

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»



ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
V ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

17 марта 2022 г.

Кинель 2022

УДК 631
ББК 40.72
П76

Рекомендовано ученым советом инженерного факультета Самарского ГАУ

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент **Жильцов Сергей Николаевич**;
кандидат технических наук, доцент **Гужин Игорь Николаевич**;
кандидат технических наук, доцент **Ерзамаев Максим Павлович**

П76

Проблемы технического сервиса в АПК : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ. – 2022. – 121 с.

Сборник включает статьи, представленные на V 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**

Обзорная статья
УДК 62-7

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ

Антон Евгеньевич Абдулаев¹, Полина Игоревна Гужина², Игорь Николаевич Гужин³

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ssaa-samara@mail.ru

^{2,3}Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

В статье приведен анализ существующих стратегий проведения технических воздействий, алгоритм построения системы технического обслуживания и ремонта автомобилей при транспортных работах. Приведен пример расчета программы технического обслуживания и ремонта автомобилей малой грузоподъемности при их использовании на развозочном городском маршруте.

Ключевые слова: транспортная работа, система технического обслуживания, программа ТО и ремонтов, трудовые затраты.

Для цитирования: Абдулаев А.Е., Гужина П.И., Гужин И.Н. Разработка программы технического обслуживания автомобилей при транспортных работах // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 3-7.

DEVELOPMENT OF VEHICLE MAINTENANCE PROGRAM DURING TRANSPORT OPERATIONS

Anton E. Abdulaev¹, Polina I. Guzhina², Igor N. Guzhin³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ssaa-samara@mail.ru

^{2,3}Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

The article provides an analysis of existing strategies for carrying out technical impacts, an algorithm for building a system for maintenance and repair of cars during transport operations. An example of the calculation of the program for maintenance and repair of light vehicles during their use on the delivery city route is given.

Keywords: transport work, maintenance system, maintenance and repair program, labor costs.

For citation: Abdulaev, A.E., Guzhina, P.I. &Guzhin, I.N. (2022). Development of a car maintenance program during transport work. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 3-7). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Основной задачей технического обслуживания автомобилей является обеспечение необходимого уровня эксплуатационной технологичности и ремонтнопригодности.

В настоящее время сложились три стратегии систем технического обслуживания.

Первая по потребности после отказа –ремонтно-обслуживающие работы производят только после отказа. Достоинства данной стратегии заключаются в полном использовании ресурса узлов и агрегатов автомобиля. Недостатки –снижение надежности и увеличение времени простоя автомобиля, отказ может наступить в самый ответственный момент -во время рейса. Поэтому данная система технического обслуживания применяется для устранения случайных

(аварийных) отказов и неисправностей которые невозможно предотвратить (например, замена осветительных ламп, контрольных приборов и т.п.).

Вторая стратегия –планово предупредительная (регламентная) в зависимости от пробега. Работы проводятся в регламентном порядке со строго установленной периодичностью по пробегу. При этом замена узлов агрегатов, расходных материалов производится вне зависимости от их технического состояния. Достоинства данной стратегии в гарантированном технически исправном состоянии в период между проведениями технических воздействий. Недостаток –ресурсы деталей используются не в полном объеме. По данной стратегии обслуживается система смазки двигателя (замена масла, фильтров), топливная система, рулевое управление, ходовая система и пр.

Третья стратегия планово предупредительная по состоянию узлов и агрегатов автомобиля. Суть этой системы заключается в широком применении диагностических работ и проведение технических воздействий в зависимости от состояния узлов и деталей. Диагностические работы осуществляют в плановом порядке, а технические воздействия по итогам диагностических работ [2]. Стратегия ориентирована на потребности индивидуального пользователя автомобилей, который заинтересован в конкретных решениях по конкретному автомобилю и не заинтересован в усредненном результате. Данная стратегия как правило применяется при обслуживании и ремонте цилиндрико –поршневой группы.

При построении системы технического обслуживания автомобилей необходимо учитывать: предназначение автомобиля; условия эксплуатации автомобиля (дорожные, климатические и т.д.); начальный уровень надежности автомобиля; наличие и состояние ремонтно -обслуживающей базы, сервисных центров. Алгоритм разработки системы технического обслуживания автомобиля представлен на рисунке 1.

Нормативными документами (ГОСТ 21624-81 Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники) [1] установлены следующие виды технических воздействий: ежедневное техническое обслуживание (ЕТО), техническое обслуживание №1 (ТО-1), техническое обслуживание №2 (ТО-2), сезонное техническое обслуживание (СТО), текущий ремонт (ТР), капитальный ремонт (КР).

Исходными данными для разработки программы технического обслуживания автомобилей являются: количество автомобилей по маркам, среднесуточный пробег автомобиля, общий пробег автомобиля за рассматриваемый период, периодичность видов технического обслуживания (выраженная в км пробега), трудоемкость видов технического обслуживания.

Периодичность видов технического обслуживания, ремонтов, выраженную в км пробега, корректируют таким образом, чтобы они были кратными среднесуточному пробегу автомобиля. Ежедневное ТО выполняют один раз в рабочие сутки независимо от числа рабочих смен, а также перед проведением номерных технических обслуживаний и текущего ремонта.

Сезонное обслуживание выполняют два раза в год (весной и осенью), совмещая его с ближайшим ТО-2.

Количество ТО рассчитывается по следующим зависимостям.

Число ЕО за рассматриваемый период:

$$N_{EO} = L_{\text{общ}}^{\text{пп}} / L_{\text{атс}}^{\text{сут}}$$

Число ТО-2 на парк автомобилей за рассматриваемый период:

$$N_{\text{ТО-2}} = L_{\text{общ}}^{\text{пп}} / L_{\text{ТО-2}}$$

Число ТО-1 на парк автомобилей за рассматриваемый период:

$$N_{\text{ТО-1}} = (L_{\text{общ}}^{\text{пп}} / L_{\text{ТО-1}}) - N_{\text{ТО-2}}$$

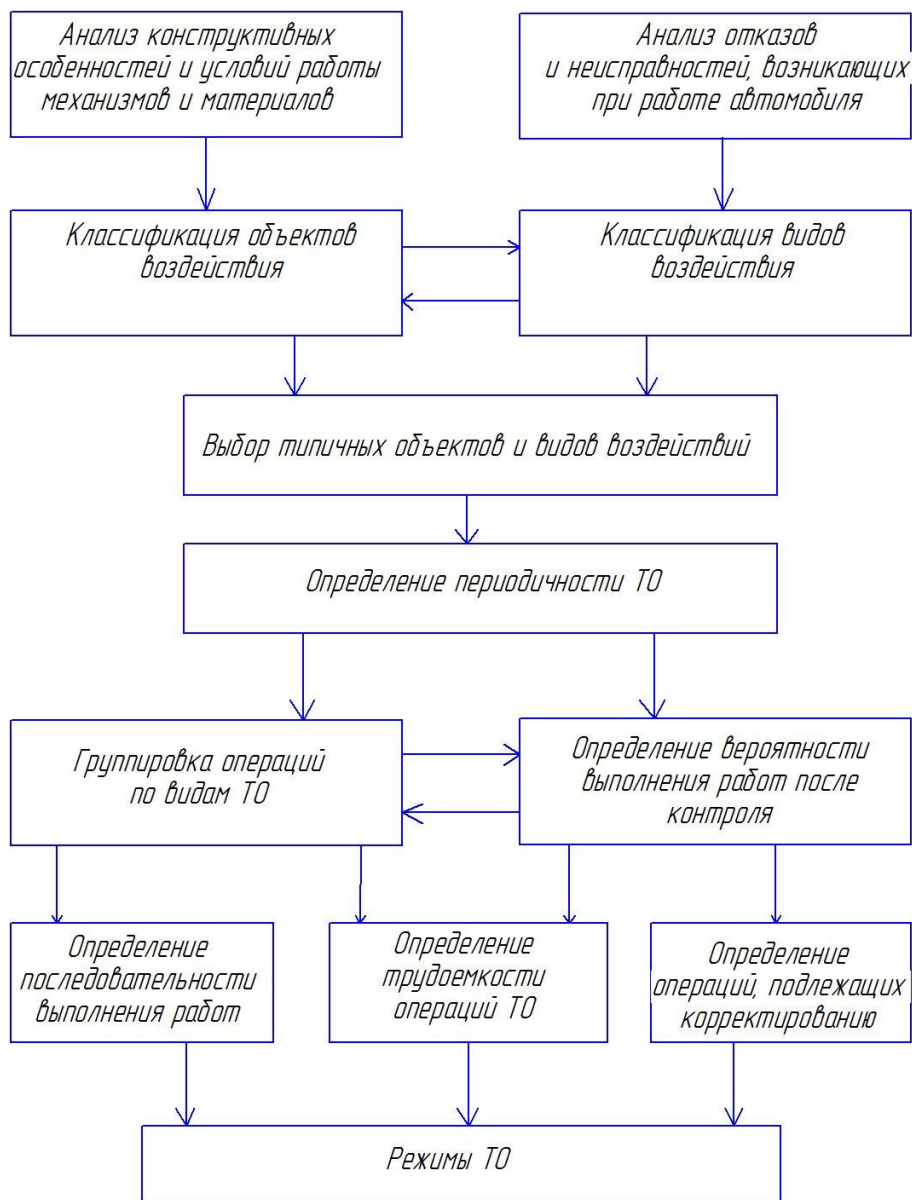


Рис. 1. Алгоритм разработки системы технического обслуживания автомобиля

Объем работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей определяется на основании объемов работ ежедневного обслуживания, ТО-1, ТО-2, СТО, текущего ремонта соответственно.

Объем работ по ЕО:

$$T_{\text{ЕО}} = N_{\text{ЕО}} * T_{\text{ЕО}}^{\text{кор}}, \text{ чел-ч}$$

Объем работ по ТО-1:

$$T_{\text{ТО-1}} = N_{\text{ТО-1}} * T_{\text{ТО-1}}^{\text{кор}}, \text{ чел-ч}$$

Объем работ по ТО-2:

$$T_{\text{ТО-2}} = N_{\text{ТО-2}} * T_{\text{ТО-2}}^{\text{кор}}, \text{ чел-ч}$$

Объем работ по сезонному обслуживанию:

$$T_{\text{СО}} = A_c * 2 * 0,2 * T_{\text{ТО-2}}^{\text{кор}}, \text{ чел-ч}$$

Объем работ по ТР:

$$Tr_{TR} = (L_{общ}^{pp} / 1000) * Tr_{TR}^{кор}, \text{ чел-ч}$$

Трудоемкость работ по ТО и ремонту парка автомобилей:

$$\Sigma Tr = Tr_{EO} + Tr_{ТО-1} + Tr_{ТО-2} + Tr_{СО} + Tr_{TR}, \text{ чел-ч}$$

Трудоемкость вспомогательных работ по ТО и ремонту

$$Tr_{всп} = \Sigma Tr * K_{всп}, \text{ чел-ч}$$

где $K_{всп}$ – коэффициент трудоемкости вспомогательных работ по ТО, принимается по справочным данным.

Общая трудоемкость всех работ по ТО и ремонту

$$\Sigma Tr_{общ} = \Sigma Tr + Tr_{всп}, \text{ чел-ч}$$

В качестве примера рассмотрим расчет производственной программы по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей малой грузоподъемности на городском развозочном маршруте.

Результаты расчета программы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Производственная программа по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей

| Наименование показателя | Показатели |
|--|------------|
| Среднесуточный пробег автомобилей, км | 105 |
| Общий пробег автомобилей за рассматриваемый период, км | 2205 |
| Продолжительность работы АТС (время в наряде) за оборот, час | 5,3 |
| Пробег до ТО-1, км | 10000 |
| Пробег до ТО-2, км | 20000 |
| Число ТО-1 на парк автомобилей за рассматриваемый период | 0,13 |
| Число ТО-2 на парк автомобилей за рассматриваемый период | 0,13 |
| Число ЕО на парк автомобилей за рассматриваемый период | 21 |
| Объем по ЕО за рассматриваемый период, чел-ч | 9,8 |
| Объем по ТО-1 за рассматриваемый период, чел-ч | 0,9 |
| Объем по ТО-2 за рассматриваемый период, чел-ч | 3,9 |
| Объем по ТР за рассматриваемый период, чел-ч | 23,7 |
| Трудоемкость работ по ТО и ремонту парка АТС за рассматриваемый период, чел-ч | 38,3 |
| Трудоемкость вспомогательных работ по ТО и ремонту за рассматриваемый период, чел-ч | 8,2 |
| Общая трудоемкость всех работ по ТО и ремонту в АТП за рассматриваемый период, чел-ч | 46,5 |

Таким образом, используя приведенные методики, возможно рассчитать производственную программу по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. Результаты расчетов служат исходными данными для планирования работ по ТО и ремонту автомобилей и определения затрат на перевозку грузов.

Список источников

1. ГОСТ 21624-81 Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтнопригодности изделий. М: Издательство стандартов, 1982.
2. Кузнецов С.А., Сазонов Д.С. Техническая диагностика – основа качественного сервиса техники // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сборник научных трудов. Кинель: РИЦ Самарской ГСХА, 2016. С. 414–417.

References

1. GOST 21624-81 Automotive Maintenance and Repair System. Requirements for serviceability and repairability of products. Moscow: Standards Publishing House (in Russ.).
2. Kuznetsov, S.A. & Sazonov D.S. (2016). Technical diagnostics - the basis of high-quality service of technology. Actual problems of agricultural science and ways to solve them: '16: collection of scientific papers. (pp. 417–417). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).

Информация об авторах

А.Е.Абдулаев – студент;
П.И.Гужина – школьник;
И.Н.Гужин – канд. техн. наук, доцент.

Information about the authors

A.E.Abdulaev – student;
P.I.Guzhina – school student;
I.N.Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

Гужин И.Н. – научное руководство;
Гужина П.И. – написание статьи;
Абдулаев А.Е. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Guzhin I.N. – scientific guidance;
Guzhina P.I. – writing an article;
Abdulaev A.E. – writing an article.

Научная статья
УДК 631.348

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Сергей Николаевич Жильцов¹, Даниил Эдуардович Альбекров²

^{1, 2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹Zhiltsov_SN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

Представлен анализ факторов оказывающих влияние на качество приработки поверхностей трения после ремонта. Рассмотрены мероприятия позволяющие получить более качественные поверхности трения, как в процессе ремонта, так и в период обкатки. Представлена классификация присадок, применение которых в обкаточный период, способствует повышению качества приработки поверхностей трения двигателей и как следствие, повышению ресурса в целом.

Ключевые слова: Эффективность, приработка, обкатка, интенсификация, присадки

Для цитирования: Жильцов С.Н., Альбекров Д.Э. Повышение ресурса двигателей при капитальном ремонте // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 7-12.

INCREASING ENGINE LIFE DURING MAJOR REPAIRS

Sergey N Zhiltsov¹, Daniil E Albekrov²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹Zhiltsov_SN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9680-3198>

The analysis of the factors influencing the quality of running-in of friction surfaces after repair is presented. The measures allowing to obtain better friction surfaces, both during the repair process and during the run-in period, are considered. The classification of additives is proposed, the use of which during the run-in period contributes to improving the quality of the running-in of the friction surfaces of engines and, as a result, increasing the resource as a whole.

Keywords: Efficiency, run-in, intensification, additives

For citation: Zhiltsov, S.N. & Albekrov, D.E. (2022). Increasing the resource of engines during major repairs. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 7-12). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В настоящее время потребность в качественном ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники с каждым годом возрастает. Это связано с тем, что увеличиваются объёмы полевых работ, и как следствие нагрузка на каждую единицу техники. Так же стоит отметить, что, не смотря на достаточно интенсивное обновление машинотракторного парка за последние годы, доля старой техники все еще очень большая.

Анализ отказов, по которым техника теряет свою работоспособность, показал, что от 34 до 45% приходится непосредственно на двигатели [1].

Проведение капитальных ремонтов двигателей должно осуществляется в условиях специализированных мастерских, высококвалифицированными специалистами с применением достаточного сложного и точного оборудования используемого на всех этапах технологического процесса. Однако, в условиях не достатка специалистов, морально и технически устаревшего оборудования, низкого качества запасных частей происходит резкое снижение послеремонтного ресурса.

Анализ данных по эксплуатации ДВС после ремонта, показывает, что ресурс двигателей составляет 30...45% ресурса новых. Поэтому повышение качества ремонта является достаточно актуальной проблемой.

В процессе капитального ремонта двигателя, на уровень качества влияет множество факторов. Возникают погрешности механической обработки деталей (овальность, конусность, бочкообразность и др.). Нарушение режимов приводит к изменению физико-механических свойств и геометрических характеристик поверхностного слоя. В процессе сборки возникают нарушения точности взаимного расположения сопрягаемых поверхностей и др.

Всё это приводит к уменьшению фактической площади контакта, что при возникновении эксплуатационных нагрузок, способствует увеличению нагрузок на единицу площади, ускорению процесса изнашивания и как следствие к снижению ресурса сопряжения или агрегата в целом.

Для повышения эффективности приработки пар трения и получения оптимальных параметров микрогеометрии поверхностей существует несколько направлений. Подобные мероприятия можно разделить на следующие виды: конструктивных, технологических и эксплуатационных [2].

К конструктивным относится выбор материалов пар трения, способ механической обработки поверхностей деталей, вид, способ смазки и её количество и др. Для специализированных ремонтных предприятий наиболее приемлемыми являются технологические, а для владельцев отремонтированной техники - эксплуатационные мероприятия.



Рис. 1. Мероприятий по повышению эффективности приработки пар трения двигателей

Для повышения эффективности приработки используются следующие технологические методы.

а) Получение в процессе ремонта оптимальных геометрических характеристик поверхностей трения. К ним можно отнести исходное состояние поверхностей деталей сопряжения (точность и качество изготовления деталей, точность сборки сопряжения, сочетание материалов в сопряжении и т.п.);

На обработанных поверхностях всегда имеются микро- и макронеровности и в условиях внешнего трения фактический контакт тел происходит лишь в нескольких точках. Исследование площади контакта трущихся поверхностей показало, что площадь контакта зависит главным образом от нагрузки на трущиеся детали и колеблется от 1/100 до 1/100000 номинальной площади при значительных и низких нагрузках соответственно. Начальная работа сопряжения происходит при больших удельных давлениях и сопровождается высокой температурой и интенсивным износом трущихся поверхностей. По мере приработки происходит увеличение площади контакта, уменьшение удельного давления, скорость изнашивания снижается. В процессе приработки, для определенных условий, формируется шероховатость не зависящая от исходной. Она может быть меньше и больше исходной.

Оптимальная шероховатость при обработке деталей должна быть близка к той, которая формируется в процессе приработки.

б) Нанесение специальных покрытий на поверхности трения, обеспечивающие более качественную приработку.

С целью ускорения приработки и повышения противозадирной стойкости поршневых колец применяют специальные покрытия. В случае применения хромированных колец наименьший износ у покрытий медь + олово и медь + MoS₂. Ускорение приработки деталей можно добиться путем сульфидирования, сульфоцианирования, боросульфидирования и т.п. Сульфидирование производят в жидкой твердой или газообразных средах, содержащих серу. Оно может быть низко, средне- и высокотемпературным. Соответственно температурные режимы составляют 150...450 °С; 540...580 °С и 850...950 °С. Наибольшая глубина сульфидирования 0,04 мм. Изделия проходят сульфидирование после полной механической обработки и обезжиривания [мясников].

в) Для повышения эффективности приработки цилиндропоршневой группы применяются различные методы хонингования: плосковершинное, безабразивное.

г) Пары трения изготовленные из стали и чугуна при окончательной обработке поверхности подвергаются финишной антифрикционной безабразивной обработке (ФАБО).

Сущность ФАБО заключается в том, что стальные и чугунные детали после окончательной обработки (точение, шлифование, хонингование, полирование и др.) покрывают тонким слоем латуни, меди или бронзы. Покрытие получают путем трения медного прутка о поверхность детали, смазывая при этом технологической жидкостью. Перед нанесением покрытия обрабатываемую поверхность обезжиривают и покрывают глицерином или смесью, состоящей из 2-х частей глицерина и одной части 10% раствора соляной кислоты. В процессе нанесения окисная пленка на поверхности стали раскисляется, поверхность медного сплава пластифицируется и создаются условия для его схватывания.

д) Соблюдение технологии ремонта двигателей. Технологический процесс капитального ремонта по своей структуре (количество технологических операций), сложнее, чем производство нового, так как включает дополнительные операции, связанные с разборкой, очисткой, дефектацией и ремонтом деталей. Поэтому нарушение требований предъявляемых к проведению отдельных операций, в конечном итоге будет сказываться на технологическом процессе в целом. Проведение некачественной очистки может привести к снижению ресурса на 10-15%, повреждаемость деталей при разборке способствует увеличению затрат на ремонт деталей и приобретение дополнительных запасных частей на 25-30%, нарушение точности взаимного расположения поверхностей в процессе сборки приводит к ускоренному износу сопряжений.

К эксплуатационным методам можно отнести обкатку двигателя. Одним из мероприятий, проведение которого позволяет повысить послеремонтный ресурс двигателей, является обязательное и правильное проведение заключительной технологической операции ремонта – обкатки.

Цель обкатки – приработка в едином комплексе всех пар трения, входящих в состав двигателя, при щадящих условиях, на режимах близких к эксплуатационным.

К особенностям обкатки отремонтированных двигателей следует отнести и то, что сборку его узлов при ремонте ведут из восстановленных или изготовленных в условиях ремонтных мастерских, бывших в эксплуатации и новых деталей. Для того чтобы подготовить сопряжение к более эффективному восприятию эксплуатационных нагрузок, необходим период приработки.

Процесс качественной обкатки предусматривает проведение её в два этапа – стендовая, в условиях ремонтного предприятия и эксплуатационная, в условиях реальной эксплуатации. Режимы обкатки регламентируются для каждого двигателя и могут отличаться. Однако основное требование при обкатке – постепенное увеличение нагрузки на двигатель. Многие исследования [3, 4, 5]. показали, что для ускорения процесса приработки и получения более совершенных рабочих поверхностей пар трения, возможно применение специальных присадок.

Приработка деталей - процесс, протекающий под влиянием большого числа различных факторов, сопровождающийся непрерывными изменениями таких параметров, как шероховатость и форма поверхностей трения, площадь фактического контакта, а также условий смазывания и т.д., и в большей степени зависящий от состава прирабочного масла. При введении в него специальных присадок, приработка ускоряется, повышается ресурс механизма. Это достигается применением прирабочных присадок, а также изменением режимов и условий проведения обкатки – нагрузки, частоты вращения, длительности режимов, температуры.

Прирабочные присадки по их воздействию на трущиеся поверхности можно разделить на следующие группы (рис. 2).



Рис. 2. Классификация приработочных присадок

Таким образом, применение приработочных присадок при обкатке позволяет снизить момент трения, уменьшить приработочный износ, улучшить качество и достичь оптимальной геометрии поверхностей трущихся деталей, уменьшить время необходимое для качественной обкатки механизма.

В настоящее время разработано множество новых присадок, различающихся по составу и принципу действия. Их рекомендуют применять как при обкатке машин и агрегатов, так и в условиях рядовой эксплуатации.

Список источников

1. Варнаков В.В., Хохлов А.Л. Использование присадок для приработки деталей двигателей после ремонта // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2005. - №3. –С. 25-31.
2. Жильцов, С.Н. Повышение послеремонтного ресурса агрегатов топливной аппаратуры тракторных дизелей применением при обкатке смазочных композиций // автореф. дис. ... к-та. техн. наук. – Пенза, 2004.
3. Сафонов В.В., Шишурин С.А., Венкайтис В.В., Сафонов К.В., Остриков В.В. Исследование влияния добавок на трибологические характеристики смазочного материала и морфологию поверхностей трения // Аграрный научный журнал. – 2022 - № 1- с. 88-92.
4. Володько О.С., Быченин А.П. Влияние реметаллизантов на напряженность работы масла в коробках передач // Механизация и автоматизация строительства. Самарский государственный технический университет. Самара, 2020. С. 187-190.
5. Жильцов С.Н., Черкашин Н.А. Результаты исследования смазочных композиций для приработки пар трения // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Кинель : РИО Самарского ГАУ, 2018. С. – 372-376

References

1. Varnakov, V.V. & Khokhlov A.L. (2005). The use of additives for the running-in of engine parts after repair. *Repair, restoration, modernization*. №3, 25-31 (in Russ.)
2. Zhiltsov, S.N. (2004). Increasing the post-repair life of fuel equipment units of tractor diesels by application during running-in of lubricating compositions. *Extended abstract of candidate's*. Penza (in Russ.).
3. Safonov, V.V., Shishurin, S.A., Venskaitis, V.V., Safonov, K.V. & Ostrikov V.V. (2022) Investigation of the effect of additives on tribological characteristics of lubricant and morphology of friction surfaces. *Agrarian Scientific Journal*, 1, 88-92 (in Russ.).
4. Volodko, O.S. & Bychenin, A.P. (2020). The influence of remetalizants on the intensity of oil work in gearboxes. *Mechanizaciy i avtomatizaciy stroitelctva (Mechanization and automation of construction)*. Samara: Samara State Technical University, 187-190 (in Russ.)
5. Zhiltsov, S.N. & Cherkashin N.A. (2018). Results of the study of lubricating compositions for the run-in of friction pairs. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '18: collection of scientific papers. (pp. 372-376). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Информация об авторах

С.Н. Жильцов – кандидат технических наук, доцент;
Д.Э. Альбекров – студент.

Information about the authors

S.N. Zhiltsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
D.E. Albekrov – student.

Вклад авторов:

Жильцов С.Н. – научное руководство, написание статьи;
Альбекров Д.Э. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Zhiltsov S.N. – scientific guidance, writing an article;
Albekrov D.E. – writing an article.

Обзорная статья

УДК 662.769.21

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Виктор Евгеньевич Артамонов¹, Максим Павлович Ерзамаев²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-4259-4452>,

²Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

В статье рассмотрена возможность замены бензинового топлива водородным, а также положительные и отрицательные стороны водорода как топлива. Также представлены способы применения водородного топлива на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: водород, водородное топливо, водородные двигатели.

Для цитирования: Артамонов В. Е., Ерзамаев М.П. Применение водородных топлив в транспортных средствах // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 12-16.

APPLICATION OF HYDROGEN FUELS IN VEHICLES

Victor E. Artamonov¹, Maxim P. Erzamaev²

¹ Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-4259-4452>,

²Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

The article considers the possibility of replacing gasoline fuel with hydrogen, as well as the positive and negative aspects of hydrogen as a fuel. Methods for using hydrogen fuel in road transport are also presented.

Key words: hydrogen, hydrogen fuel, hydrogen engines.

For citation: Artamonov, V. E. & Erzamaev, M.P. (2022). Application of hydrogen fuels in vehicles. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 12-16). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Впервые водород был обнаружен в 16-17 веке, в результате реакции металлов с кислотой. Первооткрывателем водорода стал Парацельс. Он опускал опилки металла в серную кислоту в результате химической реакции замещения образовывался водородный газ-«горючий воздух».

Свое название «водород» получил от русского физика-химика Михаила Фёдоровича Соловьёва по аналогии с по аналогии с «кислородом» Ломоносова.

Водород является самым распространённым элементом во всей вселенной, он составляет примерно 88,6% всех атомов. При этом по распространённости на земле водород занимает 9 место, несмотря на это он почти не встречается в чистом виде, только в составе более сложных молекул, за исключением вулканических газов.

Простое вещество водород представляет собой двухатомную молекулу H_2 . В Периодической системе химических элементов водород занимает первую позицию. Он имеет простейшее строение атома: один протон и один электрон, из-за чего является, как окислителем, так и восстановителем.

Так как у водорода весьма прочные ковалентные связи, он весьма плохо реагирует с другими элементами, но все разительно меняется стоит его нагреть.

В отношении физических свойств: водород — это легкий безвредный газ, без запаха, без цвета, с низкой плотностью, в 14,5 раз легче воздуха. При сильном сжатии и охлаждении переходит в жидкое состояние. Жидкий водород кипит при температуре -253 градуса, твёрдый водород образуется при охлаждении до -259 градусов.

Идея использовать водород в качестве способа перемещения возникла у людей сразу после выявления его физических свойств. Так появились летательные транспортные средства на основе шаров, заполненных водородом.

Впервые водород как топливный элемент использовался в 1941 во время Великой Отечественной Войны в СССР в блокадном Ленинграде. А первый автомобиль на водородном топливе появился в 1959г. Это был трактор мощностью 20 лошадиных сил, представленный Harry Karl Ihrig. В настоящее время известно несколько способов применения водорода на автомобильном транспорте.

На момент 21 века известны следующие способы использования водорода на автотранспорте:

Первый это горение водорода. В этом случае водород используется как газ, но с несколькими особенностями: давление в водородном баллоне значительно выше, изменение конструкции камеры сгорания с учетом более высокой температуры сгорания.

Второй способ — это электролиз водорода и кислорода. В этом случае образование электроэнергии в элементе — это процесс обмена электронами между горючим и окислителем с образованием нового соединения — продукта реакции.

В настоящее время автомобили на водороде или водородной топливной смеси являются не конкурента способными в виду ввиду недостатков. Водород весьма дорого и ресурсозатратно добывать; поскольку нет большого спроса на водородные автомобили нету и аналогичных заправок; не разработаны стандарты транспортировки, хранения и применения топлива на водороде; нет совершенной технологии хранения водородного топлива; водородный транспорт обладает скромными габаритами, но при этом невероятным весом; при эксплуатации таких машин существует не призрачная опасность возгорания и взрыва при работе водорода с традиционным топливом. Но несмотря на это водородные автомобили обладают рядом преимуществ. Основным преимуществом водородного транспорта является экологичность, так как продуктом горения водорода является водяной пар. Токсичных выбросов гораздо меньше, чем у бензиновых автомобилей. Водородные автомобили обладают простой конструкцией, они бесшумны и их КПД электродвигателя намного выше, чем у ДВС. В них нетудорожных систем топливоподачи, которые опасны и ненадежны в эксплуатации.

Ознакомившись с достоинствами и недостатками водородных автомобилей, можно прийти к выводу, из-за чего откладывается их серийный выпуск. Несмотря на это ухудшающаяся экологическая обстановка диктует свои условия использования транспорта. Эта альтернатива бензина может оказаться единственным решением проблем загрязнения выхлопами атмосферы.

Поскольку водород в природе весьма редкое явление, его требуется получать из других элементов. Существует несколько способов промышленного получения водорода:

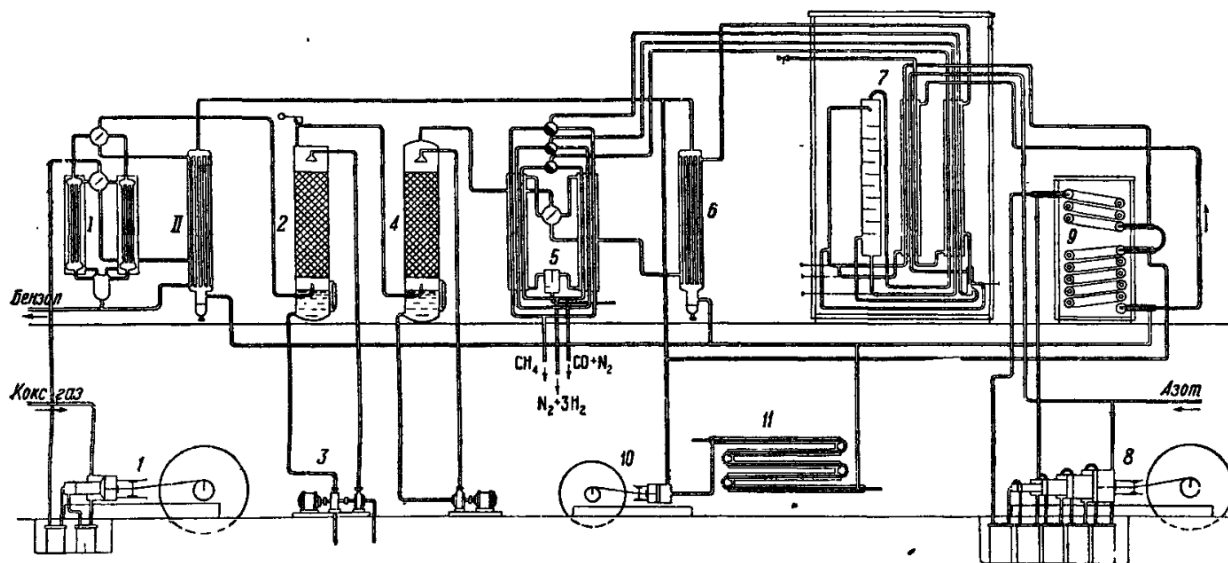


Рис. 1. Извлечение водорода из коксового газа

Физический — извлечение водорода из коксового газа методом глубокого охлаждения фракционно-термическая конденсация.

Электрохимический метод — электролиз воды (Рис. 1). Чистота получаемого водорода — 99,8%. Недостаток метода — большой расход электроэнергии.

Химический метод — конверсия углеводородных газов. В качестве исходного сырья применяются: углеводородный газ — метан или углеводороды бензиновой фракции нефти. Конверсия углеводородных газов — это их окисление при высокой температуре, кислородом.

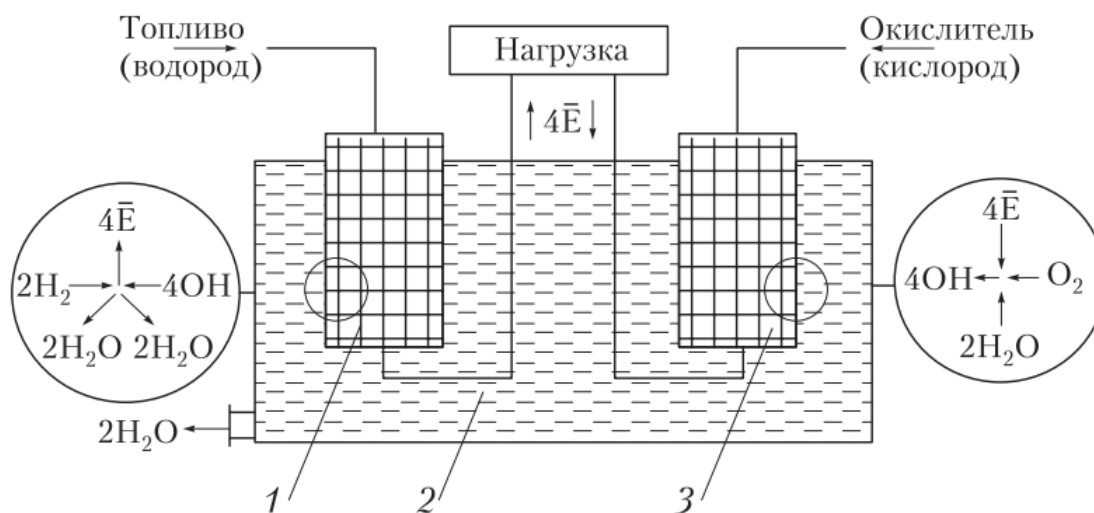


Рис. 2. Электролиз водорода

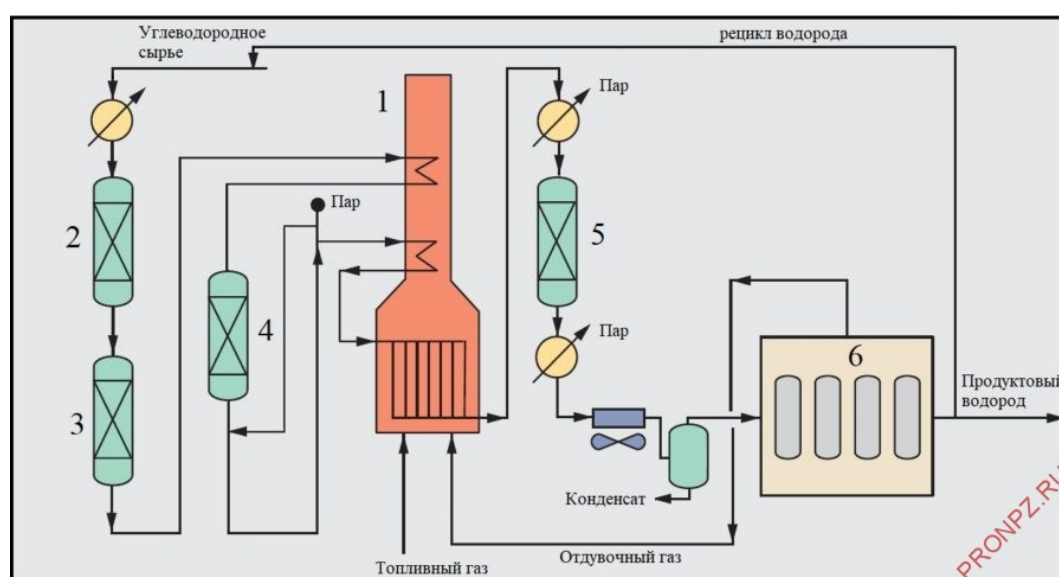


Рис. 3. Конверсия углеводородных газов

Таким образом, можно сказать, что автомобили на водороде являются достойной заменой бензиновых и дизельных автомобилей, но ввиду перечисленных в статье фактов переход на водород не состоится в ближайшей перспективе.

Список источников

1. Топливо будущего: в каких видах транспорта водород используется уже сейчас [Электронный ресурс]. URL: [file://https://recyclemag.ru/article/toplivo-buduschego-kakih-vidah-transporta-vodorod-ispolzuetsya-seichas](https://recyclemag.ru/article/toplivo-buduschego-kakih-vidah-transporta-vodorod-ispolzuetsya-seichas) (дата обращения: 01.03.2022).
2. Водородный транспорт [Электронный ресурс]. URL: [file://https://ru.wikipedia.org/wiki/Водородный_транспорт](https://ru.wikipedia.org/wiki/Водородный_транспорт) (дата обращения 15.03.2022).
3. Водород в автомобилях: Опасности и сложности использования [Электронный ресурс] – URL: [file://https://1gai.ru/publ/516203-vodorod-v-avtomobilyah-opasnosti-i-slozhnosti-ispolzovaniya.html](https://1gai.ru/publ/516203-vodorod-v-avtomobilyah-opasnosti-i-slozhnosti-ispolzovaniya.html) (дата обращения: 15.03.2022).

References

1. Fuel of the future: what types of transport use hydrogen already now. Retrieved from file:///https://recyclemag.ru/article/toplivo-buduschego-kakih-vidah-transporta-vodorod-ispolzuetsya-seichas (in Russ.).
2. Hydrogen transport. Retrieved from file:///https://ru.wikipedia.org/wiki/Водородный_транспорт (in Russ.).
3. Hydrogen in cars: Dangers and difficulties of use. Retrieved from file:///https://1gai.ru/publ/516203-vodorod-v-avtomobilyah-opasnosti-i-slozhnosti-ispolzovaniya.html (in Russ.).

Информация об авторах

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

В.Е. Артамонов – студент.

Information about the authors

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

V.E. Artamonov – student.

Вклад авторов:

Ерзамаев М. П. – научное руководство;

Артамонов В.Е. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Erzamaev M. P. – scientific guidance;

Artamonov V.E. – writing an article.

Обзорная статья

УДК 631.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

Алексей Сергеевич Афанасьев¹, Полина Игоревна Гужина², Анна Николаевна Толкнова³

^{1, 2, 3} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ssaa-samara@mail.ru

^{2, 3}Ant63@mail.ru

В статье приведен анализ факторов, влияющих на технико-экономические показатели работы машинно-тракторного агрегата. Проведены исследования влияния ширины захвата агрегата, скорости его движения, рационального способа движения на сменную производительность агрегата, погектарный расход топлива и погектарных затрат труда.

Ключевые слова: оптимальный режим работы, производительность, машинно-тракторный агрегат.

Для цитирования: Афанасьев А.С., Гужина П.И., Толкнова А.Н. Исследования факторов, влияющих на технико-экономические показатели работы машинно-тракторного агрегата // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 16-21.

INVESTIGATION OF FACTORS AFFECTING TECHNICAL AND ECONOMIC PERFORMANCE OF MACHINE-TRACTOR UNIT

Alexey S. Afanasyev¹, Polina I. Guzhina², Anna N. Toloknova³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ssaa-samara@mail.ru

^{2,3} Ant63@mail.ru

The article provides an analysis of the factors affecting the technical and economic performance of the machine and tractor unit. Studies of the influence of the grip width of the unit, the speed of its movement, the rational method of movement on the interchangeable capacity of the unit, fuel consumption and labor consumption were carried out.

Keywords: optimal operating mode, performance, machine-tractor unit.

For citation: Afanasyev, A.S., Guzhina, P.I. & Toloknova, A.N. (2022). Studies of factors affecting the technical and economic performance of the machine-tractor unit. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 16-21). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Увеличение количества производимой продукции сельского хозяйства возможно при дальнейшей интенсификации отрасли. В сельском хозяйстве все более массово используется высокоскоростная высокопроизводительная техника, энергонасыщенные тракторы. Актуальной задачей остается повышение производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА) и снижение затрат на производство сельскохозяйственных работ [1].

Основными факторами, влияющими на технико-экономические показатели работы МТА являются: производительность агрегата, погектарный расход топлива, затраты труда на единицу работы.

Повысить технико-экономические показатели работы МТА возможно за счет проведения следующих мероприятий: своевременное и качественное техническое обслуживание тракторов и сельскохозяйственных машин, производить сельскохозяйственные работы в оптимальные сроки при соответствующей влажности почвы (обработка агротехнически и механически спелой почвы позволит снизить тяговое сцепление агрегата), оптимального комплектования машинно-тракторного агрегата и выбора рациональной скорости его движения [2], применять при работе рациональные способы движения и улучшать подготовку поля к работе.

Рассмотрим влияние скорости работы агрегата, ширины захвата агрегата на его технико-экономические показатели работы. Для этого рассмотрим работу машинно-тракторного агрегата при проведении паровой культивации. Рекомендуемая скорость движения МТА составляет 7-10 км/ч. Машинно-тракторный агрегат комплектуем из трактора К-744Р2 мощностью 257 кВт и прицепного культиватора КПК с различной шириной захвата. Удельное сопротивление сельскохозяйственной машины при сплошной культивации с прикатыванием парового поля принимаем 3 кН/м. Характеристики машинно-тракторного агрегата приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики МТА

| Показатели | КПК-12 | КПК-7,2 | КПК-8 |
|-------------------------------|--------|---------|-------|
| Количество СХМ в агрегате, шт | 1 | 2 | 2 |
| Длина агрегата, м | 13,55 | 13,55 | 13,55 |
| Ширина захвата агрегата, м | 12,0 | 14,4 | 16,0 |
| Вес СХМ, Н | 32500 | 48800 | 53000 |
| Тяговое сопротивление СХМ, Н | 36097 | 44664 | 49590 |
| Скорость движения, км/ч | 10,05 | 8,2 | 7,6 |

При движении агрегата по полю важно правильно выбрать способ движения, способ поворотов, а также минимизировать ширину поворотной полосы. Для движения культиваторного агрегата выбираем беззагонный челночный способ движения с петлевыми грушевидными поворотами.

Ширину поворотной полосы (E) определим по следующей зависимости:

$$E=3 \cdot R+1,$$

где R – радиус поворота агрегата, м. Для посевных и культиваторных агрегатов с одной машиной $R=1,7 \cdot B_{AG}$; с двумя машинами $R=1,2 \cdot B_{AG}$;

B_{AG} – ширина захвата агрегата, м;

l – длина выезда агрегата, м.

Для прицепных машин длину выезда агрегата принимают от 0,5 до 0,75 длины агрегата.

После определения расчетной величины ширины поворотной полосы, ее необходимо скорректировать с расчетом того, что ширина поворотной полосы должна быть кратна ширине захвата агрегата.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Определение ширины поворотной полосы

| Показатели | Значения | | |
|---|----------|---------|-------|
| | КПК-12 | КПК-7,2 | КПК-8 |
| Радиус поворота агрегата, м | 20,4 | 17,28 | 19,2 |
| Длина агрегата, м | 13,55 | 13,55 | 13,55 |
| Длина выезда агрегата, м | 9,5 | 9,5 | 9,5 |
| Ширина поворотной полосы расчетная, м | 70,69 | 61,33 | 67,09 |
| Ширина поворотной полосы скорректированная, м | 72 | 72 | 80 |

Определим основные показатели работы машинно-тракторного агрегата на поле с длиной гона равной 1000 м.

Рабочая длина загона, м:

$$L_p=L-2 \cdot E$$

Длина холостого пути при петлевых грушевидных поворотах, м:

$$L_x=7 \cdot R+2 \cdot l$$

Коэффициент рабочих ходов:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}$$

Время одного цикла рассчитаем по следующей зависимости:

$$t_{\text{ц}} = \frac{L_p + L_x}{500 \cdot V_p}$$

За смену количество циклов определяется следующим образом:

$$n = \frac{T - t_2}{t_{\text{ц}}},$$

где T – продолжительность смены, ч (принимается 7 часов), t_2 – время остановок агрегата для проведения организационно-технического обслуживания (на основании нормативных данных $t_2=0,03$ часа).

Время холостого пути и поворотов за смену:

$$t_x = \frac{L_x}{500 \cdot V_p} \cdot n$$

Чистое рабочее время смены:

$$T_p = T - t_x - t_2$$

Коэффициент использования времени смены:

$$\tau = \frac{T_p}{T}$$

Результаты проведенных расчетов сведем в таблицу 3.

Таблица 3

Показатели работы машинно-тракторного агрегата

| Показатели | Значения | | |
|--|----------|---------|-------|
| | КПК-12 | КПК-7,2 | КПК-8 |
| Рабочая длина загона, м | 856 | 856 | 840 |
| Длина холостого пути, м | 170 | 148 | 162 |
| Коэффициент рабочих ходов | 0,83 | 0,85 | 0,84 |
| Время одного цикла, ч | 0,204 | 0,242 | 0,270 |
| Количество циклов за смену | 34,14 | 28,77 | 25,85 |
| Время холостого пути и поворотов за смену, ч | 1,15 | 1,03 | 1,12 |
| Чистое рабочее время смены, ч | 5,82 | 5,94 | 5,85 |
| Коэффициент использования времени смены | 0,83 | 0,85 | 0,84 |

Определим производительность МТА, погектарный расход топлива, затраты труда для исследуемых вариантов.

Сменная производительность агрегата:

$$W_{CM} = 0,1 \cdot B_{AG} \cdot V_p \cdot T \cdot \tau$$

Погектарный расход топлива:

$$\theta_{GA} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_0 \cdot t_0}{W_{CM}}$$

где Q_p , Q_x , Q_0 соответственно расход топлива двигателем трактора под нагрузкой, холостых ходах и поворотах, остановках.

Затраты труда на единицу работы, чел ч/га:

$$H_0 = \frac{m_M + m_{BC}}{W}$$

где m_M , m_{BC} соответственно количество механизаторов и вспомогательных рабочих задействованных для работы агрегата, W – часовая производительность агрегата.

Результаты определения влияния исследуемых факторов на технико-экономические показатели работы агрегата приведены в таблице 4 и на рисунках 1-3.

Влияние факторов на технико-экономические показатели работы агрегата

| Показатели | Значения | | |
|---|----------|---------|-------|
| | КПК-12 | КПК-7,2 | КПК-8 |
| Сменная производительность агрегата, га смену | 70,14 | 70,94 | 69,50 |
| Погектарный расход топлива, кг/га | 5,36 | 5,33 | 5,42 |
| Затраты труда на единицу работы, чел ч/га | 0,099 | 0,098 | 0,100 |

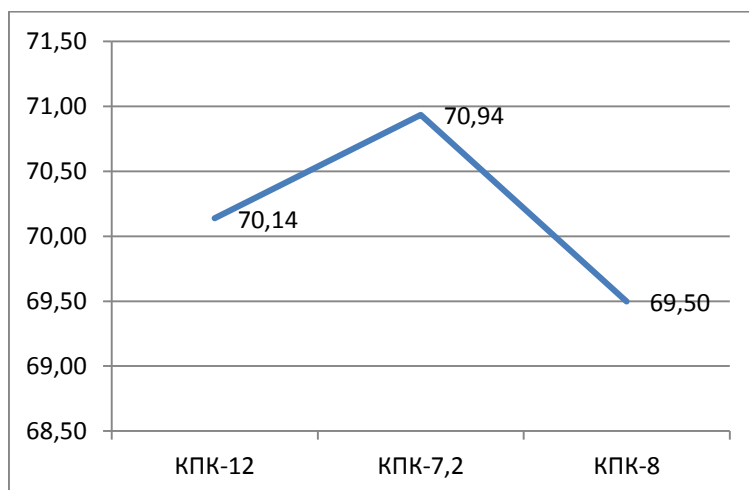


Рис. 1. Сменная производительность машинно-тракторного агрегата, га/смену

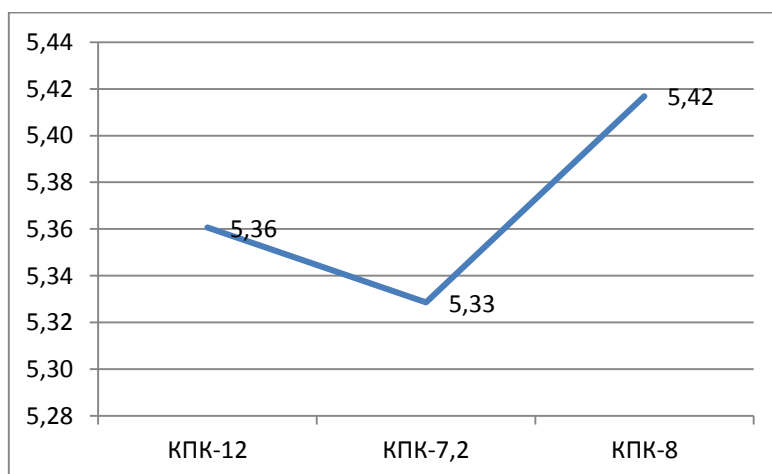


Рис. 2. Погектарный расход топлива, кг/га

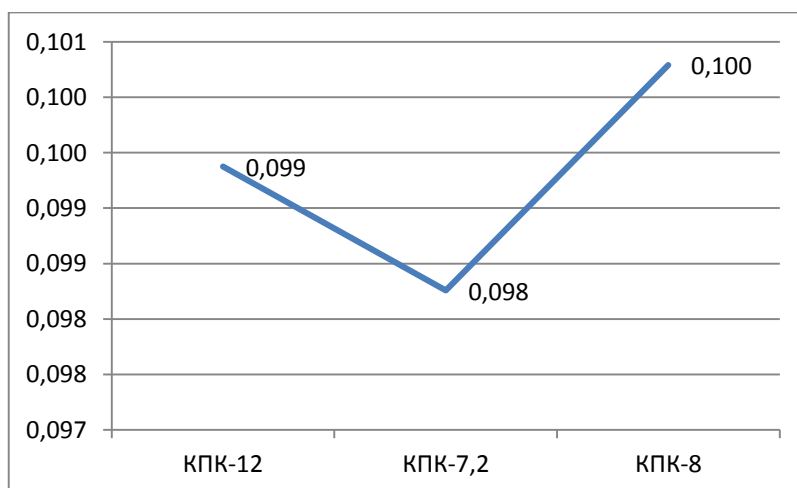


Рис. 3. Затраты труда на единицу работы, чел ч/га

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшей производительностью обладает агрегат, состоящий из трактора К-744Р2 и двух прицепных культиваторов КПК-7,2. Сменная производительность данного агрегата на 1% выше чем у агрегатов К-744Р2 + КПК-12 и К-744 Р2 и двух культиваторов КПК-8. Погектарный расход топлива также снижается от 0,03 до 0,09 кг/га у агрегата с двумя культиваторами КПК-7,2. Затраты труда при использовании МТА с шириной захвата 14,4 м снижаются от 1,1 до 2,0%.

Проведенные исследования показали, что при комплектовании агрегатов и определении оптимальных режимов их работы необходимо учитывать следующие факторы: скорость движения и ширину захвата агрегата.

Список источников

1. Ерзамаев М.П., Сазонов Д.С. Пути повышения производительности машинно-тракторных агрегатов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - Самара, 2009. – №3 – С.16-19.

2. Гужин И.Н., Цупаева З.С. Анализ тяговых свойств тракторов // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 42-46.

References

1. Sazonov, D.S. &Yerzamaev, M.P. (2009) Ways to increase the productivity of machine and tractor units. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3, 16-19 (in Russ.).

2. Guzhin, I.N. &Tsupaeva, Z.S. (2021). Analysis of traction properties of tractors. *Technologies, machines and equipment in agriculture. '21: collection of scientific papers.* (pp. 42-46). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Информация об авторах

А.Н.Толокнова, канд. техн. наук, доцент;

П.И.Гужина –школьник;

А.С.Афанасьев –студент.

Information about the authors

A.N. Toloknova– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

P.I.Guzhina –school student;

A.S. Afanasyev – student.

Вклад авторов:

Толокнова А.Н – научное руководство;

Гужина П.И. –написание статьи;

Афанасьев А.С. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Toloknova A.N.– scientific guidance;

Guzhina P.I. –writing an article;

Afanasyev A.S. – writing an article.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ЗИМНЕГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Ольга Александровна Вострова¹, Никита Максимович Ерзамаев², Максим Павлович Ерзамаев²

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹vostrova.ssau@bk.ru,

²Erzamaev.NM@gmail.com,

³Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

В статье рассмотрены классы дизельного топлива согласно ГОСТ 305-2013, а также влияние отрицательных температур на их физические свойства. Разработана классификация известных депрессорных присадок к ДТ по химической природе. Путем сравнения с переработкой в составе сырья гидродепарафинизации обозначена перспективность применения депрессорных присадок в дизельном топливе зимнего и арктического класса для повышения их эксплуатационных свойств.

Ключевые слова: топливо-смазочные материалы, дизельное топливо, свойства депрессорных присадок, дизельный двигатель.

Для цитирования: Вострова О.А., Ерзамаев Н.М., Ерзамаев М. П. Перспективные направления совершенствования низкотемпературных свойств зимнего дизельного топлива // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 22-26.

PROMISING DIRECTIONS FOR IMPROVING THE LOW-TEMPERATURE PROPERTIES OF WINTER DIESEL FUEL

Olga A. Vostrova¹, Nikita M. Erzamaev², Maxim P. Erzamaev³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹vostrova.ssau@bk.ru,

²Erzamaev.NM@gmail.com,

³Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

The article discusses the classes of diesel fuel according to GOST 305-2013, as well as the influence of negative temperatures on their physical properties. A classification of known depressor additives to DT by chemical nature has been developed. By comparison with the processing in the composition of hydro-paraffinization raw materials, the prospects of using depressor additives in winter and Arctic class diesel fuel to increase their operational properties are indicated.

Keywords: fuel-lubricants, diesel fuel, properties of depressor additives, diesel engine

For citation: Vostrova, O. A., Erzamaev, N. M. & Erzamaev, M.P. (2022). Promising directions for improving the low-temperature properties of winter diesel fuel. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 22-26). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Дизельное топливо (ДТ) – нефтепродукт, получаемый путем перегонки нефти и газовых конденсатов с отбором смеси углеводородов, а также определенных фракций. ДТ широко применяется в качестве горючего для быстроходных дизельных и газотурбинных двигателей наземной и судовой техники, обеспечивая экономичность и высокий КПД. Согласно ГОСТ 305-2013, в зависимости от условий эксплуатации топливо подразделяют на летнее (Л), межсезонное (Е), зимнее (З), арктическое (А).

Устойчивость к низким температурам — это основной параметр дизельного топлива, которым определяются условия его использования и особенности хранения. В зимнее время эксплуатация машин, оснащенных дизельными ДВС осложняется тем, что Н-парафины, содержащиеся в дизельном топливе, под воздействием низких температур соединяются и образуют кристаллическую решетку, что ведет к помутнению топлива и нарушению фильтруемости. Также на температурную устойчивость отрицательно влияют ароматические и нефтеновые углеводороды, поэтому некачественные физико-химические и эксплуатационные свойства дизельного топлива неминуемо ведут к неработоспособности топливной аппаратуры двигателя [1].

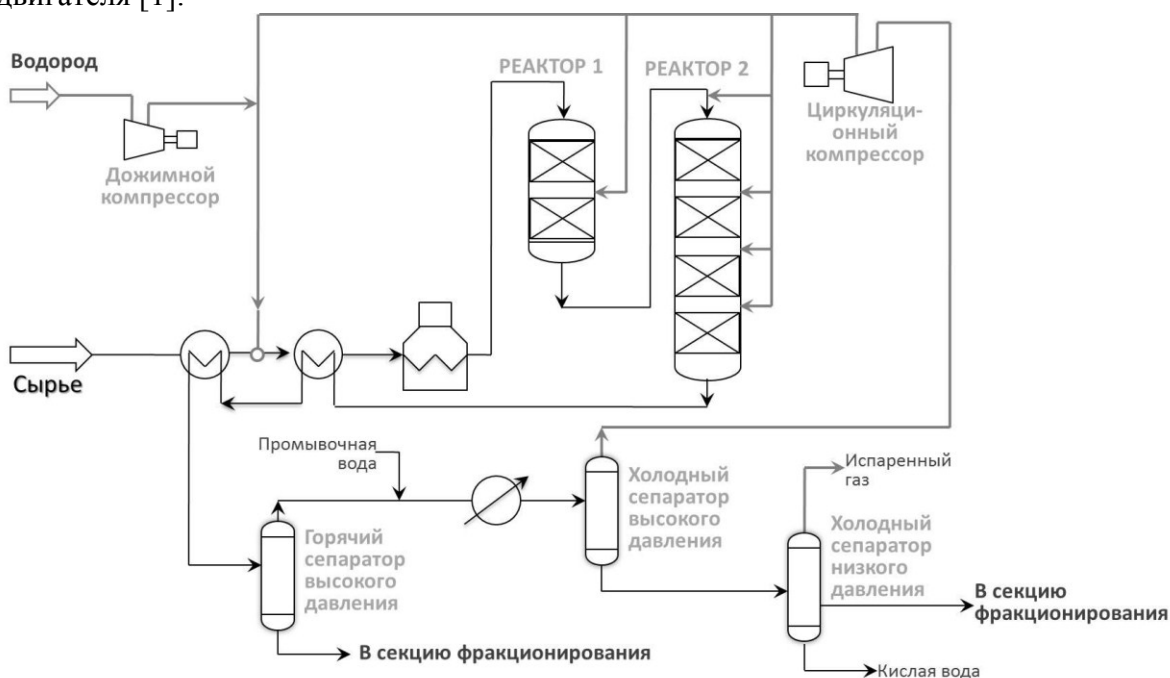


Рис. 1. Технологическая схема процесса каталитической депарафинизации

Климатические условия Российской Федерации обуславливают высокий спрос на высококачественное низкозастывающее ДТ (до 40% от общего объема производства), однако из-за недостаточных мощностей гидрокрекинга и каталитической депарафинизации в России, выпуск низкозастывающих ДТ весьма ограничен и составляет не более 14,5% ДТ зимнего класса и 2% ДТ арктического класса от общего объема производства. В связи с этим, актуальными являются исследования в области эффективности действия депрессорно-диспергирующих присадок [6].

На рисунке ниже представлена упрощенная схема процесса каталитической депарафинизации, при котором дизельное топливо предварительно подогревается и смешивается с горячим циркулирующим газом, далее смесь перекачивается в первый реактор, где органические соединения азота и серы преобразуются с образованием аммиака и сероводорода. Затем предварительно обработанный поток охлаждается циркулирующим газом от компрессора и поступает во второй реактор, содержащий катализатор депарафинизации. При прохождении сырья через катализатор депарафинизации длинноцепочные Н-парафины расщепляются на более мелкие молекулы, что повышает показатели текучести сырья при низких температурах. Реакции экзотермичны, требуется постоянный контроль температуры в реакторе.

Температура поддерживается на минимально возможном уровне, необходимом для получения требуемой степени расщепления молекул.

Продукт из второго реактора охлаждается в теплообменниках и далее перекачивается в горячий сепаратор высокого давления, где происходит отделение жидких углеводородов от паров ВСГ. Жидкий продукт направляется в секцию фракционирования, а ВСГ после доохлаждения поступает в холодный сепаратор высокого давления. Для предотвращения коррозии и отложения солей аммония, перед поступлением продукта на охлаждение, подается промывочная вода. Пар из холодного сепаратора высокого давления смешивается с подпиточным водородом и направляется на смешение с сырьем. Жидкие углеводороды поступают в сепаратор низкого давления [4].

Как говорилось ранее, в настоящий момент на территории России функционируют менее 10 установок гидродепарафинизации, которые не способны обеспечить достаточный объем производства высококачественного низкодзастывающего дизельного топлива. Помимо недостаточной производительности самих установок, ключевым недостатком является проблема доставки продукта на автозаправочные станции. Таким образом наиболее эффективным и экономически выгодным представляется регулирование низкотемпературных свойств зимнего дизельного топлива путем внесения функциональных (депрессорных) присадок [6].

Антигель – общепринятое название для депрессорных присадок, применяемых для улучшения низкотемпературных характеристик дизельного топлива. Работы по созданию депрессорных присадок к дизельному топливу начались с 1965 года. Вплоть до 1984 года было запатентовано более 110 типов присадок, подавляющее большинство которых представляло собой сополимеры этилена с различными мономерами. Известные в настоящее время депрессорные присадки по химической природе можно классифицировать следующим образом (рис. 2).



Рис. 2. Классификация депрессорных присадок для ДТ

Изучение механизма действия антигелей имеет не только теоретическое, но и практическое значение для целенаправленной разработки пакета присадок, совершенствующих эксплуатационные характеристики дизельного топлива. Несмотря на многочисленные исследования, до сих пор не сформирован общепринятый механизм взаимодействия депрессорных присадок и дизельного топлива. Ученые сходятся во мнении, что депрессорные присадки должны создавать на поверхности частиц твердой фазы энергетического барьера, препятствующего притяжению и коагуляции частиц дисперсной фазы ДТ; изменять размеры, форму и строение частиц дисперсной фазы, а также повышать растворимость твердых углеводородов; в момент формирования дисперсной фазы совмещаться с дисперсными частицами

углеводород и предотвращать «запарафинивание» [2, 3, 5]. При понижении температуры помутнения особенно эффективны полиметакрилатные и поликонденсационные присадки. Причём последние этот эффект обнаруживают и для летних дизельных топлив.

По способу ввода присадок в дизельное топливо, антигели подразделяют на:

- суперконцентраты, для ввода которых присадку и топливо необходимо подогреть до температуры выше 40°C;
- готовые растворы, не требующие подогрева, вводятся в непомутневшее ДТ;
- ДДП-антигели с универсальным вводом любым способом (в бензовоз, емкость, резервуар заправочной станции).

Также необходимо отметить, что эффективность всех депрессорных присадок определяется депрессией температуры застывания и предельной температурой фильтруемости при добавлении в ДТ. Введение даже незначительной дозы депрессорных присадок приводит к резкому снижению температуры помутнения ДТ (Рис. 3 на примере добавления наиболее распространенного на территории РФ антигеля марки DIFRON 389M, применяемых на нефтеперерабатывающих предприятиях Татнефть, Роснефть, Марийский НПЗ, ГАЗПРОМ, ВПК-ойл и др.).

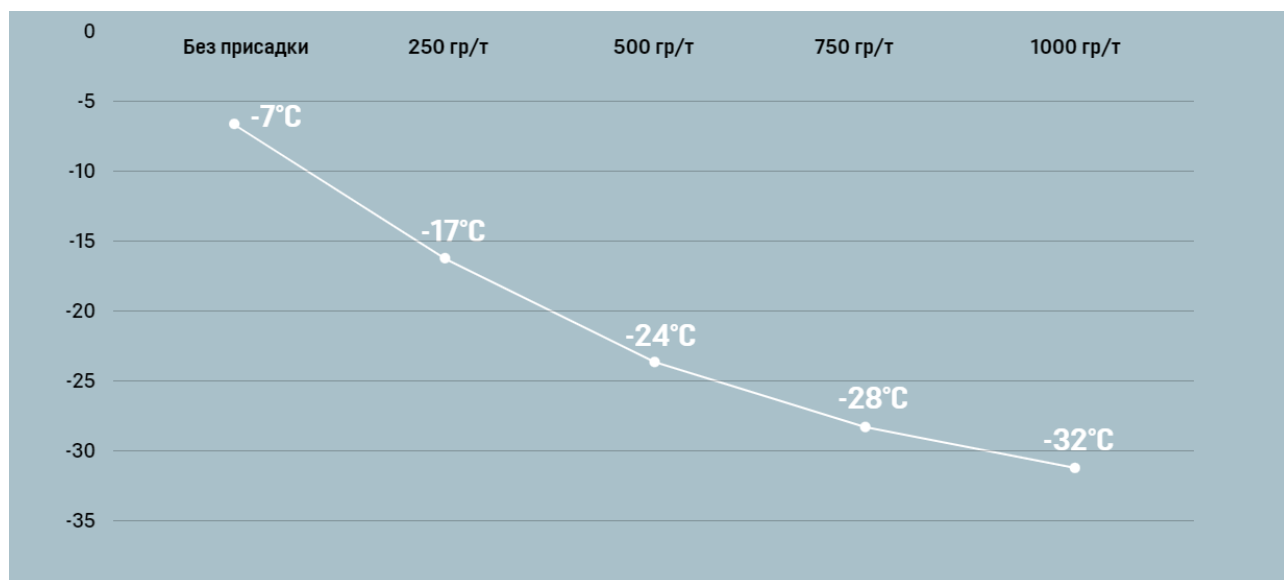


Рис. 3. Диаграмма эффективности дозировки депрессорно-диспергирующей присадки DIFRON389M

На сегодняшний день современные дизельные двигатели предъявляют высокие требования к качеству дизельного топлива. Достижение стандарта ДТ Евро-5 предполагает низкое или ультранизкое содержание серы и её производных. В таких технических условиях недопустимо использование простых депрессионных присадок, поэтому многие производители выводят на рынок многофункциональные композиции, обеспечивающие понижение температуры застывания ДТ, а также повышение смазывающих и очищающих свойств дизельного топлива.

Список источников

1. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Янзин В. М., Кузнецов С. А., Приказчиков М. С. Основы технической эксплуатации автомобилей: практикум. [Электронный ресурс] URL: [file:// https://rucont.ru/efd/349947](https://rucont.ru/efd/349947)
2. Исследование депрессорных присадок к дизельным топливам, полученных на основе гетероциклических эфиров полиметакриловых кислот / С. Ф. Фозилов, Г. Н. Султонов, Ш. Н. Атауллаев [и др.]. Текст : непосредственный // Молодой ученый. 2013. № 5 (52). С. 192-195.

3. Новацкий Г.Н., Водолажский С.В., Соколов Б.Г. Современные методы улучшения качества дизельных топлив // Нефть Газ Промышленность. 2004. № 1. С. 221–230.
4. Рябова В.И., Сидоров Г.М. Производство дизельного топлива с улучшенными экологическими свойствами // 67-я научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: сб. матер. конф. – Кн. 2. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. – С. 124.
5. Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т. УЛУЧШЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 6. С. 93-98.
6. Гужин И.Н. Влияние депрессорных присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива // Достижения науки агропромышленному комплексу: сборник научных трудов. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2014. С. 260-263.

References

1. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Yanzin, V. M., Kuznetsov, S. A. & Prikazchikov M. S. (2015). Fundamentals of technical operation of cars. Retrieved from <https://rucont.ru/efd/349947> (in Russ.).
2. Research of depressor additives to diesel fuels obtained on the basis of heterocyclic esters of polymethacrylic acids / S. F. Fozilov, G. N. Sultonov, Sh. N. Ataullaev [et al.]. (2013). - Text : direct // *Molodoi uchenyi (Young scientist)*, 5 (52), 192–195 (in Russ.).
3. Novatsky, G.N., Vodolazhsky, S.V. & Sokolov B.G. (2004). Modern methods of improving the quality of diesel fuels. *Neft gaz promyshlennost (Oil gas industry)*, 1, 221-230 (in Russ.).
4. Ryabova, V.I. & Sidorov G.M. (2015). Production of diesel fuel with improved environmental properties. 67th Scientific and technical conference of students, postgraduates and young scientists: '15: collection of scientific papers (p. 124). - Book 2. Ufa: Publishing House of USNTU (in Russ.).
5. Urazaeva, A.A., Sidorov, G.M., Valinurov, R.R. & Aznabaev S.T. (2017). IMPROVEMENT OF LOW-TEMPERATURE PROPERTIES OF DIESEL FUEL. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii (Modern high-tech technologies)*, 6, 93-98 (in Russ.).
6. 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

М. П. Ерзамаев – кандидат технических наук, доцент;
 Н. М. Ерзамаев – школьник;
 О.А.Вострова – студент.

Information about the authors

M. P. Erzamaev – Candidate in Engineering, Candidate;
 N. M. Erzamaev – school student;
 O.A. Vostrova – student.

Вклад авторов:

Ерзамаев М. П. –научное руководство;
 Ерзамаев Н. М. –написание статьи;
 Вострова О.А. –написание статьи.

Contribution of the authors:

Erzamaev M. P. - scientific guidance;
 Erzamaev N. M. – writing an article;
 Vostrova O.A. – writing an article.

ОБОГАЩЕНИЕ КОМБИКОРМОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ ПРЕМИКСОВ

Максим Евгеньевич Выгузов¹, Ольга Николаевна Морозова²

^{1,2} Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

¹ ele-vigozova@mail.ru

² morozova-on@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6163-649X>

Увеличение производства животноводческой продукции зависит от обеспечения животных качественными комбикормами, обогащение которых биологически активными веществами (БАВ) осуществляется путем введения премиксов. Их качество и эффективность использования зависят от технологии производства, физических свойств наполнителя и препаратов БАВ. Важным этапом производства премиксов является технологический процесс смешивания, следствием низкой эффективности которого есть существенная разница физических свойств компонентов. Чаще всего в качестве наполнителя премиксов используют отруби пшеничные с объемной массой до 350 кг/м³ и содержанием влаги около 14%. Технология подготовки наполнителя предусматривает его сушку до содержания влаги 7...10%, что характеризуется низкой эффективностью и высокой энергоемкостью. Кроме того, за последние десятилетия введены новые технологии производства кормовых препаратов БАВ, основой которых стало использование кремнийорганических носителей, что привело к росту объемной массы и ухудшению условий смешивания. Поэтому поиск технологических решений улучшения условий смешивания и распределения микрокомпонентов в составе премиксов является актуальным, а необходимость снижения удельных затрат энергии на их производство соответствует требованиям времени.

Ключевые слова: биологически активные вещества, премиксы, комбикорм, аминокислота, наполнитель

Для цитирования: Выгузов М.Е., Морозова О.Н. Обогащение комбикормов биологически активными веществами путем введения премиксов // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 27-32.

ENRICHMENT OF COMPOUND FEEDS WITH BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES BY INTRODUCING PREMIXES

Maxim Ye. Vyguzov ¹, Olga N. Morozova ²

Tambov State Technical University, Tambov, Russia ^{1,2}

¹ ele-vigozova@mail.ru

² morozova-on@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6163-649X>

The increase in the production of livestock products depends on the provision of high-quality animal feed, the enrichment of which with biologically active substances (BAS) is carried out by introducing premixes. Their quality and efficiency of use depend on the production technology, physical properties of the filler and BAS preparations. An important stage in the production of premixes is the mixing process, the consequence of its low efficiency is a significant difference in the physical properties of the components. Most often, wheat bran with a volume weight of up to 350 kg / m³ and a moisture content of about 14% is used as a filler for premixes. The technology of filler preparation provides

for its drying to a moisture content of 7... 10%, which is characterized by low efficiency and high energy consumption. In addition, new technologies for the production of the feed preparations of BAS have been introduced over the past decades, the basis of which was the use of organosilicon carriers, which led to an increase in bulk mass and deterioration of mixing conditions. Therefore, the search for technological solutions to improve the conditions of mixing and distribution of micro-components in the composition of premixes is relevant, and the need to reduce the specific energy costs for their production meets the requirements of the time.

Keywords: biologically active substances, premixes, compound feed, amino acid, filler

For citation: Vyuzov, M.E. & Morozova, O.N. (2022). Enrichment of compound feeds with biologically active substances by introducing premixes. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 27-32). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Все биологически активные вещества распределяют по функциям, которые они выполняют в составе кормов при кормлении животных. Путем введения БАВ в состав премиксов компенсируют питательные вещества в комбикормовой продукции до уровня оптимальной потребности животных. В частности, аминокислоты, как лизин, метионин, треонин являются незаменимыми и не синтезируются организмом животных и птицы. Аминокислоты являются основными структурными элементами белковой молекулы и в зависимости от расположения аминогруппы относят к L или D-формы. В структуре потребления аминокислот массовая доля лизина составляет 50...55%, треонина - 40...45%, другие аминокислоты - 5...7%. Потребление отечественного рынка в аминокислотах, кроме лизина, удовлетворяется за счет поставок продукции зарубежных известных фирм, компаний: Degussa (Германия) производит «Метионин», «DL-Метионин», форма которых в виде порошка, «Биолиз (L-Лизин)», форма которого в виде гранул. В России совместная компания с Германией ООО «КреМикс» производит «DL-Метионин», Евролизин (Франция) - «Лизин 98,5%».

Норма ввода аминокислот зависит от качества сырья и содержания белковых кормов в каждом рецепте соответственно назначения продукции. Определены по данным литературных источников физические свойства препаратов аминокислот, антиоксидантов, пробиотиков, пребиотиков, каротиноидов и др., в том числе содержание влаги 0,07...40,0%, объемная масса частиц от 200 кг/т до 1400 кг/т, средний размер частиц 0,1...1,13 мм. Белковые корма животного происхождения наиболее ценны, так как они богаты не только полноценным белком, но и витаминами группы В, а также минеральными веществами.

Одним из самых питательных белковых кормов является рыбная мука. Ее изготавливают из непромысловых сортов рыбы и рыбных отходов. Белок, содержащийся в ней, легко усваивается и содержит оптимальное соотношение незаменимых аминокислот (лизина и метионина), поэтому рыбная мука имеет высокую биологическую ценность. Рыбная мука – источник концентрированного протеина высокого качества, а также жира, богатого жирными кислотами омега-3 DHA и EPA. Протеин рыбной муки, в большом количестве, содержит основные аминокислоты: метионин, цистин, лизин, треонин и триптофан.

Российская кормовая компания «Мегамикс» – это крупнейший российский производитель премиксов и концентратов для сельскохозяйственных животных. Рыбная мука данного производителя – это концентрированный источник энергии. Имея в своем составе от 70% до 80% протеинов и усваиваемых жиров, энергетическая отдача рыбной муки значительно выше, чем у других протеино содержащих продуктов. В состав рыбной муки входит большое количество минералов, таких как фосфор, в удобной для потребления животными форме. Также рыбная мука богата другими элементами. Витамины в ней также представлены в большом количестве: комплекс витаминов группы В, включая холин, биотин, кроме того, витамины цианкобаламин, А и D.

При использовании рыбной муки в кормлении животных (свиней, птицы, молодняка КРС) достигаются следующие цели: благодаря хорошей усвояемости протеина, содержащегося в рыбной муке - быстрый рост; наличие полиненасыщенных жиров - мобилизует иммунную систему животных, повышает сопротивляемость к инфекционным заболеваниям; снижение необходимости использования медицинских препаратов; увеличение производительности производства.

Продукт белковый кормовой «ПроБеКор 60» (ПБК 60) с содержанием сырого протеина не менее 60% – это высокопитательный и высокоусвояемый кормовой белок, не содержит ГМО и антипитательных веществ, высокое содержание аминокислот и витаминов группы. «Ладесол-Тамбов» – это инновационное производство востребованного в животноводстве, птицеводстве и рыбоводстве экологичного белкового кормового продукта «ПроБеКор 60». По данным независимых аналитических источников, российские сельхозпроизводители потребляют 2,8 млн. т кормового белка в год. Значительная часть этой потребности удовлетворяется за счет импорта. Россия вынуждена закупать высокобелковое сырье и продукты, а также белковые концентраты (в основном, соевый шрот).

В условиях импортозамещения проблема может быть решена путем организации отечественного производства высокобелковых кормовых продуктов за счет глубокой переработки отечественного зерна.

Высокая автоматизация процесса производства и модульность оборудования позволяют легко тиражировать проект на территории зерновых регионов [1].

В условиях изменения сырьевой базы обостряется проблема выбора сырья для использования в качестве наполнителя при производстве премиксов. В составе готового премикса наполнитель составляет от 80% до 90%. Качество наполнителя и его физические свойства имеют большое значение при формировании качества предыдущих смесей витаминных препаратов, солей микро-, макроэлементов, готового премикса [1].

Основное назначение наполнителя – отделить частицы БАВ между собой, имеющих химическую несовместимость, обеспечить равномерное распределение их в составе компонентов премикса и в составе комбикормовой продукции [1, 3]. При производстве сухих премиксов используют наполнитель, который способствует снижению вероятности контакта между различными частицами БАВ, сохраняет их активность. Сохранение постоянного состава в любом малом объеме смеси зависит от физических свойств компонентов смеси: массовой доли влаги, объемной массы, плотности, размера и формы частиц. Так, согласно технологии производства премиксов, наполнитель должен быть нейтральным относительно БАВ; иметь определенный диапазон размера частиц; быть сыпучим; не накапливать статическое электричество; не являться гигроскопической; быть устойчивым к амбарным вредителям и не усугублять свойства компонентов при хранении.

Известно, что в качестве наполнителя используют сырье органического и минерального происхождения. Использование продуктов переработки зерна, в частности пшеничной, соевой, кукурузной, рисовой, ячменной муки и др. в качестве наполнителей увеличивает себестоимость продукции. Поэтому, используют зерно измельченное, шроты масличных культур, пшеничные отруби и др. Из сырья минерального происхождения применяют в качестве наполнителя мел кормовой, известняковая мука, алюмосиликаты и др.

Чаще всего применение пшеничных отрубей в качестве наполнителей объясняется тем, что поверхность частиц имеет адгезионную способность для содержания мелких частиц препаратов БАВ, низкая стоимость. В настоящее время трудности использования пшеничных отрубей, связанные с повышенным содержанием влаги до 14%. Уменьшение массовой доли влаги наполнителя до 7...10% необходимо для предотвращения гидратации частиц БАВ, их взаимодействия. Эффективность процессов сушки отрубей пшеничных низкая, а энергоемкость процесса высокая, что применение увеличивает себестоимость продукции. Уменьшение содержания влаги пшеничных отрубей путем сушки достигается на 2...5%. Известен способ совместного измельчения компонентов органического и минерального происхождения, уменьшает содержание влаги до 2%.

Шроты нецелесообразно использовать в качестве наполнителя вследствие того, что их частицы не имеют адгезионных свойств и компоненты премикса способные к расслоению при упаковке и транспортировке. Редко используют жмых, кормовые дрожжи, корма животного происхождения (рыбная, мясокостная мука) в качестве наполнителя при производстве премиксов, вследствие нестабильности жиров. Из сырья минерального происхождения считают не целесообразным использовать в качестве наполнителя мел кормовой, трикальций фосфат, соль поваренную. Такое сырье имеет высокую плотность и низкую адгезионную способность. Физические свойства сырья для использования в качестве наполнителя: содержание влаги 0,8...15,0%, объемная масса частиц 200...1400 кг/т, средний размер частиц 0,12...1,25 мм.

Выбор сырья для использования в качестве наполнителя зависит от физических свойств, которые влияют на способ подготовки компонентов, технологические процессы смешивания с препаратами БАВ. Опыт специалистов и данные по физическим свойствам свидетельствуют, что ни одна сырье отдельно не соответствует комплексу требований для использования в качестве наполнителя. Известно использование двух видов сырья, в частности органического и минерального происхождения.

Специалисты подразделяют наполнитель премиксов на носитель и разбавитель, с учетом особенности технологического процесса производства. Профессор Менькин В. (Россия) установил, что особенностью использования наполнителя, в качестве носителя, является способность максимально удерживать частицы БАВ и одновременно сохранять однородность смеси компонентов в процессе смешивания и транспортировки. Отмечено, что особенностью наполнителя, в качестве наполнителя, является обеспечение сыпучести смеси компонентов и хранения БАВ. На «ОАО «Ефремовском биохимическом заводе»», «АООТ «Новокузнецком экспериментальном комбикормовом заводе»» (Россия) при производстве премиксов используют в основном отруби в качестве наполнителя, который имеет функции и носителя и наполнителя - разбавителя. В составе таких премиксов содержатся БАВ по массе 10...30%, остальное приходится на наполнитель. Но не определено соотношение носителя и наполнителя.

Использование сырья различного по происхождению в качестве наполнителя создает комплексный наполнитель. В качестве носителя используют сырье растительного происхождения, а в качестве разбавителя сырье минерального происхождения. Акимов С. совместно со специалистами «ОАО «Мельничный комбината № 4»» (Россия) при производстве премиксов используют в качестве наполнителя отруби, получаемые из мукомольного производства, а в качестве разбавителя – мел кормовой. При использовании микроэлементов с высокой концентрацией и плотностью применяют в качестве разбавителя трикальций фосфат [1]. Соотношение разбавитель/носитель (пшеничные отруби) составляет в зависимости от рецептуры 1/10...50/50 частей комплексного наполнителя [5]. Количество разбавителя по массе рассчитывают для конкретной группы рецептур и в каждом случае устанавливают продолжительность смешивания компонентов для предотвращения расслоения компонентов премиксов [5]. Опыт специалистов Кубанского государственного технологического университета (Россия) свидетельствует, что целесообразно использовать в качестве носителя – отруби пшеничные, а в качестве разбавителя - бентонит по массе 18...20%, который добавляют в состав компонентов при получении готового продукта. Это позволяет уменьшить массовую долю влаги готового продукта на 6...8% без предварительного процесса сушки. Опыт специалистов, в частности Молоскина С.А., директора «ООО «Адиссео Евразия»», (Франция), свидетельствует, что целесообразно использовать пшеничные отруби в качестве носителя витаминов по массе от 30% до 70% от массы наполнителя, а в качестве разбавителя использовать карбонат кальция в виде мела, известняка по массе от 70% до 30% соответственно.

Предусмотрена, подготовка компонентов в качестве наполнителя путем измельчения в молотковой дробилке, накопления отрубей в бункерах к содержанию влаги 9,5...10,0%. Перед дозировкой макрокомпонентов в наполнителе добавляют бентонит по массе 18,0...20,0% от массы целевого продукта. Это позволяет уменьшить энергозатраты на производство премиксов и улучшить качественные характеристики при хранении.

Но добавление бентонита к отрубям пшеничным на конечном этапе производства премиксов не дает возможности корректировать содержание компонентов комплексного наполнителя в соответствии с физическими свойствами различных форм препаратов БАВ.

Специалисты научно-производственной компании «Комбо-Силувит» разработали способ подготовки отрубей, лузги подсолнечного, шрота подсолнечного, известняка, трикальцийфосфат, мела кормовой для применения в качестве наполнителя. Особенность способа подготовки наполнителя – контроль крупности измельчения компонентов. Это позволяет получить частицы наполнителя одинакового размера. Применение сырья органического и минерального происхождения дает возможность учитывать физические свойства всех компонентов по составу рецепта. За 2 минуты до конца цикла смешивания компонентов при получении готовой продукции насосом - дозатором добавляют к смеси компонентов 2% жира в смеситель периодического действия.

Производством высококонцентрированных смесей, blends, премиксов занимаются около 100 предприятий, фирм, компаний, концернов России, стран СНГ, Западной Европы. В России производят премиксы несколько десятков предприятий, которые могут обеспечить 50% потребности потребителей российского рынка.

Способ предусматривает подготовку наполнителя, распределение компонентов на три группы по норме введения. Повышенная точность дозирования, применение технологических способов подготовки предыдущих смесей микрокомпонентов с наполнителем способствует достижению максимальной однородности премиксов.

Таким образом, установлено, что качество и эффективность использования премиксов зависит от качества сырья, его правильного хранения, технологии введения препаратов БАВ, применение «высоких» технологий, новейшего оборудования, определение режимов дозирования и смешивания компонентов, комбикормовой продукции.

В самосортировании смесей компонентов премиксов предусмотрена разница по физическим свойствам кормовых форм препаратов БАВ и наполнителя. Так, минимальную массу (106 кг/м^3) обладают препараты БАВ в виде порошка (витамины А, Е, Д₃, К₃, В₄), а наибольшее (1400 кг/м^3) – в защищенной форме в виде микрогранул, микрокапсул (большинство жирорастворимых витаминов).

Установлено, что увеличение начальной активности веществ в препаратах БАВ приводит к уменьшению норм введения в состав комбикормовой продукции. Так, норму введения амилосубтилина Г₃х50...100 кг на 1 т премикса для птицы, а норма ввода кормового ферментного препарата «Авизо 1200» 0,3 кг на 1 т корма.

Список источников

1. Ведищев С.М. Механизация приготовления кормов: в двух частях: учебное пособие. Часть 2 [электронный ресурс] URL: <http://www.iprbookshop.ru/64117.html> (дата обращения 15.03.2022).
2. Майорова Ж.С., Голубев А.В., Запалов Ж.С. Гумат калия в рационах цыплят-бройлеров // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : сборник научных трудов. – Рязань, 2012. – С. 222-225.
3. Некрасов, Р.В. Методические рекомендации по использованию пробиотической кормовой добавки «А2» в кормлении крупного рогатого скота и свиней / Р.В. Некрасов [др.]. – Дубровицы. – 2015. – С.12-17.
4. Правдин И., Егоров И., Некрасов Р.В., Ушакова Н. Биотехнологическая альтернатива кормовым антибиотикам // Комбикорма. № 4. 2015. С. 71–72.
5. Рябцева, Е. Биотехнология в животноводстве [электронный ресурс] URL: <http://cbio.ru/page/51/id/2898/> (дата обращения 20.03.2022).

References

1. Vedishchev, S.M. &[et al.] (2015).Mechanization of feed preparation: in two parts. Part 2. Retrieved from <http://www.iprbookshop.ru/64117.html> (in Russ.).

2. Mayorova, Zh.S., Golubev, A.V. & Zapalov, I.V. (2012). Potassium humate in the diets of broiler chickens. Innovative directions and methods for the implementation of scientific research in agriculture '12: collection of scientific papers. (pp. 422–225). - Ryazan (in Russ.).

3. Nekrasov, R.V. & [et al.] (2015). Methodological recommendations on the use of the probiotic feed additive "A2" in feeding cattle and pigs.– Dubrovitsy, 12-17 (in Russ.).

4. Pravdin, I., Egorov I., Nekrasov, R.V. & Ushakova, N. (2015). Biotechnological alternative to feed mantibiotics. *Kombikorma (Compound feed)*, 4, 71-72 (in Russ.).

5. Ryabtseva, E. Biotechnology in animal husbandry. Retrieved from <http://cbio.ru/page/51/id/2898> (in Russ.).

Информация об авторах

О.Н. Морозова – кандидат педагогических наук, доцент;

М.Е. Выгузов – аспирант.

Information about the authors

O.N. Morozova – PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor;

M. Ye. Vyuzov – graduate student.

Вклад авторов:

Морозова О.Н. – научное руководство;

Выгузов М.Е. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Morozova O.N. – scientific guidance;

Vyuzov M. Ye. – writing articles.

Обзорная статья

УДК 62-77, 62-799

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ХОДА ПЕДАЛЕЙ МАШИН

Дмитрий Сергеевич Сазонов¹, Иван Евгеньевич Гордеев²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

²serebryakovohome@yandex.ru

В статье рассматриваются устройства, приспособления и оборудование для измерения свободного и полного хода педалей машин. Анализируются их преимущества и недостатки в эксплуатации.

Ключевые слова: свободный ход, измерение, погрешность измерения, педаль, техническое обслуживание.

Для цитирования: Сазонов Д.С., Гордеев И.Е. Технические средства для измерения хода педалей машин // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 32-35.

TECHNICAL DEVICES FOR MEASURING THE PEDAL STROKE OF MACHINES

Dmitry S. Sazonov¹, Ivan E. Gordeev²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

²serebryakovohome@yandex.ru

The article discusses devices, fixtures and equipment for measuring the free and full travel of the pedals of machines. Their advantages and disadvantages in operation are analyzed.

Keywords: free running, measurement, measurement error, pedal, maintenance.

For citation: Sazonov, D.S & Gordeev, I.E. (2022). Technical devices for measuring the pedal stroke of machines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 32-35). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Периодическое проведение технического обслуживания машин направлено на поддержание исправного и работоспособного состояния машин, а так же на обеспечение безопасной дальнейшей эксплуатации машины [3]. При техническом обслуживании выполняются необходимые проверки и измерения, а так же соответствующие регулировки систем, узлов и механизмов машины [4].

Одной из операций технического обслуживания является проверка полного и свободного хода педалей. Например, при выполнении технического обслуживания №2 трактора МТЗ-1221 необходимо определить полный ход педалей тормоза, который должен быть в пределах 115...125 мм, а так же свободный ход педали сцепления (30...40 мм). Увеличенный ход педали сцепления не позволит полностью выключать сцепление и поэтому затруднит переключение передач. Уменьшенный ход педали приведёт к проскальзыванию дисков муфты, вследствие чего будет происходить износ дисков и перегрев деталей сцепления, что приведёт к значительному снижению ресурса сцепления.

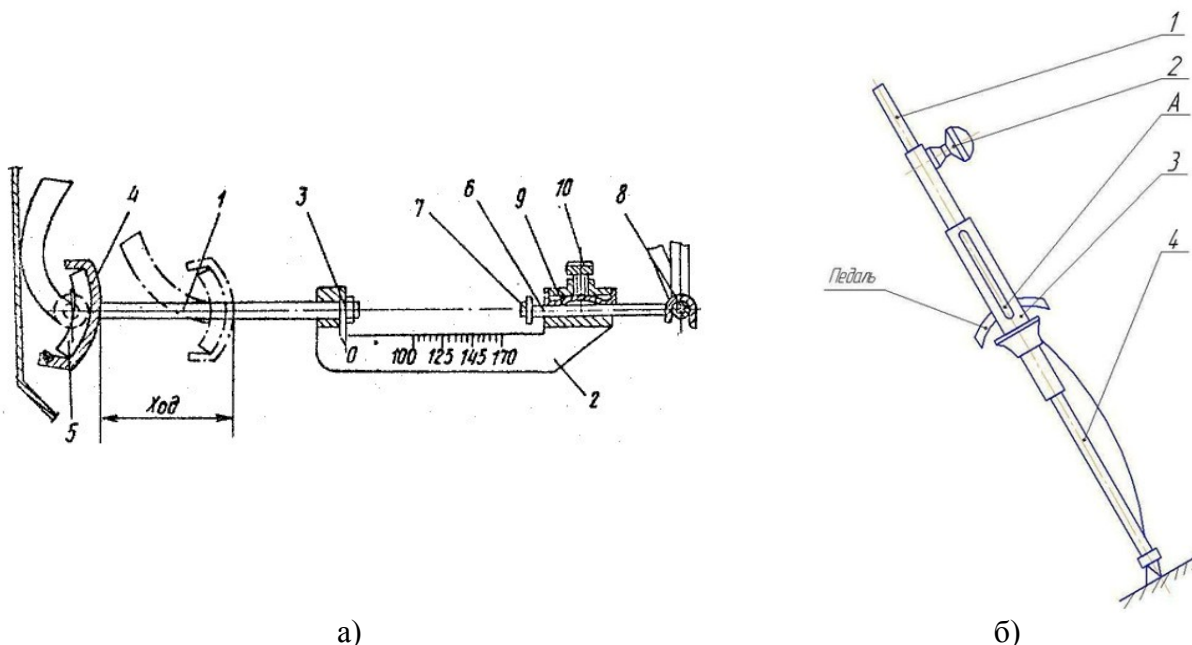
Трудоемкость, оперативность и точность измерения свободного хода педалей зависит от оборудования и устройств, используемых при измерениях. Рассмотрим технические средства для измерения свободного хода педалей.

Одним из самых распространенных способов определения свободного хода является измерение с помощью линейки или рулетки, так как их легко приобрести по невысокой стоимости, но при этом процесс измерения становится трудоемким и неточным. При некоторых измерениях полного хода педалей, необходимо создать определенное усилие на педалях, что невозможно сделать рулеткой или линейкой.

Измерения можно проводить устройством мод. КИ-8929. Оно имеет простую конструкцию и состоит из двух движков установленных на линейку с передвижным упором. Перемещение одной движки относительно другой и соответствует свободному ходу педали. Использование устройства КИ-8929 значительно упрощает процесс определения свободного и полного хода педали по сравнению с измерением линейкой или рулеткой. К недостаткам КИ-8929 относится неудобство измерения хода педали.

Авторами Ю.П. Кукоба и Д.И. Филипповым предложено устройство для измерения хода педали автомобиля. Для измерения полного хода педали стержень 6 вдвигает влево до упора скобу 2 в ограничитель 7. Конструкцию устанавливают на педаль 5 упором 4. Обод рулевого колеса автомобиля охватывают захватом 8. Через упор 4 нажимают на проверяемую педаль 5 до упора в кузов. При нажатии на упор ногой штанга 1 свободно перемещается влево. При этом указатель 3 упирается в поверхность стойки скобы 2 и начинает перемещаться влево и скобу 2. Она перемещается по стержню 6, преодолевая трение пружины 9. Как только проверяемая педаль 5 упрётся в кузов, прекращают нажимать на педаль 5. Возвращаясь в исходное положение, педаль 5 и упор 4 перемещают штангу 1 вправо до остановки педали 5. При этом благодаря трению, создаваемому пружинкой 9, скоба 2 остается на стержне 6 в достигнутом положении. Штанга 1 перемещается вправо до остановки педали 5, а ограничитель 3 перемещается на скобе 2 от нулевого деления до деления, показывающего в единицах величину хода педали [1].

К преимуществам устройства можно отнести точность измерения и удобство в измерении. Недостатком является сложность установки, так как требуется установка захвата на рулевом колесе.



а)
 б)
 Рис. 1. Устройство для измерения хода педали:
 а – по патенту №1649236, б – Копьё «Сторм»

Копьё «Сторм» для проверки свободного хода педалей тормоза и сцепления обеспечивает диапазон измерения свободного хода педалей тормоза и сцепления 0...70 мм с точностью 0,5 мм.

Для проверки свободного хода педалей необходимо совместить нулевую отметку на шкале муфты 3 (рис. 1 б) с риской А на трубке 1 и зафиксировать муфту 3 в этом положении резиновым кольцом. Упереть приспособление острой частью стержня 5 в пол кабины около проверяемой педали. Добиться такого взаимного расположения трубки 2 и стержня 5, чтобы фланец муфты 3 находился под проверяемой педалью, при этом необходимо ослабить винт 1. Зафиксировать винтом 1 взаимное положение трубки 2 и стержня 5. Ногой выбрать свободный ход проверяемой педали, при этом необходимо удерживать копьё в выбранном положении. В результате муфта 3 вместе с резиновым кольцом 4 переместится по трубке 2 на величину свободного хода педали. Риска А трубки 2 на делениях шкалы муфты 3 укажет на измеренное значение свободного хода педали.

Копьё «Сторм» позволяет проводить измерение с высокой точностью, но большие габаритные размеры и малый диапазон измерения не позволяют проводить замеры полного хода педалей в некоторых машинах.

Выполненный анализ технических средств для измерения свободного и полного хода педалей машин, показал, что существующие устройства имеют некоторые недостатки. Дальнейшее развитие конструкций должно быть направлено на универсальность, т.е. для измерения не только свободного хода, но и полного хода педалей автомобилей и тракторов. Применение электронных компонентов в устройствах позволит повысить точность измерения.

Список источников

1. Устройство для измерения хода педали автомобиля: пат. 1649236 СССР № 4696064/28; заявл. 24.05.89; опубл. 15.05.91, Бюл. №18. 2 с.
2. Приспособление для проверки свободного хода педалей тормоза и сцепления СТОРМ [Электронный ресурс]. URL : https://system4you.ru/prisposoblenie-dlya-proverki-svobodnogo-hoda-pedaley-tormoza-i-stsepleniya-storm_14950 (дата обращения: 10.03.2022).
3. 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.

4. Морозов А.А., Гужин И.Н., Толочкова А.Н. Современные методы диагностирования автомобилей // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 369-371.

References

1. Kukoba, Yu. P., &Filippov, D. I. (1991). A device for measuring the pedal stroke of a car. (in Russ.).
2. Device for checking the free travel of the brake and clutch pedals STORM. Retrieved from https://system4you.ru/prisposoblenie-dlya-proverki-svobodnogo-hoda-pedaley-tormoza-i-stsepleniya-storm_14950 (in Russ.).
3. 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).
4. Morozov, A.A., Guzhin, I.N. &Tolochkova, 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

Сазонов Д. С. – кандидат технических наук, доцент;
Гордеев И.Е. – студент.

Information about the authors

D. S. Sazonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
I. E. Gordeev – student.

Вклад авторов:

Сазонов Д.С. – научное руководство;
Гордеев И.Е. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Sazonov D. S. –scientific guidance;
Gordeev I. E. – writing articles.

Обзорная статья
УДК 67.05

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ФИНИШНОЙ АНТИФРИКЦИОННОЙ БЕЗАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Евгений Иванович Артамонов¹, Иван Александрович Дикуша²

^{1, 2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ssaa-samara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

²Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

В данной статье представлена разработка приспособления для финишной антифрикционной безабразивной обработки поверхности трения гильз цилиндров. Проведён эксперимент с нанесением покрытия на зеркало гильзы с определением шероховатости поверхности.

Ключевые слова: износостойкость, гильза, цилиндр, двигатель, обработка.

Для цитирования: Артамонов Е.И., Дикуша И.А. Повышение износостойкости гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания финишной антифрикционной безабразивной обработкой рабочей поверхности // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 35-40.

INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF CYLINDER LINERS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES BY FINISHING ANTIFRICTION-FREE ABRASIVE TREATMENT OF THE WORKING SURFACE

Evgeny I. Artamonov¹, Ivan A. Dikusha²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ssaa-samara@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

²Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

In this article, a device was developed for finishing antifriction-free abrasive treatment of the friction surface. An experiment was carried out with coating the sleeve mirror with determination of surface roughness.

Keywords: wear resistance, sleeve, cylinder, engine, processing.

For citation: Artamonov, E.I. & Dikusha, I.A. (2022). Improvement of wear resistance of cylinder liners of internal combustion engines by finish antifriction abrasive-free treatment of working surface. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 35-40). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Основным рабочим агрегатом всей сельскохозяйственной техники является двигатель внутреннего сгорания, на который приходится от 35 до 54 процентного содержания сбоев в работе. Чем выше главные параметры работы двигателя, тем самым лучше сгорание топлива и ниже механические потери на трение. Поэтому повышение надежности машин и увеличение их ресурса имеют большое значение в современных экономических условиях [1].

Гильзы цилиндров отработавшие время между ремонтными работами, имеют главный дефект - это изношенность рабочей поверхности трения. Изнашивание рабочей поверхности трения гильзы цилиндров, представляет собой сложный процесс, включающий в себя три стадии адгезию, коррозию и абразивный износ. Результатом неверной сборки, транспортировки, а так же содержание двигателя в неблагоприятных условиях, приводят к таким неисправностям как: трещины, сколы, забоины и задиры гильз, а также к аварийному состоянию цилиндро-поршневой группы двигателя. Такие гильзы 100% бракуются. Самый большой износ гильз цилиндров, в большинстве случаев, происходит в сечении, соответствующем положению первого компрессионного кольца в верхней мертвой точке и является главным с точки зрения пригодности к ремонтным работам [1, 2].

На сегодняшний день есть некоторые способы восстановления и укрепления рабочей поверхности гильз цилиндров автомобильных и тракторных двигателей внутреннего сгорания, по совокупности методов восстановления гильз они делятся на расточку под ремонтный размер и восстановление до номинального размера.

Самый распространенный и эффективный способ ремонта внутренней поверхности гильз цилиндров считается расточка под ремонтный размер.

Проблема износостойкости деталей машин – это проблема их долговечности и надежности.

Поэтому было разработана большое количество способов по созданию наилучших условий трения в центральной поршневой группе увеличивающих ее ресурс таких как: избирательный перенос, антифрикционная безабразивная обработка, присадки, анодно-

механического хонингование, поверхностное пластическое деформирование, лазерном упрочнении, биметаллизация [3].

ФАБО способ по сравнению с другими финишными операциями чрезвычайно прост и не требует сложного оборудования. ФАБО способствует приданию чугунной и стальной поверхности гильз цилиндров двигателя высокие антифрикционные характеристики. Основа способа ФАБО заключается в покрытии поверхности трения гильзы тонким слоем следующих разновидностей металлов латуни, бронзы или меди посредством применения переноса металла при трении. Практика применения ФАБО для гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания даёт возможность значительно уменьшить время приработки и увеличить износостойкость гильз цилиндров в 1,5...1,7 раза, а работающих в паре с ними поршневых колец – в 1,3...1,4 раза [1, 2, 3].

Рабочими органами для нанесения антифрикционного слоя у большинства инструментов ФАБО являются: прутки, ленты, бруски. Их общим недостатком является то, что они применяются в качестве инструментальной оснастки к хонинговальному станку, а учитывая специфику его работы, установить заданное усилие натирания затруднительно или не вообще возможно, как и определение необходимого количества рабочих ходов оснастки для контролируемого создания антифрикционного слоя [2].

На основе учета недостатков известных приспособлений для создания антифрикционного слоя на рабочей поверхности трения гильзы нами разработано приспособление для ФАБО (рис.1, 2) к вертикально расточному станку 2Е78П, закрепляемое вместо расточного резца на шпиндельном валу.

Принцип разработанного приспособления следующий: 1) произвести центрирование ГЦ с помощью специального приспособления с индикатором часового типа; 2) закрепить приспособление в резцедержателе вертикально расточного станка 2Е78П; 3) опустить шпindel станка с приспособлением в гильзу цилиндра; 4) при помощи маховичка, для выдвижения рабочего инструмента, подвести натирающий элемент до соприкосновения со стенкой гильзы; 5) лимб индикатора установить в нулевое положение; 6) задать необходимое усилие прижима натирающего инструмента на стенки цилиндра; 7) установить подачу и обороты и провести обработку (рис. 3, 4).

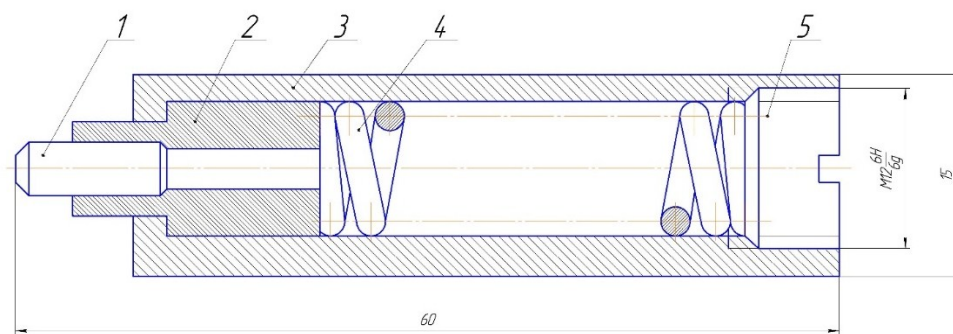


Рис. 1. Приспособление для ФАБО:

1– натирающий элемент; 2 – поршень; 3 – гильза; 4 – пружина; 5 –упорный винт



Рис. 2. Фотография приспособления для ФАБО

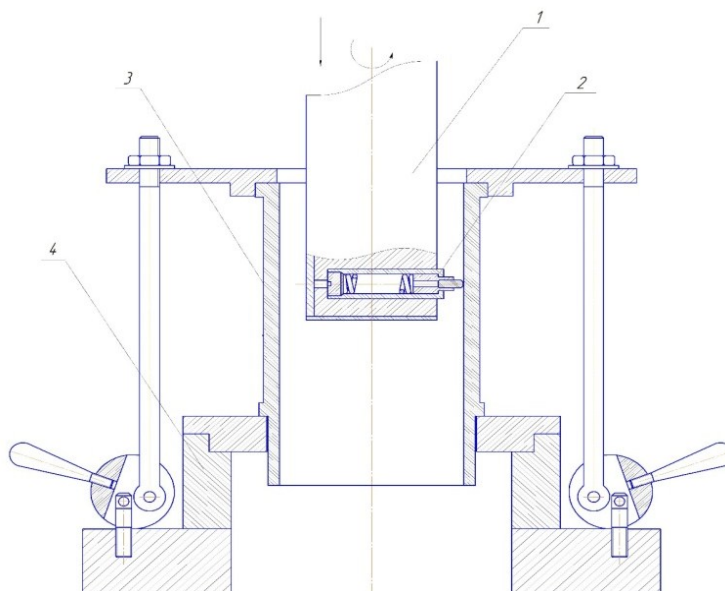


Рис.3. Схема принципа работы приспособления:
 1 – шпиндель вертикально-расточного станка, 2 – приспособление для ФАБО, 3 – гильза, 4 – приспособление для крепления гильзы цилиндров



Рис. 4. Фотография рабочего положения приспособления для латунирования в гильзе цилиндров

Оценку шероховатостей поверхностей гильз цилиндров до и после обработки ФАБО выполнили стандартным методом профилографирования (ГОСТ 2789-73) при помощи профилометра, модель «АБРИС ПМ-7».

Полученные результаты приведены в таблице 1.

В результате проведения опыта полученные данные показывают, что результатом финишной антифрикционной безабразивной обработки поверхности гильз цилиндров, с нанесением на внутреннюю поверхность гильзы такого металла как латунь; среднее отклонение профиля поверхности от средней линии уменьшилось на 12,5 процентов. Показатели шероховатости поверхности после обработки показывают нам, что сформировался рациональный микрогеометрический слой, что значительно увеличивает срок работы деталей.

Таблица 1

| Образцы | Параметры шероховатости, мкм | | |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|
| | R_{max} | R_z | R_a |
| До обработки | 2,75 | 0,95 | 0,32 |
| После обработки | 1,98 | 0,45 | 0,28 |

Анализ литературы и информационных источников по вопросу улучшения ресурса гильз цилиндров двигателя внутреннего сгорания свидетельствует о том, что при создании поверхности трения нужно добиваться приемлемых триботехнических характеристик сопрягаемых поверхностей: 1) высокая износостойкость, 2) подходящие физико-механические свойства, 3) небольшой коэффициент трения, что предполагает проведение вспомогательных операций по улучшению износостойкости, особенно после проведения ремонтных работ. Самым надёжным способом повышения износостойкости внутренней поверхности гильз цилиндров двигателя является финишная антифрикционная безабразивная обработка рабочей поверхности трения посредством создания на ней организованного слоя материала, который имеет другие физико-механические свойства отличные от основного материала изготовления гильз цилиндров двигателя.

В ходе работы было разработано приспособление для финишной антифрикционной безабразивной обработки гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания для вертикально-расточного станка. Опытные показатели шероховатости поверхности до обработки составляли 0,35 мкм, а после 0,28 мкм, это говорит о том что, созданы лучшие условия трения сопрягаемых деталей.

Список источников

1. Шайхутдинов Р.Р. Повышение износостойкости гильз цилиндров двигателей путём обоснования параметров анодно-механического хонингования : автореф. дис ... канд.тех.наук.. – Казань, 2010.
2. Салахутдинов И.Р., Хохлов А.Л., Глушечес А.А. Гильза цилиндров двигателя; УМЗ - 417 с изменёнными физико-механическими свойствами // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: материалы НПК молодых учёных – Пенза: ПГСХА, 2010. – С 132-135.
3. Костюков А.Ю. Восстановление гильз цилиндров- дизельных двигателей: сельскохозяйственной техники термопластическим деформированием в матрице: автореф. дис ...канд.тех.наук. – М.

References

1. Shaikhutdinov, P.P. (2010). Increasing the wear resistance of engine cylinder liners by substantiating the parameters of anodic-mechanical honing. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kazan (in Russ.).
2. Salakhutdinov, I.R., Khokhlov, A.L & Glushcheshs A.A. (2010). Cylinder liner engine; UMZ - 417 with modified physico-mechanical properties. Contribution of young scientists to the innovative development of the agroindustrial complex of Russia '10: materials of the RPC of young scientists. (pp. 132-135). Penza: PGSHA (in Russ.).
3. Kostyukov, A.Yu. (2006). Restoration of cylinder liners of diesel engines: agricultural machinery by thermoplastic deformation in the matrix: *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow (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.

Научная статья

УДК621.01:621.77.04/621.81

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Ольга Александровна Артамонова¹, Иван Александрович Дикуша²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

²Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

В статье проведен обзор аддитивных технологий с возможностью их применения при изготовлении деталей машин, выяснены какие виды деталей можно заменить при помощи 3D печати.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D печать, детали машин.

Для цитирования: Артамонова О.А., Дикуша И.А. Применение аддитивных технологий при изготовлении деталей машин // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 40-44.

APPLICATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE MANUFACTURE OF MACHINE PARTS

Olga A. Artamonova¹, Ivan A. Dikusha²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

²Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

The article provides an overview of additive technologies with the possibility of their application in the manufacture of machine parts, and clarifies what types of parts can be replaced using 3D printing.

Key words: additive technologies, 3D printing, machine parts.

For citation: Artamonova O.A. &Dikusha I.A. (2022). The use of additive technologies in the manufacture of machine parts. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 40-44). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Аддитивные технологии зародились в конце 1980-х и в данный момент представляют быстро развивающиеся технологии для мелкосерийного и единичного производства в различных областях машиностроения, самолетостроения, ракетостроения и сельского хозяйства. Они построены на новых инновационных методах производства различных изделий путем послойного наращивания и синтеза объекта с помощью компьютерных 3d технологий. Это меняет сам подход к созданию изделия, когда деталь формируется не удалением из заготовки «лишнего» материала, а формированием детали из ничего добавлением слоя за слоем.

Применение данных технологий позволяет как непосредственно создавать изделия, так и изменять уже существующие, причем получаемый материал имеет механические и физические показатели, одинаковые свойствам материала, изготовленного традиционными методами ковкой, штамповкой или литьем [1,2].

Отрасль машиностроения в последнее время переживает цифровую трансформацию, в рамках которой необходимые для запуска производства и создания изделий данные теперь могут храниться в цифровом виде, что выводит аддитивные технологии на новый уровень обозначая новые требования и направления их развития. Появляется множество современных конструкционных материалов, превосходящих традиционные по прочностным характеристикам и позволяющие снизить массу и габариты проектируемых изделий.

Аддитивные материалы имеют ряд существенных отличий от традиционных технологий:

- изготовление деталей из композиционных материалов с высокой плотностью;
- создание формы заготовки на компьютере, что снижает потери на материал при механической обработке;
- возможность изменения состава материала во время нанесения, согласно функцией выполняемой той или иной поверхностью детали;
- получение материалов с новыми свойствами, предназначенными только для лазерной обработки;
- использование материалов доступного ценового диапазона;
- осуществление модификаций рабочей детали [3].

Улучшение характеристик и свойств изделия возможно лишь с применением новых материалов, поскольку в современном производстве традиционные методы обработки металлов достигли пика своего развития. Количество используемых материалов достаточно ограничено и обуславливается, это сложностью форм изготавливаемых деталей, потому что не все материалы хорошо поддаются механической обработке. К видам таких материалов относятся твердые сплавы металла и металлокерамика. Использование данных материалов ограничено, сложностью обработки. Способом решения этой проблемы является применение 3D-печати, при этом 3D принтеры могут изготавливать детали совершенно любой формы [4].

В машиностроении применяются следующие 3D технологии (рис. 1): послойное наплавление (FDM); полноцветная струйная печать (CJP); многоструйная печать (MJP); лазерная стереолитография (SLA); селективное лазерное плавление (SLM); селективное лазерное спекание (SLS) [3].

В настоящий момент целый перечень деталей машиностроения можно заменить изделиями, изготовленными средствами аддитивных технологий (рис. 2) [4,5].

К примеру, зубчатые колеса (рис. 2 а). Основным материалом для этих изделий является сталь, подвергнутая термической обработке. Колеса с диаметром вершин зубьев $d_a < 500$ мм изготавливают из кованных и штампованных заготовок (при $d_a \leq 100$ мм применяют круглый прокат). В этом случае используют среднеуглеродистые стали 40, 45, 50, 40X, 40XH, 35XГСА и др., а также низкоуглеродистые стали 20, 20X, 12ХН3А и др [6].

Аддитивные технологии 3D печати порошковыми металлами могут заменить кованные и штампованные зубчатые колеса, а 3D печать полимерными материалами зубчатые колеса, не испытывающие высоких нагрузок в период эксплуатации [7].

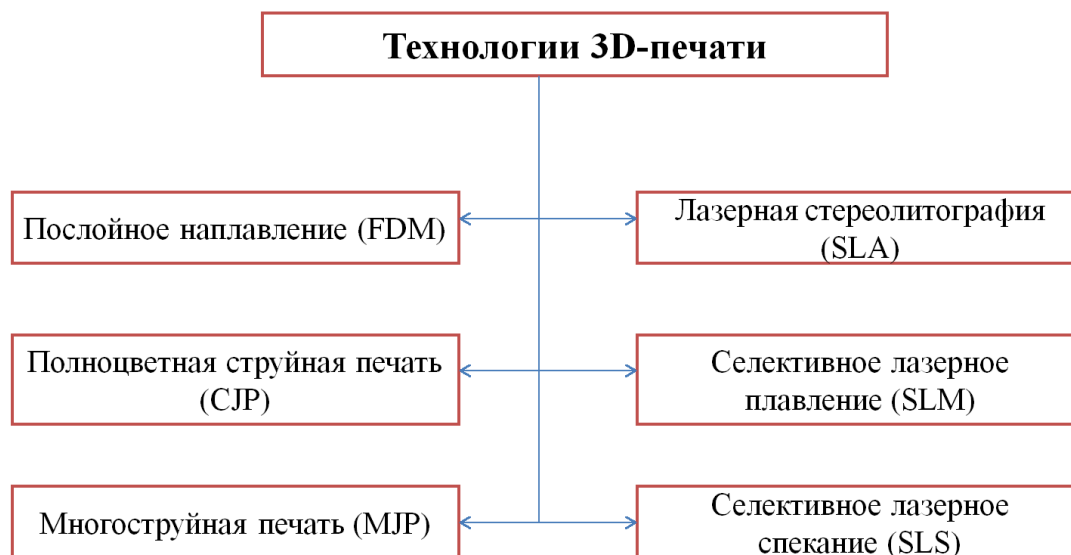


Рис. 1. Классификация технологий 3D печати

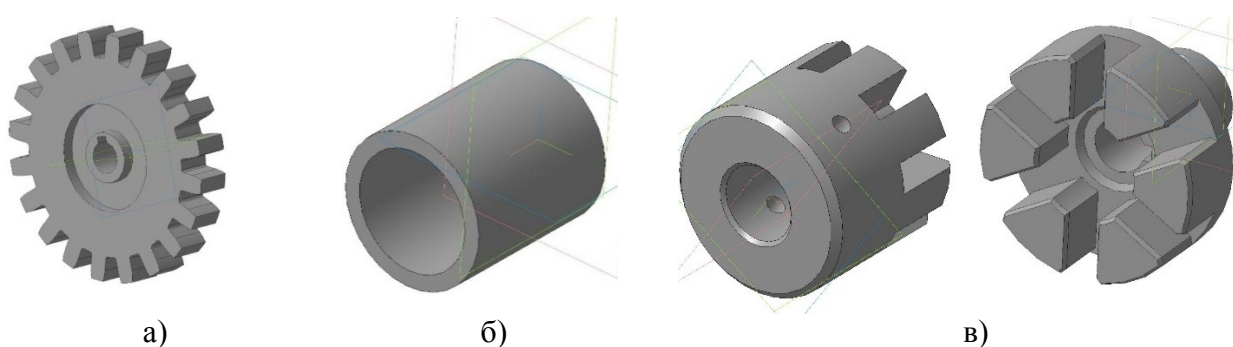


Рис. 2. Изделия, выполненные средствами 3D моделирования

Втулки (рис. 2 б) предназначены для защиты и противодействия процессу срабатывания важных узлов механизмов. Использование втулок значительно увеличивает срок работы и эксплуатации деталей, снижает риск аварийных ситуаций, создаёт высокий коэффициент надежности. В основном втулки изготавливают из: бронзы, стали, латуни, серого и ковкого антифрикционного чугуна, специальных сплавов, металлокерамики, пластмассы. Изделия диаметром 20 мм делаются из калиброванных и горячекатаных прутков, для заготовок диаметром свыше 20 мм применяются цельнотянутые трубы или полые заготовки, отлитые в металлические или песчаные формы [6].

Учитывая большой перечень материалов применяемых для создания втулок применение аддитивных технологий для них может быть весьма разнообразным.

Фрикционные муфты (рис. 2в) главное назначение, которых плавная передача усилия под нагрузкой на ходу при любой скорости вращения ведущего и ведомого элемента. Основные материалы, применяемые для изготовления фрикционных муфт: чугун СЧ 24-44 конструкционные стали. Так же применяют фрикционные материалы, такие как – фрикционная пластмасса, прессованная асбестопроволочная ткань, металлокерамика и др. Фрикционные материалы обладают такими характеристиками как, возможность поглощать механическую энергию и рассеивать ее в окружающую среду. При этом все элементы конструкции не должны быстро изнашиваться. Поэтому будет целесообразно применять разные типы аддитивных технологий 3D печати порошковыми металлами для изготовления полу-муфт и послойную 3D печать полимерами для изготовления фрикционных материалов [4,7].

Так же аддитивные технологии могут применяться при создании следующих деталей машин.

Ременные шкивы. Для изготовления детали используют такие материалы, как: чугун, сталь, алюминий и его сплавы, композитные материалы, пластмассы. Главное назначение данной детали, является передача движения приводному ремню или канату.

Тела качения фрикционных передач. Материалы для создания тел качения фрикционных передач: закаленная сталь, чугун, текстолит. Механизм фрикционной передачи, служит для передачи вращательного движения от одного вала к другому с помощью сил трения, возникающих между насаженными на валы и прижатыми друг к другу дисками, цилиндрами или конусами [6].

В применении аддитивных технологий 3D-печати есть ряд преимуществ:

- Возможность изготовления изделий с геометрией любой сложности и точности, открывающая огромное разнообразие форм деталей, ранее ограниченное возможностями традиционных методов;
- Оптимизация таких параметров изделий, как точность и прочность, а также снижение массы за счет создания супертонких стенок, внутренних каналов и бионических структур.
- снижение сроков и стоимости производственного процесса, так как отпадает необходимость в дорогостоящей оснастке, снижается количество испытаний изделий, часть из которых можно провести виртуально, уменьшается или исключается мехобработка;
- Повышение рентабельности изготовления мелкосерийной и кастомизированной продукции.
- Снижение рисков и ошибок проектирования, в том числе за счет возможности изменения конструкции на поздних этапах проектирования.
- Управление физико-механическими свойствами продукта благодаря использованию высокотехнологичных материалов.

Проанализировав литературные источники можно сделать вывод, что аддитивные технологии не достаточно широко распространены в машиностроении, но их внедрение является актуальной задачей, так как целый перечень деталей машин можно изготавливать с их помощью. К примеру, такие изделия как: корпусные детали, крышки, кожухи, бачки, детали фрикционных муфт, тела качения фрикционных передач, зубчатые колеса, ременные шкивы.

Список источников

1. Тимирязев В. А., Схиртладзе А. Г., Мелетьев Г. А., Шебашев В. Е. Основы технологии машиностроения: учебник. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. С. 424.
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. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы): учебное пособие. СПб.: Университет ИТМ, 2015. С. 63.
4. 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.
5. Логачева А. И., Сентюрина Ж. А., Логачев И. А. Аддитивные технологии производства ответственных изделий из металлов и сплавов (обзор) // Перспективные материалы. 2015. № 4. С. 5-16.
6. Кокорев И.А., Горелов В.Н. Курс деталей машин: учеб. пособие. Самара: Самарский государственный технический университет, 2017. С. 287.
7. Маранц А. В. Сравнение свойств материалов сталь–TiC, полученных методами лазерных технологий и порошковой металлургии // ПМиФП Известия вузов. 2013. № 1. С. 22-26.

References

1. Timiryazev, V. A., Skhirtladze A. G., Meletiev, G. A. & Shebashev, V. E. (2016) Fundamentals of mechanical engineering technology. Yoshkar-Ola: PSTU (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 '15: collection of scientific papers. (pp. 289–292). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
3. Valetov, V. A. (2015) Additive technologies (state and prospects). St. Petersburg: ITM University (in Russ.).
4. 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 '20: a collection of scientific papers of the national scientific and methodological conference) (pp. 3-6). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
5. Logacheva, A. I., Sentyurina, Zh. A. & Logachev, I. A. (2015) Additive technologies for the production of responsible products from metals and alloys (review). *Perspektivnye materialy (Promising materials)*, 4, 5-16 (in Russ.).
6. Kokorev, I.A. & Gorelov, V.N. (2017) Course of machine parts. Samara (in Russ.).
7. Marants, A. V. (2013) Comparison of the properties of steel-TiC materials obtained by laser technologies and powder metallurgy. *PMiFP Izvestiia vuzov (PMiFP Proceedings of universities)*, 1, 22-26 (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 621.436

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВАХ

Владислав Валерьевич Егоренков¹, Никита Максимович Ерзамаев², Максим Павлович Ерзамаев²

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹vladislav.egor96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9054-931X>,

²Erzamaev.NM@gmail.com,

³Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

В статье рассмотрены обобщенный и смешанный теоретические циклы работы двигателя внутреннего сгорания на газообразном топливе.

Ключевые слова: двигатель, газообразное топливо, политропные процессы.

Для цитирования: Егоренков В.В., Ерзамаев Н.М., Ерзамаев М.П. Теоретическое исследование дизельного двигателя, работающего на газообразных топливах // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 44-49.

THEORETICAL STUDY OF A DIESEL ENGINE RUNNING ON GASEOUS FUELS

Vladislav V. Egorenkov¹, Nikita M. Erzamaev², Maxim P. Erzamaev³

^{1, 2, 3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹vladislav.egor96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9054-931X>,

²Erzamaev.NM@gmail.com,

³Erzamaev_MP@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2843-3513>

The article considers generalized and mixed theoretical cycles of operation of an internal combustion engine on gaseous fuel.

Keywords: engine, gaseous fuel, polytropic processes

For citation: Egorenkov, V.V., Erzamaev, N. M. & Erzamaev, M.P. (2022). Theoretical study of a diesel engine running on gaseous fuels. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 44-49). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В двигателях внутреннего сгорания преобразование тепловой энергии в механическую осуществляется при помощи рабочего тела - газов, претерпевающих в процессе работы ряд изменений своего состояния. Совокупность этих изменений (процессов) принято называть действительными циклами двигателя внутреннего сгорания.

Количество рабочего тела не остается постоянным на протяжении всего процесса сжатия и расширения, так как открытие и закрытие впускных и выпускных клапанов, как правило не совпадает с верхней мертвой точкой (ВМТ) и нижней мертвой точкой (НМТ) кроме того в цилиндре двигателя имеет место интенсивный теплообмен между рабочими телами (газом) и стенками цилиндра и поршня, а также имеет место гидравлические и механические потери.

Сложность протекания реальных процессов в цилиндре двигателя затрудняет их общий анализ при помощи обычных термодинамических соотношений. В теоретических циклах в отличие от действительных циклов отсутствуют какие-либо потери за исключением неизбежной отдачи теплоты холодному источнику, без которой, согласно второму закону термодинамики, невозможно превращение в двигателе теплоты в работу.

Теоретические циклы имеют более высокое КПД, чем можно получить их в реальных двигателях. Значение этих циклов заключается только в том, что они позволяют влияние основных термодинамических факторов на совершенство превращения теплоты в работе, а также произвести сравнение различных циклов с точки зрения их экономичности и эффективности.

В настоящее время для поршневых двигателей внутреннего сгорания практическое значение имеют следующие теоретические циклы, различающие между собой характер процесса подвода теплоты рабочему телу:

- цикл с подводом теплоты при постоянном объеме (цикл ОТТО);
- цикл с подводом теплоты при постоянном давлении (цикл Дизеля);
- цикл с подводом теплоты при постоянном объеме и постоянном давлении.

Во всех трёх циклах отвод теплоты, согласно второму закону термодинамики, осуществляется при постоянном объеме.

Анализ термодинамических циклов различных тепловых двигателей показывает, что все они могут рассматриваться как частные случаи обобщенного цикла.

На рисунке 1. представлен обобщенный теоретический цикл в координатах Pv и Ts состоит из адиабатного сжатия ac , смешанного подвода теплоты рабочему телу при $V=const(z1)$ и $p=const(z1z)$, адиабатного расширения zb и смешанного отвода теплоты при $v=const(bf)$ и $p=const(fa)$.

Термическим КПД цикла определяется по формуле:

$$\eta_t = 1 - 1/En1 * Ev (\lambda\rho - 1) + K (Ev - 1) / \lambda - 1 + K \lambda (\rho - 1)$$

где E - степень сжатия; $n1$ - показатель политропы сжатия; λ - степень повышения давления; K - показатель адиабаты; ρ - степень предварительного расширения.

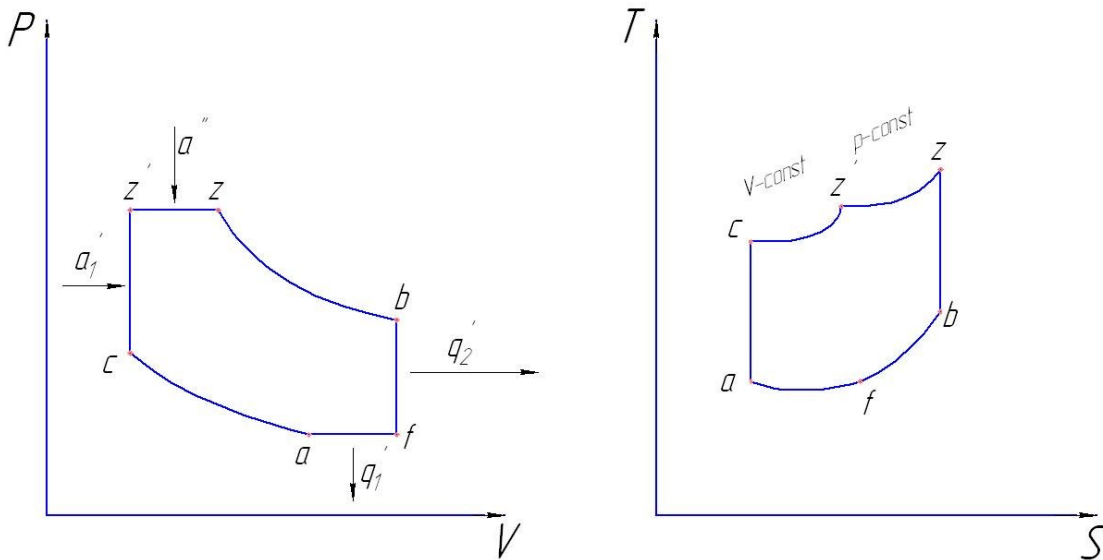


Рис. 1. Обобщенный теоретический цикл

Условно принимается, что процесс сжатия в действительном цикле происходит с примененным показателем $n1$, который в начальный период сжатия превышает показатель адиабаты K (идет повод теплоты от более нагретых стенок цилиндра к рабочему телу) далее принимает значение равное значению K (температуры стенок и рабочего тела выравниваются), затем имеет меньшее значение, чем K (идет отвод теплоты от рабочего тела в стенки цилиндра).

В двигателях, работающих на газе в связи с отсутствием выше переменных факторов, следует ожидать повышения $n1$.

Необходимо также учитывать, что с увеличением частоты вращения двигателя, а также с уменьшением отношения поверхности охлаждения значения $n1$ увеличивается. Повышение средней температуры процесса сжатия и увеличения интенсивности охлаждения двигателя уменьшают значение $n1$.

В двигателях с воздушным охлаждением значение $n1$ при прочих равных условиях выше чем в двигателях с жидкостным охлаждением. Перевод открытой системы охлаждения на закрытую также повышают значение $n1$. Заменим значение $En1$

$$En1 = Ev\lambda\rho \delta n2 / \lambda\rho$$

где δ - степень последующего расширения; $n2$ - показатель политропы.

В результате проведенной замены термический КПД примет значение:

$$\eta_t = 1 - (\lambda\rho / Ev\lambda\rho \delta n2) * Ev(\lambda\rho - 1) + K(Ev - 1) / \lambda - 1 + K \lambda (\rho - 1)$$

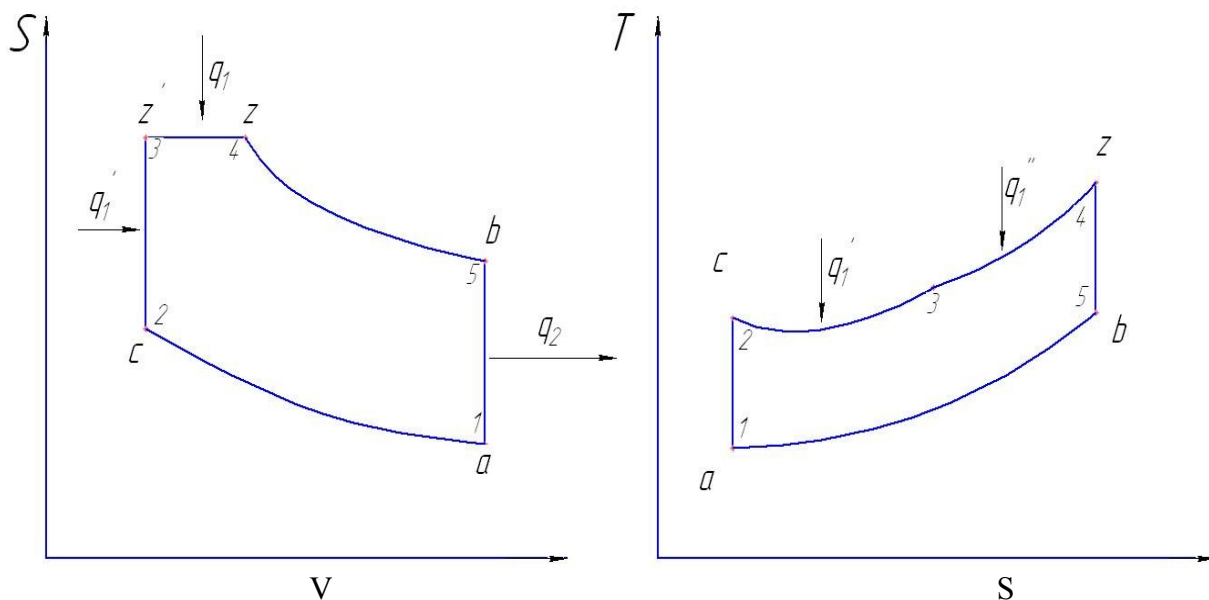


Рис. 2. Смешанный теоретический цикл

В термодинамике принимает процессы адиабатными с постоянным показателем адиабаты K . В действительности указанные процессы политропные с различными показателями политропы. Для процесса ас показатель политропы сжатия $n1$, для процесса расширения $n2$. Оба показателя не постоянны и изменяются в зависимости от конструктивных и эксплуатационных факторов, а также и от режима работы двигателя. Показатели политропы $n1$ и $n2$ лишь в исключительном случае могут совпадать, с показателем адиабаты k , всегда наблюдается разница между значениями $n1$ и $n2$.

Поэтому влияние степени поджатия давления на величину согласно отрицательно влияет на термический КПД. Что касается показателя адиабаты K , то в термодинамике доказано, чем выше K , тем больше значение имеет. Если k заменить показателями $n1$ и $n2$ то анализ их раздельного влияния на показатели работы двигателя представляется следующим образом.

Показатель $n1$ по своей величине находится в пределах между показателями адиабаты из изохоры и зависит от ряда конструктивных и эксплуатационных факторов. Такие конструктивные факторы как степень сжатия и отношение камеры сжатия к ее объему значительно влияет на величину $n1$. Увеличение E и улучшение компактности камеры приводит к уменьшению сдачи теплоты и тем способствует повышению показателя политропы сжатия. Большая поверхность охлаждения понижает $n1$. Эксплуатационные факторы, как например переохладение двигателя, износ деталей поршневой группы увеличенный прорыв газов, понижает $n1$.

Уменьшение $n1$ вызванное теми или иными причинами, приведут к понижению показателей работы двигателя.

Показатель политропы $n2$ зависит от количества отводящей теплоты, количества догорающего топлива за период расширения газа и от прорыва газа через неплотности.

Увеличение отвода теплоты делает политропу расширения круче, а показатель $n2$ выше; догорание топлива за период расширения внесению теплоты, поэтому догорание приближает политропу расширения к изотерме, а $n2$ - к единице.

Работа двигателя с низкой частотой вращения коленчатого вала характеризуется увеличением времени на процессе сгорания и расширения, потеря теплоты и утечка газов будет больше, догорание - меньше, а, следовательно, политропа расширения ползет круче и показатель $n2$ выше.

Работа двигателя с высокой частотой вращения уменьшает утечку газов и потерю теплоты, догорание будет больше, $n2$ будет приближаться к единице. Переохладение двигателя и износ поршневой группы увеличивает отвод теплоты и тем самым повышают $n2$.

С увеличением оборотов двигателя $n1$ растет, приближаясь к гиперболе адиабаты, а $n2$ - уменьшается, отдаляясь от нее. Таким образом $n1$ и $n2$ не совпадают и делать выводы о величине k на показатели работы двигателя приблизительно, хотя у многих авторов по этому показателю оценивают термический КПД двигателя.

По известным данным $n1$ меняется еще и в процессе сжатия. В начальный период сжатия $n1$ превышает показатель адиабаты k , затем в какой-то точке принимает значение равное $K1$, а далее имеет меньшее значение, чем $K1$. Тем не менее величину $n1$ можно оценить по среднему показателю адиабаты $K1$. Повышение средней температуры процесса сжатия и увеличения интенсивности охлаждения двигателя уменьшает значение $n1$. Что касается $n1$, то в начале процесса расширения он меньше показателя адиабаты Ka .

По мере перемещения поршня к НМТ возрастает отвод теплоты от рабочего тела к стенкам цилиндра и как результат, показатель политропы $n2$ увеличивается, достигая значение $K2$. При дальнейшем расширении отвод теплоты превышает ее выделение и догорание топлива обуславливает уменьшение $n2$.

Значение $n1$ и $n2$ оценивают по среднему значению адиабаты $K1$ и $K2$, так как показатели политропы незначительно отличаются от показателей адиабаты.

В термодинамике термический КПД определяется формулами, в которых формирует один показатель адиабаты K . В действительности процессы сжатия и расширения осуществляется разным адиабатой с различным K .

Список источников

1. Курманова Л.С. Повышение эффективности работы тепловозов путем применения газомоторного топлива // Известия Транссиба. 2017. № 3 (31). С. 22–31.
2. Курманова Л.С., Петухов С.А. Проблемы и перспективы применения газомоторного топлива в транспортных энергетических установках // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. 2018. С. 321–323.
3. Лазарев Е.А., Мурзин В.С., Лазарев В.Е., Камалтдинов В.Г., Ломакин Г.В. Особенности организации рабочего цикла в дизеле высокой литровой мощности // ЮУрГУ. Серия: Машиностроение. 2013. Т. 13. № 1. С. 36–43.
4. Носырев Д.Я., Асабин В.В., Курманова Л.С., Петухов С.А., Лetyагин П.В. Технологии использования природного газа на автономных локомотивах // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3 (81). С. 96–104.
5. Росляков А.Д., Курманова Л.С., Петухов С.А. Методика проведения стендовых испытаний тепловозных дизелей на альтернативных видах топлива // Наука и образование транспорта. 2019. № 1. С. 89–92.

References

1. Kurmanova, L.S. (2017). Improving the efficiency of diesel locomotives by using gas engine fuel. *Izvestiia Transsiba (Bulletin of the Transsib)*, 3 (31), 22–31 (in Russ.).
2. Kurmanova, L.S. & Petukhov, S.A. (2018). Problems and prospects of using gas-engine fuel in transport power plants // Contribution of young scientists to agrarian science '18: materials of the International Scientific and Practical Conference. (pp. 321–323). (in Russ.).
3. Lazarev, E.A., Murzin, V.S., Lazarev, V.E., Kamaltdinov, V.G. & Lomakin G.V. (2013). Features of the organization of the working cycle in a high-liter diesel engine. *SUSU. Series: Mechanical Engineering*, 13, 1, 36–43 (in Russ.).
4. Nosyrev, D.Ya., Asabin, V.V., Kurmanova, L.S., Petukhov, S.A. & Letyagin P.V. (2020). Technologies of using natural gas on autonomous locomotives. *Vestnik transporta Povolgia (Bulletin of Transport of the Volga region)*, 3, (81), 96–104 (in Russ.).
5. Roslyakov, A.D., Kurmanova, L.S. & Petukhov, S.A. (2019). Methodology for bench testing diesel locomotives on alternative fuels. *Nfuka i obrazovanie transport (Science and Education for transport)*, 1, 89–92 (in Russ.).

Информация об авторах

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

Н. М. Ерзамаев – школьник;

М. В. Егоренков – магистрант.

Information about the authors

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

N. M. Erzamaev – school student;

V. V. Egorenkov – master's student.

Вклад авторов:

Ерзамаев М. П. – научное руководство;

Ерзамаев Н. М. – написание статьи;

Егоренков М. В. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Erzamaev M. P. – scientific guidance;

Erzamaev N. M. – writing an article;

Egorenkov V. V. – writing an article.

Обзорная статья

УДК 62-77, 62-799

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ COMMONRAIL

Дмитрий Сергеевич Сазонов¹, Елена Андреевна Журавлева², Иван Евгеньевич Гордеев³

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

²serebryakovohome@yandex.ru

³juravlyova-elena.zhuravleva@yandex.ru

В статье рассматриваются методы и оборудование для диагностирования топливной системы CommonRail. Анализируется процесс диагностирования контура низкого и высокого давления, а также электрогидравлических и пьезоэлектрических форсунок.

Ключевые слова: топливная система, диагностирование, давление, форсунка, топливный насос, сканер, мотортестер.

Для цитирования: Сазонов Д.С., Журавлева Е.А., Гордеев И.Е. Технические средства диагностирования топливной системы CommonRail // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 49-52.

TECHNICAL DEVICES FOR DIAGNOSTICS THE COMMON RAIL FUEL SYSTEM

Dmitry S. Sazonov¹, Elena A. Zhuravleva², Ivan E. Gordeev³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

²serebryakovohome@yandex.ru

³juravlyova-elena.zhuravleva@yandex.ru

The article discusses methods and equipment for diagnosing the Common Rail fuel system. The process of diagnosing the low and high pressure circuit, as well as electrohydraulic and piezoelectric nozzles is analyzed.

Keywords: fuel system, diagnostics, pressure, nozzle, fuel pump, scanner, motor tester.

For citation: Sazonov, D.S, Zhuravleva, E.A. & Gordeev I.E., (2022). Technical devices for diagnostics the Common Rail fuel system. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 49-52). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В настоящее время все больше современной автотракторной техники, в частности, дизельных двигателей внутреннего сгорания, оснащаются аккумуляторной системой питания с электронным регулированием CommonRail. Система позволяет обеспечивать топливную экономичность, экологичность и снижению шума.

Современные требования определяют не только перспективные направления развития конструкций систем питания ДВС, но и направления совершенствования их диагностики [1, 4, 5].

В топливной системе питания CommonRail выделяют контур низкого давления – от топливного бака до топливного насоса высокого давления, и контур высокого давления – от топливного насоса высокого давления до электрогидравлической форсунки.

При диагностировании контура низкого давления с насосом в баке необходимо измерить давление в магистрали при помощи манометра, который в зависимости от конструкции двигателя подключается у топливного фильтра, у топливного бака или на входе топливный насос высокого давления. Отсутствие давления указывает на неисправность электрического топливного насоса, а снижение давления на загрязнение фильтра или магистрали трубопроводов.

Диагностирование контура низкого давления, где топливо подается к топливному насосу высокого давления за счет разрежения, создаваемого подкачивающим насосом, происходит по замеру разрежения. Как правило, вакуумметр подключается между фильтром и насосом. Отсутствие разрежения указывает на негерметичность магистрали или неисправность насоса. Повышенное разрежение говорит о загрязнении фильтра или магистрали трубопроводов.

Прекращение подачи топлива по контуру низкого давления к контуру высокого давления может привести к неисправности топливного насоса высокого давления, а так же электрогидравлических форсунок. Так как не происходит смазка дизельным топливом топливного насоса высокого давления, происходят задиры, и мельчайшая металлическая стружка попадает в контур высокого давления.

Комплект CRDI-500 позволяет провести быструю проверку контура низкого давления. В комплект входят манометр от 0 до 1МПа, вакуумметр для измерения отрицательного давления в диапазоне в диапазоне от 0 МПа до -0,1 МПа, быстросъемные адаптеры и прозрачные трубки.

Проверка контура высокого давления систем CommonRail осуществляют с использованием различных сканеров и мотор-тестеров для диагностирования электронных систем управления двигателем (ЭСУД). В ЭСУД от датчика давления, установленного на гидроаккумуляторе (общей рейке), поступает информация о значении давления в контуре высокого давления.

Показания с датчика давления также можно получить, используя тестер CommonRail GRUNBAUM CR-350 или CR-500. Используя переходники из комплекта можно подключиться к датчику давления систем BOSCH, DELPHI, DENSO. В зависимости от системы по шкале можно снять показания давления.

Цифровой тестер измеритель FOXWELL CRD700 позволяет измерять высокое давление подачи топлива в диапазоне от 0 до 2000 бар вне зависимости от бортового датчика давления на общей рейке. FOXWELL CRD700 так же может проводить динамическое тестирование

текущего давления при запущенном двигателе. В комплекте имеется датчик высокого давления, который при помощи тройников и переходных трубок с штуцерами может подключаться к насосу высокого давления или к общей рейке. При этом тестер имеет возможность беспроводной передачи данных на персональный компьютер или записи в память устройства.

Главная деталь топливных систем CommonRail – электрогидравлическая форсунка. Наибольшее количество неисправностей системы приходится на форсунки. Одним из способов обнаружения неисправной форсунки на двигателе без демонтажа является определение количества топлива, возвращаемого форсунками в топливный бак (по обратному сливу). Для этого отсоединяются от форсунок штатные трубки обратного слива и подсоединяется на их место при помощи переходных устройств трубки с мерными колбами. Заводится двигатель на 2-3 минуты в зависимости от модели системы, после чего производится оценка объема обратного слива. Значительное превышение обратного слива форсункой относительно остальных форсунок, как правило, свидетельствует о неисправности клапана мультипликатора.

Диагностирование форсунок по обратному сливу достаточно точный способ обнаружения неисправной форсунки, но при расположении электрогидравлической форсунки под клапанной крышкой из-за высокой трудоемкости работ, данный способ практически не используется.

Используя мотортестер с токовыми клещами можно проверить форсунки по току управления. Низкий ток управления у электрогидравлической форсунки относительно тока других форсунок указывает на проблему с форсункой. У пьезоэлектрических форсунок диагностирование происходит путем сравнения осциллограмм. У всех форсунок на осциллограммы должны быть примерно одинаковые. Если на какой-нибудь форсунке имеется отличие, то тоже с ней проблема.

Более точную диагностику электрогидравлических и пьезоэлектрических форсунок аккумуляторной системы CommonRail можно произвести с использованием различных тестеров [2].

Тестер форсунок CIT800 позволяет имитировать сигнал от блока управления для форсунок системы CommonRail, таких как Bosch, Denso, Delphi. Для проверки форсунок магистрали высокого давления форсунки подключается с помощью переходных трубок к стенду (например, к прибору S60H). Электрический разъем форсунки подключается к тестеру, после чего выбирается тип форсунки и режим работы. Прибором S60H создается давление в гидравлической системе форсунки [3].

Специализированные стенды позволяют изменять давление тестовой жидкости, подводимой к форсункам и длительность управляющих импульсов, так же позволяют проверять работу клапана, распылителя и других элементов форсунки, тем самым создавать различные тестовые планы [2]. Так же некоторые специализированные стенды позволяют получить новый код форсунки после ремонта, который в последующем необходимо ввести в ЭСУД для корректной работы.

Технические средства для диагностирования топливной системы питания CommonRail не ограничиваются, только проанализируемым оборудованием. Существуют также объекты интеллектуальной собственности (патенты, полезные модели) на способы и устройства для диагностирования топливной системы питания CommonRail.

Список источников

1. Якубовский А. И., Яковлев Е. В. Аккумуляторная система питания дизеля // Материалы 66-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет». 2021. С. 519–523.
2. Журавский Б. В., Тышкевич Л. Н. Анализ методов и средств для диагностирования форсунок системы питания "CommonRail" // NovaInfo. Ru. 2017. Т. 1. №. 65. С. 21 – 26.
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.

4. 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.

5. Морозов А.А., Гужин И.Н., Толокнова А.Н. Современные методы диагностирования автомобилей // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 369-371.

References

1. Yakubovsky, A. I., &Yakovlev, E. V. (2021). Diesel battery power system. Materials of the 66th student scientific and practical conference of the Faculty of Engineering of FSBEI HE "Samara State Agrarian University" (pp. 519 –523).

2. Zhuravsky, B. V., & Tyshkevich, L. N. (2017). Analysis of methods and tools for diagnosing the injectors of the "Common Rail" power system ". *NovaInfo. Ru*, 1(65), 21–26.

3. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., &Kharybina, N. A. (2021). Fundamentals of operation of the machine and tractor fleet. Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

4. 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).

5. 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

Сазонов Д. С. – кандидат технических наук, доцент;

Журавлева Е.А. – магистрант.

Гордеев И.Е. – студент.

Information about the authors

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

E. A. Zhuravleva – student;

I. E. Gordeev – student.

Вклад авторов:

Сазонов Д.С. – научное руководство;

Журавлева Е.А. – написание статьи;

Гордеев И.Е. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Sazonov D. S. – scientific guidance;

Zhuravleva E. A. – writing an article;

Gordeev I. E. – writing an article.

Обзорная статья

УДК 621.89

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО ЧИСЛА МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА

Даниил Алексеевич Иванов¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ svenhm80@yandex.ru

² prikazchikov-ms@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

В статье представлены основные методики оценки зависимости противоизносных свойств масел от изменения его щелочного числа в ходе работы двигателя.

Ключевые слова: моторное масло, щелочное число, двигатель.

Для цитирования: Иванов Д. А., Приказчиков М. С. Методика оценки влияния изменения щелочного числа моторных масел на противоизносные свойства // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 53-55.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECT OF CHANGES IN THE ALKALINE NUMBER OF ENGINE OILS ON ANTI-WEAR PROPERTIES

Daniil A. Ivanov¹, Maxim S. Prikazchikov²,

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ svenhm80@yandex.ru

² prikazchikov-ms@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

The article presents the main methods for assessing the dependence of the antiwear properties of oils on changes in its base number during engine operation.

Key words: motor oil, base number, engine.

For citation: Ivanov, D.A. &Prikazchikov, M.S. (2022). Methodology for Assessing the Effect of Changes in the Alkaline Number of Engine Oils on Anti-Wear Properties. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 53-55). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В настоящее время в научном мире моторное масло рассматривается как часть устройства двигателя внутреннего сгорания. Современные направления и разработки в двигателестроении выдвигают новые требования производителям смазочных материалов. Актуальным становится вопрос по внедрению новых предложений в технологии производства базовых масел и функциональных присадок, а также использование отечественных компонентов в качестве замены аналогичных зарубежных в процессе разработки новых рецептур моторных масел высших эксплуатационных классов. В связи с этим в работе был проведен анализ компонентов масел отечественного производства и зарубежных аналогов.

Способность масла сохранять свои свойства длительный срок и противостоять старению определяется антиокислительными свойствами. На поверхностях, которые нагреваются до высоких температур (100-200°C) наблюдается наибольшее окисление масел. Для того чтобы определить антиокислительные свойства масла необходимо провести испытания на специальном приборе. Аппарат, который моделирует процессы окисления в

условиях применения моторных масел в двигателях внутреннего сгорания, позволяет определить термоокислительную стабильность образца.

Исследования термоокислительной стабильности образцов масел проводили следующим образом. Выбранная проба массой $100 \pm 0,1$ г помещалась в аппарат, термостатировалась при температуре 180°C с одновременным перемешиванием мешалкой с частотой вращения 300 ± 2 об/мин. Стаканы, в которых находятся пробы масла, а также мешалка изготавливаются из стекла. Это сделано для того чтобы на окислительные процессы образцов не оказывали влияние металлы. Для достижения максимальной скорости окисления масла настаивают соответствующую частоту вращения мешалки. При этом необходимо исключить разбрызгивание пробы масла. Время испытания составляет 8 часов. Через указанное время определяется масса испарившегося масла путем взвешивания образца после испытания. Далее отбирают опытные образцы для фотометрирования и измерения вязкости. Выбранные пробы объединяют и переливают в аппарат, повторно измеряют массу окисленного масла, которая подвергалась повторному окислению.

Анализ проводился прямым фотометрированием при толщине фотометрированного слоя 2 мм. Длительность проведения исследований определяется коэффициентом поглощения светового потока и происходит до достижения значений $0,7 \div 0,8$ ед. Далее были построены графические зависимости коэффициента поглощения светового потока, вязкости и испаряемости от времени окисления, по которым было поведено сравнение испытываемых масел и определены более термостойкие.

В связи с оказанием значительного влияния продуктов окисления моторных масел на электрические свойства фрикционного контакта и происходящие в нем механохимические процессы, необходимо проводить подробное исследование и контроль противоизносных свойств масел.

Соответствующие испытания термоокисленных моторных масел выполняют на машине трения.

Машина предназначена для испытаний жидких и пластичных смазочных материалов, применяемых для смазывания трущихся поверхностей, с целью определения основных трибологических характеристик смазочных материалов в соответствии с ГОСТ 9490–75 «Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине». Принцип действия машины основан на воспроизведении нормированных воздействий на испытательные образцы, находящиеся в испытуемом смазочном материале, с последующим определением величины износа испытательных образцов

Выбранный образец окисленного масла массой примерно 15 г переливают в стеклянный стакан прибора и доливают до изначальной массы $100 \pm 0,1$ г товарным маслом. Были выбраны следующие характеристики трения:

- нагрузка 13 Н;
- скорость скольжения 0,68 м/с;
- температура масла в объеме - 80°C ;
- время испытания – 2 часа.

В качестве испытательных образцов используются шарики ($12,70 \pm 0,01$) из стали ШХ-15, которые образуют пирамидку из четырех шариков, контактирующих между собой. Три нижних шарика закреплены неподвижно в узле трения машины, в котором размещается испытуемый смазочный материал. Верхний шарик, закрепленный в шпинделе машины, прижимается к нижним шарикам с заданным усилием (осевой нагрузкой) и вращается с фиксированной скоростью.

Частота вращения шпинделя машины с закрепленным в нем верхним шариком, в диапазоне осевых нагрузок в узле трения от 59 до 9 800 Н (от 6 до 1000 кгс), составляет $1\,460 \pm 70$ мин.

Длительность испытаний на износ составляет 60 мин. Требуемое значение осевых нагрузок задается путем установления гиредержателя с необходимым набором гирь

в положение, определяемое индексом на рычаге. Сущность испытаний на износ на машине трения состоит в том, что испытательные образцы подвергаются изнашиванию при заданных условиях с использованием определенного смазочного материала и затем по измеренному значению износа определяют противоизносные свойства смазочного материала. Величина износа определяется путем измерения диаметров пятен износа каждого из трех нижних шариков с помощью микроскопа с увеличением не менее 24×, снабженного отсчетной шкалой с ценой деления не менее 0,01 мм. Диаметры пятен износа измеряют во взаимно перпендикулярных направлениях. За результат измерения принимают среднее арифметическое значение измерений пятен износа трех нижних шариков.

Далее по записанным с помощью преобразователя отчетным диаграммам определялись продолжительность пластической, упругопластической и упругой деформаций. По коэффициенту электропроводности делался вывод о времени образования защитных граничных слоев на площади фрикционного контакта.

Полученные в ходе исследования данные позволят провести анализ и дать оценку противоизносных свойств исследуемого масла.

Список источников

1. Трейгер М. И. Экономное и рациональное использование смазочных материалов – ЛДНТИ, 1982. – 280 с.
2. Соколов, А. И. Измерения качества масел и долговечность автомобильных двигателей. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1976. – 120 с.
3. Маркова Л.В., Мышкин Н.К., Конт Х.и др. Современные требования к контролю работоспособности масла дизельного ДВС // Трение и износ. – 2002. Т.23. №4. С. 425-435

References

1. Treiger, M. I. (1982). Economical and rational use of lubricants. LDNTI (in Russ.).
2. Sokolov, A. I. (1976). Measurement of the quality of oils and the durability of automobile engines. Tomsk: Publishing House of Tomsk University (in Russ.).
3. Markova, L.V., Myshkin, N.K., Cont, H/ & et al (2002). Modern requirements for monitoring the performance of diesel engine oil. *Trenie I iznos (Friction and wear)*, 23, 4, 425–435 (in Russ.).

Информация об авторах

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

Д.А. Иванов – магистрант.

Information about the authors

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

D.A. Ivanov – master student.

Вклад авторов:

Приказчиков М.С. – научное руководство;

Иванов Д.А. – написание статьи.

Authors' contribution:

Prikazchikov M.S. – scientific guidance;

Ivanov D.A. - writing an article.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕСУРС МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Даниил Алексеевич Иванов¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ svenhm80@yandex.ru

² prikazchikov-ms@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

В статье представлены факторы, влияющие на ресурс моторных масел. Влияние определенных режимов работы двигателя при пуске. А так же зависимость ее от температуры

Ключевые слова: ресурс, моторное масло, температура, режим, минеральное масло.

Для цитирования: Иванов Д. А., Приказчиков М. С. Факторы, влияющие на ресурс моторных масел // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 56-59.

FACTORS AFFECTING THE LIFE OF MOTOR OILS

Daniil A. Ivanov¹, Maxim S. Prikazchikov²,

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ svenhm80@yandex.ru

² prikazchikov-ms@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

The article presents the factors affecting the resource of motor oils. The influence of certain engine operating modes during start-up. as well as its dependence on temperature

Keywords: Resource , engine oil, temperature, mode, mineral oil.

For citation: Ivanov, D.A. &Prikazchikov M.S. (2022). Factors affecting the life of motor oils. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 56-59). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Ресурс моторных масел оказывают сильное влияние на надежность двигателей внутреннего сгорания и являются важными показателями экономичности, так как зависят от их конструктивных характеристик, степени форсирования, технического состояния цилиндропоршневой группы и режима работы. Состояние системы фильтрации, герметичность масло-системы и качество самого масла.

Производитель моторного масла самостоятельно устанавливает требования по его замене при проведении технического осмотра. Перед этим необходимо провести полевые и двигательные испытания. Такие условия, представленные производителем регламентируются пробегом или наработкой двигателя. Использование данной системы не требует применения специальных средств контроля моторного масла при работающем двигателе, но является эффективным, например, потому, что на срок службы моторного масла влияет долив отработанного масла, мы не гарантируем его использовать. Не только герметичность масляной системы. При частом пополнении масло восстановит свои свойства. Это означает, что вам нужно увеличить ресурсы, но существующие системы обслуживания не учитывают этот фактор.

В связи с появлением на рынке новых образцов минеральных, синтетических и частично синтетических масел возросла необходимость проведения определения ресурсов моторных масел. Использование импортного масла в существующей системе технического обслуживания без установления конкретных ресурсов двигателя неэффективно и приводит к увеличению эксплуатационных расходов из-за нехватки ресурсов.

Существенное влияние моторного масла на ресурс оказывают условия эксплуатации и условия эксплуатации, характеризующиеся внешними параметрами:

- частыми пусками и прогревом двигателей при эксплуатации в холодное время;
- переменными нагрузочными, скоростными и температурными режимами;
- вибрациями, колебаниями и ударами однократного и многократного действия;
- отклонениями от нормального теплового режима работы.

Режим нагрузки двигателя определяется ожидаемыми температурными параметрами и условиями эксплуатации автомобиля. При этом поддерживается оптимальный расход ресурсов всей машины, особенно смазочного масла. Повышенная интенсивность эксплуатации создает большую нагрузку на оборудование, что приводит к повышению температурного режима работы и снижению технического и эксплуатационного ресурса механических и смазочных систем. Температурный режим двигателя является определяющим фактором, влияющим на ресурсы используемого смазочного масла и оценивается по температуре охлаждающей жидкости и масла на выходе из двигателя. Оценка по тепловым параметрам масла производится не на всех транспортных средствах, машинах и механизмах. Поэтому основным параметром оценки является температура охлаждающей воды.

Системы смазки пар трения двигателя в зависимости от режима подачи масла к узлам трения могут быть выполнены с подачей масла разбрызгиванием, непрерывной подачей масла под давлением и комбинированной.

В период холодного пуска двигателя недостаточный слив масла в систему при низких температурах будет долго находиться в зазорах сопрягаемых деталей, а из-за отсутствия масляной пленки детали будут больше изнашиваться. Как показывают результаты исследований, предельная температура масла подшипников ограничивается рабочей температурой антифрикционного слоя 140°C (рис. 1). Поэтому такой режим предусмотрен при температуре выходного масла от 30 до 110°C . Система смазки надежно работает при температуре масла $55-110^{\circ}\text{C}$. Этот диапазон температур соответствует минимальному нагреву масла подшипника. Когда температура масла на выходе из двигателя превышает 90°C , резко повышается температура масла в подшипнике, что связано с ухудшением теплоотвода от подшипника.

Длительная работа масла в системе смазки приводит к изменению его состава, и прежде всего к разбавлению масла топливом, в результате нарушения теплового режима двигателя и значительного его износа. Также имеет место загрязнение продуктами окисления, продуктами сгорания топлива (сажей), частицами износа трущихся деталей и другими эксплуатационными примесями. Кроме того, испарения и дым уменьшают количество смазки в системе. Все эти показатели ухудшают физико-химические свойства масла и, как следствие, сокращают срок службы масла.

Воздействие внешней среды на смазочные ресурсы оценивают по запыленности воздуха, влажности и изменениям температуры. Они распространены во многих областях эксплуатации оборудования. Степень запыленности оценивают по содержанию пыли в единице объема воздуха. Пыль является причиной сильного износа трущихся деталей, а попадание смазки – основной компонент загрязнения. Работа двигателя в запыленных условиях приводит к увеличению теплового режима работы. Пыль на узле, агрегате и механизме мешает процессу отвода тепла.

Для поддержания работы системы смазки в заданных параметрах необходимо в процессе эксплуатации постоянно удалять из масла вредные примеси. Масло в системе очищают фильтрацией, центрифугированием и осаждением. Степень очистки масла зависит от конструкции системы фильтрации и определяет периодичность ее обслуживания.

Определение установленных смазочных ресурсов влияет на периодичность технического обслуживания системы смазки, качество и чистоту используемого масла, герметичность системы и отсутствие проникновения сырого воздуха, своевременную очистку фильтров и правильную регулировку топливной системы и испаритель, а также паровоздушный клапан холодильной системы. На основании анализа установлено, что ресурсы моторного масла зависят от стойкости к механическим, термическим и химическим воздействиям, герметичности маслосистемы, частоты дозаправок и степени износа цилиндропоршневой группы. Производительность системы фильтрации.

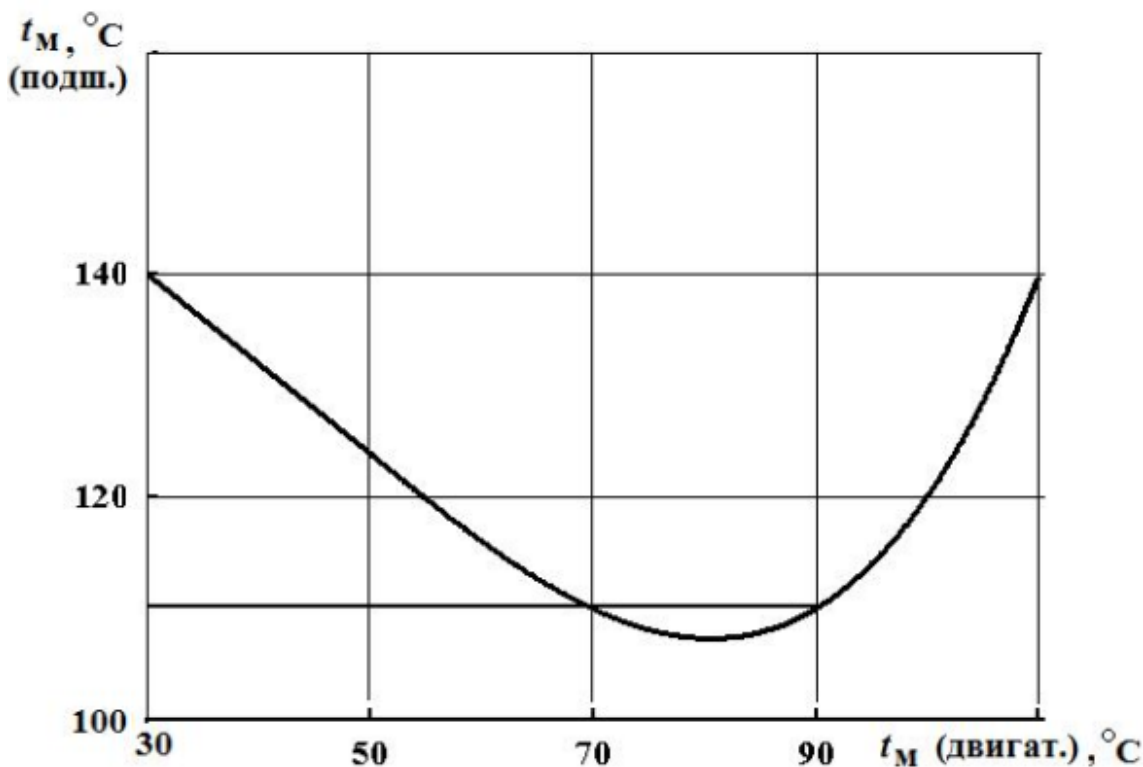


Рис. 1. Зависимость температуры масла в подшипниках от температуры масла на выходе из двигателя.

Основным направлением повышения ресурса и надежности двигателя является регулярный контроль состояния моторного масла. Особо следует отметить разработку методов и средств контроля термоокислительной стабильности и износостойкости смазочных материалов. Они более перспективны, чем другие, и могут предоставить дополнительную информацию о поведении устройства в определенных условиях эксплуатации. Кроме того, термоокислительная стабильность служит первым показателем при разработке математических моделей определения ресурсов смазочных материалов. Поэтому основным направлением повышения ресурса и надежности двигателя является регулярный контроль состояния моторного масла.

Список источников

1. Григорьев М.А. Бунаков Б.М., Долецкий В.А. Качество моторного масла и надежность двигателей. М.: Изд-во стандартов, 1981. 238с.
2. Арабян, С.Г. Виппер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для транспортных и комбайновых двигателей. М.: Машиностроение, 1984, 208с.
3. Трейгер, М. И. Экономное и рациональное использование смазочных материалов. ЛДНТИ, 1982. 280 с.

References

1. Grigoriev, M.A., Bunakov, B.M. & Doletsky, V.A (1981). Engine oil quality and engine reliability. Moscow: Publishing House of Standards (in Russ.).
2. Arabyan, S.G., Vipper, A.B. & Holomonov I.A. (1984). Oils and additives for transport and combine engines. Moscow: Mashinostroenie (in Russ.).
3. Treiger, M. I. (1982). Economical and rational use of lubricants. LDNTI (in Russ.).

Информация об авторах

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

Д.А. Иванов – магистрант.

Information about the authors

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

D.A. Ivanov – master student.

Вклад авторов:

Приказчиков М.С. – научное руководство;

Иванов Д.А. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Prikazchikov M.S. – scientific guidance;

Ivanov D.A. - writing an article.

Обзорная статья

УДК 621.436

БЕЗРАЗБОРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Михаил Юрьевич Карпенко¹, Сергей Александрович Петухов²

^{1,2} Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

¹lokossl@mail.ru

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

В статье приводится обзор технического состояния транспортных энергетических установок. Рассматривается безразборная технология восстановления деталей, лимитирующих срок службы ДВС. Выполнена сравнительная оценка эффективности противоизносных препаратов. Разработаны устройства для подачи приработочных присадок к моторному маслу, защищенные охранными документами. Предложена технология обработки узлов трения транспортных энергетических установок.

Ключевые слова: энергетическая установка, присадки к моторному маслу, смазочная система, удельный расход топлива.

Для цитирования: Карпенко М.Ю., Петухов С. А. Безразборное восстановление деталей транспортных энергетических установок // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 59-64.

NON-DISASSEMBLED RESTORATION OF PARTS OF TRANSPORT POWER PLANTS

Mihail Yu. Karpenko¹, Sergey A. Petuhov²

^{1,2} Samara State University of Railway Transport, Samara, Russia

¹lokossl@mail.ru

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

The article provides an overview of the technical condition of transport power plants. A non-disassembly technology for restoring parts that limit the service life of the internal combustion engine is considered. A comparative evaluation of the effectiveness of anti-wear drugs was performed. Devices for the supply of pre-production additives to engine oil, protected by security documents, have been developed. The technology of processing friction units of conveyor power plants is proposed.

Keywords: power plant, additives to engine oil, lubrication system, specific fuel consumption.

For citation: Karpenko, M. Yu. & Petukhov, S. A. (2022). Non-disassembled restoration of parts of transport power plants. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 59-64). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В транспортном комплексе России начата реализация принципиально новых подходов к решению вопросов снижения затрат на приобретение топливно-энергетических ресурсов. Прежде всего, это оптимизация смазочной системы дизельных двигателей.

Одним из основных условий высокой эффективности эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является надёжность узлов трущихся деталей, на долю которых приходится до 85 % всех отказов [1].

До 80% потерь мощности в ДВС приходится на преодоление трения в цилиндро-поршневой группе (ЦПГ). Вследствие чего, износ дизеля приводит к падению мощностных и экономических показателей, характеризующих статические и динамические нагрузки на трущиеся детали, их тепловую напряженность, дымность и токсичность, оказывают существенное влияние на эксплуатационные характеристики транспортных единиц. На сегодняшний день к техническому состоянию дизелей предъявляются высокие требования, которые заключаются в получении максимальной полезной работы при минимальных затратах энергетических ресурсов и в увеличении их долговечности за счет снижения трения и повышения износостойкости трущихся поверхностей. Значение проблемы износа трущихся деталей дизелей тем более велико, что, как правило, их износ лимитирует срок службы транспортных единиц [2].

Очевидно, что проблема износа ДВС требует комплексного рассмотрения, причем необходимо разработать методы снижения износа, пригодные для массового применения и обеспечивающие значительное продление их срока службы [4]. Поэтому перед ремонтным производством поставлена задача создания и внедрения новых технологий по улучшению технико-экономических параметров энергоустановок и снижению их энергоёмкости.

В связи с этим задача по совершенствованию эксплуатации транспортных энергетических установок за счет антиизносных и восстановительных технологий становится особенно актуальной.

Одним из таких мероприятий является безразборное восстановление дизелей тепловозов, которое позволяет без разборки восстановить их компрессию, повысить их мощность, снизить расход топлива и смазки, уменьшить загазованность окружающей среды.

Для реализации данного метода базовую основу моторного масла необходимо модифицировать. Суть модифицирования состоит в следующем. В моторное масло вводятся металлоплакирующие присадки (МПП), которые формируют на поверхностях трущихся деталей тонкую, трудно поддающуюся окислению самовосстанавливающуюся металлическую сервовитную пленку, толщина которой составляет от нескольких атомных слоев до 1...5 мкм. Пленка по своей структуре пориста и формируется за счет коллективного поведения ионов металла, защищая поверхности трения от изнашивания.

Особый интерес к применению безразборной технологии восстановления обусловлен, во-первых, относительной простотой проводимых работ, которые сводятся, как правило, к введению в моторное масло противоизносной присадки в определенной пропорции [5]. Во-вторых – возможностью получать ощутимый технико-экономический эффект как за счет

увеличения моторесурса и снижения расхода топлива дизелем, так и благодаря уменьшению выбросов вредных веществ в отработавших газах (табл. 1).

Таблица 1

Оценка эффективности МПП

| Присадка | Состав | Снижение износа | Снижение расхода топлива, % | Снижение вредных выбросов в отработавших газах, % | Стоимость обработки одного дизеля, тыс. руб. |
|-----------|--|------------------------------|-----------------------------|---|--|
| SMT-2 | Соединение оксида свинца, дисульфида молибдена | не обнаружено | - | - | 2,2 |
| Ресурс | Высокодисперсный порошок оловянистой бронзы | в 2,6 раза | 4,8 % | 12 | 1,3 |
| LiquiMoli | Частицы дисульфида молибдена | в 1,5 раза | - | - | 1,16 |
| Реном | Синтетическая присадка тefлона, политетрафторэтилена | Слабый износ поршневых колец | 5,2 | ухудшилось на 9 | 1,4 |
| Валена | Суспензия микропорошка меди | в 2,6 раза | 2,2 | - | 1,9 |
| Металлайз | Соединение оксида свинца, дисульфида молибдена | в 1,4 раза | увеличилось на 6,6 | - | 1,65 |

*Прочерк означает, что результат не превышает пределов погрешности измерения

Необходимым условием для решения данной задачи является необходимость правильного выбора критерия оценки эксплуатационных свойств присадки, который учитывал бы не только состав ее основы, но и условия работы в моторном масле дизеля, а также конструктивные особенности дизелей и их масляных систем [3].

Именно выбор противоизносной присадки является основным фактором при выборе устройства для подачи ее в смазочный материал, так как присадки по своей структуре различаются на порошкообразные и жидкие.

Исходя из этого устройства для подачи присадок подразумевают введение присадки в порошкообразном виде в воздушный ресивер дизеля, а также введение жидких присадок непосредственно к моторному маслу в масляную систему (рис. 2).

Способ подачи порошкообразных присадок, а также устройства для его осуществления эффективны в период приработки, для подачи сухих присадок в зону трения, для исключения отрицательного влияния их на другие узлы трения. Способ подачи жидких присадок к моторному маслу эффективен на всем периоде жизненного цикла дизеля автономного локомотива.

У каждого способа для подачи присадок имеются как свои положительные стороны, так и недостатки. На основании этого ниже приведены разработанные и запатентованные технические решения для осуществления каждого рассмотренного способа.

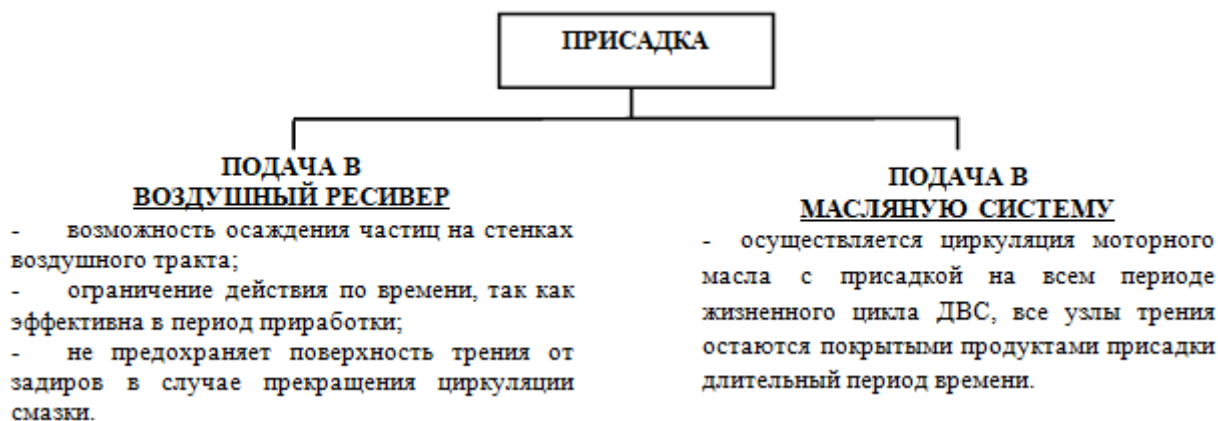


Рис. 2 - Способы подачи присадок

На рис. 3 приведен общий вид устройства для подачи приработочной присадки в воздушный ресивер дизелей тепловозов.

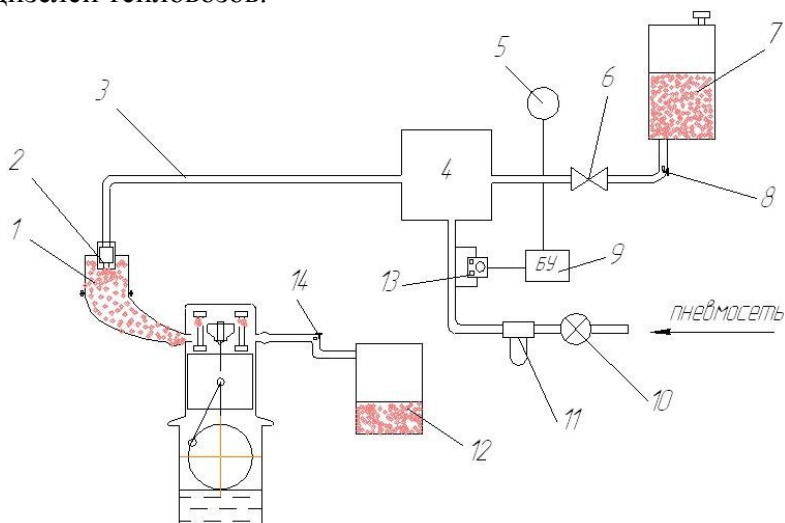


Рис. 3. Схема устройства для подачи присадок в воздушный ресивер дизелей тепловозов:

- 1-впускной коллектор, 2-жиклер, 3-воздухопровод, 4-смеситель, 5-расходомер, 6-клапан, 7-емкость с присадкой, 8-задвижка, 9-блок управления, 10-воздушный кран, 11-влагоотделитель, 12-емкость с отработанной присадкой, 13-таймер, 14-задвижка

Устройство обеспечивает снижение износа, увеличение срока службы узла трения, повышение качества притирки за счет повышения качества распыливания воздушно-присадочной смеси, снижение трудоемкость работ. Устройство отличается от известных аналогов тем, что процесс смешивания присадки с воздухом организован в смесителе, а сам распыл воздушно-присадочной смеси осуществляется через жиклер, что позволяет добиться качественного распыла воздушно-присадочной смеси в результате равномерного распределения присадки по объему камеры сгорания. Таким образом, все участки трущихся поверхностей покрываются тонкой сервовитной пленкой. В результате улучшается качество приработки деталей ЦПГ, увеличивая моторесурс дизеля.

На рис. 4 приведена схема устройства для подачи присадок в систему смазки дизеля тепловоза. Устройство позволяет реализовать эффект безызносности, основной эффект от которого заключается в восстановлении геометрии трущихся деталей и регулировании зазоров в сопряженных узлах трения.

В таблице 2 представлена технология обработки узлов трения дизеля маневрового тепловоза ЧМЭЗ присадками с помощью разработанных устройств.

Таблица 2

Технология обработки узлов трения дизеля K6S310DR (6ЧН31/36) маневрового тепловоза ЧМЭЗ

| Операция | Наименование | Технологические условия и инструкция |
|----------|------------------------------|---|
| 1 | Промыть фильтрующие элементы | Необходимо промыть фильтры грубой очистки масла и удалить фильтрующие элементы фильтра тонкой очистки масла. |
| 2 | Прогреть дизель | Тепловоз запускается и дизель прогревается до рабочей температуры |
| 3 | Ввести МПП в моторное масло | На работающем дизеле в картер через заливную горловину заливается МПП в количестве 1,5 % от общего количества масла в дизеле. После чего работа дизеля осуществлялась на режиме минимальных оборотов коленчатого вала в течение одного часа. Не выключая дизель, в картер заливается еще 1,5% МПП от общего количества масла в дизеле. После чего работа дизеля осуществляется на режиме оборотов коленчатого вала соответствующего 3 – 4 позиции контролера в течение одного часа. |
| 4 | Охладить дизель | Тепловоз глушат и дизель охлаждается падением температуры рабочих жидкостей на 20°С. |
| 5 | Установить | Устанавливаются новые фильтрующие элементы. |

| | фильтрующие элементы | |
|---|---------------------------|--|
| 6 | Произвести обкатку дизеля | <p>Обкаточный этап проводится на пункте реостатных испытаний под нагрузкой 20 – 70% от номинальной в течении 6-ти часов в следующем порядке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тепловоз запускается, работа дизеля продолжается на режиме минимальной частоты вращения коленчатого вала в течение 20 минут; - контролер машиниста переводится в позицию 2. Работа дизеля на этом режиме продолжается без нагрузки в течение 20 минут; - контролер машиниста переводится в позицию 6. Работа дизеля на этом режиме продолжается без нагрузки в течение 20 минут; - контролер машиниста переводится в позицию 1. Включается нагрузка. Работа дизеля продолжается 20 минут; - контролер машиниста переводится в позицию 2. Работа дизеля осуществляется на этом режиме в течение 20 минут; - контролер машиниста переводится в позицию 6. Работа дизеля осуществляется в этом режиме с нагрузкой в течение 20 минут; - контролер машиниста последовательно переводится с позиции 6 в позицию 2 с работой на каждой позиции в течение 20 минут; - контролер машиниста последовательно переводится с позиции 2 в позицию 6 с работой на каждой позиции в течение 20 минут; - контролер машиниста переводится в позицию 1. Выключается нагрузка. Работа дизеля осуществляется в этом режиме в течение 20 минут. <p>После чего тепловоз глушат.</p> |

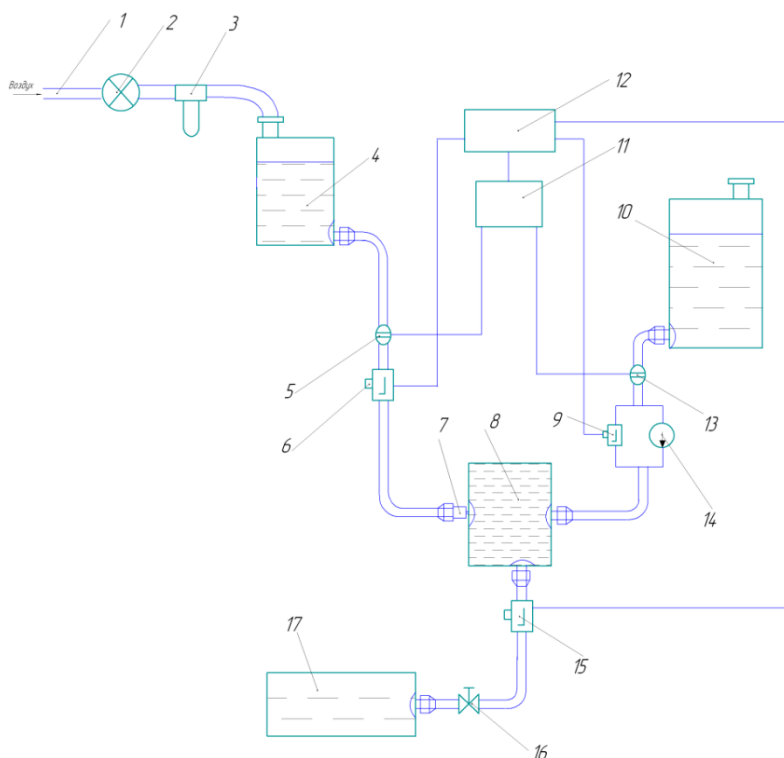


Рис. 4. Схема устройства для подачи присадок в систему смазки дизелей тепловозов:

1-воздухопровод, 2-воздушный кран, 3-влажоотделитель, 4-емкость с присадкой, 5-второй расходомер, 6-второй электроуправляемый клапан, 7-жиклер, 8-смеситель, 9-первый электроуправляемый клапан, 10-емкость с маслом, 11-блок измерения, 12-блок управления, 13-первый расходомер, 14-масляный насос, 15-третий электроуправляемый клапан, 16-вентиль, 17-масляный бак.

Технический результат от предложенной технологии безразборного восстановления деталей транспортных энергетических установок заключается в повышении технико-экономических и экологических характеристик двигателей в режиме штатной эксплуатации, не требующей непроизводительных простоев и специально оборудованных помещений. Технология позволяет увеличить межремонтный ресурс трущихся пар в двигателях не менее чем

в 2-5 раз, снизить эксплуатационный расход топлива от 6 до 15 %, снизить динамические нагрузки в деталях цилиндропоршневой группы, восстановить геометрические параметры трущихся пар, поддерживать постоянной эксплуатационную мощность дизеля, тем самым заменить крупные плановые виды ремонтов.

Список источников

1. Петухов С. А., Лазарев В. Е., Асабин В. В. [и др.]. Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография. Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2020. 138 с.
2. Петухов С. А. Совершенствование режимов запуска тепловозных дизелей // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : материалы 2-й Международной научно-практической конференции, Самара, 07–08 декабря 2005 года. – Самара: СамГАПС, 2006. С. 242–243.
3. Патент на полезную модель № 185418 U1 Российская Федерация, МПК F01M 5/02. Система смазки двигателя внутреннего сгорания : № 2017123793 : заявл. 05.07.2017 : опубл. 04.12.2018 / С. А. Петухов, Л. С. Курманова ; заявитель ФГБОУ ВО (СамГУПС).
4. Галенко И.Ю., Жильцов С.Н. Влияние современных присадок к маслам на износ узлов трения // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2003. № 1. С. 25.
5. Кужелев В.А., Жильцов С.Н., Галенко И.Ю. Определение рациональной концентрации металлоплакирующей присадки для улучшения приработки гильз тракторных дизелей на универсальном трибометре // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 286–289.

References

1. Petukhov, S. A., Lazarev, V. E., Asabin V. V. &[and others] (2020). Resource conservation and energy efficiency diesel engines. Samara : Samara state University of railway transport (in Russ.).
2. Petukhov, S. A. (2005). Improvement of trigger modes diesel diesel. Actual problems of development of railway transport '05: *proceedings of the 2nd International scientific-practical conference, Samara, 07-08 Dec.* (pp. 242 –243). Samara: SamGAPS (in Russ.).
3. Utility model patent No. 185418 U1 Russian Federation, IPC F01M 5/02. Internal combustion engine lubrication system : No. 2017123793 : application 05.07.2017 : publ. 04.12.2018 / S. A. Petukhov, L. S. Kurmanova ; applicant FGBOU VO (SamGUPS). (in Russ.)
4. Galenko, I.Yu. & Zhiltsov S.N. (2003). Influence of modern oil additives on wear of friction units. *Remont. Vosstanovltnie. Modernizaciya. (Repair. Recovery. Modernization.)*, 1, 25. (in Russ.).
5. Kuzhelev V.A., Zhiltsov S.N. & Galenko I.Yu. (2017). Determination of rational concentration of metal-plating additive for improvement of running-in of tractor diesel casings on universal tribometer. *Contribution of young scientists to agrarian science '17: materials of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 286–289) (in Russ.).

Информация об авторах

С.А. Петухов – кандидат технических наук, доцент;
М.Ю. Карпенко – студент.

Information about the authors

S.A. Petukhov – Candidate in Engineering, Candidate, Associate Professor;
M.Yu.Karpenko – student.

Вклад авторов:

Петухов С.А. –научное руководство;
Карпенко М.Ю. –написание статьи.

Contribution of the authors:

Petukhov S.A. –scientific guidance;
Karpenko M.Yu. –writing an article.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЗОНА ОБСЛУЖИВАНИЯ РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА С ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВОЙ СТРЕЛОЙ

Денис Николаевич Ляпичев¹, Наталья Владимировна Бабоченко²

^{1,2} Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

^{1,2} nat-krivelskaya@mail.ru

Получена перспективная зона обслуживания механизма – работа манипулятора с шарнирно-стержневой стрелой. На основании выполненных расчётов путем составления программ работы механизма доказана возможность построения зоны обслуживания.

Ключевые слова: механизм, программа, зона обслуживания, стрела, шарнирно-стержневой.

Для цитирования: Ляпичев Д.Н., Бабоченко Н. В. Перспективная зона обслуживания робота манипулятора с шарнирно-стержневой стрелой // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 65-67.

PERSPECTIVE SERVICE AREA OF A ROBOT MANIPULATOR WITH A HINGED-ROD BOOM

Denis N. Lyapichev¹, Natalya V. Babochenko²

^{1,2} Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

^{1,2} nat-krivelskaya@mail.ru

A promising service area for a robotic manipulator with an articulated boom has been obtained. On the basis of the performed calculations, by compiling computer programs, the possibility of constructing a service area for a manipulator robot was proved.

Keywords: manipulator, program, service area, boom, articulated rod.

For citation: Lyapichev, D. N. & Babochenko, N. V. (2022). Perspective service area of a robot manipulator with a hinged-rod boom // Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 65-67). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Исследуя, принцип действия механизмов с шарнирно-стержневой стрелой, для обеспечения получения значений используемых при построении зоны обслуживания, была составлена программа, позволяющая вести расчеты, связанных с выявлением параметров статики и кинематики для новейших разработок механизмов - роботов манипуляторов с шарнирно-стержневой стрелой и дальнейшего построения зоны обслуживания [1 - 6].

Для выявления перспективной зоны обслуживания механизма - работа манипулятора с шарнирно-стержневой стрелой к известным модификациям применили разработанные программы. Исходными данными для расчетов явились: начальная длина силовых гидроцилиндров $l_1 = l_2 = l_0 = 300$ мм; размеры $b = 60$ мм; $c = 200$ мм; $r = 270$ мм; ход штока $S = 180$ мм; полная длина цилиндров $l_1 = l_2 = l_0 + S = 480$ мм. Путем изменения размеров a и l_1, l_2 получены и выведены, кроме исходных данных, результаты расчёта $Q, x, y, z, \varphi, \psi$ (углы в градусах). Разработанные программы [5, 6] в процессе работы обеспечили значениями координат, которые явились составляющими механизма – работа манипулятора с шарнирно-стержневой стрелой.

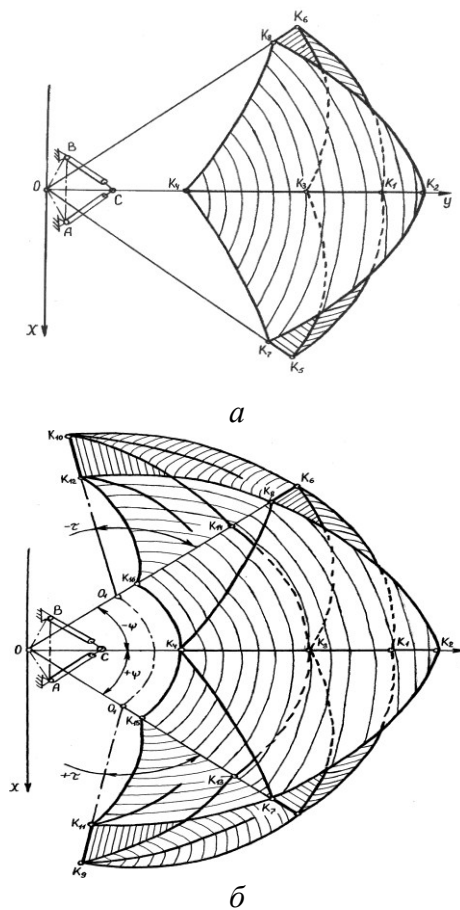


Рис. 1. Зона действия роботов манипуляторов различных конструктивных вариаций

Соединения стрелы механизма - робота манипулятора в конкретный момент работы системы представили в форме графика работу в целом робота манипулятора. При этом, имеем в виду, что значения характеристик a , b , c и l_1 и l_2 подвергаются варьированию и являются известными. Вычисления по выявлению зоны обслуживания стрелы шарнирно-стержневого робота манипулятора провели согласно известной программе *Pivotal Manipulator – 3D* [6], которая позволяет установить в пространстве положение оголовка K стрелы и представить зону действия механизма - робота манипулятора, как подвижную систему. По результатам работы программы, строим зону обслуживания для выбранных механизмов - роботов манипуляторов с шарнирно-стержневой стрелой, которые представлены на рисунке 1 *а, б*.

Полученные зоны обслуживания, рассмотренных механизмов - роботов манипуляторов, на основании работы созданных программ [6] доказывают возможность установления в вертикальной и горизонтальной плоскостях пространственных координат и углов поворота оголовка механизма робота манипулятора с шарнирно-стержневой стрелой.

Список источников

1. Патент РФ №2178382 МКИ⁷ В66 С 23/04. Стрела грузоподъемного средства / Пындак В.И., Кривельская Н.В. – Оpubл. 2002. – 8 с.
2. Патент РФ №2231494 МКИ⁷ В66 С 23/04. Стрела грузоподъемного средства / Пындак В.И., Кривельская Н.В. и др. Оpubл. 28.06.04 г. – 8 с.
3. Патент РФ на полезную модель №145959 МКИ⁷ В66 С 23/04. Стрела грузоподъемного средства / Бабоченко Н.В. Оpubл. 23.05.14 г. – 8 с.
4. Бабоченко, Н.В. Построение зоны действия шарнирно-стержневого робота манипулятора // Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. –Рубцовск : Рубцовский индустриальный институт, 2015. Том 1 – С. 8 – 12.

5. Бабоченко Н.В. Компьютерная программа для определения кинематических параметров шарнирно-стержневого робота манипулятора // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: материалы научно-практической конференции. Том 3. ВОЛГАУ. Волгоград, 2016. – С. 319-324.

6. Фисенко В.С. Программа для определения координат и углов поворотов стрелы робота манипулятора. // Лабиринты науки: материалы I Региональной научно-практической конференции старшеклассников и студентов СПО. ВОЛГАУ, Волгоград, 2018. – С.22-24.

References

1. RF Patent №2178382, МКІ7 V66 C 23/04. Lifting boom / Pyndak V.I., Krivelskaya N.V. – Published. 2002(in Russ.).

2. RF patent № 2231494 МКІ7 V66 C 23/04. Lifting boom / Pyndak V.I., Krivelskaya N.V. and others. Publ. 06/28/04 (in Russ.).

3. RF patent for utility model No. 145959 МКІ7 V66 C 23/04. Lifting arm / Babochenko N.V. Published 05/23/14 (in Russ.).

4. Babochenko, N.V. (2015). Construction of the zone of action of a hinged-rod robot manipulator. Modern equipment and technologies: problems, state and prospects '15: *materials of the V All-Russian scientific and practical conference*. 1, (pp. 8– 12). Rubtsovsk : Industrial Institute (in Russ.).

5. Babochenko, N.V. (2016). Computer program for determining the kinematic parameters of a articulated-rod robot manipulator. Strategic guidelines for the innovative development of the agro-industrial complex in modern economic conditions '16: *materials of a scientific and practical conference*. 3, (pp. 319 –324). Volgograd : VOLGAU (in Russ.).

6. Fisenko, V.S. (2018). The program for determining the coordinates and angles of rotation of the boom of the robotic arm. Labyrinths of science '18: *materials of the I Regional scientific-practical conference of high school students and students of secondary vocational education* (pp. 22 –24). Volgograd : VOLGAU (in Russ.).

Информация об авторах

Н.В. Бабоченко – кандидат технических наук, доцент;

Д.Н. Ляпичев –студент.

Information about the authors

N.V. Babochenko– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D. N. Lyapichev – student.

Вклад авторов:

Бабоченко Н.В. –научное руководство;

Ляпичев Д.Н. –написание статьи.

Contribution of the authors:

Babochenko N.V. – scientific guidance;

Lyapichev D. N. – writing an article.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЯ УАЗ-19728 ДЛЯ РАБОТЫ НА СЖИЖЕННОМ ГАЗЕ

Руслан Рустамович Мингалимов¹, Марат Фанилевич Мусин²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹tia_sci_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

²ssaa-samara@mail.ru

Одним из радикальных средств решения проблемы экономичного и рационального использования топливно-энергетических ресурсов является создание эффективных конструкций газобаллонных автомобилей и широкое их внедрение на автомобильном транспорте. Сжиженный нефтяной газ является на данный момент наиболее простым способом снижения выбросов токсичных веществ. В статье представлена усовершенствованная газобаллонная аппаратура для работы сжиженным нефтяном газе.

Ключевые слова: газ, топливо, безопасность, редуктор, смеситель.

Для цитирования: Мингалимов Р.Р., Мусин М.Ф. Разработка системы питания автомобиля УАЗ-19728 для работы на сжиженном газе // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 68-71.

DEVELOPMENT OF THE UAZ-19728 CAR POWER SUPPLY SYSTEM FOR OPERATION ON LIQUEFIED GAS

Ruslan R. Mingalimov¹, Marat F. Musin²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ tia_sci_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

²ssaa-samara@mail.ru

One of the radical means of solving the problem of economical and rational use of fuel and energy resources is the creation of efficient designs of gas-cylinder cars and their widespread introduction in road transport. Liquefied petroleum gas is currently the easiest way to reduce emissions of toxic substances. The article presents an improved gas cylinder equipment for the operation of liquefied petroleum gas.

Keywords: gas, fuel, safety, gearbox, mixer.

For citation: Mingalimov R.R. & Musin M.F. (2022). Development of the UAZ-19728 car power supply system for operation on liquefied gas. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 68-71). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В России проблема перехода на газовое топливо, доступное по цене каждому автомобилисту, стала особо актуальна в последние годы в связи с ростом цен на бензин. К переходу на газовое топливо для автомобилей вызывает и окружающая среда, проблема загрязнения которой давно назрела. Для решения этой проблемы предлагают самые разные идеи. Одна из них - оборудовать все автомобили каталитическими нейтрализаторами отработавших газов. Однако эта идея не может быть реализована там, где применяется этилированный бензин, выводящий нейтрализаторы из строя [1].

На автомобилях работающих на газу устанавливают газобаллонную аппаратуру. Она может быть предназначена для работы двигателей на сжиженном нефтяном и компримированном природном газе. При переводе на газовое топливо базовые бензиновые двигатели и сами автомобили не требуют принципиального изменения конструкции, при этом они не утрачивают возможности работы на бензине. Использование комбинированной системы питания «газ плюс бензин» позволяет увеличивать примерно вдвое пробег автомобилей на одной заправке обеих топливных систем [2,3].

Целью данной разработки явилось принципиально новое расположение баллонов для компримированного газа на автомобиле УАЗ-19728-02. Обычно при переводе этого автомобиля на работу на сжиженном газе баллон располагают на полу передней части грузопассажирского отделения, рядом с двигателем. Такое расположение баллона, особенно большой емкости, неизбежно приводит к сокращению грузопассажирского пространства автомобиля, постоянному запаху одоранта газа в салоне, особенно в первые часы после заправки, нарушению требований технической эстетики в глазах пассажиров.

На автомобиль устанавливается два газовых баллона. Один из них, емкостью 65 литров, располагают на месте удаляемого большого топливного бака, другой, емкостью 50 литров, - на месте запасного колеса, перенесенного в заднюю часть автомобиля по аналогии с УАЗ-3151.

Оба баллона и запасное колесо закрепляются на раме автомобиля при помощи креплений, прочностной расчет которых приведен в данном разделе.

Газовую топливную аппаратуру можно установить на любой модели легковых автомобилей отечественного и импортного производства с карбюраторным или инжекторным двигателем, на малотоннажных автомобилях типа «Газель» и на грузовых автомобилях и автобусах с двигателем рабочим объемом не более 4,5 л. Подобные установки для автомобилей выпускают заводы в Рязани, Санкт-Петербурге, Новогрудке (Белоруссия), Перми, а также оборонные предприятия в плане конверсии. Причем продукция завода в Перми с большим успехом конкурирует с аналогичными изделиями производства Италии, Франции, Болгарии и ряда других стран [4].

Основным отличительным элементом газобаллонной аппаратуры производства различных заводов является двухступенчатый газовый редуктор низкого давления. Сжиженный газ под давлением примерно 1,6 МПа поступает в редуктор, где происходит снижение его давления до атмосферного. Порцию количества газа для работы на разных режимах двигателя контролируется редуктором. Когда осуществляется остановка двигателя редуктор автоматический прекращает подачу газа в смеситель.

В настоящее время в России широко распространены редукторы, работающие по двухступенчатой схеме, такие как редуктор-испаритель Новопрудского завода газовой аппаратуры, Рязанского завода автомобильной аппаратуры, Пермской Научно-производственной фирмы «Сага», итальянских фирм «Ловатто» и «Бедини». Все они имеют одинаковый принцип действия и отличаются только конструктивно.

В первой ступени редуктора осуществляется уменьшение давления до 0,05...0,1 МПа. В полости второй ступени сохраняется рабочее давление. В редукторе имеется полость называемый теплообменником, где циркулирует охлаждающая жидкость двигателя. Поступая горячая жидкость из системы охлаждения двигателя в теплообменник уменьшает тепловые потери при испарении газа и обеспечивает устойчивую работу редуктора при любых условиях работы.

Для дозировки выхода газа редуктор через вакуумную трубку и специальный штуцер соединяется с выпускным коллектором двигателя или с за дроссельным пространством карбюратора: разрежение в них управляет степенью открытия второй ступени редуктора. Специальное устройство обеспечивает устойчивую подачу газа через «протекающий» клапан второй ступени при частоте вращения холостого хода двигателя. Это устройство снабжено винтом, позволяющего изменять частоту вращения холостого хода. Регулировка жесткости пружины диафрагмы отвечают за подачу газа при остановке двигателя.

Наряду с двухступенчатым существуют трехступенчатые редукторы, например, редуктор итальянской фирмы «Тартарини».

Несмотря на трудности, сопутствующие эксплуатации данного редуктора в российских условиях (в частности, из-за ограниченного срока службы резинотехнических изделий и дороговизны их замены), у него очень много достоинств [4,5].

Схема газобаллонной аппаратуры Рязанского завода автомобильной аппаратуры приведена на рисунке 1.

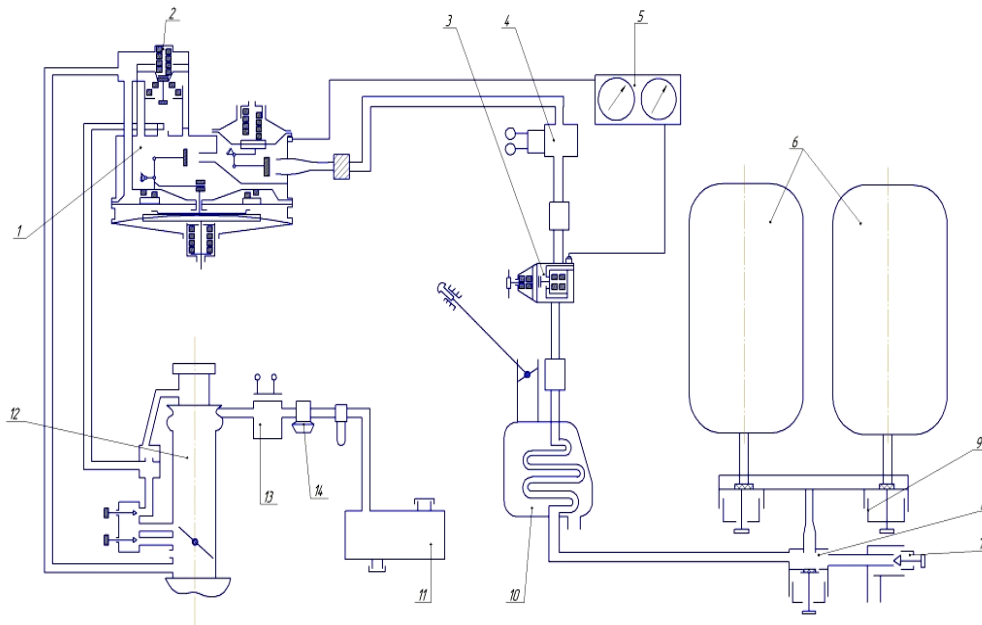


Рис. 1. Схема газобаллонной аппаратуры

1 – газовый редуктор низкого давления; 2 – дозирующее экономайзерное устройство; 3 – газовый редуктор; 4 – электромагнитный клапан-фильтр подачи газа; 5 – панель контрольных приборов; 6 – газовые баллоны; 7 – наполнительный вентиль; 8 – магистральный вентиль; 9 – баллонный вентиль; 10 – подогреватель газа; 11 – бензобак; 12 - карбюратор-смеситель; 13 – электромагнитный клапан – фильтр подачи бензина; 14 - бензонасос

Для перевода автомобиля УАЗ-19728-02 на работу на сжиженном нефтяном газе, используем газобаллонную аппаратуру производства Рязанского завода автомобильной аппаратуры, редуктор, который конструктивно прост и удобен в обслуживании, что помимо невысокой стоимости установки и затрат на ее техническое обслуживание, по сравнению с установками других производителей, компенсирует неудобства, связанные с частотой необходимости его регулировок.

Установка газобаллонного оборудования на автомобиль УАЗ-19728 газобаллонной системой питания, которая позволит значительно снизить затраты на топливо.

Список источников

1. Кеймаха Я.И., Парфеньтьева Ф.А. Перевод нефтяных двигателей на газобаллонное топливо. М. : Машгиз, 2006. 252 с.
2. Кузьмин В. А., Мингалимов Р.Р. Газобаллонное оборудование // Материалы 63-й студенческой научно-практической конференции инженерного факультета ФГБОУ ВО "Самарская государственная сельскохозяйственная академия" : сборник. Кинель : РИО СГСХА, 2018. С. 34 – 37.
3. Мингалимов, Р. Р., Мусин Р.М. Модернизация специализированного автомобиля КамАЗ-6520 разработкой газобаллонного оборудования // Инновационные достижения науки и техники АПК : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель : РИО СГСХА, 2018. С. 645 – 648.

4. Муталибов, А.А., Мурашов. О.Д. Устройство для регулирования подачи газа в газовый двигатель. Ташкент : Автомобильно-дорожный институт, 2001. 126 с.
5. Золотицкий, В. А. Новые газотопливные системы автомобилей / под науч. ред. С.Н. Погребного. М. : Издательский Дом Третий Рим, 2003. – 64 с.

References

1. Keimakha, Ya.I. & Parfentieva, F.A (2006). Transfer of oil engines to gas-cylinder fuel. Moscow: Mashgiz (in Russ.).
2. Kuzmin, V. A. & Mingalimov, R.R. (2018). Gas cylinder equipment. Materials of the 63rd Student scientific and Practical conference of the Faculty of Engineering of the Samara State Agricultural Academy : collection (pp. 34-37). Kinel : RIO SGSHA (in Russ.).
3. Mingalimov, R. R. & Musin, R.M. (2018). Modernization of a specialized KamAZ-6520 car by the development of gas-cylinder equipment. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex : a collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference (pp. 645-648). Kinel : RIO SGSHA (in Russ.).
4. Mutalibov, A.A. & Murashov, O.D. (2001). Device for regulating gas supply to a gas engine. Tashkent : Automobile and Road Institute (in Russ.).
5. Zolotitsky, V. A., Pogrebny S.N. (Eds.) (2003). New gas-fuel systems of cars. Moscow : Publishing House of the Third Rome (in Russ.).

Информация об авторах

Р.Р. Мингалимов – кандидат технических наук, доцент;
М.Ф. Мусин – студент.

Information about the authors

R.R. Mingalimov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
M.F. Musin – student.

Вклад авторов:

Мингалимов Р.Р. – научное руководство;
Мусин М.Ф. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Mingalimov R.R. – scientific guidance;
Musin M.F. – writing an article.

Тип статьи обзорная
УДК 629.1.02

ПОВЫШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ УАЗ-2206 МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ

Рамиль Магданович Мусин¹, Максим Юрьевич Мартынов²

^{1, 2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹tia_scaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7540-6086>

Главная проблема автотранспорта заключается в низкой производительности при движении по пересечённой местности. Это обусловлено малой скоростью движения, небольшой грузоподъёмностью и низкими качествами подвесной системы автомобиля. Для повышения производительности автотранспортного процесса нами предлагается в конструкцию подвески установить дополнительные подрессорники и амортизаторы. Это также позволит увеличить тягово-цепные и опорные свойства автомобиля УАЗ-2206.

Ключевые слова: тягово-сцепные свойства, проходимость, эксплуатация, подвеска, рессоры, шины низкого давления

Для цитирования: Мусин Р.М., Мартынов Ю.М. Повышение проходимости автомобиля УАЗ – 2206 модернизацией ходовой системы // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 71-74.

INCREASING THE CROSS - COUNTRY ABILITY OF THE UAZ-2206 CAR BY UPGRADING THE RUNNING SYSTEM

Ramil M. Musin¹, **Maxim Yu. Martynov**²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ tia_sci_ssaa@mail.ru , <https://orcid.org/0000-0002-7540-6086>

The main problem of motor transport is low productivity when driving over rough terrain. This is due to the low speed of movement, low load capacity and low qualities of the suspension system of the car. To increase the performance of the road transport process, we propose to install additional sprinklers and shock absorbers in the suspension structure. This will also increase the traction and support properties of the UAZ-2206 car.

Keywords: traction properties, patency, operation, suspension, springs, low-pressure tires

For citation: Musin, R.M. & Martynov, Yu.M. (2022). Increasing the cross-country ability of the UAZ – 2206 car by upgrading the running system. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 71-74). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Проблема обеспечения безопасности движения автомобильного транспорта по дорогам в условиях ограниченного сцепления колес с опорной поверхностью, в частности при движении в условиях гололеда является очень актуальной в настоящее время. Решается данная проблема различными средствами. Обычно для этих целей используют шипованную резину, оборудуют автомобили самоблокирующими дифференциалами, антиблокировочными и антипробуксовочными системами различных конструкций.

Для увеличения силы тяги и динамического фактора в трансмиссию автомобиля высокой проходимости вводят дополнительную коробку передач. Увеличить динамический фактор можно также снижением массы автомобиля, однако это связано с уменьшением массы перевозимого груза. Сцепной вес автомобиля можно повысить, увеличивая число ведущих колес или смещая центр тяжести в сторону ведущего моста. Для увеличения тягово-сцепных свойств автотранспортного средства по грязи и гололёду можно использовать арочные шины и уменьшить давление в колёсах.

При езде по грязи и гололёду тягово-сцепные свойства ограничиваются сцеплением с дорогой.

Существует ряд различных устройств, повышающие сцепные свойства. При усовершенствовании подвесной системы автотранспортного средства проведены расчёты пружин и оптимизированы показатели амортизатора [1,2].

Подвесная система автотранспортного средства уменьшает вибрацию всего автомобиля, включая и дополнительное оборудование.

При этом увеличивается устойчивость хода автотранспортного средства и его безопасная езда.

Подвесная система упруго соединяет конструкцию рамы с ведущими мостами, принимает вертикально направленные реакции и обеспечивает заданную плавность движения. Также подвеска воспринимает вертикальные и горизонтальные реакции и моменты. Эти

части уменьшают силовые реакции, воспринимая и передавая на кузов вертикальные реакции от поверхности, обеспечивая плавность движения автотранспортного средства [3].

Разработка данного подрессорника имеет следующие плюсы:

- рост массы перевозимого груза в 2 раза;
- рост времени эксплуатации самих рессор в 3 раза;
- снижение горизонтального наклона автотранспортного средства с грузом на поворотах и при езде по неровностям;
- при движении без груза жесткость задней подвесной системы не меняется;
- легкость монтажа и ремонта обеспечивают тех. обслуживание без специальных инструментов.

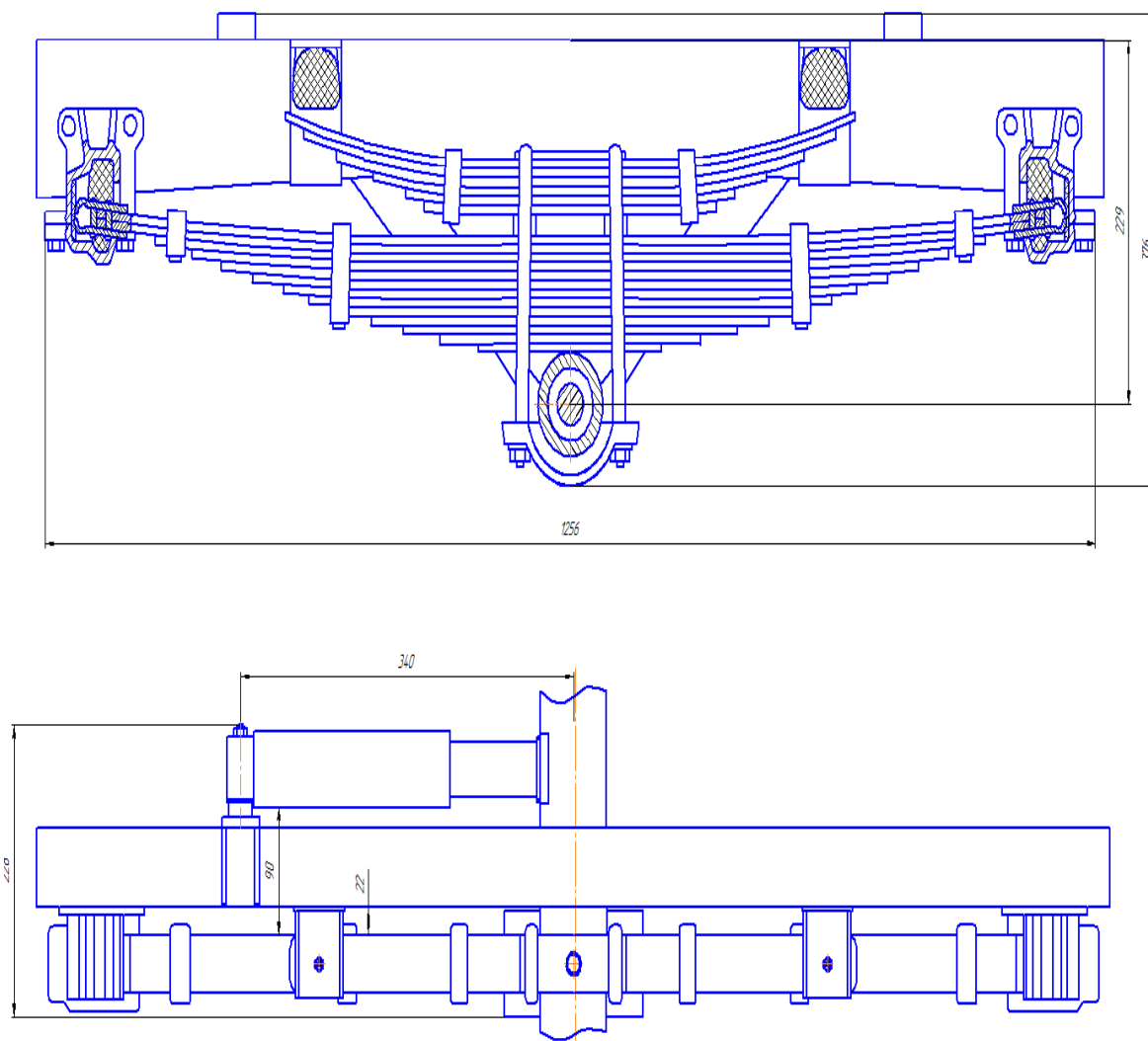


Рис. 1. Общий вид модернизированной подвески УАЗ-2206

Усовершенствованная подвесная система показана на рисунке 1.

Переустановка амортизирующих элементов изменяет следующие параметры автомобиля при езде:

- снижение вертикальных движений подвесной системы и рамы, отсутствуют горизонтальные раскачивания;
- при резком увеличении скорости движения на пересеченной местности снижается отрыв от поверхности;
- при интенсивном снижении скорости наблюдается уменьшение увода автомобиля от линии дороги;

- при движении по криволинейной траектории снижается отклонение в бок.

Внедрение этого подрессорника поднимет время эксплуатации подвесной системы и увеличивает грузооборот.

Рост времени эксплуатации подрессорника и амортизаторов происходит за счёт резкого снижения оптимального значения прогибающей величины листов подрессорника на пересечённой местности.

Из-за этого увеличивается прочность на усталость листов рессоры.

Грузовой парк производит доставку груза переменной массы. На автотранспортном предприятии мало специального транспорта и в следствие этого коэффициенты грузоподъёмностей автомобилей не большие.

Из-за больших колебаний автотранспортного средства увеличиваются затраты мощности ДВС. При росте затухающих колебаний снижается расход мощности ДВС при движении по пересечённой местности.

Рост затухающих колебаний снижает износ резины и увеличивается её время эксплуатации.

Рост амортизирующих качеств автотранспортного средства увеличивает скоростной режим на пересечённой местности.

Для роста массы перевозимого груза нужно в конструкцию вмонтировать подрессорник и модернизированный амортизатор.

Предлагаемая разработка модернизируемой подвески имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами повышения проходимости и может быть внедрена в автотранспортные предприятия для использования его на автомобилях малой грузоподъёмности.

Список источников

1. “УАЗ” Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту М. : Издательский дом Третий Рим, 2007. 144 с.
2. Лукошявичене О.В. Моделирование дорожно-транспортных происшествий. М. : Транспорт, 1988. 96 с.
3. Пархиловский И.Г. Автомобильные листовые рессоры : 2 изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1993. 271 с.

References

1. "UAZ" Manual for operation, maintenance and repair (2007). Moscow : Publishing House Tretiy Rim (in Russ.).
2. Lukoshevichene, O.V (1988). Modeling of road accidents. Moscow. : Transport (in Russ.).
3. Parkhilovsky, I.G. (1993). Automobile leaf springs. Moscow : Mashinostroenie (in Russ.).

Информация об авторах

Р.М.Мусин – кандидат технических наук, доцент;

М.Ю.Мартынов –студент.

Information about the authors

R.M. Musin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M.Yu. Martynov– student.

Вклад авторов:

Мусин Р.М. –научное руководство;

Мартынов М.Ю. –написание статьи.

Contribution of the authors:

Musin R.M. – scientific guidance;

Martynov M.Yu. – writing an article.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ДИЗЕЛЕЙ

Михаил Юрьевич Карпенко¹, Лейла Салимовна Курманова²

^{1,2} Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

¹lokoss1@mail.ru

²leyla_kurmanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7641-3889>

В статье приводится обзор анализ влияния низкотемпературных климатических условий на рабочие процессы дизеле. технического состояния транспортных энергетических установок. Приводятся меры по повышению надежности и срока службы дизелей.

Ключевые слова: дизель, рабочие процессы.

Для цитирования: Карпенко М. Ю., Курманова Л.С. Влияние низкотемпературных климатических условий на рабочие процессы дизелей // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 75-80.

THE INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE CLIMATIC CONDITIONS ON THE WORKING PROCESSES OF DIESEL ENGINES

Mihail Yu. Karpenko¹, Leyla S. Kurmanova²

^{1,2} Samara State University of Railway Transport, Samara, Russia

¹lokoss1@mail.ru

²leyla_kurmanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7641-3889>

The article provides an overview of the analysis of the influence of low-temperature climatic conditions on the working processes of diesel engines. technical condition of transport power plants. Measures to improve the reliability and service life of diesel engines are given.

Keywords: diesel, work processes.

For citation: Karpenko, M. Yu. & Kurmanova, L. S. (2022). The influence of low-temperature climatic conditions on the working processes of diesel engines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 75-80). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Эксплуатация дизеля в низкотемпературных климатических условиях имеет свою специфику. Прежде всего, обращает на себя внимание интенсификация процесса сгорания. На рис. 1 представлены индикаторные показатели дизеля с непосредственным впрыскиванием 6Ч10/18(Д6) при полных нагрузках для различных температур окружающей среды t_a . Как видно из индикаторных диаграмм (рис.1, а), чем ниже температура окружающей среды t_a , тем круче идет нарастание давления в процесс сгорания, и максимум давления достигается раньше относительно ВМТ [1]. В дизеле максимальное давление сгорания P_{max} и скорость его нарастания при температуре воздуха -40°C (233 К) принимают критические значения. В частности, в диапазоне температур воздуха от $+20$ до -40°C P_{max} возросло с 5,88 до 11 МПа, а величина $\frac{\Delta p}{\Delta \alpha}$ увеличилась с 1 до 2,95 МПа/град (рис. 1, в).

Длительная работа дизелей при отмеченных высоких значениях давления сгорания и скорости его нарастания нежелательна, так как в условиях эксплуатации она сопровождается интенсивным изнашиванием шатунно-поршневой группы, а в ряде случаев поломками поршневых колец.

В этом отношении лучше приспособлены дизели с разделенными камерами сгорания: предкамерные, вихрекамерные, с камерой в поршне. Несмотря на то, что и для указанных типов камер сгорания в отмеченном диапазоне температур давление сгораний также возрастает на 20 - 25 %, а скорость нарастания давления сгорания увеличивается почти в два раза, абсолютные их величины значительно ниже, чем у дизелей с непосредственным впрыскиванием.

Из сказанного можно заключить, что понижение t_a создает условия для более быстрого выгорания топлива в цилиндрах.

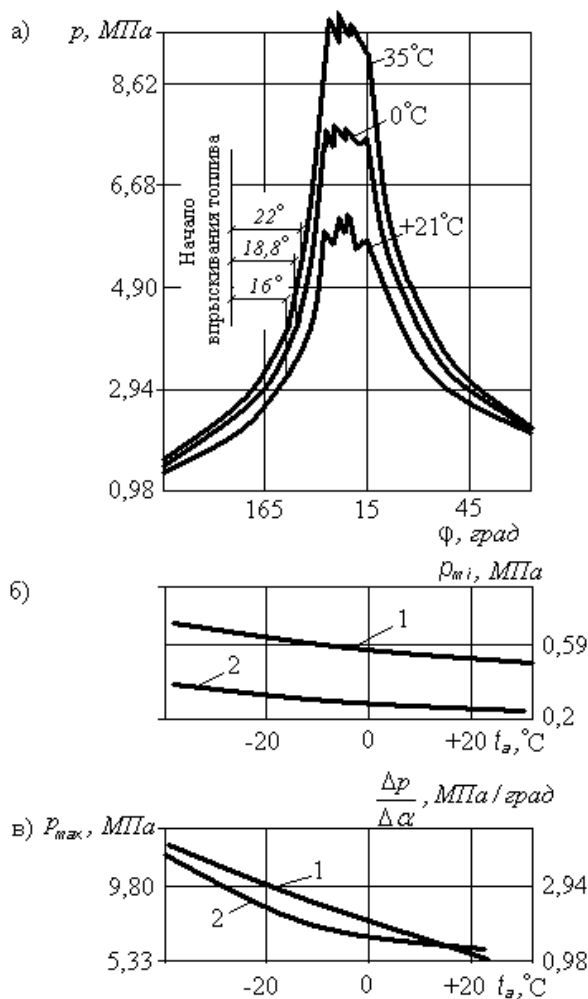


Рис. 1. Индикаторные показатели дизеля 6С 15/18: а - зависимость текущего давления в цилиндре двигателя p от температуры окружающего воздуха t_a и угла поворота коленчатого вала ϕ ; б - зависимость среднего индикаторного давления p_{mi} от температуры окружающего воздуха; в - зависимость максимального давления сгорания P_{max} и скорости его нарастания $\frac{\Delta p}{\Delta \alpha}$ от температуры окружающего воздуха: для б: 1 и 2 - 100 и 50 % нагрузки;

для в: 1 - P_{max} ; 2 - $\frac{\Delta p}{\Delta \alpha}$ [2].

Учитывая, что время реакции окисления существенно меньше времени турбулентного горения смеси, сдерживающим фактором скорости горения топлива является процесс перемешивания топлива и кислорода воздуха. Поэтому можно считать, что скорость распространения фронта пламени равна скорости центра масс турбулентного вихря. В услови-

ях эксплуатации отношение плотностей реагирующих потоков в диапазоне температур окружающей среды от +25 до -60°C меняется в пределах 1,2-3,2. Поэтому следует ожидать изменения скорости распространения пламени в широких пределах. Чем быстрее сгорает топливо в цилиндре, чем меньше промежуток времени, в течение которого горящие газы соприкасаются со стенками цилиндра, тем за более короткий промежуток времени поршень при движении к нижней мертвой точке проходит более короткий путь и освобождает меньшую поверхность для отвода теплоты от газов в стенки цилиндра. С достаточной точностью можно считать, что пропорционально сокращению утечек тепла в стенки цилиндра увеличится и индикаторная мощность (среднее индикаторное давление).

Другой проблемой является пуск дизеля при низких температурах. С понижением температуры увеличивается вязкость масла, возрастает сопротивление проворачиванию коленчатого вала, особенно в двух первых фазах процесса пуска. Относительно малая частота вращения вала, низкая температура стенок цилиндра приводят к повышению потерь теплоты рабочим телом в цилиндре, потерь заряда. Все это, да еще и низкая температура воздуха на впуске, обуславливают пониженные значения давления и температуры рабочего тела в цилиндре в конце процесса сжатия; в камере сгорания не создаются благоприятные условия для воспламенения топлива. Пуск двигателя в этих условиях затруднен. Положение усугубляется значительным ухудшением состояния аккумуляторных батарей при низких температурах - снижением их емкости, возрастанием внутренних сопротивлений, а следовательно, уменьшением крутящего момента, развиваемого электростартером, быстрой разрядкой батарей [2].

Меры, принимаемые для улучшения пусковых свойств дизелей, весьма разнообразны. К ним относятся повышение степени сжатия, соответствующий выбор камеры сгорания, установка свечей накаливания, оборудование дизеля системой предварительного прогрева масла в системе смазки и воздуха на впуске [3]. К примеру, введение в коллектор 5 см³ диэтилового эфира обеспечивает безотказный пуск дизеля 12Ч 15/18 при температуре минус 36°C. [2].

В ходе пуска дизеля целесообразно предусматривать увеличение угла опережения подачи топлива. Изменением фаз газораспределения (более раннего закрытия впускного клапана) возможны некоторое увеличение ϵ и повышение коэффициента наполнения η_v в начальный период пуска.

Все перечисленное позволяет облегчить пуск двигателей в нормальных условиях и с большей степенью вероятности обеспечить его при низких температурах окружающей среды.

Однако одним из отрицательных воздействий пуска, особенно из холодного состояния дизеля, является исключительно интенсивное изнашивание деталей. Последнее определяется рядом факторов, в частности, отсутствием нормальной смазки деталей КШМ, особенно в первых циклах пуска, относительно длительным периодом ее стабилизации, повышенными вязкостью масла и газовыми нагрузками, нарушением зазоров между сопряженными деталями в процессе прогрева дизеля. Характер изменения интенсивности изнашивания деталей $V_{ив}$ в ходе пуска показан на рис. 2.

Можно выделить три фазы: наиболее интенсивное изнашивание в начальный период пуска, когда масло еще не поступает к трущимся поверхностям; быстрое снижение интенсивности изнашивания в связи с все более интенсивным поступлением масла на поверхность; монотонное снижение интенсивности по мере прогрева дизеля, налаживания процесса смазки, стабилизации зазоров.

Опыт показывает [1-4], что изнашивание дизеля за один пуск равноценно работе его под нагрузкой в нормальных условиях в течение нескольких часов. Эксплуатационные износы, приходящиеся на процессы пуска - прогрева на холостом ходу при работе, например, трактора, составляют 26-30% летом и 45-65% в зимнее время при температуре окружающей среды от 10 до 30°C. При этом до 80% износа приходится, собственно, на пуск (с начала пуска дизеля до установления частоты вращения коленчатого вала, соответствующей холостому ходу) [2].

Аналогичное распределение изнашивания характерно и для других двигателей. При этом интенсивность изнашивания в большой степени зависит от исходной температуры пуска. При снижении температуры скорость и степень изнашивания существенно возрастают, что определяется как повышенными газовыми нагрузками, так и увеличением времени, необходимого для прогрева.

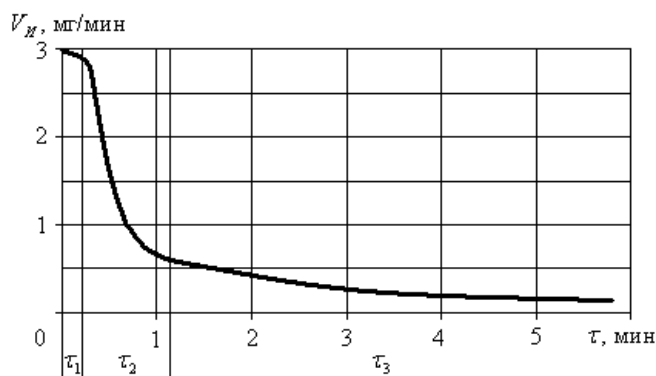


Рис. 2. Изменение интенсивности износа в процессе пуска [2]

На рис. 3 показан характер изменения показателей работы дизеля Д-6 (6Ч 15/18) в зависимости от температуры окружающей среды t_{cp} . Следует отметить, что понижение температуры топлива в связи с уменьшением $t_{ср}$ или $t_{охл}$ сопровождается заметным ростом цикловой подачи Δg_T . (на 1-1,5 и 1,5-2 % на каждые 10°C снижения $t_{ср}$ и $t_{охл}$ соответственно).

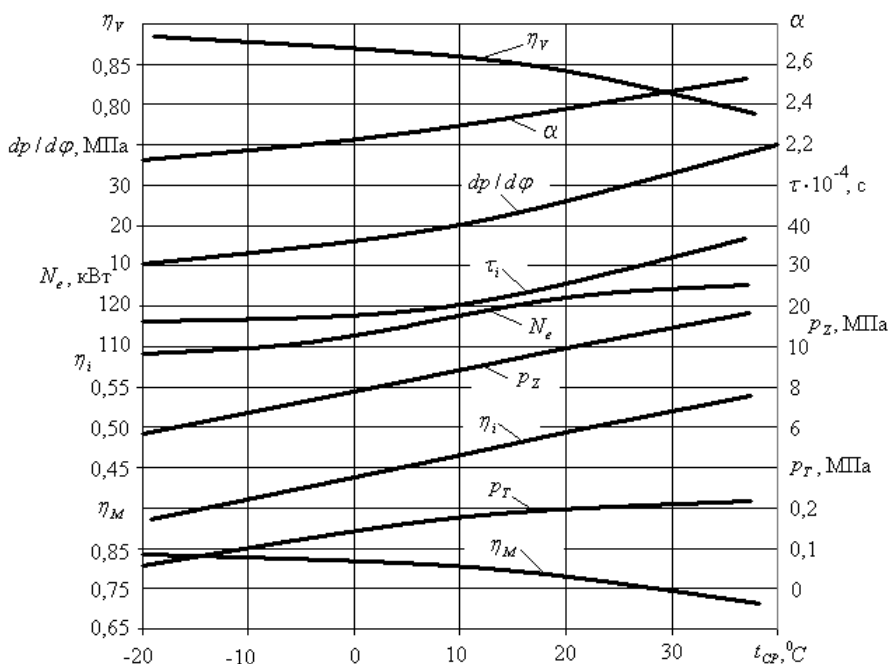


Рис. 3. Влияние температура t_{cp} окружающей среды на показатели рабочего процесса дизеля 6Ч 15/18 при закрепленной рейке топливного насоса [2]

Как видно из рис. 3, со снижением температуры окружающей среды с 20 до -40°C , несмотря на уменьшение (на 11,5 %) и рост цикловой подачи топлива (на 8 %), коэффициент избытка воздуха заметно (на 18 %) возрастает, что объясняется увеличением плотности воздуха и соответствующим ростом массы заряда, поступающего в цилиндры. Рост α с одновременным повышением цикловой подачи топлива определяет возрастание η_i (на 38 %) и в конечном счете среднего индикаторного давления. Понижение температуры в конце сжатия сопровождается существенным (в четыре раза) ростом жесткости рабочего процесса, в 2,4 раза большим оказывается максимальное давление сгорания. Повышенная вязкость смазки

приводит к росту среднего давления трения $p_{\text{ти}}$ и снижению механического КПД $\eta_{\text{м}}$ (на 18 %). В итоге с учетом указанных изменений показателей рабочего процесса эффективность его значительно возрастает (η_e и N_e увеличиваются на 13%).

Значительный рост потерь на трение, жесткости рабочего процесса, газовых нагрузок - все это обуславливает повышение интенсивности изнашивания основных деталей кривошипно-шатунного механизма.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что при пуске дизелей необходимо сокращать длительность первых фаз процесса, характеризующихся резкими изменениями показателей рабочего процесса и повышенными газовыми нагрузками, а также уменьшать период прогрева. Таким образом, в целях ускорения процесса пуска и прогрева дизеля, снижения расхода топлива за время пуска и уменьшения изнашивания деталей целесообразно осуществлять прогрев под нагрузкой по возможности близкой к номинальной. Также следует иметь в виду, что в процессе пуска с интенсивным прогревом деталей (прогревом под нагрузкой) могут возникать в них большие градиенты температур, а отсюда - увеличенные деформации и температурные напряжения. Это может послужить причиной снижения надежности и срока службы дизелей, особенно высокофорсированных. Температурные градиенты и вызванные ими деформации и напряжения могут явиться ограничивающими факторами при выборе наиболее рационального режима прогрева. Следовательно, при окончательном решении этого вопроса необходимо опираться на результаты расчетного анализа или экспериментального исследования.

Список источников

1. Петухов С. А. Лазарев В. Е., Асабин В. В. [и др.]. Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография. Самара : Самарский государственный университет путей сообщения, 2020. 138 с.

2. Костин А.К. Пугачев Б.П., Кочнев Ю.Ю. Работа дизелей в условиях эксплуатации: справочник. Л.: Машиностроение. 1989, 284с.

3. Петухов, С. А. Совершенствование режимов запуска тепловозных дизелей / С. А. Петухов // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : материалы 2-й Международной научно-практической конференции, Самара, 07–08 декабря 2005 года. Самара: СамГАПС, 2006. С. 242-243.

4. Петухов, С. А. Влияние переходных и неустановившихся режимов на изнашивание деталей тепловозного дизеля / С. А. Петухов, Л. С. Курманова, Д. С. Чинченко // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава : Материалы V всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 14 ноября 2019 года. Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2019. С. 346-351.

References

1. Petukhov, S. A., Lazarev, V. E., Asabin V. V. &[and others] (2020). *Resource conservation and energy efficiency diesel engines*. Samara: Samara state University of railway transport (in Russ.).

2. Kostin, A.K., Pugachev, B.P. & Kochnev, Yu.Yu. (1989). *The work of diesel engines in operating conditions*. Leningrad: Machinostroenie (in Russ.).

3. Petukhov, S. A. (2006). Improvement of trigger modes diesel diesel. Actual problems of development of railway transport '06: proceedings of the 2nd International scientific-practical conference, Samara, 07-08 Dec 2005 (pp. 242–243). Samara: Sam GAPS (in Russ.).

4. Petukhov, S. A., Kurmanova L. S. & Chinchenko, D. S. (2019). The influence of transient and unsteady modes on the wear of diesel locomotive parts. Technological maintenance of repair and improvement of dynamic qualities of railway rolling stock '19: materials of the V All-Russian Scientific and Technical Conference with international participation, Omsk, November 14, 2019 (pp. 346–351). Omsk: Omsk State University of Railway Transport (in Russ.).

Информация об авторах

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

М.Ю. Карпенко—студент.

Information about the authors

L. S. Kurmanova - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. Yu. Karpenko— student.

Вклад авторов:

Курманова Л. С. – научное руководство;

Карпенко М.Ю. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Kurmanova L. S. –scientific guidance;

Karpenko M.Yu. –writing an article.

Обзорная статья

УДК 621.436

УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПУТЕМ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА

Лейла Салимовна Курманова¹, Владимир Андреевич Иванов²

^{1,2}Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

¹leyla_kurmanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7641-3889>

²vladimirivanov1673@mail.ru

В статье приводится обзор по экологическому воздействию выбросов загрязняющих веществ транспортных энергетических установок. Рассмотрены методы и средства уменьшения загрязняющих веществ транспортными энергетическими установками. Выполнена сравнительная оценка мероприятий по снижению вредных выбросов от транспортных энергетических установок. Разработано устройство для очистки отработавших газов от оксидов азота.

Ключевые слова: энергетическая установка, вредные выбросы, оксиды азота.

Для цитирования: Курманова Л.С., Иванов В. А. Уменьшение вредных выбросов транспортными энергетическими установками путем нейтрализации оксидов азота // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 80-84.

REDUCTION OF HARMFUL EMISSIONS OF TRANSPORT POWER PLANTS BY NEUTRALIZATION NITROGEN OXIDES

Leyla S. Kurmanova², Vladimir A. Ivanov²

^{1,2} Samara State University of Railway Transport, Samara, Russia

¹leyla_kurmanova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7641-3889>

²vladimirivanov1673@mail.ru

The article provides an overview of the environmental impact of emissions of pollutants from transport power plants. Methods and means of reducing pollutants by transport power plants are considered. A comparative assessment of measures to reduce harmful emissions from transport power plants has been carried out. A device for cleaning exhaust gases from nitrogen oxides has been developed.

Keywords: power plant, harmful emissions, nitrogen oxides.

For citation: Kurmanova, L. S. & Ivanov, V. A. (2022). Reduction of harmful emissions of transport power plants by neutralization nitrogen oxides. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 80-84). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Одной из проблем индустриально развитых стран является антропогенное воздействие отработавших газов двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду. Важность решения задач защиты атмосферы от вредных выбросов двигателей внутреннего сгорания определяется тем, что загрязнения от транспортных средств составляют наиболее существенную долю [1].

Отработавшие газы транспортных дизелей представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей и дисперсных твердых частиц. Всего в отработавших газах (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) содержится около 280 компонентов, среди которых можно выделить содержащиеся в воздушном заряде азот N_2 и кислород O_2 , продукты полного сгорания (диоксид углерода CO_2 и водяной пар H_2O), вещества, образующиеся в результате термического синтеза из воздуха при высоких температурах (оксиды азота NO_x), продукты неполного сгорания (монооксид углерода CO , углеводороды CH_x , дисперсные твердые частицы, основными компонентами которых является сажа), а также оксиды серы, альдегиды, продукты конденсации и полимеризации.

Кроме продуктов сгорания топлива в ОГ дизелей присутствуют продукты сгорания смазочного масла и вещества, образующиеся из присадок к топливу и маслу. В незначительных количествах (1-2%) ОГ содержат водород H_2 и инертные газы [2].

Около 90-95% от общей массы токсичных компонентов ОГ приходится на долю пяти основных компонентов NO_x , CO , CH_x , альдегидов, диоксида серы. Нормируемыми токсичными компонентами ОГ дизелей в соответствии с современными нормативными документами являются NO_x , CO , CH_x , и твердые частицы [3].

Наиболее значимыми газообразными токсичными компонентами ОГ у дизелей вне зависимости от их типа, класса, размерности и конструктивных особенностей являются оксиды азота NO_x , в связи с большим расходом воздуха (высокий α) и выхлопных газов. Они образуются в камере сгорания дизеля путем окисления азота воздуха из азотосодержащих молекул топлива.

Особую опасность для атмосферы представляют оксиды азота, главным образом монооксиды и диоксиды, содержащиеся в отработавших газах в количестве 0,02-0,5% по объему или 0,04-1,02 г/м³ по массе.

В мировой практике современного двигателестроения накоплен большой опыт по созданию малотоксичных ДВС и систем обезвреживания ОГ [1,2].

Задача снижения выбросов вредных веществ от транспортных энергетических установок может быть решена только комплексом мероприятий, направленных на совершенствование конструкции дизеля – в двигателестроении, разработку системы технического обслуживания и ремонта – в эксплуатации, повышение качества дизельного топлива и масла, создание многофункциональных присадок к топливу (таблица).

Одним из наиболее перспективных методов снижения токсичности ОГ транспортных дизелей является метод некаталитического восстановления NO_x аммиаком, который нашел применение в снижении токсичности промышленных выбросов при сжигании топлива.

Таблица

Мероприятия по снижению вредных выбросов от транспортных энергетических установок

| Наименование | Достоинства | Недостатки |
|---|---|---|
| Замена старых двигателей | Легкая реализуемость, малые эксплуатационные расходы | Слишком большие инвестиции, ограниченные возможности |
| Модернизация двигателей | Малые эксплуатационные расходы | Большие затраты, ограниченная реализуемость |
| Совершенствование конструкции двигателей, создание систем денитрификации ОГ | Относительно небольшие затраты, большие возможности снижения вредных выбросов | Ограниченные средства, неочевидная реализуемость, повышенные эксплуатационные расходы |
| Применение биотоплива (рапсовое масло, эфиры) | Относительно легкая реализуемость | Незначительное снижение выбросов, повышенные эксплуатационные расходы |
| Переоборудование на природный газ | Большие возможности для снижения содержания вредных веществ в выбросах | Незначительное снижение выбросов, повышенные эксплуатационные расходы |
| Создание гибридных двигателей | Большой потенциал снижения вредных выбросов | Слишком большие затраты, необходимость долгосрочного планирования |

Для реализации данного метода разработано устройство для очистки ОГ от оксидов азота [4]. Техническим результатом разработанного устройства является повышение эффективности очистки газообразных продуктов сгорания от оксидов азота, путем улучшения распределения аммиака по сечению газотока и ослабления влияния на эффективность очистки топлива. Устройство для очистки газообразных продуктов селективным некаталитическим восстановлением сгорания от оксидов азота содержит в поперечном сечении газотока раздающие трубы с выходными отверстиями, которые подключены к источникам греющего водяного пара и аммиачной воды, выходные отверстия расположены вдоль передней, по отношению к потоку продуктов сгорания, образующей каждой трубы, оси выходных отверстий параллельны боковым стенкам газотока и перед каждой раздающей трубой предусмотрена вставка в виде сопла Лавала для подачи пара, а в расширяющейся части сопла за его узким сечением выполнены отверстия для подачи аммиачной воды, по образующей в каждой раздающей трубе в расширяющейся части сопла за узким сечением выполнены сквозные радиальные отверстия, которые чередуются со сквозными тангенциальными отверстиями и расположены в несколько поясов, а в соседних поясах каждой раздающей трубы тангенциальные отверстия выполнены противоположно направленными.

Новизна данного изобретения определяется тем, что в раздающих трубах отверстия выполнены в несколько поясов и с применением сквозных радиальных и тангенциальных противоположно направленных отверстий что происходит наиболее эффективное смешение аммиака с водяным паром, тем самым увеличивается плотность смеси, а изменяя давление и плотность смеси в раздающих трубах можно изменять их дальность в широких пределах, коэффициент теплоотдачи при течении влажного пара в раздающих трубах существенно выше, чем при течении перегретого пара при существенно меньшей массовой скорости.

Устройство для очистки газообразных продуктов сгорания от оксидов азота содержит установленные в поперечном сечении газотока 1 раздающие пароаммиачную смесь трубы 2 с расположенными на передней по отношению к движению газового потока стенке каждой трубы 2 выходными отверстиями 3. Раздающие трубы 2 с помощью парового коллектора 4 подключены через паропровод 5 с запорным органом 6 к источнику горячего водяного пара и через водяной коллектор 7 и насос-дозатор 14 - к источнику аммиачной воды. Оси выходных отверстий 3 ориентированы параллельно боковым стенкам 9 газотока 1. Перед каждой раздающей трубой 2 между последней и штуцером 10 парового коллектора предусмотрена вставка 11 в виде сопла 8 Лавала для подачи пара, а в расширяющейся части 12 сопла 8 за его узким сечением выполнены сквозные отверстия и тангенциальные отверстия с углом

близким к 90° - 13 которые чередуются для подачи аммиачной воды из окружающей вставку 8 распределительной камеры 11, к которой подключен трубопровод 13, соединенный с насосом-дозатором 11 подачи аммиачной воды.

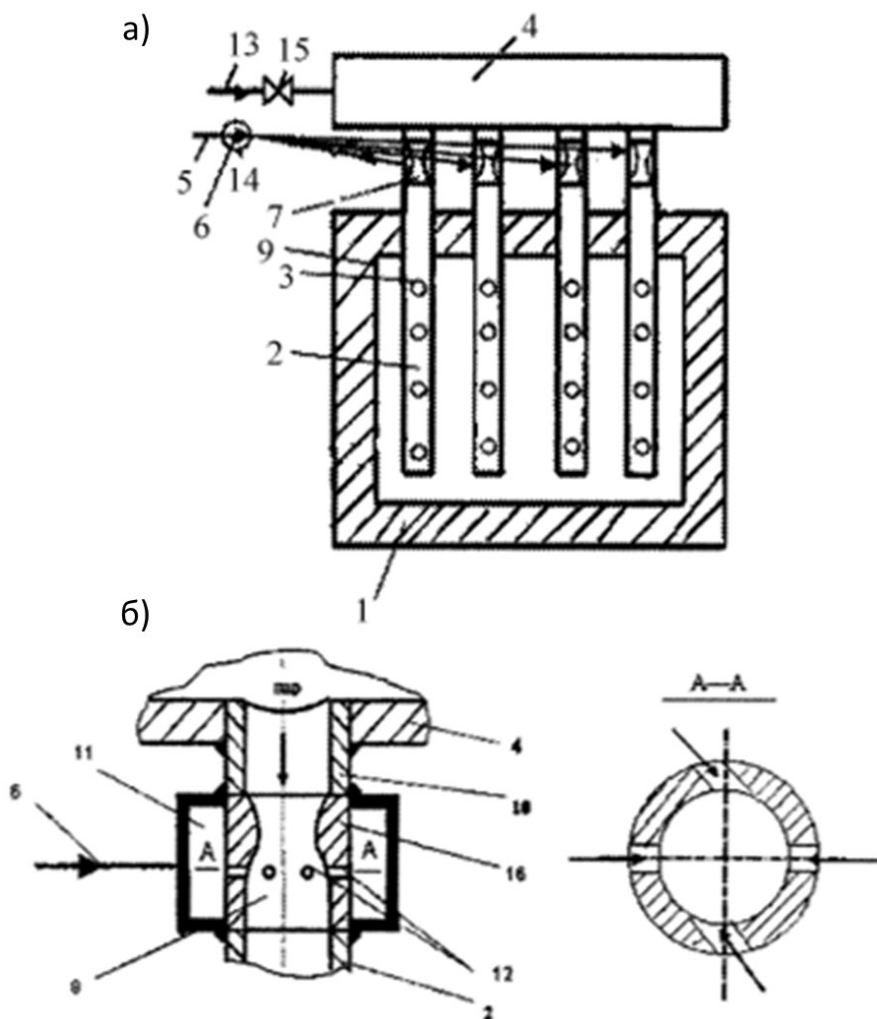


Рис. 1. Принципиальная схема устройства очистки ОГ от окислов азота (а),
схема вставки сопла для подачи пара (б);

1-газоход, 2-раздающие трубы, 3-выходные отверстия, 4-паровой коллектор, 5-паропровод, 6-запорный орган, 7-водяной коллектор, 8-вставка сопла, 9-боковые стенки, 10-штуцер, 11-вставка, 12-вставка в виде сопла в расширяющейся части сопла, 13-трубопровод, 14-насос дозатора, 15-запорный клапан, 16-вставки

Перед пуском устройства в паропровод 5 подают греющий пар, а в водяной коллектор 7 - аммиачную воду. Образующаяся в сопле 8 Лавалея вставки 11 смесь влажного пара с аммиаком распределяется по раздающим трубам 2, охлаждает их и через отверстия 3 в трубах вытекает в виде встречных струй в набегающий поток продуктов сгорания.

Предлагаемое техническое решение обеспечивает экологичность, за счет снижения концентрации окиси азота, которое обеспечивает смешение аммиака с водяным паром и смешение этой смеси с продуктами сгорания.

Список источников

1. Носырев Д.Я., Скачкова Е.А., Росляков А.Д. Выбросы загрязняющих веществ тепловозными дизелями в условиях эксплуатации: учебное пособие для студентов специальности 150700 – Локомотивы. Самара: СамГАПС, 2003. 102 с.
2. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. 2-е изд, перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002. 376 с.

3. Петухов С. А., Лазарев В. Е., Асабин В. В. [и др.]. Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей : монография. Самара : Самарский государственный университет путей сообщения, 2020. 138 с.

4. Патент на полезную модель № 59439 U1 Российская Федерация, МПК В01D 53/56. Устройство для очистки дымовых газов от окислов азота NO_x : № 2006129114/22 : заявл. 10.08.2006 :опубл. 27.12.2006 / Д. Я. Носырев, С. А. Петухов; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Самарская государственная академия путей сообщения" (СамГАПС).

References

1. Nosyrev, D.Ya., Skachkova, E.A. &Roslyakov A.D. (2003). Emissions of pollutants by diesel locomotives under operating conditions. Samara: SamGAPS (in Russ).

2. Markov, V.A., Bashirov, R.M. &Gabitov I.I. (2002). Toxicity of diesel exhaust gases. Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University (in Russ).

3. Petukhov, S. A. Lazarev, V. E., Asabin, V. V. &[and others] (2020). Resource conservation and energy efficiency diesel engines. Samara : Samara state University of railway transport (in Russ).

4. Utility model patent No. 59439 U1 Russian Federation, IPC B01D 53/56. Device for cleaning flue gases from nitrogen oxides NO_x : No. 2006129114/22 : application 10.08.2006 : publ. 27.12.2006 / D. Ya. Nosyrev, S. A. Petukhov; applicant State Educational Institution of Higher Professional Education "Samara State Academy of Railways" (SamGAPS) (in Russ.).

Информация об авторах

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

В.А. Иванов–студент.

Information about the authors

L. S. Kurmanova – scientific guidance;

V. A. Ivanov – student.

Вклад авторов:

Курманова Л. С. – научное руководство;

Иванов В.А. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Kurmanova L. S. – scientific guidance;

Ivanov V. A. – writing an article.

ВИДЫ ПОЛЕВЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКЕ

Агеев Петр Сергеевич¹, Ракова Анна Юрьевна²

^{1, 2}Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Ульяновск, Россия.

¹ ageev_petr@mail.ru

²anna.rakova.2000@mail.ru

В мировом и отечественном земледелии полевые культуры обладают ведущим значением, занимая большее количество площадей в сельском хозяйстве и дающие основную продукцию для человека и животных. В сельском хозяйстве возделывают около 90 видов основных полевых культур. Классифицируют их по биологическим особенностям, технологии выращивания, использованию урожая и производственному назначению. По последнему признаку полевые культуры разбивают на четыре большие группы, которые делятся на подгруппы. В данной работе приведена классификация полевых сельскохозяйственных культур, а также проанализированы требования к их послеуборочной обработке.

Ключевые слова: полеводство, полевые культуры, послеуборочная обработка, растениеводство, сельское хозяйство.

Для цитирования: Агеев П.С., Ракова А.Ю. Виды полевых культур и требования к их послеуборочной обработке // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 85-88.

TYPES OF FIELD CROPS AND REQUIREMENTS FOR THEIR POST-HARVEST PROCESSING

Piotr S. Ageev¹, Anna Yu. Rakova²

^{1, 2} Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia.

¹ ageev_petr@mail.ru

²anna.rakova.2000@mail.ru

In world and domestic agriculture, field crops are of leading importance, occupying a larger number of areas in agriculture and providing the main products for humans and animals. About 90 types of the main field crops are cultivated in agriculture. They are classified according to biological characteristics, cultivation technology, crop use and production purpose. According to the latter feature, field crops are divided into four large groups, which are divided into subgroups. In this paper, the classification of field crops is given, as well as the requirements for their post-harvest processing are analyzed.

Keywords: field cultivation, field crops, post-harvest processing, crop production, agriculture.

For citation: Ageev, P.S. & Rakova, A.Yu. (2022). Types of field crops and requirements for their post-harvest processing. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 85-88). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Одной из основных отраслей растениеводства является полеводство, включающее в себя производство в основном однолетних культур и подразделяющееся на зерновые, технические, кормовые и бахчевые культуры (рис. 1).

Термин «полеводство» впервые начал употребляться в XIX веке благодаря утверждению и упорядочиванию системы сельскохозяйственных терминов.

Исторически сложилось, что важными полевыми культурами являлись зерновые (хлебные и зернобобовые) и лён. Позже своё распространение получил картофель и некоторые сорта технических культур (сахарная свёкла и подсолнечник). По сей день к наиболее важным относятся около 90 видов полевых с/х культур.

По данным Росстата, посевная площадь в 2021 году составила 79,9 млн гектаров. На текущий год прогнозируют засеять уже 81,2 млн. га. В частности, расширяют посевы таких полевых культур как яровые зерновые, сахарная свекла, гречиха, картофель [2]. Статистические данные собранного урожая полевых с/х культур на конец 2021 года [2] представлены на диаграмме ниже (рисунок 2).



Рис. 1. Классификация полевых культур [1]

Таким образом, исходя из данных диаграммы, можно сказать, что большинство площадей в 2021 году было занято зерном, пшеницей и сахарной свеклой. Это наиболее распространённые полевые культуры в нашей стране.

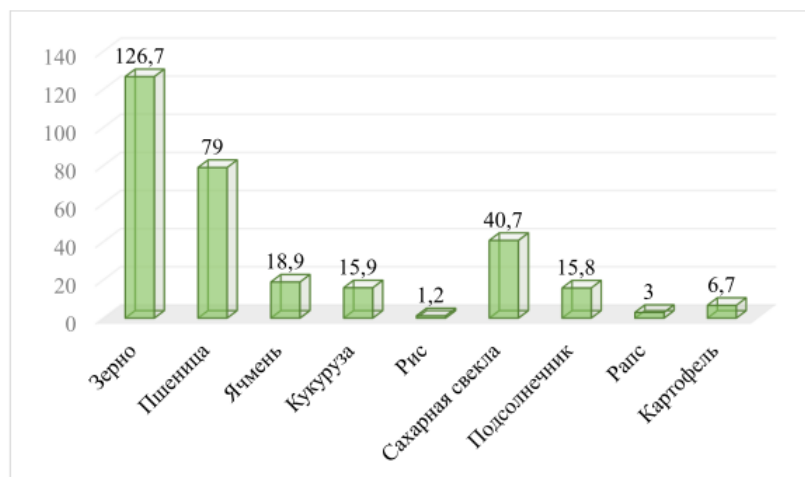


Рис. 2 Статистика собранного урожая полевых культур за 2021 год (в млн. тонн)

Длительная сохранность и качество полевых культур достигается благодаря грамотной послеуборочной обработке, включающей в себя целый комплекс взаимосвязанных между собой операций. Послеуборочная обработка должна проводиться вовремя, с минимальными затратами и обеспечивать высокое качество. Только в таком случае она позволит сократить потери и получить максимальный экономический эффект от произведённой продукции.

По приведённой выше статистике (см. рисунок 2), видно, что зерно занимает главное место в хозяйственной деятельности человека, так как является основным продуктом питания, сырьём большинства отраслей промышленности, а также кормом для с/х животных. Именно поэтому важно правильно провести послеуборочную обработку зерна, которая включает в себя достаточно трудоёмкие процессы.

Технология послеуборочной обработки зерна проходит в несколько стадий (см. рис. 3).

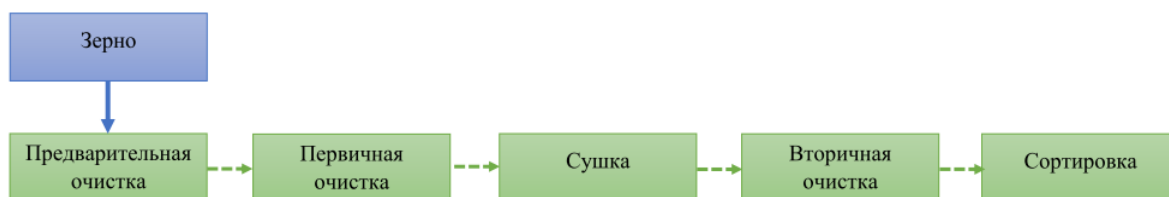


Рис.3. Этапы послеуборочной обработки зерна

Результатом всех вышеперечисленных операций является более длительное сохранение зерна и увеличение его качества.

До начала уборочных работ подготавливают зерносклады, проверяя работу и комплектность техники, освобождая склад от остатков зерна, проводят дезинфекцию и составляя план размещения нового урожая [3].

При размещении зерна на складе учитывают его состояние и технологические показатели, особое внимание обращая на засорённость и влажность. Если последние показатели больше допустимого значения, то зерно отделяют и направляют на очистку.

Предварительная очистка необходима в случае сильного засорения зерна (< 15 %), увеличенной влажности, а также перед сушкой [3]. На первичную очистку, в ходе которой выделяется основная фракция, идёт всё свежесобранное зерно. Цель вторичной очистки – довести зерно до установленных для определённой культуры норм чистоты.

Качественный процесс уменьшения влажности зерна, а также его термического обеззараживания, называется сушкой, при которой обеспечивается длительность хранения и поддержание качества. Данная процедура обязательно контролируется датчиками, потому что даже незначительное увеличение температуры способно повредить зерновую массу.

Сушка проводится при помощи зерносушилки, в которой посредством сжигания топлива тепловая энергия передаётся к зерну, сокращая его влажность.

Все зерносушилки могут работать разными способами, но наиболее распространённый на сегодняшний день – конвективный. В этом случае зерновая масса обрабатывается нагретым воздушным потоком, благодаря чему зерно теряет излишки влаги. Удаление увлажнённого воздуха из сушилки происходит с помощью вентиляторов в отведённых для этого местах [4].

Зерно, в случаях, когда его реализация планируется через определённый промежуток времени, должно храниться надлежащим образом. Для этих целей предусмотрено использование специально оборудованных и подготовленных хранилищ. При размещении в них зерна важно учесть его тип, подтип, сорт, процент влажности и засорённости, а также технологические свойства.

В хранилищах должна быть организована система наблюдения за показателями зерна, позволяющая вовремя предотвратить развитие порчи зерновой массы.

Заканчивая общие выводы, следует отметить, что полевые культуры занимают большую площадь и дают основную продукцию. Все виды полевых культур подразделяются по

разным признакам на группы и подгруппы. Кроме этого, каждая культура требует выполнения определённых операций послеуборочной обработки. Статистические данные, приведённый в работе, показывают, что большую часть площадей сельского хозяйства занимают зерно, пшеница и сахарная свекла. Ниже по рейтингу находятся ячмень, кукуруза, подсолнечник и картофель. В конце 2022 года статистика должна существенно измениться, так как планируют увеличивать посевы яровых зерновых, сахарной свеклы и картофеля.

Список источников

1. Классификация полевых культур [Электронный ресурс]. URL: <https://ogorodstvo.com/rasteniyevodstvo/-obshchiye-svedeniya-o-rasteniyevodstve/klassifikaciya-polevyx-kultur.html> (дата обращения: 13.03.2022).
2. Минсельхоз: посевные площади в 2022 году увеличатся. Рост может составить 1,3 млн гектаров [Электронный ресурс]. URL: <https://www.zol.ru/n/34d78> (дата обращения: 13.03.2022).
3. Технология послеуборочной обработки и сушки зерна. Главный журнал по вопросам агробизнеса [Электронный ресурс]. URL: <https://propozitsiya.com/tehnologiya-pislyazbiralnoyi-obrobki-ta-sushinnya-zerna> (дата обращения: 13.03.2022).
4. Бражевский В.В., Жеребцов Б.В., Кизуров А.С. Анализ зерносушилок // Современная техника и технологии. 2017. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://technology.snauka.ru/2017/04/12978> (дата обращения: 13.03.2022).

References

1. Classification of field crops. Retrieved from <https://ogorodstvo.com/rasteniyevodstvo/-obshchiye-svedeniya-o-rasteniyevodstve/klassifikaciya-polevyx-kultur.html> (in Russ.).
2. Ministry of Agriculture: acreage will increase in 2022. The growth may amount to 1.3 million hectares. Retrieved from <https://www.zol.ru/n/34d78> (in Russ.).
3. Technology of post-harvest processing and drying of grain. The main journal on agribusiness issues. Retrieved from <https://propozitsiya.com/tehnologiya-pislyazbiralnoyi-obrobki-ta-sushinnya-zerna> (in Russ.).
4. Brazhevsky, V.V., Zherebtsov B.V. & Kizurov A.S. (2017). Analysis of grain dryers // Modern technique and technologies, 4. Retrieved from <https://technology.snauka.ru/2017/04/12978> (in Russ.).

Информация об авторах:

П.С. Агеев – кандидат технических наук, старший преподаватель;
А.Ю. Ракова – студент.

Information about the authors:

P.S. Ageev – Candidate of Technical Sciences, senior lecturer;
A.Yu. Rakova – student.

Вклад авторов:

Агеев П.С. – научное руководство;
Ракова А.Ю. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Ageev P.S. – scientific guidance;
Rakova A.Yu. – writing an article.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В ОБЛАСТИ ПРАВА НА РЕМОНТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В США

Рахматуллин Самат Султанович¹, Никонорова Лиля Михайловна²

^{1, 2}Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

¹samatrakhmatullin@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4944-7394>

²pochtakgeu@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-9078-1677>

В данной работе, основанной на анализе зарубежных источников, предпринимается попытка рассмотрения актуальных вопросов в правовой сфере, связанных с ремонтом сельскохозяйственной техники, с целью представления научному сообществу текущего положения дел в обозначенном контексте в Соединенных Штатах Америки.

Ключевые слова: современные тенденции, правовые вопросы, ремонт, сельхозтехника, США.

Для цитирования: Рахматуллин С. С., Никонорова Л. М. Актуальные вопросы в области права на ремонт сельскохозяйственной техники в США // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 89-92.

CURRENT ISSUES IN THE RIGHT TO REPAIR AGRICULTURAL EQUIPMENT IN THE U.S.A.

Samat S. Rakhmatullin ¹, Lilya M. Nikonorova ²

^{1, 2}Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

¹samatrakhmatullin@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4944-7394>

²pochtakgeu@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-9078-1677>

This paper, based on an analysis of foreign sources, attempts to examine current issues in the legal sphere related to the repair of agricultural machinery, in order to present to the scientific community the current state of affairs in this context in the United States of America.

Keywords: current trends, legal issues, repairs, farm machinery, U.S.

For citation: Rakhmatullin, S. S. & Nikonorova, L. M. (2022). Current issues in the right to repair agricultural equipment in the U.S.A. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 89-92). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Подписанный недавно президентом Байденом указ призвал Федеральную торговую комиссию (ФТК) ограничить антиконкурентную практику как способ содействия экономическому росту в Соединенных Штатах Америки. Согласно информационному бюллетеню Белого дома, в указ была включена рекомендация ФТК облегчить и удешевить для потребителей ремонт принадлежащих им предметов путем ограничения возможности производителей запрещать самостоятельный ремонт техники, находящейся в собственности покупателей [1, 2].

Несмотря на то, что право на ремонт затрагивает многие продукты, сельскохозяйственные рынки, как отмечается, становятся все более концентрированными и менее конкурентоспособными, что означает, что фермеры и владельцы ранчо вынуждены платить больше за ремонт. Использование производителями оборудования запатентованных инструментов для

ремонта, программного обеспечения и диагностики не позволяет фермерам самостоятельно ремонтировать свою технику, говорится в информационном бюллетене Белого дома. Это вынуждает их платить дилерские цены за ремонт, который другие люди или сторонние ремонтные мастерские могли бы выполнить гораздо дешевле.

ФТК единогласно проголосовала за принятие этого приказа и за усиление правоприменительной деятельности против ограничений на ремонт. Комиссия заявила, что будет бороться с ограничениями на ремонт, нарушающими антимонопольное законодательство или запреты Закона ФТК на нечестные или обманные действия, или практику [2]. «Подобные ограничения могут значительно повысить расходы потребителей, подавить инновации, закрыть возможности для бизнеса независимых ремонтных мастерских, создать ненужные электронные отходы, задержать своевременный ремонт и подорвать устойчивость», – сообщила Лина М. Хан, председатель ФТК.

Здесь нельзя не упомянуть, что в ноябре компания Apple, которая является одним из основных участников движения за право на ремонт, объявила о новой программе самостоятельного ремонта, которая позволяет клиентам приобретать оригинальные детали и инструменты для починки своих телефонов, планшетов и компьютеров через интернет-магазин Apple Self Service Repair Online Store. Поскольку Apple жестко контролирует клиентов в их выборе и разрешает приобретать только оригинальные детали, можно сказать, что такая политика все еще далека от настоящей поддержки права на ремонт для граждан Америки [3].

Что касается самих компаний, то в данной работе следует отметить Ассоциацию производителей оборудования (АПО) – базирующуюся в Северной Америке международную торговую группу, представляющую интересы более 1 000 производителей и поставщиков внедорожного оборудования в сельскохозяйственной и строительной отраслях.

«Производители оборудования всегда поддерживали право фермеров на безопасное обслуживание, диагностику и ремонт своей техники. Именно поэтому мы по-прежнему стремимся помочь последним сократить время простоя и максимизировать производительность. Мы будем продолжать работать с выборными должностными лицами над здравыми, двухпартийными решениями, направленными на укрепление сельскохозяйственной экономики Америки», – сообщает Стефани Си, директор по связям с государственными органами АПО.

Если говорить о CaseIH – мировом лидере в области сельскохозяйственного оборудования, то североамериканское подразделение данной компании под названием CaseIHNorthAmerica в обязательном порядке работает с АПО, чтобы быть уверенным в том, что оно удовлетворяет всем потребностям своих клиентов в обозначенном вопросе. «Мы в CaseIH стремимся к тому, чтобы клиент имел доступ к ремонту. К примеру, все, кто сегодня выбирают нашу компанию, имеют возможность исправлять или проверять программные коды, чтобы определять то, какие датчики вышли из строя» – говорит Курт Коффи, вице-президент Case IH NorthAmerica. Помимо всего прочего, CaseIH предлагает всем дилерам и клиентам диагностические инструменты для подключения к CAN-шине (ControllerAreaNetwork), чтобы они могли сами определять, что необходимо отремонтировать, и, соответственно, выбрать нужные детали для этого [4].

Также следует отметить американскую машиностроительную компанию JohnDeere, выпускающую сельскохозяйственную, строительную и лесозаготовительную технику, которая в своих публичных заявлениях подчеркивает, что поддерживает право клиентов на безопасное обслуживание, диагностику и ремонт техники и предоставляет фермерам инструменты, детали и информацию для работы с машинами. JohnDeere также предлагает диагностический инструмент, который клиенты могут использовать для просмотра схем, определенных кодов и другой информации, необходимой для самостоятельного ремонта. Однако JohnDeere не практикует опыт предоставления возможностей изменения программного обеспечения оборудования, ссылаясь на риски для безопасности, соблюдение норм выбросов и нюансы работы двигателя [5].

Пожалуй, одним из последних ключевых событий в рассматриваемом контексте стало то, что сенатор Джон Тестер представил закон, который гарантирует фермерам право на ремонт собственного оборудования и отменяет существующие ограничения на данном рынке. «Я всю жизнь был фермером и видел как недобросовестная практика производителей оборудования усложняет для людей возможность самостоятельно ремонтировать свои тракторы, заставляя их обращаться к авторизованным механикам и платить большие деньги за необходимые ремонтные работы. Производители не дают фермерам чинить собственные машины, чтобы увеличить свою корпоративную прибыль. Это большая проблема для всех семейных фермеров и владельцев ранчо, которые каждый день тяжело работают, чтобы собрать урожай, кормящий семьи по всей стране. Фермеры работают в сжатые сроки и в условиях жесткой маржи, и они просто не могут позволить себе тратить время и деньги на доставку своей техники к дилерским механикам в середине сезона. Они должны иметь возможность ремонтировать собственные машины и оборудование самостоятельно, и этот закон обеспечит им такое право», – заявил Тестер.

Новый законопроект Тестера обязывает производителей оборудования предоставлять любые запчасти, инструменты, программное обеспечение и документацию, необходимые владельцам для ремонта, диагностики и обслуживания собственного оборудования. Ожидается, что он обеспечит возможность замены деталей общедоступными средствами или предоставление владельцам специализированных инструментов на справедливых и разумных условиях. При этом, в случае, когда производитель больше не выпускает документацию, детали, программное обеспечение или инструменты, данный законопроект требует, чтобы авторские права и патенты были переданы в общественное достояние. Кроме того, законопроект также требует, чтобы право собственности на данные было возвращено фермерам, были предоставлены средства для отключения и повторного включения цифровых функций безопасности на оборудовании, а программное обеспечение сторонних производителей стало вновь совместимо с элементами техники или инструментами.

Предложенное Тестером законодательство нашло поддержку у Американского проекта экономических свобод, который работает над воплощением заявок антимонопольных движений в конкретную политику государства. «Этим законопроектом сенатор Тестер делает важный шаг к возрождению американского сельского хозяйства и возвращает соответствующую власть туда, где она должна быть: американским фермерам, владельцам ранчо и производителям сельхозпродукции», – говорит Джей Ди Шолтен, старший советник Американского проекта экономических свобод [6].

В настоящее время предложение Тестера, разработанное в соавторстве с сенатором Беном Рэй Луяном, внесено в палату Конгресса США, однако никаких дальнейших действий пока не предпринималось.

Другой важной новостью в сфере права на ремонт в США стало представление конгрессменом и членом Комитета палаты по энергетике и торговле Бобби Рашем Закона о праве на справедливый и профессиональный ремонт в автоиндустрии. Данный закон направлен на принятие мер, аналогичных законопроекту Тестера, а именно против нечестной ремонтной политики практически во всей автопромышленности. Предполагается, что законопроект обеспечит потребителям доступ к недорогому ремонту автомобилей, инструментам и необходимым безопасным данным [2, 7].

Список источников

1. Executive Order on Promoting Competition in the American Economy [Электронный ресурс]. URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/07/09/executive-order-on-promoting-competition-in-the-american-economy/> (дата обращения: 11.03.2022).

2. The debate over right to repair in 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agriculture.com/machinery/repair-maintenance/the-debate-for-right-to-repair-in-2022-joe-biden-jon-tester-john-deere> (дата обращения: 12.03.2022).

3. Apple announces Self Service Repair [Электронный ресурс]. URL: <https://www.apple.com/newsroom/2021/11/apple-announces-self-service-repair/> (дата обращения: 13.03.2022).

4. Case IH Executives Appointed to 2022 AEM Board Positions [Электронный ресурс]. URL: <https://www.farms.com/news/case-ih-executives-appointed-to-2022-aem-board-positions-174267.aspx>, (дата обращения: 14.03.2022).

5. Supporting our customers' right to safely repair their equipment [Электронный ресурс]. URL: <https://www.deere.com/en/stories/featured/right-to-safely-repair/>, (дата обращения: 15.03.2022).

6. Agricultural Right to Repair Act [Электронный ресурс]. URL: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/3549/> (дата обращения: 16.03.2022).

7. Рахматуллин С.С. Пример процесса разработки сельской информационной системы для повышения эффективности оказания административных услуг // Технологии разработки информационных систем трис-2021: материалы XI Международной научно-технической конференции. Таганрог. 2021. С. 42-48.

References

1. Whitehouse. *Executive Order on Promoting Competition in the American Economy*. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/07/09/executive-order-on-promoting-competition-in-the-american-economy/>.

2. Agriculture. *The debate over right to repair in 2022*. Retrieved from <https://www.agriculture.com/machinery/repair-maintenance/the-debate-for-right-to-repair-in-2022-joe-biden-jon-tester-john-deere>.

3. Apple. *Apple announces Self Service Repair*. Retrieved from <https://www.apple.com/newsroom/2021/11/apple-announces-self-service-repair/>.

4. Farms. *Case IH Executives Appointed to 2022 AEM Board Positions*. Retrieved from <https://www.farms.com/news/case-ih-executives-appointed-to-2022-aem-board-positions-174267.aspx>.

5. Deere. *Supporting our customers' right to safely repair their equipment*. Retrieved from <https://www.deere.com/en/stories/featured/right-to-safely-repair/>.

6. Congress.gov. *Agricultural Right to Repair Act*. Retrieved from <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/3549/>.

7. Rakhmatullin, S.S. (2021). Example of the process of developing a rural information system to improve the efficiency of the provision of administrative services. Technologies for developing information systems tris-2021 '21: materials of the XI International Scientific and Technical Conference (pp. 42-48). Taganrog (in Russ.).

Информация об авторах

С. С. Рахматуллин – студент;

Л. М. Никонорова – кандидат педагогических наук, доцент.

Information about the authors

S. S. Rakhmatullin – student;

L. M. Nikonorova – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

Рахматуллин С. С. – написание статьи;

Никонорова Л. М. – научное руководство.

Contribution of the authors:

Rakhmatullin S. S. – writing articles;

Nikonorova L. M. – scientific guidance.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Лилия Ильдаровна Сидорова¹, Анна Юрьевна Ракова²

^{1, 2}Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Ульяновск, Россия.

¹ lilya.sidorova@inbox.ru

²anna.rakova.2000@mail.ru

В период с 2016 по 2021 годы агропромышленный комплекс (АПК) прославился своей инновационностью и перспективными технологиями. Последнее время на рынке ежедневно появляются новые разработки, такие как: автоматизированные сельскохозяйственные машины и агрегаты, интеграционные системы, цифровые технологии оптимизации работы машин и другие. Данное направление улучшения АПК под названием Smart Farming (умное сельское хозяйство) с каждым годом, несомненно, будет развиваться всё быстрее, достигая большего развития.

Ключевые слова: Smart Farming, агропромышленный комплекс, агростартапы, инновации, сельское хозяйство.

Для цитирования: Сидорова Л.И., Ракова А.Ю. Инновационные технические решения в сельском хозяйстве // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 93-97.

INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS IN AGRICULTURE

Lilia I. Sidorova¹, Anna Yu. Rakova²

^{1,2} Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia.

¹ lilya.sidorova@inbox.ru

² anna.rakova.2000@mail.ru

In the period from 2016 to 2021, the agro-industrial complex (AIC) became famous for its innovation and promising technologies. Recently, new developments have been appearing on the market every day, such as: automated agricultural machines and aggregates, integration systems, digital technologies for optimizing the operation of machines and others. This direction of improving the agro-industrial complex called Smart Farming (smart agriculture) will undoubtedly develop faster every year, achieving greater development.

Keywords: Smart Farming, agro-industrial complex, agrostartaps, innovations, agriculture.

For citation: Sidorova, L.I. & Rakova, A.Yu. (2022). Innovative technical solutions in agriculture. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 93-97_ Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

На сегодняшний день у сельского хозяйства открывается новая эра, называемая цифровым земледелием. По прогнозам специалистов, уже к 2050 году современные технологии увеличат производительность АПК на 70 %.

Касаемо сельскохозяйственного производства, технологические, организационные и маркетинговые инновации, пожалуй, самые распространённые [1]. Рассмотрим структуру затрат на данные инновации с помощью диаграммы (рис. 1).

Малый процент затрат, уходящий на маркетинговые исследования и обучение персонала, обуславливается высокой стоимостью, но при этом они и являются ключевыми при внедрение инноваций в с/х предприятия [2]. Вопрос кадровой политики носит системный характер, решить который можно совместно с аграрными университетами, проведя комплекс определённых мероприятий [3, 4].

Сегодня инновационное развитие сельского хозяйства и всего АПК неразрывно связано с социальными, экономическими, политическими процессами, оказывающие прямое влияние на повседневную жизнь с/х предприятий. Выделяют несколько задач по модернизации, которые в ближайшее время смогут кардинально изменить с/х производство:

- увеличение роста технического переоснащения;
- формирование в сельской местности социальной инфраструктуры, которая повлечёт за собой приток новых высококвалифицированных кадров;
- освоение инновационных технологических процессов;
- создание устойчивых к различным неблагоприятным климатическим условиям (например, к засухе) сортов с/х культур;
- увеличение урожайности с/х культур [5].



Рис. 1. Структура затрат на инновации в сельском хозяйстве

Всё больше и больше в АПК распространяются так называемые умные технологии - Smart Farming (рис. 2). На рынке уже присутствует GPS-управляемая техника, в частности тракторы, которые отличаются точностью работы.[6]

Международная практика насчитывает более 150 стартапов в АПК, у которых получилось перейти в крупный, мощный и прочный бизнес. Пожалуй, главное место в этом многочисленном списке отводится технологиям, увеличивающим эффективность планирования и ведения хозяйства, таким как: программное обеспечение, аэросъёмка, каналы дистрибуции, технологическое оборудование, датчики-контролёры для отслеживания.

Агростартапы увеличивают отдачу, развивают и меняют базовые представления об отрасли сельского хозяйства.

Год от года всё более активно аграриями внедряются летательные аппараты – дроны. Они оснащены камерами и чувствительными датчиками. Их функции заключаются в инспектировании поля, мониторинге состояния урожая, сборе информации для разработки карты, составлении графиков внесения удобрения и даже в охране полей.

В нашей стране рынок беспилотных технологий развивается стремительно. Наиболее активные участники: «Беспилотные технологии» (Новосибирск), «Геоскан» (Санкт-Петербург), «Автономные аэрокосмические системы - «ГеоСервис» (Красноярск) и ZALA AERO (Ижевск) [7].

По оценке международных экспертов, использование беспилотной техники позволит снизить прямые затраты минимум на 10 %. Также ожидается, что в ближайшее время использование смарт-технологий и прогнозирования состояния посевов беспилотниками в России увеличится на 30 %.

На сегодняшний день вопрос экологии стоит наиболее остро. В связи с этим американской фермерской компанией разработан проект по созданию теплиц в городах под названием BrightFarms. Продукты сельского хозяйства, выращенные в экологически чистых условиях, в ближайшие сутки доставляют в близлежащие супермаркеты. Приобретая данные товары, можно быть уверенным, что они окажутся наиболее натуральными, свежими и качественными.



Рис. 2. Классификация рассматриваемых Smart Farming

Также к вопросу об экологии можно отнести ещё один проект – «Ферма Uber», позволяющий приобрести фрукты и овощи напрямую от производителя через сеть интернет. Потребитель открыт доступ к специальному калькулятору, с помощью которого можно рассчитать потребность в продуктах на то или иное время. Далее умная система проводит анализ наличия ближайших поставщиков. Кроме этого, можно отследить весь процесс возделывания и сбор урожая, а в назначенный час забрать свой заказ.

Для здорового роста растений при высева нужно обязательно выдерживать определённое расстояние между ними. В сельском хозяйстве уже имеются такие разработки – умные сеялки или сеялки точного высева. Устройство самостоятельно распределяет семена строго на заданном расстоянии. Прогнозируют, что вскоре такая машина будет доступной для предпринимателей и среднего и малого бизнеса.

Рассматривая разработки российских учёных, следует выделить уникальную, называемую «Препарат PPP» или «Регулятор роста растений». Согласно исследованиям, аналога данному препарату в мире нет. Он предназначен для увеличения фотосинтеза у растений и исключает возможность гибели озимых и нежных культур по причине вымерзания.

Система полива и орошения StopX, разработанная израильскими учёными, экономит расход воды и электроэнергии до 25 %. При помощи специализированного алгоритма, система делит все земельные участки на отдельные зоны орошения, учитывая тип, влажность и рельеф почв. После этого на каждом участке устанавливают датчики, которые проводят анализ, рассчитывают нужные объёмы воды и идеальную схему полива. [7]

Американская компания SpensaTechnologies разработала автоматическую систему контроля и отслеживания вредителей растений. Система оснащена камерами-ловушками, которые позволяют отлавливать и идентифицировать скорость вредителей с получением ежедневной отчетности.

Ещё одной разработкой, относящейся к Smart Farming, являются контейнеры, собирающие влагу из воздуха. Разработчики данного ноу-хау – компания Tal-Ya – уверены, что конструкция позволит удовлетворить потребность растений в воде на 50 %, а прослужит она около 10 лет.

Почётное место в рейтинге новинок занимает улей-автомат Flow, изобретённый в Австралии. Конструкция сот позволяет им самим собирать мёд в специализированные ёмкости, не причиняя абсолютно никакого вреда и беспокойства пчёлам.

В заключение хочется сказать, что сельское хозяйство становится всё более перспективным направлением благодаря внедрению инновационных технологий. Не стоит исключать, что по причине серьёзных рисков, финансовые вопросы АПК по-прежнему остаются открытыми. Несмотря на эту проблему, в арсенале организаций, специализирующихся на сельском хозяйстве, сосредоточен массив уникальных научных разработок, внедрение которых значительно увеличит качество производства в АПК.

Список источников

1. Гохберг Л. М., Грачева Г. А., Дитковский К. А. и др. Индикаторы инновационной деятельности: 2021: статистический сборник [Электронный ресурс] URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2021> (дата обращения: 08.03.2022).

2. Сидоров Е.А., Сидорова Л.И., Ракова А.Ю. Влияние лизинга на техническое оснащение сельскохозяйственных предприятий // Актуальные вопросы аграрной науки: сборник национальной научно-практической конференции. Ульяновск, 2021. С. 403-407.

3. Сидоров Е.А. Современные подходы к организации обучения в высшем профессиональном образовании // Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании: сб. материалов научно-методической конференции. Ульяновск: УГСХА, 2011. С. 338-342.

4. Сидоров Е.А. Методы повышения конкурентоспособности выпускников вуза // Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании: сборник материалов научно-методической конференции. Ульяновск: УГСХА, 2011. С. 336-338.

5. Сидоров Е.А., Сидорова Л.И., Ракова А.Ю. Применение логистического подхода управления для инженерно-технического обеспечения аграрного производства // Актуальные вопросы аграрной науки: сборник материалов национальной научно-практической конференции. Ульяновск, 2021. С. 408-411.

6. SMART FARMING: сельхозтехника будущего и инновации для аграрного сектора [Электронный ресурс] URL: <https://spec-technika.ru/2018/10/smart-farming-selhoztehnika-budushhego-i-innovacii-dlja-agrarnogo-sektora/> (дата обращения: 08.03.2022).

7. Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Евневич Е.И. и др.; Наука. Технологии. Инновации: 2020: краткий статистический сборник / [Электронный ресурс] URL: https://issek.hse.ru/db_STI2020 (дата обращения: 08.03.2022).

8. Буксман В.Э., Милюткин В.А., Жильцов С.Н., Сазонов Д.С. Цифровые технологии управления технологическим процессом возделывания сельхозкультур // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. – 2021. – С. 66-71.

References

1. Gokhberg, L. M., Gracheva, G. A., Ditkovsky, K. A. & [et al.]. Indicators of innovation activity: 2021: statistical collection. Retrieved from <https://www.hse.ru/primarydata/ii2021> (in Russ.).
2. Sidorov, E.A., Sidorova L.I. & Rakova A.Y. (2021). The influence of leasing on the technical equipment of agricultural enterprises // Topical issues of agricultural science '21: collection of the national scientific and practical conference (pp. 403-407). Ulyanovsk (in Russ.).
3. Sidorov, E.A. (2011). Modern approaches to the organization of training in higher professional education. Innovative technologies in higher professional education '21: collection of materials of the scientific and methodological conference (pp. 338-342). Ulyanovsk: UGSHA (in Russ.).
4. Sidorov, E.A. (2011). Methods of increasing the competitiveness of university graduates. Innovative technologies in higher professional education '21: collection of materials of the scientific and methodological conference (pp. 336-338). Ulyanovsk: UGSHA (in Russ.).
5. Sidorov, E.A., Sidorova L.I. & Rakova A.Yu. (2021). Application of logistics management approach for engineering and technical support of agricultural production. Topical issues of agricultural science '21: collection of materials of the national scientific and practical conference (pp. 408-411). Ulyanovsk (in Russ.).
6. SMART FARMING: agricultural machinery of the future and innovations for the agricultural sector. Retrieved from <https://spec-technika.ru/2018/10/smart-farming-selhoztehnika-budushhego-i-innovacii-dlja-agrarnogo-sektora> (in Russ.).
7. Gokhberg, L.M., Ditkovsky, K.A., Evnevich, E.I. & [et al.]. Science. Technologies. Innovations: 2020: a brief statistical collection/ Retrieved from https://issek.hse.ru/db_STI2020 (in Russ.).
8. Buksman, V. E., Milyutkin, V. A., Zhiltsov, S. N. & Sazonov, D. S. (2021). Digital technologies for managing the technological process of cultivating crops. In Agro-ecological aspects of sustainable development of the agro-industrial complex (pp. 66-71) (in Russ.).

Информация об авторах:

Л.И. Сидорова – кандидат технических наук, доцент;
А.Ю.Ракова – студент.

Information about the authors:

L.I. Sidorova –Candidate of Technical Sciences, associate professor;
A.Yu. Rakova –student.

Вклад авторов:

Сидорова Л.И. – научное руководство;
Ракова А.Ю. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Sidorova L.I. - scientific guidance;
Rakova A.Yu. - writing an article.

Обзорная статья

УДК 633.1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ УДАЛЁННОЙ ДИАГНОСТИКЕ И АНАЛИЗЕ РАБОТЫ МАШИН

Туманова Марина Ивановна¹, Заходякина Евгения Олеговна²

^{1, 2} Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

¹tumanova-kgau@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5408-0902>

²tumanova-kgau@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос использования системы удаленного управления для оптимизации работы машины, сокращения ее простоя, увеличения объема загруженности работой. Система телематики позволяет обслуживать машины дилерами, не находясь рядом с ней, посредством телекоммуникационных данных. Созданные аналитические центры позволяют значительно снизить эксплуатационные и финансовые затраты клиентов.

Ключевые слова: сервис, диагностика, телематика, эффективность, оптимизация, контроль.

Для цитирования: Туманова М.И., Заходякина Е.О. Информационные технологии при удаленной диагностике и анализе работы машин // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 98-102.

INFORMATION TECHNOLOGIES USED FOR REMOTE DIAGNOSTICS AND ANALYSIS OF MACHINE OPERATION

Marina I. Tumanova ¹, Evgenia O. Zakhodyakina ²

^{1, 2}Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹ tumanova-kgau@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5408-0902>

²tumanova-kgau@mail.ru

The article deals with the issue of using a remote control system to optimize the operation of the machine, reduce its downtime, and increase the volume of workload. The telematics system allows dealers to service cars without being near it, using telecommunication data. Established analytical centers can significantly reduce operating costs.

Keywords: service, diagnostics, telematics, efficiency, optimization, control.

For citation: Tumanova, M. I. &Zakhodyakina, E. O. (2022). Information technologies used for remote diagnostics and analysis of machine operation. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 98-102). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Благодаря развитию технического прогресса современная машина способна работать без участия человека, однако, любая новая машина не может достичь максимальной эффективности без опытного оператора и хорошего планирования работ. Более того, самая надёжная машина не может достичь максимальной эффективности без превентивного обслуживания или же, что ещё важнее, без обслуживания, основанного на состоянии машины. Для обеспечения машины современными функциями, цель которых эффективное управления технологическими циклами и укрощение простоев, сейчас необходим сбор широкого спектра данных.

Клиенты имеют возможность оптимизировать работу парка техники, используя интеллектуальные комплексные решения с поддержкой дилера. Фактический потенциал одной машины всегда ниже, нежели потенциал применения технологических решений в цепочке машин. С целью решения поставленной проблемы производители современной техники внедряют в свои машины элементы удалённой диагностики и сервиса [2].

Удалённая диагностика предназначена как для сервисных инженеров и дилеров, так и для их клиентов. Применение удалённой диагностики настроено на эффективное использование машины и высокой степени окупаемости предложенной продукции [2]. Принцип системы работы удалённой диагностики основывается на обеспечении постоянной или периодической связи потребителя (клиента) и продукта (машины) с помощью систем телематики (рис.1).

Телематическая схема работает следующим образом: все данные контроллеров, что управляют двигателем, гидравликой, трансмиссией, системой автоматического руления, передаются машине в блок MTG(модульный телематический шлюз, рис. 2) для передачи данных по сотовой связи, либо системой GPS. Данные передаются по спутниковой связи на сервер, где передаются через интернет-сервер дилера клиенту. Источником запроса со стороны клиента может быть стационарный компьютер в офисе, ноутбук дома или даже мобильный телефон. Пользуясь данной технологией, пользователь может оперативно проверить состояние машины, отправив запрос по интересующим параметрам на контроллер машины. Для анализа технического состояния машин применяются такие системы, как AdviserRemote (JD), ClaasTelematics (Claas). При помощи такой системы техник может удалённо продиагностировать состояние машин или даже провести интерактивные тесты и перепрограммировать контроллер для улучшения эксплуатационных характеристик машин.

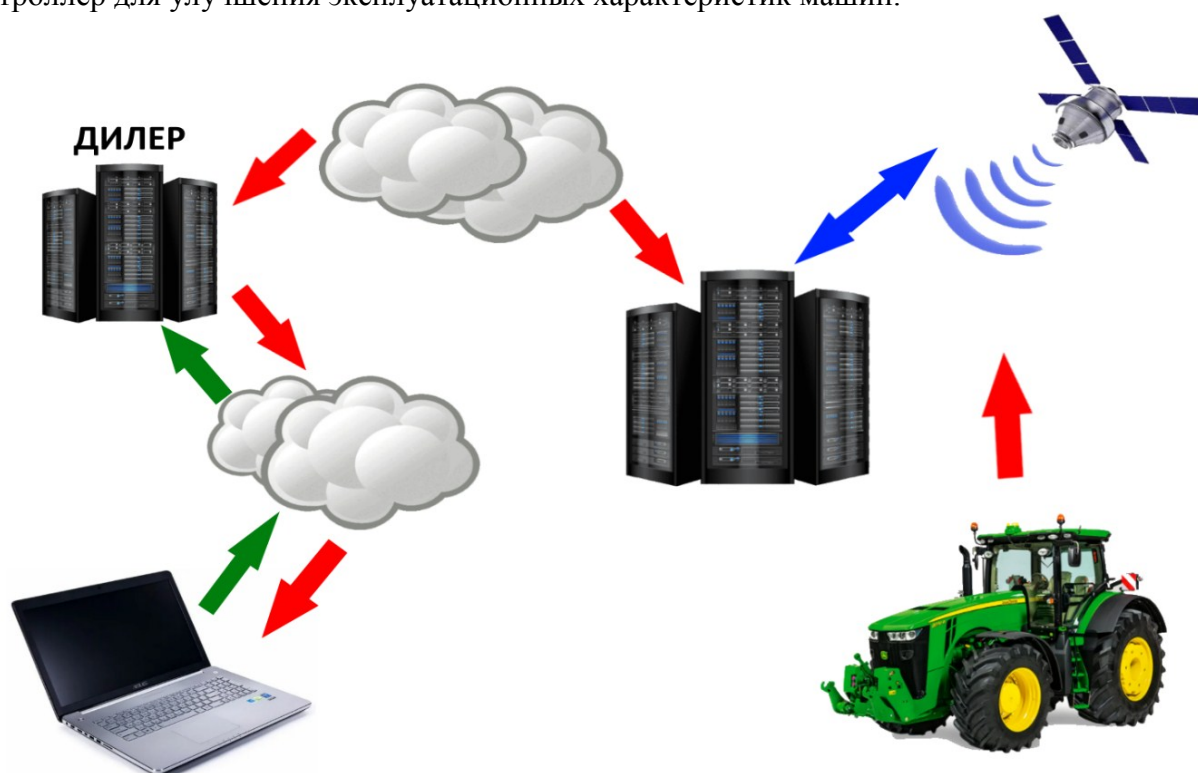


Рис.1. Принципиальная схема действия системы удалённого управления

Клиент, использующий сервис удалённой диагностики и контроля, имеет доступ к таким функциям, как:

- отслеживание местонахождения машины в режиме онлайн;
- защита машины от взлома и угона;
- определение уровня загруженности машины;

- выявление кодов ошибок, связанных с явной или потенциальной технической неисправностью машины;
- напоминания о своевременном проведении технического обслуживания машины в процессе наработки;
- сравнение показателей урожайности на машинах, работающих на одном или разных объектах;
- оптимизация процессов логистики.

Объединяя машины и данные по уборке урожая, этот модуль предоставляет клиенту и оператору специфические данные, включая урожайность, производительность каждой машины в отдельности, а также информацию о влажности, загруженности, параметрам двигателя и рабочего оборудования, что даёт возможность отслеживать настройки машины в работе для обеспечения оптимальной производительности всего парка. Имея полные данные о производительности машин, пользователь может видеть, сколько гектаров убирает машина в час и также узнать остальную важную информацию для данной машины. Полученная информация может быть передана операторам других машин, работающих на объектах для, подстройки к оптимальному режиму работы, или быть оформлена в виде отчётной документации для проведения анализа экспертами дилерского центра и выдачи рекомендаций по эксплуатации машины в целом. В результате анализа специалистом также могут быть выявлены ошибки эксплуатации, вызванные человеческим фактором. Например, можно сравнить работу двух операторов по многочисленным параметрам, в том числе по частоте применения тормоза, что влияет на скорость износа тормозной системы, и расходу топлива. В практике возможна ситуация что, оператор, отлучившись от машины, оставит зажигание. Данная ситуация характеризуется неэффективным расходом топлива при внутрисменном простое машины. Благодаря удалённому контролю оператор или ответственное должностное лицо способны удалённо отключить двигатель с целью сокращения расходов на топливо. Наглядным может оказаться пример работы двух трактористов. Например, два тракториста выполняют одинаковые работы: один из них использует деакселератор трансмиссии и двигателя, другой только трансмиссии. Снижение скорости трансмиссии при использовании деакселератора трансмиссии сохраняет крутящий момент двигателя, при этом применение деакселератора двигателя понижает крутящий момент [1]. Данный момент важен для работы трактористов в специфичных условиях работы. Оператор, применяющий только деакселератор трансмиссии, благодаря сохранению крутящего момента будет иметь большую производительность работ.



Рис.2. MTG контроллер с антенной

У многих дилеров созданы аналитические центры для большей отдачи каждого рубля на покупку машины. Цель данных центров снижение эксплуатационных затрат клиента за

счёт эффективного использования машины. Аналитические центры работают с информацией, получаемой от телематических систем, и выполняют ряд функций:

- диагностические коды неисправностей, что позволяет техникам сокращать время обслуживания и ремонта машины благодаря предварительному видению картины неисправностей машин и брать нужные инструменты и детали;
- сокращение времени на ремонт и обслуживание машины, а клиентам её простои. Чем дальше располагается дилерский центр от рабочей площадки, тем больше фактор сохранения времени вплоть до нескольких дней;

- записи параметров узлов машины для проведения анализов работы машины. Записи помогают находить причины кодов ошибок, предвидеть поломки и настраивать узлы под конкретные режимы работы;

- тестирование и калибровка аппаратуры для настройки машины на наиболее производительный режим

Своевременная диагностика может предотвратить крупные издержки, связанные с утраченной прибылью и простоями дорогостоящей машины, попадающей на капитальный ремонт. Распространённая причина выхода из строя любой машины- поломка элементов двигателя или систем, обеспечивающих их штатную работу. Методом контроля работоспособности двигателя служит удалённый мониторинг параметров двигателя: рабочей температуры, нагрузки, крутящего момента, подачи топлива, давления топлива. Несовпадение требуемого и фактического давления топлива приводит к неустойчивому режиму работы двигателя (рис.3).



Рис.3. Интерфейс программы Claas Telematics при демонстрации записи параметров двигателя

В результате анализа полученных данных, команда специалистов делает заключение и предлагает клиенту услуги сервиса, например, замену всасывающего клапана топливного насоса высокого давления. Частым объектом для диагностики и сервиса становится турбина с изменяемой геометрией (VGT), устанавливаемая на трактора и комбайны ведущих мировых производителей сельскохозяйственной техники. Одна из распространённых проблем VGT- несовпадение требуемого и фактического расположения, что даёт разные давления наддува и снижение мощности двигателя. Турбокомпрессор не достигает заданного давления. Причиной такого поведения может стать засорение масла крупными жёсткими фракциями, повреждение воздушного фильтра.

Таким образом, использование систем удаленного управления позволяют значительно увеличить производительность труда, сократить простои машины и оптимизировать параметры ее работы, что значительно сокращают финансовые затраты на ее обслуживание.

Список источников

1. Труфляк Е.В., Лазарев Е.А. Мониторинг и прогнозирование в области точного земледелия и обоснование технических средств для его реализации // В книге: научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решение. Сборник тезисов по материалам II Национальной конференции. 2018. С.75.

2. Кузнецов С.А., Янзин В.М., Сазонов Д.С., Ерзамаев, М. П. Дистанционный контроль технического состояния мобильной техники в АПК // Достижения науки агропромышленному комплексу: сб. науч. трудов. – Самара: РИЦ СГСХА, 2014. – С.244-251.

References

1. Truflyak E.V. & Lazarev E.A. (2018). Monitoring and forecasting in the field of precision farming and justification of technical means for its implementation. In the book: scientific and technological support of the agro-industrial complex of Russia: problems and solutions. Collection of abstracts based on materials of the II National Conference. (pp 75) (in Russ.).

2. Kuznetsov, S. A., Yanzin, V. M., Sazonov, D. S. & Erzamaev, M. P. (2014). Remote control of the technical condition of mobile devices in the agro-industrial complex. In Achievements of science to the agro-industrial complex '14: collection of scientific papers. (pp. 248–252). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).

Информация об авторах

М.И. Туманова – кандидат технических наук, доцент;

Е.О. Заходякина – студент

Information about the authors

M.I. Tumanova – Candidate of Technical Sciences, associate professor;

E.O. Zakhodyakina – student

Вклад авторов:

Туманова М.И. – научное руководство;

Заходякина Е.О. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Tumanova M.I. – scientific guidance;

Zakhodyakina E.O. – writing an articles.

Обзорная статья

УДК 631.2

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Наталья Александровна Харыбина¹, Константин Андреевич Герляк²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия.

¹ e-mail: haribina.natasha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9624-0452>

В статье приведены основные виды альтернативных источников энергии, указаны их недостатки и достоинства. Приведены исследования по их применению в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: альтернативные источники, биотопливо, энергозатраты, сельское хозяйство, установка.

Для цитирования: Харыбина Н.А., Герляк К.А. Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 102-106.

ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN AGRICULTURE

Natalia A. Kharybina¹, **Konstantin A. Gerlyak**²

1, 2 Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ haribina.natasha@yandex.ru , <https://orcid.org/0000-0001-9624-0452>

The article presents the main types of alternative energy sources, their disadvantages and advantages are indicated. Studies on their application in agriculture are given.

Keywords: alternative sources, biofuels, energy consumption, agriculture, installation.

For citation: Kharybina, N.A. & Gerlyak, K.A. (2022). Alternative energy sources in agriculture. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 102-106). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В настоящее время есть большое количество причин, которые обязывают нас подумать о новых видах получения энергии. Ключевыми причинами можно отметить: ежегодный рост стоимости энергоресурсов, снижение запасов природных ископаемых и современное экологическое состояние окружающей среды. [4].

Эти причины вынудили множество стран задуматься о развитии и применении альтернативных источниках энергии, которые позволят снизить расходы на электроэнергию, уменьшить уровень загрязнения окружающей среды и сократить объем использования природных ресурсов [6].

Самыми распространёнными примерами применения возобновляемых источников энергии в настоящее время являются:

- минигидроэлектростанции,
- ветряные электростанции,
- биогазовая энергетика,
- солнечная энергетика.

Но не стоит забывать, что у каждого из них есть как положительные, так и отрицательные стороны, которые необходимо обязательно учитывать при использовании.

Достоинствами минигидроэлектростанций являются отсутствие загрязнений окружающей среды и негативного влияния на качество воды, снижение затрат на строительство сложных гидросооружений, легкость в управлении.

Недостатки данного вида энергии заключаются в отсутствие эффективности в равнинных районах и возможности прерывания выработки энергии при протяженной засухе.

Ветроэнергетика может быть также использована в сельском хозяйстве, так как ветряные установки могут быть размещены на полях. Перед установкой необходимо узнать динамику ветровой нагрузки за несколько лет. Необходимо учитывать шумовые эффекты, радиопомехи и помехи полетам птиц.

С помощью продуктов переработки растительного сырья – биотоплива, возможно заменить традиционные виды топлива. Следует отметить, что при производстве биотоплива окружающая среда не подвергается загрязнению, биогазовые установки могут размещаться в любом районе. Однако при его горении образуется CO_2 , который, в свою очередь, поглощается растениями. Главным недостатком данного вида энергетика является бесперебойное обеспечение отходами.

Солнечные электростанции не загрязняют окружающую среду, бесшумны, долговечны, не требуют высококвалифицированного обслуживания. Недостатками являются: высокая

стоимость фотоэлементов, покупка аккумуляторных батарей и инверторов, также повышающих стоимость солнечных установок [1].

Каждое из этих направлений актуально в сельском хозяйстве. Примеры использования и анализ применения альтернативных источников энергии приводят множество авторов.

Никитин А.В. приводит анализ возможности применения возобновляемых источников энергии для сельского хозяйства Ленинградской области. В основу легли данные, полученные с метеостанции за три года в период с мая по сентябрь. Основное внимание было акцентировано на значениях солнечной радиации и скоростного напора ветрового потока. Автор указывает, что наиболее рациональным для данной территории является преобразование солнечной радиации в тепловую энергию. В ходе экспериментальных исследований установлено, что система с естественной циркуляцией теплоносителя и баком накопителем оборудованным ТЭНом, наиболее эффективны для подогрева воды на бытовые и технологические нужды. Системы с принудительной циркуляцией могут быть использованы для отопления. Отмечено, что в последние годы рынок солнечной энергии в Ленинградской области вырос. Техничко-экономические показатели подтверждают привлекательность использования геоловодонагревателей. Ветроэнергетические установки используются как на территориях с высокой ветровой нагрузкой, так и с небольшой. При оценке возможности размещения ветроустановок также необходимо провести сбор и обработку данных о интенсивности ветрового потока. Для равнинных сельскохозяйственных угодий часто используют устройства усиления скоростного потока ветра, которые позволяют повысить скорость ветра в 1,5-2 раза. Для территорий с невысокой ветровой нагрузкой лучше использовать ветрогенераторы для получения тока переменной частоты, для нагрева ТЭНов. Такое преобразование позволит обеспечить получение горячей воды и обогрев помещений [3].

Многолетний опыт использования биогазовой установки представлен в Кемеровской области на предприятии ОАО «Славино». Данное предприятие занимается свиноводством, размер поголовья составляет 32000 голов. Полученный неочищенный биогаз применяют для покрытия тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение цеха переработки отходов. Когенерационный блок, включенный в схему, позволяет получать электрическую энергию в том числе на весь комплекс. Биогазовая установка помимо энергии производит биоудобрение. Процесс является проточным, загрузка и выгрузка исходного и конечного продукта происходит периодически. Переработанный материал направляется в сепаратор, где осуществляется разделение смеси на жидкую и твердую фракции. Жидкая фракция представляет собой практически аммиачную воду, доставляется на поля и может непосредственно применяться для подкормки, а может накапливаться в лагунах. Твердая фракция является готовым биоудобрением готовым для внесения в почву. В ходе исследований были проведены анализы основных агрохимических показателей, результаты которых показали высокую обеспеченность органическим веществом, аммонийным азотом, среднюю обеспеченность подвижным фосфором и высокую – обменным калием. Содержание тяжелых металлов не превышает предельно допустимые нормы. Данное удобрение, при постоянном использовании улучшает аэрацию почвы, её влагоудерживающие и инфильтрационные способности, происходит естественное восстановление плодородия [2].

Все больше территорий начинают задумываться о применении альтернативных источников энергии. Так Хомушку О.А. рассматривает применение данных источников в условиях Республики Тыва. Получение биогаза с полигонов твердых бытовых отходов и из органических отходов сельскохозяйственных производителей. Для осуществления данного процесса в условиях республики более рационально будет использование мобильных биогазовых установок небольшой мощности. Но перед применением нужно учесть, что установки подвержены влиянию низких температур. Чаще всего это связано с отсутствием высокого уровня теплоизоляции и герметичности. Для использования более мощных установок необходимы хозяйства с выработкой органических отходов не менее 40т в сутки, на сегодняшний день в республике таких хозяйств нет.

Гидроэнергетика также рассматривается в условиях республики, можно использовать и малые реки. На сегодняшний день действующей является станция на реке Чаваш с мощностью 165 кВт. По проведенным оценкам «Русгидро» Тува является одним из ведущих регионов для развития малой гидроэнергетики России.

По данным метеорологических станций – значениям скорости ветра, размещение ветроэнергетических установок на территории республики является нерациональным. Высокую производительность ветроустановок можно получить лишь на вершинах гор.

Опыт применения энергии солнца в республике начинается с 2009 г., на питание от фотоэлектрических преобразователей была переведена одна из улиц Кызыла. В рамках целевых программ на потребление солнечной энергии были переведено множество объектов.

Представленные автором материалы указывают на перспективность развития внедрения альтернативных источников энергии в Республике Тыва [5].

Приведенный анализ подтверждает целесообразность использования в сельском хозяйстве альтернативных источников энергии как в роли дополнительных источников, так и автономных. Для экономически выгодного использования альтернативных источников энергии необходимо предварительно произвести анализ территорий и данных с метеорологических станций.

Список источников

1. Елоева Р.К., Есенов И.Х. Перспективы использования альтернативных источников энергии в сельском хозяйстве // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 193-196.
2. Баранова М.П., Бастрон А.В., Шахматов С.Н., Ульянова О.А. Комплексная технология переработки отходов свиноводства для получения биогаза и органических удобрений для климатических условий АПК Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 1. С. 92-99.
3. Никитин А.В. Использование энергии солнца и ветра в сельском хозяйстве // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2015. № 86. С. 191-199.
4. Першин А.И., Харыбина Н.А. Применение ветровой и солнечной энергии в сельском хозяйстве // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 217-221.
5. Хомушку О.А., Кужугет Д. Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве республики Тыва // Вестник Тувинского государственного университета. №3 Технические и физико-математические науки. 2019. № 4. С. 23-30.
6. Берестов Н. В., Сазонова Т. Н., Сазонов Д. С. Применение альтернативного топлива в сельском хозяйстве // Применение эксплуатационных материалов в АПК. 2017. С. 66-69.

References

1. Eloeva, R.K. &Esenov I.H. (2014). Prospects for the use of alternative sources of energy in agriculture. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvenogo agrarnogo universiteta. (Bulletin Gorsky State Agrarian University)*, 3, 193–196 (in Russ.).
2. Baranova, M.P., Bastron, A.V., Shakhmatov, S.N. &Ulyanova, O.A. (2017). Complex technology of pig waste processing for biogas and organic fertilizers for climatic conditions of the agro-industrial complex of Siberia. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvenogo agrarnogo universiteta (Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University)*, 1, 92–99 (in Russ.).
3. Nikitin, A.V. (2015). The use of solar and wind energy in agriculture. *Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry*, 86, 191–199 (in Russ.).

4. Pershin, A.I. &Kharybina, N.A. (2021). Application of wind and solar energy in agriculture Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers. (pp. 217–221). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

5. Khomushku, O.A. &Kuzhuget, D. (2019). Alternative energy sources in agriculture of the republic of Tyva. *Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta (Bulletin of Tuva State University)*, 3, *Technical and physical and mathematical sciences*, 4, 23–30 (in Russ.).

6. Berestov, N. V., Sazonova, T. N. &Sazonov, D. S. (2017). Application of alternative fuel in agriculture. In *The use of operational materials in the agro-industrial complex* (pp. 66–69) (in Russ.).

Информация об авторах

Н.А. Харыбина – кандидат технических наук

А.Н. Герляк - студент

Information about the authors

N.A. Kharybina - Candidate of Technical Sciences

A.N. Gerlyak – student

Вклад авторов:

Харыбина Н.А. – научное руководство;

Герляк К.А. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Kharybina N.A. –scientific guidance;

Gerlyak K.A. - writing an article.

Обзорная статья

УДК 631

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Черкашин Николай Александрович¹, Мамонтов Константин Викторович²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

² sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3161-1045>

Рассмотрены вопросы повышения усталостной прочности деталей машин. Приведены основные методы воздействия на материал деталей. Определены положительные стороны приведенных методов и представлены условия при которых используются эти методы. Даны рекомендации для применения конкретных способов упрочнения и повышения усталостной прочности.

Ключевые слова: усталость, прочность, напряжение, упрочнение.

Для цитирования: Черкашин Н.А., Мамонтов К.В. Методы повышения усталостной прочности деталей машин // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 106-110.

METHODS FOR INCREASING THE FATIGUE STRENGTH OF MACHINE PARTS

Nikolai A. Cherkashin ¹, Konstantin V. Mamontov ²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

² sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3161-1045>

The issues of increasing the fatigue strength of machine parts are considered. The main methods of influencing the material of parts are given. The positive aspects of the given methods are determined and the conditions under which these methods are used are presented. Recommendations are given for the use of specific methods of strengthening and increasing fatigue strength.

Keywords: fatigue, strength, stress, hardening.

For citation: Cherkashin, N.A. & Mamontov, K.V. (2022). Methods for increasing the fatigue strength of machine parts. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 102-106). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Проблема предотвращения усталостных разрушений весьма актуальна во всех отраслях машиностроения, особенно в таких, где аварии вследствие разрушения ответственных деталей ведут к катастрофическим последствиям (авиация, железнодорожный транспорт и т. д.).

Повышение усталостной прочности может происходить по следующим направлениям [1]:

- снижение концентрации напряжений;
- использование различных видов повышения прочности (механического, термического, химико-термического, термомеханического, лазерного, электромеханического, электроискрового).
- создание напряжений сжатия там, где рабочими напряжениями являются напряжения растяжения;

Для снижения концентрации напряжений в деталях широко применяют следующие способы:

- увеличение радиусов галтелей;
- увеличение размеров опасного сечения;
- минимизирование операции механической обработки, сборки, сварки, которые создают опасные растягивающие напряжения;
- упрочняющая обработка зон концентрации напряжений;
- в переходных участках изменения размеров деталей выполнять разгрузочные канавки, галтели, высверливать отверстия в ступенях большого диаметра;
- обкатывание галтелей роликами и шариками;
- повышение точности изготовления;
- механическое повышение усталостной прочности достигается специальным механическим воздействием на материал детали для изменения его кристаллической решетки

Механизм этого повышения усталостной прочности заключается в том, что под воздействием особо твёрдого специального рабочего органа микровыступы обрабатываемой поверхности сминаются, шероховатость поверхности снижается, наружный слой материала детали упрочняется.

Для того, чтобы повысить усталостную прочность необходимо создать на поверхности детали остаточные сжимающие напряжения первого рода. Эти напряжения действуют и уравниваются в границах детали или какой-то определенной ее поверхности. От величины этих напряжений зависит усталостная прочность деталей. Усталостные напряжения первого рода можно создать методами поверхностного пластического деформирования (ППД).

В транспортном машиностроении с целью повышения ресурса деталей давно и успешно используется отделочно-упрочняющая обработка в частности, поверхностное пластическое деформирование.

Достоинства ППД следующие [2]:

- при обработке деталей, помимо отделки поверхности происходит упрочнение поверхностного слоя, что позволяет не нарушить волокна металла и способствует образованию мелкозернистой структуры металла;

- текстура в поверхностном слое;
- отсутствие шаржирования обрабатываемой поверхности абразивными частицами шлифовальных кругов и полировочных паст;
- отсутствие термических дефектов;
- благоприятная микрогеометрия обработанной поверхности (при обработке достигаются минимальные параметры шероховатости поверхности);
- возникновение благоприятных сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое;
- плавное и стабильное повышение микротвердости поверхности.

Использование методов ППД с учётом назначения оптимального режима обработки позволяет улучшить эксплуатационные свойства деталей, в частности повысить износостойкость, сопротивление усталости и контактной выносливости

К механическим способам упрочнения относят:

- обкатку шариком или роликом;
- протягивание;
- обработку дробью;
- упрочнение алмазным инструментом.
- чеканка
- виброобкатывание
- ультразвуковое виброобкатывание

Цилиндрические поверхности деталей обкатывают шариком или роликом выполняют токарных станках, а плоские поверхности деталей — на строгальных станках. Ролики и шарики изготавливают из инструментальных сталей.

Данные операции увеличивают твёрдость поверхности детали на 40-50%, а усталостную прочность на 70-90%.

Для повышения усталостной прочности, точности и чистоты обработки отверстий, как правило используют дорнование (протяжку). Этот процесс заключается в пропускании специального дорна в виде шарика через обрабатываемое отверстие в детали.

Обработка дробью используется для повышения усталостной прочности деталей при помощи стальной или чугунной дроби. Использование стальной дроби даёт более высокие результаты, чем чугунной. Глубина упрочнения при этом виде обработки получается до 1,5 мм. Твёрдость увеличивается на 20-50%, а усталостная прочность повышается на 30-80%.

При алмазной обработке в качестве инструмента используется алмазный кристалл со сферической рабочей поверхностью. В этом случае поверхность детали обрабатывается данным алмазным инструментом, который содержит тарированную пружину, прижимающую обрабатывающий инструмент к поверхности детали, которая и упрочняется.

Повышение усталостной прочности поверхностного слоя деталей способом чеканки проводится специальным бойком с круглым наконечником или вибрирующим роликом. Сущность этого способа заключается в том, что специальный боек с механическим, пневматическим или электромеханическим приводом наносит удары по обрабатываемой поверхности. При этом упрочнение происходит на достаточно большую глубину. Также повышается твердость поверхности на 30—50% от исходного уровня. Используется этот способ для повышения усталостной прочности таких деталей, которые имеют концентраторы напряжений (галтели, бурты, выточки, отверстия).

При виброобкатывании происходит обкатывание поверхности детали шариком (2...8 мм), который вибрирует вдоль оси вращения детали. Этот шарик совершает 2600 двойных ходов в минуту при амплитуде 2 мм.

При ультразвуковом виброобкатывании на рабочий ролик накладывается колебания ультразвуковой частоты, которые действуют в глубину обрабатываемой поверхности. Поэтому при небольших приложенных усилиях обкатывания получается большая степень упрочнения. Так как в точке контакта создается температура 1000...1200 °С, то ультразвуковое виброобкатывание можно использовать для упрочнения закаленной стали и чугуна.

К термическим методам повышения усталостной прочности деталей относят: отжиг, нормализацию, закалку и отпуск. Термические методы осуществляют общее упрочнение деталей [3].

При отжиге деталь нагревают до 770...900 °С. Нагрев длится от 1 до 4 часов, а после идет охлаждение по мере остывания печи. С увеличением углерода в стали температура отжига уменьшается. Этом процессе крупнозернистая структура металла переходит мелкозернистую. Эту операцию используют для уменьшения остаточных внутренних напряжений, которые появляются после предыдущих операций: отливки, поковки, штамповки, прокатки, наплавки и правки.

При нормализации деталь нагревают до температуры отжига и держат при этой температуре 1-2 ч, а затем охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды. Эту операцию используют для получения мелкозернистой структуры металла для улучшения механических свойств.

При закалке деталь нагревают до температуры 760-900 °С. Эту операцию используют для сталей с содержанием углерода не ниже 0,45%. Если содержание углерода более низкое то закалки не происходит. Закалка стали увеличивает твердость и усталостную прочность.

Термомеханический способ повышения усталостной прочности соединяет два типа воздействия: это обработку деталей давлением и термическую обработку (производится закалка материала детали, предварительно обработанной пластическим деформированием).

Термомеханическая обработка позволяет достаточно сильно увеличить усталостную прочность и ударную вязкость (в 1,5...2 раза) по сравнению с исходными показателями для того же материала при использовании закалки и отпуска.

Термомеханическую обработку подразделяют на высокотемпературную (ВТМО) и низкотемпературную (НТМО) термомеханическую обработку Их отличие в температуре при которой проводят пластическое деформирование.

Процесс высокотемпературной термомеханической обработки заключается в нагревании стали до температуры 723...910 °С, в зависимости от содержания углерода. При этой температуре проводят пластическую обработку стали, что приводит к наклепу. После этого проводят закалку детали в обычном порядке.

Высокотемпературную термомеханическую обработку обычно применяют если детали изготовлены из углеродистых, легированных, конструкционных, пружинных и инструментальных сталей.

Проведенный после ВТМО отпуск при температуре 100...200°C позволяет сохранить полученную высокую усталостную прочность.

При низкотемпературной термомеханической обработке материал детали нагревают до 727...1100 °С в зависимости от содержания углерода. После этого держат при высокой температуре и, затем, охлаждают до температуры 400...600°C.И, в этом состоянии проводят пластическое деформирование и закалку.

Низкотемпературная термомеханическая обработка, хотя и дает более высокое упрочнение, но не снижает склонности стали к отпускной хрупкости. Кроме того, она требует высоких степеней деформации (75...95 %), поэтому требуется мощное оборудование.

Низкотемпературной термомеханической обработке подвергают детали, изготовленные из среднеуглеродистых легированных сталей.

Увеличение усталостной прочности при термомеханической обработке происходит из-за того, что в результате пластического деформирования происходит измельчение зерен структуры металла. Их размеры уменьшаются в 2...4 раза по сравнению с обычной закалкой. При этом повышается плотность дислокаций. При проведении последующей закалке образуется более мелкая мартенситная структура.

При химико-термической обработке (ХТО)[4] происходит насыщение поверхности детали различными элементами. Наиболее распространено насыщение углеродом, азотом, кремнием. Эта обработка, образуя на поверхности детали благоприятные остаточные напряжения сжатия, повышает твердость, износостойкость и, соответственно, усталостную прочность.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод: рассматриваемые методы повышения усталостной прочности имеют определенные преимущества и недостатки; их применение для деталей требует усовершенствования конкретных технологических процессов и дальнейших исследований; одновременно необходимо проводить поиск новых методов.

Список источников

1. Гусякова Г.П., Жбанников С.И., Меженин Н.А., Власов В.А., Пачурин Г.В. Повышение долговечности автомобильных металлических материалов. Нижний Новгород : ВСНТО, 1997. 64 с.
2. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием. М. : Машиностроение, 2002. 299 с.
3. Долгов В.А. Повышение долговечности деталей из высокопрочных сталей комбинированным выглаживанием: дис. ... канд. техн. наук. М., 2007.
4. Пачурин, Г.В. Циклическая коррозионная долговечность деформированных конструкционных материалов // Технология металлов. 2003. № 10. С. 16–21.

References

1. Guslyakova, G.P., Zhbannikov, S.I., Mezhenin, N.A., Vlasov, V.A. & Pachurin, G.V. (1997). Improved durability of automotive metal materials. Nizhny Novgorod: VSNTO (in Russ).
2. Smelyansky, V.M. (2002). Mechanics of hardening of parts by surface plastic deformation. Moscow: Mashinostroenie (in Russ).
3. Dolgov, V.A. (2007). Increasing the durability of parts made of high-strength steels by combined burnishing. *Candidate's thesis*. Moscow (in Russ.).
4. Pachurin, G.V. (2003). Cyclic corrosion durability of deformed structural materials. *Technology of Metal*, 10, 16–21 (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

Вклад авторов:

Черкашин Н. А. – научное руководство;

Мамонтов К.В. – написание статьи;

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin - scientific guidance;

K. V. Mamontov - writing an article

УСТАЛОСТЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Черкашин Николай Александрович¹, Мамонтов Константин Викторович²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

² sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3161-1045>

Рассмотрены вопросы такого явления, как усталость деталей машин. Установлено, что в результате накопления усталости в материале детали вызывает появление различных дефектов, в частности таких как трещин. Рассмотрены основные стадии этого дефекта. Причины усталостных отказов и описаны основные виды усталости материалов деталей машин.

Ключевые слова: усталость, нагружение, дефект, отказ, трещина.

Для цитирования: Черкашин Н.А., Мамонтов К.В. Усталость деталей машин // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 111-114.

FATIGUE OF MACHINE PARTS

Konstantin V. Mamontov¹, Nikolai A. Cherkashin²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3161-1045>

² sgau-kansel-2@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

The issues of such a phenomenon as fatigue of machine parts are considered. It has been established that as a result of the accumulation of fatigue in the material of the part, it causes the appearance of various defects, in particular such as cracks. The main stages of this defect are considered. Causes of fatigue failures and the main types of material fatigue of machine parts are described.

Key words: fatigue, loading, defect, failure, crack.

For citation: Cherkashin, N.A. & Mamontov K.V. (2022). Fatigue of machine parts. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 111-114). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Понятие «усталость» используется для названия определенного вида разрушения. Этот отказ проявляется как резкая потеря целостности детали под воздействием циклических напряжений за определенное время.

Число циклов нагружения, вызывающее нарушение целостности, зависит от величины максимальной действующей нагрузки. При повышении величины циклических напряжений снижается количество циклов, вызывающих появление и углубление трещины. Воздействие, при котором проявляется усталостный дефект, намного меньше тех, при которых происходит отказ в условиях постоянного нагружения. Если отказ происходит после 10 000 циклов, то этот факт называется многоцикловогой усталостью. Если этот отказ происходит меньше чем за 10 000 циклов, то имеет место быть малоцикловогой усталостью [1].

Усталость металла это постоянного накопления дефектов в детали, которое происходит при воздействии различных нагрузок. В следствии этого происходит ухудшение физиче-

ских характеристик металла детали. Это способствует появлению трещин, их углублению и разрушению детали за определенное количество повторений циклов нагружения.

Когда глубина трещины превышает максимально допустимый предел, внезапно происходит отказ этой детали. Это явление известно как усталостное разрушение детали. Усталостное разрушение металла происходит в три стадии:

1. Появление трещины
2. Распространение трещины
3. Разрушение металла

Усталость металла напрямую связана с количеством циклов напряжения и величиной приложенного к ней напряжения. Если локальные напряжения поддерживаются ниже определенного значения, металл не будет иметь усталостного разрушения, и деталь будет работать удовлетворительно в течение бесконечного периода времени. Это предельное значение известно как предел выносливости материала. На усталость металла в значительной степени так же влияет наличие концентраторов напряжения, таких как отверстия, зазубрины, сварные швы, коррозия и т.п. Качество поверхности детали также играет большую роль в усталостном разрушении металла. Гладкая поверхность увеличивает усталостную долговечность [2].

Истинные причины усталостных отказов деталей нетривиальны и недостаточно определены. Одной из главных причин усталостного разрушения обычно считается появление и углубление таких дефектов, как трещины.

Процессы усталостных отказов в основном связаны с разнородностью действительной структуры металла детали (отличие геометрических параметров, конфигураций, ориентирования граничащих зерен металла; появление разнородных частиц шлаков, примесей; нарушения кристаллической решетки, нарушения поверхности детали - забоины, ржавчина и т. д.). Из-за указанной разнородности при циклических нагрузках на границах отдельных частиц и рядом с мельчайшими порами и возможными дефектами возрастает концентрация напряжений. Это сосредотачивание напряжений приводит: к пластическим деформациям скольжения каких-то зерен металла и накоплению элементарных дислокаций. После этого происходит объединение накопленных элементарных дислокаций в микротрещины. Микротрещины в своем дальнейшем развитии, объединяясь, превращаются в трещины, которые продолжают углубляться.

Основные виды усталости следующие [3]:

Пороговая усталость – при этом состоянии металла проявляются начальные признаки невозвратного неравномерно напряженного состояния детали.

Предельно допустимая усталость - такая степень неравномерно напряженного состояния, которая не является причиной его разрушения и которая может быть устранена при помощи термической обработки.

Критическая усталость характеризует определенное нагруженное состояние материала детали, при котором деталь не способна противостоять дополнительной нагрузке даже гораздо меньшей, чем предел прочности материала этой детали.

Полная усталость - это такое неравномерно напряженное состояние материала, при котором он способен к саморазрушению, или разрушается под воздействием незначительной внешней силы, то есть при полной 100% усталости материал разрушается даже без видимых причин.

Частичная усталость характерна тем, что напряженное состояние материала не достигло максимума и деталь еще может выдержать дополнительные внутренние или внешние напряжения. Этот вид усталости обратим т.е. усталость может быть снята при использовании термической обработки.

Локальная усталость - это неравномерно напряженное состояние металла детали только лишь на отдельных участках материала детали (усталость материала в отдельных локальных зонах).

Общая усталость характерна тем, что напряженное состояние распространено по всему материалу детали.

Обратимая усталость - это такое неравновесное напряженное состояние металла детали, которое возможно снизить или совсем ликвидировать путем применения различных методов повышения усталостной прочности.

Остаточная усталость характеризуется тем, что часть напряженного состояния остается после выполненной какой-либо термообработки.

В результате циклического нагрева детали. Это вызывает термические напряжения сжатия, которые при остывании переходят в напряжения растяжения. Растягивающие напряжения растяжения, при превышении предела прочности материала детали, вызывают появление и углубление трещины.

Поверхностная усталость - это повреждение материала в результате повторных напряжений поверхностных и близко к ним расположенных слоев, если количество этих напряжений превышает предел выносливости материала. Усталость характеризуется удалением частиц металла с образованием раковин. Поверхностная усталость, как правило, проявляется при вращении сопрягаемых поверхностей двух деталей. При этом происходит такое явление, как питтинг, также могут быть также могут быть поверхностные трещины и выкрашивание сопрягаемых поверхностей. Появление этих дефектов обусловлено напряжениями в зоне контакта. В результате этого в самой детали появляются большие касательные напряжения циклического характера. Именно, касательные напряжения обуславливают появление и развитие трещин, которые затем проявляются на поверхности детали. В этом случае отдельные частицы материала детали сходят с поверхности детали.

Ударная усталость - процесс накопления повреждений и развития трещин, вызванное повторными ударными нагрузками.

Коррозионная усталость металла - это появление характерных усталостных дефектов в металле при совместном действии циклического нагружения разного знака и всевозможных активных окислительных сред. Для этого вида усталости характерно появление и углубление трещин по границам зерен основы. В этом случае деталь разрушается внутри.

При появлении коррозии на поверхности детали часто появляются выемки. Они выступают в качестве концентраторов напряжений. Поэтому усталостное разрушение усиливается. Помимо этого, растрескивание мягкого слоя продуктов окисления служит очагами усталостных трещин, проходящих в металл основы. Также, при действии циклических напряжений происходит растрескивание и отрывание продуктов окисления. Таким образом, появляется доступ окисляющей среды к другим, чистым слоям металла. Следовательно, коррозия и усталость металла усиливают воздействие друг друга, и вероятность внезапного отказа увеличивается.

Фреттинг-усталость это процесс разрушения поверхностей деталей машин, проявляющееся в резко интенсифицированном окислении или схватывании. Основное усиление таких процессов, как окисление и схватывание, вызвано циклическим характером нагрузки. При таком нагружении в зоне контакта резко увеличивается перепад температур. Этот вид усталости характеризуется появлением дефектов на сопрягаемых относительно неподвижных поверхностях. При фреттинг-усталости происходит накопление повреждений и изнашивание материалов сопрягаемых поверхностей. Этот износ проявляется при возвратных движениях с небольшой амплитудой под действием циклической нагрузки. Циклическая нагрузка вызывает деформации сдвига поверхностных слоёв. При этом происходит схватывание и отделение частиц металла, появление оксидов, ускоренное образование трещин, и разрушения детали [11]. Поверхностные повреждения и микротрещины, появляющиеся в результате фреттинга, играют роль инициаторов усталостных трещин. В дальнейшем развитии эти трещины вызывают усталостное разрушение, которое происходит при таких нагрузках, которые в других условиях не вызывали бы отказов деталей [4].

Таким образом, усталость деталей машин явление многоплановое и разнообразное. Усталость деталей машин возникает практически во всех механизмах и может вызвать вне-

запные отказы дорогой и ответственной техники. Поэтому явление усталости и усталостного разрушения необходимо учитывать и предупреждать, применяя соответствующие методы повышения усталостной прочности деталей машин.

Список источников

1. Ибатуллин И.Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев. Самара : Самарский государственный технический университет, 2008. 396 с.
2. Туманов Н. В., Лаврентьева М. А., Черкасова С. А., Серветник А. Н. Моделирование устойчивого роста усталостных трещин в дисках турбины авиадвигателей при простом и сложном циклах нагружения. // Вестник Самарского государственного университета. 2009. №3 (19). С.188 –199.
3. Кушнаренко В.М., Чирков Ю.А., Репях В.С., Ставищенко В.Г. Усталостные разрушения деталей нефтегазового оборудования // Вестник ОГУ, 2012. 279 с.
4. Почтенный Е.К. Кинетика усталости машиностроительных конструкций. Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т механики машин. Минск: УП Арти-Фекс, 2002. 186 с.

References

1. Ibatullin, I.D. (2008). Kinetics of fatigue damage and destruction of surface layers. Samara: Samara State Technical University (in Russ).
2. Tumanov, N. V., Lavrentieva, M. A., Cherkasova, S. A. & Servetnik, A. N. (2009). Modeling of stable growth of fatigue cracks in aircraft engine turbine disks under simple and complex loading cycles. *Vestnik Samarskogo gosudarstvenogo universiteta (Bulletin of the Samara State University)*, 3 (19), 188– 99 (in Russ).
3. Kushnarenko, V.M., Chirkov, Yu.A., Ropyakh, V.S. & Stavishenko, V.G. (2012). Fatigue failure of oil and gas equipment parts. *Bulletin of OSU* (in Russ).
4. Pochtenniy, E.K. (2002). Kinetics of fatigue of machine-building structures. *Nac. acad. Sciences of Belarus, Institute of Machine Mechanics*. Minsk: UP Arti-Feks (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

Вклад авторов:

Черкашин Н. А. – научное руководство;

Мамонтов К.В. – написание статьи;

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin - scientific guidance;

K. V. Mamontov - writing an article;

ВЛИЯНИЕ ПРИСАДОК НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Владимир Михайлович Янзин¹, Иван Евгеньевич Гордеев²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ssaa@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9404-1326>

Рассмотрены основные группы присадок, влияющих на эксплуатационные свойства моторных масел, их назначение и механизм действия. Приведены результаты изменения моющих свойств масла в процессе эксплуатации машин. Показано, что с увеличением периода работы масла щелочное число уменьшается, и через определенный период достигает предельного значения.

Ключевые слова: двигатель, моторное масло, присадки, щелочное число.

Для цитирования: Янзин В.М., Гордеев И.Е. Влияние присадок на эксплуатационные свойства моторных масел // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 115-118.

THE EFFECT OF ADDITIVES ON THE PERFORMANCE PROPERTIES OF MOTOR OILS

Vladimir M. Yanzin¹, Ivan E. Gordeev²

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ssaa@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9404-1326>

The main groups of additives affecting the performance properties of motor oils, their purpose and mechanism of action are considered. The results of changing the washing properties of the oil during the operation of the machines are presented. It is shown that with an increase in the operating period of the oil, the alkaline number decreases, and after a certain period reaches the limit value.

Keywords: engine, engine oil, additives, base number.

For citation: Yanzin, V.M. &Gordeev I.E. (2022). The effect of additives on the performance properties of motor oils. Problems of technical service in the agro-industrial complex '22: collection of scientific papers. (pp. 115-118). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Качество топлива и моторных масел влияет на такие важнейшие показатели двигателей внутреннего сгорания, как экономичность, долговечность, токсичность отработавших газов, металлоемкость и др. Например, путем использования высокоэффективных топлив и моторных масел ресурс двигателя можно увеличить в 1,5...2 раза, а токсичность отработавших газов уменьшить в несколько раз [1; 2].

В связи с все возрастающими требованиями к качеству смазочных масел и в то же время с все более широким вовлечением в переработку нефтей, различных по химическому составу, даже наиболее совершенные методы получения и очистки масел оказываются все же недостаточными для придания им всех необходимых свойств. Более того, существующие в настоящее время способы очистки, обеспечивая необходимое улучшение одних свойств масел, ведут к ухудшению других свойств. Так, улучшение смазочных свойств масел при

граничной смазке связано с присутствием в маслах поверхностно-активных молекул. Но при очистке поверхностно-активные вещества в значительной степени удаляются и «маслянистость» масел ухудшается.

В случае же менее глубокой очистки получают масла, легко окисляющиеся и осмоляющиеся при работе, а также с худшими вязкостно-температурными свойствами. Депарафинизация способствует удалению из масел более легкокристаллизующихся углеводов, но в то же время вследствие удаления части алканов вязкостно-температурные свойства масла в области температуры, лежащей выше температуры появления кристаллов, ухудшаются и т. д. Вследствие этого для улучшения эксплуатационных качеств смазочных масел, кроме применения наиболее совершенных методов производства и очистки, становится все более необходимым введение в них специальных присадок.

Присадки, вводимые в смазочные масла, по их действию должны быть подразделены на две большие группы:

- 1) улучшающие какое-либо одно из свойств масла;
- 2) улучшающие одновременно ряд свойств.

В зависимости оттого, какие именно из свойств масел улучшаются, присадки первой группы подразделяют на ряд подгрупп, а именно:

- улучшающие смазочные свойства (присадки, повышающие прочность масляной пленки);
- улучшающие вязкостные свойства масла в относительно широком диапазоне температуры (вязкостные присадки);
- улучшающие подвижность масла при низкой температуре (депрессорные присадки или депрессаторы);
- повышающие стабильность масла в рабочих условиях (антиокислительные присадки);
- предотвращающие или уменьшающие коррозию металлов и коррозионный износ (антикоррозийные присадки);
- уменьшающие образование отложений в двигателях (моющие или диспергирующие присадки);
- предотвращающие вспенивание масла (антипенные присадки).

Присадки второй группы носят общее название многофункциональных или комплексных и объединяют два или более свойств из перечисленных выше. Влияние, оказываемое различными присадками при введении их в смазочные масла, будет более подробно рассмотрено в следующих главах, посвященных эксплуатационным свойствам масел.

Введением присадок можно значительно улучшить качество смазочных масел, однако было бы ошибочно считать, что в случае применения присадок можно заменить очистку масел или снизить требования к ней, используя низкокачественные базовые масла и т. д. При неудовлетворительной очистке масел применение присадок не может обеспечить положительных результатов [3].

Необходимо также отметить, что при работе механизмов, смазываемых маслами с присадками, последние способны срабатываться, терять эффективность, выпадать с образующимися отложениями, удаляться маслофильтрами и т. д. Это явление наблюдается тем отчетливее, чем более трудными по температуре, нагрузке и т. д. являются условия работы масла с присадкой (как, например, в форсированных двигателях). Различные присадки срабатываются и удаляются из масла в одинаковых условиях работы по-разному, вследствие чего концентрация их в масле понижается.

В качестве примера рассмотрим механизм действия моющих присадок в моторном масле и покажем изменение их количества в зависимости от продолжительности работы машины.

Ввиду крайне отрицательного влияния образования отложений нагара, лака и шлама — на надежность работы форсированных автомобильных и тракторных двигателей, в качестве одной из мер для уменьшения образования отложений применяются так называемые

«моющие присадки», а также комплексные присадки, в число свойств которых входят так называемые «моющие» свойства.

Наименование «моющие» присвоено такого рода присадкам вследствие того, что при применении масел, содержащих их, детали двигателей получаются чистыми, как бы вымытыми. Но фактически ни эти присадки, и содержащие их масла не только «моют» детали двигателя и удаляют уже образовавшиеся отложения, но и только предотвращают образование их.

Способность присадок предотвращать образование отложений на деталях двигателей в настоящее время объясняется рядом фактов. Считается, что присадки рассматриваемого типа:

а) оказывают влияние на протекающие в масле окислительно- полимеризационные процессы либо в сторону торможения их и уменьшения количества образующихся окислот и асфальтенов, либо наоборот, в сторону углубления этих процессов и перевода окислот и асфальтенов в продукты более глубокой полимеризации в зоне поршневых колец;

б) предотвращают прилипание продуктов окисления масел к металлическим поверхностям деталей двигателей (вследствие образования на них пленок присадок);

в) усиливают способность масел к образованию высокодисперсных, стабильных суспензий нерастворимых (или плохо растворимых) в масле продуктов окисления, предохраняя их от коагуляции (например, в результате адсорбирования присадки на диспергированных в масле продуктах);

г) способствуют разрыхлению нагаров и выносу его из двигателя с отработавшими газами.

Для моторных масел моющие присадки обычно для нейтрализации кислот имеют повышенную щелочность. Обычно эти присадки содержат щелочные и щелочноземельные металлы которые в виде металлоорганических соединений находятся в масле и придают ему щелочную реакцию. Чем выше концентрация присадки в масле (щелочное число), тем меньше нагарообразование в двигателе. Однако концентрация присадки в масле во время работы двигателя постепенно снижается (срабатывается) и защитные свойства масла ухудшаются. Это является одним из основных признаков необходимости замены масла в двигателе.

Это свойство моющих присадок необходимо учитывать при оценке эксплуатационных качеств наравне с начальной их эффективностью (т. е. эффективность действия при наличии их в масле в необходимом заданном количестве).

Нами были проведены исследования изменения щелочного числа моторного масла в зависимости от наработки трактора.

В качестве объекта исследования было взято моторное масло Лукойл Авангард 15W-40. Масло работало в двигателе трактора BELARUS – 82.1. Пробы масла отбирались через 60 моточасов. Результаты замеров щелочного числа в пробах масла представлены в таблице.

Таблица

| Показатели | Свежее | 60 м-ч | 120 м-ч | 180 м-ч | 240 м-ч | 300 м-ч | 360 м-ч | Масло Лукойл Авангард 15W-40 |
|---------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|------------------------------|
| Щелочное число, мг КОН/1г масла | 8,8 | 7,8 | 6,6 | 5,8 | 5,2 | 4,6 | 3,8 | Не менее 8,5 |

Проведенные исследования показали, что щелочное число моторного масла Лукойл Авангард 15W-40 в процессе эксплуатации трактора BELARUS – 82.1 изменяется в сторону уменьшения, однако к наработке 360 моточасов его величина не достигла критического значения. Например, минимальное значение щелочного числа для работавшего масла М-10ДМ, при сопоставимой величине щелочного числа (не менее 8,2 мг КОН/1г масла у свежего масла), составляет 3,5 мг КОН/1 г масла.

Таким образом, установлено, что одним из показателей, определяющих качество моторного масла, является его щелочное число. В процессе работы двигателей щелочное число уменьшается и при достижении предельно-допустимого его значения масло требует незамедлительной замены.

Список источников

1. Янзин В.М., Янзина Е.В., Обухов А.А. Результаты исследования качества топливо-смазочных материалов, приобретаемых сельскохозяйственными предприятиями Самарской области // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2016. С. 433–436.
2. Вербицкий В.В. Рациональное использование моторных топлив и масел // Сельский механизатор. 2014. № 1. С. 38–39.
3. Нуруллаева З. В., Бакиева Ш. К., Суяров М. Т. Эксплуатационные свойства смазочных масел и улучшение их присадками // Молодой ученый. 2016. № 8 (112). С. 274-276.

References

1. Yanzin, V.M., Yanzina, E.V. & Obukhov, A.A. (2016). Results of a study of the quality of fuel and lubricants purchased by agricultural enterprises of the Samara region. Agrarian science in the conditions of innovative development of agro-industrial complex '16: collection of scientific papers. (pp. 433–436). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
2. Verbitsky, V.V. (2014). Rational use of motor fuels and oils. *Selskiy mechanizator (Rural mechanizer)*, 1, 38 –39 (in Russ).
3. Nurullayeva, Z. V., Bakieva, Sh. K. & Suyarov, M. T. (2016). Operational properties of lubricating oils and improvement of their additives. *Molodoy ucheniy (Young scientist)*, 8 (112), 274–276 (in Russ).

Информация об авторах

В.М. Янзин – кандидат технических, доцент;

И. Е. Гордеев – студент.

Information about the authors

V.M. Yanzin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

I. E. Gordeev –student.

Вклад авторов:

Янзин В.М. – научное руководство;

Гордеев И.Е. – написании статьи.

Contribution of the authors:

Yanzin V.M. - scientific guidance;

Gordeev I.E. - writing an article.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Абдулаев А.Е., Гужина П.И., Гужин И.Н.</i> Разработка программы технического обслуживания автомобилей при транспортных работах..... | 3 |
| <i>Жильцов С.Н., Альбекров Д.Э.</i> Повышение ресурса двигателей при капитальном ремонте..... | 7 |
| <i>Артамонов В. Е., Ерзамаев М.П.</i> Применение водородных топлив в транспортных средствах..... | 12 |
| <i>Афанасьев А.С., Гужина П.И., Толокнова А.Н.</i> Исследования факторов, влияющих на технико-экономические показатели работы машинно-тракторного агрегата..... | 16 |
| <i>Вострова О.А., Ерзамаев Н.М., Ерзамаев М. П.</i> Перспективные направления совершенствования низкотемпературных свойств зимнего дизельного топлива..... | 22 |
| <i>Выгузов М.Е., Морозова О.Н.</i> Обогащение комбикормов биологически активными веществами путем введения премиксов | 27 |
| <i>Сазонов Д. С., Гордеев И.Е.</i> Технические средства для измерения хода педалей машин..... | 32 |
| <i>Артамонов Е.И., Дикуша И.А.</i> Повышение износостойкости гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания финишной антифрикционной безабразивной обработкой рабочей поверхности..... | 35 |
| <i>Артамонова О.А., Дикуша И.А.</i> Применение аддитивных технологий при изготовлении деталей машин..... | 40 |
| <i>Егоренков В.В., Ерзамаев Н.М., Ерзамаев М.П.</i> Теоретическое исследование дизельного двигателя, работающего на газообразных топливах | 44 |
| <i>Сазонов Д.С., Журавлева Е.А., Гордеев И.Е.</i> Технические средства диагностирования топливной системы CommonRail..... | 49 |
| <i>Иванов Д. А., Приказчиков М. С.</i> Методика оценки влияния изменения щелочного числа моторных масел на противоизносные свойства | 53 |
| <i>Иванов Д. А., Приказчиков М. С.</i> Факторы, влияющие на ресурс моторных масел | 56 |
| <i>Карпенко М.Ю., Петухов С. А.</i> Безразборное восстановление деталей транспортных энергетических установок..... | 59 |
| <i>Ляпичев Д.Н., Бабоченко Н. В.</i> Перспективная зона обслуживания работа манипулятора с шарнирно-стержневой стрелой..... | 65 |
| <i>Мингалимов Р.Р., Мусин М.Ф.</i> Разработка системы питания автомобиля УАЗ-19728 для работы на сжиженном газе.... | 68 |

| | |
|---|-----|
| <i>Мусин Р.М., Мартынов Ю.М.</i> Повышение проходимости автомобиля УАЗ – 2206 модернизацией ходовой системы... | 71 |
| <i>Карпенко М. Ю., Курманова Л.С.</i> Влияние низкотемпературных климатических условий на рабочие процессы дизелей... | 75 |
| <i>Курманова Л.С., Иванов В. А.</i> Уменьшение вредных выбросов транспортными энергетическими установками путем нейтрализации оксидов азота..... | 80 |
| <i>Агеев П.С., Ракова А.Ю.</i> Виды полевых культур и требования к их послеуборочной обработке..... | 85 |
| <i>Рахматуллин С. С., Никонорова Л. М.</i> Актуальные вопросы в области права на ремонт сельскохозяйственной техники в США..... | 89 |
| <i>Сидорова Л.И., Ракова А.Ю.</i> Инновационные технические решения в сельском хозяйстве..... | 93 |
| <i>Туманова М.И., Заходякина Е.О.</i> Информационные технологии при удаленной диагностике и анализе работы машин..... | 98 |
| <i>Харыбина Н.А., Герляк К.А.</i> Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве..... | 102 |
| <i>Черкашин Н.А., Мамонтов К.В.</i> Методы повышения усталостной прочности деталей машин..... | 106 |
| <i>Черкашин Н.А., Мамонтов К.В.</i> Усталость деталей машин..... | 111 |
| <i>Янзин В.М., Гордеев И.Е.</i> Влияние присадок на эксплуатационные свойства моторных масел..... | 115 |

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

Сборник научных трудов

Подписано в печать 6.06.2022. Формат 60×84/8
Усл. печ. л. 14,07; печ. л. 15,13.
Тираж 500. Заказ 130.

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