда охлаждения, а также скорость, с которой будет проводиться эта процедура.

4. Отпуск, при котором устраняются внутренние напряжения.

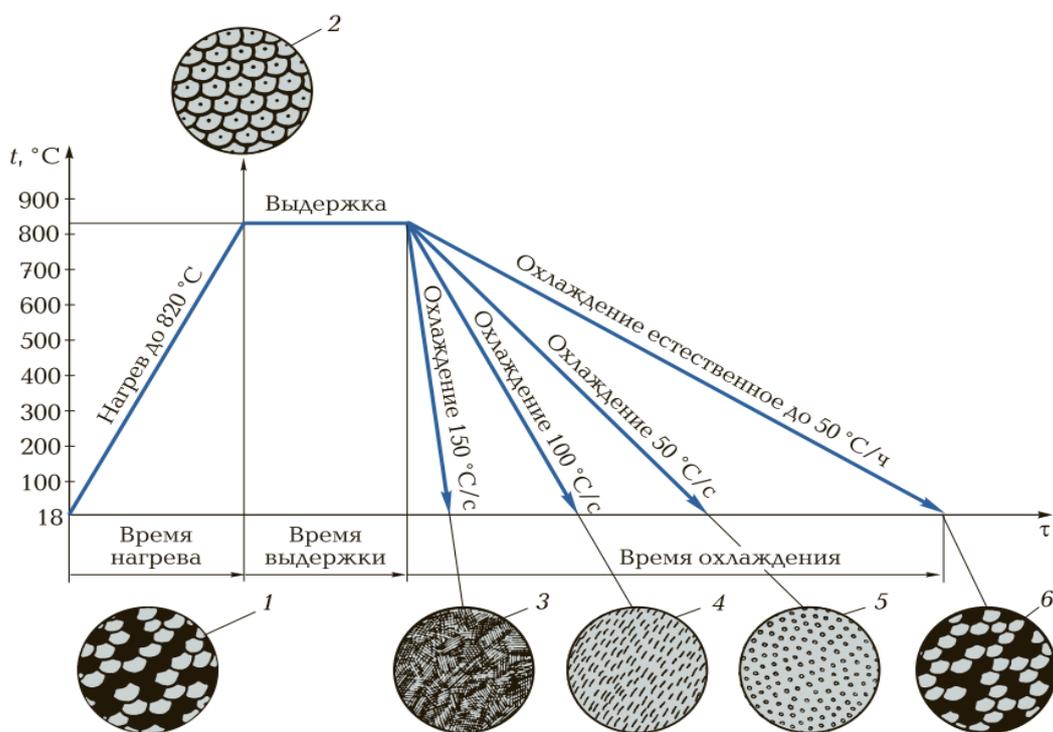


Рис.1. График термической обработки и микроструктуры, полученные в результате нагрева и охлаждения стали марки 40 с различной скоростью:

1 — перлит + феррит; 2 — аустенит; 3 — мартенсит; 4 — троостит; 5 — сорбит; 6 — феррит + перлит

Характеристики микроструктур, полученных в результате нагрева и охлаждения стали с различной скоростью представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики микроструктур, образованных в результате нагрева и охлаждения стали

Структура	Определение	Режим охлаждения	Критическая точка	Характеристика	Твердость НВ
Перлит + феррит	Смесь частиц перлита и феррита при распаде аустенита. Содержание углерода зависит от марки стали	Охлаждение естественное со скоростью до $50\text{ }^\circ\text{C}/\text{ч}$	Ниже $730\text{ }^\circ\text{C}$	Более тверд и прочен, чем феррит, но менее пластичен, магнитен, по форме зернистый	160... 200

Сорбит	смесь феррита и цементита. По строению более дисперсный, чем перлит.	Ускоренное охлаждение в интервале 600 ... 700°C. Охлаждение со скоростью 50 °C/c	Ниже Ac1	Пластичен и вязок, магнитен, более прочен, чем перлит	270 ... 320
Троостит	Механическая смесь феррита и цементита. По строению еще более дисперсный, чем сорбит.	При ускоренном охлаждении в интервале 400 ... 600°C. Охлаждение со скоростью 100 °C/c	Ниже Ac1	Магнитен, более прочен, чем сорбит	330 ... 400
Мартенсит	Твердый раствор углерода и других элементов в железе.	При охлаждении со скоростью 150 °C/c и выше	Ниже 150 °C	Хрупок, тверд, магнитен. Мало тепло- и электропроводен	650 ... 750

Главная особенность термообработки стальных деталей это то, что при нагреве до температуры в 727°C они получают аустенитную структуру. В этом состоянии атомы углерода начинают диффундировать внутрь структурных ячеек железа, образуя равновесное соединение. При постепенном охлаждении материал возвращается к прежнему состоянию, а при интенсивном – образуются такие структуры как, перлит, сорбит, троостит, мартенсит[4].

В зависимости от скорости охлаждения охлаждающей среды и последующего отпуска определяются окончательные характеристики термообработанных деталей. В этом случае действует принцип: чем выше скорость охлаждения исходного материала, тем больше твердость и хрупкость готовых деталей[5].

При изготовлении деталей для длительной эксплуатации термическая обработка является обязательной.

Широкое применение термообработки обусловлена ее следующими преимуществами [6]:

- Улучшение устойчивости к износу металлической заготовки.
- Увеличение срока эксплуатации готовых изделий и снижение количества брака.
- Повышение коррозионной стойкости.
- Увеличение твердости поверхностного слоя детали.
- Повышение всех прочностных показателей.
- Снижение пластичности до нужного значения, повышение сопротивления на изгиб.
- Уменьшение веса продукции при сохранении ее прочности и твердости.

Основные дефекты при неправильной закалке стали следующие[7]:

1. Недостаточная твердость. Она обусловлена пониженной низкой температурой нагрева и небольшой выдержкой. Также к этому приведет и пониженная скорость остывания.

2. Перегрев. Он возможен при нагреве детали до большей температуры, значительно выше отметки закаливания. Определить его можно по появлению крупнозернистой структуры. Это увеличивает хрупкость металла.

Для исправления этих явлений, нужно провести термообработку снова, с корректировкой всех несоответствующих режимов.

3. Пережог. Его получают при нагреве детали до температуры близкой к плавлению. В этом случае во внутреннюю среду металла детали попадает кислород. В результате этого на границах зерен образуются окислы. Исправить этот дефект невозможно, так как сталь становится очень хрупкой.

4. Обезуглероживание и окисление. На деталях образуются окалины, с выгоранием углерода в поверхностном слое. Данный дефект невозможно исправить при использовании нового цикла термообработки. Но можно использовать припуск на обработку, выполнить механическую обработку и удалить окисленный слой.

Предупредить окисления и обезуглероживания можно при нагревании стали в электропечах в среде защитных газов.

5. Коробление и трещины. Данные дефекты являются следствием появления внутренних напряжений. Постепенное охлаждение при закалке в области мартенситного превращения – самый действенный метод снижения напряжений и устранения этих дефектов. Небольшие детали, также, как и несложные по форме, без острых границ и резких изменений формы, значительно менее подвержены короблению и деформации. Большие и сложные по форме детали предпочтительно выполнять из легированных сталей, и для охлаждения применять масляные среды.

Таким образом термообработанные детали выдерживают значительно большие нагрузки, а ресурс увеличивается в несколько раз.

Чередование циклов нагрева и охлаждения значительно увеличивает на твердость, износостойкость и ударную вязкость. Такой метод обработки позволяет создавать структурные изменения на поверхности деталей или воздействовать на какую – часть ее

Термообработка является одной из главных, операций всего технологического цикла изготовления деталей, и от ее правильного исполнения зависит качество (механические и физико-химические свойства) изготавливаемых деталей машин и механизмов, инструмента и другой продукции.

Перспективным направлением совершенствования термообработки является использование оборудования для термообработки в механических цехах, создание поточных линий с включением в них процессов термической обработки, а также и внедрение новых способов термообработки, которые увеличивают прочностные показатели деталей, их надежность и ресурс работы.

#### Список источников

1. Гусева С.С. Непрерывная термическая обработка автолистовой стали. / С.С. Гусева, В.Д. Гуренко, Ю.Д. Зварковский. М.: Металлургия, 2009. 224с.

2. Черкашин, Н. А. Анализ методов повышения долговечности головок цилиндров современных дизелей // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. тр. Международной межвузовской науч.-практ. конф. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – С. 54-58.

3. Жильцов, С. Н. Результаты исследований развития трещин в головках блоков цилиндров двигателя ЯМЗ-238НБ / С. Н. Жильцов, Н. А. Черкашин // Известия Самарской ГСХА. – Самара: РИО СГСХА, №4. – С. 47-50.

4. Черкашин, Н. А. Снижение напряжений в межклапанных перемычках головок цилиндров дизелей / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева, Г. Н. Дмитриев // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. тр. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С. 268-271.

5. Черкашин, Н. А. Классификация методов упрочнения применяемых в машиностроение / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева // Известия Самарской ГСХА. – 2006. – №3. – С. 61-63.

6. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: мат. национальной науч.-практ. конф. Воронежского ГАУ им. Петра I; под общ. ред. О. М. Костинова, А. В. Божко. – Воронеж, 2019. – С. 254-258.

7. Черкашин Н. А. Обоснование рационального выбора конструкционного материала для корпусных деталей двигателя / Н. А. Черкашин // Актуальные инженерные проблемы АПК в XXI веке: сб. науч. тр. – Самара, 2004. – С. 98-99.

#### References

1. Guseva S.S. Continuous heat treatment of auto sheet steel. / S.S. Guseva, V.D. Gurenko, Yu.D. Zvarkovsky. M.: Metallurgy, 2009. 224p. (in Russ.).

2. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for increasing the durability of cylinder heads of modern diesel engines // Achievements of science to the agro-industrial complex : collection of scientific tr. of the International Interuniversity Scientific and Practical Conference – Samara : RIC SGSXA, 2013. – pp. 54-58. (in Russ.).

3. Zhiltsov, S. N. Results of studies of the development of cracks in the cylinder heads of the YAMZ-238NB engine / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin // News of the Samara State Agricultural Academy. — Samara: RIO SGSHA, No. 4. — pp. 47-50. (in Russ.).

4. Cherkashin, N. A. Stress reduction in inter-valve jumpers of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin, V. V. Shigaeva, G. N. Dmitriev // Achievements of science to the agroindustrial complex : collection of scientific tr. — Samara : RIC SGSHA, 2014. - pp. 268-271. (in Russ.).

5. Cherkashin, N. A. Classification of hardening methods used in mechanical engineering / N. A. Cherkashin, V. V. Shigaeva // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. — 2006. — No. 3. — pp. 61-63. (in Russ.).

6. Cherkashin, N. A. Characteristics of the stressed state of the intervalve jumpers of the cylinder heads of diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, V. V. Chekalin // New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex : mat. national scientific and practical conference. Voronezh State University named after. Peter I; under the general editorship of O. M. Kostikov, A.V. Bozhko. — Voronezh, 2019. — pp. 254-258. (in Russ.).

7. Cherkashin N. A. Substantiation of the rational choice of structural material for engine body parts / N. A. Cherkashin // Actual engineering problems of the agroindustrial complex in the XXI century: collection of scientific tr. — Samara, 2004. — pp. 98-99. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

Н.А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

Д.Н. Пронин – студент;

А.В. Солдаткина. – студент.

#### **Information about the authors**

N.A. Cherkashin– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D.N. Pronin – student;

A.V. Soldatkina– student.

#### **Вклад авторов:**

Черкашин Н.А. – научное руководство;

Пронин Д.Н. – написание статьи;

Солдаткина А.В. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Cherkashin N.A. – scientific guidance;

Pronin D.N. – writing an article;

Soldatkina A.V. – writing an article.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Тип статьи (обзорная)

УДК 62-34/-38

## МОДЕРНИЗАЦИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2190, РАЗРАБОТКОЙ РОТОРНОГО УПРАВЛЯЮЩЕГО КЛАПАНА

**Можин Антон Александрович<sup>1</sup>, Мусин Рамиль Магданович<sup>2</sup>.**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>Tosha.mozhin@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5833-6874>

<sup>2</sup>tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4751-2663>

*Предлагается модернизация рулевого управления автомобиля ВАЗ-2190, что позволяет улучшить маневренность автомобиля и повысить уровень комфортабельности при эксплуатации.*

**Ключевые слова:** модернизация, гидроусилитель, гидравлическая система

**Для цитирования:** Можин А. А., Мусин Р. М. Модернизация рулевого управления автомобиля ВАЗ-2190 разработкой роторного управляющего клапана // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 116-120.

## VEHICLE STEERING UPGRADE VAZ-2190 ROTARY CONTROL VALVE DEVELOPMENT

**Anton A. Mozhin<sup>1</sup>, Ramil M. Musin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>Tosha.mozhin@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-5833-6874>

<sup>2</sup>tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4751-2663>

*It is proposed to modernize the steering of the VAZ-2190 car, which makes it easier to turn the steering wheel, as a result of which the maneuverability of the car increases and the level of comfort during operation increases.*

**Keywords:** modernization, hydraulic booster, hydraulic system.

**For citation:** Mozhin, A.A. & Musin, R.M. (2023). Vehicle Steering Upgrade VAZ-2190 Rotary Control Valve Development. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 116-120). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Управляемость автомобиля – одно из важнейших эксплуатационных свойств, определяющих возможность его безопасного движения с большими средними скоростями, особенно на дорогах с интенсивным движением.

Под управляемостью подразумевают способность транспорта корректировать направление движения с определённой точностью и сохранять свое положение на дороге или иной поверхности. Для удержания автомобиля при движении прямо, управляемые колёса находятся под определённым углом, что даёт способность колесам возвращаться в нейтральное положение, при возможных неблагоприятных изменениях после поворота.

Основными параметрами, характеризующими поворот автомобиля, являются радиус поворота и положение центра поворота. В большинстве случаев управляемость автомобиля зависит от следующих критериев: конструкции управления, подвески или, в общем и целом, от конструкции автомобиля.

Гидроусилитель руля (ГУР) представляет собой элемент рулевого управления, в котором дополнительное рулевое усилие создается за счет гидравлического давления. ГУР представляет собой систему соединения трубопроводов низкого и высокого давления, в которой циркулирует специальная жидкость, поступающая в систему насосом. При изменении положения руля, содержимое гидроусилителя под давлением, попадает в механизм руля благодаря распределителю. Далее, жидкость попадает в гидроцилиндр, где производится давление на поршень, в следствии чего снижает усилия водителя при поворотах на руль. При прямолинейном движении автомобиля жидкость из рулевого механизма поступает в бачок системы гидроусилителя руля.

Для автомобилей основное назначение гидроусилителя руля – обеспечение комфорта. Управлять автомобилем, оснащенным гидроусилителем руля, легко и удобно. Кроме того, водителю не нужно делать полных пять-шесть оборотов в сторону поворота, чтобы совершить маневр. Это особенно актуально при парковке и маневрировании в ограниченном пространстве.

Усилитель руля состоит из следующих частей:

**Гидравлический насос:** Гидравлический насос является основой гидроусилителя руля, а функция гидравлического насоса заключается в непрерывной подаче на поворотный клапан гидравлического масла. Гидравлический насос получает привод от двигателя через ремень и шкив, в большинстве случаев это лопастной насос.

**Узел поворотного клапана:** В поворотный клапан поступает масло под высоким давлением из гидравлического цилиндра и подает его в узел гидравлического цилиндра контролируемым образом.

Механизм гидроусилителя руля также состоит из торсиона, который представляет собой тонкий стержень из пластичного материала, способный скручиваться. Верхняя часть этого стержня соединена с нижним концом золотника, а его нижний конец соединен с шестерней или червяком рулевого механизма.

Золотниковый клапан в сборе состоит из внутренней и внешней оболочек с золотниками на внутренней и внешней сторонах. Внутренняя часть золотника соединена с рулевой тягой, а внешняя оболочка соединена с торсионом, количество оборотов между внутренней и внешней частями золотника зависит от того, какой крутящий момент водитель прикладывает к рулевому колесу.

Поскольку рулевая тяга и торсион связаны косвенно, величина крутящего момента в торсионе равна величине крутящего момента, которую водитель использует для поворота колес.

**Узел гидравлического цилиндра:** состоит из цилиндра, соединенного с узлом золотникового клапана, и поршня, соединенного со стойкой рулевой тяги. Подающая и обратная линии золотникового клапана соединены с торцами цилиндра. Функция гидроцилиндра заключается в перемещении вперед и назад поршня, соединенного с рулевой тягой с помощью гидравлического давления.

Сохранение управляемости автомобиля и смягчение ударов, передаваемых на рулевое колесо в результате наезда управляемых колес на неровности дороги, также является важной функцией гидроусилителя руля.

В прошлом гидроусилители устанавливались только в грузовых или некоторых видах автомобилей для сельскохозяйственных предприятий. Их установка считалась необходимой модернизацией, так как поворот рулевого колеса, таких автомобилей как «КамАЗ» и «Урал», было затруднительно при эксплуатации.

Одним из благоприятных качеств при использовании гидравлической системы в легковых автомобилях – это комфорт. Однако комфорт – не единственное предназначение усилителя. На самом деле, гидроусилитель на легковых автомобилях имеет ряд положительных функций, таких как снижение передаточного числа механизма руля и уменьшения размеров рулевого колеса, что в последствии повышает маневренность автомобиля.

Нас в данной работе интересуют гидроусилители с роторным управляемым клапаном в золотниковом механизме.

Простейшую схему работы такого устройства представим в виде рисунка 1.

Всем процессом работы силового цилиндра усилителя 4 управляет распределительное устройство (гидрораспределитель).

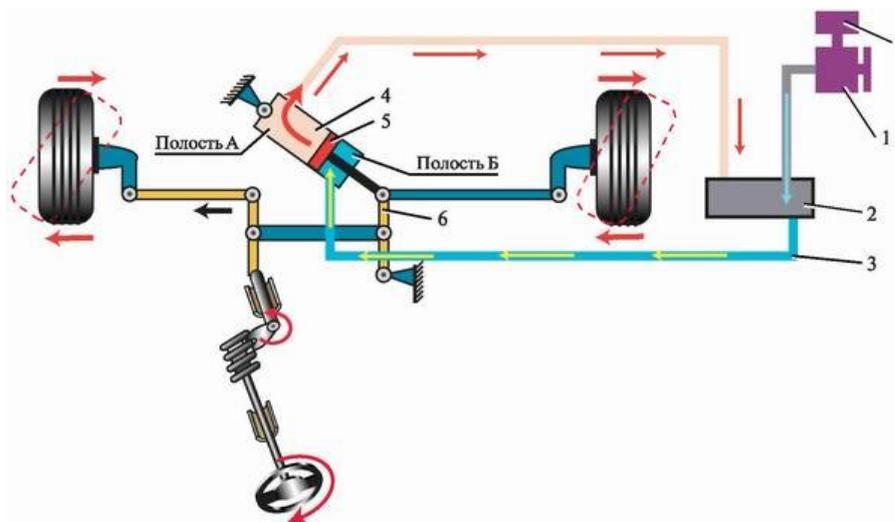


Рис. 1. Простейшая принципиальная схема работы гидроусилителя рулевого управления:

- 1 - насос усилителя; 2 - распределительное устройство; 3 - трубки для подачи масла;
- 4 - силовой цилиндр усилителя; 5 - поршень усилителя со штоком; 6 - маятниковый рычаг;
- 7 - емкость для масла

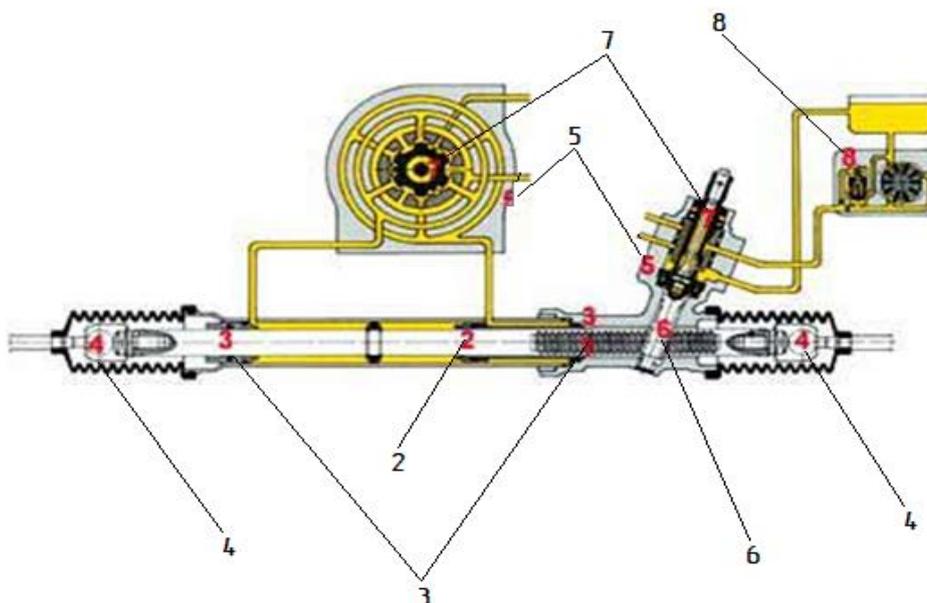


Рис. 2. Простейшая схема интегрального гидроусилителя рулевого управления:

- 1 - рулевая рейка; 2 - поршень; 3 - сальники; 4 - шарниры рулевых тяг; 5 - распределитель с золотником;
- 6 - шестерня; 7 - торсион; 8 - роторный гидронасос

Исполнительный механизм гидроусилителя легкового автомобиля ВАЗ-2190 как правило, выполнен заодно с рулевым механизмом - такие усилители называются

интегральными (рис. 2). В гидравлической системе усиления масла можно разделить по своему составу: синтетические, минеральные и полусинтетические (смесь синтетического и минерального масла). Различить эти масла можно по цвету: синтетические масла имеют красный цвет, минеральные желтый, а полусинтетические зелёный. По своим эксплуатационным свойствам они различаются в вязкости, в диапазоне рабочих температур, в стоимости и наличии полезных присадок.

Обычный регулирующий клапан для системы рулевого управления с усилителем содержит трубчатую втулку и цилиндрический ротор, расположенный во втулке с возможностью относительного скользящего вращения. На сопряженных поверхностях втулки и ротора выполнены канавки, регулирующие поток гидравлической жидкости между отверстиями. Порты соединены с источником гидравлической жидкости под давлением, резервуаром и противоположными концами силового поршня соответственно таким образом, что вращение рулевого колеса и, следовательно, ротора относительно втулки и элементов управления направлением движения транспортного средства, таких как колеса, от нейтрального положения приводит к тому, что один конец силового поршня соединяется с источником давления, а другой конец силового поршня соединяется с резервуаром. Это создает результирующую силу на силовом поршне в направлении, способствующем усилию рулевого управления.

В данной статье было исследовано принцип работы, составляющие и положительные качества гидравлического усилителя руля с роторным управляющим клапаном.

#### **Список источников**

1. Курчаткин, В.В. Надежность и ремонт машин [Текст] / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2006. – 776 с.
2. Вахламов, В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: Учебник для студентов высших учебных заведений [Текст] / В. К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.
3. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Под ред. Кузнецова Е.С. – М.: Наука, 2014 – 535 с.
4. Ерохин, М.Н. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие [Текст] / М.Н. Ерохин, А.В. Карп, Е.И. Соболев; под ред. М.Н. Ерохина. – М.: Колос, 2014. - 463с.
5. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3 т. Т.1 [Текст] / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2016. - 927 с

#### **References**

1. Kurchatkin, V.V. Reliability and repair of machines [Text] / V.V. Kurchatkin, N.F. Telnov, K.A. Achkasov and others; Ed. V.V. Kurchatkin. – M.: Kolos, 2006. – 776 p. (in Russ.).
2. Vakhlamov, V.K. Cars: Performance properties: Textbook for students of higher educational institutions [Text] / V. K. Vakhlamov. - M.: Publishing Center "Academy", 2005. – 240 p. (in Russ.).
3. Technical operation of cars [Text] / Ed. Kuznetsova E.S. – M.: Nauka, 2014 – 535 p. (in Russ.).
4. Erokhin, M.N. Machine parts and design basics: textbook [Text] / M.N. Erokhin, A.V. Karp, E.I. Sobolev; ed. M.N. Erokhin. – M.: Colossus, 2014. – 463 p (in Russ.).
5. Anuryev, V.I. Handbook of the designer-machine builder in 3 volumes. T.1 [Text] / V.I. Anuryev. – M.: Mashinostroenie, 2016. – 927 p. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

Р.М. Мусин – кандидат технических наук, доцент;  
А.А. Можин – студент.

### **Author information**

R.M. Musin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
A.A. Mozhin – student.

### **Вклад авторов:**

Мусин Р.М. – научное руководство;  
Можин А.А. – написание статьи.

### **Contribution of the authors:**

Musin R.M. – scientific guidance;  
Mozhin A.A. – writing an article.

Тип статьи: обзорная  
УДК 633.152.47

## **ПОВЫШЕНИЕ ПЛАВНОСТИ ХОДА АВТОБУСА MAZ-205 РАЗРАБОТКОЙ РЕГУЛИРУЕМОГО АМОРТИЗАТОРА**

**Александр Вячеславович Королев<sup>1</sup>, Рамиль Магданович Мусин<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>if213112@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9091-5312>

<sup>2</sup>tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7540-6086>

*Для повышения плавности хода автобуса MAZ-205, будет разработан регулируемый амортизатор. Рассмотрена конструкция классического амортизатора, показана разработка нового амортизатора.*

**Ключевые слова:** демпфер, пружина, подвеска.

**Для цитирования:** Королев А. В., Мусин Р. М. Повышение плавности хода автобуса MAZ-205 разработкой регулируемого амортизатора // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 120-123.

## **IMPROVING THE SMOOTHNESS OF THE BUS MAZ-205 THE DEVELOPMENT OF AN ADJUSTABLE SHOCK ABSORBER**

**Alexander V. Korolev<sup>1</sup>, Ramil M. Musin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>if213112@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9091-5312>

<sup>2</sup>tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7540-6086>

*To improve the smooth running of the MAZ-205 bus, an adjustable shock absorber will be developed. The design of the classic shock absorber is considered, the development of a new shock absorber is shown.*

**Keywords:** damper, spring, suspension.

**For citation:** Korolev A.V. & Musin R. M. (2023). Improving the smoothness of the bus MAZ-205 the development of an adjustable shock absorber. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 120-123). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Амортизатор — применяется для снижения колебаний или его поглощения, а также корпуса автобуса. Амортизаторы используют вместе элементами имеющие жёсткость и упругость, пружинами или рессорами. Газовые пружинные упоры часто встречаются в автотехнике и быту, но они предназначены совершенно для другого, поэтому не стоит их путать, к примеру, они применяются для поддержки капота в открытом состоянии или крышки от багажника, работают по принципу толкающего усилия на штоке. Пружина, которая является частью некоторых амортизаторов выполняла роль демпфирования. Без амортизаторов, автобус бы раскачивался из-за неровной дороги до тех пор, пока бы не истратил весь импульс.

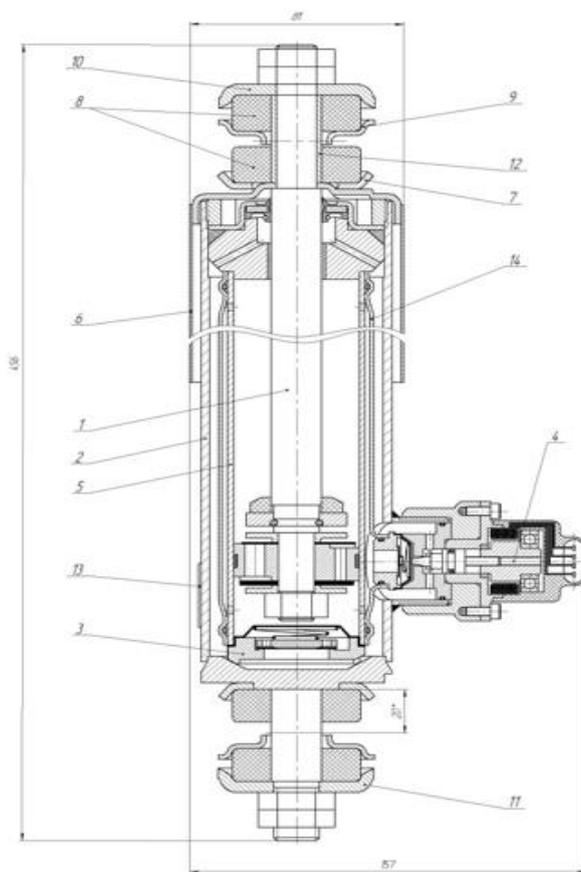


Рис.1. Регулируемый амортизатор

- 1 – стержень с уплотнением; 2 – блок с дном; 3 – гидроклапан сжатия; 4 – регулирующий гидроклапан;  
 5 – цилиндр амортизатора; 6 – кожух; 7 – шайба; 8 – подушка крепления; 9 – чашка; 10 – шайба; 11 – шайба;  
 12 – втулка; 13 – табличка; 14 – цилиндр промежуточный

Конструкция амортизатора подвески автобусов МАЗ представляет собой классическую схему нерегулируемого двухтрубного гидравлического амортизатора со статическими характеристиками усилий сжатия и отбоя. Достоинством этих амортизаторов естественно считается простота их конструкции и ремонтпригодность, но и в то же время это нам не позволяет добиться плавности хода при любой загрузки салона. В связи с этим предлагается разработка регулируемого амортизатора с изменяемыми характеристиками демпфирования. В качестве основы приконструирование амортизатора для автобуса МАЗ используется амортизатор с выносным регулировочным клапаном.

Клапан оснащён шаговым электроприводом запорной иглы, позволяющим осуществлять изменение проходного сечения дроссельных отверстий дистанционно, с помощью сигналов с соответствующих блоков управления регулировкой амортизаторов. Принцип работы в фазе растяжения и в фазе сжатия. Благодаря имеющимся обратным клапанам на поршне и клапану сжатия, поток масла перемещается при растяжении и сжатии. После прохождения кольцевого канала, масло поступает на регулировочный клапан и двигается сквозь него при

растяжении и сжатии в одном и том же направлении. Из регулируемого клапана масло возвращается в рабочую камеру. Давление в камере устанавливается регулируемым клапаном, а значит, и уровень амортизирования. Клапанный механизм представлен в виде трубкой-резервуаром, наполненным маслом.

Сверху масляного слоя находится газовый мешок со спиралью пеногашения. Функция рабочей камеры – возмещение объема масла. Для получения снижения большого количества встроены блоки амортизирующих клапанов на поршне, начало камеры и в регулировочном клапане. Все они представлены системой пружинчатых шайб, винтообразных пружин, а также корпусов с дросселирующими отверстиями. Снижение напора масла представлено следующими составляющими: регулируемым клапаном, клапаном сжатия, иногда, поршневым клапаном.

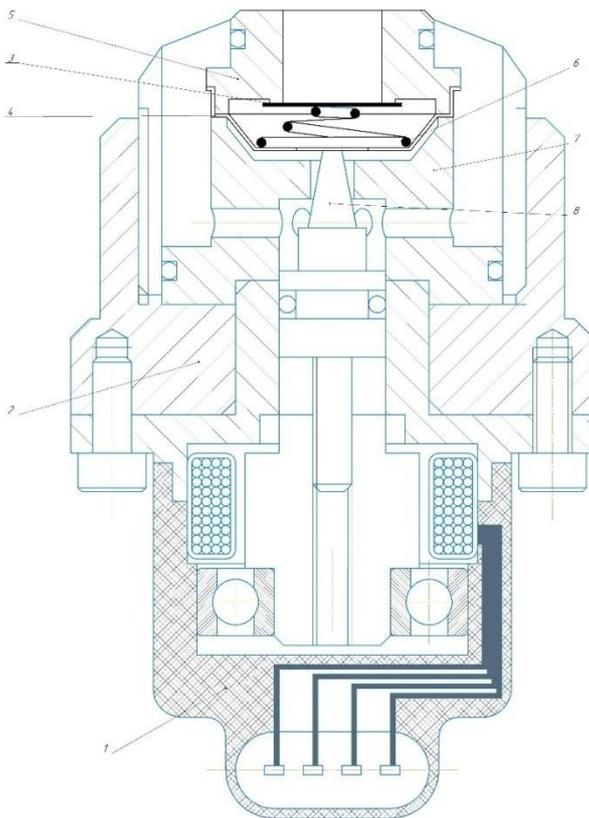


Рис. 2. Регулировочный клапан

1 – шаговый электропривод; 2 – фланец клапана; 3 – тарелка клапана; 4 – колпачек; 5 – корпус клапана;  
6 – пружинка; 7 – корпус с дроссельным отверстием; 8 – шпилька запорная

Проведенный анализ существующих конструкций амортизаторов с регулируемыми характеристиками показал преимущества разрабатываемого амортизатора с изменяемыми показателями демпфирования для автобусов МАЗ. Данный управляемый амортизатор с требуемым уровнем простоты конструкции и вычисленных расчетах удовлетворяет требования безопасной эксплуатации и полноценного использования в сфере своего назначения.

#### Список источников

1. Патент № 2480644 РФ. Регулируемый амортизатор транспортного средства (варианты) [Текст] / Калинин (С.Н.). – Оpub. 26.07.2006. – 4 с.
2. Патент № 2460914 РФ. Регулирующий поток клапан для регулируемых амортизаторов [Текст] / Ваннуччи (С.Н.). – Оpubл. 29.06.1994. – 8 с.
3. Ануриев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] / В.И. Ануриев. – М.: Машиностроение, 2006. – 960 с.
4. Автобус МАЗ-205. Руководство по эксплуатации [Текст] / ОАО «МАЗ» – Мн.: 2014.

### References

- 1 Patent No. 2480644 of the Russian Federation. Adjustable shock absorber of the vehicle (variants) [Text] / Kalinin (S.N.). – Pub. 26.07.2006. – 4 p. (in Russ.).
2. Patent No. 2460914 of the Russian Federation. Flow control valve for adjustable shock absorbers [Text] / Vannucci (S.N.). – Publ.29.06.1994. – 8 p. (in Russ.).
3. Anuryev, V.I. Handbook of a machine-building designer [Text] / V.I.Anuryev. – М.: Mashinostroenie, 2006. – 960 p. (in Russ.).
4. MAZ-205 bus. Operation Manual [Text]/ JSC "MAZ" – Мн.: 2014. JSC "MAZ" – Мн.: 2014 – 187 p.: JSC "MAZ" – Мн.: 2014. – 187 p. (in Russ.).

### Информация об авторах

Р.М. Мусин – кандидат технических наук, доцент;  
А.В. Королев – студент.

### Author information

R.M. Musin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
A.V. Korolev – student.

### Вклада второв:

Мусин Р.М. – научное руководство;  
Королев А.В. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Musin R.M. – scientific guidance;  
Korolev A.V. – writing an article.

Тип статьи обзорная  
УДК 629.1.02

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Руслан Рустамович Мингалимов<sup>1</sup>, Алик Амиранович Абрамов<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>mrr63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

<sup>2</sup>Alik.abramov.12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9049-8863>

*Из перечня отобранных устройств мы будем выбирать самое полезное опираясь на совокупность их преимуществ и недостатков, чтобы узнать какое из них лучше всех подойдет для поставленной нами задачи.*

**Ключевые слова:** колесо, устройство, транспортное средство.

**Для цитирования:** Мингалимов Р. Р., Абрамов А. А. Способы повышения сцепных свойств транспортных средств // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 123-127.

## WAYS TO IMPROVE THE GRIP PROPERTIES OF VEHICLES

**Ruslan R. Mingalimov<sup>1</sup>, Alik A. Abramov<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>mrr63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

<sup>2</sup>Alik.abramov.12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9049-8863>

*From the list of selected devices, we will choose the most useful based on the combination of their advantages and disadvantages in order to find out which one is best for our task.*

**Keywords:** raising, coupling, device, vehicle.

**For citation:** Mingalimov R.R. Abramov A.A. (2023). Ways to improve the coupling properties of vehicles. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 123-127). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Существует множество способов повышения сцепных свойств транспортных средств, у каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Нами были рассмотрены устройства и проведена оценка эффективности использования в эксплуатации.

Мы будем оценивать устройства, которые повышают сцепные свойства транспортного средства по следующим критериям: надёжность, эффективность, удобство в использовании.

### 1.ШИНА С ВЫДВИЖНЫМИ ШИПАМИ.

Механизм включает в себя шины с выдвижными шипамикоторые содержат нити корда, кольца и шипы.

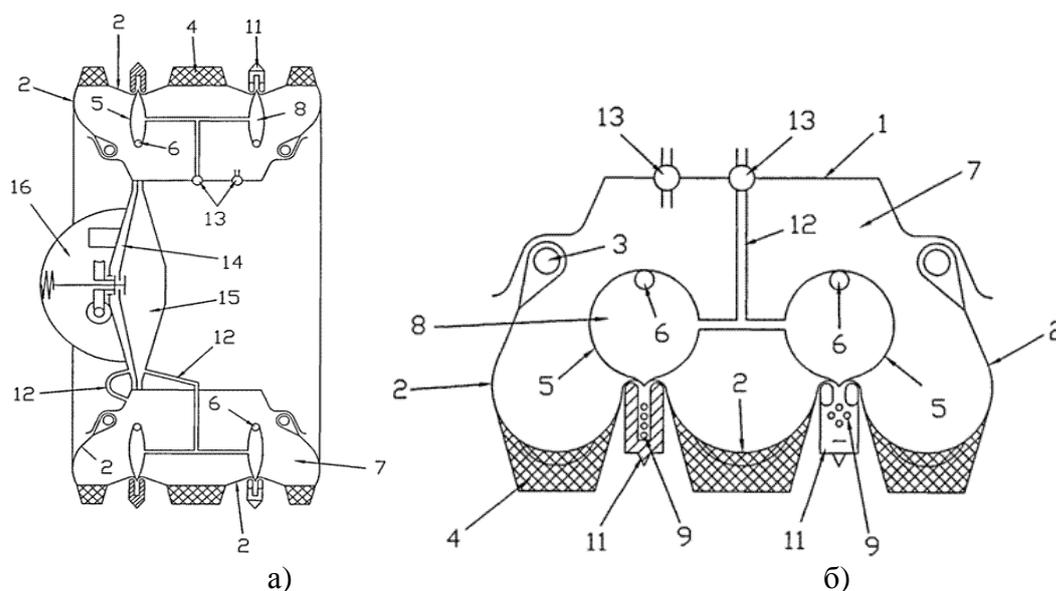


Рис.1 Шина с выдвижными шипами

- 1 - обод колеса, 2 - нити корд шины, 3 - бортовые нерастяжимые кольца, 4 - протектор с бреккерным слоем, 5 - вертикальные нити корд, 6 - внутреннее нерастяжимое кольцо, 7 - внешняя камера, 8 - внутренняя камера, 9 - пересеченные нерастяжимые кольца, 10 - опоясывающие нерастяжимые кольца пояса радиальных шин, 11 - шипы с раздвоенными и поперечными окончаниями, 12 - воздухопроводы, 13 - вентиль, 14 и 15 - управляющие камеры, 16 - механизмы синхронного изменения объема и давления в камерах, а-вид с боку, б-вид спереди

Принцип работы данного устройства следующий: через вентили 13 и воздухопроводы 12 создается необходимое давление воздуха на корды 2 в основной внешней камере 7 и большее давление на корды 5 во внутренней камере 8. Изменение давления воздуха влияет на звенья шипов 11. Всё зависит от давления в камерах 7 и 8. Совтягиванием соединительных звеньев 11 и уменьшением их расстояния до внутреннего нерастяжимого кольца 6, занятием криволинейного положения кордами 5 внутренней камеры 8 с преодолением силы натяжения корды 2 камеры 7, с занятием ими более вогнутого положения и более волнистой поверхности

около соединительных звеньев 11. Нерастяжимые кольца 9 приобретают больший изгиб в радиальной плоскости качения с уменьшением длины их окружности.

Для изменения выпуска шипов 11 поступает команда различными возможными способами (ручным или автоматическим), что влияет на объем воздуха в управляющих камерах 14 и 15 исполнительным механизмом 16, что приводит к уменьшению давления  $P$  во внутренней камере 8 с сохранением давления во внешней камере 7. Таким образом осуществляется регулирование выхода шипов 11 в зависимости от дорожных условий.

Вывод по рассматриваемому устройству следующий, надёжность данного устройства похвальна, но шипы всё также могут вылететь при езде по разбитой дороге. Шипы будут эффективны при накатанном снеге, но не при гололёде. Единственным неудобством является сложность в установке данного механизма в шину [1].

## 2. УСТРОЙСТВО ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ ДЛЯ КОЛЕСА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА.

Особенностью данного устройства является то, что незначительными поворотами сегментного диска достигается одновременная работа зацепов в формировании тяговой способности колеса, что сокращает время перевода устройства из рабочего в транспортное положение и наоборот.

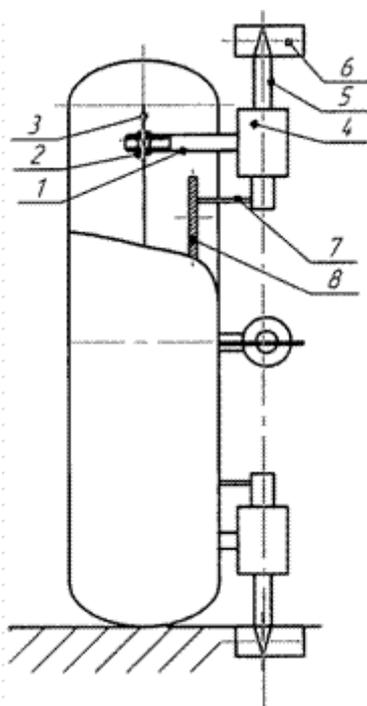


Рис.2 Устройство противоскольжения для колеса транспортного средства

Само устройство представляет собой ось 1, прикрепленной к диску колеса гайками 2, а также фиксирующей состояние трапецидальной щекой 3, направляющей втулки 4. Внизу стойки 5 прикреплен грунтозацеп 6, а наверху - палец 7. Диск содержит пазы 8 благодаря которым фиксатор достигает нужного положения диска при движении трактора. Длина паза зависит от высоты грунтозацепа, а угол поворота зависит от количества зацепов.

Данное устройство работает так, когда транспортное средство находится на почве или грунте, устройство находится в транспортном положении. При этом тяговая способность колеса создается из-за результата взаимодействия шины с почвой. В зависимости от величины буксования движителя, поворотом сегментного диска 8 относительно оси колеса, а также фиксацией его в конкретном состоянии, устройством осуществляется переход зацепа в рабочее состояние, вследствие перемещения пальца 7 по волнообразному пазу диска 8, возрастает уровень подъема зацепа 6. Это предоставляет возможность участвовать зацепу устройства в формировании тяговой способности колеса.

Вывод по данному устройству: надёжность данного устройства удовлетворительна, так как шипы данного устройства крайне громоздкие. Эффективность данного устройства отличная, так как позволяют эффективно передвигаться не только по снегу, но и по грунту и бездорожью. Удобство в использовании данного устройства удовлетворительна, так как установить данный механизм можно далеко не на все транспортные средства [2].

### 3. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ КОЛЕСО С ВЫДВИЖНЫМИ ГРУНТОЗАЦЕПАМИ.

Данное устройство представляет собой вспомогательное колесо с выдвижными зацепами которое позволяет увеличить проходимость транспортного средства, повысив его тягово-сцепные свойства при выполнении энергозатратных работ.

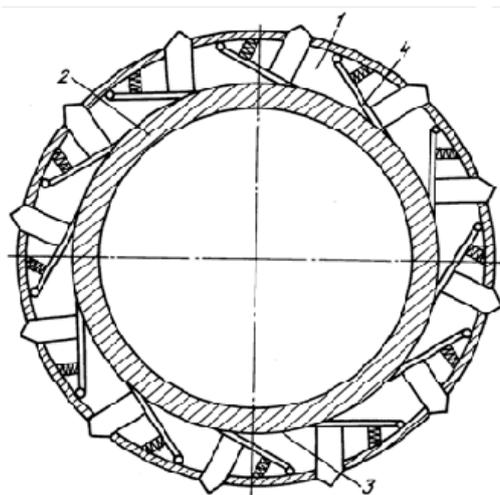


Рис.3 Вспомогательное колесо с выдвижными грунтозацепами

Механизм включает в себя колесо 1, сделанное из легкосплавного материала в виде пустотелого равнорадимального колеса барабанного типа, которое складывается из пневматической камеры 2, предохранительного металлизированного прорезиненного кольца 3, размещенного снаружи пневматической камеры 2 перед плечевым рычагом 4. Плечевой рычаг 4 с помощью шарнира закреплен на внутреннем краю наружней периферии колеса 1. В точке 1/3 общей длины плечевого рычага поставлена возвратная пружина, выдвижные грунтозацепы размещены напротив направляющих отверстий, на ободе колеса 1 сделаны отверстия фиксации выдвижных грунтозацепов, колесо зафиксировано на диске главного колеса транспортного средства с помощью конструкционных отверстий и болтов крепления. На центральной наружной части колеса сделана технологическая крышка. Колесо соединено с кабиной транспортного средства через пневмопривода, в котором поставлен пневмокран регулирования и подачи давления воздуха.

Работа устройства: когда транспортное средство выезжает на грунт, то водитель через тумблер в кабине подаёт воздух под давлением в пневматическую камеру колеса, при этом пневматическая камера начинает расширяться, действуя на плечо рычага 4. Далее радиально выходят грунтозацепы на длину, которая позволяет двигаться без пробуксовки. Выдвижные грунтозацепы могут фиксироваться шпилькой в отверстиях в целях придания механизму больше упругости.

Надёжность данного устройства удовлетворительна поскольку данная конструкция является довольно громоздкой и требует подключения к пневмосистеме транспортного средства. Эффективность данного устройства отличная, так как позволяет продвигаться по бездорожью и грунту. Удобство в использовании данного механизма удовлетворительное. Установка данного устройства слишком сложна [3].

По итогу рассмотрения трёх устройств по совокупности всех преимуществ и недостатков нами выявлено, что самым лучшим устройством по повышению сцепных свойств транспортного средства является шина с выдвижными шипами.

#### Список источников

1. Патент 2472635 РФ, В60С11/16 В60В15/26. Шина с выдвижными шипами. [Текст] / Юркин Владимир Ильич (РФ). – Оpubл. 20.01.2013.
2. Патент 2402428 РФ, В60В15/26. Вспомогательное колесо с выдвижными грунтозацепами. [Текст] / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов (РФ). – Оpubл. 27.10.2010.
3. Мингалимов Р. Р., Мусин Р.М., Рахматуллин Р.А. Методы повышения тягово-сцепных свойств МТА с колёсным трактором класса 1,4 на вспашке // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. – Самара, 2005. – с. 53-56.

#### References

1. Patent 2472635 RF, В60С11/16 В60В15/26. Tire with retractable studs. [Text] / Yurkin Vladimir Ilyich (RF). – Published. 01/20/2013. (in Russ.).
2. Patent 2402428 RF, V60V15/26. Auxiliary wheel with retractable grouser flails. [Text] / S.V. Shitov, E.E. Kuznetsov (RF). – Published. 10/27/2010. (in Russ.).
3. Mingalimov R. R., Musin R.M., Rakhmatullin R.A. Methods for improving the traction properties of MTA with a class 1 wheeled tractor,4 in plowing // Actual problems of agricultural science and education: a collection of scientific papers of the II International Scientific and Practical Conference. – Samara, 2005. – p. 53-56 (in Russ.).

#### Информация об авторах

Р.Р. Мингалимов – кандидат технических наук, доцент;

А.А. Абрамов – студент.

#### Information about the authors

R.R. Mingalimov – candidate of technical sciences, associate professor;

A.A. Abramov – student.

#### Вклад авторов:

Мингалимов Р.Р. – научное руководство;

Абрамов А.А. – написание статьи.

#### Contribution of the authors:

Mingalimov R.R. – scientific guidance;

Abramov A.A. – writing articles.

Тип статьи обзорная

УДК 629.1.02

### ВИДЫ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА

Руслан Рустамович Мингалимов<sup>1</sup>, Ангелина Александровна Меркушова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>mrr63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

<sup>2</sup>angelinamerk7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3975-2870>

*Некачественная очистка топлива вызывает износ топливной аппаратуры, в связи с чем проведён анализ фильтров очистки топлива от примесей и механического мусора.*

**Ключевые слова:** фильтр, очищение, устройство, транспортное средство.

**Для цитирования:** Мингалимов Р. Р., Меркушова А. А. Виды устройств для очистки топлива // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 127-130.

## TYPES OF DEVICES FOR FUEL PURIFICATION

**Ruslan R. Mingalimov<sup>1</sup>, Angelina A. Merkusheva<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>mrr63@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

<sup>2</sup>angelinamerk7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3975-2870>

*Poor-quality fuel purification causes wear if fuel equipment in this regard, an analysis of fuel purification filters from impurities and mechanical debris was carried out, to reduce wear and tear.*

**Keywords:** filter, purification, device, vehicle.

**For citation:** Mingalimov R.R. & Merkusheva A.A. (2023). Types of devices for fuel purification. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 127-130). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Невзирая на постоянное увеличение стандартов качества, в бензиновом и дизельном топливе практически постоянно содержатся механические примеси, а также засорения (частицы коррозионных образований, грязи), присутствие которых отрицательно отражается в работе двигателя транспортного средства. С целью их ликвидации, а кроме того, с целью защиты системы от попадания воды (конденсата) в камеру сгорания применяются топливные фильтры. Отсутствие топливных фильтров вызывает досрочный изнашивание топливного насоса, и форсунок системы питания двигателя.

В данной статье мы рассмотрим несколько видов фильтров.

**ФИЛЬТР ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ТОПЛИВА МНОГОКРАТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.**

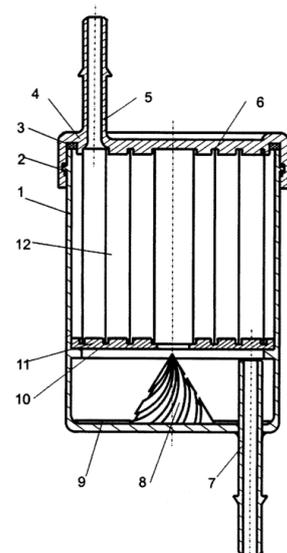


Рис.1. Фильтр тонкой очистки

Данное устройство относится к сфере деятельности двигателестроения, а конкретно к фильтрам очистки топлива в ДВС. Этот фильтр тонкой очистки топлива, содержащий крышку

4 вместе с входным штуцером 5, блок-корпус 1 с фильтрующим компонентом 12, а также выходным штуцером 7. Крышка 4 содержит отверстие 3, в который вставлена изолирующая прокладка. Внутри корпуса в нижней части имеется буртик, на который установлена перегородка 11 с отверстием в центре, на верхней ее поверхности в пазы 10 вставлен фильтрующий элемент 12, заканчивающаяся в центральной части цилиндром. Технический итог – предоставление надежной герметизации, многократное использование фильтра.

Когда двигатель работает, топливо поступает в фильтр, через боковые плоскости бумажного фильтрующего элемента 12. Топливо проходя через циклоидуприобретает ускорение. Частицы загрязнения липнут к плоскости циклоиды под воздействием центробежной силы. Благодаря этому топливо частично фильтруется через стенки, а часть продвигается к цилиндру. Далее через отверстие, которое находится в перегородке 11 переходит в дополнительную направляющую плоскость 8, передвигаясь по дуговидным пазам начинает воздействовать центробежная сила, тем самым твёрдые включения отбрасываются на рёбра 9. Подобным способом совершается двухступенчатая очистке горючего. Частицы загрязнений оседают на дно.

Эта система фильтра гарантирует прочную изоляцию в участке соединения фильтр-патрона, а также крышки, высококачественную фильтрацию топлива, неоднократное использование фильтра. Замена подлежит бумажный фильтрующий элемент [1].

#### ТОПЛИВНЫЙ ФИЛЬТР.

Устройство относится к жидкостным фильтрам. Цель данного устройства очистка нефти, бензина, керосина, спирта и так далее. Данный фильтр может очистить от воды, различных примесей, механического мусора.

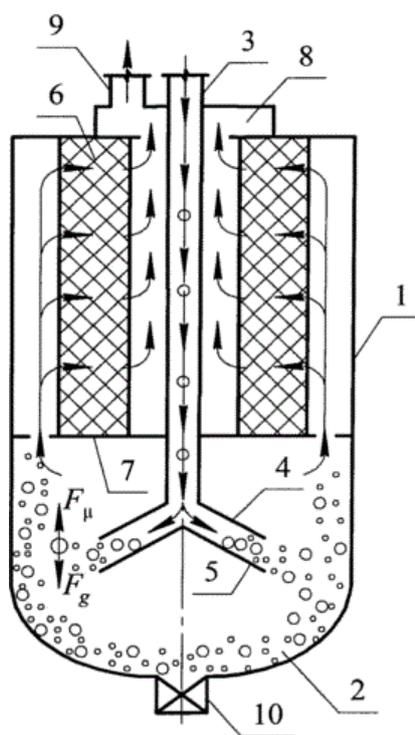


Рис.2. Топливный фильтр

Топливный фильтр состоит из корпуса 1 вместе с отстойной областью 2, замкнутой сливной пробкой 10, а также впускным трубопроводом 3. Перегородка 7 находится внутри корпуса 1, она же является опорой, которая так же является фильтрующим элементом 6. Фильтрующий компонент выполнен из пенополиуретана. Дефлектор 4 находится на конце трубопровода, там же находится конический успокоитель 5. Выпускной трубопровод 9 существует ради отвода фильтрата. На выходе кольцевого канала с целью отвода очищенного топлива установлен коллектор 8, далее топливо отводится через выпускной трубопровод 9 [2].

Работа топливного фильтра. По трубопроводу 3, топливо поступает в щелевой конический канал, основанный коническим дефлектором 4, а также успокоителем 5. На успокоителе 5 топливо стремительно меняет направление движения, а крупнодисперсные частички механических примесей и микрокапли воды, передвигаясь по инерции, осаждаются на поверхность конического успокоителя 5, далее по нему отводятся в отстойный участок 2. Топливо при выходе с дефлектора 4 вновь изменяет направление вместе с резким изменением скорости движения. Неосажденные на успокоителе 5 частички загрязнений и воды по инерции передвигаются к стенкам корпуса 1, далее отводятся в отстойную зону 2[3].

Мы рассмотрели несколько видов устройств для очистки топлива, которые не допускают попадания механических примесей и разнообразных частиц в топливо транспортного средства, что приводит к уменьшению износа топливного насоса и остальных частей топливной системы.

#### **Список источников**

1. Патент 2591370 РФ, F02M 37/22, B01D 36/04. Фильтр тонкой очистки топлива многократного использования. [Текст] / Семенов Александр Алексеевич (RU), Грабовский Александр Андреевич (RU), Торопцев Иван Петрович (RU) – Оpubл. 20.07.2016

2. Мингалимов Р. Р., Мусин Р.М., Рахматуллин Р.А. Методы повышения тягово-сцепных свойств МТА с колёсным трактором класса 1,4 на вспашке // Актуальные проблемы сельскохозяйственной науки и образования: сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. – Самара, 2005. – с. 53-56.

3. Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для автотрансп. техникумов.

#### **References**

1. Patent 2591370 RF, F02M 37/22, B01D 36/04. Reusable fuel fine filter. [Text] / Semenov Alexander Alekseevich (RU), Grabovsky Alexander Andreevich (RU), Toroptsev Ivan Petrovich (RU) – Publ. 07/20/2016 (in Russ.).

2. Mingalimov R. R., Musin R.M., Rakhmatullin R.A. Methods for improving the traction properties of MTA with a class 1 wheeled tractor,4 in plowing // Actual problems of agricultural science and education: a collection of scientific papers of the II International Scientific and Practical Conference. - Samara, 2005. – p. 53-56. (in Russ.).

3. Khodosh M.S. Freight road transport: A textbook for road transport. techies. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

Р.Р. Мингалимов – кандидат технических наук, доцент;

А.А. Меркушова – студент.

#### **Information about the authors**

R.R. Mingalimov – candidate of technical sciences, associate professor;

A.A. Merkushova – student.

#### **Вклад авторов:**

Мингалимов Р.Р. – научное руководство;

Merkushova A.A. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Mingalimov R.R. – scientific management;

Merkushova A.A. – writing articles.

Научная, обзорная статья  
УДК 656.131

## УСИЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ КУЗОВА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Сергей Валерьевич Тимофеев<sup>1</sup>, Алена Викторовна Алексеева<sup>2</sup>,  
Валентин Александрович Кадаргалиев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия*

<sup>1</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0000-0003-1877-5499>

<sup>2</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-0273-3499>

<sup>3</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-6269-1489>

*В статье рассмотрены факторы оказывающие влияние на уменьшение жесткости кузова автомобиля в период его эксплуатации. Рассмотрены различные способы увеличения жесткости кузова легковых автомобилей, применение которых позволяет повысить как жесткость кузова в целом, так и различных его элементов, снизить усталостные напряжения в кузове автомобиля, возникающие при его эксплуатации и как следствие увеличить его ресурс в целом.*

**Ключевые слова:** кузов, жёсткость кузова, легковые автомобили, усиление жесткости кузова, модернизация кузова.

**Для цитирования:** Тимофеев С. В., Алексеева А. В., Кадаргалиев В. А. усиление жесткости кузова легковых автомобилей // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 131-135.

## STRENGTHENING THE BODY OF PASSENGER CARS

Sergey V. Timofeyev<sup>1</sup>, Alena V. Alekseyeva<sup>2</sup>, Valentin A. Kadargaliyev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia*

<sup>1</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0000-0003-1877-5499>

<sup>2</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-0273-3499>

<sup>3</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-6269-1489>

*The article considers the factors influencing the decrease in the rigidity of the car body during its operation. Various ways of increasing the rigidity of the car body are considered, the use of which makes it possible to increase both the rigidity of the body as a whole and its various elements, reduce fatigue stresses in the car body that occur during its operation and, as a result, increase its service life as a whole.*

**Keywords:** body, body rigidity, cars, body rigidity strengthening, body modernization.

**For citation:** Timofeyev, S.V., Alekseyeva A.V. & Kadargaliyev, V.A. (2023). Strengthening the body of passenger cars. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 131-135). Kinel: PLC Samara SAU (inRuss).

Кузов легкового автомобиля является его неотъемлемой частью, поскольку без кузова, собственно, не было бы и самой машины. Кузов наряду с подвеской выполняет роль

демпфирования возникающих перед автомобилями неровностей и препятствий. С каждым годом эксплуатации автомобиля, его кузов неизбежно теряет свою жёсткость, это происходит из-за накапливающейся со временем усталости металла.

Усталость металла – необратимый процесс постепенного накопления повреждений под действием знакопеременных (часто циклических) напряжений, приводящий к изменению его свойств, образованию микро трещин, их дальнейшему развитию и разрушению металла за период эксплуатации. С каждым годом, с каждым проеденным километром усталость металла растёт и со временем жесткий кузов становится мягким, "играющим". Сильнее всего это заметно в тюнингованных и высоко форсированных автомобилях. [1]

Кузов автомобиля с накопленными усталостными напряжениями заметно снижает точность управления в поворотах. Ослабленная силовая структура кузова будет приводить к прохождению поворотов автомобиля с задержкой, по причине замедления реакции конструкции машины. Ослабленный металл в местах крепления элементов подвески будет вызывать рассогласованность в работе задней и передней подвесок. От постоянного действия сил скручивания происходит быстрое старение кузова, что в дальнейшем приведет к разрыву металла кузова в зоне сварных швов.

Изначальная жесткость кузова автомобилей разная и зависит она от следующих факторов: во-первых от типа кузова автомобиля, во вторых от самой конструкции кузова – у разных кузовов есть свои слабые места, у некоторых автомобилей их меньше, у некоторых больше. Самую большую жесткость имеет кузов типа купе, затем по степени убывания четырехдверный седан, трехдверный хэтчбек, пятидверный хэтчбек. Наибольшей степени "скручивания" подвержены минивены и универсалы. Таким образом, чем меньше у машины эксплуатационных дверных проемов и чем кузов меньше по размеру – тем она жестче. [2]

Жесткость кузова на кручение – величина, характеризующая прочность кузова автомобиля, его долговечность, а также пассивную безопасность. Также от жесткости кузова в небольшой степени зависит и управляемость автомобилей, поэтому спортивные автомобили, имеющие в своей основе углепластиковый монокок или алюминиевую каркасно-панельную конструкцию, обладают наибольшими показателями по данной величине. Минимальной жесткостью кузова на кручение, значения которой представлены в таблице 1, обладают кабриолеты или рамные внедорожники и пикапы. Жесткость кузова на кручение как и любая единица измерения имеет свою размерность и измеряется в Нм/град, реже – в Кгм/рад. [1,3]

Таблица 1

Жесткость кузова на кручение автомобилей различных марок

Модель	Жесткость (Нм/гр)
Koenigsegg Agera R	65000
BA3-21106 (спортивный)	51800
Bugatti Veyron	50000
Audi A8 D4	45000
Porsche Cayman 981	42000
Mercedes S-Class W222	40500
Rolls-Royce Phantom	40500
Audi R8	40000
Lexus LFA	39130
BMW 7 series F01	37500
BMW F10	37500
VW Phaeton	37000

Высокая степень жёсткости кузова влечет за собой улучшение управляемость и информативность управления автомобилем. Радикальным методом повысить жесткость кузова до максимума является установка силового трубчатого каркаса (каркас безопасности) путем проварки его в точках крепления элементов подвески и силовой структуры кузова автомобиля (рисунок 1).

Данный способ позволяет максимально повысить жёсткость кузова легкового автомобиля и нашел свое применение в автоспорте. Однако применять такой способ усиления кузова для гражданских автомобилей не целесообразно как финансово, так и эстетически, в связи с чем, для усиления жёсткости кузова гражданских автомобилей, нашли применение другие приспособления, пришедшие также из автоспорта – распорки или растяжки. Рассмотрим наиболее распространенные их виды.[4]



Рисунок 1. Трубчатый каркас безопасности

Растяжка передних стоек — элемент силовой структуры крепления стоек передней подвески (рисунок 2). Такие растяжки — самый распространённый вид усиления структуры кузова, его плюсы неоспоримы – простота монтажа, невысокая цена, визуальная привлекательность и достаточно сильное увеличение жесткости передней части кузова автомобиля. Назначение данных растяжек — снизить деформацию и перемещение передних стоек кузова при повороте автомобиля. Результат установки зависит от конструктивных особенностей кузова автомобиля.



Рисунок 2. Растяжка передних стоек

Нижняя растяжка рычагов передней подвески (рисунок 3) – уменьшает перемещение кронштейна крепления рычага передней подвески, снижает усталостные напряжения, возникающее в кронштейнах рычага и соединителе передних лонжерона. Растяжка забирает часть нагрузки на себя, уводит передние элементы кузова из зоны высоких напряжений. В итоге, после ее установки улучшается управляемость, устойчивость и увеличивается срок службы передних лонжеронов кузова автомобиля.



Рисунок 3. Нижняя растяжка рычагов передней подвески



Рисунок 4. Растяжка задних стоек

Растяжка задних стоек уменьшает перемещение задних стаканов, увеличивает общую жесткость кузова. После ее установки происходит: улучшение управляемости, устойчивости. Задняя растяжка дает эффект лишь в том случае, если она закреплена за силовые элементы кузова, а не за промежуточные элементы (кронштейны крепления сидений, например). Задняя растяжка, тоже достаточно легко устанавливается и демонтируется, но есть и отрицательные стороны: во первых уменьшается место в грузовом отсеке, во-вторых— задняя распорка может увеличить недостаточную поворачиваемость особенно если задняя часть машины укреплена силовыми элементами.



Рисунок 4. Подрамник передней подвески

Подрамник передней подвески – выполняет сразу несколько функций. Прежде всего подрамник и опора подвесок, которая устанавливается в передней части машины, защищает силовой агрегат от ударов снизу. [5]

Подрамник может устанавливаться на раму, а в безрамных автомобилях может устанавливаться отдельно, частично выполняя функции рамы. В некоторых автомобилях, может не оказаться ни рамы, ни подрамника, тогда усиливающими элементами конструкции будут выступать лонжероны. Именно к подрамнику, а не к кузову, крепятся рычаги подвески, штанги стабилизатора поперечной устойчивости, опора двигателя и рулевого механизма. Кроме того, подрамник соединяет между собой элементы подвески. Благодаря установке подрамника, кузов становится более жестким, следовательно, уменьшается его резонанс и вибрация. А значит и уровень шума в салоне снижается. С помощью подрамника улучшается устойчивость и управляемость автомобиля.

### Список источников

1. Зузов В.Н., Сулегин Д.А. Исследование влияния на энергоёмкость основных силовых элементов кузова автомобиля в зоне бокового удара. Вестник ЮУрГУ. Сер. Машиностроение, 2020, т. 20, № 4, с. 20-34.
2. Влияние подвески на управляемость АТС / И. В. Ходес, НгуенТхе Мань // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2010. – № 2. – С. 89-96.
3. Вдовин Д.С. Метод топологической оптимизации в задачах проектирования безопасных кабин сельскохозяйственной и строительной техники. Известия МГТУ МАМИ, 2018, № 4 (38), с. 21-29.
4. Гончаров Р.Б., Зузов В.Н. Определение критериев выбора параметров материала наполнителя в несущих тонкостенных конструкциях каркасного типа применительно к задачам пассивной безопасности автомобилей. Инженерный журнал: наука и инновации, 2019, вып. 4.
5. Сулегин С.А. Оптимизация конструкции основания кузова грузопассажирского автомобиля в целях повышения энергоёмкости при боковом ударе. Инженерный журнал: наука и инновации, 2021, вып. 2.

### References

1. Zuzov V.N., Sulegin D.A. Investigation of the influence on the energy intensity of the main power elements of the car body in the side impact zone. Bulletin of SUSU.Ser. Mechanical engineering, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 20–34. (in Russ.).
2. Influence of the suspension on the controllability of the vehicle / I.V. Hodes, Nguyen TheManh // News of higher educational institutions. Volga region.Technical science. – 2010. – No. 2. – pp. 89-96. (in Russ.).
3. Vdovin D.S. The method of topological optimization in the problems of designing safe cabins for agricultural and construction equipment. News of MSTU MAMI, 2018, No. 4 (38), pp. 21-29. (in Russ.).
4. Goncharov R.B., Zuzov V.N. Determination of the criteria for choosing the parameters of the filler material in the load-bearing thin-walled structures of the frame type in relation to the tasks of the passive safety of cars. Engineering Journal: Science and Innovation, 2019, no. 4.
5. Sulegin S.A. Optimization of the design of the base of the body of a cargo-passenger car in order to increase the energy intensity in case of a side impact. Engineering Journal: Science and Innovation, 2021, no. 2. (in Russ.).

### Информация об авторах

С.В. Тимофеев – кандидат технических наук, преподаватель колледжа;

А.В. Алексеева – студент;

В.А. Кадаргалиев – студент.

### Information about the authors

S.V. Timofeyev – Candidate of Technical Sciences, College Teacher;

A.V. Alekseyeva – student;

V.A. Kadargaliyev – student.

### Вклад авторов:

Тимофеев С.В. – научное руководство, написание статьи;

Алексеева А.В. – написание статьи;

Кадаргалиев В.А. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Timofeyev S.V. –scientific guidance, writing an article;

Alekseyeva A.V. – writing an article;

Kadargaliyev V.A. –writing an article.

Научная, обзорная статья  
УДК 631.331

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

**Юрий Викторович Комаров<sup>1</sup>, Егор Никитич Надворный<sup>2</sup>,  
Диана Владиславовна Летучева<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> *Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия*

<sup>1</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0001-7455-575X>

<sup>2</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0007-2828-3638>

<sup>3</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-1090-0963>

*В статье представлен анализ факторов оказывающих влияние на качество работы после модернизации подвески. Рассмотрены мероприятия по модернизации подвески как в процессе ремонта, так и в период эксплуатации. Представлены виды модернизации подвески автомобиля, применение которых в эксплуатационный период, способствует повышению качества её работы в целом.*

**Ключевые слова:** модернизация, подвеска, демпфирование подвески, кинематика подвески, жесткость подвески.

**Для цитирования:** Комаров Ю. В., Надворный Е. Н., Летучева Д. В. Модернизация подвески легкового автомобиля // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 136-139.

## CAR SUSPENSION MODERNIZATION

**Yuriy V. Komarov<sup>1</sup>, Yegor N. Nadvornyy<sup>2</sup>, Diana V. Letucheva<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> *Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia*

<sup>1</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0001-7455-575X>

<sup>2</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-0273-3499>

<sup>3</sup><https://www.sgau.ru>, <https://orcid.org/0009-0005-1090-0963>

*The article presents an analysis of the factors influencing the quality of work after the modernization of the suspension. Measures for the modernization of the suspension both in the process of repair and during operation are considered. The types of modernization of the car suspension are presented, the use of which during the operational period improves the quality of its work as a whole.*

**Keywords:** modernization, suspension, suspension damping, suspension kinematics, suspension stiffness.

**For citation:** Komarov, Y.V., Nadvornyy, Y.N. & Letucheva, D.V. (2023). Car suspension modernization. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 136-139). Kinel: PLC Samara SAU (inRuss).

Подвеска играют решающую роль при управлении автомобилем. Основная ее задача заключается в обеспечении плотного и постоянного контакта шин с дорогой, а также дополнительно она отвечает за динамику, проходимость и амортизацию. Зачастую заводские параметры подвески направлены на плавную амортизацию и при активной езде не обеспечивают

должным образом устойчивость автомобиля. Для улучшения устойчивости автомобиля при активном маневрировании автолюбители прибегают к её модернизации. Качественно проведенная модернизация подвески позволяет эффективно поглощать дорожные неровности даже при скоростной езде.

Рассматривая подвеску автомобиля, можно выделить 3 основных фактора, влияющих на контакт колес с дорогой:

- демпфирование – противостояние к колебаниям после преодоления неровностей;
- кинематика – достижение оптимального положения колес относительно поверхности трассы;
- угловая жесткость – распределение нагрузки между колесами в целях противостояния угловым колебаниям.

В связи с чем существует три основных направления тюнинга подвески легковых автомобилей: демпфирование, увеличение жесткости и изменение угловой жесткости.

Демпфирование подвески направлено на увеличение ее жесткости. При этом оно помогает предотвратить быстрое распрямление пружин, происходящее после проезда неровностей. Это неприятное явление может привести к неоднократному отскоку колеса от поверхности дороги, дать ему выполнять свои функции – обеспечить устойчивость и управляемость автомобиля. Принцип работы амортизатора таков, что создаваемые им усилия зависят от скорости перемещения его штока. Чем больше эти усилия, тем быстрее перемещается колесо относительно кузова.

Установка более жестких амортизаторов помогает бороться с данной проблемой и делает управляемость авто лучше. Такие детали могут быть как дорогими, так и доступными по цене. При их установке необходимо помнить, что комфортабельность авто заметно ухудшится. Его ход больше не будет плавным и мягким, как раньше. Выбор амортизаторов будет зависеть от стиля езды водителя.

Тюнинг подвески автомобиля обычно предполагает увеличение ее жесткости. Это достигается не только установкой более жестких амортизаторов, но также заменой пружин и сайлентблоков. Вместо штатных, должны быть установлены детали повышенной жесткости. Для этой цели потребуется замена колес. Необходимо подобрать диски большего радиуса, а также приобрести низкопрофильную резину. Все это сделает подвеску жестче, а управляемость – лучше. Таким авто будет проще управлять на большой скорости, проходить крутые повороты.

Изменение угла жесткости колес важно для прохождения крутых поворотов на большой скорости. В таких условиях многие автомобили с обычной подвеской испытывают заметный крен. Это небезопасно. Поэтому приходится снижать скорость перед поворотом. Стабилизаторы поперечной устойчивости, обладающие повышенной жесткостью, способны предотвратить крен машины в повороте. Можно установить и сдвоенные стабилизаторы. Эти элементы обычно дорогие (Рисунок 1).

Кинематика требует улучшения, если в траектории движения колес наблюдаются отклонения. Конечно, не все водители способны замечать раскачивания подвески. Но это негативно отразится в управляемости машины.



Рисунок 1. Жесткие рычаги

Для преодоления последствий нарушенной кинематики нужно добиться резкого увеличения жесткости подвески. Таким образом, можно добиться оптимального изменения углов установки колес во время отбоя и сжатия. По крайней мере, удастся уменьшать ее диапазон.

В этом случае, помимо индивидуально выбранного амортизатора, требуется установка жестких и коротких пружинных систем.

Тюнинг приводит к уменьшению клиренса и ровному распределению нагрузок на колеса в процессе:

- торможения;
- разгона;
- поворотных движений.

Таким образом, улучшается управляемость машиной. При этом дополнительно может потребоваться замена заводских сайлентблоков, которые допускают произвольное перемещение колес по всем направлениям. В подобных условиях, рекомендуется установить полиуретановых или стальных сферических шарниров со значительной жесткостью.

Апгрейд подвески автомобилей с передним приводом без исключений требует замены растяжки стандартного класса. В этой ситуации, стандартную резину необходимо заменять с низкопрофильной шиной. Так как они надежно цепляются за асфальтным покрытием трассы. После проведения всех вышеописанных манипуляций, необходимо заменить рычаг передней подвески на более жёсткий вариант, так как обычные изделия будут подвергаться деформации во время более агрессивной эксплуатации. Установка полноценного жесткого подрамника с треугольными рычагами повысит коэффициент устойчивости автомобиля в поворотах на скорости (Рисунок 2).

В результате установки растяжек к задней подвеске можно добиться усиления контакта рычага с центральной балкой. Во время движения по дуге, нагрузка, поступающая на внешнее колесо, поворачивает его в противоположное направление повороту. Это поможет преодолеть недостаточную поворачиваемость автомобиля.

Для улучшения устойчивости автомобиля в поворотах, угол кастера рекомендуется увеличивать. А для придания отрицательного угла развала, задних колес устанавливаются «домиком». Так можно добиться повышенной устойчивости автомобиля в крутых поворотах.



Рисунок 2. Подрамник и треугольные рычаги

Угловой жесткостью называется – показатель противостояния автомобиля колебаниям, возникающим во время поворота. После поворачивания руля, машина оказывается под влиянием центробежной силы. Она искривляет траекторию движения. В результате крена увеличивается нагрузка на внешние колеса.

Нагрузочная сила направляется на колесо с подвеской, имеющей наибольшую угловую жесткость. Максимальное прижатие к дороге способствует развитию значительной боковой силы. При высокоскоростной езде, колесо, принимающее самую большую нагрузку, теряет сцепление с дорожной поверхностью. Несущая способность передних колес ось приводит

к сносу вперед, машина поедет прямо. А когда колесо находится на задней оси, то произойдет занос.

Стабилизаторы поперечной устойчивости позволяют усиливать подвеску. Однако эффективного результата стоит ожидать, после правильного выбора соотношения их жесткости. Усиление заднего механизма делает машину более устойчивой в поворотах, что усложняет выдерживание траектории. А мощность переднего стабилизатора воздействует наоборот. Поворачивать автомобиль куда-либо будет непросто.

#### Список источников

1. Подвеска Мак-Ферсона. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ustroistvoavtomobilya.ru/podveska/podveska-mcpherson-nedostatki-i-preimushhestva/>
2. Вахламов В.К, Автомобили: основы конструкции: Учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.
3. Кузьмин Ю.А. Антонов И.С. Конструирование и расчет автомобиля. Организация курсовой работы: Методические указания. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 23 с.
4. Турбин И.В., Доронкин В.Г. Тюнинг подвески и эксплуатационные свойства автомобиля. Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции / МНИЦ ПГАУ. - Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – с. 63-67.
5. Доронкин В.Г., Кудинова Г.Э., Курилова А.А. К вопросу эффективности автомобильного тюнинга // Азимут научных исследований: экономика и управление – 2016 г. Том 5 № 4 (17). – С. 140-143.

#### References

1. MacPherson suspension. [Electronic resource] - Access mode: <http://ustroistvoavtomobilya.ru/podveska/podveska-mcpherson-nedostatki-i-preimushhestva/> (in Russ.).
2. Vakhlamov V.K. Cars: the basics of design: A textbook for students of higher educational establishments. – M.: Publishing Center "Academy", 2004. - 528 pp. (in Russ.).
3. Kuzmin Yu.A. Antonov I.S. Design and calculation of the car. Organization of course work: Guidelines. - Ulyanovsk: UIGTU, 2008. – 23 pp. (in Russ.).
4. Turbin I.V., Doronkin V.G. Suspension tuning and performance properties of a car. Cities of Russia: problems of construction, engineering support, landscaping and ecology: collection of articles of the XIX International Scientific and Practical Conference / MSRC PGU. – Penza: RIO PGU, 2017. - pp. 63-67. (in Russ.).
5. Doronkin V.G., Kudinova G.E., Kurilova A.A. On the issue of the effectiveness of car tuning // Azimuth of scientific research: economics and management - 2016, Vol. 5 No. 4 (17). – p. 140-143. (in Russ.).

#### Информация об авторах

Ю.В. Комаров – кандидат технических наук, доцент;

Е.Н. Надворный – студент;

Д.В. Летучева – студент.

#### Information about the authors

Y.V. Komarov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

E.N. Nadvorniy – student;

D.V. Letucheva – student.

#### Вклад авторов:

Тимофеев С.В. – научное руководство, написание статьи;

Надворный Е.Н. – написание статьи;

Летучева Д.В. – написание статьи.

#### Contribution of the authors:

Komarov Y.V. – scientific guidance, writing an article;

Nadvorniy E.N. – writing an article.

Letucheva D.V. – writing an article.

Тип статьи научная  
УДК 633.152.47

## РАЗРАБОТКА ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИОННОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ДЕЛЯНОЧНОГО ПОСЕВА АМАРАНТА МЕТЕЛЬЧАТОГО

Евгений Иванович Артамонов<sup>1</sup>, Иван Иванович Дик<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup> artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

<sup>2</sup> ivan.dik.19@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

*Конструкции селекционных сеялок имеют ряд недостатков. Посев амаранта метельчатого на селекционных участках имеет ряд сложностей. Разработана основа селекционной сеялки для посева амаранта метельчатого.*

**Ключевые слова:** амарант метельчатый, селекционная сеялка, конструкция.

**Для цитирования:** Артамонов Е. И., Дик И. И. Разработка основы селекционной сеялки для деланочного посева амаранта метельчатого // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 140-143.

## DEVELOPMENT OF THE BASIS OF A BREEDING SEEDER FOR THE DIVISION SOWING OF PANICULATE AMARANTH

Evgeny I. Artamonov<sup>1</sup>, Ivan I. Dick<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> artamonov.evgenij.ivanovich@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

<sup>2</sup> ivan.dik.19@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

*The designs of breeding seeders have a number of disadvantages. Sowing of paniculate amaranth on breeding plots has a number of difficulties. The basis of a breeding seeder for sowing paniculate amaranth has been developed.*

**Keywords:** paniculate amaranth, breeding seeder, construction.

**For citation:** Artamonov, E. I. & Dick, I. I. Development of the basis of a breeding seeder for the division sowing of amaranth paniculate. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 140-143). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В последние годы в России значительно увеличилось производство семян зерновых и зернобобовых культур селекционным способом. Это связано с тем, что производители стали задумываться о вреде семян, полученных генномодифицированным путем. Одним из важнейших направлений селекции является выведение и размножение новых сортов высокоурожайных культур с содержанием большого количества биологически активных соединений для использования не только в пищевой, но и фармацевтической промышленности. Одной из культур данного направления является амарант метельчатый из семейства амарантовых.

Целью данной работы является разработка основы селекционной сеялки для деланочного посева амаранта метельчатого.

Задачи:

1. Проанализировать конструкции сеялок отечественного и зарубежного производства.
2. Рассмотреть способы посева амаранта метельчатого в селекционном производстве.

### 3. Разработать основу селекционной сеялки для посева амаранта метельчатого.

Одной из первых селекционных сеялок для деляночного посева была разработанная советскими учеными СН-16 [1]. Она использовалась для рядового посева зерновых, зернобобовых и трав, кроме мелкосемянных культур. Отличается данная версия от полномасштабной не только шириной захвата, но и возможностью регулировки колеи. Однако для посева на делянках СН-16 была приспособлена слабо. Из-за больших габаритов, неточного высева и сложности в замене сортов от использования данной сеялки пришлось отказаться.

Отечественная сеялка Клен-1,5 производит рядовой посев семян по порциям. Таким образом достигается высеv без смешивания сортов [2]. Распределяются семена порционным высевающим аппаратом конического типа, который приводится в действие электрическим механизмом и ротационным дозатором семян по сошникам. Отличительной особенностью данной сеялки является блок управления, который контролирует процесс высевания. Недостатком данного высевающего аппарата является необходимость расчета количества семян для каждой делянки. Ошибка в расчёте приводит к смешиванию культур или неполному засеву делянки. Также данной сеялкой нельзя высевать мелкосемянные культуры.

Самоходные селекционные сеялка компании Plotseed изготавливают на различных рамах с различными высевающими аппаратами [3]. Они более удобны в эксплуатации и могут выполнять посев различного типа, в том числе и рядовой мелкосемянных культур. Однако из-за высокой стоимости и недоступности к приобретению использовать данные сеялки не представляется возможным.

Урожай амаранта во многом зависит от предпосевной обработка почвы [4]. Перед посевом необходимо провести ранневесеннее закрытие влаги, культивацию, выровнять и прикатать почву. Важно не иссушить и не переуплотнить почву. Способ посева зависит от целей использования амаранта. Для получения большого количества биомассы рекомендуется широкорядный посев. В селекции амарант в зависимости от сорта сажают с междурядьем 45 и 70 сантиметров. Очень важным условием является соблюдение нормы высевания для формирования оптимальной густоты посевов. Нормы высевания представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Норма высевания семян амаранта

Ширина междурядий, см	Норма высевания, кг/га
60	0,8-1,0
45	1,2-1,4
15	2,5-3,0

Использование балласта наполнителя для точного высевания семян в селекции не допустимо: всходы в рядах местами либо очень редкие, либо слишком густые.

Глубина заделки семян в почву составляет 1,5-2 сантиметра. В производственных условиях разрешается высевать глубже, до 4 сантиметров, так как менее углубленные семена ослабляются и не всходят. При более глубокой заделки семена дольше всходят. Также при более глубокой заделки возрастают шансы поражения микроорганизмами. При возделывании амаранта обязательным условием является допосевное и послепосевное прикатывание.

Селекционные делянки делятся на 4 вида в зависимости от площади: 10, 25, 50 и 100 метров квадратных. Наиболее широко распространены делянки с размерами 1x25 и 1x50 метров.

Таким образом к основе селекционной сеялки предъявляются N условий:

1. Регулировка междурядий от 15 до 70 сантиметров.
2. Ширина захвата 1 метр.
3. Соблюдение точной глубины посева.

Для соблюдения глубины заделки с погрешностью в 5 миллиметрах необходимо копировать секцией поверхность поля, то есть независимо друг от друга секции должны постоянно располагаться перпендикулярно тому отрезку поверхности поля, в которое в данный момент засыпается семя. Таким копировальным аппаратом снабжалась свекловичная

сеялка ССТ-12 (Рис 1) [5]. Высевающий аппарат данной сеялки устанавливается на тележку, которая опирается на почву при помощи двух колес, расположенных вдоль. Килевидный сошник располагается между колес на некотором расстоянии, равном глубине посева. За счет крепления тележки к раме параллелограммным механизмом тележка имеет возможность опираться на собственные колеса и копировать этим поверхность поля.

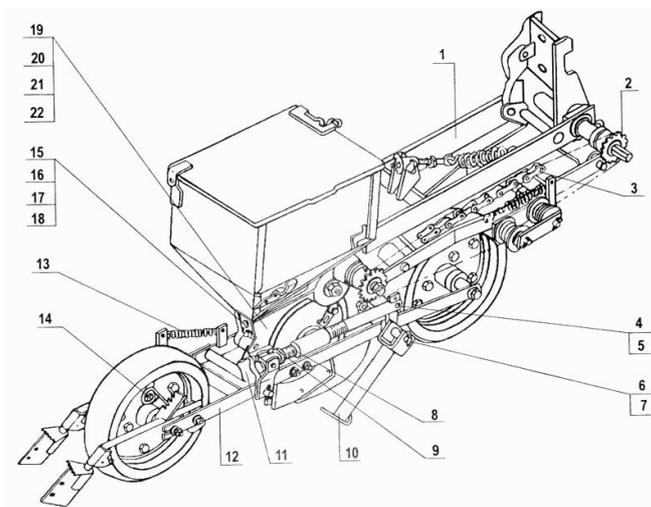


Рис. 1. Секция сеялки ССТ-126

Кроме расположения секций на раме сеялки крепится также редуктор с ведомым колесом. Так как при расчётах выяснилось, что ведомое колесо контактирует с ведущим, редуктор передвинулся на некоторое расстояние. Рама сеялки ССТ-12 представляет собой профиль квадратного сечения размером 80x80 мм. Совместно с креплением секций и данной рамой появляется возможность регулировать расстояние между секциями с помощью карданных валов разной длины. Еще одним важным фактором выбора за основу сеялки ССТ-12- универсальная навесная трехточечная система автосцепки (Рис.2).

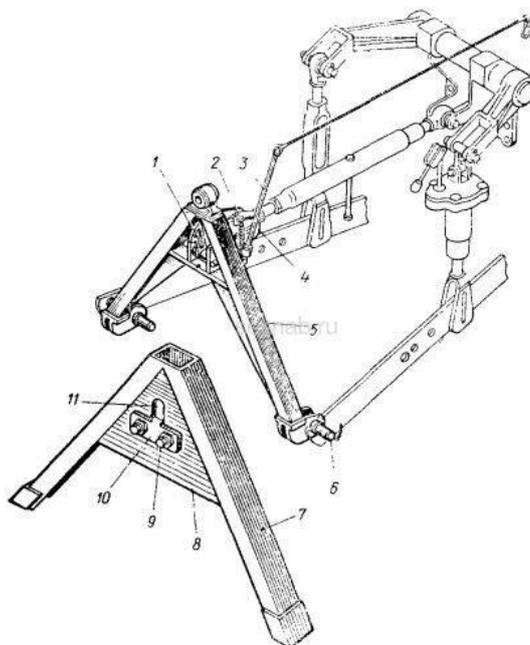


Рис. 2. Универсальная трехточечная система автосцепки навесного оборудования

Проанализированы конструкции сеялок отечественного и зарубежного производства. Рассмотрены способы посева амаранта метельчатого в селекционном производстве. Разработана основа селекционной сеялки для посева амаранта метельчатого.

### Список источников

1. Сеялка навесная СН-16М // [http://www.agro.ag/catalog/mashinj\\_dlyamehanizatsiirabot\\_v\\_selektiisortoispjtanii/seyalka\\_navesnaya\\_sn16m.html](http://www.agro.ag/catalog/mashinj_dlyamehanizatsiirabot_v_selektiisortoispjtanii/seyalka_navesnaya_sn16m.html).
2. В. Я. Гольяпин, Н. П. Мишуров. Селекционные сеялки // Машинно-технологическое обеспечение селекции и семеноводства зерновых культур 28.05.2022.
3. Селекционные сеялки сплошного посева // [https://abusgroup.com/upload/iblock/ca1/Parzellen-Drillsaemaschinefinal\\_RUS.pdf](https://abusgroup.com/upload/iblock/ca1/Parzellen-Drillsaemaschinefinal_RUS.pdf).
4. А. А. Угленюк Методические рекомендации по возделыванию амаранта на корм и семена в лесостепи среднего Поволжья // <https://pandia.ru/text/80/141/32226-3.php>.
5. М. Емелюшин Свекловичная сеялка ССТ-12Б // <https://revolution.allbest.ru/agriculture/00233243.html>.

### References

1. Seeder mounted СН-16М // [http://www.agro.ag/catalog/mashinj\\_dlyamehanizatsiirabot\\_v\\_selektiisortoispjtanii/seyalka\\_navesnaya\\_sn16m.html](http://www.agro.ag/catalog/mashinj_dlyamehanizatsiirabot_v_selektiisortoispjtanii/seyalka_navesnaya_sn16m.html).
2. V. Ya. Golyapin, N. P. Mishurov. Breeding seeders // Machine and technological support of breeding and seed production of grain crops 28.05.2022.
3. Selection seeders of continuous sowing // [https://abusgroup.com/upload/iblock/ca1 / Parzellen-Drillsaemaschine final\\_RUS.pdf](https://abusgroup.com/upload/iblock/ca1/Parzellen-Drillsaemaschine_final_RUS.pdf).
4. A. A. Uglenyuk Methodological recommendations for the cultivation of amaranth for fodder and seeds in the forest-steppe of the Middle Volga region // <https://pandia.ru/text/80/141/32226-3.php>.
5. M. Emelyushin Beet seeder SST-12B // <https://revolution.allbest.ru/agriculture/00233243.html>

### Информация об авторах

Е. И. Артамонов – кандидат технических наук, доцент;  
И. И. Дик – студент.

### Information about the authors

E. I. Artamonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
I. I. Dick – student.

### Вклад авторов

Артамонов Е. И. – научное руководство;  
Дик И. И. – написание статьи.

### Contribution of the authors

Artamonov E. I. – scientific guidance;  
Dick I. I. – writing an article.

Научная статья  
УДК 621.436

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЧАСТИ ЦИЛИНДРОВ

Антон Евгеньевич Абдулаев<sup>1</sup>, Николай Владимирович Анисимов<sup>2</sup>,  
Олег Станиславович Володько<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>abdulaevanton96@gmail.com <http://orcid.org/0009-0005-0005-1670>

<sup>2</sup>Anisimov.nickolay2016@yandex.ru <http://orcid.org/0000-0002-0691-4239>

<sup>3</sup>Volodko-75@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8478-1358>

*Проведен анализ способаснижения расхода топлива дизельными двигателями с различными системами питания отключением части цилиндров. Обоснован способ отключения части цилиндров на двигателях с системой питания непосредственного действия на режиме работы без нагрузки.*

**Ключевые слова:** двигатель, способ, отключение цилиндров, система питания, топливо.

**Для цитирования:** Абдулаев А. Е., Анисимов Н. В., Володько О. С. Повышение экономичности дизельного двигателя отключением части цилиндров // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 143-146.

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF A DIESEL ENGINE BY TURNING OFF PART OF THE CYLINDERS**

**Anton E. Abdulaev<sup>1</sup>, Nikolay V. Anisimov<sup>2</sup>, Oleg S. Volodko<sup>3</sup>**

<sup>1, 2, 3</sup> SamaraStateAgrarianUniversity, Kinel, Russia

<sup>1</sup>abdulaevanton96@gmail.com<http://orcid.org/0009-0005-0005-1670>

<sup>2</sup>Anisimov.nickolay2016@yandex.ru<http://orcid.org/0000-0002-0691-4239>

<sup>3</sup>Volodko-75@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8478-1358>

*The analysis of the method of reducing fuel consumption by diesel engines with different power systems by disconnecting part of the cylinders is carried out. The method of disconnecting a part of the cylinders on engines with a direct-acting power system in the mode of operation without load is substantiated.*

**Keywords:** engine, method, cylinder shutdown, power system, fuel.

**For citation:** Abdulaev, A.E., Anisimov, N.V. & Volodko, O.S. (2023) Improving the efficiency of a diesel engine by turning off a part of the cylinders // Problems of technical service in the agro-industrial complex 23: collection of scientific papers. (pp. 143-146). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

В настоящее время в аграрном секторе и транспортной сфере достаточно остро стоит вопрос снижения затрат на топливо-смазочные материалы, которые составляют значительную долю себестоимости продукции или услуги [1, 2]. Одним из возможных путей решения данной задачи является повышение экономичности наиболее распространенных в настоящее время дизельных двигателей. При этом добиться снижения расхода можно несколькими путями [3, 4]:

- совершенствованием топливоподающей аппаратуры;
- применением активаторов топлива;
- применением альтернативных видов топлива;
- и т.д.

Также одним из известных способов снижения расхода дизельными многоцилиндровыми двигателями является способ, основанный на отключении части цилиндров на режимах работы двигателя при неполной загрузке или без нагрузки [5].

Наиболее просто данный способ реализовать на двигателях, оснащенных системами питания с электронным управлением. Если данные системы оснащены электромагнитными форсунками, то достаточно дополнить программу управления топливной системой алгоритмом отключения подачи в конкретные цилиндры в зависимости от режима работы двигателя. Входным сигналом для отключения подачи топлива могут служить данные с датчиков положения педали акселератора, оборотов двигателя и т.д.

Для систем питания непосредственного действия видятся два пути модернизации для возможности отключения части цилиндров на определенных режимах работы двигателя. Первый способ – это дооснастить двигатель электронным блоком управления с группой датчиков и установить на трубопроводах высокого давления между топливным насосом высокого давления и форсунками электромагнитные клапаны отключения подачи (рис. 1). Данный способ, как и в системах с штатными электронными системами управления, позволяет автоматически отключать необходимое (разное) количество цилиндров в зависимости от режима работы двигателя, в том числе и на режиме сброса нагрузки. Также данные системы позволяют реализовать не отключение цилиндров, а пропуск цикловой подачи топлива, когда осуществляется пропуск подачи топлива поочередно в одном цилиндре согласно порядку их работы. Однако данный способ в условиях санкций трудноосуществим в связи с ограничением поставок элементов электронных систем.

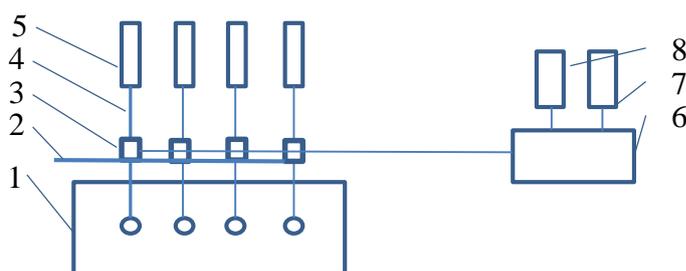


Рис. 1. Система отключения цилиндров с электронным блоком управления:  
 1 – топливный насос высокого давления; 2 – дренажная линия; 3 – электромагнитный клапан;  
 4 – топливная трубка высокого давления; 5 – форсунка; 6 – электронный блок управления;  
 7 – датчик оборотов двигателя; 8 – датчик положения педали акселератора

Второй способ чисто механический либо с электрическим управлением. Одним из вариантов данного способа является установка на трубопроводах высокого давления ряда цилиндров золотникового механизма (рис. 2), обеспечивающего отключение сразу всего ряда цилиндров. Как правило, таких золотниковых механизмов устанавливают 2 или более для поочередного отключения рядов цилиндров с целью их более равномерного изнашивания. Переключение золотникового механизма может осуществляться механически либо при помощи соленоида.

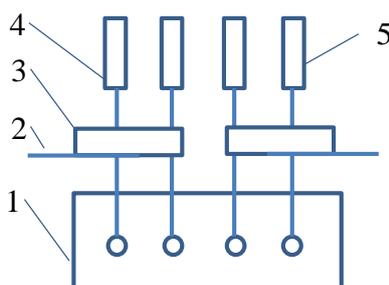


Рис. 2. Золотниковая система отключения цилиндров:  
 1 – топливный насос высокого давления; 2 – дренажная линия; 3 – золотниковый механизм;  
 4 – топливная трубка высокого давления; 5 – форсунка

Предложенная система достаточно проста в изготовлении и монтаже, не требует значительных изменений конструкции двигателя, но позволяет отключать ряды цилиндров только на режимах работы без нагрузки и частичных нагрузках. Отключение 50% цилиндров позволяет экономить до 30% топлива, так как оставшиеся цилиндры работают при большей нагрузке. Топливо-экономический расчет двигателя КамАЗ-740.11 на 8-ми и 4-ех цилиндрах показал, что на режиме работы без нагрузки часовой расход топлива снижается с 4,4 л/ч до 3,1 л/ч.

Таким образом, в современных условиях наиболее рациональным видится применение золотниковых механизмов, позволяющих принудительно отключать 50% цилиндров двигателя с системой питания непосредственного действия.

#### **Список источников**

1. Сазонов Д.С. Ерзамаев М.П. Пути повышения производительности машинно-транспортных агрегатов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. №3. С. 16-19.
2. Болдашев Г.И., Быченин А.П., Володько О.С. Использование альтернативных топливо-смазочных материалов в автотракторной технике: монография. Кинель: РИО СГСХА, 2017. 169 с.
3. Уханов А.П., Уханов Д.А., Шеменев Д.С. Дизельное смесевое топливо: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2012. 147 с.
4. Володько О.С., Быченин А.П., Черников О.Н. Определение рационального способа подогрева смесевых минерально-растительных топлив для автотракторных дизелей // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №3. С. 50-56.
5. Суркин, В.И., Федосеев С.Ю., Петелин А.А. Регулирование работы двигателя тракторно-транспортного агрегата отключением части цилиндров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. №3. С. 41-45.

#### **References**

1. Sazonov, D.S. Erzamaev, M.P. (2009). Ways of increasing the productivity of machinery and transport units // Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy), 3, 16-19 (in Russ.).
2. Boldashev, G.I., Bychenin, A.P. & Volodko, O.S. (2017) The use of alternative lubricants in automotive equipment. Kinel: RIO SGSXA (in Russ.).
3. Ukhanov, A.P. Ukhanov, D.A. & Shemenev, D.S. (2012). Diesel mixed fuel. Penza: RIO PGSXA (in Russ.).
4. Volodko, O.S., Bychenin, A.P. & Chernikov, O.N. (2019). Determination of a rational method of heating mixed mineral and vegetable fuels for automotive diesel engines // Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy), 3, 50-56 (in Russ.).
5. Surkin, V.I., Fedoseev S.Yu., Petelin A.A. (2012). Regulation of the engine of a tractor-transport unit by disconnecting a part of the cylinders // Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy), 3, 41-45 (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

А.Е. Абдулаев – студент;  
Н.В. Анисимов – студент;  
О.С. Володько – кандидат технических наук, доцент.

#### **Information about the authors**

A.E. Abdulaev – student;  
N.V. Anisimov – student;  
O. S. Volodko – Candidate of Technical Sciences, docent.

#### **Вклад авторов:**

Абдулаев А.Е. – написание статьи;  
Анисимов Н.В. – написание статьи;  
Володько О. С. – научное руководство.

#### **Contribution of the authors:**

Abdulaev A.E. – writing articles;  
Anisimov N.V. – writing articles;  
Volodko O. S. – scientific guidance.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАСЛА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**Иван Николаевич Бахтин<sup>1</sup>, Сергей Александрович Шабалов<sup>2</sup>,  
Олег Станиславович Володько<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>kukry7771@gmail.com <http://orcid.org/0009-0006-5844-1505>

<sup>2</sup>ssabalov507@gmail.com <http://orcid.org/0009-0007-4562-1221>

<sup>3</sup>Volodko-75@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8478-1358>

*В статье рассмотрены основные факторы, способствующие снижению качества отечественных моторных масел и срока их службы. Определен рациональный способ и техническое средство обеспечения регламентного срока службы моторного масла для поддержания его щелочного числа в период эксплуатации в допустимых пределах.*

**Ключевые слова:** двигатель, масло, щелочное число, фильтр, стабилизация.

**Для цитирования:** Бахтин И. Н., Шабалов С. А., Володько О. С. Повышение эффективности использования масла в двигателях внутреннего сгорания // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 147-150.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF OIL USE IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**Ivan N. Bakhtin<sup>1</sup>, Sergey A. Shabalov<sup>2</sup>, Oleg S. Volodko<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>kukry7771@gmail.com <http://orcid.org/0009-0006-5844-1505>

<sup>2</sup>ssabalov507@gmail.com <http://orcid.org/0009-0007-4562-1221>

<sup>3</sup>Volodko-75@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8478-1358>

*The article considers the main factors contributing to a decrease in the quality of domestic engine oils and their service life. A rational method and technical means for ensuring the scheduled service life of motor oil is determined to maintain its alkaline number during operation within permissible limits.*

**Keywords:** engine, oil, base number, filter, stabilization.

**For citation:** Bakhtin, I.N., Shabalov, S.A. & Volodko O.S. (2023). Improving the efficiency of oil use in internal combustion engines // Problems of technical service in the agro-industrial complex 23: collection of scientific papers. (pp. 147-150) Kinel: PLC Samara SAU (inRuss).

Одним из направлений повышения эффективности использования сельскохозяйственной и транспортной техники, а в частности, их двигателей внутреннего сгорания, в большинстве случаев ресурсопределяющих агрегатов, является использование качественных смазочных материалов [1, 2]. Однако после введения западными странами санкций в отношении нашей страны и уходом многих иностранных компаний с отечественного рынка сложилась сложная ситуация с обеспечением моторными маслами надлежащего качества двигателей мобильной техники. Также следует учитывать, что затраты на смазочные материалы составляют весомую часть в себестоимости сельскохозяйственной продукции и транспортных услуг.

Масло в двигателе выполняет несколько функций, основными из которых являются снижение скорости изнашивания деталей, работающих на трение, снижение потерь на трение

и охлаждение поверхностей трения [3, 4]. Для надлежащего выполнения первых двух функций моторное масло в течение всего срока службы, определенного регламентом технического обслуживания двигателя, должно сохранять свои физико-химические и трибологические свойства на допустимом уровне. Отечественные моторные масла, производимые после введения санкций, в большинстве случаев не способны отработать нормативный срок из-за низкого качества как основы, так и комплекта присадок.

В двигателях внутреннего сгорания основной причиной снижения качества масла является его окисление. Окисление масла происходит из-за его нагрева на поверхностях деталей двигателя, но основной причиной является попадание в масло серы и окислов серы из продуктов сгорания топлива, прорывающихся в картер двигателя. Используемые на отечественных предприятиях технологии и технические средства производства дизельного топлива не позволяют полностью очистить его от серы, которой богата нефть, добываемая в нашей стране.

Для нейтрализации продуктов окисления в масле вводится антиокислительная присадка, наличие которой характеризуется щелочным числом масла, измеряемым в мг КОН на 1 г масла. В современных отечественных маслах щелочное число масла находится в пределах 6,5...12 мг КОН на 1 г масла. По мере срабатывания антиокислительной присадки щелочное число масла снижается. При полном исчерпании антиокислительной присадки продукты окисления масла будут вступать в реакцию с другими видами присадок, которые в большей части являются щелочными. В результате резко снижаются противоизносные, антифрикционные и противозадирные свойства масла.

Одним из путей обеспечения регламентного ресурса моторных масел в сложившихся условиях является поддержание их щелочного числа на приемлемом уровне, данному вопросу посвящены работы [5, 6]. Взяв за основу патент Браславского М.И. [5], мы предлагаем конструкцию устройства (рис. 1) для стабилизации щелочного числа масла в двигателе. Данное устройство предлагается устанавливать в смазочную систему двигателя в разрез маслопроводов, ведущих к масляному радиатору или от турбокомпрессора на слив в картер двигателя.

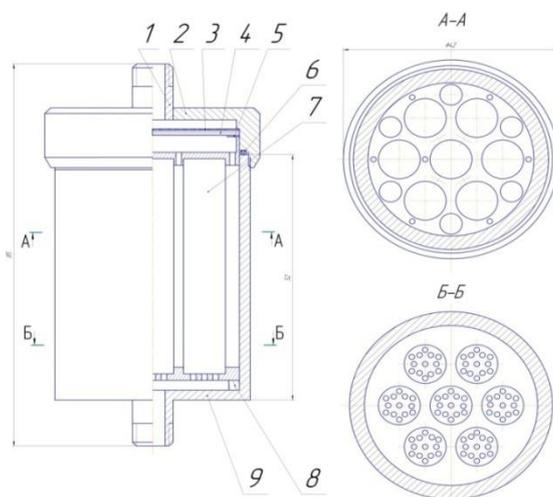


Рис. 1. Устройство для стабилизации щелочного числа моторного масла:

- 1 – патрубок; 2 – крышка; 3 – упорная пластина; 4 – фильтрующий элемент (бумажный); 5 – упорное кольцо; 6 – верхняя крышка; 7 – цилиндрическая вставка; 9 – цилиндрический корпус

Цилиндрические вставки данного устройства заполняются гранулированным щелочным реагентом КОН.

Работает предлагаемое устройство следующим образом: масло подается через входной патрубок к отверстиям нижней крышки пакета цилиндрических вставок, затем через отверстия попадает внутрь каждой цилиндрической вставки, и омывает щелочной реагент. За счет того, что реагент применяется в гранулированном виде, он не растворяется в масле сразу, а растворяется только под действием продуктов окисления масла. Таким образом происходит поддержание щелочного числа масла в заданных заводом-изготовителем пределах.

Затем масло проходит через стенки цилиндрических вставок, выполненных в виде решеток в корпус устройства, откуда поступает через отверстия в верхней крышке цилиндрических вставок к бумажному фильтрующему элементу, а затем к выходному патрубку устройства. Фильтрующий элемент препятствует проникновению мелкодисперсных, а также укрупненных, частиц щелочного реагента в масло.

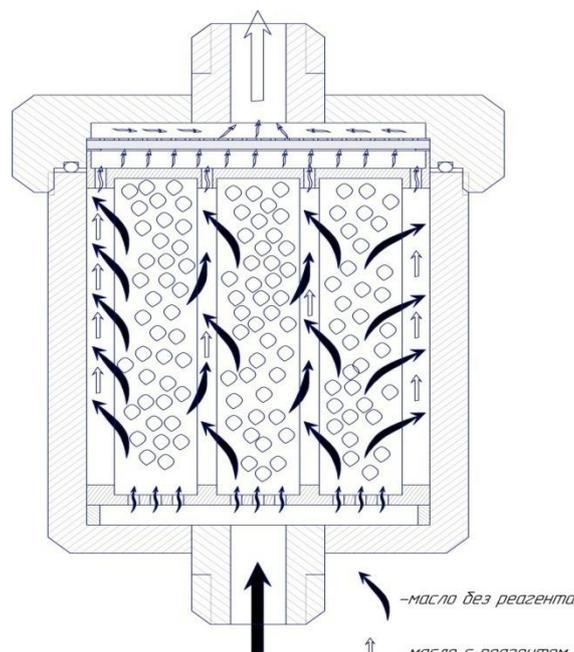


Рис. 2. Работа устройства для стабилизации щелочного числа моторного масла

Предлагаемый нами метод и техническое средство его реализации позволят за счет поддержания щелочного числа масла в допустимых пределах в процессе эксплуатации обеспечить регламентный срок службы моторного масла в двигателе.

#### Список источников

1. Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П. Пути повышения производительности машинно-транспортных агрегатов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009. №3. С. 16-19.
2. Шарымов О.В., Галенко И.Ю., Жильцов С.Н. Увеличение послеремонтного ресурса двигателей // Сельский механизатор. 2014. №10. С. 32-33.
3. Ленивец Г.А., Володько О.С., Ленивец А.Г. Нанотрибологические перспективы повышения ресурса машин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2009 № 3. С. 39-43.
4. Мухамедиев Г.М., Зоиров М.А., Байбуваев О.А. Моторные масла и их функции обеспечивающие надежность работы двигателей внутреннего сгорания // Теоретические и практические аспекты развития науки и образования в современном мире : сб. науч. тр. Нефтекамск, 2021. С. 20-26.
5. Пат. 2072052. РФ. Регенератор смазочного масла / Браславский М.И., Картошкин А.П., Ашкинази Л.А. № 93017870/06 ; заявл. 06.04.1993; опубл. 20.01.1997, 5 с.
6. Пат. 2044894. Российская Федерация. Устройство для стабилизации свойств масла в системе смазки двигателя внутреннего сгорания [Текст] / Нечаев Е. П., Нечаев П. Е. № 92016189/06 ; заявл. 31.12.1992; опубл. 27.09.1995, 8 с.

## References

1. Sazonov, D.S. Erzamaev, M.P. (2009). Ways of increasing the productivity of machinery and transport units // Izvestia Samarskoigogosudarstvennoiselskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy), 3, 16-19 (in Russ.).
2. Sharymov O.V., Galenko I.Y. & Zhiltsov S.N. (2014). Increase in the post-repair resource of engines // Rural mechanizer. 10, 32-33 (in Russ.).
3. Lenivtsev G.A., Volodko O.S., Lenivtsev A.G. (2009). Nanotribological prospects for increasing the resource of machines // Samarskoigogosudarstvennoiselskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy), 3, 39-43 (in Russ.).
4. Mukhamediev G.M., Zoirov M.A., Baibuvaev O.A. (2021). Motor oils and their functions ensuring the reliability of internal combustion engines // Theoretical and practical aspects of the development of science and education in the modern world : collection of scientific tr., (pp. 20-26). Neftekamsk (in Russ.).
5. Braslavsky, M.I., Kartoshkin, A.P. & Ashkinazi L.A. (1997). Lubricating oil regenerator. Patent 2072052, Russian Federation, 93017870/06 (in Russ.).
6. Nechaev E. P., Nechaev P. E. (1995). A device for stabilizing the properties of oil in the lubrication system of an internal combustion engine. Patent 2044894. Russian Federation, 92016189/06 (in Russ.).

### Информация об авторах

И.Н. Бахтин – студент;

С.А. Шабалов – студент;

О.С. Володько – кандидат технических наук, доцент.

### Information about the authors

I.N. Bakhtin – student;

S.A. Shabalov – student;

O. S. Volodko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

### Вклад авторов:

Бахтин И.Н. – написание статьи;

Шабалов С.А. – написание статьи;

Володько О. С. – научное руководство.

### Contribution of the authors:

Bakhtin I.N. – writing articles;

Shabalov S.A. – writing articles;

Volodko O. S. – scientific guidance.

Научная, обзорная статья

УДК 631.331

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРИВОЛИНЕЙНОЙ СТЕНКИ ГАСИТЕЛЯ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ДЛЯ СЕМЯПРОВОДА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ

Максим Вячеславович Пятаев<sup>1</sup>, Полина Леонидовна Айтлева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Южно-Уральский государственный аграрный университет, Челябинск, Россия

<sup>1</sup>555maxim@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6570-5384>

<sup>2</sup>[polina\\_0204@bk.ru](mailto:polina_0204@bk.ru)

*Рассмотрен вопрос об обосновании параметров гасителя воздушного потока, применяемого на пневматических зерновых сеялках. Определены рациональные параметры криволинейной стенки. Использована классическая теория удара.*

**Ключевые слова:** посев, пневматическая сеялка, семяпровод, сошник, гаситель воздушного потока

**Для цитирования:** Пятаев М. В., Айтлева П. Л. Обоснование параметров криволинейной стенки гасителя воздушного потока для семяпровода пневматической сеялки // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 150-154.

## **JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE CURVED WALL OF THE AIR FLOW SUPPRESSOR FOR SEED TUBES OF A PNEUMATIC SEEDER**

**Maxim V. Pyataev<sup>1</sup>, Polina L. Aitleva<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia

<sup>1</sup>[555maxim@mail.ru](mailto:555maxim@mail.ru), <http://orcid.org/0000-0001-6570-5384>

<sup>2</sup>[polina\\_0204@bk.ru](mailto:polina_0204@bk.ru)

*The question of substantiating the parameters of the air flow suppressor of pneumatic grain seeders is presented. The rational parameters of the curved wall are determined. The classical theory of impact is used.*

**Keywords:** sowing, pneumatic seeder, seed drill tube, coulter, air flow suppressor

**For citation:** Pyataev, M.V. & Aitleva, P. L. (2023). Justification of the parameters of the curved wall of the air flow suppressor for seed tubes of a pneumatic seeder. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 150-154). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Наиболее производительными машинами на посеве зерновых культур являются пневматические посевные комплексы. Универсальность в использовании и обслуживании данной техники, а также широкое применение на сельскохозяйственных предприятиях позволяет говорить о перспективности пневматических сеялок. Среди существенных недостатков данных машин выделяется значительная величина скорости воздушного потока поступающего по семяпроводам в сошники и воздействующая в последующем на посевной материал, находящийся на посевном ложе. Это отрицательно сказывается на равномерности распределения семян в почве по глубине, так как они могут выноситься на поверхность из семенного ложа или же оседать в верхних слоях почвы.

Для устранения недостатка предлагается следующая конструкция гасителя воздушного потока (рис. 1). [1]

Гаситель позволяет в широком диапазоне менять количество воздуха поступающего в сошник, что делает возможным его использование на сошниках разного типа. Корпус гасителя выполнен таким образом, что в нем имеется криволинейная стенка 3, которая отделяет твердый компонент, а именно семена (минеральные удобрения), от воздуха. Воздух непосредственно отводится за счет перегородок 6 направляется из гасителя к выходному окошку 7. Поэтому важно, чтобы стенка обладала такими параметрами, которые смогли бы, при взаимодействии с ней частиц посевного материала, обеспечить их плавное отделение от воздушного потока [2, 3].

Для исключения отскакивания семян после удара в область расширения гасителя, криволинейная стенка гасителя должна обладать определенным радиусом изгиба. [4] Рассматривая процесс взаимодействия частиц посевного материала со стенкой с позиции классической

теории не вполне упругого удара, можно предположить, что если вектор скорости посевного материала после отскока направлен по касательной или близко к касательной криволинейной стенки, то отскок будет минимальным, и семена просто проскользят по стенке к выходному патрубку гасителя. Для этого в местах взаимодействия с посевным материалом стенка должна обеспечивать оптимальный угол падения  $\alpha$  для частиц.

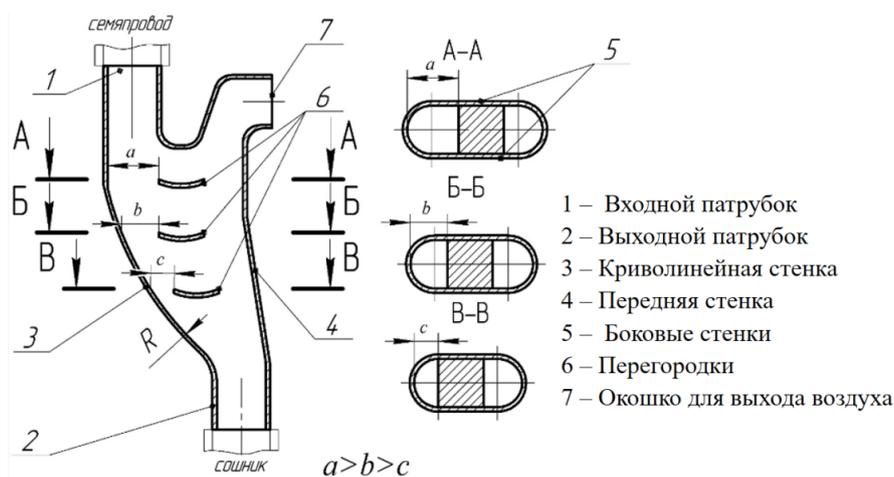


Рис. 1. Гаситель воздушного потока

Таким образом, семена, имея скорость  $U$ , соударяются с криволинейной стенкой гасителя под некоторым углом  $\alpha$ , после столкновения со стенкой они отражаются под углом  $\beta$ , их скорость меняется до величины  $V$ . На рисунке 2 изображена схема удара семян о стенку, где  $V_n$  - нормальная скорость, а  $V_\tau$  - тангенциальная скорость.

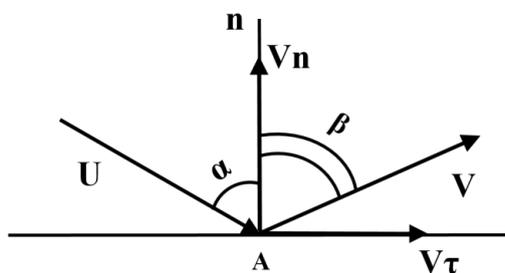


Рис. 2. Схема удара семян о стенку гасителя

Угол отскока обеспечивается радиусом стенки гасителя. Чтобы выявить рациональный радиус скругления криволинейной стенки, производятся расчеты по следующим формулам:

$$V_n = k_n \cdot U_n, \quad (1)$$

где  $k_n$  – коэффициент восстановления ( $k_n = 0,5 \dots 0,6$ )

$$V_\tau = k_\tau \cdot U_\tau ; k_\tau = f \cdot \frac{V_n}{V_\tau} (k_n - 1) + 1, \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент скольжения семени о стенку (пластмассу)  $f = 0,1 \dots 0,2$ .

$$U_n = U \cdot \cos \alpha ; U_\tau = U \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

$$V_n = k_n \cdot U \cdot \cos \alpha ; V_\tau = (f \cdot \cos \alpha (k_n - 1) + \sin \alpha) \cdot U \quad (4)$$

Зная нормальную и тангенциальную скорости, вычисляется угол отскока  $\beta$  и скорость семян  $V$  после прохода через гаситель воздушного потока.

$$\beta = \arctg\left(\frac{V_{\tau}}{V_n}\right) \quad (5)$$

$$V = \sqrt{V_{\tau}^2 + V_n^2} \quad (6)$$

По результатам расчетов был построен график зависимости нормальной и тангенциальной скоростей от угла  $\alpha$  (рис. 3). При увеличении тангенциальной скорости или при уменьшении нормальной, угол падения  $\alpha$  возрастает, следовательно, семена падают с меньшим углом отскока.

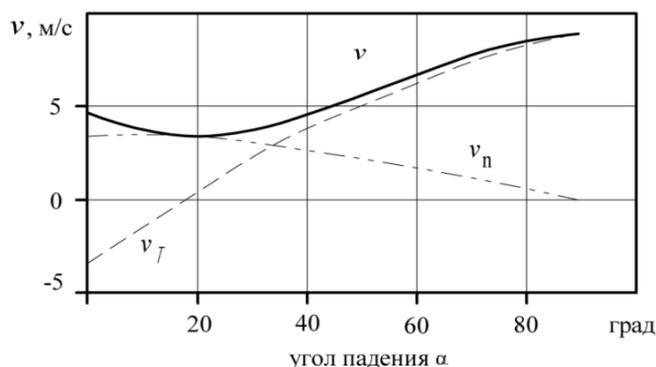


Рис. График зависимости нормальной, тангенциальной и результирующей скоростей от угла  $\alpha$

Из рисунка 3 видно, что рациональный угол падения от 60 до 80 градусов, так как при данных углах обеспечивается большая величина тангенциальной составляющей скорости и меньшая – нормальной.

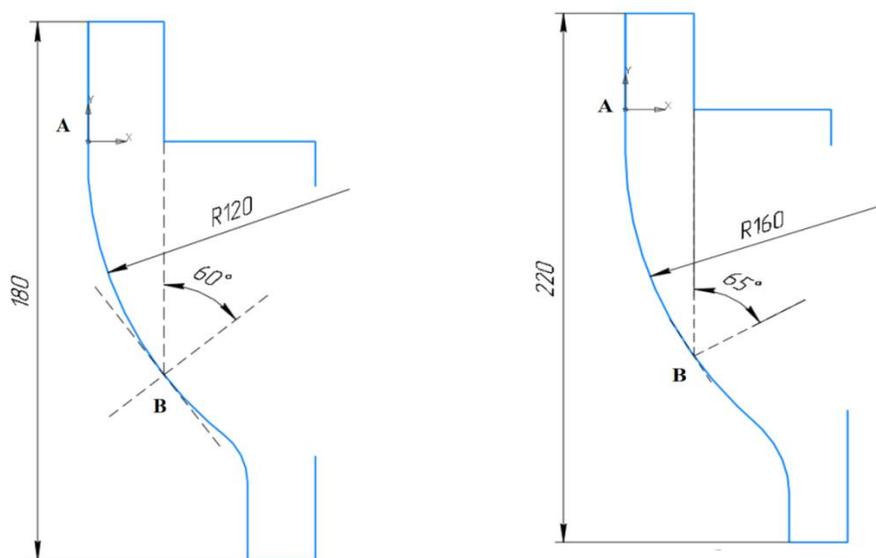


Рис. 4. Схема обозначения радиуса стенки и угла  $\alpha$  на гасителе

Для анализа выделим в гасителе две характерные точки А и В (рис. 4). При попадании семян в устройство в точке А обеспечивается угол в 90 градусов, а в точке В должен обеспечиваться искомый угол  $\alpha$ , который по расчетам должен составлять от 60 до 80°.

Нужно учесть, что с увеличением угла  $\alpha$  растет высота гасителя. Таким образом оптимальное значение угла падения  $\alpha$  должен находится в диапазоне от 60 до 65 градусов (рис. 4), поскольку высота гасителя равняется допустимой величине 220 мм. Дальнейшее увеличение угла приводит к необходимости расширения размеров гасителя воздушного потока, что может стать проблемой при установке устройства на посевные комплексы.

#### Выводы:

- 1) Предложена конструкция гасителя воздушного потока, устанавливаемая на семяпроводе пневматических посевных комплексов перед сошниками;
- 2) Разработана методика определения угла падения осемян при попадании в гаситель и выявлена взаимосвязь угла  $\alpha$  с радиусом и другими конструктивными параметрами устройства.
- 3) Установлено, что наилучший радиус угла отскока семян находится в диапазоне от 60 до 80 градусов, однако для эффективной работы гасителя необходимо соблюдать угол отскока от 60 до 65 градусов.

#### Список источников

1. Патент на полезную модель 214426 РФ, А01С 7/20 Гаситель воздушного потока для семяпровода пневматической сеялки / М.В. Пятаев, П.Л. Айтлева. № 2022118983; Заявлено 11.07.2022. Оpubл. 26.10.2022 Бюл. № 30.
2. Крючин Н.П., Горбачев А.П. Результаты исследования аэродинамического сопротивления сетки гасителя воздушного потока // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 355-358.
3. Пятаев М.В., Айтлева П.Л. Теоретические исследования по оценке эффективности гасителей воздушного потока для пневматических зерновых сеялок // Современные тенденции агроинженерных наук и инновационные технологии в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции Института агроинженерии. Челябинск, 2021. – 294 с.
4. Айтлева П.Л. Разработка гасителя воздушного потока для семяпровода пневматической зерновой сеялки // Всероссийская конференция-конкурс молодых исследователей "Агробιοинженерия – 2022". Сборник статей. 2022. С. 249-255.

#### References

1. Patent for utility model 214426 of the Russian Federation, A01C 7/20 Air flow damper for air seeder seed line / M.V. Pyataev, P.L. Aitleva. No. 2022118983; Announced 11.07.2022. Publ. 26.10.2022 Byul. No. 30. (in Russ.).
2. Kryuchin N.P., Gorbachev A.P. Results of the aerodynamic resistance study of the air flow damper grid // Innovations in environmental management and protection in emergency situations. Materials of the VII International Scientific and Practical Conference. 2020. S. 355-358. (in Russ.).
3. Pyataev M.V., Aitleva P.L. Theoretical studies to assess the effectiveness of air flow dampers for pneumatic grain seeders // Modern trends in agroengineering sciences and innovative technologies in agriculture. Materials of the International Scientific and Practical Conference of the Institute of Agroengineering. Chelyabinsk, 2021. – 294 s. (in Russ.).
4. Aitleva P.L. Development of an air flow damper for a seed pipe of a pneumatic grain seeder // All-Russian conference-competition of young researchers "Agrobioengineering – 2022." Collection of articles. 2022. S. 249-255. (in Russ.).

#### Информация об авторах

М.В. Пятаев – кандидат технических наук, доцент;  
П.Л. Айтлева – студент.

#### Information about the authors

M. P. Pyataev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
P.L. Aitleva – student.

#### Вклад авторов:

Пятаев М.В. – научное руководство, написание статьи;  
Айтлева П.Л. – написание статьи.

#### Contribution of the authors:

Pyataev M. P. – scientific guidance, writing an article;  
Aitleva P.L. – writing an article.

Обзорная статья  
УДК 631.363.5

## ТРЕБОВАНИЯ К ДОЗИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВАМ КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Данат Захарович Мухамбетов<sup>1</sup>, Андрей Александрович Лушников<sup>2</sup>,  
Игорь Юрьевич Тюрин<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии  
им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>1</sup> [m.danat18@mail.ru](mailto:m.danat18@mail.ru)

<sup>2</sup> [andreu317@mail.ru](mailto:andreu317@mail.ru)

<sup>3</sup> [ig.tyurin@yandex.ru](mailto:ig.tyurin@yandex.ru)

*Комплекс технологических операций используемых для приготовления из растений того или иного корма, должен обеспечить максимально возможное сохранение их физиологически полезных питательных веществ.*

**Ключевые слова :** дозировка, корма, классификация, машины, способ.

**Для цитирования:** Мухамбетов Д. З., Лушников А. А., Тюрин И. Ю. Требования к дозирующим устройствам кормоприготовительных машин // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 155-159.

## REQUIREMENTS FOR FEEDING MACHINE DOSING DEVICES

Danat Z. Mukhambetov<sup>1</sup>, Andrey A. Lushnikov<sup>2</sup>, Igor Yu. Tyurin<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>1</sup> [m.danat18@mail.ru](mailto:m.danat18@mail.ru)

<sup>2</sup> [andreu317@mail.ru](mailto:andreu317@mail.ru)

<sup>3</sup> [ig.tyurin@yandex.ru](mailto:ig.tyurin@yandex.ru)

*The complex of technological operations used for the preparation of a particular feed from plants should ensure the maximum possible preservation of their physiologically useful nutrients.*

**Keywords:** dosage, feed, classification, machines, method.

**For citation:** Mukhambetov D. Z., Lushnikov A. A., Tyurin I. Yu. Requirements for dosing devices of feed preparation machines // Problems of technical service in the agro-industrial complex : collection of scientific tr. Kinel : IBC Samara State Agrarian University, 2023. pp. 155-159.

Важным фактором повышения качества кормов и их рационального использования является автоматизация процесса дозирования. Широкое применение автоматизированного оборудования требует повышенной точности дозирования.

Поэтому, диапазон требуемых доз, необходимость соблюдения определенных технологических требований при дозировании обуславливает совершенствование в кормоприготовительных машинах дозирующих устройств, различных по своей конструкции и способу дозирования.

Основным требованием к дозаторам является соблюдение определенной точности отмеривания или взвешивания. В указаниях лабораторным работам «Технология комбикормов» под редакцией В.В. Ваншина говорится о том, что «в независимости от принципа действия, дозирующие устройства должны поддерживать заданную производительность (степень точности дозирования) технологического процесса. Поэтому, несмотря на относительно простую конструкцию, точность дозирования объемных дозаторов не превышает  $\pm 3\%$  и подвержена еще большим колебаниям из-за изменений физико-механических свойств дозируемых продуктов. Для весовых дозаторов, работа которых не зависит от физико-механических свойств сырья, точность дозирования составляет  $\pm 0,5 \dots 1\%$ . Дозирующие устройства должны обеспечивать требуемую точность дозирования, т.е. отклонение количества дозируемых компонентов не должно превышать установленных норм» [1]. Требования к объемным дозирующим устройствам следующие (рис. 1) [2]

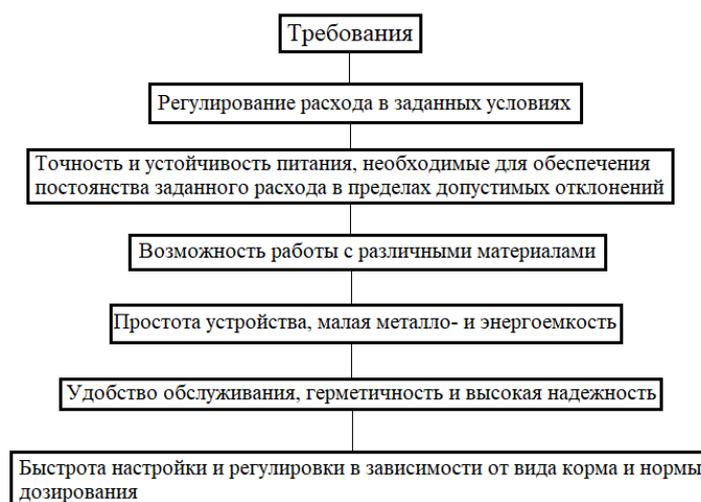


Рис. 1. Требования к дозирующим устройствам объемного типа

А. А. Борисова указывает на то, что степень точности определяется техническими и зоотехнологическими требованиями, а также обосновывается экономическими показателями. Дорогие и дефицитные корма дозируются более точно, чем стеблевые и корнеплоды. При производстве белковых и витаминно-минеральных добавок требуется наивысшая степень точности дозирования, так как малейшее отклонение от рецептуры отдельных компонентов может привести не только к расстройству пищеварения и болезням животных, но и к их гибели.

Весовое дозирование является более совершенным. Точность и равномерность дозирования зависит от многих факторов (рис. 2)



Рис. 2. Факторы, от которых зависит точность и равномерность дозирования

В поточной технологической линии дозаторы могут быть отдельными машинами или рабочими органами, встроенные в другие машины.

Помимо этих основных требований, нужно учитывать и другие требования, такие как способность работать с дозируемым материалом в течение длительного времени (влияние липкости, агрессивной среды и т.д.), потребность герметизации при работе с пылевидными материалами и т.д.

Дозаторы любого типа должны отвечать следующим требованиям: они должны обеспечивать выдачу определенного количества материала (дозы) с отклонением от заданной точности дозирования, не превышающим допустимого. При этом доза может выдаваться без корректировки времени, за минимальное время или за точно заданный период времени, в зависимости от заданных условий.

Кроме того, дозаторы должны иметь возможность регулировать дозу в заданных пределах и брать пробы для контроля точности и производительности дозы. Рабочая зона дозатора должна быть легкодоступной для очистки от остатков корма. Физико-механические свойства корма должны быть учтены при проектировании рабочих органов.

Материалы хранятся в бункерах или других емкостях, обычно расположенных над дозаторами. Они подаются в бункеры самотеком через специальные коммуникации – вводы (лотки и трубы). Поэтому сначала необходимо создать условия для бесперебойного потока материала [3].

Питание дозаторов самотеком возможно только в том случае, если материал очень сыпучий. В технологии приготовления кормов для обеспечения непрерывного потока материала необходимо использовать принудительные методы подачи. Для этого над дозатором устанавливаются специальные устройства (рис. 3) [4]

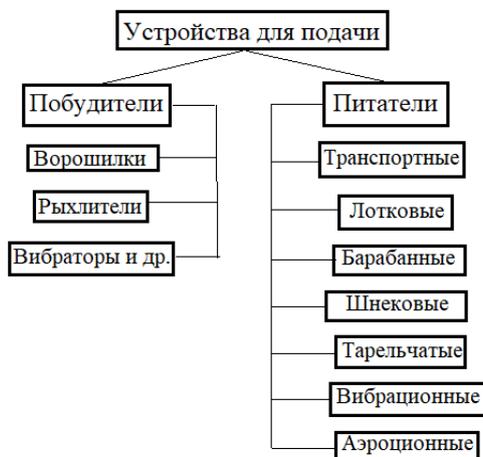


Рис. 3. Устройства для подачи материала к дозаторам

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что основной задачей дозатора является соблюдение пределов точности в количестве, весовом или объемном составе ингредиентов смеси в соответствии с рационом.

К дозирующим устройствам кормоприготовительных машин предъявляют сложный комплекс требований:

1. Обеспечение выдачи нужного количества материала (дозы) с отклонением от заданной точности дозирования не более допустимого.
2. Дозирующие устройства кормоприготовительных машин должны иметь возможность регулировать дозировку в определенных пределах и отбирать пробы для контроля точности дозирования и производительности.
3. Рабочая зона дозирующих устройств кормоприготовительных машин должна быть легкодоступной для очистки дозатора от остатков продукта.

4. Конструкция рабочих органов должна учитывать физико-механические свойства материалов и т.д.

#### Список источников

1. Ваншин В.В. Технология комбикормов: методические указания к лабораторным работам / В.В. Ваншин. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 7 с.
2. Федоренко И.Я. Техника и технологии в животноводстве. Часть 1. Механизация приготовления и раздачи кормов: учебное пособие. / 2. Федоренко И.Я., Садов В.В. – Барнаул : РИО АГАУ, 2014. – 207 с
3. Борисова А. А. Анализ существующих дозаторов кормов / А. А. Борисова // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: Материалы студенческой научно-практической конференции, Самара, 18 декабря 2020 года. – Самара: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 21-24
4. Машины и оборудование для дозирования кормов [Электронный источник] // Режим доступа: <https://portal.tpu.ru/SHARED/1/LEXCOL/educationalwork/Tab4/Leksia7.pdf> (Дата обращения: 27.10.2022)
5. Tyurin I.Yu. Overview of roughage feeds procurement technology / Tyurin I.Yu., Komarov Yu.V., Levchenko G.V., Makarov S.A., Ryzhkova I.V., Dugin Yu.A. / ИОАВ Journal. 2020. Т. 11. № 4. С. 39-43.
6. Sharashov A.D. Increase of efficiency quality of drying process during the crops' harvesting / Tyurin I.Yu., Sharashov A.D., Rustamov V.A., Yuldashev V.E., Dugin Yu.A. / Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019. Т. 11. № 5. С. 158-163.
7. Кладов А.А. Возможности автоматизации процесса сушки / Тюрин И.Ю., Левченко Г.В., Безруков Н.С., Кладов А.А. / Аграрный научный журнал. 2017. № 10. С. 61-63.

#### References

1. Vanshin V.V. Feed technology: methodological guidelines for laboratory work / V.V. Vanshin. - Orenburg: SEI OSU, 2009. – 7 s. (in Russ.).
2. Fedorenko I.Ya. Equipment and technologies in animal husbandry. Part 1. Mechanization of the preparation and distribution of feed: a textbook. / 2. Fedorenko I.Ya., Sadov V.V. – Barnaul: RIO AGAU, 2014. – 207 s(in Russ.).
3. Borisova A. A. Analysis of existing feed dispensers/A. A. Borisova//Technologies, machines and equipment in agriculture: Materials of the student scientific and practical conference, Samara, December 18, 2020. – Samara: Samara State Agrarian University, 2021. - S. 21-24(in Russ.).
4. Feed dispensing machines and equipment [Electronic source ] // Access mode: <https://portal.tpu.ru/SHARED/1/LEXCOL/educationalwork/Tab4/Leksia7.pdf> (Date of circulation: 27.10.2022) (in Russ.).
5. Tyurin I.Yu. Overview of roughage feeds procurement technology / Tyurin I. Yu., Komarov Yu.V., Levchenko G.V., Makarov S.A., Ryzhkova I.V., Dugin Yu.A. / ИОАВ Journal. 2020. Т. 11. № 4. С. 39-43. (in Russ.).
6. Sharashov A.D. Increase of efficiency quality of drying process during the crops' harvesting / Tyurin I.Yu., Sharashov A.D., Rustamov V.A., Yuldashev V.E., Dugin Yu.A. / Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019. Т. 11. № 5. С. 158-163. (in Russ.).
7. Kladov A.A. Possibilities of automation of the drying process / Tyurin I.Yu., Levchenko G.V., Bezrukov N.S., Kladov A.A./Agrarian Scientific Journal. 2017. № 10. S. 61-63. (in Russ.).

#### Информация об авторах

И.Ю.Тюрин – кандидат технических наук, доцент;

Д.З. Мухамбетов – аспирант;

А.А. Лушников – студент.

#### Information about the authors

I.Y. Tyurin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D.Z. Mukhambetov – graduate student;

A.A. Lushnikov –student

**Вклад авторов:**

Тюрин И.Ю. – написание статьи, научное руководство;  
Мухамбетов Д.З. – написание статьи;  
Лушников А.А. – написание статьи.

**Contribution of the authors:**

Tyurin I. Yu. – writing articles, scientific guidance;  
Mukhambetov D. Z. – writing articles;  
Lushnikov A.A. – writing articles.

Обзорная статья

УДК 631.363.5

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МОБИЛЬНЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ГРУБЫХ КОРМОВ

**Ирина Владиславовна Левина<sup>1</sup>, Игорь Юрьевич Тюрин<sup>2</sup>,  
Максим Дмитриевич Шарашов<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии  
им. Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>1</sup>[rinal.knopik@mail.ru](mailto:rinal.knopik@mail.ru)

<sup>2</sup>[ig.tyurin@yandex.ru](mailto:ig.tyurin@yandex.ru)

<sup>3</sup>[sharashov1997@mail.ru](mailto:sharashov1997@mail.ru)

*В статье рассмотрено предназначение опрыскивателей, а также проанализировали их модели, применяемые в направлении внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов. Описана типовая конструкция опрыскивателя для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов и ее основные составные части. Представлены современные конструкционные решения для повышения эффективности мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов.*

**Ключевые слова:** опрыскиватели, конструкции, внесение, химические консерванты, мобильные, пневматический, гидравлический, аккумуляторный, бензиновый.

**Для цитирования:** Левина И. В., Шарашов М. Д., Тюрин И. Ю. Обзор существующих конструкций мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 159-163.

## OVERVIEW OF EXISTING DESIGNS OF MOBILE SPRAYERS FOR THE INTRODUCTION OF CHEMICAL PRESERVATIVES IN THE PREPARATION OF ROUGHAGE

**Irina V. Levina<sup>1</sup>, Igor Y. Tyurin<sup>2</sup>, Maxim D. Sharashov<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after  
N.I. Vavilov

<sup>1</sup>[rinal.knopik@mail.ru](mailto:rinal.knopik@mail.ru)

<sup>2</sup>[ig.tyurin@yandex.ru](mailto:ig.tyurin@yandex.ru)

<sup>3</sup>[sharashov1997@mail.ru](mailto:sharashov1997@mail.ru)

*The purpose of sprayers is considered in the article, as well as their models used in the direction of introducing chemical preservatives in the preparation of coarse feed are analyzed. The typical design of the sprayer for the introduction of chemical preservatives in the preparation of coarse feed and its main components are described. Modern design solutions for increasing the efficiency of mobile sprayers for the introduction of chemical preservatives in the preparation of coarse feed are presented.*

**Key words:** sprayers, constructions, application, chemical preservatives, mobile, pneumatic, hydraulic, battery, gasoline.

**For citation:** Levina, I. V., Tyurin, I. Y. & Sharashov, M. D. (2023). Overview of existing designs of mobile sprayers for the introduction of chemical preservatives in the preparation of roughage. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 159-163). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Химический способ в последнее десятилетие стал основным экономически обоснованным средством защиты при заготовке грубых кормов во всем мире. Экономическая эффективность процесса данных защитных мероприятий в рамках внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов бесспорна, но возникает необходимость проведения своевременного диагностирования оценки технико-технологических параметров опрыскивающей техники [1].

Отсутствие постоянного оперативного контроля за внесением ядохимикатов, технический износ средств механизации защиты растений, применяемых в технологическом процессе распыления химикатов, приводит к их сносу за пределы зоны обработки, возникновению избыточных концентраций действующего вещества, формирует ситуацию экологической опасности использования средств защиты растений для окружающей среды [2].

Сегодня каждый агропроизводитель может значительно повысить эффективность хранения грубых кормов [5], используя технологии параллельного вождения и управления опрыскиванием. Когда технология параллельного вождения отработана, можно начинать внедрять посекционный контроль распыления рабочего раствора. В случае, когда первый проход опрыскивателя происходит по краю объема заготовки грубых кормов или имеет неровный контур, существует сложность своевременного отключения подачи рабочего раствора.

Механизатору необходимо следить за моментом прохождения опрыскивателя по уже обработанным площадям и вовремя включать/выключать опрыскивание. Без автоматизации этого процесса избежать перекрытий практически невозможно. Именно поэтому постоянно происходят процессы улучшения конструкции мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов.

Цель статьи – проведение обзора существующих конструкций мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов.

*Основная часть.* Опрыскиватели предназначены для обработки и внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов растворами и эмульсиями пестицидов.

Типовой опрыскиватель для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов конструкционно включают следующие основные составные части [4]:

- рама с прицепным устройством и ходовой системой;
- насос;
- емкость для рабочего раствора;
- емкость для технической воды для промывки системы;
- штанга с распылителями;
- блок управления.

На сегодня существуют различные модели опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов (рис. 1) [3, 6, 7].

Современные конструкции мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов оборудованы баком для приготовления рабочей смеси, но это вынуждает прерывать опрыскивание и терять время на процесс смешивания раствора. На помощь приходят стационарные смесители, которые не дают опрыскивателям долго простаивать на краю поля.

С целью повышения эффективности мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов компания Raven разработала решение HawkEye, позволяющее подавать рабочий раствор на каждую форсунку в отдельности. HawkEye использует систему клапанов и выравнивает давление в штанге. При использовании технологии автоматического отключения секции штанги это предотвращает образование различных по объему капель в факеле. Используя систему HawkEye, внесение химических консервантов при заготовке грубых кормов будет равномерным.

Также весьма активно применяются сенсоры WeedSeeker устанавливаются на каждую из форсунок опрыскивателя и при движении по полю автоматически и непрерывно сканируют растительный покров. Обнаруживая сорняк, компьютер подает рабочий раствор на форсунку, под которой он был обнаружен. Таким образом, препарат попадает точно на сорняк. При внесении гербицидов контактной группы сенсоры WeedSeeker позволяют получать колоссальную экономию при внесении химических консервантов при заготовке грубых кормов. Установленные на штанги сенсоры WeedSeeker регулируют подачу рабочего раствора на форсунки, под которыми находится сорняк.



Рис. 1 Основные модели опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов

В результате проведенного обзора выделены современные конструкции мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов. Описана типовая конструкция опрыскивателя для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов и ее основные составные части. Представлены современные конструктивные решения для повышения эффективности мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов. Описаны смесители Handler, канадского производства фирмы Polywestliquidhandlingproducts, которые предназначены для быстрого приготовления рабочей смеси из разной консистенции средств защиты кормов в жидком и порошковом виде и последующего наполнения бака опрыскивателя. Также приведены особенности решения HawkEye, позволяющее подавать рабочий раствор на каждую форсунку мобильного опрыскивателя в отдельности и сенсоры WeedSeeker, которые устанавливаются на каждую из форсунок опрыскивателя и при движении по полю автоматически и непрерывно сканируют растительный покров.

### Список литературы

1. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. – М.: Колос, 2006. – 248 с.
2. Джураев Джума, Тоиров Илхом Жураевич Новая высокоэффективная технология для химической обработки растений хлопчатника // Academy. 2020. №9 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novaya-vysokoeffektivnaya-tehnologiya-dlya-himicheskoy-obrabotki-rasteniy-hlopchatnika> (дата обращения: 06.12.2022).
3. Милюткин, В. А. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин // Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Нальчик, 22–23 декабря 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 111-115. – EDN MJWJTP.
4. Левина, И. В. Мобильные опрыскиватели / И. В. Левина, Р. Н. Бахтиев, А. В. Тютин // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21–22 апреля 2021 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2021. – С. 442-445.
5. Лысов А.К. Современные опрыскиватели для интеллектуального растениеводства // Защита и карантин растений. 2015. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-opryskivateli-dlya-intellektualnogo-rasteniievodstva> (дата обращения: 06.12.2022).
6. Милюткин, В. А. Оптимальные решения агрохимических задач при возделывании сельхозкультур единой системой агрегатов «Туман» ООО «Пегас-агро» / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. А. Толпекин // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13-15 июля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 201-206. – EDN DWBWZO.
7. Ротенберг Ю. Ю., Раскатова Т. В., Редкозубов И. А. Правильно выбрать распылитель для полевых опрыскивателей // Защита и карантин растений. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravilno-vybrat-raspylitel-dlya-polevyh-opryskivateley> (дата обращения: 06.12.2022).

### References

1. Ganiev MM, Nedorezkov V.D. Chemical agents are protected by plants. – М.: Kolos, 2006. – 248 s. (in Russ.).

2. Dzhuraev Dzhuma, Toirov Ilkhom Zhuraevich New highly effective technology for chemical treatment of cotton plants//Academy. 2020. №9 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/no-vaya-vysokoeffektivnaya-tehnologiya-dlya-himicheskoy-obrabotki-rasteniy-hlopchatnika> (in Russ.).

3. Milyutkin, V. A. & Guzhin, I. N. (2022). Multifunctional system of innovative units "Fog" for agrochemical technologies in field farming of the agro-industrial complex. Energy, environmental and food security: topical issues, achievements and innovations '22: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Nalchik, December 22-23*, (pp. 111–115). Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". – EDN MJWJTP. (in Russ.).

4. Levina, I.V. Mobile sprayers / I.V. Levina, R.N. Bakhtiev, A.V. Tyutin//Innovations in environmental management and protection in emergency situations: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference, Saratov, April 21-22, 2021. - Saratov: Amirit Limited Liability Company, 2021. – S. 442-445. (in Russ.).

5. Lysov A.K. Modern sprayers for intellectual crop production//Plant protection and quarantine. 2015. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-opryskivateli-dlya-intellektualnogo-rasteniyevodstva> (дата обращения: 06.12.2022). (in Russ.).

6. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Tolpekin, S. A. (2022). Optimal solutions to agrochemical problems when cultivating crops with a single system of aggregates "Fog..." Pegas-Agro LLC. Problems and prospects for scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions '22: *collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference, Kursk, July 13-15*, (pp. 201–206). Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Center". – EDN DWBWZO. (in Russ.).

7. Rotenberg Yu. Yu., Raskatova T.V., Redkozubov I.A. Correctly choose a sprayer for field sprayers // Plant protection and quarantine. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravilno-vybrat-raspylitel-dlya-polevyh-opryskivateley> (дата обращения: 06.12.2022). (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

Тюрин И. Ю. – кандидат технических наук, доцент;  
Левина И. В. – аспирант;  
Шарашов М. Д. – аспирант.

#### **Information about the authors**

Tyurin I. Yu. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
Sharashov M. D. – graduate student;  
Levina I. V. – graduate student.

#### **Вклад авторов:**

Тюрин И.Ю. – написание статьи, научное руководство;  
Левина И.В. – написание статьи;  
Шарашов И.Д. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Tyurin I. Yu. – writing articles, scientific management;  
Levina I. V. – writing articles;  
Sharashov M.D. – writing articles

Обзорная статья

УДК 697.328

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПРЕДПУСКОВОЙ ПОДГОТОВКИ ДИЗЕЛЯ ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА

Павел Валерьевич Обухов<sup>1</sup>, Олег Николаевич Черников<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-8496-8866>

<sup>2</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3191-9293>

*В статье представлены предпосылки для совершенствования применения теплового аккумулятора в процессе подготовки дизельного двигателя к пуску, в условиях отрицательных температур окружающего воздуха. Приведена принципиальная схема теплового аккумулятора фазового перехода. Обоснован режим разогрева дизельного двигателя при использовании теплового аккумулятора.*

**Ключевые слова:** дизель, предпусковая подготовка, тепловой аккумулятор, теплоаккумулирующий материал.

**Для цитирования:** Обухов П. В., Черников О. Н. Повышение эффективности системы предпусковой подготовки дизеля применением теплового аккумулятора // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023, С. 164-168.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE PRE-START SYSTEM PREPARATION OF DIESEL USING A THERMAL ACCUMULATOR

Pavel V. Obukhov<sup>1</sup>, Oleg N. Chernikov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-8496-8866>

<sup>2</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3191-9293>

*The article presents the prerequisites for improving the use of a thermal accumulator in the process of preparing a diesel engine for start-up, in conditions of negative ambient temperatures. A schematic diagram of a phase transition thermal accumulator is given. The heating mode of a diesel engine is justified when using a thermal accumulator.*

**Keywords:** technical means of training, heat engineering, heat, steam generation.

**For citation:** Obukhov, P.V. & Chernikov O.N. (2023). Improving the efficiency of the pre-start system preparation of diesel using a thermal accumulator. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 164-168). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Проблемой запуска дизелей тягово-транспортных машин в условиях отрицательных температур занимались и занимаются многие отечественные и зарубежные ученые. Тем не менее, проведенный анализ показал, что предпусковая тепловая подготовка дизелей в организациях АПК, в строительных организациях, лесоперерабатывающем комплексе, нефтегазовой промышленности находится на неудовлетворительном уровне.

Один из путей решения данной проблемы – аккумуляция тепловой энергии двигателя внутреннего сгорания с последующем ее использовании перед пуском. В работах отечественных и зарубежных специалистов выполнено научное обоснование и разработана методика расчета систем с тепловым аккумулятором фазового перехода (ТАФП). Однако вопросы предпусковой тепловой подготовки турбированных дизелей с различными типами систем впрыска топлива и систем охлаждения остаются актуальными.

*Цель исследования* – обоснование эффективности применения теплового аккумулятора фазового перехода для предпусковой подготовки дизельного двигателя.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: обосновать бинарную солевую систему в качестве теплоаккумулирующего материала; обосновать конструкцию теплового аккумулятора фазового перехода; обосновать режим разогрева дизельного двигателя при использовании теплового аккумулятора.

Для решения первой задачи на основании анализа результатов расчётно-теоретических исследований теплоаккумулирующих материалов с учётом рекомендаций [1] выбираем теплоаккумулирующий материал, который обладает: наибольшей плотностью аккумулируемой теплоты; наиболее высокими теплообменными свойствами; повышенной безопасностью. Такими требованиям отвечает октагидрат гидроксида бария ( $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ). У него достаточно высокий коэффициент теплопроводности как в твёрдом ( $\lambda_{\text{тв}}=0,71\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ), так и в жидком ( $\lambda_{\text{ж}}=0,62\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ) состоянии.

Для решения второй задачи были проанализированы литературные источники [2, 3], из которых установлено, что для эффективного использования свойств теплоаккумулирующего материала наиболее рационально использовать конструкцию теплового аккумулятора, схема которого представлена на рисунке 1.

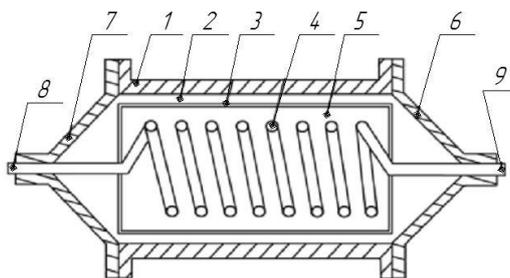


Рис. 1. Принципиальная схема теплового аккумулятора фазового перехода:  
 1 – корпус наружный; 2 – тепловая изоляция; 3 – корпус внутренний;  
 4 – теплообменник трубный спиральный; 5 – теплоаккумулирующий материал;  
 6, 7 – крышки корпуса; 8 – патрубок входной; 9 – патрубок выходной

Теплоаккумулятор фазового перехода состоит из корпусов наружного 1 и внутреннего 3. Между ними располагается слой тепловой изоляции 2. В теплоаккумулирующей полости внутреннего корпуса 3, окруженный теплоаккумулирующим материалом 5 расположен спиральный теплообменник 4. Теплообменник имеет входной 8 и выходной 9 патрубки. Материалы деталей: корпуса 1 и 3 выполнены из стали; теплообменник 4 – из меди; тепловая изоляция 2 – из связанного порошкового асбеста.

Накопление теплоты в тепловом аккумуляторе происходит за счет плавления теплоаккумулирующего материала 5, когда внутри теплообменника 4 проходит охлаждающая жидкость прогретого двигателя, слой теплоизоляции 2 снижает потери тепла в окружающую среду.

Третья задача сводится к получению времени, необходимого для тепловой подготовки двигателя (на примере дизеля Д-245.9-362) с применением теплового аккумулятора.

Для решения задачи вводятся следующие допущения [4]:

- охлаждающая жидкость (ТОСОЛ-А40М) подается в теплоаккумулятор порционно электрическим насосом;

- количество теплоты  $Q$ , передаваемое от охлаждающей жидкости октагидрату гидроксида бария ( $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) и наоборот, принимается одинаковым;
- скорость потока в трубке теплоаккумулятора не меняется.

1. Определим количество порций охлаждающей жидкости, которая пройдет через теплоаккумулятор по малому кругу в начале разогрева по формуле (1):

$$n = M_2 / m_2, \quad (1)$$

где  $M_2 = 6$  кг – масса охлаждающей жидкости ч системы охлаждения двигателя Д-245.9-362 при движении по малому кругу, кг;

$m_2$  – масса одной порции охлаждающей жидкости в теплоаккумуляторе, кг.

Рассчитаем  $m_2$  по формуле (2):

$$m_2 = \pi \cdot R^2 \cdot l \cdot \rho, \quad (2)$$

где  $R = 7,5 \text{ мм} = 0,0075 \text{ м}$  – внутренний радиус трубки теплообменника;

$l = 2,96 \text{ м}$  – длина трубки теплообменника;

$\rho = 1070 \text{ кг/м}^3$  – плотность охлаждающей жидкости (ТОСОЛ-А40М).

$m_2 = 3,14 \cdot 0,0075^2 \cdot 2,96 \cdot 1070 = 0,548 \text{ кг}$ .

Поэтому

$n = 6 / 0,548 = 10,9$  порций.

2. Определим время  $T$  на нагрев одной порции охлаждающей жидкости из уравнения расход потока  $q$  [5] по формуле (3):

$$T = V / q, \quad (3)$$

где  $q = 1,39 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$  – производительность электрического подкачивающего насоса с функцией пассивного вращения;

$V = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$  – объем одной порции охлаждающей жидкости в трубке теплоаккумулятора.

$T = 5,1 \cdot 10^{-4} / 1,39 \cdot 10^{-5} = 36,7 \text{ с}$ .

3. Определим количество теплоты, которое отдает теплоаккумулирующий материал (ТАМ) охлаждающей жидкости по формуле (4):

$$Q_1 = m_1 \cdot C_{p.m1} \cdot t_6, \quad (4)$$

где  $m_1 = 3,8 \text{ кг}$  – масса октагидрата гидроксида бария;

$C_{p.m} = 7565 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°C}$  – массовая теплоемкость октагидрата гидроксида бария [5];

$t_1 = 78 \text{ °C}$  – температура расплавленного октагидрата гидроксида бария [5].

$Q_1 = 3,8 \cdot 7565 \cdot 78 = 2242282,51 \text{ Дж}$ .

4. Определим температуру на выходе из теплоаккумулятора  $t_2$ , на которую прогреется 6 кг охлаждающей жидкости за один проход по формуле (5):

$$Q_2 = m_2 \cdot C_{p.m2} \cdot (t_2 - t_1) \cdot T, \quad (5)$$

где  $m_2 = 0,548 \text{ кг}$  – масса одной порции охлаждающей жидкости в трубке;

$C_{p.m2} = 3800 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°C}$  – массовая теплоемкость охлаждающей жидкости [5];

$t_1 = -25 \text{ °C}$  – температура охлаждающей жидкости на входе в теплоаккумулятор.

Выразим из формулы (5) температуру  $t_2$ :

$$t_2 = (Q_2 + m_2 \cdot C_{p.m2} \cdot t_1 \cdot T) / (m_2 \cdot C_{p.m2} \cdot T). \quad (6)$$

Тогда из условия, что  $Q_1 = Q_2 = 2242282,51 \text{ Дж}$ , и с учетом что  $T = 36,7 \text{ с}$  –  $t_2 = 4,3 \text{ °C}$ .

5. Определим  $\Delta t$  по формуле (7):

$$\Delta t = t_2 - t_1, \text{ }^\circ\text{C}, \quad (7)$$

$$\Delta t = 4,3 - (-25) = 29,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Поскольку для нормального пуска двигателя температура жидкости в системе охлаждения должна быть примерно  $65^\circ\text{C}$ , то необходимая разница температур должна быть:

$$\Delta t_H = 65 - (-25) = 90^\circ\text{C}$$

6. Определим коэффициент  $a$ , который характеризует соотношение разностей температур  $\Delta t$ :

$$a = \Delta t_H / \Delta t, \quad (8)$$

$$a = 90 / 29,3 = 3,1$$

7. Определим время  $T_{II}$ , необходимое на нагрев 10,9 порций охлаждающей жидкости по формуле 9:

$$T_{II} = n \cdot T, \text{ с}, \quad (9)$$

$$T_{II} = 10,9 \cdot 36,7 = 401,9 \text{ с}$$

8. Определим время на нагрев  $T_H$  системы охлаждения дизеля Д-245.9-362 до температуры  $65^\circ\text{C}$  по формуле 10:

$$T_H = a \cdot T_{II}, \text{ с}, \quad (10)$$

$$T_H = 3,1 \cdot 401,9 = 1272,39 \text{ с или } 21,2 \text{ мин}$$

9. Определим время нагрева  $T_H$  ТОСОЛа системы охлаждения дизеля Д-245.9-362 при других значениях температуры окружающего воздуха. Полученные результаты заносим в таблицу 1

Анализ данных таблицы 1, показал, что при использовании теплового аккумулятора с уменьшением температуры окружающего воздуха уменьшается и время тепловой подготовки двигателя, с 21,2 мин (при  $-25^\circ\text{C}$ ) до 11,46 мин (при  $0^\circ\text{C}$ ).

Таблица 1

Время на нагрев системы охлаждения до  $65^\circ\text{C}$  при различных значениях температуры окружающего воздуха

Температура окружающего воздуха, $t_1$ $^\circ\text{C}$	Время на нагрев ТОСОЛа системы охлаждения до $65^\circ\text{C}$ , $T_H$ , мин
-25	21,2
-20	18,1
-15	15,8
-10	14,1
-5	12,6
0	11,5

Таким образом:

1. Для предпусковой подготовки дизелей средней мощности в условиях отрицательных температур возможно использование в качестве теплоаккумулирующего материала октагидрата гидроксида бария  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  с температурой плавления  $78^\circ\text{C}$ ;

2. Для двигателя Д-245.9-362 возможно применение спирального изолированного теплообменника в котором: длина трубки теплообменника  $l=2,96$  м; масса октагидрата гидроксида бария  $m_1=3,8$  кг.

3. Расчетное время тепловой подготовки дизельного двигателя к принятию нагрузки при  $-25^{\circ}\text{C}$  составляет 21,2 мин.

#### Список источников

1. Марков, Б.Ф. Термодинамические свойства расплавов солевых систем: справочное пособие. / Б.Ф. Марков и др. – Киев: Наукова думка, 1985 – 168 с.
2. Шульгин, В.В. Тепловые аккумуляторы автотранспортных средств. / В.В. Шульгин. – СПб. «Изд-во Политехнического университета» 2005. – 268 с.
3. Косенков, И. А. Система предпусковой подготовки ДВС мобильных машин. / И.А. Косенков, П.В. Дружинин // Сб. науч. трудов ВИТУ СПб, 2010: – с. 30 - 47.
4. Лукашов, Ю.М. Тепловой расчёт аккумуляторов теплоты на фазовом переходе. / Ю.М. Лукашов, Б.З. Токарь, Э.В. Котенко, М.Е. Шиленков. Тез. докл. науч.-техн. конф. / Курск, политехи, ин-т. - Курск. 1994. – с. 148 -152.
5. Скрипов, В.П. Теплофизические свойства жидкостей в метастабильном состоянии: Справочник. / В.П. Скрипов, Е.Н. Синицын, П.А. Павлов и др. – М.: Атомиздат, 1980. 208, с.

#### References

1. Markov, B.F. (1985) *Thermodynamic properties of melts of salt systems: reference manual*. Kiev: Scientific opinion (in Russ.).
2. Shulgin, V.V. (2005) *Thermal accumulators of motor vehicles*. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University (in Russ.).
3. Kosenkov, I.A. (2010) System of pre-start preparation of internal combustion engines of mobile machines. 10': *collection of scientific papers*. (pp. 30-47). St. Petersburg (in Russ.).
4. Lukashov, Yu.M. (1994) Thermal calculation of heat accumulators at a phase transition. 94': *collection of scientific papers*. (pp. 148-152). Kursk (in Russ.).
5. Skripov, V.P. (1980) *Thermophysical properties of liquids in a metastable state: Handbook*. Moscow: Atomizdat (in Russ.).

#### Информация об авторах

П.В. Обухов – студент;

О.Н. Черников – кандидат технических наук, доцент.

#### Information about the authors

P.V. Obukhov – student;

O.N. Chernikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

#### Вклад авторов:

Обухов П.В. – написание статьи;

Черников О.Н. – научное руководство, написание статьи.

#### Contribution of the authors:

Obukhov P.V. – writing an article;

Chernikov O.N. – scientific guidance, writing an article.

Обзорная статья

УДК 621.43.041.6

### АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУСКА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ

Валентина Андреевна Комарова<sup>1</sup>, Олег Николаевич Черников<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3856-2857>

<sup>2</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3191-9293>

*В статье представлены предпосылки для совершенствования применения легковоспламеняющейся жидкости как добавки к дизельному топливу в процессе холодного пуска без предварительного прогрева в сочетании с отключением части цилиндров. Приведена принципиальная схема системы подачи в дизель смеси дизельного топлива и легковоспламеняющейся жидкости.*

**Ключевые слова:** дизель, холодный пуск дизеля, легковоспламеняющаяся жидкость, устойчивость пуска, отключение цилиндров.

**Для цитирования:** Комарова В. А., Черников О. Н. Анализ эффективности пуска дизельного двигателя в зимний период применением легковоспламеняющейся жидкости // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023, С. 168-172.

## ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF STARTING A DIESEL ENGINE IN WINTER USING FLAMMABLE LIQUIDS

Valentina A. Komarova<sup>1</sup>, Oleg N. Chernikov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-3856-2857>

<sup>2</sup> tia\_sci\_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3191-9293>

*The article presents the prerequisites for improving the use of flammable liquid as an additive to diesel fuel in the process of cold start without preheating in combination with the shutdown of a part of the cylinders. A schematic diagram of the system for supplying a mixture of diesel fuel and flammable liquid to a diesel engine is given.*

**Keywords:** diesel, diesel cold start, flammable liquid, start stability, cylinder shutdown.

**For citation:** Komarova, V.A. & Chernikov, O.N. (2023) Analysis of the efficiency of starting a diesel engine in winter using flammable liquids. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: *collection of scientific papers*. (pp. 168-172). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Надежность и эффективность пуска дизельного двигателя в условиях безгаражного хранения тягово-транспортных средств, при низких температурах окружающего воздуха зависит от методов и средств обеспечения пуска. Не редко предпусковая подготовка дизеля просто невозможна поскольку требует больших затрат времени и сложного оснащения. Поэтому для ускорения пуска дизеля разогревают воздух либо электрофакельным устройством (ЭФУ) либо легковоспламеняющейся жидкостью (ЛВЖ).

Применение легковоспламеняющейся жидкости возможно тремя способами:

- подача легковоспламеняющейся жидкости на всасывание дизеля [1] по принципу внешнего смесеобразования;
- подача легковоспламеняющейся жидкости в цилиндры специальной форсункой [2] по принципу внутреннего смесеобразования;
- подача легковоспламеняющейся жидкости в цилиндры в виде смеси с дизельным топливом (ДТ) с помощью штатной форсунки [3] по принципу внутреннего смесеобразования.

Однако опыт эксплуатации систем холодного пуска с применением легковоспламеняющейся жидкости показал, что в процессе разгона дизеля после появления первых вспышек

может происходить прекращение самовоспламенения смеси и остановка двигателя. Это объясняется тем, что быстрое нарастание частоты вращения вала после появления первых вспышек приводит к смещению угла начала воспламенения смеси за верхнюю мертвую точку на линию расширения, то есть в область более низких давлений и температур, при которых не возможно самовоспламенение. Пути решения данной проблемы известны, однако требуют адаптации для конкретного двигателя с учетом особенностей его смесеобразования. В связи с вышесказанным вопрос повышения устойчивости и надежности холодного пуска дизеля остается актуальным.

*Цель исследования* – обоснование эффективности подачи легковоспламеняющейся жидкости в цилиндры в виде смеси с дизельным топливом с помощью штатной форсунки по принципу внутреннего смесеобразования.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие *задачи*: обосновать принципиальную схему системы подачи в дизель смеси дизельного топлива и легковоспламеняющейся жидкости; обосновать возможные пути повышения устойчивости и надежности разгона в процессе холодного пуска дизеля.

Для решения первой задачи на основании литературных и источников [1] предложена принципиальная схема системы подачи в дизель смеси дизельного топлива и легковоспламеняющейся жидкости (рис. 1).

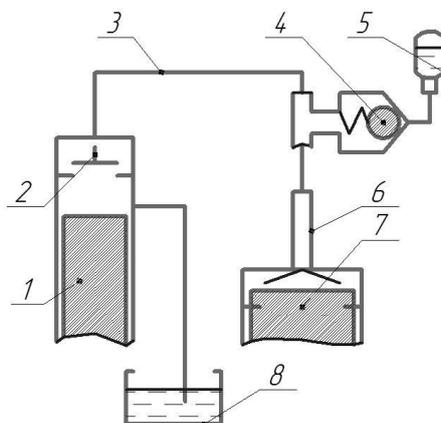


Рис. 1. Схема системы подачи в двигатель смеси дизельного топлива и легковоспламеняющейся жидкости:

- 1 – топливный насос высокого давления; 2 – клапан нагнетательный; 3 – трубопровод высокого давления; 4 – клапан линии подачи легковоспламеняющейся жидкости; 5 – баллон легковоспламеняющейся жидкости; 6 – форсунка; 7 – дизель; 8 – топливный бак дизельного топлива

Система работает следующим образом. В момент запуска дизеля плунжер топливного насоса 1 подает дизельное топливо в трубопровод высокого давления 3 и впрыскивает его через форсунку 6 в цилиндр дизеля 7. При этом, клапан 4 закрыт под действием пружины и давления топлива в трубопроводе 3. В конце подачи топлива нагнетательный клапан 2 насоса садится в седло и своим разгрузочным пояском обеспечивает резкий сброс давления в трубопроводе 3. В результате клапан 4 открывается и легковоспламеняющаяся жидкость под давлением из баллона 5 поступает в объем дизельного топлива трубопровода 3, перемешивается с ним и образует смесевое топливо. То есть, в следующих циклах топливоподачи в цилиндры дизеля впрыскивается смесевое топливо. Решающее значение в эффективности работы системы холодного пуска имеет корректная работа клапана 4. В литературе он получил название клапана регулирования начального давления [2] или как в [5] клапана импульсной подачи добавки.

Для решения второй задачи были проанализированы литературные источники, из которых установлено, что для снижения интенсивности разгона, а значит и увеличения времени прогрева дизеля при разгоне до частоты устойчивого режима рационально использовать либо отключение части цилиндров, либо уменьшение цикловой подачи смеси дизельного топлива и легковоспламеняющейся жидкости.

Расчетно-графический анализ первого метода представлен на рисунке 2. Из графиков видно, что при всех работающих цилиндрах, то есть при быстром разгоне двигателя раньше достигается критическая частота, при которой пропадает самовоспламенение смеси, и раньше проявляется неустойчивость пуска. При работе двигателя на четырех цилиндрах на третьей секунде разгона задержка воспламенения по времени составляет 0,013 с. При медленном разгоне (число работающих цилиндров  $i = 2$ )  $\tau = 0,0134$  с. В первом случае время задержки воспламенения меньше, так как выше частота вращения и более интенсивен прогрев двигателя.

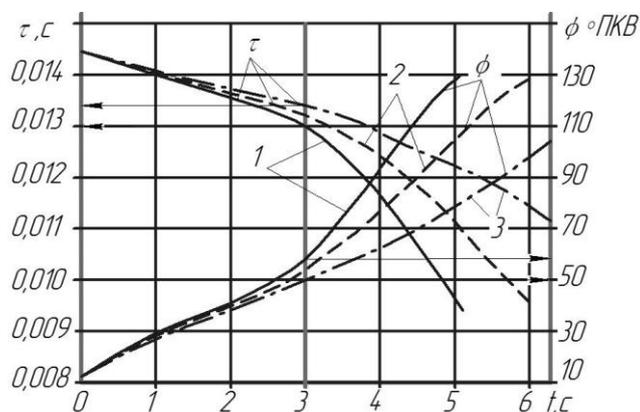


Рис. 2. Изменение задержки воспламенения в единицах времени ( $\tau$ , с) и в градусах поворота коленчатого вала ( $\phi$ , ПКВ) при разных вариантах разгона после пуска из холодного состояния двигателя типа 4Ч11/12,5:

- 1 – число работающих цилиндров  $i = 4$ ; 2 – число работающих цилиндров  $i = 3$ ;  
3 – число работающих цилиндров  $i = 2$

Однако задержка воспламенения ( $\phi$ ) в угловых единицах с четырьмя работающими цилиндрами составляет 58 °ПКВ, то есть больше, чем при медленном разгоне (при работе на двух цилиндрах,  $\phi = 50$  °ПКВ). Таким образом, при быстром разгоне раньше достигается критическая частота, при которой пропадает самовоспламенение смеси, и раньше проявляется неустойчивость пуска. Очевидно, что время разгона после пуска до устойчивой частоты вращения при применении системы отключения цилиндров повышается, однако, оно не превышает допустимого (например, 54 сек) времени пуска при реализации трёхкратных попыток при неустойчивом пуске.

Второй метод повышения стабильности работы дизеля при разгоне с подачей смесового топлива требует детальной проработки алгоритма уменьшения цикловой подачи смеси дизельного топлива и легковоспламеняющейся жидкости по мере прогрева дизеля. Задачей дальнейших исследований является сравнительная экономическая оценка эффективности этих двух методов повышения стабильности работы дизеля при применении легковоспламеняющейся жидкости.

Таким образом, анализ исследований показал эффективность организации холодного пуска дизеля подачей смеси легковоспламеняющейся жидкости с дизельным топливом в цилиндры с помощью системы регулирования начального давления, которая в сочетании с отключением части цилиндров дизеля при разгоне после пуска обеспечит дополнительное повышение устойчивости и надежности работы двигателя при пуске.

#### Список источников

1. Купершмидт, В. Л. Средства облегчения пуска двигателей в холодных условиях / В. Л. Купершмидт // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – № 1. – С. 30-32.
2. Патрахальцев, Н. Н. Применение легковоспламеняющейся жидкости для повышения эффективности холодного пуска дизеля / Н. Н. Патрахальцев, П. П. Ощепков, И. С. Мельник // Транспорт на альтернативном топливе. – 2018. - № 6 (66). – С. 55-60.
3. Патрахальцев, Н. Н. Влияние переходного процесса в топливной аппаратуре дизеля на его пусковые характеристики / Н. Н. Патрахальцев, В. В. Харитонов, А. В. Фомин // Вестник

Российского университета дружбы народов. Серия Инженерные исследования. – 2004. – № 1 (8). – С. 17 - 23.

4. Леонов, О. Б. Проблема неустойчивого пуска дизеля и пути ее решения / О. Б. Леонов, Н. Н. Патрахальцев, А. В. Фомин // Известия вузов. Машиностроение. – 1999. – № 3. – С. 69-75.

5. Грехов, Л. В. Применение смесей диметилового эфира и дизельного топлива в качестве альтернативного топлива для дизельного автотранспорта / Л. В. Грехов и др. // Сб. науч. тр. по проблемам двигателестроения, посвященный 175-летию МГТУ им. Н. Э. Баумана. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – С. 102-109.

6. Камышников, С. В. Повышение динамических и экологических качеств дизеля методом физико-химического регулирования рабочего процесса. / С. В. Камышников, Н. Н. Патрахальцев, В. В. Харитонов // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. Материалы IX международной научно-практической конференции 27 – 29 мая 2003. г. Владимир. – Владимир. – 2003. – С. 192 - 194.

### References

1. Kuperschmidt, V. L. (2001) Means of facilitating the start of engines in cold conditions. *Traktory i selskohozyajstvennyye mashiny. (Tractors and agricultural machines)*. 2001, №1, 30-32 (in Russ.).

2. Patrakhaltsev, N. N. (2018) The use of flammable liquid to increase the efficiency of diesel cold start. *Transport na alternativnom toplive. (Transport on alternative fuel.)* 2018, №6 (66), 55-60 (in Russ.).

3. Patrakhaltsev, N. N. (2004) Influence of the transient process in diesel fuel equipment on its starting characteristics. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya Inzhenernye issledovaniya. (Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Engineering Research series.)* 2004, №1(8), 17-23 (in Russ.).

4. Leonov, O. B. (1999) The problem of unstable diesel start-up and ways to solve it. *Izvestiya vuzov. Mashinostroenie. (News of universities. Mechanical engineering.)* 1999, №3, 69-75 (in Russ.).

5. Grekhov, L. V. (2005) The use of mixtures of dimethyl ether and diesel fuel as an alternative fuel for diesel vehicles. *05': collection of scientific papers.* (pp. 102-109). Moscow: Bauman Moscow State Technical University (in Russ.).

6. Kamyshnikov, S. V. (2003) Improving the dynamic and environmental qualities of diesel by the method of physico-chemical regulation of the working process. *03': collection of scientific papers.* (pp. 102-109). Vladimir (in Russ.).

### Информация об авторах

В.А. Комарова – студент;

О.Н. Черников – кандидат технических наук, доцент.

### Information about the authors

V.A. Komarova – student;

O.N. Chernikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

### Вклад авторов:

Комарова В.А. – написание статьи;

Черников О.Н. – научное руководство, написание статьи.

### Contribution of the authors:

Komarova V.A. – writing an article;

Chernikov O.N. – scientific guidance, writing an article.

Научная, обзорная статья  
УДК 629.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ ПЛАТФОРМ

Ильмянов Борис Александрович<sup>1</sup>, Галеев Султан Хафизьянович<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия

<sup>1</sup>ilmyanov.boris@yandex.ru

<sup>2</sup>GaleevSH@volgatech.net

*Представлен анализ фрикционных свойств материалов, используемых для покрытия опорной поверхности грузовых платформ. Проведены экспериментальные исследования по определению коэффициента трения материалов. Представлены результаты выполненных исследований.*

**Ключевые слова:** угол трения, коэффициент трения, опорная поверхность, траверса, платформа.

**Для цитирования:** Ильмянов Б. А., Галеев С. Х. Исследование фрикционных свойств материалов для грузовых платформ // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 173-176.

## INVESTIGATION OF FRICTION PROPERTIES OF MATERIALS FOR CARGO PLATFORMS

Ilmyanov Boris Alexandrovich<sup>1</sup>, Galeev Sultan Hafizyanovich<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia

<sup>1</sup>ilmyanov.boris@yandex.ru

<sup>2</sup>GaleevSH@volgatech.net

*The analysis of the friction properties of materials used to cover the supporting surface of cargo platforms is presented. Experimental studies have been carried out to determine the coefficient of friction of materials. The results of the performed studies are presented.*

**Keywords:** friction angle, coefficient of friction, bearing surface, traverse, platform.

**For citation:** Ilmyanov, B.A. & Galeev, S.H. (2023). Investigation of friction properties of materials for cargo platforms. Problems of technical service in the agro-industrial complex'23: collection of scientific papers. (pp. 173-176). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

При выполнении транспортных операций на предприятиях агропромышленного комплекса необходимо исходить из того, что нужно учитывать условия и характер выполнения операций в общем комплексе технологий производства в условиях предприятия. Условия работы транспортных машин на пересеченной местности характеризуются движением по полям, проселочным дорогам с выездом на участки с твердым покрытием. При этом довольно часто приходится преодолевать кюветы различной глубины и с различными углами спуска и подъёма (рис.1).

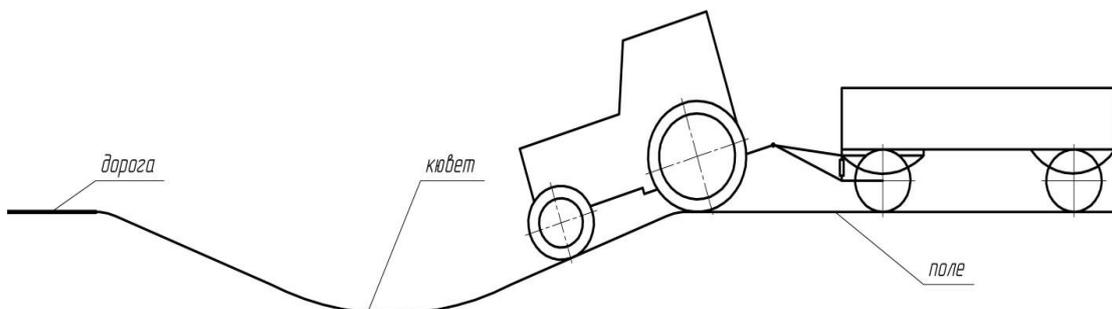


Рис.1.Схема преодоления кювета прицепным тракторным транспортным агрегатом

Наиболее опасными являются условия работы при наличии продольных и поперечных уклонов. Схема действия сил, действующих на транспортное средство при наличии продольного уклона, показано на рис.2.

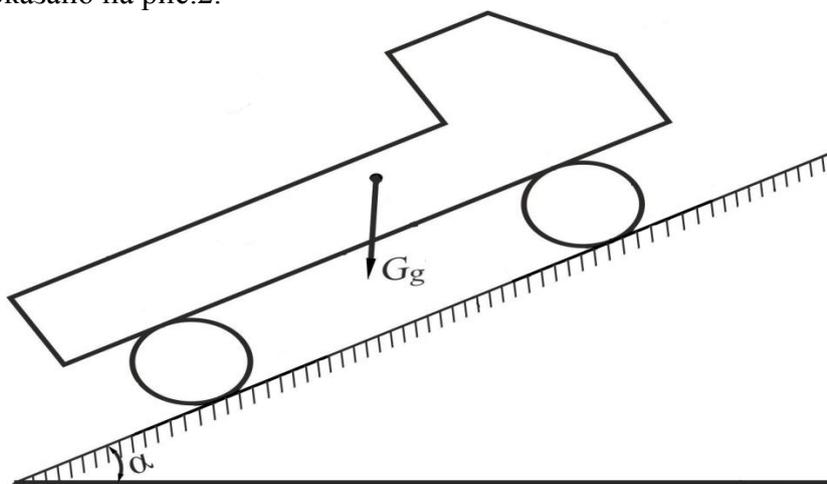


Рис.2. Схема действия сил, действующих на транспортное средство при наличии продольного уклона

При наличии поперечного уклона схема сил приведена на рис.3.

Из рассмотренных схем следует, что при наличии уклона транспортной платформы от горизонтального положения возникает усилие, способствующее сдвигу груза на платформе в сторону возникающего уклона. Для более надежного удержания груза на транспортной платформе материал опорной поверхности для груза должен иметь достаточное значение угла трения. Для определения физикомеханических характеристик были проведены экспериментальные исследования материалов для использования их в качестве опорной поверхности грузов, размещаемых на грузовой платформе транспортных средств.

Для проведения экспериментальных исследований была спроектирована и изготовлена установка, приведенная на рис.4.

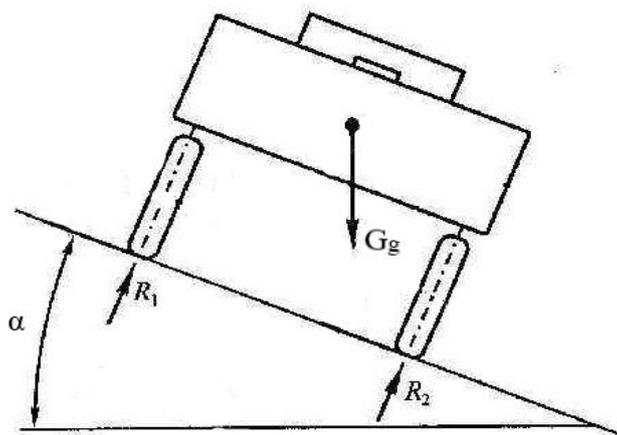


Рис. 3. Схема сил, действующих на транспортное средство при наличии поперечного уклона

В начальном положении подвижная платформа 1, закрепленная на оси 2, располагается горизонтально. Для приведения платформы в действие используется трособлочная система и стойки 3 и 4. Привод 5 платформы 1 имеет электродвигатель и снабжен электромагнитным тормозом. Подъемная траверса 6 снабжена блоком с гибким тяговым элементом и предназначена для приведения поворотной платформы в действие. Направляющие ролики 7 обеспечивают направление подъема траверсы 6 вдоль стоек 3 и 4. Кронштейны 8 и 9 предназначены для закрепления размыкающего устройства 10.

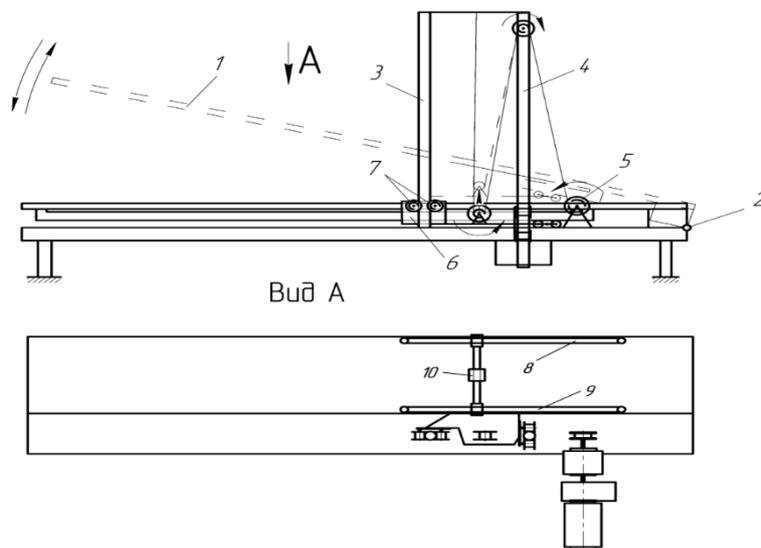


Рис.4 Экспериментальная установка для определения угла трения, где:

1 – промежуточное положение поворотной платформы; 2 – ось поворотной платформы; 3,4 – стойки для трособлочной системы; 5 – привод платформы; 6 – подъемная траверса; 7 – направляющие ролики; 8,9 – кронштейны для подвижного контакта; 10 – размыкающее устройство

Работа установки происходит следующим образом. На платформе 1 в зоне расположения кронштейнов 8 и 9 размещаются исследуемые материалы (пара трения). Рядом с подвижным компонентом трущейся пары закрепляется подвижный контакт размыкающего устройства 10. После запуска установки привод 5 платформы через трособлочную систему приводит в движение траверсу 6, которая обеспечивает изменение углового положения поворотной платформы 1. При достижении платформой определенного угла поворота происходит перемещение подвижного компонента трущейся пары и подвижный контакт размыкающего устройства 10 выключает питание привода 5 платформы. Выключение питания вызывает срабатывание тормозного устройства, и поворотная платформа жестко фиксируется для последующего

определения его углового положения. Измеренная величина угла показывает численное значение угла трения исследуемой пары. Коэффициент трения можно будет определить из выражения (1)

$$f_{mp} = tg\alpha_0, \quad (1)$$

где  $\alpha_0$  – угол наклона платформы в момент её фиксации.

На данной установке были проведены замеры по определению коэффициента трения металлической пластины о поверхность разных материалов. В качестве объектов для исследования были выбраны следующие материалы: ДВП, резина, ОСП, картон. Замеры по определению коэффициента трения проводились для каждой пары трения. Кратность повтора для каждой пары трения определялась по известной методике при показателе точности 0,05.

Полученные результаты приведены в таблице и на рис.5.

Таблица

Результаты экспериментов

Исследуемый материал	$\alpha_0$	$f_{mp}$
ДВП	11,85°	0,21
ОСП	12,9°	0,23
Картон	16,5°	0,29
Резина	38,6°	0,8

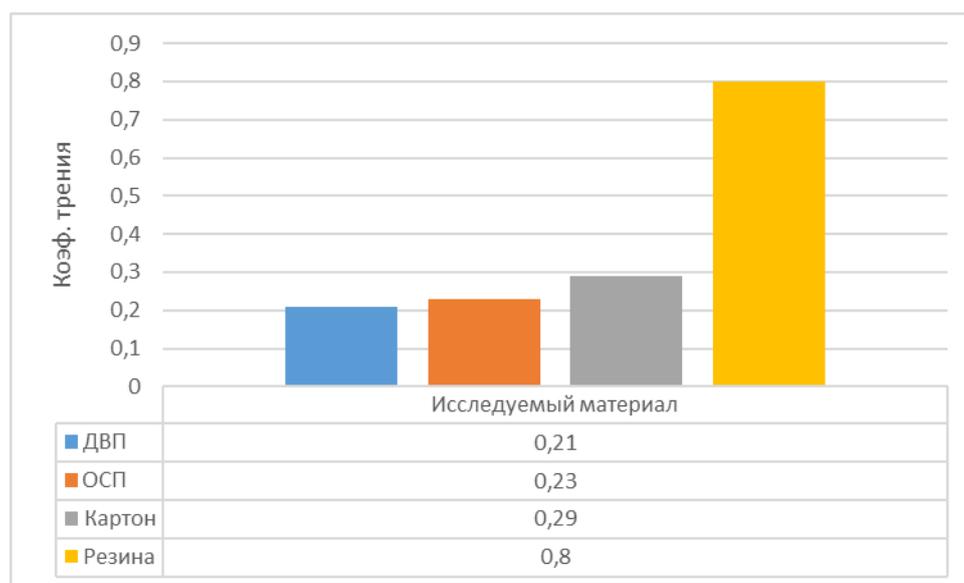


Рис.5. Результаты проведенных экспериментов

Из результатов проведенных исследований следует, что фрикционные свойства материалов, использование которых возможно для покрытия опорной поверхности грузовых платформ, имеют достаточно широкий диапазон. Правильный выбор покрытия под грузы, располагаемые на платформе, позволит обеспечить безопасность и надежность выполнения транспортных операций.

## ТИПЫ ШАТУНОВ ДВС И ОСОБЕННОСТИ ИХ КОНСТРУКЦИИ

**Виталий Дмитриевич Хмыров<sup>1</sup>, Ольга Александровна Артамонова<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>herf2829@gmail.com

<sup>2</sup>art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

*В статье приводятся сведения, о видах шатунов, их сечениях и о конструкции.*

**Ключевые слова:** шатун, сечения шатуна, конструкция шатунов.

**Для цитирования:** Хмыров В. Д., Артамонова О. А. Типы шатунов ДВС и особенности их конструкций // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 177-180.

## TYPES OF ICE CONNECTING RODS AND THEIR DESIGN FEATURES

**Vitaly D. Khmyrov<sup>1</sup>, Olga A. Artamonova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>herf2829@gmail.com,

<sup>2</sup>art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

*The article provides information about the types of connecting rods, their cross sections and design.*

**Key words:** connecting rod, connecting rod cross sections, connecting rod design.

**For citation:** Khmyrov, V.D. & Artamonova, O.A. (2023). Types of ICE connecting rods and features of their designs features. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 177-180). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Активное развитие информатизации способствует снижению трудоемкости, облегчению визуализации и, в целом сокращению времени и затрат на производство и модернизацию разрабатываемых или совершенствуемых изделий [1].

Заслуживающими особого внимания инновациями в инженерном производстве являются аддитивные технологии. Применение этих технологий позволяет создавать 3D моделей изделий и чертежи на основе этих моделей, быстро изменять конструкцию детали [2].

Особенно актуален такой подход при совершенствовании конструкций наиболее распространенных в промышленности изделий, таких как шатуны ДВС.

Шатуны двигателя внутреннего сгорания – одни из самых нагруженных деталей не только двигателя, но и всего автомобиля. Они воспринимают всю мощность, полученную от сгорания топлива в цилиндре, и передают ее через трансмиссию на колеса. При этом деталь испытывает нагрузку сразу в нескольких векторах, преобразовывая возвратно-поступательное движение поршня во вращательное коленчатого вала [3].

От конструкции шатуна зависит зачастую долговечность его работы, поэтому перед созданием трехмерных моделей шатунов или перед совершенствованием их конструкций необходимо изучить особенности конструкций и разновидности шатунов.

Особенности шатуна зависят от мотора и его компоновки, в бензиновых двигателях применяют легкие шатуны, в дизельных – тяжелые.

В общем случае шатун состоит из следующих конструктивных элементов: стержня; верхней головки шатуна; нижней головки шатуна; крышки шатуна; болтов и вкладышей (рис. 1). Головка шатуна соединена стержнем и поршневым пальцем, а кривошипная с шейкой коленвала.



Рис. 1. Конструкция шатуна

Конструктивные элементы шатунов различных марок отличаются. Один из таких элементов – верхняя поршневая головка, определяет метод установки поршневого кольца. В большинстве двигателей используется палец фиксированного типа, выполняющий соединение деталей, для которого предусматривается отверстие цилиндрической формы. Некоторые головки двигателей предусматривают наличие втулки. В связи с чем встречаются конструкции головки без втулки, для которой используется плавающий палец.

Стержень шатуна расположен в нижней части головки. По форме различают стержни двутаврового сечения, при этом в зависимости от соотношения длины полки к длине перемычке двутавра их подразделяют на I-образные, крестообразные и H-образные (рис. 2).



Рис.2. Форма двутавровых сечений стержня: I-образные, крестообразные и H-образные

Помимо двутаврового сечения стержней встречаются также круглые, трубчатые и ромбические стержни (рис. 3).

Простые шатуны прямоугольной формы используются для тихоходных механизмов (рис. 3 а) [4].

Шатуны с круглой формой сечения, встречаются в судовых двигателях, по их сверлению внутри подаётся смазка или охлаждение (рис. 3 б).

Трубчатый шатун используется в велосипеде, передающий усилие с педалей на вал каретки (рис. 3 в).

Ромбические используются в гоночных моторах, где важно улучшение аэродинамики (рис. 3 г) [5].



Рис. 3 Виды сечения стержней шатунов

В шатунах некоторых двигателей имеется просверленный масляный канал, служащий для подачи смазки к верхней головке шатуна.

Еще одним элементом шатуна, является нижняя головка, отличающаяся разборной конструкцией. Ее назначение заключается в соединении шатуна с шатунной шейкой коленчатого вала. Нижняя головка шатуна соединяется с крышкой и фиксируется болтовым соединением. При этом разъем нижняя головка шатуна может быть одним из двух типов: прямым – стержневая ось расположена под углом в  $90^\circ$ ; косым – стержневая ось выполнена под углом отличным от прямого. На внутреннюю поверхность нижней головки шатуна устанавливают вкладыш. Вкладыши в современных двигателях могут быть двухслойными, тогда на него наносится антифрикционный слой или трехслойными, в этом случае добавляют изоляционных слоев.

Все шатуны в двигателе должны быть одного веса. Выравнивают вес по самому легкому шатуну снимая часть металла со специальных наплывов – бобышек, расположенных в верхней головке шатуна и на крышке нижней головки. Иногда наплывы расположены на стержне в месте нахождения его центра тяжести.

Шатуны бензиновых двигателей отливают из чугуна. Шатуны дизельных двигателей с наддувом изготавливают из легированной стали методом горячей штамповки. Внешне кованый шатун отличается от литого шириной бокового шва, который у литого уже. В современных двигателях шатуны могут изготавливаться методом спекания порошковых металлов, такой метод распространен в аддитивных технологиях 3D печати различных изделий.

В результате анализа конструктивных особенностей конструкций шатунов выявлено, что для бензиновых двигателей используются легкие шатуны, в дизелях — тяжелые шатуны. Предпочтительным сечением стержня шатуна является двутавровое для не скоростных двигателей и круглое или ромбическое сечение для скоростных двигателей.

#### Список источников

1. Артамонова О. А., Вдовкин С.В., Артамонов Е.И. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование в образовательном процессе инженерной направленности // Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов национальной научно-методической конференции. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020 С. 3-6.

2. Артамонова О.А., Крючин А.Н., Серобаба О.Н. Использование 3D моделирования при разработке элементов конструкции посевных машин // Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов. Кинель: РИО СГСХА, 2018. С. 289-292.

3. Шатун: назначение, устройство, материалы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.best-motors77.ru/client/articles/shatun-naznachenie-ustroystvo-materialy/>

4. Конструкция шатуна [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://raceportal.ru/race-theory-and-practice/item/347-konstruktsiya-shatuna.html>

5. Шатун [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metal-archive.ru/stati/18702-shatun.html>

### References

1. Artamonova, O.A., Vdovkin, S.V. & Artamonov, E.I. (2020) Additive technologies and rapid prototyping in the educational process of engineering orientation (*Innovations in the system of higher education: a collection of scientific papers of the national scientific and methodological conference*) (pp. 3-6) Kinel: RIO Samara State (in Russ.).

2. Artamonova, O.A., Kryuchin, A.N., Serobaba, O.N., (2018) The use of 3D modeling in the development of structural elements of sowing machines (*Innovations in the system of higher education: a collection of scientific papers*), (pp. 289-292) Kinel: RIO SCSKhA (in Russ.).

3. Connecting rod: purpose, device, materials [Electronic resource] - Access mode: <https://www.best-motors77.ru/client/articles/shatun-naznachenie-ustroystvo-materialy/>

4. Connecting rod design [Electronic resource] - Access mode: <http://raceportal.ru/race-theory-and-practice/item/347-konstruktsiya-shatuna.html>

5. Connecting rod [Electronic resource] - Access mode: <https://metal-archive.ru/stati/18702-shatun.html>

### Информация об авторах

О. А. Артамонова – кандидат технических наук, доцент;

В. Д. Хмыров – студент

### Information about the authors

O. A. Artamonova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V. D. Khmyrov – student

### Вклад авторов:

Артамонова О.А. – научное руководство;

Хмыров В.Д. – написание статьи.

### Contribution of the authors:

Artamonova O.A. – scientific management;

Khmyrov V. D. – writing an article.

УДК 62-242.1

## ТИПЫ ПОРШНЕЙ ДВС И ОСОБЕННОСТИ ИХ КОНСТРУКЦИЙ

Данила Дмитриевич Мелёхин<sup>1</sup>, Ольга Александровна Артамонова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>[danila.melekhin5@mail.ru](mailto:danila.melekhin5@mail.ru)

<sup>2</sup>[art.olja@mail.ru](mailto:art.olja@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

В статье приводятся сведения, о типах поршней и их конструкций.

**Ключевые слова:** поршни, изделия, конструкции.

**Для цитирования:** Мелёхин Д. Д., Артамонова О. А. Типы поршней ДВС и особенности их конструкций // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 180-185.

## **TYPES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE PISTONS AND FEATURES OF THEIR DESIGNS**

**Danila D. Melekhin<sup>1</sup>, Olga A. Artamonova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>[danila.melekhin5@mail.ru](mailto:danila.melekhin5@mail.ru)

<sup>2</sup>[art.olja@mail.ru](mailto:art.olja@mail.ru) , <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

*The article provides information about the types of pistons and their designs.*

**Key words:** pistons, products, structures.

**For citation:** Melekhin, D.D. & Artamonova, O.A. (2023). Types of internal combustion engine pistons and features of their designs. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 180-185). Kinel :PLC Samara SAU (inRuss).

Развитие современного производства идет по пути увеличения информатизации, снижения трудоемкости, внедрения аддитивных технологий [1].

В аддитивные технологии входят такие направления как, создание 3D моделей изделий и узлов, 3D печать и быстрое прототипирование. Реализации последнего существенно упрощается при наличии параметрических 3D моделей изделий и сборочных единиц. [2].

Особенно такой подход применим при совершенствовании конструкций широко распространенных деталей автомобилей, например поршней ДВС.

Поршень является основной и в тоже время важной деталью двигателей внутреннего сгорания, который служит для преобразования энергии сжатого газа в энергию поступательного движения. Эта одна из главных функциональных деталей двигателей, подвергающейся высокой нагрузке и в значительной степени определяющей их ресурс, экономические, экологические, и массогабаритные показатели [3].

Поршень в двигателе выполнен в виде изделия цилиндрической формы, которое служит для преобразования энергии сжатой воздушно-топливной смеси в энергию поступательного движения. Далее данная энергия при помощи шатунов и коленчатого вала преобразуется в крутящий момент.

Вследствие чего для построения 3D модели данного изделия и ее быстрого изменения необходимо изучить особенности конструкций и разновидности поршней.

В задачи исследований входило: провести анализ конструкций, выявить конструктивные особенности разновидностей поршней бензиновых и дизельных двигателей.

Поршень двигателя имеет достаточно простую конструкцию, которая состоит из следующих конструктивных элементов (рис. 1): днище поршня-1; канавка верхнего компрессионного кольца-2; канавка нижнего компрессионного кольца-3; канавка маслосъёмного кольца-4; бобышка-5; юбка-6 [4].



Рис. 1. Конструктивные элементы поршня

Днище поршня конструктивный элемент, форма которого зависит от типа двигателя, особенностей камеры сгорания и многих других факторов. Поршень может иметь плоское, вогнутое, выпуклое днище.

Детали с «плоским днищем» (рис.2 а) наиболее просты в производстве, используются как в бензиновых, так и дизельных двигателях вихрекамерного и предкамерного типа. Такой тип поверхности используется довольно часто. Недостаток поршня такого типа, в том, что при обрыве ремня поршни гнут клапана.

К разновидностям поршней с плоским днищем относится поршень с днищем «циковки». Они предотвращают столкновение поршней с клапанами за счёт специальных углублений называемых циковками.

Поршни с «вогнутым» (рис.2б) днищем свойственны для дизельных двигателей. Так как данный вид поршня обеспечивает более эффективную работу камеры сгорания, однако способствуют большему образованию отложений при сгорании топлива.

К разновидности поршней с вогнутом днищем относятся поршни с днищем «лужей». Такой тип поршней также оснащен канавками только большего размера. Цель таких поршней понизить степень сжатия. Например, они отлично подходят для турбокомпрессора.

«Выпуклая» (рис.2 в) форма днища улучшает производительность поршня, но при этом она понижает эффективность процесса сгорания топливной смеси в камере сгорания.



а)



б)



в)

Рис.2. Форма днища поршней

Помимо изменяемой формы днищ поршней конструкция самого поршня также бывает различной.

В машиностроении встречаются цельнолитые поршни; поршень с терморегулирующей вставкой; поршень с вставкой под верхнее компрессионное кольцо; поршень с каналом масляного охлаждения [5].

Поршни подразделяются на – «цельнолитые» (рис.3а), такая конструкция поршня имеет наименьшую массу по сравнению с другими видами поршней.

Поршень с терморегулирующей вставкой позволяет обеспечить стабильность размеров и геометрии поршня при нагреве (рис. 3 б).

Поршень с вставкой под верхнее компрессионное кольцо позволяет повысить долговечность наиболее нагруженной части поршня — канавки верхнего компрессионного кольца. (рис. 3 в).

Поршень с каналом масляного охлаждения использовался в высокофорсированных дизельных двигателях. В настоящее время применяется и в бензиновых двигателях. Конструкцией поршня обеспечена максимальная эффективность охлаждения головки поршня (рис. 3 г).

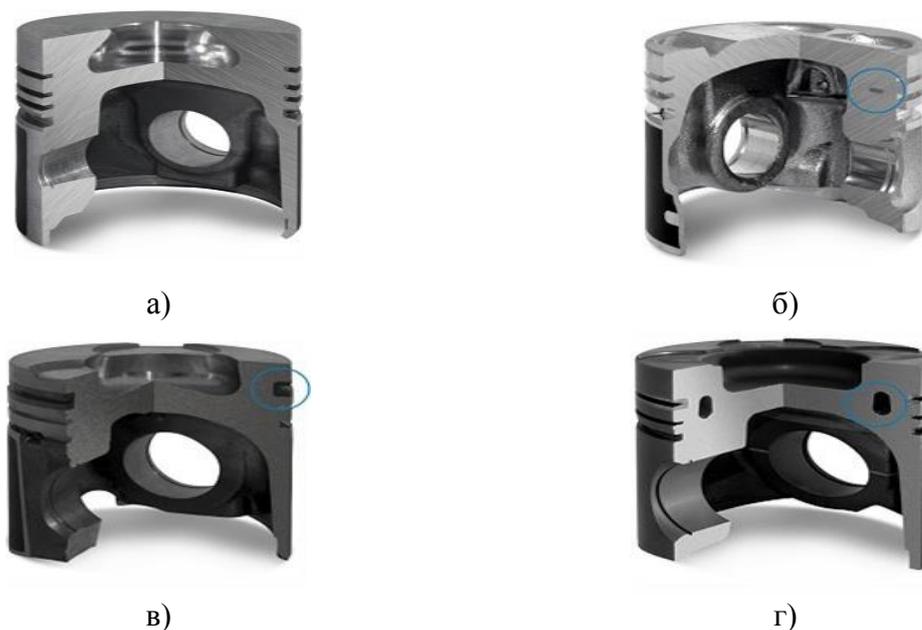


Рис.3. Разновидности конструкций поршней

Маркировка поршней осуществляется согласно примеру, приведенному на рисунке 4 на примере поршня торговой марки **NURAL** – компании Federal-Mogul производящие поршни и цилиндры для бензиновых и дизельных, легковых и грузовых двигателей. Такие поршни используются на двигателе автомобиле марок: Audi, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen и других.



Рис.4. Маркировка поршня

Маркировка состоит из следующих элементов: обозначение торговой марки, под которой выпущен поршень -1; заводской номер изделия -2; диаметр увеличен на 0,5 мм, то есть, в данном случае это ремонтный поршень -3; значение наружного диаметра поршня, в мм -4; значение теплового зазора -5; стрелка, указывающая направление установки поршня в сторону движения машины -6; техническая информация производителя (необходима при обработке двигателя) -7.

В настоящее время наиболее распространёнными типами двигателей являются бензиновые и дизельные, у которых поверхности головок поршней отличаются. В бензиновом двигателе поверхность головки – плоская или близкая к ней, иногда в ней выполняются канавки, которые способствуют полному открытию клапанов. Для поршней двигателей, оборудованных системой непосредственного впрыска топлива (СНВТ), свойственна более сложная

форма. Головка поршня в дизельном двигателе наиболее отличается от бензинового, – благодаря выполнению в ней камеры сгорания заданной формы, обеспечивается лучшее завихрение и смесеобразование, с помощью которого лучше сгорает топливо в камере сгорания.

В результате анализа конструктивных особенностей поршней выявлено, что наиболее распространёнными являются, поршни с плоским днищем или близким к нему, они наиболее просты в производстве и используются как в бензиновых, так и в дизельных двигателях вихрекамерного и предкамерного типа.

Поршни с вогнутым днищем свойственны для дизельных двигателей, они обеспечивают более эффективную работу камеры сгорания, обеспечивают лучшее завихрение и смесеобразование.

#### Список источников

1. Артамонова О. А., Вдовкин С.В., Артамонов Е.И. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование в образовательном процессе инженерной направленности // Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов национальной научно-методической конференции. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020 С. 3-6.

2. Артамонова О.А., Крючин А.Н., Серобаба О.Н. Использование 3D моделирования при разработке элементов конструкции посевных машин // Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов. Кинель: РИО СГСХА, 2018. С. 289-292.

3. Поршень двигателя: конструктивные элементы, признаки и причины их износа [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vils.ru/articles/porshen-dvigatelya-konstruktivnye-elementy-priznaki-i-prichiny-ikh-iznosa/>

4. Поршень двигателя: функции, конструкция, типы, фото, видео [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://nivovod.ru/ekspluatatsiya-i-obslyuzhivanie/porshen-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya-ustroystvo/>

5. Четошников В. И., Деев, А. Г., Обоснование возможности уменьшения зазора в сопряжении поршень-цилиндр тракторного двигателя с воздушным охлаждением. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. 65 (3), 89-94.

#### References

1. Artamonova, O.A., Vdovkin, S.V., Artamonov, E.I., (2020) Additive technologies and rapid prototyping in the educational process of engineering orientation (*Innovations in the system of higher education: a collection of scientific papers of the national scientific and methodological conference*) (pp. 3-6) Kinel: RIO Samara State (in Russ.).

2. Artamonova, O.A., Kryuchin, A.N., Serobaba, O.N., (2018) The use of 3D modeling in the development of structural elements of sowing machines (*Innovations in the system of higher education: a collection of scientific papers*), (pp. 289-292) Kinel: RIO SGSKhA (in Russ.).

3. Engine piston: structural elements, signs and causes of their wear [Electronic resource] - Access mode: <https://vils.ru/articles/porshen-dvigatelya-konstruktivnye-elementy-priznaki-i-prichiny-ikh-iznosa/>

4. Engine piston: functions, design, types, photos, videos [Electronic resource] - Access mode: <https://nivovod.ru/ekspluatatsiya-i-obslyuzhivanie/porshen-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya-ustroystvo/>

5. V. I. Chetoshnikov and A. G. Deev, Substantiation of the possibility of reducing the gap in the piston-cylinder interface of an air-cooled tractor engine. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2010. 65(3), 89-94 (in Russ.).

#### Информация об авторах

О. А. Артамонова – кандидат технических наук, доцент;

Д.Д. Мелёхин – студент

#### Information about the authors

O. A. Artamonova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D.D. Melekhin – student.

**Вклад авторов:**

Артамонова О.А. – научное руководство;  
Мелехин Д.Д. – написание статьи.

**Contribution of the authors:**

Artamonova O.A. – scientific guidance;  
Melekhin D.D. – writing an article.

Научная, обзорная статья

УДК629.021

**СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В КОМПАС-3D  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ**

**Иван Александрович Дикуша<sup>1</sup>, Ольга Александровна Артамонова<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

<sup>1</sup>[Ivan.Dikusha@yandex.ru](mailto:Ivan.Dikusha@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

<sup>2</sup>[art.olja@mail.ru](mailto:art.olja@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

*В статье приводятся сведения, необходимые для построения трехмерных моделей деталей с помощью параметризации в программе КОМПАС-3D.*

**Ключевые слова:** 3D модели изделия, компас-3D, параметризация.

**Для цитирования:** Дикуша И. А., Артамонова О. А. Создание 3D моделей деталей машин в компас-3D с использованием параметризации // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 185-189.

**CREATING 3D MODELS OF MACHINE PARTS IN COMPASS-3D  
USING PARAMETERIZATION**

**Ivan A. Dikusha<sup>1</sup>, Olga A. Artamonova<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>[Ivan.Dikusha@yandex.ru](mailto:Ivan.Dikusha@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

<sup>2</sup>[art.olja@mail.ru](mailto:art.olja@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

*The article provides the information necessary to build three-dimensional models of parts using parameterization in the COMPASS-3D program.*

**Key words:** 3D models, products, 3D compass, parameterization.

**For citation:** Dikusha, I.A. & Artamonova, O.A. (2023). Creating 3D models of machine parts in compass-3D using parameterization. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 185-189). Kinel :PLC Samara SAU (inRuss).

В настоящее время конструкторско-технологическая подготовка производства включает в себя применение 3D моделей деталей, сборочных единиц и составных частей узлов и агрегатов. Для повышения уровня конкурентоспособности производства в процессе создания деталей машин необходимо снизить сроки проектирования и изготовления изделий, уменьшить себестоимость и заметно повысить качество изготавливаемых деталей[1].

Использование технологий 3D моделирования позволяет проводить первичную оценку внешнего вида изделия и поиска слабых сечений в виртуальной среде. Такое направление развития производства даёт возможность оценить работоспособность разрабатываемых конструкций частично в условиях до непосредственной эксплуатации, что способствует удешевлению производств и сокращению времени проектирования. При этом составление нужной технической документации в создании путей и способов изготовления деталей, а также контроль за изделием осуществляется с помощью новых технологий, инструмента и оборудования. Все операции проходят в автоматизированном режиме и уменьшают процент работы ручного труда [2].

Применение компьютерной графики в конструкторско-технологическом производстве реализуется в двух направлениях.

Первое основывается на двухмерной геометрической модели и применение компьютера как инструмент, который позволяет ускорить процесс конструирования и повысить качество оформления нормативно-технической и конструкторской документации. Главное место в этом направлении в процессе конструирования занимает чертёж, в котором содержится вся необходимая графическая информация для создания изделий.

Основу второго направления составляет пространственная геометрическая модель изделия, которая является наглядным примером оригинала и более полезным инструментом, позволяющим решать геометрические задачи. На чертёж в данном направлении отводится вспомогательная роль, а способами его создания являются методы компьютерной графики.

Применение традиционного процесса конструирования, первого направления, информационный обмен происходит при помощи конструкторской, нормативно-технической и технологической документации.

В результате использования второго направления, которое обеспечивает рациональное функционирование программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР). На основе компьютерного представления геометрического объекта общей базы данных.

Геометрическое моделирование – это процесс разработки пространственных моделей деталей и геометрических объектов (ГО), в них находится информация о геометрических параметрах объекта. Трёхмерные модели деталей используются для решения широкого спектра задач: создание программ для управления ЧПУ, визуализация, разработка расчетных сеток и т.д.[3].

В основном 3D модели применяются для сохранения информации о форме объекта, их совместном расположении и рекомендациях для обработки в подходящем для компьютерной программы виде.

Модель геометрических объектов – это набор сведений, которые определяют его форму и размеры. В качестве примера можно привести отрезок он может быть изображён двумя (двухмерная модель) или тремя (трехмерная модель) координатами двух точек; окружность описывается координатами центра и радиусом[4].

Создание чертежей осуществляется с помощью двухмерных моделей, а изображение изделий в трех измерениях позволяют получить трехмерные модели.

Программа КОМПАС – 3D обладает обширными возможностями при разработке трехмерных моделей конструкций различной сложности, причём как отдельных деталей, так и в целом сборочных единиц. Главной особенностью моделирования является то, что этот процесс очень похож на технологический процесс создания изделия. В процессе виртуальной сборки детали, пользователь имеет возможность на время отключить изображения какой-либо сборочной единицы или выполнять действия с другими сборочными единицами. В результате редактирования модели происходят изменения и в чертеже, созданном по этой модели, так как в компасе трехмерные модели и чертежи взаимосвязаны между собой.

В программе КОМПАС-3D реализуются разнообразные возможности технологии параметризации, применяемые как к чертежам, так и к объёмным моделям. В процессе создания детали можно накладывать ассоциативные связи и при необходимости вносить изменения в

конструкцию изделия, изменяя тем самым чертежи этого изделия. В параметрическом эскизе, помимо данных об объекте, содержится информация о связях и наложенных ограничениях. В процессе конструирования накладывая на геометрические элементы связи и ограничения, происходит формирование параметрической модели. Параметрическая модель – это объединенный комплекс геометрических объектов, элементы которого постоянно сохраняют заданные параметрические зависимости. Особенностью такой модели является, что она может динамически изменять форму, не нарушая установленные связи между отдельными элементами[5].

Механизм параметризации позволяет нам не только изменять конкретные размеры той или иной детали, но и управлять ее формой. Для этого состоянию, управляющему включением в расчет эскиза или формообразующей операции, может быть присвоена переменная логического типа, которая принимает значения 1 (ИСТИНА) и 0 (ЛОЖЬ). Таким образом, изменяя значение этой переменной, можно включать или выключать из расчета ту или иную операцию, а, следовательно, существенно изменять форму детали. Например, так, как показано на рис. 1.

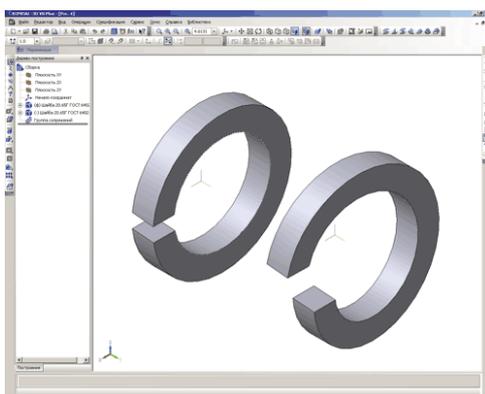


Рис. 1. Моделирование пружинной шайбы

На рисунке изображена модель пружинной шайбы, которая имеет два состояния: свободное и в собранном узле детали после поджима. Такое построение модели реализуется путем исключения формообразующих операций из расчета в одном положении шайбы, и включением их в расчет другого положения.

Нужно заметить, что технология параметризации позволяет перестраивать очень сложные сборочные единицы. Но количество параметризованных изделий незначительно влияет на производительности труда, так как уменьшение времени при использовании не сложных параметризованных деталей невелико. В свою очередь выигрыш во времени даёт применение трудных параметризованных сборочных единиц, не смотря на увеличение времени при описании добавленных параметрических связей.

В подтверждение этого на рисунке 2 представлены две модели секции аккумулятора, которые целиком параметризованные и составленные путём изменения соответствующих переменных.

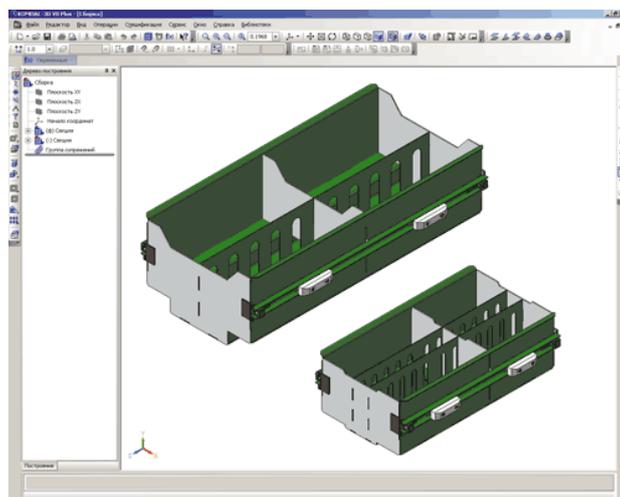


Рис. 2. Параметризованная модель секции аккумуляторной батареи

Секция аккумуляторной батареи сделана больше чем из тридцати деталей и сверху описывается массивом из такого же количества переменных, которые определяют её основные геометрические размеры, включают или выключают из расчётов отдельные группы деталей в зависимости от конструкции секции, так же к переменным привязано расположение отдельных деталей находящихся в составе секции. Функционально связанных между собой переменных в данной сборочной единицы насчитывается более сотни. Всё время, ушедшее на создание такой модели, окупается большими возможностями редактирования. Введение изменений или же перестроение модели по новым размерам составляет несколько минут, что существенно меньше, чем изменение способом обычного редактирования соответствующих моделей.

В данной статье, мы рассмотрели варианты применения технологии параметризации в КОМПАС-3D, которые используются для редактирования различных изделий и сборочных единиц. Также хочется отметить, что грамотное применение параметризации существенно позволяет сократить время на создание, модифицирование и редактирование 3D моделей деталей.

#### Список источников

1. Артамонова О. А., Вдовкин С.В., Артамонов Е.И. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование в образовательном процессе инженерной направленности // Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов национальной научно-методической конференции. Кинель: РИО Самарского ГАУ, 2020 С. 3-6.
2. Артамонова О.А., Крючин А.Н., Серобаба О.Н. Использование 3D моделирования при разработке элементов конструкции посевных машин // Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов. Кинель: РИО СГСХА, 2018. С. 289-292.
3. Третьяков В.М. Основы проектирования семейства изделий / В.М. Третьяков. - М.: Машиностроение, 2004. - 24 с.
4. Дементьев Ю.В. САПР в автомобиле и тракторостроении : учебник : для студентов вузов, / Ю. В. Дементьев, Ю. С. Щетинин ; под общ.ред. В. М. Шарипова. - М.: Академия, 2004. - 218 с.
5. Шалумов А.С. Система автоматизированного проектирования КОМПАСГРАФИК: часть 2, учебное пособие. – Ковров: КГТА, 2005. – 42с.

#### References

1. Artamonova, O.A., Vdovkin, S.V., Artamonov, E.I., (2020) Additive technologies and rapid prototyping in the educational process of engineering orientation (*Innovations in the system of higher education: a collection of scientific papers of the national scientific and methodological conference*) (pp. 3-6) Kinel: RIO Samara State (in Russ.).

2. Artamonova, O.A., Kryuchin, A.N., Serobaba, O.N., (2018) The use of 3D modeling in the development of structural elements of sowing machines (*Innovations in the system of higher education: a collection of scientific papers*), (pp. 289-292) Kinel: RIO SGSKhA (in Russ.).

3. Tretyakov V.M., (2004). Fundamentals of designing a family of products / V.M. Tretyakov. – M.: Mashinostroenie, 24 p (in Russ).

4. Dementiev Yu.V., (2004). CAD in the car and tractor construction : textbook: for university students, / Yu. V. Dementiev, Yu. S. Shchetinin ; under the general editorship of V. M. Sharipov. - M.: Academy, 218 p (in Russ).

5. Shalunov A.S., (2005). Computer-aided design system COMPASS GRAPH: part 2, textbook. – Kovrov: KGTA, 42s (in Russ).

#### **Информация об авторах**

О. А. Артамонова – кандидат технических наук, доцент;

И.А. Дикуша – студент.

#### **Information about the authors**

O. A. Artamonova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

I.A. Dikusha – student.

#### **Вклад авторов:**

Артамонова О.А. – научное руководство;

Дикуша И.А. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Artamonova O.A. – scientific guidance;

Dikusha I.A. – writing an article.

Обзорная статья

УДК 621.432

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПАКЕТА ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ**

**Олег Юрьевич Тихонов<sup>1</sup>, Илья Алексеевич Зобов<sup>2</sup>,**

**Александр Павлович Быченин<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>[oleg.tikhonov.00@internet.ru](mailto:oleg.tikhonov.00@internet.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6383-0947>

<sup>2</sup>[z0bovv@yandex.ru](mailto:z0bovv@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0245-9985>

<sup>3</sup>[bar63@mail.ru](mailto:bar63@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8896-7547>

*Приведена классификация присадок к моторным топливам, проведен анализ их назначения и основных функций. Сформулированы рекомендации по формированию пакета присадок для дизельных смесевых топлив, пригодных к использованию в силовых установках энергетических средств в сельскохозяйственном производстве.*

**Ключевые слова:** топливо, смесевое, дизельное, присадка.

**Для цитирования:** Тихонов О. Ю., Зобов И. А., Быченин А. П. Формирование пакета присадок для дизельных смесевых топлив // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 189-194.

## FORMATION OF ADDITIVE PACKAGE FOR DIESEL MIXED FUELS

Oleg Y. Tikhonov<sup>1</sup>, Ilya A. Zobov<sup>2</sup>, Alexander P. Bychenin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>[oleg.tikhonov.00@internet.ru](mailto:oleg.tikhonov.00@internet.ru), <https://orcid.org/0000-0002-6383-0947>

<sup>2</sup>[z0bovv@yandex.ru](mailto:z0bovv@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-0245-9985>

<sup>3</sup>[bap63@mail.ru](mailto:bap63@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8896-7547>

*The classification of additives to motor fuels is presented, an analysis of their purpose and basic functions was carried out. Recommendations are formulated on the formation of a package of additives for diesel mixed fuels suitable for use in power plants of energy products in agricultural production.*

**Keywords:** fuel, mixed, diesel, additive.

**For citation:** Tikhonov, O.Y., Zobov, I.A. & Bychenin, A.P. (2023). Formation of additive package for diesel mixed fuels. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 189-194) Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.)

В текущих условиях, несмотря на глобальный дефицит продуктов переработки нефти, их высокой стоимости, а также провозглашенный странами Евросоюза, США и Китая переход на электрический привод транспортных средств, для энергетических средств, задействованных в сельскохозяйственном производстве и перевозке грузов на дальние расстояния, двигатели внутреннего сгорания (ДВС) остаются основными потребителями топливо-смазочных материалов, в частности, дизельных моторных топлив, наиболее чувствительных к температуре окружающей среды и загрязнениям. Помимо этого, весьма значительной остается доля ДВС, работающих по циклу Отто с предварительным сжатием смеси и потребляющих бензины разных марок, а также сжиженный либо компримированный газ. Таким образом по-прежнему актуальным остается вопрос сознательного управления эксплуатационными свойствами моторных топлив. Решить его возможно за счет применения присадок в различных комбинациях [1, 2].

Цель исследования – определить оптимальный пакет присадок для дизельных смесевых топлив, пригодных для использования в силовых установках энергетических средств, задействованных в сельскохозяйственном производстве.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: составить классификацию присадок к моторным топливам; проанализировать их назначение и функции; сформулировать рекомендации по формированию пакета присадок для дизельных смесевых топлив, пригодных для использования в силовых установках энергетических средств, задействованных в сельскохозяйственном производстве.

Для решения первой задачи необходимо рассмотреть существующую номенклатуру присадок к моторным топливам. В Российской Федерации допущены к использованию как отечественные, так и импортные присадки, поэтому их номенклатура достаточно велика и ее нерационально рассматривать полностью в рамках обзорной статьи. В связи с этим ограничимся анализом присадок по группам, различающимся по назначению, объемам применения и практической значимости. Классификация присадок к моторным топливам приведена на рисунке 1.

В рамках решения второй задачи был проведен анализ назначения и функций различных классов присадок к моторным топливам. Каждый класс выполняет характерную только для него функцию.

Так, *модификаторы воспламенения* включают *антидетонаторы*, предназначенные для предотвращения преждевременного воспламенения бензина в ДВС с принудительным

воспламенением; и *проторы воспламенения*, повышающие способность к самовоспламенению дизельных топлив.

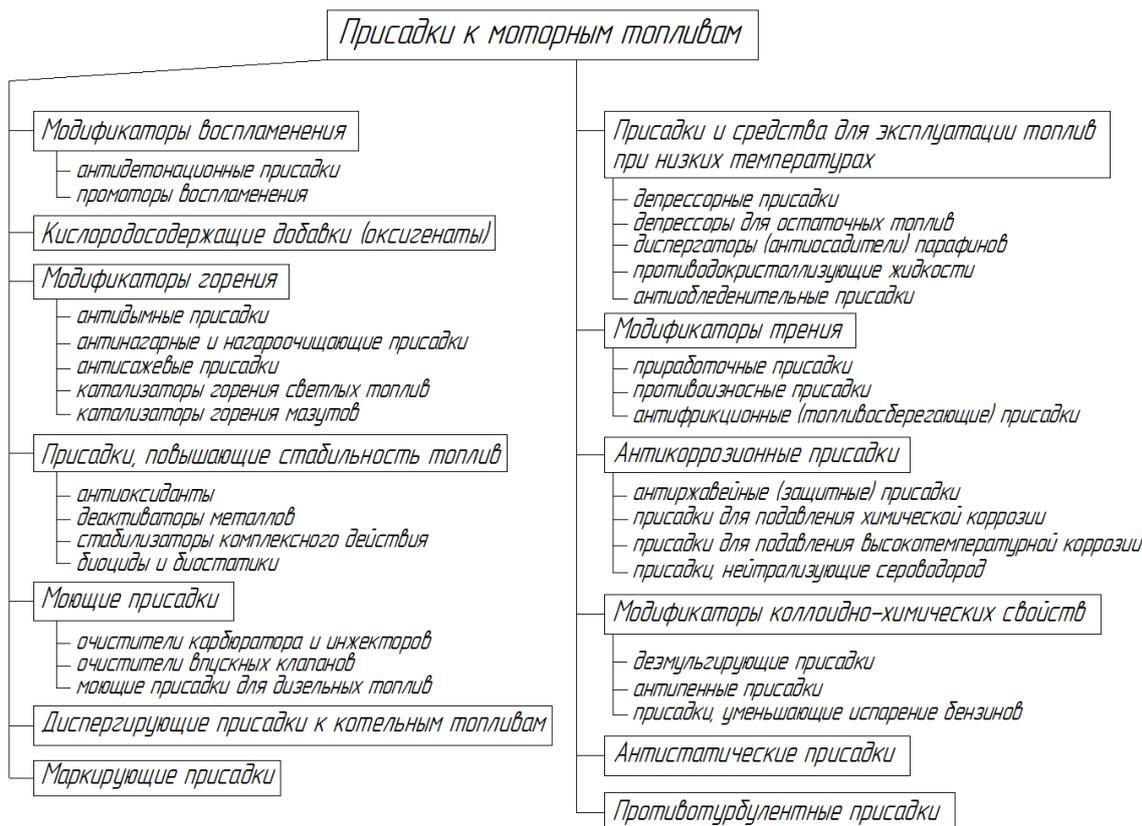


Рис. 1. Классификация присадок к моторным топливам

*Модификаторы горения* можно принципиально разделить на *антинагарные* (бензиновые и дизельные двигатели), предотвращающие образование нагара в камере сгорания и закоксовывание поршневых колец; *антидымные*, ускоряющие выгорание сажи на последних стадиях процесса горения и *антисажевые*, препятствующие загрязнению сажевых фильтров (дизельные двигатели); *инициаторы и катализаторы горения*, интенсифицирующие процесс окисления частиц топлива (бензиновые и дизельные двигатели).

Следующей большой группой присадок нужно выделить *стабилизаторы*, а именно:

- *антиоксиданты*, замедляющие процесс окисления углеводородов топлива;
- *деактиваторы металлов*, замедляющие действие меди, железа и других металлов, являющихся катализаторами горения;
- *стабилизаторы комплексного типа*, предотвращающие образование смол и нерастворимых осадков в результате реакций уплотнения, к которым относится и реакция окисления;
- *биоциды*, призванные предотвращать биокоррозию емкости для топлив и их загрязнение продуктами жизнедеятельности микроорганизмов;
- *кислородпоглощающие присадки*, которые связывают растворенный в топливе кислород в неактивные химические соединения;
- *газовытесняющие присадки*, при разложении которых образуется большое количество нейтральных газов, вытесняющих из жидкого топлива кислород;
- *экранирующие присадки*, образующие при взаимодействии с кислородом продукты окисления, растворимые в топливе;
- *диспергирующие присадки*, способствующие уменьшению размеров частиц смолистых отложений, что позволяет перевести их в раствор и удалить из камеры сгорания и элементов топливной аппаратуры.

При этом необходимо отметить, что универсальными являются лишь антиоксиданты, деактиваторы металлов и биоциды. Остальные присадки актуальны для применения в дизельных топливах.

*Моющие* присадки применяются в основном в процессе обслуживания двигателей внутреннего сгорания и предназначены для удаления загрязнений на элементах топливоподающей аппаратуры.

Присадки для *эксплуатации топлив при низких температурах* в большей степени характерны для дизельных топлив, но применяются также и в бензинах. *Депрессоры* предотвращают рост кристаллов парафинов и их объединение в пространственные структуры, способные забить топливные фильтры и топливную арматуру [8]. *Диспергаторы парафинов* способствуют обеспечению стабильности дизельных топлив при холодном пуске за счет измельчения частиц парафинов и предотвращения процесса их кристаллизации. *Антиобледенительные* присадки образуют на поверхностях деталей топливной аппаратуры защитную пленку, предотвращающую образование на них льда. И, наконец, *противоводокристаллизующие* присадки образуют с водой, растворенной в топливе, низкотемпературные смеси. Данный тип присадок используется для всех видов жидких топлив.

*Модификаторы трения* в виде *противоизносных, антифрикционных и прирабочных* присадок призваны предотвращать преждевременный и избыточный износ элементов топливной аппаратуры за счет образования на поверхностях трения защитных пленок, а также уменьшать потери на трение и повышать механический коэффициент полезного действия (КПД) ДВС как в процессе рядовой эксплуатации, так и на этапе приработки новых узлов и агрегатов.

*Маркирующие* присадки в виде красителей применяются в светлых топливах и свидетельствуют о наличии свинца в бензине или о повышенном содержании серы в дизельном топливе.

*Антикоррозионные* присадки, как следует из их названия, предотвращают процессы ржавления (антиржавейные) и низкотемпературную и высокотемпературную коррозию (антикоррозионные), то есть уменьшают активность химически агрессивных компонентов топлив и других типов присадок.

К классу присадок, повышающих *безопасность применения* и улучшающих *эргономические* характеристики топлив, относятся антистатические и противотуманные присадки, одоранты и дезодоранты, а также отвращающие присадки, придающие топливам неприятный запах, который препятствует их использованию не по назначению.

*Модификаторы коллоидно-химических свойств* способствуют более эффективному хранению топлива и уменьшению потерь топлива при раздаче. Так, *диспергирующие* присадки предотвращают расслоение топлива при хранении, *деэмульгаторы* ускоряют отделение воды от топлива в процессе отстаивания, а *коагулирующие* присадки способствуют укрупнению мелкодисперсных загрязнений в более крупные частицы, которые проще удалить из топлива при помощи гравитационного поля (отстаивание). Присадки для *уменьшения испарения* образуют на поверхности топлива защитную пленку, предотвращающие этот процесс.

Последним классом присадок, подлежащим рассмотрению в рамках данного исследования, являются *модификаторы структуры потока*, а именно: *противотурбулентные* присадки, позволяющие снизить энергозатраты на перекачивание за счет поддержания режима ламинарного режима течения; и присадки, улучшающие *реологические свойства*, которые позволяют уменьшить требуемое напряжение сдвига между слоями жидкого топлива.

Для решения третьей задачи необходимо сформулировать рекомендации по составу пакета присадок к дизельному смесевому топливу. Как показывают исследования [3-7], чаще всего в качестве возобновляемого альтернативного компонента в дизельных смесевых топливах используют растительные масла в концентрации до 30% по объему (рапсовое, льняное, соевое, крамбе абиссинской и т.д.), которые содержат большое количество органических поверхностно-активных веществ в виде непредельных жирных кислот [6, 7]. Таким образом естественным способом решается проблема повышения противоизносных свойств моторного топлива. Следовательно, использование дополнительных модификаторов трения нерационально.

Также большинство исследователей [3-7] сходятся на том, что использование дизельных смесевых топлив в осенне-зимний период без применения систем подогрева топлива нерационально. Следовательно, не возникает дополнительной нужды в использовании депрессорных и других присадок, предназначенных для эксплуатации топлив при низких температурах. Столь же нерационально применение дополнительных модификаторов коллоидно-химических свойств, поскольку длительное хранение дизельных смесевых топлив в условиях нефтебаз не предусматривается условиями эксплуатации этих топлив. При этом необходимо уделить внимание исследованиям модификаторов структуры потока, поскольку дизельные смесевые топлива, как правило [6, 7], более вязкие по сравнению с товарным дизельным топливом.

Таким образом, можно сделать вывод, что при приготовлении дизельных смесевых топлив на основе растительных масел не возникает нужды в использовании дополнительного пакета присадок (за исключением модификаторов структуры потока), поскольку такие топлива уже обладают повышенными противоизносными свойствами, а их использование в холодный период года не предусматривается условиями эксплуатации.

### Список источников

1. Данилов А. М. Новый взгляд на присадки к топливам (обзор) // Нефтехимия. 2020. Т. 60. №3. С. 163-171.
2. Быченин А. П., Володько О. С., Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С. Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №4. С. 44-50.
3. Хохлов А. А. Обеспечение работоспособности топливной системы тракторных дизелей при использовании смесового рыжико-минерального топлива : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.20.03. Пенза, 2018. 24 с.
4. Фомин В. Н. Повышение технико-экономических показателей автотракторных дизелей, работающих на минерально-растительном топливе : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.20.01. Ульяновск, 2011. 18 с.
5. Година Е. Д., Уханов А. П. Экспериментальные исследования дизеля Д-243-648 при работе на смесовом соево-минеральном топливе // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №1 (33). С. 143-147.
6. Уханов А. П., Володько О. С., Быченин А. П., Ерзамаев М. П. Показатели физико-химических, теплотворных, трибологических свойств масла крамбе абиссинской и дизельного смесового топлива // Нива Поволжья. 2018. №2. С. 141-148.
7. Володько О. С., Быченин А. П., Ерзамаев М. П., Уханова Ю. В. Адаптация автотракторного дизеля к работе на соево-минеральном топливе // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4. С. 36-43.
8. Гужин, И. Н. Влияние депрессорных присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива / И. Н. Гужин // Достижения науки агропромышленному комплексу : сборник научных трудов, Усть-Кинельский, 05 декабря 2013 года. – Усть-Кинельский: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 260-263. – EDN SBFLNB.

### References

1. Danilov A. M. A new look at fuel additives (2020). *Petroleum Chemistry*, 60, 2, 147-154 (In Russ.).
2. Bychenin, A. P., Volod'ko, O. S., Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S. (2017) Influence of oleic acid for autotractor diesel fuel tribological properties. *News of the Samara state agricultural academy*, 4, 44-50 (In Russ.).
3. Khokhlov, A. A. (2018) *Ensuring operability of a fuel system of tractor diesels when using mixed camelina and mineral fuel*: abstract ... cand. tech. sci.: 05.20.03. Penza (In Russ.).
4. Fomin, V. N. (2011) *Increase in technical and economic indicators of the autotractor diesels using mineral and vegetable fuel*: abstract. cand. nech. sci.: 05.20.01. Ulyanovsk (In Russ.).

5. Godina, E. D., Ukhanov, A. P. (2016) Pilot studies of the diesel D-243-648 during the work on mixed soy and mineral fuel. *Messenger of the Ulyanovsk state agricultural academy*, 1 (33), 143-147 (In Russ).

6. Ukhanov, A. P., Volod'ko, O. S., Bychenin, A. P., Erzamayev, M. P. (2018) The physico-chemical, caloric value, tribological properties of crambe abyssinian oil and diesel mixture fuels. *Niva Povolzhya*, 2, 141-148 (In Russ).

7. Volod'ko, O. S., Bychenin, A. P., Erzamayev, M. P., Ukhanova, Yu. V. (2018) Adaptation of the autotractor diesel to work on soy and mineral fuel. *News of the Samara state agricultural academy*, 4, 36-43 (In Russ).

8. Guzhin I.N. (2014). Impact of depressant additives on the low-temperature properties of diesel fuel. Achievements of science in the agro-industrial complex '14: collection of scientific papers. (pp. 260–263). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

А.П. Быченин – кандидат технических наук, доцент;

О.Ю. Тихонов – магистр;

И.А. Зобов – студент.

#### **Information about the authors**

A.P. Bychenin – Candidate of Technical Sciences, associate professor;

O.Y. Tikhonov – master student;

I.A. Zobov – student.

#### **Вклад авторов:**

Быченин А.П. – научное руководство;

Тихонов О.Ю. – написание статьи;

Зобов И.А. – написание статьи.

#### **Contribution of the authors:**

Bychenin A.P. – scientific guidance;

Tikhonov O.Y. – writing articles;

Zobov I.A. – writing articles.

Обзорная статья

УДК 621.43

### **ФОРСИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ НАДДУВОМ**

**Алик Амиранович Абрамов<sup>1</sup>, Евгений Вячеславович Яковлев<sup>2</sup>,**

**Александр Павлович Быченин<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

<sup>1</sup>[alik.abramov.12@mail.ru](mailto:alik.abramov.12@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9049-8863>

<sup>2</sup>[yevgeniy.yakovlev.07@list.ru](mailto:yevgeniy.yakovlev.07@list.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4540-5795>

<sup>3</sup>[bar63@mail.ru](mailto:bar63@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8896-7547>

*Приведена классификация способов наддува двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием, проведен анализ основных модификаций безнаддувного двигателя при его модернизации наддувом. Сформулированы рекомендации по адаптации безнаддувного двигателя внутреннего сгорания с искровым зажиганием к применению механического (центробежного либо объемного) наддува.*

**Ключевые слова:** наддув, механический, нагнетатель, адаптация.

**Для цитирования:** Абрамов А. А., Яковлев Е. В., Быченин А. П. Форсирование двигателя сгорания с искровым зажиганием наддувом // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 194-199.

## FORCING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH SPARK IGNITION BY SUPERCHARGING

**Alik A. Abramov<sup>1</sup>, Evgeny V. Yakovlev<sup>2</sup>, Alexander P. Bychenin<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

<sup>1</sup>[alikh.abramov.12@mail.ru](mailto:alikh.abramov.12@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9049-8863>

<sup>2</sup>[yevgeniy.yakovlev.07@list.ru](mailto:yevgeniy.yakovlev.07@list.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4540-5795>

<sup>3</sup>[bar63@mail.ru](mailto:bar63@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8896-7547>

*The classification of the methods of supercharging internal combustion engines with spark ignition is given, the analysis of the main modifications of the naturally aspirated engine during its modernization by supercharging is carried out. Recommendations for adaptation of naturally aspirated internal combustion engine with spark ignition to the use of mechanical (centrifugal or volumetric) supercharging are formulated.*

**Keywords:** pressurization, mechanical, supercharger, adaptation.

**For citation:** Abramov A. A., Yakovlev E. V., Bychenin A. P. Forcing of internal combustion engine with spark ignition by supercharging. Problems of technical service in the agro-industrial complex '23: collection of scientific papers. (pp. 194-199). Kinel: PLCSamaraSAU (inRuss.)

В настоящее время ввиду заметной тенденции к материалосбережению, а также повышению литровой мощности, наиболее часто встречающимся методом форсирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС), как с предварительным сжатием смеси, так и дизельных, является наддув. При этом в дизельных двигателях наиболее применим газотурбинный наддув, а в двигателях с предварительным сжатием смеси – механический либо комбинированный наддув (на низких и средних частотах вращения коленчатого вала механический, на частотах, близких к номинальным – газотурбинный) [1-4]. К данному методу форсирования прибегает значительное число производителей автотракторной техники. Помимо этого, применение наддува является наиболее распространенным методом форсирования двигателей с искровым зажиганием в условиях потребителя, эксплуатирующего легковые и грузо-пассажирские автомобили.

Цель исследования – определить рациональный способ наддува двигателя с искровым зажиганием, а также выявить комплекс мер, необходимых для его адаптации к повышенным нагрузкам вследствие принудительного нагнетания топливо-воздушной смеси в цилиндры.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: составить классификацию способов наддува ДВС; проанализировать их достоинства и недостатки; сформулировать рекомендации по форсированию ДВС с искровым зажиганием наддувом в условиях потребителя.

Для решения первой задачи необходимо рассмотреть существующие способы наддува двигателей внутреннего сгорания. По способу осуществления принудительного нагнетания свежего заряда их можно разделить на газотурбинный, механический и инерционный, из которых первые два относятся к группе агрегатных способов, а последний – к безагрегатным [3, 4]. Классификация способов наддува ДВС приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Классификация способов наддува ДВС

Агрегатный способ наддува подразумевает использование в системе впуска специального агрегата, обеспечивающего принудительное нагнетание свежего заряда либо воздуха в цилиндры двигателя. В качестве такого агрегата может выступать турбокомпрессор, приводимый в действие высокоскоростным потоком отработавших газов (ОГ), либо механический нагнетатель, приводимый в действие механической передачей (цепной, ременной, шестеренной) от коленчатого вала ДВС, либо электродвигателем.

Безагрегатный наддув не предусматривает наличия в системе впуска специализированного нагнетательного агрегата. Он основан на использовании колебательных явлений во впускном или выпускном трубопроводе (динамический наддув), энергии встречного потока воздуха при движении с большими скоростями (скоростной наддув), а также испарения в поступающем воздухе топлива или какой-либо другой горючей жидкости (модификатор горения) с низкой температурой кипения и большой теплотой парообразования (рефрижерационный наддув). В последнем случае испарение добавки к топливу приводит к поглощению теплоты из окружающего пространства, что в свою очередь приводит к уменьшению температуры свежего заряда и увеличению его плотности в единице объема цилиндра ДВС.

В рамках решения второй задачи был проведен анализ принципа действия, преимуществ и недостатков различных способов наддува.

Так, газотурбинный наддув рационально применять в дизельных двигателях, которые в основном работают на режимах, близких к номинальным. Очевидным достоинством такого способа наддува является утилизация части энергии отработавших газов, что положительно сказывается на эффективном коэффициенте полезного действия (КПД) двигателя в целом. Помимо этого, нет необходимости в дополнительном приводе от коленчатого вала, что позволяет упростить конструкцию агрегата, снизить его материалоемкость и габаритные размеры. В зависимости от значения давления наддува, применение газотурбинного наддува позволяет получить значительный (до 100%) прирост мощности ДВС.

Однако газотурбинному наддуву присущи и значительные недостатки. Так, эффективно работать турбокомпрессор начинает вблизи номинальной частоты вращения ДВС, когда поток ОГ наиболее интенсивен. На низких и средних оборотах такой компрессор не развивает

нужного давления свежего заряда на впуске. Помимо этого, при использовании турбокомпрессоров в двигателях с искровым зажиганием возникает проблема избыточного давления, что приводит к возникновению детонационных процессов в цилиндрах двигателя. Для их предотвращения приходится применять дополнительные устройства, в частности, клапан «blowoff», отсекающую подачу ОГ на лопасти турбинного колеса при возникновении детонации. Кроме того, для турбокомпрессора характерно возникновение так называемой «турбоямы» при резком увеличении частоты вращения коленчатого вала, когда вал турбины из-за инерционных сил раскручивается с запаздыванием. С этим явлением возможно бороться применением систем регулирования турбонаддува – дросселированием либо перепуском потока ОГ, либо использованием компрессора с изменяемой геометрией турбины [4].

Общей проблемой всех типов турбокомпрессоров является также смазывание вала компрессора: в связи с очень высокими частотами вращения (до 200 тыс. мин<sup>-1</sup>) пары трения должны смазываться принудительно под давлением. При резкой остановке двигателя из-за масляного голодания возможно заклинивание вала турбины.

Механический наддув чаще всего применяется в двигателях с искровым зажиганием. Основное его преимущество – наличие механической связи с коленчатым валом двигателя с сохранением пропорциональности во всем диапазоне частот вращения. Пропорциональность (а следовательно, и эффективность работы) обеспечивается передаточным отношением привода. В такой системе отсутствует «турбояма», и частота вращения вала нагнетателя, как правило, не превышает 20 тыс. мин<sup>-1</sup>. Однако данные системы при относительно компактных размерах собственно нагнетателя (в случае центробежного наддува) обладают увеличенными габаритами системы в целом из-за наличия механического привода. Для систем объемного наддува эта проблема еще более актуальна – объемные нагнетатели типа «Roots» или «Лисхольм» требуют значительных размеров нагнетательных камер. При этом наличие механического привода позволяет предусмотреть механизм его отключения при работе двигателя на низких оборотах при недогрузке или на холостом ходу, например, за счет применения электромагнитной муфты. Для обеспечения такого режима работы также необходимо предусмотреть в системе перепускной канал для ОГ с электромагнитным клапаном («байпас»). Также возможно использование клапана «blowoff» для сброса излишнего давления при возникновении детонационного сгорания.

Комбинированный наддув подразумевает применение и механического, и газотурбинного наддува одновременно. Турбокомпрессор в таких системах работает при полных нагрузках и высоких частотах вращения коленчатого вала ДВС, а механический нагнетатель – на средних и низких оборотах. Одновременная работа нагнетателей не предусматривается: когда работает механический нагнетатель, турбокомпрессор выключен из системы за счет перепускного канала, и наоборот. Данной системе присущи как достоинства, так и недостатки обоих способов наддува, плюс большая материалоемкость и габариты.

Использование инерционного наддува в автомобильных ДВС малоэффективно в связи с крайне низкими значениями давления наддува [1, 3].

Помимо собственно установки системы наддува на безнаддувный ДВС с искровым зажиганием, необходимо также предусмотреть комплекс мер по адаптации двигателя к работе с повышенными нагрузками. В случае применения наддува для повышения экономичности и экологичности ДВС значительных переделок двигателя не требуется, поскольку мощность в этом случае возрастает незначительно, в основном из-за увеличения эффективного КПД двигателя. С учетом того, что при проектировании механизмов и систем ДВС закладывается как минимум двукратный запас механической прочности всех деталей, дополнительное вмешательство в конструкцию не требуется, а в условиях конечного потребителя оно физически невозможно. В случае же применения наддува для значительной форсировки ДВС для сохранения его ресурса необходимо вмешательство в конструктивные параметры ДВС. В противном случае неизбежно его значительное снижение. К основным параметрам, подлежащим корректировке, относятся: изменение степени сжатия и модификация поршня и камеры сгорания (до-

полнительное охлаждение и изменение площади поверхности теплообмена); изменение проходного сечения впускных клапанов и изменение фаз газораспределения за счет использования систем изменения фаз газораспределения либо распределительных валов с измененным профилем кулачков; корректировка топливоподачи и изменение угла опережения зажигания для двигателей с принудительным воспламенением. Последнее легко достижимо в системах питания с электронным управлением за счет изменения программы управления.

Для решения третьей задачи необходимо сформулировать рекомендации по форсированию ДВС с искровым зажиганием наддувом в условиях потребителя. Так, в свете вышеизложенного рациональным видится использование механического нагнетателя (центробежного либо объемного) с ременным отключаемым приводом, а также клапаном «blowoff» для сброса избыточного давления при возникновении детонационного сгорания. Также рационально устанавливать систему наддува на двигателях с электронной системой управления топливоподачей, что позволит использовать специализированные программы управления топливной аппаратурой и тем самым решить проблему с корректированием цикловой подачи и угла опережения зажигания с учетом нагрузочного режима работы ДВС и давления наддува. Использование комбинированных систем наддува не рационально в связи с повышенными требованиями к условиям эксплуатации, большей стоимости и сложности обслуживания.

Таким образом, можно сделать вывод, что при форсировании двигателей с искровым зажиганием наддувом рационально применять механический центробежный нагнетатель с отключаемым приводом и возможностью сброса давления при возникновении детонационного сгорания. Помимо собственно системы наддува необходимо корректировать программу управления системой топливоподачи.

#### Список источников

1. Ханнанов М. Д., Алимгулов Э. Р., Фардеев Л. И., Куликов А. С. Двигатель внутреннего сгорания в будущем: актуальные задачи по развитию // Труды НАМИ. 2022. № 1(288). С. 82-90.
2. Подуремья А. В., Богатых Д. Е. Анализ применения агрегатов воздухообеспечения на двигателях внутреннего сгорания // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники: сб. науч. тр. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2022. С. 73-75.
3. Патрахальцев Н. Н., Савастенко А. М. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом. М.: Легион-Автодата, 2007. 176 с.
4. Конрад Р. Bosch. Автомобильный справочник. М.: ООО Книжное издательство «За рулем», 2012. 1280 с.

#### References

1. Khannanov, M. D., Alimgulov, E. R., Fardeev, L. I., Kulikov, A. S. (2022) Internal combustion engine in the future: current development tasks. *Proceedings of NAMI*, 1(288), 82-90 (in Russ.).
2. Poduremia, A. V., Bogatykh, D. E. (2022). Analysis of the use of air supply units on internal combustion engines. *Scientific research of higher education in priority areas of science and technology: collection of scientific papers*. (pp. 73-75). Ufa (In Russ.).
3. Patrakhaltsev, N. N., Savastenko, A. M. (2007). *Forcing engines of internal supercharging*. Moscow: Legion-Avtodata (In Russ.).
4. Konrad, R. (2012). Bosch. Automobile reference book. Moscow: LLC Book Publishing House «ZaRulem» (In Russ.).

#### Информация об авторах

А.П. Быченин – кандидат технических наук, доцент;  
А.А. Абрамов – студент;  
Е.В. Яковлев – студент.

#### Information about the authors

A.P. Bychenin – Candidate of Technical Sciences, associate professor;

A. A. Abramov – student;  
E.V. Yakovlev – student.

**Вклад авторов:**

Быченин А.П. – научное руководство;  
Абрамов А. А.– написание статьи;  
Яковлев Е.В. – написание статьи.

**Contribution of the authors:**

Bychenin A.P. – scientific guidance;  
Abramov A. A. – writing articles;  
Yakovlev E.V. – writing articles.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ситчихин М.А., Юрков М.М. Хранение сельскохозяйственной техники используемой для внесения минеральных удобрений .....	3
Рыжов Ю.Н., Трудко А.В. Анализ способов очистки топлива .....	9
Рыжов Ю.Н., Семенов Д.А. Биоэтанол как альтернатива минеральному бензину .....	13
Рыжов Ю.Н., Краснов Г.Г. Устройство и принцип работы подогревателей рапсового масла .....	18
Мартынов М.Ю., Гужина П.И., Гужин И.Н. Современные методы и способы диагностики двигателя .....	24
Скопцова Ю.А., Гужина П.И., Гужин И.Н. Эксплуатация техники с использованием спутниковой системы навигации .....	26
Гужин И.Н., Есингариева З.Т. Методика испытаний консервационных материалов, применяемых при постановке сельскохозяйственной техники на хранение .....	29
Кузьминых А.Н, Иванайский С.А. Оценка качества основной обработки почвы .....	32
Петрухин Д.А, Дегтярев С.В. Греть или не греть .....	36
Мунишкина А. А., Петухов С. А. Защита системы охлаждения дизельных двигателей от продуктов накипи и коррозии .....	39
Миронов Е.С., Курманова Л.С. К вопросу об использовании безуглеродного топлива в двигателях внутреннего сгорания .....	43
Полюдов Г.Ю., Балабуев К.А., Ерзамаев М.П. Инерционный метод диагностирования шатунных подшипников дизеля .....	48
Карпушина Д.С., Корянкова М.С., Ерзамаев М.П. Воздействие электромагнитных полей на биологические объекты .....	51
Ханнанова А.Х., Ерзамаев Н.М., Ерзамаев М.П. Качество механизированных работ ..	55
Исаева С.Д., Кужанбаев Р.М., Ерзамаев М.П. Оценка работы зерноуборочных комбайнов .....	58
Давыдова Х.Ю., Ерзамаев Н.М., Ерзамаев М.П. Системный подход к структуре машины .....	62
Сазонов Д. С., Львов М.М. Технические средства для диагностирования топливной системы низкого давления дизеля .....	64
Сазонов Д.С., Мусин М.Ф. Приборы для проверки дизельных форсунок .....	67
Кияткин Н.С., Приказчиков М.С. Способы контроля зазоров в сопряжениях коренных и шатунных шеек коленчатых валов .....	70
Герляк К.А., Приказчиков М.С. Переработка отработанных масел .....	73

### ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ситчихин М.А., Адакин Р.Д. Разработка козлового крана для ремонта сельскохозяйственных машин с помощью 3D моделирования .....	78
Жильцов С.Н., Трифонов В.А. Восстановление отверстий в крупногабаритных узлах тракторов .....	86
Жильцов С.Н., Старов Д.М. Применение металлизации при восстановлении деталей машин .....	90
Черкашин Н. А., Дик И. И. Методы определения твердости металлов и сплавов .....	94
Дикуша И.А., Артамонов Е. И. Обработка привалочной поверхности ГБЦ строганием .....	98
Черкашин Н.А., Пронин Д.Н., Солдаткина А.В. Методы термообработки деталей машин .....	102
Черкашин Н.А., Мамонтов К.В. Анализ силовых факторов, действующих на огневые днища головки цилиндров дизелей при эксплуатации .....	106

Черкашин Н.А., Пронин Д.Н., Солдаткина А.В. Термическая обработка деталей машин .....	111
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН</b>	
Можин А.А., Мусин Р.М. Модернизация рулевого управления автомобиля ВА3-2190 разработкой роторного управляющего клапана .....	116
Королев А.В., Мусин Р. М. Повышение плавности хода автобуса МА3-205 разработкой регулируемого амортизатора .....	120
Мингалимов Р.Р., Абрамов А.А. Способы повышения сцепных свойств транспортных средств .....	123
Мингалимов Р.Р., Меркушова А.А. Виды устройств для очистки топлива .....	127
Тимофеев С.В., Алексеева А.В., Кадаргалиев В.А. Усиление жесткости кузова легковых автомобилей .....	131
Комаров Ю.В., Надворный Е.Н., Летучева Д.В. Модернизация подвески легкового автомобиля .....	136
Артамонов Е. И., Дик И. И. Разработка основы селекционной сеялки для поляночного посева амаранта метельчатого .....	140
Абдулаев А.Е., Анисимов Н.В., Володько О.С. Повышение экономичности дизельного двигателя отключением части цилиндров .....	143
Бахтин И.Н., Шабалов С.А., Володько О.С. Повышение эффективности использования масла в двигателях внутреннего сгорания .....	147
Пятаев М. В., Айтлева П. Л. Обоснование параметров криволинейной стенки гасителя воздушного потока для семяпровода пневматической сеялки .....	150
Мухамбетов Д.З., Лушников А.А., Тюрин И.Ю. Требования к дозирующим устройствам кормоприготовительных машин .....	155
Левина И.В., Тюрин И.Ю., Шарашов М.Д. Обзор существующих конструкций мобильных опрыскивателей для внесения химических консервантов при заготовке грубых кормов .....	159
Обухов П.В., Черников О.Н. Повышение эффективности системы предпусковой подготовки дизеля применением теплового аккумулятора .....	164
Комарова В.А., Черников О.Н. Анализ эффективности пуска дизельного двигателя в зимний период с применением легковоспламеняющейся жидкости .....	168
Ильмянов Б.А., Галеев С.Х. Исследование фрикционных свойств материалов для грузовых платформ .....	173
Хмыров В.Д., Артамонова О.А. Типы шатунов ДВС и особенности их конструкций ..	177
Мелёхин Д.Д., Артамонова О.А. Типы поршней ДВС и особенности их конструкций	180
Дикуша И.А., Артамонова О.А. Создание 3D моделей деталей машин в компас-3D с использованием параметризации .....	185
Тихонов О.Ю., Зобов И.А., Быченин А.П. Формирование пакета присадок для дизельных смесевых топлив .....	189
Абрамов А.А., Яковлев Е. В., Быченин А.П. Форсирование двигателя внутреннего сгорания с искровым зажиганием наддувом.....	194

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

*Сборник научных трудов*

Подписано в печать 21.11.2023 Формат 60×84/8  
Усл. печ. л. 23,48; печ. л. 25,25.  
Тираж 500. Заказ 309.

Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86; доб. 608  
E-mail: ssaariz@mail.ru