



**Самарский государственный
аграрный университет**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

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

18 марта 2026 г.

Кинель 2026

УДК 631.3.004.5
ББК 40.72
П-78

Рекомендовано научно-техническим советом Самарского ГАУ

Редакционная коллегия:

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

П-78 Проблемы технического сервиса в АПК : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ. – 2026. – 150 с.

Сборник включает статьи, представленные на IX 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 631.3.004.5
ББК 40.72**

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Тип статьи (научная)

УДК 636.4.087.61

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОДОДВИГАНИЯ КОРМОВ

Константин Витальевич Горецкий¹, Мухтар Ахмиевич Керимов²

^{1, 2}Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия

¹kostyagoretsky@yandex.ru

²martan-rs@yandex.ru

Современные технологии автоматизации в аграрной сфере стремительно развиваются, и одним из ключевых направлений является роботизация процессов животноводства, в том числе систем пододвигания кормов. Для повышения эффективности выполнения этих задач принципиально важным является внедрение систем позиционирования, которые обеспечивают точность, надежность и безопасность работы роботизированных установок.

Ключевые слова: пододвигание корма, робот-пододвигатель, роботизированные установки, системы позиционирования, умная ферма

Для цитирования: Горецкий К. В., Керимов М. А. Анализ систем позиционирования роботизированных установок для пододвигания кормов // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 3-6.

ANALYSIS OF POSITIONING SYSTEMS FOR ROBOTIC FEED PUSHING SYSTEMS

Konstantin V. Goretsky¹, Mukhtar A. Kerimov²

^{1, 2}Saint Petersburg State Agrarian University, Saint Petersburg, Russia

¹kostyagoretsky@yandex.ru

²martan-rs@yandex.ru

Modern automation technologies in agriculture are rapidly developing, and one of the key areas is the robotization of livestock farming processes, including feed pushing systems. To improve the efficiency of these tasks, the implementation of positioning systems that ensure the precision, reliability, and safety of robotic systems is crucial.

Keywords: feed pushing, robotic feed pusher, robotic installations, positioning systems, smart farm

For citation: Goretsky, K. V. & Kerimov, M. A. (2026). Analysis of positioning systems of robotic installations for moving feed pushing systems. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 3-6). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Системы позиционирования играют ключевую роль в автоматизации процессов в сельском хозяйстве, особенно в контексте роботизированных установок для пододвигания кормов. С увеличением потребностей в эффективном управлении ресурсами и оптимизации процессов кормления животноводческих комплексов, разработка и внедрение высокоточных систем позиционирования становится ключевым фактором, опре-

деляющим производительность и экономическую целесообразность роботизированных систем (рисунок 1).

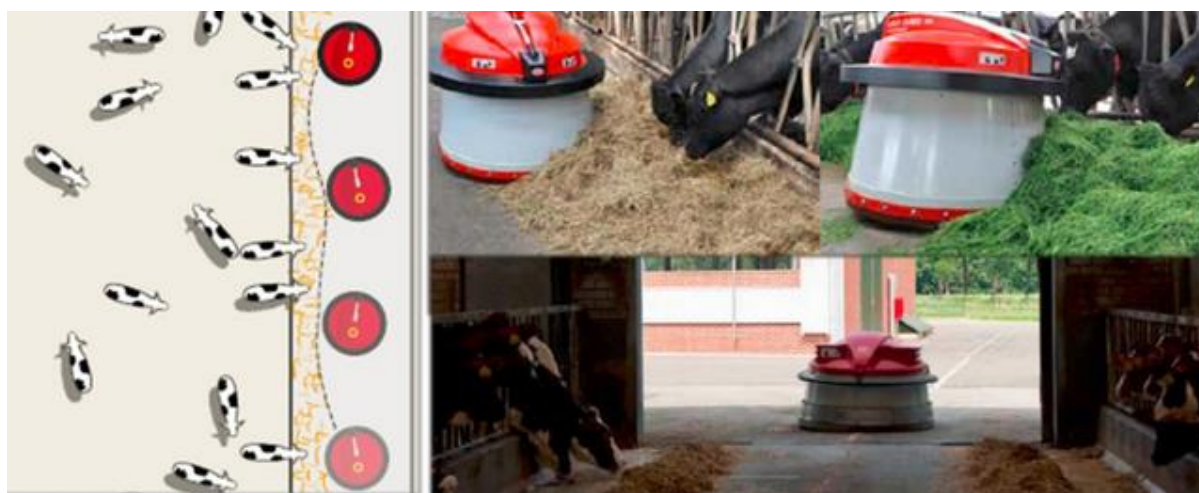


Рис. 1. Робот-пододвигатель корма и траектория его проезда по кормовому столу

В современных роботизированных комплексах, предназначенных для пододвигания кормов, применяются различные системы позиционирования, выбор которых определяется условиями эксплуатации и требуемой точностью навигации. Классификация таких систем охватывает как глобальные, так и локальные методы определения координат. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) обеспечивают высокую точность позиционирования на открытых пространствах за счет приема сигналов со спутников, однако их эффективность снижается в условиях закрытых помещений или на территориях с плотной застройкой. Альтернативой выступают инерциальные навигационные системы (ИНС), которые рассчитывают перемещение на основе показаний акселерометров и гироскопов; будучи полностью автономными, они подвержены накоплению погрешности в процессе длительной работы. Для работы в ограниченных пространствах предпочтительны системы локального позиционирования, использующие стационарно установленные датчики – лазерные дальномеры, ультразвуковые сенсоры, индуктивные элементы (взаимодействующие с металлическими пластинами) или техническое зрение, что позволяет достичь субсантиметровой точности в пределах малой зоны. Наибольшую надежность демонстрируют комбинированные системы, интегрирующие данные разных технологий, например, ГНСС и ИНС, что позволяет взаимно компенсировать их недостатки и минимизировать ошибки позиционирования [1].

При проектировании таких установок необходимо учитывать специфику рабочей среды: габариты помещения, поголовье животных, физико-механические свойства корма и конфигурацию препятствий. Применение систем позиционирования открывает ряд технологических преимуществ. В первую очередь, это оптимизация маршрутов движения: использование точных навигационных данных позволяет роботу строить энергоэффективные траектории, причем инерциальные системы способны адаптировать маршрут в реальном времени к изменениям обстановки. Интеграция с компьютерным зрением наделяет робота способностью распознавать и обходить препятствия, что особенно актуально для динамичной среды животноводческих ферм. Развитие адаптивных алгоритмов на базе искусственного интеллекта позволяет, анализируя данные о местоположении и поведении животных, прогнозировать потребность в пододвигании корма и своевременно корректировать режим работы [2].

В конечном счете автоматизация процесса снижает долю ручного труда, высвобождая персонал для выполнения других задач, а также способствует сокращению потерь корма за счет его равномерного распределения.

Наряду с очевидными достоинствами, внедрение сложных навигационных систем сопряжено с определенными ограничениями. Ключевым барьером остается высокая стоимость

оборудования и интеграции, требующая значительных капиталовложений. Кроме того, существует технологическая зависимость от стабильности внешних сигналов – например, ухудшение приема ГНСС может напрямую влиять на эффективность работы установки. Наконец, для поддержания заявленной точности необходимы регулярное техническое обслуживание и калибровка сенсорного оборудования, что увеличивает эксплуатационные расходы [3].

Системы позиционирования играют ключевую роль в роботизированных установках для пододвигания кормов, обеспечивая высокую степень автоматизации и эффективность выполнения задач. Выбор подходящей системы зависит от множества факторов, включая условия эксплуатации, специфику животноводческой фермы и бюджетные ограничения. Предварительный анализ показывает, что для робота, перемещающегося в пределах животноводческого помещения, наиболее оптимальным подходом является использование ультразвукового датчика и/или сочетания индуктивного датчика и металлических пластин.

Список источников

1. Керимов М.А., Валге А.М. Оптимизация и принятие решений в агроинженерии. – М.: Колос-с, 2021. – 460 с.
2. Kerimov, M. Convergent technologies as conceptual basis for formation of powder industry in agribusiness / M. Kerimov, O. Ognev, I. Belinskaia // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 1317-1324. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF290. – EDN GBSTMC.
3. Kerimov M., Belinskaia I., Ognev O/ Convergent technologies as conceptual basis for formation of powder industry in agribusiness // Engineering for rural development Jelgava, 26. - 28.05.2021, <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2021>
4. Терюшков В.П., Щербakov И.А., Гунин А.А., Коновалов В.В., Миронов И.С. Численный анализ влияния погрешности настройки дозатора на производительность смешительного агрегата // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т.10. №2. С.41-50. DOI:10.55170/1997-3225-2025-10-2-41-50.
5. Попков А.А., Коновалов В. В., Зайцев В. Ю., Донцова М. В. К обоснованию направления совершенствования конструкции ленточного дозатора сыпучих материалов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. Т.9. №3. С.60-69. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-60-69.
6. Курочкин А.А. Обоснование термовакuumной системы агрегата для переработки растительного сырья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. №4. С.69-74. DOI:10.55170/1997-3225-2025-10-4-69-74.

References

1. Kerimov M.A., Valge A.M. Optimization and decision-making in agricultural engineering. Moscow: Kolos-s, 2021, 460 p.
2. Kerimov, M. Convergent technologies as conceptual basis for formation of powder industry in agribusiness / M. Kerimov, O. Ognev, I. Belinskaia // Engineering for Rural Development : 20, Virtual, Jelgava, 26–28 мая 2021 года. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 1317-1324. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF290. – EDN GBSTMC.
3. Kerimov M., Belinskaia I., Ognev O. Convergent technologies as a conceptual basis for the formation of powder industry in agribusiness // Engineering for rural development Jelgava, 26-28.05.2021, <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2021>
4. Teryushkov, V.P., Shcherbakov, I.A., Gunin, A.A., Konovalov, V.V. & Mironov, I.S. (2025). Numerical analysis of the influence of dispenser adjustment error on the performance of the mixing unit. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 2, 41-50. (In Russ.). DOI:10.55170/1997-3225-2025-10-2-41-50.

5. Popkov, A. A., Konovalov, V. V., Zaitsev, V. Yu. & Dontsova, M. V. (2024). To the justification of the direction for improving the design of a bulk material belt dispenser. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 9, 3, 60-6. (In Russ.). doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-3-60-69.

6. Kurochkin, A.A. (2025). Justification of the thermovacuum system of the unit for processing plantraw materials. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 4, 69-74. (In Russian). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-69-74.

Информация об авторах:

М. А. Керимов – доктор технических наук, профессор;

К. А. Горецкий – аспирант.

Information about the authors:

M. A. Kerimov – Doctor of Technical Sciences, Professor;

K. A. Goretsky – Postgraduate Student.

Вклад авторов:

М. А. Керимов – научное руководство;

К. А. Горецкий – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. A. Kerimov – scientific guidance;

K. A. Goretsky – writing an article.

Тип статьи (научная)

УДК 62-05:629:62-5:62-3

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Максим Вячеславович Колыванов¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹ kolyvanov.maks02@mail.ru

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

В статье представлены особенности анализа устройства для диагностики автомобильных генераторов, тестеры для диагностики отдельных узлов, а также специализированных тестеров генераторов.

Ключевые слова: автомобильные генераторы, диагностика генераторов, регулятор напряжения, диодный мост обмотки (ротора, статора).

Для цитирования: Колыванов М. В., Гужин И. Н. Анализ устройств для диагностики автомобильных генераторов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 6-9.

ANALYSIS OF DEVICES FOR DIAGNOSTICS OF AUTOMOBILE GENERARORS

Maxim V. Kolyvanov¹, Igor N. Guzhin²

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

¹ kolyvanov.maks02@mail.ru

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

The article presents the features of the analysis of a device for diagnosing automotive generators, testers for diagnosing individual components, as well as specialized generator testers.

Keywords: automobile generators, generator diagnostics, voltage regulator, diode bridge winding (rotor, stator).

For citation: Kolyvanov, M. V. & Guzhin, I. N. (2026). Analysis of devices for diagnostics of automobile generators. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers (pp. 6-9). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Диагностика автомобильных генераторов – это процесс выявления неисправностей, оценки технического состояния устройства и прогнозирования его остаточного ресурса. Неисправности могут быть связаны с электрической или механической частью генератора [2].

Содержание диагностики:

Измерение напряжения. Например, при заглушенном двигателе напряжение должно быть около 12,5 В, после запуска двигателя — в диапазоне 13,5-14,5 В. Под нагрузкой (включены потребители энергии) напряжение не должно падать ниже 13 В.

Проверка обмоток. Например, сопротивление между двумя токосъёмными кольцами ротора в норме — от 1,8 до 5 Ом. Если значение ниже — есть межвитковое замыкание, если на приборе «бесконечность» — обрыв.

Тест регулятора напряжения. Генератор подключают к внешнему источнику напряжения и лампе, которая имитирует нагрузку. При достижении номинального напряжения (обычно 14-14,5 В) регулятор должен ограничить подачу тока на обмотку возбуждения.

Электромагнитный метод. Оценивают напряжённость внешнего магнитного поля за пределами генератора. При возникновении дефектов электрического происхождения происходит нарушение симметричности магнитного поля.

Тепловой метод. Основан на измерении и анализе температуры на поверхностях генератора. При возникновении аварийных ситуаций (замыкание фазы статора на корпус, пробой диода выпрямителя) происходит значительное выделение тепла в обмотках, которое увеличивает инфракрасное излучение от поверхности генератора.

Для диагностики автомобильных генераторов используют следующее оборудование [1, 3].

Специализированные стенды. Позволяют оценивать работу генератора под различной нагрузкой и в разных режимах. Современные модели стендов оснащены функцией визуализации электрических параметров в виде осциллограмм в реальном времени, что обеспечивает точное определение характера неисправности.

Тестеры для диагностики отдельных узлов.

Предназначены для проверки диодного моста, статорной обмотки, регулятора напряжения генератора. Например, тестер-приставка CRT 2.0 для диагностики протоколов регуляторов напряжения автомобильных генераторов, который имитирует управляющие сигналы бортового компьютера автомобиля для тестируемого регулятора.

Тестеры для экспресс-диагностики. Позволяют быстро определить состояние генератора непосредственно на автомобиле. Например, тестер MS015 для экспресс-диагностики генераторов 12 В с управляемым или цифровым регулятором напряжения.

Специализированные тестеры генераторов (стенды)

Используются в мастерских по ремонту генераторов и стартеров. Представляют собой стационарный стенд с приводным электродвигателем.

- Принцип работы: Генератор снимается с автомобиля, закрепляется на стенде и раскручивается до рабочих оборотов. Стенд позволяет измерить выходное напряжение и ток под различными нагрузками.

- Анализ: это единственный способ на 100% проверить генератор после ремонта. На стенде можно выявить биение вала, проверить работу реле-регулятора во всем диапазоне оборотов и убедиться, что генератор выдает паспортный ток.



Рис. 1. Диагностический тестер для проверки отдельных узлов



Рис. 2. Тестер для экспресс-диагностики генераторов

Проведение диагностики автомобильных генераторов регламентируется следующими нормативными документами:

ГОСТ Р ИСО 8854-2018 — национальный стандарт Российской Федерации «Транспорт дорожный. Генераторы переменного тока с регуляторами напряжения. Методы испытаний и общие требования». Распространяется на генераторы переменного тока с регуляторами напряжения, предназначенные для использования с двигателями внутреннего сгорания колёсных транспортных средств.

Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. №1434 — устанавливает порядок проведения технического осмотра транспортных средств, включая диагностирование, для допуска автомобилей к участию в дорожном движении.

Анализ современного рынка диагностического оборудования показывает четкую тенденцию к интеллектуализации и цифровизации процессов проверки автомобильных генераторов. Простые методы уступают место комплексной диагностике, включающей анализ цифровых протоколов, графическое отображение токоскоростных характеристик и специализированную проверку отдельных узлов [4].

Перспективы развития связаны с адаптацией методов предиктивной диагностики из большой энергетики — таких как контроль частичных разрядов и углубленный тепловизионный анализ. Это особенно актуально для гибридных и электрических транспортных средств. Грамотный подбор оборудования, от портативного тестера до профессионального стенда, является ключевым фактором эффективности работы современного автосервиса и обеспечения надежности автомобиля в целом.

Список источников

1. Иншаков А.П., Магомедов Ф.М., Курбаков И.И., Курбакова М.С. Построение контрольно- регистрирующей системы переходных процессов в ДВС на базе аналого-цифрового преобразователя Л-КАРД Е-14-140 и программного комплекса POWERGRAPH // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 20-26. doi: 10.12737/42654.
2. Морозов, А. А. Современные методы диагностирования автомобилей / А. А. Морозов, И. Н. Гужин, А. Н. Толокнова // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 369-371. – EDN YSNXIZ.
3. Сулейманова, З. Ф. Современное оборудование для диагностики автомобилей / З. Ф. Сулейманова, И. Н. Гужин // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 302-306. – EDN APPTHY.
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

References

1. Inshakov, A.P., Magomedov, F.M., Kurbakov, I. I. & Kurbakova, M.S. (2021). Organization of control and recording system for transients in an internal combustion engine based on the L-CARD E14-140 analog-to-digital converter and the POWERGRAPH software package. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 1, 20-26. (In Russ.). doi:10.12737/42654.
2. Morozov, A. A., Guzhin, I. N. & Toloknova, A. N. (2021). Modern methods of diagnosing cars. Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers. (pp. 369-371). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
3. Suleimanova, Z. F. & Guzhin, I. N. (2021). Modern equipment for car diagnostics Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers. (pp. 302-306). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

Информация об авторах:

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

М. В. Колыванов – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. V. Kolyvanov – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

М. В. Колыванов – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

M. V. Kolyvanov – writing an article.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МОТОРНЫМ МАСЛАМ

Ирина Николаевна Воронина¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹irinavoronina615@gmail.com,

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

В данной статье рассматриваются эксплуатационные требования, предъявляемые к моторным маслам.

Ключевые слова: масла, эксплуатационные требования

Для цитирования: Воронина И. Н., Гужин И. Н. Эксплуатационные требования к моторным маслам // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 10-14.

ENGINE OIL PERFORMANCE REQUIREMENTS

Irina N. Voronina¹, Igor N. Guzhin²

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

¹irinavoronina615@gmail.com,

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

This article discusses operational requirements for engine oils.

Keywords: oils, operational requirements.

For citation: Voronina, I. N. & Guzhin, I. N. (2026). Engine Oil Performance Requirements. Problems of Technical Service in the Agro-Industrial Complex '26: Collection of Scientific Papers. (pp. 10-14) Kinel: PLC Samara SAU (in Russ)

Современные двигатели внутреннего сгорания представляют собой высокоточные механизмы, работающие в экстремальных условиях: при высоких температурах, давлениях, скоростях скольжения и знакопеременных нагрузках. Для обеспечения их надёжной и долговечной работы критически важно применение качественных моторных масел, отвечающих строгим эксплуатационным требованиям [6].

Данная статья рассматривает ключевые эксплуатационные требования к моторным маслам, их обоснование и влияние на работу двигателя.

Прежде чем рассматривать требования, необходимо определить основные функции моторного масла в двигателе [1-3]:

смазывание – уменьшение трения между движущимися деталями;

охлаждение – отвод тепла от нагруженных узлов;

очистка – удаление продуктов износа и нагара;

защита от коррозии – предотвращение окисления металлических поверхностей;

герметизация – заполнение зазоров (например, между поршневыми кольцами и стенками цилиндра);

амортизация – смягчение ударных нагрузок в механизмах.

Каждая из этих функций формирует соответствующие эксплуатационные требования.

Ключевые эксплуатационные требования

Вязкостно-температурные свойства

Одно из важнейших требований – обеспечение оптимальной вязкости масла при всех режимах работы двигателя.

Основные параметры:

кинематическая вязкость при 100°C – определяет толщину масляной плёнки в нагретом двигателе;

динамическая вязкость при низких температурах – влияет на пусковые свойства зимой;

индекс вязкости (ИВ) – показатель, характеризующий степень изменения вязкости от температуры. Чем выше ИВ, тем стабильнее свойства масла.

Требования стандартов (например, SAE J300) задают классы вязкости: от 0W–16 (самые «жидкие» зимние) до 25W–50 (высокотемпературные).

Противоизносные свойства

Масло должно формировать прочную смазочную плёнку, предотвращающую прямой контакт металлических поверхностей [5. 7].

Критерии оценки:

- нагрузка сваривания в четырёхшариковой машине трения;
- показатель износа при заданной нагрузке;
- наличие противоизносных присадок (например, на основе цинка и фосфора).

Требования: минимальный износ деталей при максимальных нагрузках (поршневые пальцы, шейки коленвала, распределительный вал).

Антиокислительная стабильность

При высоких температурах масло окисляется, образуя лаки, нагар и шламы.

Ключевые показатели: температура начала окисления, количество образующихся кислот (кислотное число), стабильность вязкости после термического старения.

Требования: сохранение химической стабильности не менее 250-300 часов при 250°C в лабораторных тестах.

Моющие и диспергирующие свойства

Масло должно:

предотвращать прилипание загрязнений к деталям;
удерживать продукты износа и сгорания в мелкодисперсном состоянии.

Оценивается по:

индексу загрязнения поршней;
количеству нерастворимых осадков после испытаний;
эффективности моющих присадок (сульфонаты, салицилаты кальция).

Требования: чистота деталей двигателя после 100-200 часов работы в стендовых условиях.

Антикоррозионные свойства

Защита от коррозии достигается нейтрализацией кислот, образующихся при сгорании топлива.

Основные показатели:

- щёлочное число (TBN) – характеризует запас нейтрализующей способности; □ коррозионная активность на свинцовых пластинах.

Требования: TBN не ниже 6-10 мг КОН/г для дизельных масел, 5-8 мг КОН/г для бензиновых.

Совместимость с материалами

Масло не должно разрушать: резиновые уплотнения, пластиковые детали, лакокрасочные покрытия.

Требования: отсутствие набухания, растрескивания или растворения материалов после выдержки в масле при 120-150°C.

Вспениваемость

Образование пены снижает эффективность смазки и охлаждения.

Нормативы: объём пены после продувки воздухом не более 300 мл, время исчезновения – не более 10 секунд.

Испаряемость

Потеря масла из-за испарения ведёт к увеличению расхода и загрязнению камеры сгорания.

Показатель: NOACK (потеря массы после нагрева при 250°C в течение 1 часа).

Требования: не более 10-15% для современных масел.

Влияние условий эксплуатации на требования к маслу

Разные режимы работы двигателя предъявляют особые требования:

Городские поездки (короткие дистанции) – важны низкотемпературные свойства и устойчивость к накоплению влаги.

Трассовая эксплуатация – критична термостабильность и антиокислительные свойства.

Спортивные режимы – необходимы высокие противоизносные характеристики и стойкость к перегреву.

Работа в пыльных условиях – требуется усиленная диспергирующая способность.

Стандарты и спецификации

Эксплуатационные требования регламентируются международными и национальными стандартами:

SAE (Society of Automotive Engineers) – классификация по вязкости;

API (American Petroleum Institute) – градация по уровню эксплуатационных свойств (например, API SN, CK-4);

ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) – европейские требования (A3/B4, C3 и др.);

ILSAC (International Lubricant Standardization and Approval Committee) – стандарты для азиатских и американских авто;

ОЕМ-спецификации (например, BMW Longlife, Mercedes-Benz 229.5) – требования автопроизводителей.

Методы контроля качества масел

Для проверки соответствия требованиям применяются: Лабораторные анализы:

- о вискозиметрия;
- о определение TBN и кислотного числа;
- о ИК-спектроскопия (выявление продуктов старения).

Стендовые испытания проводят:

- о на двигателях-моторах (например, Sequence ПН для износа);
- о на четырёхшариковых машинах трения.

Полевые тесты – длительные пробеги на реальных автомобилях.

Тенденции развития требований ужесточают требования к моторным маслам:

- о снижение вязкости (0W-8, 0W-16) для повышения КПД;
- о увеличение интервалов замены (до 30-50 тыс. км);
- о совместимость с системами нейтрализации (низкое содержание фосфора, серы);
- о биоразлагаемость – экологичные основы (эстеры, ПАО);
- о цифровая диагностика – масла с маркерами для мониторинга состояния.

Заключение

Эксплуатационные требования к моторным маслам – это комплексный набор параметров, обеспечивающих:

- надёжную защиту двигателя от износа;
- стабильность работы в широком температурном диапазоне;
- чистоту внутренних деталей;
- совместимость с конструкционными материалами;

- экологическую безопасность.

Выбор масла должен основываться не только на вязкости (SAE), но и на спецификации API/ACEA/OEM, соответствующей конкретному двигателю и условиям эксплуатации [4].

Соблюдение этих требований позволяет:

- увеличить ресурс двигателя;
- снизить расход топлива;
- минимизировать затраты на ремонт;
- соответствовать экологическим нормам.

Таким образом, моторное масло – это не просто расходный материал, а ключевой элемент, определяющий долговечность и эффективность работы современного ДВС.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование показателей качества моторного масла работающего в бензиновом двигателе / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 28 февраля – 02 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 106-112.
2. Гужин, И. Н. Исследование динамики качественных показателей работающего моторного масла / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 27–29 февраля 2024 года. – Кинель: ИБЦ Самарский ГАУ, 2024. – С. 261-266.
3. Володько О. С., Быченин А. П., Родькин И. С. Сравнительная оценка физико-химических и трибологических свойств минерального и рапсового масла // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 5-11. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031.
5. Володько О. С., Быченин А. П. Оценка возможности применения нелегированного рапсового масла в гидравлических системах сельскохозяйственной техники // Самара АгроВектор. 2025. Т. 5. №1. С. 25-32. Doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.
6. Гужин И. Н., Жильцов С. Н. Результаты исследования качества моторного масла при его эксплуатации в автомобильных двигателях // Самара АгроВектор. 2026. Т. 6, № 1. С. 89-94. <https://doi.org/10.55170/2949-3536-2026-6-1-89-94>
7. Володько О. С., Быченин А. П. Влияние реметаллизанта на процесс трения фрикционных дисков коробок передач // Самара АгроВектор. 2023. Т. 3. № 4. С. 54-60. doi: 10.55170/29493536_2023_3_4_54.

References

1. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. &Sazonov, D.S. (2023). Study of the quality indicators of engine oil operating in a gasoline engine. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '23: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 106-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
2. Guzhin, I.N., Prikazchikov,M.S. &Sazonov, D.S. (2024). Study of the dynamics of qualitative indicators of working engine oil. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '24: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 261-266). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

3. Volodko, O. S., Bychenin, A. P. & Rodkin, I. S. (2024). Comparative assessment of physico-chemical and tribological properties of mineral and rapeseed oil. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 4, 2, 5-11. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.

4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031.

5. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2025). Assessment of the possibility of using unalloyed rapeseed oil in hydraulic systems agricultural machinery. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 5, 1, 25-32. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.

6. Guzhin, I. N. & Zhiltsov, S. N. (2026). Results of the engine oil quality study when it is used in automotive engines. Samara AgroVektor (Samara AgroVector). 6, 1. 89-94. <https://doi.org/10.55170/2949-3536-2026-6-1-89-94>

7. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2023). Influence of remetallizants on the process of friction of friction discs of gearboxes. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 3, 4, 54-60. (In Russ.). doi: 10.55170/29493536_2023_3_4_54.

Информация об авторах:

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

И. Н. Воронина – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

I. N. Voronina – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

И. Н. Воронина – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

I. N. Voronina – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 629.331

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РАБОТЫ

Валентина Владимировна Горбунова¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹val-04@yandex.ru

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

В данном исследовании представлен анализ ключевых показателей качества моторного масла на различных этапах его эксплуатации. Особое внимание уделяется изменениям физико-химических свойств масла, методам диагностики его состояния и факторам, влияющим на скорость деградации.

Ключевые слова: моторное масло, показатели качества, деградация масла, физико-химические свойства, диагностика масла, эксплуатационные характеристики, срок службы масла.

Для цитирования: Горбунова В. В., Гужин И. Н. Анализ показателей качества моторного масла в процессе его работы // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 14-18.

ANALYSIS OF ENGINE OIL QUALITY PARAMETERS DURING ITS OPERATION

Valentina V. Gorbunova¹, Igor N. Guzhin²

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

¹val-04@yandex.ru

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

This study provides an analysis of key engine oil quality indicators at various stages of its operation. Particular attention is paid to changes in the physicochemical properties of the oil, methods for diagnosing its condition and factors affecting the rate of degradation.

Keywords: engine oil, quality indicators, oil degradation, physical and chemical properties, oil diagnostics, operational characteristics, oil service life.

For citation: Gorbunova, V. V. & Guzhin, I. N. (2026). Analysis of engine oil quality parameters during its operation. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 14-18). Kinel: PLC Samara SAU (inRuss.).

В условиях интенсивной эксплуатации транспортных средств и промышленного оборудования качество моторного масла играет ключевую роль в обеспечении надёжности и долговечности двигателей [1]. Своевременная оценка состояния масла позволяет предотвратить преждевременный износ деталей и снизить эксплуатационные затраты.

Целью данного исследования является анализ динамики изменения основных показателей качества моторного масла в процессе работы, а также выявление факторов, влияющих на скорость его деградации.

Классификация показателей качества моторного масла

Показатели качества моторного масла можно разделить на несколько групп:

1. *Физико-химические показатели:*

- вязкость при различных температурах (мм²/с);
- температура вспышки (°С);
- щелочное число (мг КОН/г);
- кислотное число (мг КОН/г);
- содержание механических примесей (%);
- зольность (%).

2. *Эксплуатационные показатели:*

- антиизносные свойства;
- противозадирные свойства;
- антикоррозионные свойства;
- моющие свойства.

3. *Спектральные показатели (элементный анализ):*

- концентрация металлов износа (Fe, Cu, Al, Pb и др., ppm);
- содержание присадок (Zn, P, Ca и др., ppm).

Динамика изменения показателей в процессе эксплуатации

В процессе работы моторного масла его показатели качества претерпевают существенные изменения [2, 3]:

1. Вязкость. Может как увеличиваться (из-за накопления продуктов окисления и загрязнения), так и уменьшаться (из-за термического разрушения молекул).
2. Щелочное число. Постепенно снижается из-за нейтрализации кислых продуктов сгорания топлива.
3. Кислотное число. Увеличивается вследствие накопления органических кислот.
4. Температура вспышки. Снижается при попадании топлива в масло.
5. Содержание металлов износа. Растёт по мере износа деталей двигателя.

Методы диагностики состояния моторного масла [5, 7].

Для оценки качества масла применяются следующие методы:

1. *Лабораторный анализ проб масла:*

- вискозиметрия;
- титриметрия (определение кислотного и щелочного числа);
- спектральный анализ (ICP, XRF);
- ИК-спектроскопия (оценка степени окисления, нитрования, сульфирования).

2. *Бортовая диагностика:*

- датчики вязкости;
- датчики электропроводности;
- оптические датчики загрязнения.

3. *Экспресс-методы:*

- капельная проба;
- тест на содержание воды;
- визуальный осмотр цвета и прозрачности.

Пречислим факторы, влияющие на скорость деградации масла [4, 6].

На скорость изменения показателей качества масла влияют:

1. режим эксплуатации двигателя (нагрузка, температура, частота пусков);
2. качество топлива (содержание серы, ароматических углеводородов);
3. состояние двигателя (износ цилиндро-поршневой группы, герметичность уплотнений);
4. интервалы замены масла;
5. условия хранения и транспортировки масла.

Экономическая эффективность контроля качества масла

Регулярный мониторинг показателей качества моторного масла позволяет:

1. оптимизировать интервалы замены масла (снижение затрат на смазочные материалы на 15–25%);
2. предотвратить аварийные отказы оборудования (сокращение простоев на 30–40%);
3. продлить срок службы двигателя (увеличение ресурса на 10–20%).

Инновационные тенденции в диагностике масла

Современные технологии позволяют внедрять:

1. системы онлайн-мониторинга показателей масла в реальном времени;
2. алгоритмы прогнозирования остаточного ресурса масла на основе ИИ;
3. сенсоры для автоматического определения критических параметров;
4. цифровые платформы для сбора и анализа данных с парка техники.

Динамика изменения показателей качества моторного масла

Показатель	Новое масло	После 50 % срока службы	После 100 % срока службы	Предельное значение
Вязкость при 100°С, мм ² /с	10,0±0,5	10,5±0,5	11,2±0,5	±15% от исходного
Щелочное число, мг КОН/г	9,5	7,2	4,8	≤3,0
Кислотное число, мг КОН/г	1,2	2,1	3,5	≥4,0
Температура вспышки, С	220	210	200	≤180
Содержание Fe, ppm	5	25	80	≥100
Механические примеси, %	0,01	0,05	0,12	≥0,15

Экологические аспекты

Контроль качества масла способствует:

1. снижению объёмов отработанного масла (за счёт оптимизации интервалов замены);
2. уменьшению выбросов вредных веществ (благодаря стабильной работе двигателя);
3. правильной утилизации отработанных масел.

Заключение

Проведённый анализ показал, что регулярный контроль показателей качества моторного масла является критически важным для обеспечения надёжной работы двигателей. Современные методы диагностики позволяют своевременно выявлять деградацию масла и предотвращать критические неисправности.

Перспективными направлениями развития являются:

- внедрение систем непрерывного мониторинга;
- разработка адаптивных алгоритмов замены масла;
- создание «умных» смазочных материалов с самодиагностикой;
- стандартизация методов оценки остаточного ресурса масла.

Полученные результаты могут быть использованы при планировании технического обслуживания, выборе смазочных материалов и разработке систем диагностики двигателей.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование показателей качества моторного масла работающего в бензиновом двигателе / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 28 февраля – 02 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 106-112.

2. Гужин, И. Н. Исследование динамики качественных показателей работающего моторного масла / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 27–29 февраля 2024 года. – Кинель: ИБЦ Самарский ГАУ, 2024. – С. 261-266.

3. Володько О. С., Быченин А. П., Родькин И. С. Сравнительная оценка физико-химических и трибологических свойств минерального и рапсового масла // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 5-11. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.

4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources". Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031.

5. Володько О. С., Быченин А. П. Оценка возможности применения нелегированного рапсового масла в гидравлических системах сельскохозяйственной техники // Самара АгроВектор. 2025. Т. 5. №1. С. 25-32. Doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.

6. Гужин И. Н., Жильцов С. Н. Результаты исследования качества моторного масла при его эксплуатации в автомобильных двигателях // Самара АгроВектор. 2026. Т. 6, № 1. С. 89-94. <https://doi.org/10.55170/2949-3536-2026-6-1-89-94>

7. Володько О. С., Быченин А. П. Влияние реметаллизанта на процесс трения фрикционных дисков коробок передач // Самара АгроВектор. 2023. Т. 3. № 4. С. 54-60. doi: 10.55170/29493536_2023_3_4_54.

References

1. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2023). Study of the quality indicators of engine oil operating in a gasoline engine. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '23: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 106-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

2. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2024). Study of the dynamics of qualitative indicators of working engine oil. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '24: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 261-266). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

3. Volodko, O. S., Bychenin, A. P. & Rodkin, I. S. (2024). Comparative assessment of physico-chemical and tribological properties of mineral and rapeseed oil. Samara AgroVektor (Samara AgroVektor), 4, 2, 5-11. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.

4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources". Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031.

5. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2025). Assessment of the possibility of using unalloyed rapeseed oil in hydraulic systems agricultural machinery. Samara AgroVektor (Samara AgroVektor), 5, 1, 25-32. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.

6. Guzhin, I. N. & Zhiltsov, S. N. (2026). Results of the engine oil quality study when it is used in automotive engines. Samara AgroVektor (Samara AgroVektor). 6, 1. 89-94. <https://doi.org/10.55170/2949-3536-2026-6-1-89-94>

7. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2023). Influence of remetalizants on the process of friction of friction discs of gearboxes. Samara AgroVektor (Samara AgroVektor), 3, 4, 54-60. (In Russ.). doi: 10.55170/29493536_2023_3_4_54.

Информация об авторах:

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

В. В. Гобунова – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V. V. Gorbunova – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

В. В. Горбунова – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

V. V. Gorbunova – writing an article.

Тип статьи (обзорная)
УДК 631.3

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Александра Алексеевна Данилова¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹ danilova2442@yandex.ru

² Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

В статье рассмотрены основные методы и способы диагностирования топливной аппаратуры дизельного двигателя. Приведены методы, способы и оборудование, применяемое для диагностирования основных узлов топливной аппаратуры.

Ключевые слова: дизельный двигатель, диагностика, топливный насос высокого давления, форсунка, тестеры

Для цитирования: Данилова А. А. Гужин И. Н. Методы и способы диагностирования топливной аппаратуры дизельного двигателя // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 19-23.

METHODS AND METHODS FOR DIAGNOSING DIESEL ENGINE FUEL EQUIPMENT

Alexandra A. Danilova¹, Igor N. Guzhin²

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

¹ danilova2442@yandex.ru

² Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

The article discusses the main methods and methods of diagnosing diesel engine fuel equipment. Methods, methods and equipment used for diagnostics of main units of fuel equipment are given.

Keywords: diesel engine, diagnostics, high pressure fuel pump, injector, testers

For citation: Danilova, A. A. & Guzhin, I. N. (2026). Methods and methods for diagnosing diesel engine fuel equipment. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 19-23). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Диагностика дизельной топливной аппаратуры, её профилактика и ремонт системы двигателя (ТНВД и форсунок) позволяет выявить и решить проблемы с перерасходом топлива и неустойчивой работой двигателя. До 70% отказов дизельных агрегатов приходится на топливную аппаратуру [2]. Основные элементы топливной аппаратуры дизельного двигателя приведены на рисунке 1.

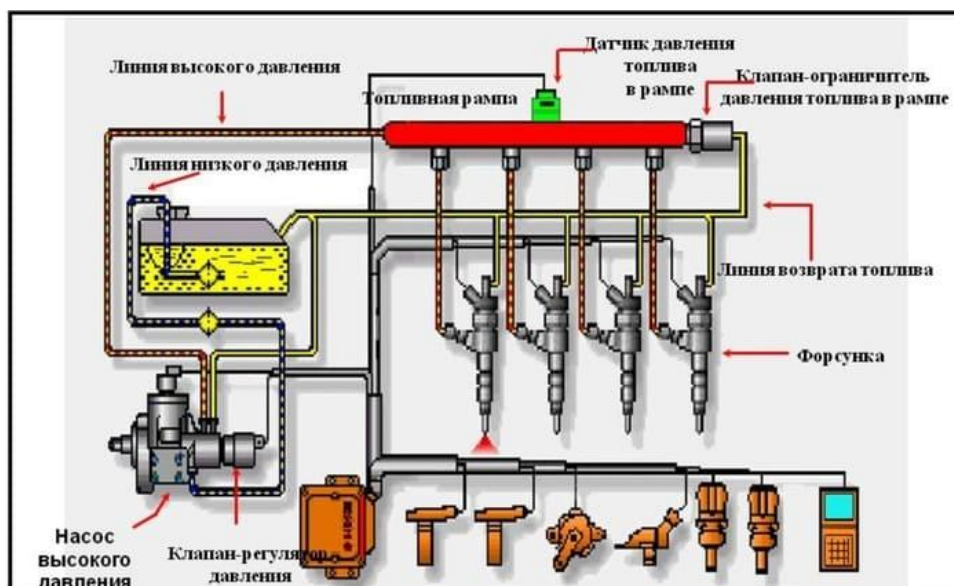


Рис. 1 Основные элементы топливной аппаратуры дизельного двигателя

Главные причины возникновения неисправностей дизельных двигателей:

- несвоевременное и неквалифицированное техобслуживание (ТО);
- нарушение режимов эксплуатации двигателя;
- использование низкосортного топлива или масла;
- естественный износ деталей и узлов в процессе эксплуатации.

Способы диагностирования топливной аппаратуры [1, 3]:

Комплексность - проверка всех компонентов топливной системы: топливного насоса, форсунок, регуляторов давления, фильтров и других элементов. Ошибка в одном компоненте может повлиять на работу всей системы.

Точность - современные топливные системы, особенно в инжекторных и дизельных двигателях, требуют высокой точности в настройках и параметрах.

Регулярность - даже если автомобиль кажется исправным, рекомендуется проводить диагностику топливной системы раз в год или каждые 10–15 тыс. км пробега.

Признаки неисправностей: затруднённый запуск двигателя, повышенный расход топлива, потеря мощности или «провалы» при ускорении, чёрный дым из выхлопной трубы (признак неполного сгорания) [4].

Существующие методы определения технического состояния топливной аппаратуры можно разделить по диагностическим показателям и параметрам на три группы:

- диагностирование по показателям работы двигателя;
- диагностирование по параметрам топливной аппаратуры;
- диагностирование по характеристикам работы топливной аппаратуры.

Основные методы диагностирования:

Визуальный осмотр и проверка на месте: Поиск подтеков топлива, проверка работы на холостом ходу, оценка дымности выхлопа (белый, черный или синий дым).

Основные этапы визуального осмотра и проверки на месте:

- Осмотр топливопроводов и соединений: Проверка всех магистралей от бака до ТНВД и форсунок на наличие трещин, подтеков, следов «сырости» или коррозии.
- Проверка ТНВД:
 - Внешний осмотр: Корпус насоса должен быть сухим, без трещин.
 - Проверка работы: Прослушивание на предмет посторонних шумов или стуков (признак износа плунжерных пар).

- Проверка момента впрыска: Визуальная оценка работы двигателя: жесткая работа («стук пальцев») или, наоборот, очень мягкая, сопровождающаяся дымом, говорит о неправильном угле опережения впрыска.

- Проверка форсунок:

- Наличие подтеков: Подтеки топлива в районе штуцеров форсунок указывают на негерметичность соединений.

- Осмотр «обратки»: Проверка трубок обратного слива топлива (обратка). Если трубки мокрые или забиты, это нарушает работу системы.

- Проверка топливного фильтра: Проверка целостности корпуса фильтра, наличия конденсата, отложений, грязи в отстойнике (если предусмотрен).

- Анализ дымности выхлопа (на месте):

- Черный дым: Неполное сгорание топлива, перелив форсунок, позднее зажигание.

- Белый/Сизый дым: Некачественный распыл (заккоксованность форсунок) или ранний впрыск.

- Проверка работы двигателя: Неравномерная работа на холостом ходу («троеение») и вибрация часто указывают на неисправность конкретной форсунки.

Безразборная диагностика (на двигателе): Использование мотор-тестеров (например, DiTime 873) для анализа вибраций, давления впрыска и токовой характеристики. Основные этапы и средства безразборной диагностики следующие:

- Компьютерная диагностика (с помощью сканеров): Считывание кодов ошибок ЭБУ (OBD-II), анализ параметров в реальном времени (давление в рейке, коррекция форсунок, угол опережения впрыска).

- Виброакустический метод: Анализ работы ТНВД и форсунок с помощью датчиков вибрации и звука для обнаружения стуков, указывающих на износ или неправильный впрыск.

- Замер компрессии (компрессометры КИ-5973): Оценка состояния ЦПГ и герметичности клапанов, что влияет на запуск дизеля.

- Проверка давления картерных газов: Позволяет оценить износ поршневых колец и цилиндров без разбора.

- Эндоскопия: Визуальный осмотр состояния камер сгорания, поршней и распылителей форсунок через свечное отверстие

Проверка форсунок: Определение давления начала впрыска, качества распыла («факела») и герметичности форсунок с помощью ручного стенда (манометра).

Основные методы проверки:

- Тест на «обратку» (гидроплотность): Используется для систем Common Rail. Шланги обратки снимаются, форсунки соединяются с мерными емкостями (шприцами). При работающем двигателе форсунка, наливающая больше топлива, считается изношенной.

- Стендовая проверка: Демонтированные форсунки проверяют на ручном или автоматическом стенде для точного измерения давления начала впрыска, факела распыла и герметичности иглы распылителя.

- Компьютерная диагностика: Через OBD2-сканер оценивается коррекция подачи топлива по цилиндрам. Значительные отклонения (обычно $\backslash(\text{rpm } 1.5-2\backslash)$ мм³/цикл) указывают на неисправность.

- Визуальный осмотр и «на слух»: Осмотр на наличие подтеков топлива, стука, а также оценка цвета выхлопа (черный или сизый дым)

Диагностика ТНВД: Проверка производительности (объема подачи топлива), неравномерности подачи по цилиндрам и момента начала впрыска на специализированных стендах

Основные методы диагностирования

- Визуальный осмотр: Поиск подтеков топлива, оценка дымности выхлопа (черный — избыток топлива, белый/синий — некачественный распыл).

- Проверка форсунок: Определение давления начала впрыска, качества «факела» распыла и герметичности форсунок с помощью ручного стенда (манометра).
- Диагностика ТНВД: Проверка производительности (объема подачи), неравномерности подачи по цилиндрам и момента начала впрыска, часто на специализированных стендах.
- Компьютерная диагностика: Сканирование ошибок ЭБУ, анализ токовых характеристик электромагнитных форсунок

Диагностирование топливной аппаратуры чаще всего выполняется на работающем дизеле с использованием датчиков и средств вычислительной техники. Для комплексной оценки технического состояния топливной системы высокого давления, состоящей из насоса высокого давления, нагнетательного трубопровода и форсунки, необходимо контролировать качество работы и гидравлические сопротивления топливного насоса, трубопровода и форсунки. Основными диагностическими параметрами являются давление топлива и параметры вибросигнала. Вибрация возникает под действием ударов при подъеме и посадке обратного клапана топливного насоса и иглы форсунки. Чем хуже техническое состояние этих узлов, тем больше отклонение измеренных параметров от эталонных значений. Если учесть, что диагностирование топливной аппаратуры практически всегда связано с измерением угла опережения подачи топлива, то система дополняется датчиком угла поворота коленчатого вала.

Ресурс дизельного двигателя во многом зависит от корректной работы системы питания. Неисправности в работе ТС негативно сказываются на эксплуатационных характеристиках двигателя, вплоть до выхода ДВС из строя. С учетом того, что стоимость ремонта дизельного двигателя выше стоимости работ по восстановлению бензинового, диагностика топливной системы должна выполняться регулярно, в качестве профилактической меры, а не только после обнаружения неисправностей.

Профилактический осмотр и диагностику форсунок рекомендуется проводить через 600-1000 часов, а ТНВД — через 4-6 тысяч часов работы, или не реже одного раза в год. Эту операцию можно выполнять перед началом зимнего или летнего периода эксплуатации автомобиля. Часто диагностика ТС выполняется при проведении планового технического осмотра.

Список источников

1. Иншаков А.П., Магомедов Ф.М., Курбаков И.И., Курбакова М.С. Построение контрольно- регистрирующей системы переходных процессов в ДВС на базе аналого-цифрового преобразователя Л-КАРД Е-14-140 и программного комплекса POWERGRAPH // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 20-26. doi: 10.12737/42654.
2. Морозов, А. А. Современные методы диагностирования автомобилей / А. А. Морозов, И. Н. Гужин, А. Н. Толокнова // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 369-371. – EDN YSNXIZ.
3. Сулейманова, З. Ф. Современное оборудование для диагностики автомобилей / З. Ф. Сулейманова, И. Н. Гужин // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 302-306. – EDN APPTHY.
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

References

1. Inshakov, A.P., Magomedov, F.M., Kurbaev, I. I. & Kurbaeva, M.S. (2021). Organization of control and recording system for transients in an internal combustion engine based on the L-CARD E14-140 analog-to-digital converter and the POWERGRAPH software package. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 20-26. (In Russ.). doi:10.12737/42654.
2. Morozov, A. A., Guzhin, I. N. & Toloknova, A. N. (2021). Modern methods of diagnosing cars. *Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers*. (pp. 369-371). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
3. Suleimanova, Z. F. & Guzhin, I. N. (2021). Modern equipment for car diagnostics *Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers*. (pp. 302-306). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // *BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources"*. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

Информация об авторах:

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

А. А. Данилова – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. A. Danilova – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

А. А. Данилова – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

A. A. Danilova – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 665.73

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Иван Витальевич Шостак¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹ivan_shostak2005@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8626-1808>

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

В статье рассматриваются низкотемпературные свойства дизельного топлива, играющие критическую роль в обеспечении его работоспособности в условиях низких температур. Анализируются основные характеристики, такие как предельная температура фильтруемости, температура помутнения и температура застывания, а также их влияние на работу дизельных двигателей. Обсуждаются методы улучшения низкотемпературных свойств, включая использование зимних и арктических сортов топлива, а также применение специальных присадок.

Ключевые слова: дизельное топливо, низкотемпературные свойства, предельная температура фильтруемости, температура помутнения, температура застывания, зимнее дизельное топливо, арктическое дизельное топливо, присадки, дизельный двигатель.

Для цитирования: Шостак И. В., Гужин И. Н. Низкотемпературные свойства дизельного топлива // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 23-27.

LOW-TEMPERATURE PROPERTIES OF DIESEL FUEL

Ivan V. Shostak¹, Igor N. Guzhin²

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

¹ivan_shostak2005@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8626-1808>

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

The article discusses the low-temperature properties of diesel fuel, which play a critical role in ensuring its performance at low temperatures. The main characteristics, such as the ultimate filterability temperature, cloud point and pour point, as well as their effect on the operation of diesel engines, are analyzed. Methods for improving low-temperature properties, including the use of winter and arctic fuels, as well as the use of special additives, are discussed.

Keywords: diesel fuel, low-temperature properties, maximum filterability temperature, cloud point, pour point, winter diesel fuel, arctic diesel fuel, additives, diesel engine.

For citation: Shostak, I. V. & Guzhin, I. N. (2026). Low-temperature properties of diesel fuel. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 23-27). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Низкотемпературные свойства дизельного топлива — это совокупность характеристик, определяющих его поведение при понижении температуры окружающей среды. В первую очередь, они влияют на возможность бесперебойной подачи топлива в камеру сгорания и, как следствие, на запуск и работу дизельного двигателя [1].

Основные низкотемпературные характеристики:

- Температура помутнения. Это температура, при которой в дизельном топливе начинают образовываться первые кристаллические включения парафинов, что приводит к помутнению жидкости. Образование кристаллов парафина ухудшает текучесть топлива и может стать причиной начала процесса засорения топливных фильтров [2].

- Предельная температура фильтруемости (ПТФ). ПТФ является одной из наиболее важных характеристик. Она определяет самую низкую температуру, при которой топливо может проходить через стандартный топливный фильтр при заданном давлении. При температурах ниже ПТФ парафиновые кристаллы, образующиеся в топливе, укрупняются и начинают осаждаться на сетке фильтра, постепенно забивая его. Это приводит к снижению подачи топлива, потере мощности двигателя, а в конечном итоге — к полной остановке.

- Температура застывания. Это температура, при которой топливо полностью теряет текучесть и переходит в твердое состояние [6]. Температура застывания, как правило, значительно ниже предельной температуры фильтруемости. Хотя застывание топлива обычно не происходит в реальных условиях эксплуатации (из-за наличия ПТФ), эта характеристика также важна для оценки общего поведения топлива на морозе [3].

В зависимости от сезона и климатических условий эксплуатации, дизельное топливо подразделяется на несколько видов, отличающихся своими низкотемпературными свойствами (табл. 1, 2):

- Летнее дизельное топливо (Л)- имеет наихудшие низкотемпературные характеристики. Его использование при температурах ниже 0°C может привести к проблемам с фильтрацией и запуском. ПТФ обычно находится в диапазоне от -5°C до 0°C.

- Зимнее дизельное топливо (З)- предназначено для эксплуатации в холодное время года. Его ПТФ обычно составляет от -20°C до -35°C. Производится с использованием специальных присадок или путем смешения базовых компонентов с низкотемпературными свойствами.

- Арктическое дизельное топливо (А)- разработано для эксплуатации в экстремально низких температурах. Его ПТФ может достигать -50°C и ниже. Производится из специальных нефтяных фракций и с применением высокоэффективных депрессорных присадок.

Таблица 1

Показатели качества дизельного топлива

Показатель	Марка ДТ		
	Л	З	А
Цетановое число, не менее	45		
Температура застывания, °C, не выше	-10	-35	-55
Температура помутнения, °C, не выше	-5	-25	-
Температура вспышки, °C, не выше	50	35	30
Вязкость при температуре 20 °C, мм ² /с	3-6,0	1,8-5,0	1,5-4,0
Фракционный состав, °C, не выше			
t ₅₀	280	280	255
t ₉₆	360	340	330
Содержание фактических смол, мг/100 мл, не более	40	30	30

Проблемы, связанные с низкотемпературными свойствами дизельного топлива, могут включать [4]:

- Затрудненный запуск двигателя: Высокая вязкость топлива и засорение фильтров мешают его подаче.

- Нестабильная работа двигателя: Потеря мощности, рывки, прерывистая работа из-за недостаточной подачи топлива.

- Остановка двигателя: Полное прекращение работы при сильном засорении топливного фильтра.

- Повреждение топливной аппаратуры: Повышенный износ из-за недостаточной смазки или механических повреждений кристаллами парафина [7].

Методы улучшения низкотемпературных свойств

- Использование зимних и арктических сортов топлива: Самый надежный способ - заправляться топливом, соответствующим сезонным условиям.

- Применение депрессорных присадок: Эти присадки изменяют структуру кристаллов парафина, делая их более мелкими и не склонными к образованию агломератов, тем самым снижая ПТФ и температуру застывания. Важно использовать присадки, совместимые с конкретным типом топлива и двигателем, и добавлять их в топливо до начала образования парафинов (при положительных температурах).

- Подогрев топлива: Системы подогрева топлива (например, подогреватели топливного фильтра или магистралей) помогают поддерживать его в рабочем состоянии при низких температурах [5].

**Низкотемпературные свойства дизельного топлива
согласно ГОСТ 32511-2013 (EN 590:2009) (Дизельное топливо ЕВРО)**

Для умеренной климатической зоны дизельное топливо условно разделяют по шести сортам: А, В, С, D, E, F.					
	Сорт В	Сорт С	Сорт D	Сорт E	Сорт F
Температура фильтруемости, °С, не выше	0	-5	-10	-15	-20
Для районов с холодным климатом дизельное топливо условно разделяют на пять классов: 0, 1, 2, 3, 4.					
	Класс 0	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Температура помутнения, °С, не выше	-10	-16	-22	-28	-34
Температура фильтруемости, °С, не выше	-20	-26	-32	-38	-44

Правильный выбор дизельного топлива, соответствующего температурным условиям эксплуатации, является обязательным условием для надежной работы дизельного двигателя в зимний период.

Понимание низкотемпературных характеристик топлива и своевременное принятие мер по их улучшению (при необходимости) позволяют избежать проблем с топливной системой и обеспечить бесперебойную работу автомобиля.

Список источников

1. Уханов, А. П. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода / А. П. Уханов, Е. А. Сидоров, Л. И. Сидорова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 63-69. – DOI 10.55471/19973225_2023_8_3_63.
2. Особенности работы дизеля на рыжико-минеральном топливе в режиме самостоятельного холостого хода / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Е. А. Сидоров, А. И. Якунин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 15-19. – DOI 10.12737/17446.
3. Гужин, И. Н. Влияние депрессорных присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива / И. Н. Гужин // Достижения науки агропромышленному комплексу : сборник научных трудов, Усть-Кинельский, 05 декабря 2013 года. – Усть-Кинельский: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 260-263.
4. Быченин, А. П. Влияние растительных компонентов на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. Н. Черников, М. С. Приказчиков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 12-15. – DOI 10.12737/17445.
5. Володько, О. С. Определение рационального способа подогрева смесевых минерально-растительных топлив для автотракторных дизелей / О. С. Володько, А. П. Быченин, О. Н. Черников // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 50-56.
6. Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. С. Володько, М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 44-50. – DOI 10.12737/18608.

7. Уханов Д.А., Уханов А.П., Володько О.С., Быченин А.П. Смазочная способность биокеросина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 1. С. 17-21. DOI:10.55170/1997-3225-2025-10-1-17-21.

References

1. Ukhanov, A.P., Sidorov, E.A. & Sidorova, L.I. (2023). Operation of a tractor diesel engine on biofuel fuel at idle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 63–69 (in Russ).
2. Ukhanov, A.P., Ukhanov, D.A., Sidorov, E.A. & Yakunin, A.I. (2017) Features of diesel engine operation on red and mineral fuel in independent idle mode. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 15–19 (in Russ).
3. Guzhin, I. N. (2013). Effect of depressant additives on low-temperature properties of diesel fuel. Achievements of science in the agro-industrial complex '15: collection of scientific papers. (pp. 260–263). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
4. Bychenin, A.P., Chernikov, O. N. & Prikazchikov, M. S. (2017). The influence of plant components on the tribological properties of fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 12–15 (in Russ).
5. Volodko, O.S., Bychenin, A.P. & Chernikov, O. N. (2019). Determination of the rational method of heating mixed mineral-vegetable fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2. 50–56 (in Russ).
6. Bychenin, A. P., Volodko, O. S., Erzamaev, M. P. & Sazonov, D. S. (2017). Effect of Oleic Acid on Tribological Properties of Fuels for Automotive Diesel Engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4. 44–50 (in Russ).
7. Ukhanov, D.A., Ukhanov, A.P., Volodko, O.S. & Bychenin, A.P. (2025). Lubricability of bio-kerosene. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 17-21. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-17-21.

Информация об авторах:

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

И. В. Шостак – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

I. V. Shostak – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

И. В. Шостак – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

I. V. Shostak – writing an article.

СТАРЕНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО РАБОТЫ

Владислав Сергеевич Рафиков¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹rafikov05vl@yandex.ru

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

В статье рассмотрены основные свойства моторного масла и его структурные изменения при различных температурных условиях, а так же изменение свойств при эксплуатации.

Ключевые слова: основные характеристики масла, причины изменения свойств масла, приборы для анализа изменений масла

Для цитирования: Рафиков В. С., Гужин И. Н. Старение моторного масла в процессе его работы // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 28-32.

AGING OF MOTOR OIL IN THE PROCESS OF ITS OPERATION

Vladislav S. Rafikov¹, Igor N. Guzhin²

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

¹rafikov05vl@yandex.ru

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

The article discusses the main properties of engine oil and its structural changes under various temperature conditions, as well as changes in properties during operation.

Keywords: main characteristics of oil, causes of changes in oil properties, devices for analyzing oil changes

For citation: Rafikov, V. S. & Guzhin, I. N. (2026). Aging of motor oil in the process of its operation. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 28-32). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Моторное масло является одним из ключевых элементов, обеспечивающих надежную и долговечную работу двигателя внутреннего сгорания. Основные функции масла — смазка деталей, снижение трения и износа, охлаждение, защита от коррозии и отложений [1]. Однако при работе двигателя свойства моторного масла изменяются под воздействием тепла, механического трения и химических процессов [2]. Изучение этих изменений необходимо для правильного обслуживания автомобиля и своевременной замены масла [3].

Основные характеристики моторного масла

Перед рассмотрением изменений и свойств важно понять, какие характеристики масла являются наиболее значимыми [4]:

- Вязкость - способность масла сопротивляться течению, определяет эффективность смазки. Выделяют кинематическую и динамическую вязкость.

- Кислотное число - показатель содержания кислых соединений, возникающих в результате окисления.

- Щелочное число - количество веществ, нейтрализующих кислоты; показатель защитных присадок.
- Температура застывания - нижний предел температуры, при которой масло сохраняет текучесть.
- Температура вспышки - температура воспламенения масла.
- Содержание загрязнителей и продуктов износа - металлы и частицы, которые могут указывать на состояние двигателя и масла.

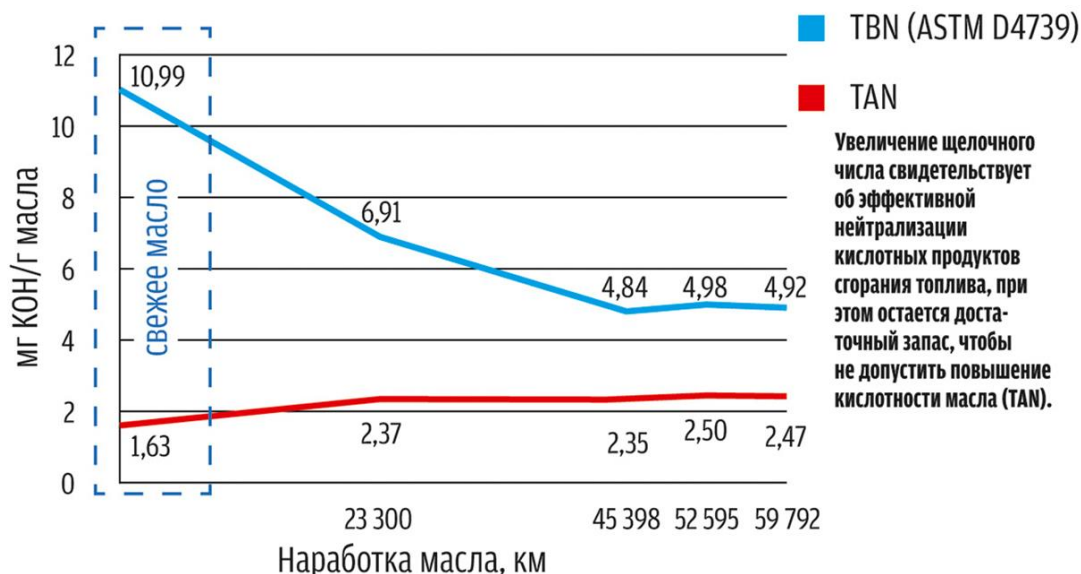


Рис. 1. График динамики изменений щелочного (TBN, ASTM4739) кислотного (TAN) чисел в зависимости от наработки

Причины изменений свойств масла в работе двигателя [5].

В процессе эксплуатации моторное масло подвергается воздействию:

- Высоких температур

Температура в камере сгорания может превышать 200 °С, что приводит к термическому разложению молекул масла, его присадок (если масло некачественное или является фальсификатом) и снижению его качества.

- Окисления

Под действием кислорода и нагрева начинается химическое окисление масла, что приводит к образованию кислых соединений и смол.

- Механического воздействия

Давление и трение ускоряют физический износ присадок и базовых компонентов.

- Контаминантов

Попадание воды (антифриза и другой охлаждающей жидкости), топлива, продуктов сгорания, пыли и металлических частиц ухудшает свойства масла.

Изменения основных характеристик

1. Вязкость

Вязкость масла может повыситься из-за образования продуктов разложения и загрязнений. Это затрудняет циркуляцию, снижает эффективность смазки и увеличивает износ деталей. В некоторых случаях вязкость снижается, если в масло попадает дизельное топливо или бензин, вода, тосол и антифриз. (разбавление).

2. Кислотное и щелочное числа

При работе щелочное число падает, так как потребляется для нейтрализации кислот, образующихся при окислении [6]. Повышение кислотного числа ведет к коррозии металлических деталей.

3. Температура застывания и вспышки

Наличие загрязнений и продуктов окисления может повысить температуру застывания, усложняя запуск двигателя в холодное время года. Температура вспышки снижается из-за присутствия легковоспламеняющихся примесей, что повышает риск возгорания.

4. Наличие металлических частиц и загрязнений

Увеличение концентрации металлов (железо, медь, свинец) свидетельствует о повышенном износе деталей двигателя[7]. Загрязнения ухудшают фильтрацию и циркуляцию масла.

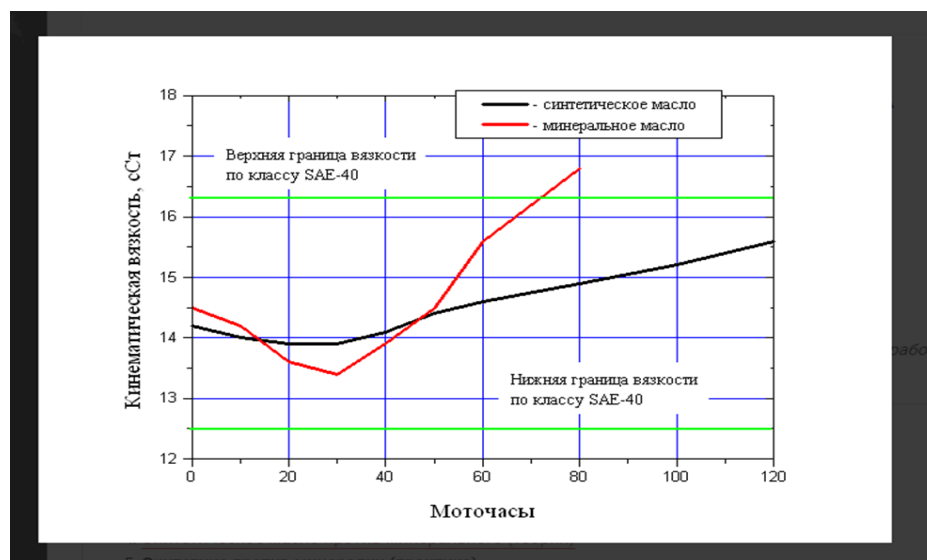


Рис. 2. Графики изменения кинематической вязкости от моточасов

Методы контроля изменений масла

Для определения состояния отработанного масла применяются:

- Вязкостные испытания - Измерение вязкости при 40 °C и 100 °C позволяет оценить физическое состояние масла.
- Определение кислотного и щелочного числа - Методы ASTM D664 (кислотное число) и ASTM D2896 (щелочное число) дают информацию о степени окисления и потери присадок.
- Спектральный анализ - Позволяет выявлять металлосодержащие частицы износа.
- Газовая хроматография - Определяет наличие летучих продуктов разложения.
- Термогравиметрия и микроскопия - Используются для оценки термостабильности и характера загрязнений.

Практическое значение изучения изменений масла:

- Своевременный контроль состояния масла позволяет избежать серьезных поломок двигателя.
- Оптимизация интервалов замены масла снижает экономические затраты и повышает надежность.
- Анализ отработанного масла помогает выявлять скрытые неисправности двигателя.
- Разработка масел с улучшенными свойствами и присадками возможна на основе изучения их поведения в эксплуатации.

Характеристики моторного масла существенно изменяются в процессе его работы под влиянием высоких температур, механического воздействия и загрязнений. Основные показатели, такие как вязкость, кислотное и щелочное числа, температура застывания и вспышки, а также содержание продуктов износа, служат индикаторами состояния масла и позволяют оценить необходимость его замены. Регулярный контроль и исследование изменений масла

помогает поддерживать двигатель в оптимальном состоянии, снижать износ и продлевать срок службы автомобиля.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование показателей качества моторного масла работающего в бензиновом двигателе / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 28 февраля – 02 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 106-112.
2. Гужин, И. Н. Исследование динамики качественных показателей работающего моторного масла / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 27–29 февраля 2024 года. – Кинель: ИБЦ Самарский ГАУ, 2024. – С. 261-266.
3. Володько О. С., Быченин А. П., Родькин И. С. Сравнительная оценка физико-химических и трибологических свойств минерального и рапсового масла // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 5-11. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031.
5. Володько О. С., Быченин А. П. Оценка возможности применения нелегированного рапсового масла в гидравлических системах сельскохозяйственной техники // Самара АгроВектор. 2025. Т. 5. №1. С. 25-32. Doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.
6. Гужин И. Н., Жильцов С. Н. Результаты исследования качества моторного масла при его эксплуатации в автомобильных двигателях // Самара АгроВектор. 2026. Т. 6, № 1. С. 89-94. <https://doi.org/10.55170/2949-3536-2026-6-1-89-94>
7. Володько О. С., Быченин А. П. Влияние реметаллизанта на процесс трения фрикционных дисков коробок передач // Самара АгроВектор. 2023. Т. 3. № 4. С. 54-60. doi: 10.55170/29493536_2023_3_4_54.

References

1. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2023). Study of the quality indicators of engine oil operating in a gasoline engine. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '23: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 106-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
2. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2024). Study of the dynamics of qualitative indicators of working engine oil. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '24: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 261-266). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
3. Volodko, O. S., Bychenin, A. P. & Rodkin, I. S. (2024). Comparative assessment of physico-chemical and tribological properties of mineral and rapeseed oil. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 4, 2, 5-11. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.
4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031.
5. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2025). Assessment of the possibility of using unalloyed rapeseed oil in hydraulic systems agricultural machinery. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 5, 1, 25-32. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.

6. Guzhin, I. N. & Zhiltsov, S. N. (2026). Results of the engine oil quality study when it is used in automotive engines. Samara AgroVektor (Samara AgroVector). 6, 1. 89-94. <https://doi.org/10.55170/2949-3536-2026-6-1-89-94>

7. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2023). Influence of remetallizants on the process of friction of friction discs of gearboxes. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 3, 4, 54-60. (In Russ.). doi: 10.55170/29493536_2023_3_4_54.

Информация об авторах:

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

В. С. Рафиков – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V. S. Rafikov – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

В. С. Рафиков – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

V. S. Rafikov – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 631.3

ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Владислав Юрьевич Никитин¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹ ssaa@ssaa.ru

² Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

В статье проанализировано назначение и преимущества проведения технического обслуживания автомобилей. Приведены этапы организации проведения технического обслуживания автомобилей. Рассмотрены перспективы внедрения цифровых технологий при организации и проведении технического обслуживания автомобилей.

Ключевые слова: техническое обслуживание, организация работ, надежность, безотказность, снижение простоев автомобилей

Для цитирования: Никитин В. Ю., Гужин И. Н. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 32-36.

ORGANIZATION OF MAINTENANCE AND REPAIR OF VEHICLES

Vladislav Y. Nikitin¹, Igor N. Guzhin²

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

¹ ssaa@ssaa.ru

² Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

The article analyzes the purpose and advantages of car maintenance. Stages of car maintenance organization are given. The prospects for the introduction of digital technologies in the organization and conduct of car maintenance are considered.

Keywords: diesel maintenance, work organization, reliability, reliability, reduction of vehicle downtime

For citation: Nikitin, V. Y. & Guzhin, I. N. (2026). Organization of maintenance and repair of vehicles. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 32-36). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Техническое обслуживание (ТО) является ключевым звеном в эксплуатации оборудования различного назначения — промышленного, транспортного или бытового [1]. Его главная цель - поддержание техники в исправном состоянии, предотвращение аварий и продление срока службы автотранспорта. Эффективность ТО напрямую зависит от правильной организации технологического процесса и грамотной разработки сопутствующей документации [2].



Рис. 1. Проведение технического обслуживания автомобилей

Основные задачи технического обслуживания автомобилей [3]:

- Обеспечение безотказной работы оборудования;
- Предупреждение поломок и аварийных ситуаций;
- Сохранение технических характеристик в соответствии с нормативами;
- Повышение безопасности эксплуатации автомобилей;
- Снижение затрат на ремонт и восстановление

Для выполнения этих задач проводится комплекс мероприятий: диагностика, регулировка, замена изнашиваемых деталей и плановые проверки.

Этапы организации технологического процесса ТО [4]:

1. Планирование.

Разработка графиков ТО, определение видов и периодичности работ на основе рекомендаций производителя и опыта эксплуатации. Цель — равномерное распределение нагрузки на ремонтные службы и предотвращение простоев.

2. Подготовка оборудования и материалов.

Обеспечение наличия инструментов, запасных частей, материалов и технологической документации. Подготовка рабочего пространства с учетом требований безопасности (освещение, подъемные средства, средства защиты).

3. Выполнение ТО.

Последовательное выполнение операций: очистка, осмотр, диагностика, смазка, регулировка, замена деталей, проверка работоспособности.

Действия осуществляются согласно технологическим картам и нормативам.

4. Контроль качества и оформление документации.

Проверка результатов работ — измерения, тестирование. Внесение данных о состоянии оборудования в техническую документацию (журналы, карты ТО). Это позволяет контролировать изменение технического состояния машин и корректировать планы обслуживания.

Разработка технологической документации.

Технологическая документация — основа качественного ТО. В неё входят:

- Технологические карты — пошаговые инструкции по выполнению операций ТО с указанием инструментов, материалов и норм времени.
- Руководства и инструкции — общие и специализированные документы по эксплуатации и обслуживанию оборудования.
- Журналы и отчёты — регистрация выполненных работ, выявленных дефектов и принятых мер.
- Нормативы и регламенты — стандарты выполнения ТО для разных видов оборудования.

Качественная документация обеспечивает стандартизацию работ, позволяет снизить вероятность ошибок и повысить безопасность.



Рис. 2. Проект цифровизации процессов технического обслуживания

Особенности организации ТО на разных типах оборудования:

- Промышленное оборудование требует регулярной диагностики и быстрой замены изношенных деталей, часто с применением современных средств мониторинга и анализа.
- Транспорт обслуживается в рамках сервисных регламентов, с учётом гарантий и нормативов производителей.
- Бытовая техника обычно проходит плановое сервисное обслуживание в специализированных центрах.

Роль автоматизации в техническом обслуживании

Современные системы управления ТО позволяют:

- Вести точный учёт оборудования и запчастей
- Прогнозировать необходимость ремонта
- Управлять заданиями и ресурсами
- Снижать риск ошибок и ускорять обслуживание

Автоматизация способствует повышению качества и экономии затрат на ТО.

Заключение

Организация технологического процесса технического обслуживания включает тщательное планирование, подготовку, выполнение и контроль. Грамотно разработанная технологическая документация обеспечивает стандартизацию и качество работ, а современные IT-инструменты усиливают эффективность процессов. Всё это вместе способствует увеличению надёжности оборудования, снижению аварийности и оптимизации затрат на эксплуатацию.

Список источников

1. Иншаков А.П., Магомедов Ф.М., Курбаков И.И., Курбакова М.С. Построение контрольно- регистрирующей системы переходных процессов в ДВС на базе аналого-цифрового преобразователя Л-КАРД Е-14-140 и программного комплекса POWERGRAPH // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 20-26. doi: 10.12737/42654.

2. Морозов, А. А. Современные методы диагностирования автомобилей / А. А. Морозов, И. Н. Гужин, А. Н. Толокнова // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 369-371. – EDN YSNXIZ.

3. Сулейманова, З. Ф. Современное оборудование для диагностики автомобилей / З. Ф. Сулейманова, И. Н. Гужин // Проблемы технического сервиса в АПК : Сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 22 февраля 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 302-306. – EDN APPTHY.

4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

References

1. Inshakov, A.P., Magomedov, F.M., Kurbakov, I. I. & Kurbakova, M.S. (2021). Organization of control and recording system for transients in an internal combustion engine based on the L-CARD E14-140 analog-to-digital converter and the POWERGRAPH software package. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 1, 20-26. (In Russ.). doi:10.12737/42654.

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

3. Suleimanova, Z. F. & Guzhin, I. N. (2021). Modern equipment for car diagnostics Problems of technical service in the agro-industrial complex '21: collection of scientific papers. (pp. 302-306). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

4. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources". Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

Информация об авторах:

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

В. Ю. Никитин – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V. Y. Nikitin – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

В. Ю. Никитин – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

V. Y. Nikitin – writing an article.

Тип статьи (научная)

УДК 665.73

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
И НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ИСПАРЯЕМОСТИ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Дмитрий Игоревич Девяткин¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹devyatkindmitriy@gmail.com

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

Представлен анализ факторов оказывающих влияние на испаряемость автомобильного топлива, на способы его использования и хранения. Рассмотрены физико-химические характеристики, давление насыщенных паров, фракционный состав, скрытая теплота испарения, коэффициент диффузии паров, вязкость, поверхностное натяжение, теплоемкость и плотности нормативные требования к использованию автомобильного топлива.

Ключевые слова: испаряемость, топливо, состав, хранение, экономичность.

Для цитирования: Девяткин Д. И., Гужин И. Н. Комплексный анализ физико-химических характеристик и нормативных требований испаряемости автомобильного топлива // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 36-39.

**COMPREHENSIVE ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS
AND REGULATORY REQUIREMENTS FOR EVAPORATION OF AUTOMOBILE FUEL**

Dmitry I. Devyatkin¹, Igor N. Guzhin²,

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

¹devyatkindmitriy@gmail.com,

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-079>

The analysis of factors influencing the evaporation of automobile fuel, methods of its use and storage is presented. Physical and chemical characteristics, saturated vapor pressure, fractional composition, latent heat of evaporation, vapor diffusion coefficient, viscosity, surface tension, heat capacity and density are considered regulatory requirements for the use of automotive fuel.

Keywords: evaporability, fuel, composition, storage, economy

For citation: Devyatkin, D. I. & Guzhin, I. N. (2026). Comprehensive analysis of physical and chemical characteristics and regulatory requirements for evaporation of automobile fuel. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 36-39). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Испаряемость топлива является одной из ключевых эксплуатационных характеристик, определяющей способность топлива к переходу из жидкого состояния в парообразное и оказывающей непосредственное влияние на пусковые свойства двигателя, предотвращение образования паровых пробок, скорость прогрева силовой установки и качество сгорания топлива [1]. Этот физико-химический параметр регламентируется рядом государственных стандартов, включая ГОСТ Р 51105-97 и ГОСТ 32513-2013, которые устанавливают строгие нормы для различных климатических условий эксплуатации [4]. Испаряемость топлива определяет его физическую стабильность, предотвращает чрезмерные потери при хранении и транспортировке, а также влияет на экологичность работы автомобиля и соответствие выбросам вредных веществ [3].

Механизм и определение испаряемости.

Испаряемость бензина обусловлена его химическим составом и характеризуется скоростью и полнотой перехода топлива из жидкого в газообразное состояние. Этот процесс не связан с кипением в классическом смысле, а представляет собой парообразование, происходящее на свободной поверхности нефтепродукта при температурах, значительно ниже точки кипения. В карбюраторных двигателях происходит частичное испарение бензина в карбюраторе с образованием паровоздушной смеси, которая затем распределяется по цилиндрам. При этом часть капель бензина в виде жидкой пленки оседает на стенках впускного трубопровода, что может привести к неоднородному распределению горючей смеси по цилиндрам.

Современные двигатели с системой электронного впрыска топлива обеспечивают более равномерное распределение бензина благодаря непосредственному впрыску форсунками в камеру сгорания или во впускной трубопровод. Тем не менее, требования к испаряемости остаются строгими, так как полнота испарения топлива во многом предопределяет топливную экономичность, мощность двигателя, токсичность отработавших газов и износ цилиндропоршневой группы [2, 5].

К физико-химическим показателям, от которых зависит испаряемость автомобильных топлив, относят давление насыщенных паров, фракционный состав, скрытую теплоту испарения, коэффициент диффузии паров, вязкость, поверхностное натяжение, теплоемкость и плотность. Из всех перечисленных параметров наиболее важными и определяющими испаряемость бензинов являются давление насыщенных паров (ДНП) и фракционный состав. Остальные показатели (вязкость, поверхностное натяжение, скрытая теплота испарения, коэффициент диффузии паров, теплоемкость) у бензинов различного состава различаются сравнительно мало, и эти незначительные различия нивелируются конструктивными особенностями двигателей.

Давление насыщенных паров (ДНП) — это давление пара, находящегося в динамическом равновесии со своей жидкостью. Это максимальное давление равновесного состояния пара и жидкости при определенной температуре и соотношении фаз. ДНП в значительной степени зависит от температуры окружающей среды и соотношения паровой и жидкой фаз — оно уменьшается с понижением температуры и увеличением отношения паровой фазы к жидкой.

Фракционный состав бензинов определяют перегонкой на специальном приборе, при этом отмечают температуру начала перегонки, температуру выпаривания 10%, 50%, 90% объема бензина и температуру конца кипения. Фракционный состав показывает испаряемость нефтепродукта в процентах при различных температурах. К основным фракциям автомобильного бензина относят: пусковую фракцию (первые 10% дистиллята из низкокипящих углеводородов), рабочую фракцию (10-90% объема, определяющую характеристики работы) и концевую фракцию (90% объема и далее, влияющую на полноту сгорания).

От содержания в бензине легкокипящих фракций зависит его физическая стабильность, то есть склонность к потерям от испарения [6]. Наибольшие потери от испарения имеют бензины, содержащие низкокипящие углеводороды — бутаны и изопентан.

При длительном хранении бензина происходит значительное испарение легких фракций, что приводит к понижению октанового числа, уменьшению содержания выносителей свинца (бромистого этила), повышению температуры начала кипения и ухудшению пусковых свойств [7]. Так, установлено, что увеличение температуры кипения головной 10% фракции с 50°C до 65°C снижает легкий запуск двигателя с -20°C до -10°C. При более интенсивных потерях запуск становится затруднённым.

Исследования показывают, что при правильном хранении авиационных и автомобильных бензинов потери не превышают 1,5% по весу, однако даже такие потери способны повысить температуру начала кипения на 3-4°C. Наоборот, только за счет выдувания паров через отверстия в резервуаре потери в климатических условиях районов средней полосы за лето могут составить 5-10%, при этом начало кипения увеличится на 15-25°C, делая бензин непригодным к использованию.

Полнота испарения бензина предопределяет топливную экономичность двигателя, его мощность, токсичность отработавших газов и износ цилиндропоршневой группы. При неполном испарении бензина часть его может поступать в камеру сгорания в жидком виде, смывая масло со стенок цилиндров. Жидкая пленка через зазоры поршневых колец может проникать в картер, при этом происходит разжижение масла, что приводит к повышенным износам и отрицательно влияет на мощность и экономичность работы двигателя.

Недостаточная испаряемость в холодную погоду приводит к обеднению смеси в начале ускорения и может вызвать проблемы приемистости. При разгоне автомобиля возникает чередование периодов, когда топливовоздушная смесь находится за пределами диапазона воспламенения, что увеличивает выбросы несгоревших углеводородов и оксида углерода.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование фракционного состава автомобильного бензина / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков // Самара АгроВектор. – 2022. – Т. 2, № 3. – С. 29-34. – DOI 10.55170/29493536_2022_2_3_29.
2. Особенности работы дизеля на рыжико-минеральном топливе в режиме самостоятельного холостого хода / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, Е. А. Сидоров, А. И. Якунин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 15-19. – DOI 10.12737/17446.
3. Гужин, И. Н. Влияние депрессорных присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива / И. Н. Гужин // Достижения науки агропромышленному комплексу : сборник научных трудов, Усть-Кинельский, 05 декабря 2013 года. – Усть-Кинельский: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 260-263.
4. Уханов, А. П. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода / А. П. Уханов, Е. А. Сидоров, Л. И. Сидорова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3. – С. 63-69. – DOI 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

5. Быченин, А. П. Влияние растительных компонентов на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. Н. Черников, М. С. Приказчиков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 12-15. – DOI 10.12737/17445.

6. Володько, О. С. Определение рационального способа подогрева смесевых минерально-растительных топлив для автотракторных дизелей / О. С. Володько, А. П. Быченин, О. Н. Черников // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 50-56.

7. Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. С. Володько, М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 44-50. – DOI 10.12737/18608.

References

1. Guzhin, I. N. & Prikazchikov, M. S. (2022). Automotive Gasoline Fractional Composition Studies. Samara AgroVector (Samara AgroVector), 2, 3, 29-34. (in Russ). doi 10.55170/29493536_2022_2_3_29

2. Ukhanov, A.P., Ukhanov, D.A., Sidorov, E.A. & Yakunin, A.I. (2017) Features of diesel engine operation on red and mineral fuel in independent idle mode. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 15–19 (in Russ).

3. Guzhin, I. N. (2013). Effect of depressant additives on low-temperature properties of diesel fuel. Achievements of science in the agro-industrial complex '15: collection of scientific papers. (pp. 260–263). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).

4. Ukhanov, A.P., Sidorov, E.A. & Sidorova, L.I. (2023). Operation of a tractor diesel engine on biofuel fuel at idle. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 63–69 (in Russ).

5. Bychenin, A.P., Chernikov, O. N. & Prikazchikov, M. S. (2017). The influence of plant components on the tribological properties of fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 12–15 (in Russ).

6. Volodko, O.S., Bychenin, A.P. & Chernikov, O. N. (2019). Determination of the rational method of heating mixed mineral-vegetable fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2. 50–56 (in Russ).

7. Bychenin, A. P., Volodko, O. S., Erzamaev, M. P. & Sazonov, D. S. (2017). Effect of Oleic Acid on Tribological Properties of Fuels for Automotive Diesel Engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4. 44–50 (in Russ).

Информация об авторах:

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

Д. И. Девяткин – студент.

About the Authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D. I. Devyatkin – Student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

Д. И. Девяткин – написание статьи.

Author contributions:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

D. I. Devyatkin – writing articles.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Дмитрий Сергеевич Сидоров ¹, Максим Сергеевич Приказчиков ²

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

¹ struev_2018@mail.ru

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

В статье представлены особенности тенденций развития технического сервиса машин в сельском хозяйстве, дефицит кадров в АПК, импортозамещение и цифровизация в аграрной области.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровизация, кадровая политика.

Для цитирования: Сидоров Д. С., Приказчиков М. С. Современные тенденции развития технического сервиса машин в сельском хозяйстве // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 40-43.

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURAL MACHINES

Dmitry S. Sidorov ¹, Maxim S. Prikazchikov ²

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

¹ struev_2018@mail.ru

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

The article presents the specific development trends of technical service of agricultural machinery, personnel shortages in the agro-industrial complex, import substitution and digitalization in the agricultural sector.

Keywords: agro-industrial complex, digitalization, HR policy.

For citation: Sidorov D. S., Prikazchikov M. S. (2026) Current Trends in the Development of Technical Service of Agricultural Machines. Problems of Technical Service in the Agro-Industrial Complex '26: Collection of scientific papers. (pp 40-43). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Агропромышленный комплекс (АПК) России в последние годы демонстрирует устойчивый рост, который невозможен без высокопроизводительной техники. Однако в условиях санкционного давления, колебаний валютных курсов и курса на импортозамещение, особую остроту приобретает вопрос не просто наличия машин, а их технической готовности. Технический сервис сегодня перестает быть просто «ремонтom поломок» и превращается в полноценный элемент агробизнеса.

Поддержание высокой готовности техники в современных условиях требует принципиально новых подходов к сервису. Главным из них становится отказ от устаревшей модели «собственного цеха» в пользу профессионального аутсорсинга и предиктивного обслуживания при помощи IoT-технологий в аграрной области, импортозамещения и высокопроизводительной техники.

Главный тренд последних пяти лет — отказ от советской модели, при которой каждое крупное хозяйство имело собственный ремонтный цех (ЦРМ) с огромным штатом универсалов. Основные современные направления, связанные с IoT-технологиями, содержат:

- **Специализация и аутсорсинг:** Сельхозтоваропроизводители предпочитают передавать сложные виды ремонта (двигателей, топливной аппаратуры, гидравлики) на аутсорсинг специализированным сервисным центрам. Содержать узкоспециализированного мастера по диагностике роботизированных коробок передач в штате одного хозяйства нерентабельно.
- **Сервис по подписке:** Крупные дилеры (например, компании, представляющие бренды Ростсельмаш, КЛААС, Джон Дир) внедряют модели долгосрочных сервисных контрактов. Это аналог подписки, где хозяйство платит фиксированную ставку за гектар или моточас, а дилер берет на себя все риски простоев.
- **Предиктивная аналитика:** Современная техника насыщена датчиками. Телематические системы передают данные о состоянии узлов в диспетчерские центры. Сервисные службы получают уведомление о критических параметрах (вибрация, перегрев) еще до того, как произойдет поломка. Это позволяет планировать ремонт в межсезонье, а не в разгар уборочной.

Сельхозпроизводители отказываются от содержания узкоспециализированных кадров в пользу профессионального аутсорсинга, переходят на модели «сервиса по подписке» для снижения рисков простоев и активно используют телематику для предиктивной аналитики, что позволяет прогнозировать поломки и переносить ремонт на несезонное время.

Технический сервис сегодня неразрывно связан с IT-технологиями:

- **Электронные паспорта машин и маркетплейсы запчастей:** Запуск систем электронных паспортов транспортных средств (ЭПТС) упростил учет техники. Параллельно развиваются онлайн-площадки по продаже запчастей с возможностью проверки оригинальности по QR-кодам. Это борется с контрафактом, который остается серьезной проблемой рынка.
- **Обслуживание навигационного оборудования:** Технический сервис теперь включает в себя калибровку и ремонт систем параллельного вождения, подруливающих устройств. Без их исправной работы точное земледелие невозможно.
- **Удаленная диагностика:** Инженеры дилерских центров могут подключаться к бортовому компьютеру комбайна или трактора удаленно, находить ошибки и инструктировать механизатора по их устранению, экономя время на выезд ремонтной бригады.
- **IoT-технология в аграрной области:** Датчики на тракторах и комбайнах передают данные о местоположении (GPS), расходе топлива, загрузке и маршруте. Это исключает хищения и простои. Это позволяет объединить технику, датчики и программное обеспечение в единую сеть для сбора данных и автоматизации процессов. Датчики отслеживают вибрацию, температуру и нагрузку. Система заранее предупреждает о необходимости замены детали, предотвращая внезапную поломку и простои.

Цифровизация превращает технический сервис из чисто ремонтной сферы в высокотехнологичный IT-интегрированный процесс. Внедрение электронного документооборота, удаленной диагностики и навигационных сервисов позволяет не только быстрее обслуживать технику, но и создает технологическую основу для эффективного точного земледелия.

Введение санкций 2022 года и уход ряда западных производителей кардинально изменили ландшафт рынка и привел к следующим изменениям:

- **Уход "официалов" и параллельный импорт:** Закрытие официальных представительств западных брендов заставило искать новые пути поставки запчастей. Легализованный параллельный импорт позволил сохранить парк импортной техники, но создал проблему гарантийных обязательств. Сервисные службы вынуждены работать с "серыми" запчастями, качество которых не всегда гарантировано.
- **Усиление роли дилеров:** Дилеры превратились из простых продавцов в инженеринговые центры. Они вынуждены осваивать компетенции по ремонту техники, на кото-

рую больше нет официальной поддержки завода, разрабатывать альтернативные каталоги запчастей и искать аналоги.

- Развитие российского производства: Активно растет сегмент отечественных производителей запасных частей. Тенденция такова: там, где раньше ставили импортный гидронасос, сейчас сервисные инженеры все чаще монтируют российские или белорусские аналоги, адаптируя под них технику.

Рынок не стоит на месте и адаптируется к новым условиям через развитие собственных компетенций дилеров и активное импортозамещение компонентов позволяет перейти от реактивного ремонта к предиктивной аналитике, минимизируя простой техники.

Несмотря на позитивные сдвиги, остаются "узкие места":

- Микроэлектроника: Производство сложных электронных плат и чипов для систем управления двигателем в России пока не налажено в достаточном объеме. Здесь сохраняется высокая зависимость от поставок из Китая и дружественных стран.

- Логистический разрыв: Традиционные цепочки поставок через европейские склады разрушены. Сроки доставки некоторых позиций выросли с 2-3 дней до 2-4 недель. Это заставляет хозяйства увеличивать складские запасы наиболее критичных узлов, что "замораживает" оборотные средства.

Несмотря на прогресс, критическая зависимость от импорта в сфере микроэлектроники сохраняется, а удлинение логистических цепочек создает дополнительную нагрузку на финансы аграриев, вынуждая их замораживать средства в увеличенных складских запасах.

Развитие техники требует изменения подхода к подготовке кадров:

- Дефицит квалифицированных кадров: Острейшая проблема АПК — нехватка механизаторов и сервисных инженеров. Современный трактор или комбайн — это сложный компьютер на колесах. Требуются специалисты универсального типа.

- Корпоративное обучение: Производители (Ростсельмаш) создают собственные учебные центры и академии. Они переучивают механиков прямо на базах дилеров. Активно используются симуляторы и тренажеры.

- Удаленный шеф-монтаж: Практикуется сопровождение сложных ремонтов через видео-конференц-связь, когда ведущий инженер из головного офиса (или даже из-за рубежа) руководит процессом на месте.

На сегодняшний день присутствует острейший дефицит кадров в АПКвынуждающий производителей техники брать обучение на себя, внедряя дистанционное шефство и тренажеры для подготовки «универсальных солдат», способных работать со сложной компьютерной техникой.

В заключении можно сказать, что современные тенденции развития технического сервиса в сельском хозяйстве России свидетельствуют о переходе отрасли на качественно новый уровень. Основной вектор развития можно определить как переход от ремонта к управлению жизненным циклом машины. Ключевыми драйверами выступают цифровизация, гибкость дилерских сетей и адаптация к работе в условиях ограниченного доступа к оригинальным компонентам.

Перспективы развития связаны с дальнейшим развитием программ утилизации и трейд-ин, развитием сети обменных фондов (когда вместо ремонта агрегат сразу меняется на восстановленный). Успех технического сервиса сегодня определяет не просто исправность одной машины, а продовольственную безопасность страны в целом.

Список источников

1. Кутилкин В. Г., Зудилин С. Н. Применение методов математической статистики в научно-исследовательской работе // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК : сборник научных трудов. Кинель : РИЦ Самарской ГСХА, 2015. С. 40–43.

2. Приказчиков М.С., Гужин И.Н, Артамонов Е.И. Компетентностный подход при преподавании дисциплины «Организационно-производственные структуры технической эксплуатации» // Инновации в системе высшего образования : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 169-172

3. Приказчиков И. М., Приказчиков М. С. Преимущества и перспективы внедрения облачных технологий для обеспечения доступности веб-сервисов по продаже оборудования // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 111-115
4. Толокнова, А. Н. Транспортные издержки как часть логистических затрат / А. Н. Толокнова, И. Н. Гужин // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 11–12 декабря 2019 года. – Самара: РИО Самарского ГАУ, 2019. – С. 581-584. – EDN RCZGHP.
5. Гужин, И.Н. Исследование показателей качества моторного масла работающего в бензиновом двигателе / И.Н. Гужин, М.С. Приказчиков, Д.С. Сазонов //Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 2023 года. – Самара: РИО Самарского ГАУ, 2023. – С. 106-112.
6. Володько О. С., Быченин А. П. Оценка возможности применения нелегированного рапсового масла в гидравлических системах сельскохозяйственной техники // Самара Агро-Вектор. 2025. Т. 5. № 1. С. 25-32. Doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.

Reference

1. Kutilkin, V. G. & Zudilin, S. N. (2015). Application of methods of mathematical statistics in scientific research. Agrarian science in the conditions of innovative development of agro-industrial complex '15: collection of scientific papers. (pp. 40–43). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).
2. Prikazchikov, M. S., Guzhin, I. N. & Artamonov, E. I. Competency approach in teaching the discipline "Organizational and production structures of technical operation". Innovations in the higher education system '21: collection of scientific papers. (pp.169-170). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.)
3. Prikazchikov, I.M. & Prikazchikov, M.S. (2024). Benefits and perspectives of implementation of cloud technologies to ensure the availability of web services for the sale of equipment. Problems of technical service in the agro-industrial complex '24: collection of scientific papers. (pp. 111-115). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.)
4. Toloknova, A. N. & Guzhin , I. N. (2019). Transportation costs as part of logistics costs. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '19: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 581-584). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
5. Guzhin I.N., Prikazchikov M.S., Sazonov D.S. (2023). Study of the quality indicators of engine oil used in a gasoline engine. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '23: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 106-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
6. Volodko, O. S. & Bychenin, A. P. (2025). Assessment of the possibility of using unalloyed rapeseed oil in hydraulic systems agricultural machinery. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 5, 1, 25-32. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2025-5-1-25-32.

Информация об авторах:

М. С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;
Д. С. Сидоров – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
D. S. Sidorov – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;
Д. С. Сидоров –написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidanc;
D. S. Sidorov – writing an article.

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ МАШИН

Анатолий Борисович Григорьев¹, Дмитрий Сергеевич Сазонов²

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

¹anatgrigoriev1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7466-6907>

²sazonov_ds@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

В статье представлен анализ устройств для диагностирования гидравлических приводов машин. Основное внимание уделено функциональным приборам, непосредственно измеряющим давление, расход и температуру рабочей жидкости. Рассмотрены конструктивные особенности: дроссель-расходомера ДР-90М, гидротестеров модели 4220, ГТ-600, механического гидротестера RFIK и дроссель-расходомера по патенту № 91759

Ключевые слова: гидропривод, диагностика, гидравлические системы, дроссель-расходомер, давление, трактор

Для цитирования: Григорьев А. Б., Сазонов Д. С. Анализ устройств для диагностирования гидроприводов машин // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 44-47.

ANALYSIS OF DEVICES FOR DIAGNOSTIC OF HYDRAULIC ACTUATORS OF MACHINES

Anatoly B. Grigoriev¹, Dmitry S. Sazonov²

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

¹anatgrigoriev1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7466-6907>

²sazonov_ds@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

This article presents an analysis of devices for diagnosing hydraulic machine drives. The focus is on functional devices that directly measure the pressure, flow rate, and temperature of the hydraulic fluid. The design features of the DR-90M flow meter, the 4220 and GT-600 hydraulic testers, the RFIK mechanical hydraulic tester, and the flow meter according to patent No. 91759 are discussed.

Keywords: hydraulic drive, diagnostics, hydraulic systems, throttle-flow meter, pressure, tractor

For citation: Grigoriev, A. B. & Sazonov, D. S. (2026). Analysis of Devices for Diagnosing Machine Hydraulic Drives. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 44-47). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Гидравлический привод современных тракторов выполняет функции рулевого управления, регулирования навесной системы, привода выносных гидроцилиндров и в ряде случаев – трансмиссии. Гидросистемы большинства сельскохозяйственных тракторов (МТЗ-80/82, МТЗ-1221, К-744 и др.) представляют собой многоконтурные системы, включающие основной насос (как правило, шестерённый), гидроусилитель руля, распределители, силовые гидроцилиндры и вспомогательные агрегаты. Давление в различных контурах может достигать 16...20 МПа, а расход рабочей жидкости – 40...100 л/мин и более.

В процессе эксплуатации гидравлические системы подвергаются: износу и кавитационному разрушению насоса, приводящие к падению объёмного КПД; внутренним перетечкам

в распределителях и гидроцилиндрах; загрязнению и деградации рабочей жидкости; разрегулировки клапанов и срабатывание предохранительных устройств. Надежность гидравлической системы напрямую влияет на производительность и безопасность эксплуатации.

В связи с этим возрастает значимость своевременной диагностики гидроприводов, позволяющей выявлять дефекты на ранних стадиях и предотвращать аварийные ситуации [1]. Техническая диагностика гидроприводов дает возможность оптимизировать графики и объемы работ по обслуживанию и ремонту, устраняя необоснованные разборочно-сборочные операции, точно определяя необходимость регулировок, а также прогнозируя остаточный ресурс и наработку гидроагрегатов.

Существующие средства технического диагностирования гидроприводов можно разделить на бортовые системы мониторинга и переносные приборы. Наибольшее распространение в условиях рядовых хозяйств и машинно-технологических станций получили переносные устройства.

Для диагностики гидравлических систем параметрический метод стал одним из наиболее востребованных. Его эффективность обусловлена прямым измерением критически важных показателей работы гидропривода: давления (P , МПа) и подачи рабочей жидкости (Q , л/мин).

Для контроля перечисленных параметров используются гидравлические тестеры (гидротестеры), которые представляют собой разнообразные комплексы приборов и устройств. Существуют три основных типа исполнения гидравлических тестеров: механические, электронные цифровые и электронные осциллографические. Механические гидротестеры объединяют в себе средства для измерения давления, температуры и расхода рабочей жидкости. Электронные же гидротестеры базируются на индикаторах статических или динамических параметров и комплектуются датчиками давления, температуры и расхода рабочей жидкости [2].

Прибор ДР-90М представляет собой переносной механический дроссель-расходомер, предназначенный для измерения расхода рабочей жидкости в гидросистемах тракторов, зерноуборочных комбайнов, кормоуборочных и дорожно-строительных машин. Позволяет измерять расход рабочей жидкости от 10 до 90 л/мин при давлении в гидравлической линии до 15 МПа. В его основу положен принцип переменного перепада давления на регулируемом дросселе. Конструктивно устройство состоит из корпуса с встроенным дросселем, манометра для контроля давления и шкалы расхода. Действие прибора основано на контроле положения лимба дросселя, при котором измеряемый поток рабочей жидкости создает рабочее давление. Шкала лимба проградуирована в единицах расхода рабочей жидкости. Преимущества прибора: небольшая масса и габариты, простота в конструктивном исполнении, невысокая стоимость, отсутствие электронных компонентов обеспечивает высокую надежность в полевых условиях. К недостаткам можно отнести высокую погрешность измерения более 5 %, так как не учитывается температура и плотность гидравлической жидкости. Недовольствительная точность настройки дросселирующего устройства.

Гидротестер модели 4220 «ОТС» – это цифровой переносной комплект, который является электронной версией классических тестеров компании ОТС (Division of Bosch). Основное преимущество этой модификации — наличие электронного блока регистрации параметров, который позволяет более точно фиксировать данные и проводить серию измерений. Измерительный блок с дисплеем позволяет одновременно отображать текущие значения давления, расхода и температуры, а также фиксировать пиковые величины и рассчитывать мощность потока. Питается прибор от аккумулятора или бортовой сети трактора. Модель 4220 часто применяется при техническом обслуживании тракторов John Deere.

Гидротестер ГТ-600 – это отечественная разработка, ориентированная на диагностику мощных гидросистем с расходом до 600 л/мин и давлением до 40 МПа. Предназначен для диагностики энергонасыщенной техники. Он комплектуется сменными расходомерными вставками для разных диапазонов, что делает его универсальным инструментом как для малорасходных контуров (рулевое управление), так и для магистральных линий гидропривода вен-

тилятора охлаждения на современных тракторах. Высокая точность измерения обеспечивается за счет считывания оборотов вращающейся турбины, а также учетом температуры гидравлической жидкости. При диагностировании тракторов ГТ-600 удобен для оценки состояния гидронасосов типа НШ-100 и аксиально-поршневых насосов, устанавливаемых на энергонасыщенные гусеничные и колёсные тракторы. Высокая стоимость 250-300 тыс. рублей [3].

Механический гидротестер RFIK – это незаменимый инструмент для сервисного обслуживания и ввода в эксплуатацию гидравлики. Комплект состоит из расходомера с интегрированным термометром, нагружающего клапана и манометра, заключенных в надежный стальной корпус со съёмной крышкой. Особенностью RFIK является возможность прямого подключения к быстросъёмным муфтам гидросистемы тракторов стандарта ISO 16028. Благодаря своей портативности и отсутствию необходимости в электропитании, может применяться для выездной диагностики. Погрешность измерения составляет 4%. Рабочее давление создается с помощью нагружающего клапана и манометра.

В дроссель-расходомере по патенту №91759 реализована конструкция, позволяющая с повышенной точностью измерять расход и давление рабочей жидкости в гидроагрегатах транспортных и технологических машин. Прибор состоит из механической части (дроссель-расходомер с датчиками расхода, давления и температуры) и электронного блока для регистрации данных. Для расширения диагностических возможностей может быть добавлен датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя. Повышение точности диагностики достигается за счет усовершенствования механической части и внедрения электронного блока регистрации [4].

Выбор метода и устройств для диагностирования зависит от типа гидропривода, условий эксплуатации, требуемой точности и доступных ресурсов, а так же выбор конкретной модели должен базироваться на марочном составе тракторного парка. Для экспресс-оценки насоса в поле достаточно простейших механических приборов (ДР-90М, устройство по патенту № 91759). Для углублённой проверки с архивированием данных целесообразно использовать цифровой гидротестер 4220. При работе с тракторами, оснащёнными мощными гидросистемами (РСМ-1401, Buhler 2375), следует применять ГТ-600 с расширенным диапазоном расхода.

Использование современных диагностических устройств является важным фактором обеспечения надёжной работы гидроприводов машин. Развитие технологий направлено на внедрение интеллектуальных систем мониторинга и предиктивной диагностики, позволяющих прогнозировать отказы и оптимизировать техническое обслуживание.

Список источников

1. Кузнецов, С. А. Техническая диагностика - основа качественного сервиса техники / С. А. Кузнецов, Д. С. Сазонов // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сборник научных трудов. – Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016
2. Чебоксаров, А. Н. Совершенствование конструкции дроссель-расходомера для диагностирования гидроагрегатов транспортных и технологических машин / А. Н. Чебоксаров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – № 4. – С. 93-102.
3. ГТ-600. Гидротестер переносной : техническое описание. — Челябинск : ООО «Гидравлика-Сервис», 2019. — 8 с.
4. Патент на полезную модель № 91759 U1 Российская Федерация, МПК G01F 1/22. дроссель-расходомер : № 2009140698/22 : заявл. 03.11.2009 :опубл. 27.02.2010 / В. И. Иванов, Р. Ф. Салихов, А. Н. Чебоксаров ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)"

References

1. Kuznetsov, S. A., & Sazonov, D. S. (2016). Technical diagnostics—the basis for high-quality equipment service. In Actual problems of agricultural science and ways of their solution (pp. 414–417).
2. Heboksarov, A. N. (2017). Improving the design of a throttle-flow meter for diagnosing hydraulic units in technical and technological engineering. Bulletin of Tula State University. Technical sciences, (4), 93-102.
3. GT-600. (2019). Gidrotesterperenosnoi: tekhnicheskoeopisanie [Portable hydraulic tester GT-600. Technical description]. ООО «Gidravlika-Servis»
4. Ivanov, P. S., & Nikolaev, A. V. (2010). Drossel'-raskhodommer [Throttle flowmeter] (Russian Patent No. 91759). Federal'nayasluzhbabointellektual'noisobstvennosti.

Информация об авторах:

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

А. Б. Григорьев – студент.

Information about the authors:

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

A. B. Grigoriev – student.

Вклад авторов:

Д. С. Сазонов – научное руководство;

А. Б. Григорьев – написание статьи.

Contribution of the authors:

D. S. Sazonov – scientific guidance;

A. B. Grigoriev – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 631.3-1, 620.197

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сергей Александрович Копылов¹, Дмитрий Сергеевич Сазонов²,

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

¹kopylov.sergey2016@yandex.ru

²Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

В статье рассмотрены лакокрасочные материалы, применяемые для противокоррозионной защиты металлических поверхностей сельскохозяйственной техники в период длительного хранения. Рассмотрены механизмы защитного действия и технологические особенности нанесения лакокрасочных материалов

Ключевые слова: хранение, коррозия, лакокрасочные материалы, сельскохозяйственная техника, защита, технология.

Для цитирования: Копылов С. А., Сазонов Д. С. Лакокрасочные материалы для защиты от коррозии металлических поверхностей сельскохозяйственной техники // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 47-51.

PAINT AND COATING MATERIALS FOR CORROSION PROTECTION OF METAL SURFACES OF AGRICULTURAL MACHINERY

Sergey A. Kopylov ¹, Dmitry S. Sazonov ²

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

¹kopylov.sergey2016@yandex.ru

²Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

This article examines paints and varnishes used for anti-corrosion protection of metal surfaces of agricultural machinery during long-term storage. The protective mechanisms and application processes of these paints and varnishes are discussed.

Keywords: storage, corrosion, paints and varnishes, agricultural machinery, protection, technology.

For citation: Kopylov, S. A. & Sazonov D. S. (2026). Paint and coating materials for corrosion protection of metal surfaces of agricultural machinery. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 47-51). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Специфика эксплуатации сельскохозяйственной техники характеризуется выраженной сезонностью. Большинство уборочных и почвообрабатывающих машин используются в течение года от 10 до 60 дней, а остальное время находятся на длительном хранении. В нерабочий период техника подвергается комплексному воздействию атмосферных факторов: влажности, перепадам температур, солнечной радиации, а также остаткам почвы, удобрений и пестицидов, что приводит к разрушению лакокрасочных покрытий. В результате разрушения ЛКП незащищенный металл подвергается интенсивной атмосферной коррозии, что приводит к снижению эксплуатационной надежности и долговечности машин [1].

Одним из методов противокоррозионной защиты является применение лакокрасочных покрытий (ЛКП). В отличие от временных консервационных составов (масел, смазок, битумных композиций), требующих ежегодного нанесения и последующей расконсервации, качественное ЛКП способно обеспечивать защиту металла в течение нескольких лет.

Требования к системам ЛКП в зависимости от климатических районов и групп сельскохозяйственной техники установлены ГОСТ 6572-91.

Защитное действие ЛКП основано на нескольких взаимодополняющих механизмах. Барьерная защита предполагает, что пленка выполняет роль диффузионного барьера, препятствуя проникновению кислорода, влаги и агрессивных ионов к поверхности металла.

Протекторная (катодная) защита реализуется в цинконаполненных композициях. Частицы цинка, распределенные в полимерной матрице, образуют гальваническую пару с железом, в которой цинк выступает в роли анода и разрушается, защищая стальную основу от коррозии. Такие покрытия обеспечивают высокую антикоррозионную защиту, химическую устойчивость и долговечность.

Ингибирующая защита достигается введением в состав лакокрасочных материалов (ЛКМ) специальных добавок – ингибиторов коррозии. Механизм их действия заключается в блокировании анодных или катодных реакций, образовании защитных пленок на поверхности металла или пассивации.

Лакокрасочные материалы, применяемые для защиты сельскохозяйственной техники, классифицируются по типу пленкообразующей основы, механизму защитного действия и способу нанесения.

1. Жидкие ЛКМ на органических растворителях. Это наиболее традиционная и широко распространенная группа. К ней относятся:

- Алкидные и алкидно-акриловые эмали (ПФ-115, АС-182) обеспечивают хорошую атмосферостойкость и декоративные свойства. Пленка эмали устойчива к бензину, минеральным маслам и моющим средствам.

- Эпоксидные и полиуретановые материалы. Полиуретановые покрытия (например, на основе смол PUR, ПОЛИТОН-УР) обладают высокой адгезией, механической прочностью и стойкостью к воде, растворам кислот и щелочей, нефтепродуктам, а также стойкостью к УФ-излучению. Эпоксидные грунтовки обеспечивают высокопрочное соединение окрашиваемой поверхности и ЛКМ, эффективно защищая металл от коррозии при температурах от -50 до +60 °С.

- Акриловые водорастворимые краски. Отличаются низкой вязкостью, быстрым высыханием и экологической безопасностью благодаря отсутствию органических растворителей. Однако их недостатками являются слабая сопротивляемость механическому воздействию и низкая устойчивость к химической агрессии.

2. Цинконаполненные композиции. Это специальные ЛКМ, содержащие значительное количество частиц цинка. После высыхания они формируют защитный барьер, препятствующий проникновению кислорода и влаги к металлу, и одновременно обеспечивают протекторную защиту. Преимуществами являются высокая антикоррозионная защита, химическая устойчивость (в том числе в морской воде, кислых и щелочных растворах), простота нанесения и долговечность. К недостаткам можно отнести ограниченную цветовую гамму (обычно серовато-белый оттенок) и более высокую стоимость. Композиция ЦИНОЛ предназначена для защиты от коррозии металлических конструкций в атмосфере. Покрытие обладает стойкостью к морской и пресной воде, водным растворам солей, покрытие не стойко к бензину и ряду органических растворителей.

3. Порошковые краски. Это современный класс ЛКМ, представляющих собой твердые порошкообразные композиции на основе полиэфирных и эпоксидных смол. Они напыляются на металл и отверждаются посредством нагрева, формируя прочное и долговечное покрытие [2]. Преимуществами порошковых красок являются высокая механическая прочность, отсутствие растворителей и, как следствие, экологическая безопасность, а также возможность получения покрытий с высокими декоративными свойствами. Их применение для ремонтного окрашивания сельскохозяйственных машин является перспективным направлением, позволяющим значительно повысить долговечность защитных покрытий.

4. Грунты-преобразователи ржавчины (KUDO KU-2601, AC-470). Специфический класс материалов, предназначенных для нанесения непосредственно на корродированные поверхности без предварительного удаления продуктов коррозии. Механизм их действия основан на химическом преобразовании оксидов и гидроксидов железа в нерастворимые фосфатные или оксидные комплексы, которые служат дополнительным защитным слоем. Исследования показали, что использование грунта-преобразователя ржавчины позволяет повысить долговечность покрытия на 30% по сравнению с известными преобразователями [3].

5. Наномодифицированные покрытия и углеродные модификаторы. Одним из наиболее перспективных направлений является введение в состав ЛКМ наноразмерных добавок. Учеными разработаны нанокомпозитные порошковые краски с добавлением нановолокон оксида алюминия [4]. Такая добавка армирует полимерное покрытие, повышая его прочность в два раза и значительно увеличивая коррозионную стойкость.

Введение в состав ЛКП углеродных модификаторов (графена, алмазографитного порошка, терморасширенного графита) позволяет повысить адгезионную стойкость и понизить проницаемость покрытий, что особенно важно для барьерной защиты от коррозии [5, 6].

Качество и долговечность ЛКП в значительной степени определяются соблюдением технологии нанесения. Для восстановления ЛКП применяются технологические процессы ремонтного окрашивания, имеющие свои особенности, обусловленные присутствием на металлических поверхностях очагов коррозии, остатков старого покрытия и других загрязнений.

Подготовка поверхности регламентирует методы подготовки металлических поверхностей перед окрашиванием: обезжиривание, механическую очистку (пескоструйная или дробеструйная обработка), химическую обработку (фосфатирование). Качество подготовки

поверхности напрямую влияет на адгезию покрытия и, как следствие, на его защитные свойства.

Окраска деталей жидкими лакокрасочными материалами при ремонте может осуществляться следующими способами: с помощью кистей и накатных валиков, окунанием, струйным обливом, воздушным и безвоздушным распылением. Выбор способа зависит от конфигурации детали, требуемой производительности и имеющегося оборудования.

Сушка покрытий. Для отверждения ЛКП применяются различные способы сушки: конвективный, терморadiационный, инфракрасный. Выбор способа зависит от типа ЛКМ и конфигурации детали. Для порошковых красок терморadiационный способ отверждения позволяет достичь оптимальных показателей адгезии и твердости.

ЛКП являются наиболее эффективным и экономически оправданным средством долговременной защиты металлических поверхностей сельскохозяйственной техники от коррозии в период длительного хранения. Основными требованиями к ЛКП для сельхозтехники являются высокая атмосферостойкость, механическая прочность, адгезия и химическая стойкость. Современный ассортимент ЛКМ включает широкий спектр материалов. Перспективными направлениями развития являются создание «умных» покрытий с эффектом самозалечивания, внедрение экологически безопасных материалов и разработка технологий ускоренного восстановления ЛКП в полевых условиях.

Соблюдение технологии нанесения и своевременное восстановление поврежденных участков покрытий с применением современных ЛКМ значительно повысит долговечность сельскохозяйственной техники и снизит потери от коррозии в нерабочий период.

Список источников

1. Влияние ингибиторов коррозии на эффективность защиты элементов кузова автомобиля / Д. С. Сазонов, М. П. Ерзамаев, С. Н. Жильцов, А. П. Быченин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 29-36. –
2. Бодров, А. С. Технология ремонтного окрашивания сельскохозяйственных машин порошковыми красками : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бодров Андрей Сергеевич. – Москва, 2007. – 149 с.
3. Торопынин, С. И. Технология и технические средства восстановления лакокрасочных покрытий сельскохозяйственной техники без удаления продуктов коррозии / С. И. Торопынин, М. С. Медведев // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6(33). – С. 116-121. –
4. Ученые создали российские нанокompозитные порошковые краски. — Текст : электронный // Наука в Сибири : официальное издание Сибирского отделения РАН. — 2026. — 6 апреля. — URL: <https://sbras.info/news/uchenye-sozdali-rossiyskie-nanokompозитnye-poroshkovye-kraski>
5. Пчельников А.В., Пичугин А.П. Химостойкие наноструктурированные защитные покрытия для металлических поверхностей. *Journal of Advanced Materials and Technologies*. 2025;10(2):117-128. <https://doi.org/10.17277/jamt-2025-10-02-117-128>
6. Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Жильцов С.Н., Артамонов Е. И. Исследование консервационных материалов на основе растительных масел // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №2. С.18-24. doi:10.55471/19973225_2023_8_2_18.

References

1. Sazonov, D. S., Erzamaev, M. P., Zhiltsov, S. N., Bychenin, A. P. (2020). Test the inhibitor version for the effectiveness of car body elements. Bulletin of the Samara State Agricultural Academy, (1), 29-36.
2. Bodrov, A. S. (2007). Technology of repair painting of agricultural machinery with powder paints.

3. Toropinin, S. I., & Medvedev, M. S. (2009). Technology and technical means for restoring paint and varnish coatings of agricultural machinery without removing corrosion products. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, (6), 116-121.

4. Scientists have created Russian nanocomposite powder paints. — Text: electronic // Science in Siberia: official publication of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. — 2026. — April 6. — URL: <https://sbras.info/news/uchenye-sozdali-rossiyskie-nanokompozitnye-poroshkovye-kraski>

5. Pchel'nikov A.V., Pichugin A.P. Chemically resistant nanostructured protective coatings for metal surfaces. Journal of Advanced Materials and Technologies. 2025;10(2):117-128. <https://doi.org/10.17277/jamt-2025-10-02-117-128>

6. Sazonov, D.S., Erzamaev, M.P., Zhiltsov, S.N. & Artamonov, E.I. (2023). Research of conservation materials based on vegetable oils. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 2, 10-17. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_2_18.

Информация об авторах:

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

С. А. Копылов – студент.

Information about the authors:

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

S. A. Kopylov – student.

Вклад авторов:

Д. С. Сазонов – научное руководство;

С. А. Копылов – написание статьи.

Contribution of the authors:

D. S. Sazonov – scientific guidance;

S. A. Kopylov – writing articles.

Тип статьи (обзорная)

УДК 631.3-1, 620.197

ОСОБЕННОСТИ ПОСТАНОВКИ НА ДЛИТЕЛЬНОЕ ХРАНЕНИЕ УБОРОЧНЫХ МАШИН

Максим Юрьевич Мартынов¹, Дмитрий Сергеевич Сазонов²,

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

¹ maksim200502@mail.ru

² Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

В статье рассмотрены ключевые особенности организации длительного хранения уборочных машин. Проанализированы основные этапы технологического процесса подготовки к длительному хранению комбайна. Представлен обзор применяемых защитных материалов и современных разработок для противокоррозионной защиты.

Ключевые слова: комбайн, длительное хранение, коррозия, технологический процесс, противокоррозионная защита

Для цитирования: Мартынов М. Ю., Сазонов Д. С. Особенности постановки на длительное хранение уборочных машин // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 51-54.

FEATURES OF LONG-TERM STORAGE OF HARVESTING MACHINES

Maksim Y. Martynov¹, Dmitry S. Sazonov²

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

¹ maksim200502@mail.ru

² Sazonov_DS@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5119-8614>

The article discusses the key features of organizing long-term storage of harvesting machines. The main stages of the technological process of preparing a combine harvester for long-term storage are analyzed. An overview of the protective materials used and modern developments for corrosion protection is presented.

Keywords: combine harvester, long-term storage, corrosion, technological process, corrosion protection

For citation: Martynov, M. Y. & Sazonov D. S. (2026) Features of long-term storage of harvesting machines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 51-54). Kinel :PLC Samara SAU (in Russ.).

Зерноуборочные и кормоуборочные комбайны относятся к наиболее сложной и дорогостоящей категории сельскохозяйственной техники. Их эксплуатация носит сезонный характер: в течение 1–2 месяцев они выполняют основной объём работ, а оставшуюся часть года находятся на длительном хранении. Именно в этот нерабочий период происходит до 40% всех коррозионных разрушений и отказов, что связано с агрессивным воздействием остатков растительной массы, влаги и перепадов температур [1, 2].

Многие сельхозпроизводители сталкиваются с трудностями при организации хранения: от нехватки квалифицированного персонала до отсутствия оборудованных площадок.

Таким образом, правильная постановка на длительное хранение является важным условием обеспечения долговечности и эксплуатационной надёжности уборочной техники.

Основным документом, регламентирующим правила хранения сельскохозяйственной техники, является ГОСТ 7751-2009 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения». Он устанавливает три вида хранения в зависимости от продолжительности перерыва в использовании: межсезонное (до 10 дней), кратковременное (от 10 дней до 2 месяцев) и длительное (свыше 2 месяцев). Для уборочных машин, которые после завершения уборочной кампании не используются до следующего сезона, применяется длительное хранение с полным комплексом консервационных мероприятий.

Технологический процесс подготовки уборочных машин к длительному хранению представляет собой строго регламентированную последовательность операций, качество выполнения которых напрямую определяет техническое состояние машины к началу следующего сезона.

1. *Очистка и мойка.* Это обязательный первый этап. С поверхностей машины, из рабочих органов, шнеков, элеваторов и бункеров необходимо полностью удалить растительные остатки, пыль, остатки зерновой массы. Наличие даже небольшого количества органики во влажной среде создаёт условия для возникновения гальванических пар и интенсивной электрохимической коррозии. Очистка производится механическим путём (скребки, щётки) с последующей мойкой аппаратами высокого давления и обязательной просушкой сжатым воздухом труднодоступных мест.

2. *Диагностика и дефектация.* Параллельно с очисткой или сразу после неё проводится оценка технического состояния. Составляется дефектная ведомость, в которой фиксируются все обнаруженные неисправности: течи гидравлики, посторонние шумы, износ подшипниковых узлов, состояние ремней, цепей и рабочих органов. Это позволяет спланировать ремонтные работы в межсезонье, чтобы к началу полевых работ техника была полностью исправна.

Снимать и разбирать отдельные детали и узлы комбайна, в особенности детали двигателей и гидрооборудования, следует только при крайней необходимости, так как преждевременная и ненужная по условиям работы разборка и сборка узлов сокращают срок их службы.

Ослабить или снять ремни, обезжирить их неэтилированным бензином, протереть насухо, присыпать тальком и оставить на комбайне в ослабленном состоянии. Снять цепи и промыть их дизельным топливом или бензином. После просушки погрузить в подогретое до 80...90 °С моторное масло на 15...20 мин. Цепи установить на комбайн в ослабленном состоянии.

Снять с комбайна аккумуляторные батареи и сдать для проверки, проведения техобслуживания и хранения.

3. Смазка и консервация. Данный этап включает в себя комплексную защиту всех узлов и деталей от коррозии. Пополнить смазку в корпусах подшипников и смазать другие точки согласно схемам и таблице смазки. Внутренние полости двигателя, редукторов и гидросистемы защищаются путём полной замены рабочих масел на свежие или специальные консервационные жидкости (рабоче-консервационные масла). Гидрооборудование должно храниться только при заполненной рабочей жидкостью гидросистеме.

Открытые неокрашенные металлические поверхности, штоки гидроцилиндров, резьбовые соединения и шарниры покрываются защитными составами. К традиционным средствам относятся пластичные смазки (солидол, смазка ПВК, АМС), жидкие консервационные смазки (НГ-203, К-17), а также пленкообразующие ингибированные составы (НГ-216, Мовиль) [3]. Перспективным направлением является использование для противокоррозионной защиты экологически безопасных и биоразлагаемых защитных составов на основе животных жиров или растительных масел [4].

Повреждённую окраску восстанавливают посредством нанесения на поверхность лакокрасочного или другого защитного покрытия.

4. Герметизация и установка. Для предотвращения попадания внутрь пыли, влаги и грызунов все отверстия (выхлопная труба, воздухозаборник двигателя, сапуны) герметизируются специальными заглушками или полиэтиленовой пленкой. Для предотвращения деформации и усталости металла необходимо ослабить натяжение всех ремней, разгрузить пружины механизмов навески и развести вариаторы. Машина устанавливается в горизонтальное положение на специальные подставки или козлы, чтобы разгрузить шины. Снизить давление в шинах ведущего и управляемых колес до 70 % номинального. Под мотовила жаток уборочных машин длиной более 3 м следует устанавливать разгружающие опоры через каждые 2 м.

Выбор способа хранения (закрытый, открытый или комбинированный) оказывает существенное влияние на интенсивность коррозионных процессов и сохранность уборочных машин. Наилучшим способом хранения уборочных машин является хранение на подставках в закрытом помещении (ангаре), поскольку в данном случае на технику не имеют воздействие осадки, солнечные лучи, а также в значительной мере ниже образование конденсата. Скорость коррождения зерноуборочных комбайнов в закрытых помещениях в 2,5 раза ниже, чем на открытых площадках. Оптимальным для уборочных машин является комбинированный способ хранения, когда детали, узлы агрегаты, подверженные наибольшему коррозионному разрушению хранятся на складах, а сам комбайн хранится на открытой площадке. [5]

Длительное хранение уборочных машин представляет собой сложный технологический процесс, требующий системного подхода и строгого соблюдения нормативных требований. От качества выполнения работ по очистке, диагностике, консервации и герметизации напрямую зависят срок службы техники, её надёжность в пиковые периоды полевых работ и, как следствие, экономическая эффективность всего сельскохозяйственного производства. Затраты на качественную подготовку техники к хранению всегда окупаются в процессе эксплуатации. Пренебрежение этими процедурами ведёт к значительному увеличению эксплуатационных расходов и сокращению ресурса дорогостоящих уборочных машин.

Список источников

1. Хранение и противокоррозионная защита техники / Е. Н. Малов, К. У. Сафаров, В. М. Холманов, И. Р. Салахутдинов ; Ульяновская государственная сельскохозяйственная ака-

демия. – Ульяновск : Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, 2013. – 196 с.

2. Собиржонов, А. Современное состояние межсезонного хранения сельскохозяйственной техники / А. Собиржонов, Г. П. Ниязова, Д. А. Айрапетов. – Текст : непосредственный // *Universum: технические науки*. – 2019. – № 3 (60). – С. 45-48.

3. Гужин И.Н., Есингариева З.Т. Анализ консервационных материалов, применяемых при постановке сельскохозяйственных машин на хранение // *Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр.* Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2022, С. 63-66.

4. Исследование консервационных материалов на основе растительных масел / Д. С. Сазонов, М. П. Ерзамаев, С. Н. Жильцов, Е. И. Артамонов // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2023. – № 2. – С. 18-24.

5. Анализ способов хранения зерноуборочных комбайнов / Н. П. Аюгин, Р. Ш. Халимов, М. Е. Дежаткин, Д. Е. Молочников // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы X Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Ульяновск, 23 июня 2020 года. Том 2020-2. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 183-187.*

6. Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Жильцов С.Н., Артамонов Е.И. Исследование консервационных материалов на основе растительных масел // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. №2. С.18-24. doi:10.55471/19973225_2023_8_2_18.

References

1. Malov, E. N., Safarov, K. U., Kholmanov, V. M., Salakhutdinov, I. R. (2013). Storage and anticorrosive protection. (in Russ.)

2. Sobirzhonov A., Niyazova G. P., Airapetov D. A. (2022). Current state of off-season production of agricultural machinery. *Problems of modern science and education*, (3 (172)), 11-15. (in Russ.)

3. Guzhin I.N. & Esingarieva Z. T. (2023). Analysis of preservation materials used in the storage of agricultural machines // *Technologies, machines and equipment in agriculture. '23: collection of scientific papers*. (pp.63-66). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

4. Sazonov, D. S., Erzamaev, M. P., Zhiltsov, S. N. & Artamonov, E. I. (2023). Research of conservation materials based on vegetable oils. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 18–24 (in Russ.)

5. Ayugin, N. P., Khalimov, R. Sh., Dezhatkin, M. E., Molochnikov D. E. (2020). Analysis of the storage method of grain harvesters. In the collection. *Agricultural science and education at the present stage of development: experience, problems and solutions: materials of the X International scientific and practical conference. June 23, 2020. - Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agrarian University, 2020. - Volume II. Ulyanovsk State Agrarian University*. (in Russ.)

6. Sazonov, D.S., Erzamaev, M.P., Zhiltsov, S.N. & Artamonov, E.I. (2023). Research of conservation materials based on vegetable oils. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 10-17. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_2_18.

Информация об авторах:

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

М. Ю. Мартынов – студент.

Information about the authors:

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

M. Y. Martynov – student.

Вклад авторов:

Д. С. Сазонов – научное руководство;

М. Ю. Мартынов – написание статьи.

Contribution of the authors:

D. S. Sazonov – scientific guidance;

M. Y. Martynov – writing articles.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ИОТ СИСТЕМ

Владимир Сергеевич Сундеев¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

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

¹vl.sundeev@gmail.com

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

В статье представлен комплексный подход к разработке системы мониторинга на базе IoT для технического сервиса сельскохозяйственной техники. Рассмотрен переход от традиционных моделей обслуживания к предиктивной стратегии на основе данных в реальном времени. Выявлено, что внедрение непрерывного контроля состояния узлов и агрегатов позволяет не только оптимизировать расходные материалы, но и повысить прибыль производителей сельскохозяйственной продукции на 30–40% за счет исключения простоев и рационального использования ресурса деталей.

Ключевые слова: технический сервис, агропромышленный комплекс, предиктивное обслуживание, IoT-мониторинг, оптимизация расходов, ресурс деталей, экономическая эффективность, LoRaWAN, простой техники, управление парком машин.

Для цитирования: Сундеев В. С., Приказчиков М. С. Цифровизация технического сервиса АПК посредством применения IoT систем // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 55-59.

DIGITALIZATION OF AGRICULTURAL TECHNICAL SERVICE THROUGH THE USE OF IOT SYSTEMS

Vladimir S. Sundeev¹, Maksim S. Prikazchikov²

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

¹vl.sundeev@gmail.com

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

The article presents a comprehensive approach to developing an IoT-based monitoring system for the technical service of agricultural machinery. The transition from traditional maintenance models to a predictive strategy based on real-time data is examined. It is demonstrated that implementing continuous condition monitoring of components and assemblies not only optimizes the consumption of spare parts and materials but also increases the profitability of agricultural producers by 30–40% by eliminating downtime and ensuring rational utilization of component service life.

Keywords: technical service, agricultural sector, predictive maintenance, IoT monitoring, cost optimization, component service life, economic efficiency, LoRaWAN, equipment downtime, fleet management.

For citation: Sundeev, V. S. & Prikazchikov, M. S. (2026). Digitalization of agricultural technical service through the use of IoT systems. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 55-59). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Современное сельское хозяйство находится на этапе технологической трансформации, где ключевым фактором конкурентоспособности становится не только объем выпускаемой продукции, но и эффективность управления производственными активами. Интеграция передовых технологий, в частности Интернета вещей (IoT), открывает новые горизонты для оптимизации процессов. Однако главная ценность IoT в агропромышленном комплексе (АПК) заключается не столько в самой технологии передачи данных, сколько в возможности получения объективной информации о состоянии техники в режиме реального времени. Это фундамент для перехода от реактивного реагирования на поломки к прогнозному управлению ресурсом машин.

Разработка эффективной системы мониторинга включает в себя не только выбор аппаратных средств, но и глубокое понимание экономических процессов, происходящих при эксплуатации парка техники. Целью данной работы является обоснование необходимости оптимизации расходов производителей сельскохозяйственной продукции на технический сервис машин через внедрение систем непрерывного мониторинга.

Цель работы: обоснование необходимости оптимизации расходов производителей сельскохозяйственной продукции на технический сервис машин через внедрение систем непрерывного мониторинга.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать недостатки существующих моделей технического сервиса;
2. Обосновать требования к системе мониторинга с точки зрения эксплуатационных нужд;
3. Определить архитектурные и аппаратные решения, обеспечивающие надежность сбора данных.

Предмет исследования – порядок разработки и внедрения IoT-сети для повышения эффективности технического сервиса машин.

Объект исследования – архитектура и экономическая модель IoT-сети в условиях агропредприятия.

Неполадки, возникающие в результате некачественного или несвоевременного технического обслуживания, представляют собой серьезную угрозу для агробизнеса. Они ведут к рискам для здоровья операторов, порче имущества и, что наиболее критично, к существенным финансовым потерям. В текущий момент время в большинстве хозяйств технический сервис сводится к двум основным моделям: превентивной (планово-предупредительной) и реактивной (аварийной). Обе эти модели имеют системные недостатки, которые становятся очевидными при детальном экономическом анализе.

Превентивная модель обслуживания парка машин базируется на замене расходных частей и проведении регламентных работ согласно срокам эксплуатации, заявленным производителем техники. Однако заявленные сроки зачастую являются усредненными и консервативными значениями, заведомо меньшими, чем реальные сроки эксплуатации деталей в конкретных почвенно-климатических условиях. В данной модели основная статья скрытых расходов кроется в неиспользовании доступного ресурса деталей.

Демонтаж элементов машин до выработки их полного физического ресурса приводит к нерациональному использованию средств. После преждевременного демонтажа остаточный ресурс удаленного элемента теряет свою ценность и возможность повторного использования в данном узле. В результате наблюдается прямой перерасход средств на приобретение новых запасных частей и расходных материалов (масел, фильтров) для компенсации искусственно созданных потерь. Кроме того, каждое вмешательство в конструкцию машины несет риск возникновения сопутствующих дефектов при сборке.

Вторая по популярности модель – реактивная, представляющая собой проведение только аварийных ремонтных работ по факту выхода техники из строя. Этот подход нега-

тивно сказывается на прибыли еще сильнее, поскольку выход техники из строя часто происходит в сезон напряженных полевых работ (посевная или уборочная кампания). При данной модели сокращение прибыли обусловлено не только стоимостью ремонта, но и колоссальными убытками от незапланированных простоев. Срыв сроков выполнения сельскохозяйственных работ может привести к потере части урожая или снижению его качества, что многократно перекрывает стоимость сэкономленных ранее средств на обслуживание.

Таким образом, обе традиционные модели не обеспечивают баланса между надежностью техники и экономией ресурсов. В качестве основного пути оптимизации предлагается использовать IoT-сеть для мониторинга текущего состояния узлов, деталей и элементов машин. Такой подход позволяет реализовать стратегию предиктивного обслуживания, когда ремонт производится именно тогда, когда это действительно необходимо, исходя из фактического износа, а не календарного графика или факта поломки.

Для успешного внедрения системы мониторинга, основанной на IoT-сети, и обеспечения максимальной эффективности вложенных средств, необходимо своевременно составить план сети, исходя из реальных потребностей агропредприятия. Первым шагом планирования является определение требований к передаваемым данным.

Ключевым аспектом является характер данных, которые необходимо собирать. Для оценки состояния двигателя внутреннего сгорания, трансмиссии и гидравлических систем достаточно отслеживать такие параметры, как температура рабочих жидкостей, давление, вибрация и уровень загрязнения масла. Эти данные не требуют высокой пропускной способности канала связи. В нашем случае мы исследовали архитектуру сети, построенную на технологии LoRaWAN (Long Range Low Power Wireless Area Network). Данный протокол связи разработан специально для организации энергоэффективных сетей с большим радиусом действия, что идеально подходит для распределенных объектов АПК.

Технология LoRaWAN позволяет организовать связь на скорости до 5 Кбит/с. Данные, которые предполагается пересылать по этой сети (телеметрия с датчиков), в силу своего небольшого объема, требуют скорости передачи данных на уровне 1–3 Кбит/с. Следовательно, данную скорость можно выдвинуть в базовые требования к планируемой сети. Важно отметить, что низкая скорость передачи компенсируется высокой дальностью связи и низким энергопотреблением устройств, что позволяет датчикам работать автономно в течение нескольких лет без замены элементов питания.

Еще одним важным требованием является масштабируемость. В сетях LoRaWAN на один шлюз (базовую станцию) может приходиться до 5000 подключенных устройств, в зависимости от частоты использования канала и интенсивности передачи данных. Планируемая сеть будет включать менее 5000 устройств, что означает, что одним шлюзом можно обеспечить достаточный количественный потенциал для наблюдения за всем парком техники среднего и крупного агропредприятия. Из этого следует, что в требования к сети можно выдвинуть минимально допустимое количество устройств на 1 шлюз – 5000 штук, что обеспечивает высокую экономическую эффективность инфраструктуры.

Немаловажным фактором является площадь покрытия шлюза. В силу размеров сельскохозяйственной техники и особенностей размещения датчиков (например, на разных концах комбайна или трактора), расстояние между датчиками и шлюзом может достигать 10–50 метров внутри одного объекта, а также требовать покрытия полей на расстоянии нескольких километров. Технология LoRaWAN поддерживает связь на расстоянии 2–5 км в условиях плотной застройки и 15–20 км на открытой местности. Для условий АПК, где техника работает на открытых полях, этот показатель является более чем достаточным, позволяя покрыть значительные территории минимальным количеством базовых станций.

Второй задачей является выбор подходящей архитектуры сети. Учитывая характер использования сети в агропромышленном комплексе, где важна надежность доставки крити-

ческих данных о состоянии техники, лучше всего подходят параметры топологии «звезда». При такой архитектуре все устройства соединены напрямую со шлюзом, что минимизирует задержки и упрощает диагностику сети. Если один из датчиков выходит из строя, это не влияет на работу остальных устройств, что повышает общую отказоустойчивость системы. Устройства в сети соединяются с помощью технологии LoRaWAN, обеспечивая защищенный канал передачи данных.

Для достижения цели необходимо выполнить последнюю задачу – выбор конкретного оборудования, которое будет работать в сети. Рынок предлагает множество решений, однако для российского АПК критически важными факторами являются доступность сервиса, соответствие частотным регламентам РФ и устойчивость оборудования к суровым климатическим условиям. Одним из вариантов, удовлетворяющим выдвинутым требованиям по надежности, дальности связи и энергоэффективности, является продукция российского производителя РОССМА (г. Пермь) для технологии LoRaWAN.

Использование отечественного оборудования позволяет снизить риски санкционных ограничений на поставку компонентов и обеспечивает быструю техническую поддержку. Датчики и шлюзы данного бренда адаптированы для работы в широком температурном диапазоне, что особенно важно для техники, эксплуатируемой в условиях холодных зим и жаркого лета.

После внедрения системы мониторинга за элементами (узлами) машин ожидаемый эффект проявляется в двух основных направлениях. Во-первых, достигается сокращение затрат на закупку запасных частей и расходных материалов. За счет выработки всего доступного ресурса запчастей (вместо их преждевременной замены по графику) экономия находится в диапазоне от 10 до 30 процентов. Это прямая экономия бюджета предприятия на материально-техническое обеспечение.

Во-вторых, и это более значимый фактор, предотвращаются аварийные простои в пиковые сезоны. Возможность прогнозировать поломку за несколько дней или недель до ее наступления позволяет запланировать ремонт на период межсезонья или ночное время, когда техника не задействована в полевых работах. Это сохраняет непрерывность производственного процесса.

Резюмируя все выше сказанное и подводя итоговую оценку по всем исследованиям, можно сделать вывод, что наиболее удовлетворяющая поставленным требованиям по количеству устройств на один шлюз, минимальному покрытию и скорости передачи данных – продукция бренда РОССМА, г. Пермь. Однако выбор оборудования является лишь инструментом реализации главной идеи – перехода к интеллектуальному сервису.

Таким образом, можно сказать, что введение в модель технического сервиса мониторинга с помощью IoT-сети приводит к большей выработке доступного ресурса деталей, исключению необоснованных замен и предотвращению катастрофических поломок. Как следствие, происходит существенная оптимизация расходов на технический сервис и повышение общей рентабельности производства. По разработанному плану IoT-сети можно внедрять сети с такой структурой в машины, использующиеся в агропромышленном комплексе, обеспечивая устойчивое развитие аграрного сектора через цифровизацию процессов обслуживания.

Список источников

1. 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.
2. Бекасов И.А., Приказчиков М. С. Виды и характеристики добавок в моторные масла // Материалы 66-й студенческой научно-практической конференции инженерного фа-

культета ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет»: сб. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. С. 3-6.

3. Приказчиков, М. С. Повышение ресурса гидropоджимных муфт коробок передач с гидроуправлением улучшением режима трения фрикционных дисков : дис. ... канд. техн. наук / Приказчиков Максим Сергеевич. – Пенза : ПГСХА, 2013. – 198 с. : ил.

4. Справочник по триботехнике. В 3 т. Т. 2. Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения. – М. : Машиностроение, 1990. – 416 с.

5. Балабанов, В. И. Трение, износ, смазка и самоорганизация в машинах / В. И. Балабанов, В. И. Беклемишев, И. И. Махонин. – М. : Изумруд, 2004. – 192 с.

6. Приказчиков, М. С. Состояние и направления развития системы технического сервиса АПК Самарской области / М. С. Приказчиков, Б. Н. Мясников, Г. П. Чугунов, И. Ю. Галенко // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Кинель : Самарская ГСХА, 2008. – № 3. – С. 114-120.

References

1. Ivanov D. A., Prikazchikov M. S. Factors affecting the service life of engine oils // Problems of Technical Service in the Agricultural Sector: Collection of Scientific Works. Kinel: IBC of Samara State Agrarian University, 2022. pp. 56-59.

2. Bekasov I. A., Prikazchikov M. S. Types and characteristics of additives in engine oils // Proceedings of the 66th Student Scientific and Practical Conference of the Engineering Faculty of FSBEI HE "Samara State Agrarian University": Collection. Kinel: IBC of Samara State Agrarian University, 2021. pp. 3-6.

3. Prikazchikov, M. S. Increasing the service life of hydraulic clutches in transmissions with hydraulic control by improving the friction regime of friction discs: dis. ... cand. tech. sciences / Prikazchikov Maxim Sergeevich. – Penza: PGSHA, 2013. – 198 p.: ill.

4. Tribotechnology Handbook. In 3 vols. Vol. 2. Lubricants, lubrication technology, sliding and rolling bearings. – Moscow: Mashinostroenie, 1990. – 416 p.

5. Balabanov, V. I. Friction, wear, lubrication and self-organization in machines / V. I. Balabanov, V. I. Beklemishev, I. I. Makhonin. – Moscow: Izumrud, 2004. – 192 p.

6. Prikazchikov, M. S. Status and development trends of the technical service system in the agricultural sector of the Samara region / M. S. Prikazchikov, B. N. Myasnikov, G. P. Chugunov, I. Yu. Galenko // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2008. – No. 3. – pp. 114-120.

Информация об авторах:

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

В. С. Сундеев – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V. S. Sundeev – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство, написание статьи;

В. С. Сундеев – написание статьи.

Contribution of the authors

M. S. Prikazchikov – scientific guidance, writing an article;

V. S. Sundeev – writing an article.

Тип статьи (научная)
УДК 665.73

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БЕНЗИНАМ

Владимир Алексеевич Осокин¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹v0vosokin@yandex.ru, <https://orcid.org/0>

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

В данной статье рассматриваются эксплуатационные требования, предъявляемые к бензину, для дальнейшего его использования.

Ключевые слова: экологичность, качество, состав, виды

Для цитирования: Осокин В. А., Гужин И. Н. Эксплуатационные требования предъявляемые к бензинам // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 60-63.

OPERATIONAL REQUIREMENTS FOR GASOLINE

Vladimir A. Osokin¹, Igor N. Guzhin²

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

¹v0vosokin@yandex.ru¹, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

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

This article discusses the operational requirements for gasoline and its subsequent use.

Keywords: environmental friendliness, quality, composition, kinds

For citation: Osokin, V. A. & Guzhin, I. N. (2026). Operational requirements for gasoline. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 60-63). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Одной из основных задач России в сфере энергетики является поиск и внедрение новых технологий производства экологичного топлива. При этом важно учитывать, как экологические, так и экономические аспекты данного процесса [1]. Инвестирование в производство и использование экологичного топлива поможет снизить зависимость от нефтепродуктов, уменьшить выбросы парниковых газов и сократить риск возникновения экологических катастроф [2].

В России доступны несколько разновидностей бензина, которые отличаются характеристиками и составом. Определение типа бензина основано на его октановом числе, которое играет важную роль. Количество примесей также имеет значительное значение. В процессе определения октанового числа топлива в России используются два углеводорода в качестве эталонов: изооктан и н-гептан. Изооктан имеет октановое число, равное единице или 100 %, что означает его несклонность к самовоспламенению независимо от степени сжатия. Н-гептан, с другой стороны, имеет октановое число, равное нулю, что означает его склонность к быстрому самовоспламенению при малейшем давлении. Октановое число топлива определяется соотношением доли изооктана и н-гептана в нем.

Например, если в топливе содержится 95 % изооктана и 5 % н-гептана, то его октановая характеристика равна 95. Существуют два метода определения октанового числа топлива с использованием одноцилиндрового двигателя двухтактного типа: исследовательский и мо-

торный. Исследовательский метод имитирует движение автомобиля на крейсерском режиме с нагрузками не выше среднего уровня и оборотами коленвала 600 об./мин. Моторный метод имитирует максимальные нагрузки с оборотами 900 об./мин. Основным методом для определения октанового числа топлива на практике является исследовательский метод.

В России доступны несколько видов бензина, которые различаются не только октановым числом, но и другими характеристиками.

Технический регламент Таможенного союза установил маркировку автомобильных бензинов и дизельного топлива. Группы букв АИ обозначают, что представленное горючее является автомобильным, а его октановое число определено по исследовательскому методу измерений. Цифры 80, 92, 93, 95, 96, 98 и др. указывают на октановое число, характеризующее детонационную стойкость топлива.

Третья группа символов имеет вид К2, К3, К4, К5, К6. Это обозначения экологического класса автомобильного бензина. В России такие маркировки обозначают буквой К и цифрой, а по европейским стандартам – ЕВРО. Реализуемое топливо уже в своем названии содержит данные о стандарте – например, АИ-95 ЕВРО. В документации же такое горючее будет записано с учетом российских стандартов, т. е. АИ-95-К5. Из таблицы 1 можно увидеть, что они характеризуют состав бензина и уровень наличия серы и иных вредных химических веществ, влияющих на выхлоп. Фракционный состав бензина главный показатель его испаряемости, важнейшая характеристика качества топлива. Состав фракций влияет на то, насколько простым будет пуск мотора, на время, за которое он прогреется, приемистость и другие показатели. К основным фракциям автомобильного бензина относят пусковую, рабочую и концевую. Пусковая фракция состоит из низкокипящих углеводородов – это первые 10 % всего дистиллята, рабочая фракция включает дистилляты от 10 до 90 % объема, а концевая – от 90 %.

ГОСТ устанавливает, что фракционный состав бензина нормируется пятью температурными характеристиками: началом перегонки, перегонкой 10 %, 50 %, 90 % объема и концом кипения.

Состав фракций бензина важен для качественного пуска двигателя и быстрого разгона машины, небольшого расхода топлива, равномерного качественного и количественного распределения топливной смеси по цилиндрам двигателя, а также минимального износа поршней и цилиндров.

В ГОСТ 32513-2013 прописаны требования к бензинам по факту содержания вредных веществ, что видно в таблице 2. Самые жесткие требования предъявляют к содержанию серы и октаноповышающей присадки – монометиланилину (ММА). Чем выше стандарт, тем более жесткие требования к составу топлива. При этом норма оксида углерода не изменяется, а содержание бензолов снижается. При этом в настоящее время для производства разрешено топливо класса К5 и выше.

Бензин класса 6 производят только на некоторых заводах.

Таблица 1

Нормы токсичности выхлопа легковых автомобилей

Стандарты	Дата введения	Содержание в выхлопе, г/кВт·Ч			
		NO	CO	CH	Твердые частицы
Евро-1	1992.01	-	2,72 (3,16)	-	-
Евро-2	1996.01	-	2,2	-	-
Евро-3	2000.01	0,15	2,3	0,2	-
Евро-4	2005.01	0,08	1,0	0,1	-
Евро-5	2009.09	0,06	1,0	0,1	0,005(DI)
Евро-6	2014.09	0,06	1,0	0,1	0,005(DI)

Уровень выбросов вредных веществ в атмосферу, а также возможность образования отложений внутри мотора зависит от наличия определенных веществ. Кроме того, катализаторы быстро выходят из строя из-за присутствия указанных веществ. При сгорании топлива происходит окисление серы, что приводит к образованию серной и сернистой кислот. Эти кислоты негативно влияют на работу двигателя автомобиля, что в итоге приводит к сниже-

нию его ресурса. Для повышения экологичности выхлопа двигателей постоянно улучшается качество топлива [3]. Некачественное топливо – это не только проблема для автомобилей, оно также оказывает негативное воздействие на наше здоровье и окружающую среду. Когда мы используем низкокачественное топливо, мы сталкиваемся с повышенным выбросом вредных веществ в атмосферу, что может привести к загрязнению воздуха и ухудшению экологической ситуации [4]. Этот выброс вредных веществ, таких как угарный газ, сера и тяжелые металлы, может привести к различным заболеваниям дыхательной системы, аллергиям и другим заболеваниям.

Таблица 2

Требования к характеристикам автомобильного бензина

Характеристики автомобильного бензина	Ед. измерения	Нормы в отношении экологического класса			
		K2	K3	K4	K5
Массовая доля серы, не более	Мг/кг	500	150	50	10
Объемная доля бензола, не более	%	5	1	1	1
Массовая доля кислорода, не более	%	Не определяется	2,7	2,7	2,7
Объемная доля углеводородов, не более:	%	Не определяется	42		
Ароматических			18		
Олефиновых					
Октановое число:	ОЧ ОЧ				
По исследовательскому методу, не менее		80	80	80	80
По моторному методу, не менее		76	76	76	76
Давление насыщенный паров:	кПа				
В летний период		35-80	35-80	35-80	35-80
В зимний период		35-100	35-100	35-100	35-100
Концентрация железа, не более	Мг/дм ³	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Концентрация марганца, не более	Мг/дм ³	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Концентрация свинца, не более	Мг/дм ³	5	5	5	5
Объемная доля монометиланилина, не более	%	1,3	1,0	1,0	Отсутствие
Объемная доля оксигенатов, не более:	%	Не определяется			
Метанола		Не определяется	1	1	1
Этанола		Не определяется	5	5	5
Изопропанола		Не определяется	10 7	10 7	10 7
Третбуанола		Не определяется	10	10	10
Изобутанола		Не определяется			
Эфиров, содержащих 5 или более атомов углерода в молекуле		Не определяется	15	15	15
Других оксигенатов (с температурой конца кипения не выше 210 °С)		Не определяется	10	10	10

Согласно статье 7 технического регламента Таможенного союза, начиная с 1 января 2014 г. запрещен выпуск и распространение топлива класса K2.

Бензин класса K3 был запрещен в России с 2015 г., а топливо класса K4 прекратило производство с начала 2016 г. Эти запреты на производство были введены слишком быстро, поэтому старое низкокачественное топливо иногда можно встретить в хранилищах, что повышает риск его контрафактной продажи. С 2020 г. в России принят новый экологический класс K6, который многие называют Евро-6. Такой бензин создан специально для новых турбированных моторов, у которых выбросы углекислоты на 1 км пробега не должны превышать 130 г. О сроках ограничений продаж бензина класса K5 пока ничего не сообщается. Однако многие нефтеперерабатывающие заводы уже перешли на производство только Евро-6.

Развитие экологически чистого топлива способствует сокращению затрат на медицинское обслуживание, связанное с загрязнением воздуха и воды, а также способствует сохранению биоразнообразия и экосистем. Таким образом, использование бензинов с высоким экологическим классом в России не только содействует экологической безопасности, но и способствует устойчивому экономическому развитию и повышению качества жизни граждан.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование фракционного состава автомобильного бензина / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков // Самара АгроВектор. – 2022. – Т. 2, № 3. – С. 29-34. – DOI 10.55170/29493536_2022_2_3_29. – EDN VDKTLR.
2. Быченин, А. П. Влияние растительных компонентов на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. Н. Черников, М. С. Приказчиков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 3. – С. 12-15. – DOI 10.12737/17445.
3. Володько, О. С. Определение рационального способа подогрева смесевых минерально-растительных топлив для автотракторных дизелей / О. С. Володько, А. П. Быченин, О. Н. Черников // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 50-56.
4. Влияние олеиновой кислоты на трибологические свойства топлив для автотракторных дизелей / А. П. Быченин, О. С. Володько, М. П. Ерзамаев, Д. С. Сазонов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 4. – С. 44-50. – DOI 10.12737/18608.

References

1. Guzhin, I. N. & Prikazchikov, M. S. (2022). Automotive Gasoline Fractional Composition Studies. Samara AgroVector (Samara AgroVector), 2, 3, 29-34. (in Russ). doi 10.55170/29493536_2022_2_3_29 5.
2. Bychenin, A.P., Chernikov, O. N. & Prikazchikov, M. S. (2017). The influence of plant components on the tribological properties of fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 3. 12–15 (in Russ).
3. Volodko, O.S., Bychenin, A.P. & Chernikov, O. N. (2019). Determination of the rational method of heating mixed mineral-vegetable fuels for automotive diesel engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 2. 50–56 (in Russ).
4. Bychenin, A. P., Volodko, O. S., Erzamaev, M. P. & Sazonov, D. S. (2017). Effect of Oleic Acid on Tribological Properties of Fuels for Automotive Diesel Engines. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4. 44–50 (in Russ).

Информация об авторах:

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

В. А. Осокин – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

V. A. Osokin – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;

В. А. Осокин – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;

V. A. Osokin – writing an article.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Тип статьи (обзорная)

УДК 621.436-224.2

МЕТОДЫ РЕМОНТА ОГНЕВОГО ДНИЩА ГОЛОВКИ БЛОКА АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Александр Андреевич Андреев¹, Николай Александрович Черкашин²

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

¹andreevsasa854@gmail.com 0009-0007-9676-7319

²Cherkashin_NA@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

В статье рассмотрены методы ремонта огневых днищ головок цилиндров дизелей, рассмотрены преимущества и недостатки. выявлены наиболее перспективные из них. Даны рекомендации по применению.

Ключевые слова: долговечность, головка блока цилиндров, трещины.

Для цитирования: Андреев А. А., Черкашин Н. А. Методы ремонта огневого днища головки блока автотракторных дизелей // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 64-68.

METHODS FOR REPAIRING THE FIRE BOTTOM OF THE HEAD OF A BLOCK OF AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES

Alekscander A. Andreev¹, Nikolay. A. Cherkashin²

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

¹andreevsasa854@gmail.com 0009-0007-9676-7319

²Cherkashin_NA@ssaa.ru., <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

This article examines methods for repairing diesel cylinder head fire bases, discussing their advantages and disadvantages. The most promising methods are identified. Recommendations for use are provided.

Keywords: durability, cylinder head, cracks.

For citation: Andreev, A. A. & Cherkashin, N. A. (2026). Methods for repairing the fire bottom of the head of a block of automotive diesel engines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 64-68). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Ресурс автотракторных дизелей зачастую лимитируется образованием термоусталостных трещин и последующим разрушением межклапанных перемычек в головках цилиндров. Этот дефект отличается высокой повторяемостью, достигающей 30–50%. Ключевыми факторами его возникновения являются значительные температурные градиенты по поверхности днища головки и критические температуры в зоне повреждения. Опытным путем установлено, что снижение максимальной температуры головки на 40–50 градусов нередко позволяет полностью исключить появление трещин на перемычках. Однако мероприятия, направленные на понижение температуры, обычно связаны с изменением конструкции, что редко

внедряется в практику. В связи с этим многие исследования сосредоточены на поиске эффективных методов устранения уже возникших дефектов[1,2].

Согласно рекомендациям Ярославского моторного завода, эксплуатация допускается при наличии небольших трещин (глубиной до 5 мм) у отверстий под форсунки, если они не затрагивают рабочие фаски впускных клапанов и не нарушают герметичность. Головки с трещинами, глубина которых превышает 5 мм, подлежат восстановлению, поскольку структурных изменений материала при этом не наблюдается.

В современной ремонтной практике используются два основных подхода к устранению трещин: заварка и установка дополнительных ремонтных элементов.

Учитывая, что материалом головок обычно служит серый чугун СЧ.25, применяется как горячая, так и холодная сварка. Горячая заварка требует предварительного нагрева детали до 650 °С для минимизации разницы температур между наплавленным металлом и основой. Выполнение сварки без нагрева чревато высокими остаточными напряжениями из-за усадки наплавленного слоя при остывании. Даже при предварительном подогреве охлаждение зоны наплавки происходит интенсивно, из-за чего углерод не успевает выделиться в графитной форме и фиксируется в виде карбида железа (Fe_3C), формируя твердый и хрупкий слой так называемого «белого» чугуна[3,4].

К недостаткам горячей заварки также относятся трудоемкость последующей механической обработки и сохранение высоких остаточных напряжений, что может спровоцировать образование новых трещин. Кроме того, необходимость нагрева до 650 °С требует применения специального громоздкого оборудования[5].

Более качественные результаты демонстрирует холодная заварка. В последнее время для этого часто используют проволоку на никелевой основе (ПАНЧ-11) с последующей проковкой шва в нагретом состоянии. Процесс ведется короткими поперечными валиками на обратной полярности (электрод — плюс, деталь — минус), что усиливает тепловыделение на аноде, повышает плотность шва и уменьшает количество раковин.

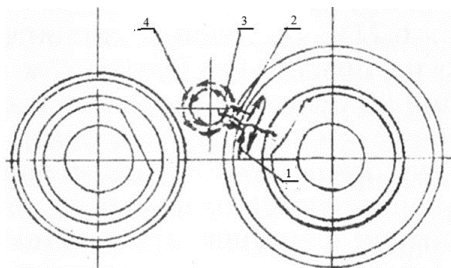


Рис. 1. Последовательность заварки трещин в перемычках между отверстием под распылителем форсунки и клапанным гнездом

Несмотря на улучшенные свойства самого шва, в переходной зоне наблюдается повышенная хрупкость и рост остаточных напряжений. Основным минусом остается риск появления новых трещин после остывания валика из-за внутренних напряжений. При повторном растрескивании ранее отремонтированных перемычек головка бракуется. Снизить вероятность дефектов позволяет сварка при пониженном напряжении (14-16 В).

Среди бессварочных методов выделяется способ стягивания трещин с помощью фигурных вставок. Суть метода в стягивании кромок несквозной трещины (глубиной до 10 мм) за счет запрессовки металлических вставок специальной формы в подготовленные пазы. Вставки представляют собой соединенные перемычками цилиндры. Эффект достигается за счет натяга (размеров между цилиндрами вставки и отверстиями паза, составляющего 0,2-0,4 мм). Однако применение этого способа ограничено из-за малой толщины и ширины межклапанных перемычек, а также высоких рабочих температур, которые могут ослабить посадку вставки. Подготовка паза требует точной рассверловки по кондуктору. Этот метод может быть эффективен для головок с достаточной шириной межклапанной перемычки.

Хорошо зарекомендовал себя метод армирования форсуночного отверстия втулкой из материала с высокой теплопроводностью (медь, латунь, алюминий). Суть заключается в запрессовке в отверстие тонкостенной (2,0-2,5 мм) втулки, что значительно улучшает отвод тепла из зоны максимальных температур и выравнивает температурное поле по толщине огневого днища (рис.2.).

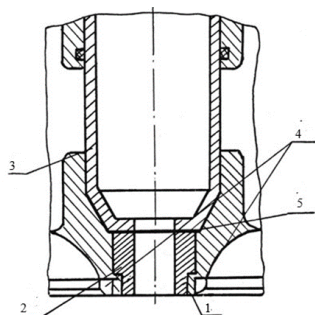


Рис. 2. Форсуночное отверстие, армированное теплопроводной втулкой:

1 – огневое днище головки цилиндров; 2 – теплопроводная втулка;
3 – форсуночный стакан; 4 – седла клапанов; 5 – уплотнительная шайба

Как следствие, повышается термостойкость и практически прекращается образование трещин. Неглубокие дефекты на кромке удаляются при расточке под втулку. Если несквозная трещина выходит за пределы расточки, установка втулки останавливает ее развитие. Метод применим для трещин глубиной не более 5 мм и требует точного соблюдения посадки, чтобы избежать роста механических напряжений[6-8].

Для устранения трещин глубиной более 5 мм применяется замена огневого днища. Поврежденное днище удаляется механически, а новое изготавливается из серого чугуна, близкого по составу к материалу головки. Новое днище запрессовывается на подготовленное место, а центральное отверстие дополнительно армируется теплопроводной втулкой. Термостойкость таких восстановленных головок может быть выше серийных, однако метод требует значительных трудозатрат и расхода материалов.

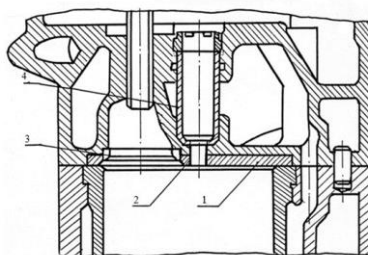


Рис. 2. Головка цилиндров со сменным огневым днищем:

1 – сменное огневое днище; 2 – теплопроводная втулка;
3 – седла клапанов; 4 – форсуночный стакан

Ресурс восстановленных по данной технологии головок возрастает в 1,5 раза, что открывает широкие перспективы для ее применения.

Таким образом, наиболее перспективными для восстановления головок цилиндров дизелей, имеющих термоусталостные трещины, являются бессварочные технологии, основанные на использовании теплопроводных материалов.

Список источников

1. Копытин, В. Ю. Влияние формы графитовых включений на механические свойства чугунов / В. Ю. Копытин, Н. А. Черкашин // Проблемы технического сервиса в АПК: Сбор-

ник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 04 марта 2020 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 9-14.

2. Тарасов, Ю. Д. Анализ дефектов головок цилиндров дизельных двигателей / Ю. Д. Тарасов, Н. А. Черкашин // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции, Кинель, 13–14 апреля 2016 года / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 335-336.

3. Черкашин, Н. А. Пути повышения долговечности головок цилиндров тракторных дизелей / Н. А. Черкашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 86-90.

4. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13–16 декабря 2016 года. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 701-705.

5. Черкашин, Н. А. Повышение долговечности огневых днищ головок цилиндров автотракторных дизелей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, Е. И. Артамонов. – Кинель: Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ, 2023. – 136 с.

6. Черкашин, Н. А. Результаты исследований температуры огневого днища головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства: Сборник научных трудов Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2000. – С. 145-149.

7. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК : Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костикова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 254-258.

8. Уханов А. П., Сидоров Е. А., Сидорова Л. И. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 63-69. doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

References

1. Kopytin, V. Yu. Influence of the shape of graphite inclusions on the mechanical properties of cast irons / V. Yu. Kopytin, N. A. Cherkashin // Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the III student All-Russian scientific and practical conference, Kinel, March 04, 2020. - Kinel: Samara State Agrarian University, 2020. - P. 9-14.

2. Tarasov, Yu. D. Analysis of defects in diesel engine cylinder heads / Yu. D. Tarasov, N. A. Cherkashin // Contribution of young scientists to agricultural science: materials of the international scientific and practical conference, Kinel, April 13-14, 2016 / Samara State Agricultural Academy. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2016. - P. 335-336.

3. Cherkashin, N. A. Ways to Increase the Durability of Cylinder Heads of Tractor Diesels / N. A. Cherkashin // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – No. 3. – Pp. 86-90.

4. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for eliminating thermal fatigue cracks in intervalve bridges of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin // Innovative achievements of science and technology in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference, Kinel, December 13-16, 2016. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2017. - P. 701-705.

5. Cherkashin, N. A. Increasing the durability of fire bottoms of cylinder heads of automotive and tractor diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, E. I. Artamonov. - Kinel: Publishing and Library Center of Samara State Agrarian University, 2023. - 136 p.

6. Cherkashin, N. A. Results of studies of the temperature of the fire bottom of the diesel cylinder head / N. A. Cherkashin // Energy resource saving in agricultural mechanization: Collection of scientific papers of the Samara State Agricultural Academy. - Samara: Samara State Agricultural Academy, 2000. - P. 145-149.

7. Cherkashin, N. A. Characteristics of the Stress State of the Intervolve Links of the Cylinder Head of Diesel Engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, and V. V. Chekalin // New Technologies and Technical Means for the Effective Development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference of the Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University, Voronezh, February 26, 2019 / Edited by O. M. Kostikov and A. V. Bozhko. Volume Part I. – Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. – Pp. 254-258.

8. Ukhanov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3, 63-69. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

Информация об авторах:

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

А. А. Андреев – студент.

Information about the authors:

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

A. A. Andreev – student.

Вклад авторов:

Н. А. Черкашин – научное руководство;

А. А. Андреев – написание статьи.

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin – scientific guidance;

A. A. Andreev – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 621.436-224.2

ТЕРМИЧЕСКИЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ

Владислав Сергеевич Рафиков¹, Николай Александрович Черкашин²

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

¹ivan_shostak2005@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8626-1808>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

В статье рассмотрены причины и особенности возникновения термических напряжений в головке блока цилиндров при её эксплуатации в условиях переменных температурных режимов. Также приведены методы снижения термических напряжений.

Ключевые слова: Термические напряжения при эксплуатации ГБЦ, последствия термических напряжений, методы снижения термических напряжений, факторы, влияющие на термическое напряжение.

Для цитирования: Рафиков В. С., Черкашин Н. А. Термические напряжения при эксплуатации головок цилиндров дизелей // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 68-72.

THERMAL STRESSES DURING THE OPERATION OF DIESEL ENGINE CYLINDER HEADS

Vladislav S. Rafikov¹, Nikolay A. Cherkashin²

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

¹ivan_shostak2005@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8626-1808>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

The article discusses the causes and features of the occurrence of thermal stresses in the cylinder head during its operation under variable temperature conditions. Methods for reducing thermal stresses are also given.

Keywords: Thermal stresses during cylinder head operation, consequences of thermal stresses, methods of reducing thermal stresses, factors affecting thermal stress.

For citation: Rafikov, V. S. & Cherkashin N. A. (2026). Thermal stresses during cylinder head operation Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 68-72). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Головки цилиндров дизелей (ГБЦ) относятся к числу наиболее сложных, многофункциональных деталей. При работе двигателя она должна обеспечивать надежное уплотнение газового стыка, эффективное охлаждение тепловоспринимающей поверхности газораспределительных каналов и топливopодающих форсунок, размещенных в ней.

В процессе эксплуатации она подвергается значительным температурным воздействиям, что приводит к возникновению термических напряжений. Эти напряжения оказывают влияние на прочность, долговечность и работоспособность двигателя. Для снижения данных напряжений нужно рассмотреть природу термических напряжений, их причины, последствия, а также способы снижения риска повреждений ГБЦ. [1]

Термические напряжения возникают вследствие неравномерного нагрева и охлаждения различных участков головки блока цилиндров. При работе двигателя температура внутри камеры сгорания может превышать 500 °С (рис. 1), в то время как внешние поверхности и соседние детали остаются значительно холоднее. Такая температурная разница вызывает тепловое расширение, при котором различные части металла нагреваются и расширяются с разной скоростью. Это приводит к внутренним деформациям и, как следствие, к возникновению напряжений.

Величина термических напряжений в основном зависит от перепада температур, который может достигать значительной величины. По радиусу и толщине огневого днища температурные перепады при работе тракторных дизелей могут достигнуть 350-590°С. Этим значениям соответствуют напряжения 180-270МПа.

Материал ГБЦ обладает определённым коэффициентом теплового расширения, из-за которого размеры детали изменяются при колебаниях температуры. Неравномерность температурного поля создаёт градиенты, приводящие к внутренним растягивающим и сжимающим напряжениям. Напряжения усиливаются при резком нагреве или остывании (термические удары)[2].

На величину термических напряжений влияют следующие факторы [3, 4]:

1. Конструктивные особенности ГБЦ

2. Многоступенчатая структура, наличие отверстий для клапанов и других деталей создаёт условия для концентрации локальных напряжений.

3. Скорость и режимы нагрева/охлаждения

4. Материал и обработка поверхности ГБЦ

5. Техническое состояние системы охлаждения

6. Форсирование двигателя и режим работы

Влияние термических напряжений на головку блока цилиндров проявляется в ряде негативных последствий:

- Деформации и искривления конструкции ГБЦ. Многократные и интенсивные перепады температуры способствуют возникновению изгибов головки блока, что в свою очередь нарушает плотность прилегания прокладки между ГБЦ и блоком цилиндров. Это приводит к потере герметичности и возможным утечкам[5,6].

- Появление трещин и разрушение материала. В местах с высокими локальными напряжениями формируются микро- и макротрещины, которые со временем могут перерасти в серьёзные повреждения, приводящие к отказу детали.

- Снижение эффективности теплоотвода. Возникшие деформации ухудшают контакт между поверхностями, что затрудняет нормальный теплообмен и усиливает температурные перепады, создавая замкнутый цикл роста термических напряжений. Усиленный износ сопряжённых элементов Деформации головки негативно влияют на работу седел клапанов, направляющих и других компонентов, вызывая их ускоренное изнашивание и потенциальные повреждения [7,8].

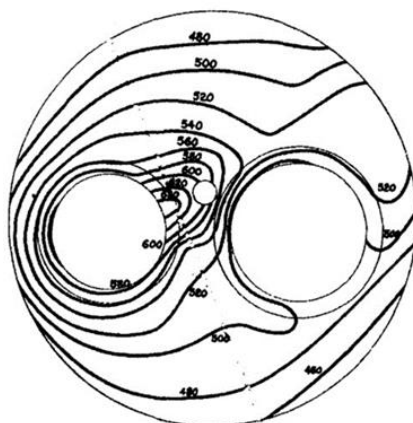


Рис. 1. Распределение температуры по тепловоспринимающей поверхности ГБЦ

Существуют следующие методы снижения термических напряжений:

1. Оптимизация конструкции. Использование ребер жёсткости, увеличение толщины стенок, оптимизация формы каналов для охлаждения — все это снижает локальные перепады температур.

2. Выбор материала и термообработка. Применение чугуна с легирующими добавками и вермикулярного чугуна позволяют улучшить термopрочность в 2...2,5 раза.

3. Улучшение системы охлаждения. Обеспечение равномерного и эффективного теплоотвода минимизирует температурные градиенты.

4. Контроль режимов работы двигателя. Предотвращение резких перепадов температуры за счёт постепенного нагрева и охлаждения двигателя.

Термические напряжения являются одной из ключевых причин возникновения повреждений и снижения ресурса головки блока цилиндров. Анализ температурных полей и механических нагрузок показывает, что неравномерный нагрев и резкие перепады температуры приводят к возникновению значительных внутренних напряжений, способствующих появлению трещин и деформаций. Для повышения надежности и долговечности ГБЦ необходимо комплексное решение, включающее оптимизацию конструктивных особенностей,

применение современных материалов с улучшенными тепловыми свойствами, а также поддержание стабильных температурных режимов эксплуатации. Таким образом, комплексный подход к изучению и управлению термическими напряжениями способствует значительному увеличению ресурса и надежности головки блока цилиндров, что имеет важное значение для современной автомобильной и промышленной техники.

Список источников

1. Копытин, В. Ю. Влияние формы графитовых включений на механические свойства чугунов / В. Ю. Копытин, Н. А. Черкашин // Проблемы технического сервиса в АПК: Сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 04 марта 2020 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 9-14.
2. Тарасов, Ю. Д. Анализ дефектов головок цилиндров дизельных двигателей / Ю. Д. Тарасов, Н. А. Черкашин // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции, Кинель, 13–14 апреля 2016 года / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 335-336.
3. Черкашин, Н. А. Пути повышения долговечности головок цилиндров тракторных дизелей / Н. А. Черкашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 86-90.
4. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13–16 декабря 2016 года. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 701-705.
5. Черкашин, Н. А. Повышение долговечности огневых днищ головок цилиндров автотракторных дизелей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, Е. И. Артамонов. – Кинель: Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ, 2023. – 136 с.
6. Черкашин, Н. А. Результаты исследований температуры огневого днища головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства: Сборник научных трудов Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2000. – С. 145-149.
7. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костинова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 254-258.
8. Уханов А. П., Сидоров Е. А., Сидорова Л. И. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 63-69. doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

References

1. Kopytin, V. Yu. Influence of the shape of graphite inclusions on the mechanical properties of cast irons / V. Yu. Kopytin, N. A. Cherkashin // Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the III student All-Russian scientific and practical conference, Kinel, March 04, 2020. - Kinel: Samara State Agrarian University, 2020. - P. 9-14.

2. Tarasov, Yu. D. Analysis of defects in diesel engine cylinder heads / Yu. D. Tarasov, N. A. Cherkashin // Contribution of young scientists to agricultural science: materials of the international scientific and practical conference, Kinel, April 13-14, 2016 / Samara State Agricultural Academy. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2016. - P. 335-336.

3. Cherkashin, N. A. Ways to Increase the Durability of Cylinder Heads of Tractor Diesels / N. A. Cherkashin // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – No. 3. – Pp. 86-90.

4. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for eliminating thermal fatigue cracks in interval bridges of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin // Innovative achievements of science and technology in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference, Kinel, December 13-16, 2016. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2017. - P. 701-705.

5. Cherkashin, N. A. Increasing the durability of fire bottoms of cylinder heads of automotive and tractor diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, E. I. Artamonov. - Kinel: Publishing and Library Center of Samara State Agrarian University, 2023. - 136 p.

6. Cherkashin, N. A. Results of studies of the temperature of the fire bottom of the diesel cylinder head / N. A. Cherkashin // Energy resource saving in agricultural mechanization: Collection of scientific papers of the Samara State Agricultural Academy. - Samara: Samara State Agricultural Academy, 2000. - P. 145-149.

7. Cherkashin, N. A. Characteristics of the stress state of interval bridges of the cylinder head of diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, V. V. Chekalin // New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex: Proceedings of the national scientific and practical conference of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, February 26, 2019 / General editors O. M. Kostikov, A. V. Bozhko. Volume Part I. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. - P. 254-258.

8. Ukhanov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3, 63-69. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

Информация об авторах:

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

В. С. Рафиков – студент.

Information about the authors:

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

V. S. Rafikov – student.

Вклад авторов:

Н. А. Черкашин – научное руководство;

В. С. Рафиков – написание статьи;

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin – scientific guidance;

V. S. Rafikov – writing an article.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ТЕРМОСТОЙКОСТЬ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ

Дмитрий Алексеевич Кожевников¹, Николай Александрович Черкашин²

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

¹dmitriy20055@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5593-6820>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

В статье рассмотрено влияние легирующих элементов на повышение термостойкости головки блока цилиндров. Проанализированы механизмы улучшения свойств материала, обеспечивающие увеличение долговечности и надежности детали при высокотемпературных условиях эксплуатации. Показана экономическая эффективность применения легированных сплавов за счет снижения затрат на ремонт и обслуживание, а также повышения эксплуатационных характеристик двигателя.

Ключевые слова: головка блока цилиндров, легирующие элементы, термостойкость, коррозия.

Для цитирования: Кожевников Д. А., Черкашин Н. А. Влияние легирующих элементов на термостойкость головки блока цилиндров дизелей // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 73-76.

EFFECT OF ALLOYING ELEMENTS ON THE HEAT RESISTANCE OF THE CYLINDER HEAD OF DIESEL ENGINES

Dmitriy A. Kozhevnikov¹, Nikolay A. Cherkashin²

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

¹dmitriy20055@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5593-6820>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

The article considers the effect of alloying elements on increasing the heat resistance of the cylinder head. The mechanisms for improving the properties of the material are analyzed, ensuring an increase in the durability and reliability of the part under high-temperature operating conditions. The economic efficiency of using alloyed alloys is shown by reducing repair and maintenance costs, as well as improving engine performance.

Keywords: Cylinder head, alloying elements, economic benefits, heat resistance, corrosion.

For citation: Kozhevnikov, D. A. & Cherkashin, N. A. (2026). Effect of alloying elements on the heat resistance of the cylinder head of diesel engines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 73-76). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Головка блока цилиндров (ГБЦ) является одной из наиболее ответственных и нагруженных деталей двигателя внутреннего сгорания. Она испытывает значительные термические и механические нагрузки, поскольку непосредственно контактирует с горячими газами в камере сгорания и одновременно подвергается охлаждению со стороны системы охлаждения. Высокие температуры, циклические тепловые нагрузки и агрессивные среды вызывают деформации, термическое старение и коррозию материала ГБЦ. В связи с этим повышение термостойкости сплавов, используемых для изготовления ГБЦ, является важной задачей для обеспечения надежной и долговечной работы двигателя. Легирующие элементы играют

ключевую роль в формировании структуры и свойств сплавов, влияя на их жаропрочность, устойчивость к окислению и тепловую стабильность [1,2].

Термостойкость материала определяется его способностью сохранять механические свойства, структуру и работоспособность при длительном воздействии высоких температур. Для ГБЦ это особенно важно, поскольку температура в камере сгорания может превышать 700-900 °С, а в некоторых режимах – даже выше. Материал должен обладать высокой прочностью при повышенных температурах (жаропрочностью), устойчивостью к термическому расширению (низкий коэффициент теплового расширения), коррозионной стойкостью к воздействию продуктов сгорания и охлаждающей жидкости, а также способностью противостоять термическим ударам – резким перепадам температуры. Кроме того, важна способность материала сохранять герметичность и не деформироваться при циклических нагрузках [3,4].

Легирующие элементы вводятся в состав сплавов для улучшения их эксплуатационных характеристик. Они могут изменять фазовый состав, структуру зерен и распределение вторичных фаз, что влияет на прочность, пластичность, коррозионную устойчивость и термостойкость материала. Например, кремний способствует формированию твердых кремниевых фаз, которые упрочняют сплав; медь улучшает прочность за счет твердо-растворного упрочнения; магний способствует образованию интерметаллических соединений, повышающих жаропрочность. Кроме того, легирующие элементы могут снижать коэффициент теплового расширения и улучшать окислительную стабильность поверхности, что важно для предотвращения разрушения при высоких температурах [5,6].

Кремний (Si) является одним из ключевых легирующих элементов в алюминиевых сплавах для ГБЦ. Он способствует образованию твердых кремниевых фаз (например, Si-кристаллов), которые повышают механическую прочность при высоких температурах, повышает износостойкость и коррозионную устойчивость, но снижают теплопроводность сплава. Усложняет обработку металла

Медь (Cu) увеличивает прочность за счет твердо-растворного упрочнения и образования интерметаллических фаз, но может снижать коррозионную стойкость, улучшает жаропрочность при умеренных температурах, но снижает коррозионную стойкость, особенно в агрессивных средах.

Магний (Mg) способствует повышению жаропрочности благодаря формированию устойчивых к температуре фаз Mg_2Si . Улучшает механические свойства и устойчивость к термическим циклам.

Хром (Cr) и никель (Ni) часто используются для повышения окислительной стойкости и жаропрочности в чугунах и улучшают коррозионную устойчивость при высоких температурах, но увеличивают стоимость сплава

Максимальный эффект обеспечивается при использовании для изготовления головок цилиндров высокоуглеродистых чугунов (с содержанием углерода около 4,0%), дополнительно легированных медью, при этом доля хрома не должна превышать 0,09-0,11%. Подобные сплавы выходят из строя под действием термоциклических нагрузок в среде отработавших газов значительно позднее серийных аналогов, при этом практически не проявляя признаков внутреннего окисления, то есть разрушаясь именно вследствие термической усталости. Показатель термостойкости увеличивается в 1,5-1,7 раза.

Для повышения эксплуатационных характеристик и долговечности чугунов также рекомендуется изменять процентное содержание основных химических элементов (C, Si, Mn). Вводимые в расплав, эти металлы способствуют его очистке от оксидов, сульфидов и нитридов, модифицируют форму графитовых включений, что в итоге повышает пластичность, твердость и прочность материала как при нормальных, так и при повышенных температурах. В результате термостойкость, а с ней и общий ресурс, возрастают в 2-2,5 раза по сравнению с показателями чугунов для серийных головок цилиндров [7,8].

Использование легирующих элементов так же оказывает так же и экономическую пользу производству, в таких аспектах как:

1. Увеличение срока службы ГБЦ. Легирующие элементы, такие как кремний, медь, магний, хром и никель, улучшают жаропрочность и устойчивость материала к термическому

износу и деформациям. Это снижает частоту ремонтов и замен ГБЦ, что экономит затраты на обслуживание и закупку новых деталей.

2. Снижение простоев оборудования. Более термостойкие ГБЦ реже выходят из строя при высоких температурах работы двигателя. Это уменьшает время простоя техники, повышая производительность и снижая убытки от остановок производства или транспортных операций.

3. Повышение эффективности работы двигателя. Улучшенные теплофизические свойства материала ГБЦ позволяют двигателю работать при более высоких температурах и нагрузках без риска повреждений. Это ведет к повышению КПД двигателя и снижению расхода топлива, что экономит эксплуатационные расходы.

4. Снижение затрат на ремонт и техническое обслуживание. Благодаря повышенной износостойкости и коррозионной устойчивости, детали служат дольше без необходимости частого ремонта или замены, что уменьшает затраты на запчасти и трудозатраты сервисного персонала.

5. Оптимизация производственного процесса. Использование легированных сплавов с улучшенными свойствами может снизить брак и повысить выход годных изделий, что уменьшает потери сырья и затраты на переделку.

Таким образом можно сказать, что внедрение легирующих элементов в состав материала головки блока цилиндров является эффективным направлением повышения эксплуатационных характеристик и экономической эффективности данного узла двигателя. Повышение термостойкости за счет легирования способствует значительному увеличению срока службы ГБЦ, что снижает частоту ремонтов и замен, а значит, уменьшает затраты на техническое обслуживание и закупку новых деталей. Более высокая надежность и устойчивость к воздействию высоких температур позволяют минимизировать простои техники, обеспечивая непрерывность производственных процессов и транспортных операций.

Список источников

1. Копытин, В. Ю. Влияние формы графитовых включений на механические свойства чугунов / В. Ю. Копытин, Н. А. Черкашин // Проблемы технического сервиса в АПК: Сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 04 марта 2020 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 9-14.

2. Тарасов, Ю. Д. Анализ дефектов головок цилиндров дизельных двигателей / Ю. Д. Тарасов, Н. А. Черкашин // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции, Кинель, 13–14 апреля 2016 года / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 335-336.

3. Черкашин, Н. А. Пути повышения долговечности головок цилиндров тракторных дизелей / Н. А. Черкашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 86-90.

4. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13–16 декабря 2016 года. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 701-705.

5. Черкашин, Н. А. Повышение долговечности огневых днищ головок цилиндров автотракторных дизелей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, Е. И. Артамонов. – Кинель: Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ, 2023. – 136 с.

6. Черкашин, Н. А. Результаты исследований температуры огневого днища головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства: Сборник научных трудов Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2000. – С. 145-149.

7. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чека-

лин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костикова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 254-258.

8. Уханов А. П., Сидоров Е. А., Сидорова Л. И. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 63-69. doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

References

1. Kopytin, V. Yu. Influence of the shape of graphite inclusions on the mechanical properties of cast irons / V. Yu. Kopytin, N. A. Cherkashin // Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the III student All-Russian scientific and practical conference, Kinel, March 04, 2020. - Kinel: Samara State Agrarian University, 2020. - P. 9-14.

2. Tarasov, Yu. D. Analysis of defects in diesel engine cylinder heads / Yu. D. Tarasov, N. A. Cherkashin // Contribution of young scientists to agricultural science: materials of the international scientific and practical conference, Kinel, April 13-14, 2016 / Samara State Agricultural Academy. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2016. - P. 335-336.

3. Cherkashin, N. A. Ways to Increase the Durability of Cylinder Heads of Tractor Diesels / N. A. Cherkashin // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – No. 3. – Pp. 86-90.

4. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for eliminating thermal fatigue cracks in interval bridges of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin // Innovative achievements of science and technology in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference, Kinel, December 13-16, 2016. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2017. - P. 701-705.

5. Cherkashin, N. A. Increasing the durability of fire bottoms of cylinder heads of automotive and tractor diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, E. I. Artamonov. - Kinel: Publishing and Library Center of Samara State Agrarian University, 2023. - 136 p.

6. Cherkashin, N. A. Results of studies of the temperature of the fire bottom of the diesel cylinder head / N. A. Cherkashin // Energy resource saving in agricultural mechanization: Collection of scientific papers of the Samara State Agricultural Academy. - Samara: Samara State Agricultural Academy, 2000. - P. 145-149.

7. Cherkashin, N. A. Characteristics of the stress state of interval bridges of the cylinder head of diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, V. V. Chekalin // New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex: Proceedings of the national scientific and practical conference of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, February 26, 2019 / General editors O. M. Kostikov, A. V. Bozhko. Volume Part I. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. - P. 254-258.

8. Ukhonov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3, 63-69. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

Информация об авторах:

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

Д. А. Кожевников – студент.

Information about the authors:

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

D. A. Kozhevnikov – student.

Вклад авторов:

Н. А. Черкашин – научное руководство;

Д. А. Кожевников – написание статьи.

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin – scientific guidance;

D. A. Kozhevnikov – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 621.436-224.2

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ ДИЗЕЛЕЙ

Александр Андреевич Андреев ¹, Николай Александрович Черкашин ²

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

¹andreevsasa854@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

В статье рассмотрено общее напряженное состояние межклапанных перемычек головок цилиндров дизельных двигателей. Рассмотрены его отдельные составляющие и выявлены причины возникновения трещин огневого днища.

Ключевые слова: головка блока цилиндров, термоусталостные трещины, напряжения.

Для цитирования: Андреев А. А., Черкашин Н. А. Факторы, определяющие долговечность головок цилиндров дизелей // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 77-81.

FACTORS DETERMINING THE DURABILITY OF DIESEL CYLINDER HEADS

Alexander A. Andreev ¹, Nikolay A. Cherkashin ²

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

¹andreevsasa854@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru., <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

This article examines the general stress state of intervalve bridges in diesel engine cylinder heads. Its individual components are examined and the causes of fire-plate cracks are identified.

Keywords: cylinder head, thermal fatigue cracks, stress.

For citation: Andreev A. A. & Cherkashin N. A. (2026). Factors determining the durability of diesel cylinder heads Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 77-81). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Головка блока цилиндров (ГБЦ) дизеля относится к категории наиболее дорогостоящих комплектующих при проведении ремонтных работ. В ходе эксплуатации силовой установки в данной детали образуются дефекты в виде трещин в зонах межклапанных мостиков. Причиной этого явления служит недостаточная термоусталостная стойкость используемых сплавов. Подобный дефект считается критическим и влечет за собой необходимость утилизации головки. Ресурс современных дизельных моторов ограничен 7,5–8 тысячами часов работы [1]. Ввиду образования термоусталостных трещин (рис. 1) замена ГБЦ в среднем производится четырежды за полный цикл эксплуатации двигателя.



Рис. 1. Трещины межклапанных перемычек

Головка цилиндров представляет собой изделие повышенной сложности, выполняющее обширный спектр функций. В процессе работы она обязана гарантировать непроницаемость газового стыка и эффективный отвод тепла от поверхностей, подверженных нагреву.

Комплексное напряженное состояние данной детали формируется под влиянием совокупности факторов: свойств материала, конструктивных решений, особенностей литья и механообработки, а также режимов форсирования и условий эксплуатации.

Суммарный уровень напряжений складывается из следующих компонентов [2]:

- температурные (термические) напряжения;
- механические (монтажные) напряжения;
- остаточные напряжения;
- термоструктурные напряжения;
- рабочие напряжения.

Возникновение термических напряжений обусловлено градиентом температур по площади и глубине огневой плиты. Это связано с воздействием экстремально высокой температуры сгорания топливовоздушной смеси. Неравномерный прогрев вызывает различное температурное расширение смежных участков, провоцируя деформации, которые, в свою очередь, порождают термические напряжения. Столь неравномерное распределение температур по поверхности и в теле плиты диктуется конструктивными особенностями ГБЦ, уровнем ее теплопроводности и эффективностью системы охлаждения. Наиболее высокая температура фиксируется в центральной области и достигает 200-300°C. Температура мостиков, контактирующих с раскаленными газами, также находится в пределах 200-300°C. При этом перемычка со стороны впускного клапана холоднее выпускного на 10-15°C. Критический уровень теплонапряженности (до 400-600°C) приходится именно на межклапанные перемычки [3,4].

Величина термических напряжений коррелирует с конструкцией ГБЦ, свойствами материала, интенсивностью охлаждения данной зоны и параметрами теплового потока от рабочего цикла. В зоне межклапанных перемычек фиксируются пиковые значения тепловых потоков, которые резко снижаются по мере удаления от центра.

В центральной части огневой плиты конструктивно предусмотрен массивный прилив для монтажа форсунки. Внешняя область прилива в процессе работы разогревается свыше 250°C, тогда как его внутренняя часть остается менее прогретой, что также индуцирует появление термических напряжений.

Максимальные перепады температур на плите ГБЦ приходятся на этапы запуска (прогрева) и последующей остановки мотора. Цикл «пуск-остановка» является режимом малоцикловой термической усталости. При таком нагружении происходит постепенная релаксация напряжений на фоне накопленной остаточной деформации, что ведет к формированию напряжений растяжения. Растягивающие нагрузки представляют особую опасность для серого чугуна — основного материала ГБЦ, поскольку его прочность на разрыв существенно (в разы) уступает прочности на сжатие. Низкая пластичность серого чугуна приводит к росту напряжений растяжения с каждым теплосменом. Накопление

остаточных деформаций прогрессирует и в итоге инициирует зарождение термоусталостных трещин [5,6].

Структура серого чугуна, из которого отлита ГБЦ, характеризуется наличием включений графита пластинчатой формы (рис. 2). Такая микроструктура не является оптимальной с точки зрения теплоотведения, что также способствует росту термических напряжений. Суммарная величина этих напряжений способна достигать 200–240 МПа. Пик напряжений приходится на центральную область межклапанных мостиков, где, собственно, и наблюдается трещинообразование.

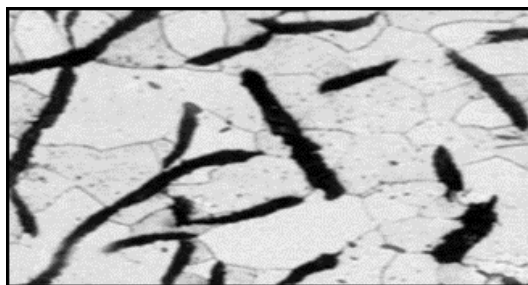


Рис. 2. Структура серого чугуна

Таким образом, очевидно, что доминирующее влияние на огневую плиту оказывают именно термические напряжения. Их появление спровоцировано воздействием высоких температур и их крайне неравномерным распределением. Разность температур между перемышками и периферийными участками может составлять до 200°C [7,8]. Причинами столь значительного градиента служат конструктивные решения, низкая теплопроводность материала и особенности охлаждения нагретых областей.

Монтажные (механические) напряжения возникают при фиксации ГБЦ к блоку цилиндров с высоким усилием, необходимым для обеспечения герметичности стыка. Помимо этого, установка форсунки в центре плиты создает дополнительные нагрузки, которые непосредственно воздействуют на зону межклапанных перемычек. Величина монтажных напряжений оценивается в 80–90 МПа. Важно подчеркнуть, что эти нагрузки, имеющие растягивающий характер, усугубляют действие термических напряжений. Для серого чугуна это особенно критично ввиду его низкой стойкости к растяжению.

Конструкция центральной части огневой плиты ГБЦ такова, что эта область служит естественным концентратором как термических, так и монтажных напряжений. Наличие трех отверстий разного диаметра и тонких перемычек между ними усиливает (концентрирует) растягивающие нагрузки. Дополнительными микроскопическими концентраторами выступают и пластинчатые включения графита, что интенсифицирует общее напряженное состояние и способствует накоплению пластических деформаций в межклапанных перемышках.

Еще одной составляющей общего напряженного фона являются рабочие напряжения, порождаемые давлением газов в момент сгорания топлива. Данный вид напряжений, обусловленный рабочим циклом, носит циклический характер и зависит от пикового давления сгорания, регулировок и степени форсирования агрегата.

Рабочие напряжения – это напряжения сжатия, проявляющиеся локально, исключительно на огневой плите того цилиндра, в котором в данный момент происходит рабочий ход. Типичные значения рабочих напряжений невелики и составляют порядка 5–15 МПа. Однако отдельные исследования указывают на возможность достижения ими более существенных величин – до 30–56 МПа для определенных моделей дизелей.

Помимо установившихся термических напряжений, на тепловоспринимающей поверхности возникают и циклические термические нагрузки, обусловленные пульсацией

теплоподвода в течение рабочего цикла, но амплитуда колебаний температур в этом случае незначительна.

Термоструктурные напряжения ускоряющих разрушение. Они являются следствием графитизации и высокотемпературной коррозии в приповерхностном слое металла. Образующиеся оксиды занимают объем, в 2-3 раза превышающий объем исходного металла. Выступая в роли концентраторов и центров зарождения трещин, внутренние окислы в процессе роста непрерывно меняют свойства материала основы, напрямую влияя на долговечность головок цилиндров.

Таким образом ключевую роль в общем балансе играют термические и монтажные напряжения, достигающие своих предельных значений именно в области межклапанных перемычек. Как показывает практика, эти зоны являются очагами зарождения и развития термоусталостных трещин, которые, в конечном счете, и лимитируют эксплуатационный ресурс головки цилиндров.

Список источников

1. Копытин, В. Ю. Влияние формы графитовых включений на механические свойства чугунов / В. Ю. Копытин, Н. А. Черкашин // Проблемы технического сервиса в АПК: Сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 04 марта 2020 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 9-14.

2. Тарасов, Ю. Д. Анализ дефектов головок цилиндров дизельных двигателей / Ю. Д. Тарасов, Н. А. Черкашин // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции, Кинель, 13–14 апреля 2016 года / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 335-336.

3. Черкашин, Н. А. Пути повышения долговечности головок цилиндров тракторных дизелей / Н. А. Черкашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 86-90.

4. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13–16 декабря 2016 года. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 701-705.

5. Черкашин, Н. А. Повышение долговечности огневых днищ головок цилиндров автотракторных дизелей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, Е. И. Артамонов. – Кинель: Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ, 2023. – 136 с.

6. Черкашин, Н. А. Результаты исследований температуры огневого днища головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства: Сборник научных трудов Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2000. – С. 145-149.

7. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК : Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костикова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 254-258.

8. Уханов А. П., Сидоров Е. А., Сидорова Л. И. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 63-69. doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

References

1. Kopytin, V. Yu. Influence of the shape of graphite inclusions on the mechanical properties of cast irons / V. Yu. Kopytin, N. A. Cherkashin // Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the III student All-Russian scientific and practical conference, Kinel, March 04, 2020. - Kinel: Samara State Agrarian University, 2020. - P. 9-14.
2. Tarasov, Yu. D. Analysis of defects in diesel engine cylinder heads / Yu. D. Tarasov, N. A. Cherkashin // Contribution of young scientists to agricultural science: materials of the international scientific and practical conference, Kinel, April 13-14, 2016 / Samara State Agricultural Academy. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2016. - P. 335-336.
3. Cherkashin, N. A. Ways to Increase the Durability of Cylinder Heads of Tractor Diesels / N. A. Cherkashin // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – No. 3. – Pp. 86-90.
4. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for eliminating thermal fatigue cracks in intervalve bridges of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin // Innovative achievements of science and technology in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference, Kinel, December 13-16, 2016. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2017. - P. 701-705.
5. Cherkashin, N. A. Increasing the durability of fire bottoms of cylinder heads of automotive and tractor diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, E. I. Artamonov. - Kinel: Publishing and Library Center of Samara State Agrarian University, 2023. - 136 p.
6. Cherkashin, N. A. Results of studies of the temperature of the fire bottom of the diesel cylinder head / N. A. Cherkashin // Energy resource saving in agricultural mechanization: Collection of scientific papers of the Samara State Agricultural Academy. - Samara: Samara State Agricultural Academy, 2000. - P. 145-149.
7. Cherkashin, N. A. Characteristics of the Stress State of the Intervalve Links of the Cylinder Head of Diesel Engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, and V. V. Chekalin // New Technologies and Technical Means for the Effective Development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference of the Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University, Voronezh, February 26, 2019 / Edited by O. M. Kostikov and A. V. Bozhko. Volume Part I. – Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. – Pp. 254-258.
8. Ukhanov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Sa-mara State Agricultural Academy), 3, 63-69. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

Информация об авторах:

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

А. А. Андреев – студент.

Information about the authors:

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

A. A. Andreev – student.

Вклад авторов:

Н. А. Черкашин – научное руководство;

А. А. Андреев – написание статьи;

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin – scientific guidance;

A. A. Andreev – writing an article.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ ДЕТАЛЕЙ И МАШИН

Никита Денисович Наумов¹, Николай Александрович Черкашин²

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

¹dimon.com136@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4563-2397>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

В работе рассмотрены современные и перспективные методы защиты деталей и машин от коррозии. Проанализированы причины коррозионных разрушений, традиционные способы защиты, а также инновационные технологии: наноструктурированные и самовосстанавливающиеся покрытия, электрохимическая защита, применение композиционных материалов и цифровой мониторинг. Показана экономическая и техническая эффективность комплексного подхода к защите от коррозии.

Ключевые слова: коррозия, защитные покрытия, катодная защита, ингибиторы, композиционные материалы, цифровой мониторинг.

Для цитирования: Наумов Н. Д., Черкашин Н. А. Перспективные направления борьбы с коррозией деталей и машин // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 82-86.

PROMISING DIRECTIONS FOR COMBATING CORROSION OF PARTS AND MACHINES

Nikita D.Naumov¹, Nikolay A.Cherkashin²

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

¹dimon.com136@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4563-2397>

²Cherkashin_NA@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0574-0898>

The paper discusses modern and perspective methods of protection of parts and machines from corrosion. The article analyzes the causes of corrosion damage, traditional methods of protection, and innovative technologies such as nanostructured and self-healing coatings, electrochemical protection, the use of composite materials, and digital monitoring. The article demonstrates the economic and technical effectiveness of a comprehensive approach to corrosion protection.

Keywords: corrosion, protective coatings, nanotechnology, cathodic protection, inhibitors, composite materials, and digital monitoring.

For citation: Naumov, N. D. & Cherkashin, N. A. Promising Directions for Combating Corrosion of Parts and Machines. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 82-86). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Коррозия – это естественный процесс разрушения металлов под действием агрессивной среды, который приводит к снижению эксплуатационных характеристик машин, увеличению затрат на ремонт и замену, а также к авариям и экологическим последствиям[1]. Безвозвратные потери металла составляют около 10–15% мировой продукции стали. В Российской Федерации, только прямые потери от коррозии составляют до 12 % национального до-

хода и до 12 % общей массы металлофонда, что соответствует утрате по меньшей мере до 30 % ежегодно производимого металла. Наибольшие потери от коррозии несут: топливно-энергетический комплекс (29 %), сельское хозяйство (20 %), химия и нефтехимия (15 %), металлообработка (5 %). Борьба с коррозией – ключевая задача в машиностроении, энергетике, транспорте, авиации и других отраслях.

Современные технологии направлены не только на замедление коррозионных процессов, но и на предупреждение их возникновения[2,3].

Существуют следующие виды коррозии:

- химическая (в газовых средах);
- электрохимическая (во влажной среде);
- гальваническая;
- щелевая;
- питтинговая;
- межкристаллитная;
- коррозия под напряжением.

Наиболее распространённой для машин является электрохимическая коррозия, возникающая при наличии электролита.

Традиционные методы защиты деталей и машин:

1. Защитные покрытия (оцинкование, окраска, гальванические покрытия, порошковое напыление). Данные методы создают барьер между металлом и агрессивной средой, однако требуют периодического обновления.

2. Ингибиторы коррозии. Применяются в замкнутых системах (охлаждение, гидросистемы) они замедляют электрохимические реакции, снижая скорость разрушения металла. Недостаток – необходимость строгого контроля концентрации.

3. Оксидирование. Метод предполагает создание на металле специальной оксидной плёнки, которая предотвращает возникновение коррозии. Для этого металл помещается в концентрированный кислотный или щелочной раствор, нагреваемый до температуры от +130 до +350 °С в зависимости от особенностей сплава. При оксидировании низкоуглеродистых сталей защитная плёнка приобретает иссиня-чёрный цвет, высокоуглеродистые стали – серо-чёрный оттенок.

В настоящее время направления борьбы с коррозией следующие:

1. Современные защитные покрытия

Одним из наиболее эффективных направлений является применение плазменного и высокоскоростного газотермического напыления. Данные технологии позволяют формировать плотные коррозионностойкие покрытия с высокой адгезией к основе. Практическое внедрение включает модернизацию производственных участков, приобретение оборудования для напыления и обучение персонала. Применение таких покрытий увеличивает срок службы деталей в 2–5 раз[4,5].

2. Катодная защита конструкций

Внедрение включает проведение диагностики, расчет параметров защиты, установку станций катодной защиты и регулярный мониторинг состояния объекта. Метод заключается в подаче внешнего электрического тока, который переводит металлическую конструкцию в состояние, при котором коррозионные процессы замедляются или полностью останавливаются. Введение в систему специальных анодов из более активного металла (например, магния или цинка), которые корродируют вместо основных конструктивных элементов. Это дешевый и эффективный способ защиты особенно в сельскохозяйственной среде. Наиболее применяется в защите трубопроводов сельскохозяйственного водоснабжения, оросительных систем сельскохозяйственной техники. Внедрение этого метода предполагает следующие этапы:

1. Проведение коррозионного обследования объекта.
2. Расчет защитного потенциала.
3. Установка станций катодной защиты или жертвенных анодов.

4. Регулярный мониторинг потенциалов.

Экономический эффект: снижение аварийности трубопроводов до 70%, продление срока службы на 20-30 лет.

3. Применение коррозионностойких материалов

Перспективным направлением является использование легированных сталей, нержавеющих сплавов и композитных материалов. Замена традиционных углеродистых сталей позволяет существенно снизить скорость коррозионных процессов. Разработка новых сплавов с легированными элементами (например, никель, хром, молибден) позволяет значительно повысить сопротивление коррозионному разрушению, особенно в агрессивных средах (морская вода, химические реагенты) [6-9].

4. Композиты (углеродные и керамические) и высокопрочные полимеры

Они обладают высокой устойчивостью к коррозии и значительно легче металлов. Их применение особенно перспективно в сельском хозяйстве: в машиностроении, емкостном оборудовании (хранилище комбикорма и минеральных удобрений).

5. Цифровой мониторинг коррозии

Современные системы мониторинга основаны на применении датчиков коррозионной активности и IoT-технологий. Собранные данные анализируются с использованием алгоритмов прогнозирования, что позволяет перейти к предиктивному обслуживанию оборудования. Интеллектуальные датчики в реальном времени отслеживают уровень коррозии на самых критичных участках, передавая данные в систему управления. Это позволяет планировать профилактические мероприятия до возникновения серьезных повреждений. Использование машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа данных с датчиков позволяет предсказывать зоны риска и оптимизировать обслуживание машин и оборудования, снижая затраты на ремонт. Внедрения цифрового мониторинга коррозии состоит из следующих этапов:

1. Установка датчиков коррозионной активности.
2. Подключение к системе удаленного мониторинга.
3. Анализ данных с применением алгоритмов прогнозирования.

Преимущество: переход от планово-предупредительного ремонта к предиктивному обслуживанию

6. Экологически безопасные ингибиторы

Для увеличения срока службы и предотвращения преждевременного выхода из строя металлического оборудования в сельском хозяйстве активно применяются ингибиторы коррозии. Цель – повысить срок службы металлического оборудования, защитив его от коррозионного разрушения. Новые ингибиторы разрабатываются на основе органических соединений или природных веществ, которые блокируют коррозионные процессы, но при этом безопасны для окружающей среды. Комбинированные ингибиторы способны не только защищать от коррозии, но и улучшать смазочные свойства, что важно для движущихся узлов.

Внедрение этих ингибиторов включает следующие этапы:

1. Лабораторные испытания ингибитора.
2. Подбор концентрации.
3. Включение в технологический регламент.

Преимущество: снижение скорости коррозии на 60-90% без вреда для окружающей среды.

Комплексное применение современных методов борьбы с коррозией — защитных покрытий, катодной защиты, коррозионностойких материалов, цифрового мониторинга и экологических ингибиторов — обеспечивает значительное повышение надежности сельскохозяйственных машин и оборудования, снижение эксплуатационных затрат и увеличение срока службы техники. Реальное внедрение современных методов борьбы с коррозией — это не разовое мероприятие, а комплексная программа модернизации предприятия.

Таким образом наиболее эффективными на практике являются катодная защита, переход на коррозионностойкие сплавы, цифровой мониторинг, экологичные ингибиторы.

Именно сочетание этих технологий обеспечивает максимальный экономический эффект и надежность машин и оборудования.

Список источников

1. Копытин, В. Ю. Влияние формы графитовых включений на механические свойства чугунов / В. Ю. Копытин, Н. А. Черкашин // Проблемы технического сервиса в АПК: Сборник научных трудов III студенческой Всероссийской научно-практической конференции, Кинель, 04 марта 2020 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 9-14.
2. Тарасов, Ю. Д. Анализ дефектов головок цилиндров дизельных двигателей / Ю. Д. Тарасов, Н. А. Черкашин // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции, Кинель, 13–14 апреля 2016 года / Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 335-336.
3. Черкашин, Н. А. Пути повышения долговечности головок цилиндров тракторных дизелей / Н. А. Черкашин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 86-90.
4. Черкашин, Н. А. Анализ способов устранения термоусталостных трещин межклапанных перемычек головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Инновационные достижения науки и техники АПК: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 13–16 декабря 2016 года. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 701-705.
5. Черкашин, Н. А. Повышение долговечности огневых днищ головок цилиндров автотракторных дизелей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, Е. И. Артамонов. – Кинель: Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ, 2023. – 136 с.
6. Черкашин, Н. А. Результаты исследований температуры огневого днища головки цилиндров дизеля / Н. А. Черкашин // Энергоресурсосбережение в механизации сельского хозяйства: Сборник научных трудов Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2000. – С. 145-149.
7. Черкашин, Н. А. Характеристика напряженного состояния межклапанных перемычек головки цилиндров дизельных двигателей / Н. А. Черкашин, С. Н. Жильцов, В. В. Чекалин // Новые технологии и технические средства для эффективного развития АПК: Материалы национальной научно-практической конференции Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, Воронеж, 26 февраля 2019 года / Под общей редакцией О.М. Костикова, А.В. Божко. Том Часть I. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 254-258.
8. Сазонов Д. С., Ерзамаев М. П., Жильцов С. Н., Быченин А. П. Влияние ингибиторов коррозии на эффективность защиты элементов кузова автомобиля // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 29-36. doi: 10.12737/36527.
9. Уханов А. П., Сидоров Е. А., Сидорова Л. И. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 63-69. doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

References

1. Kopytin, V. Yu. Influence of the shape of graphite inclusions on the mechanical properties of cast irons / V. Yu. Kopytin, N. A. Cherkashin // Problems of technical service in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the III student All-Russian scientific and practical conference, Kinel, March 04, 2020. - Kinel: Samara State Agrarian University, 2020. - P. 9-14.

2. Tarasov, Yu. D. Analysis of defects in diesel engine cylinder heads / Yu. D. Tarasov, N. A. Cherkashin // Contribution of young scientists to agricultural science: materials of the international scientific and practical conference, Kinel, April 13-14, 2016 / Samara State Agricultural Academy. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2016. - P. 335-336.

3. Cherkashin, N. A. Ways to Increase the Durability of Cylinder Heads of Tractor Diesels / N. A. Cherkashin // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2011. – No. 3. – Pp. 86-90.

4. Cherkashin, N. A. Analysis of methods for eliminating thermal fatigue cracks in intervalve bridges of diesel cylinder heads / N. A. Cherkashin // Innovative achievements of science and technology in the agro-industrial complex: Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference, Kinel, December 13-16, 2016. - Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2017. - P. 701-705.

5. Cherkashin, N. A. Increasing the durability of fire bottoms of cylinder heads of automotive and tractor diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, E. I. Artamonov. - Kinel: Publishing and Library Center of Samara State Agrarian University, 2023. - 136 p.

6. Cherkashin, N. A. Results of studies of the temperature of the fire bottom of the diesel cylinder head / N. A. Cherkashin // Energy resource saving in agricultural mechanization: Collection of scientific papers of the Samara State Agricultural Academy. - Samara: Samara State Agricultural Academy, 2000. - P. 145-149.

7. Cherkashin, N. A. Characteristics of the stress state of intervalve bridges of the cylinder head of diesel engines / N. A. Cherkashin, S. N. Zhiltsov, V. V. Chekalin // New technologies and technical means for the effective development of the agro-industrial complex: Proceedings of the national scientific and practical conference of the Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, February 26, 2019 / General editors O. M. Kostikov, A. V. Bozhko. Volume Part I. - Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2019. - P. 254-258.

8. Sazonov, D. S., Erzamaev, M. P., Zhiltsov, S. N. & Bychenin, A. P. (2020). Effect of anti-corrosion in-hibitors on protection performance of auto body elements. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 1, 29-36. (In Russ.). doi: 10.12737/36527.

9. Ukhanov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3, 63-69. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

Информация об авторах:

Н. А. Черкашин – кандидат технических наук, доцент;

Н. Д. Наумов – студент.

Information about the authors:

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

N. D. Naumov – student.

Вклад авторов:

Н. А. Черкашин – научное руководство;

Н. Д. Наумов – написание статьи.

Contribution of the authors:

N. A. Cherkashin – scientific guidance;

N. D. Naumov – writing the article.

РЕМОНТ ШАРИКОВЫХ (КУЛАЧКОВЫХ) ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ МУФТ

Иван Сергеевич Денисов¹, Ольга Александровна Артамонова²

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

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

В статье рассматриваются конструкция, принцип работы, типичные неисправности и методика ремонта шариковых (кулачковых) предохранительных муфт, широко применяемых в электроинструменте, промышленных станках и сельскохозяйственной технике. Описаны основные причины преждевременного срабатывания, отсутствия защиты и неустойчивого момента. Приведены пошаговые алгоритмы разборки, дефектовки деталей с указанием критериев брака. Сформулировано «золотое правило» ремонта: обязательная замена шариков при замене шайбы или пружины. Рассмотрены способы калибровки момента срабатывания — от бытового (для электроинструмента) до точного с использованием динамометрического ключа. Даны рекомендации по выбору смазочных материалов, регламенту обслуживания и условиям, при которых ремонт нецелесообразен. Отдельное внимание уделено типичным ошибкам, снижающим ресурс муфты (работа в режиме ударного механизма, применение абразивных смазок).

Ключевые слова: шариковая муфта, кулачковая муфта, предохранительная муфта, ремонт муфты, калибровка момента срабатывания, трещотка, кулачковый диск, шарики, пружина (тарельчатая, цилиндрическая), износ лунок, смазка (литиевая, полимолевичная), редуктор, защита от перегрузки, обслуживание муфт.

Для цитирования: Денисов И. С., Артамонова О. А. Ремонт шариковых (кулачковых) предохранительных муфт // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 87-91.

REPAIR OF BALL (CAM) SAFETY MUFFS

Ivan S. Denisov¹, Olga A. Artamonova²

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

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

The article discusses the design, principle of operation, typical malfunctions, and repair methods for ball (cam) safety couplings, which are widely used in power tools, industrial machines, and agricultural equipment. It describes the main causes of premature activation, lack of protection, and unstable torque. The article provides step-by-step algorithms for disassembly and defect inspection of parts, along with the criteria for rejecting them. The article also introduces the "golden rule" of repair: replacing the balls when replacing the washer or spring. The methods of calibrating the actuation moment are considered— from household (for power tools) to precise using a torque wrench. Recommendations are given on the choice of lubricants, maintenance regulations and conditions under which repairs are impractical. Special attention is paid to typical errors that reduce the life of the clutch (operation in the shock mechanism mode, the use of abrasive lubricants).

Keywords: Ball coupling, cam coupling, safety coupling, coupling repair, actuation torque calibration, ratchet, cam disc, balls, spring (plate, cylindrical), wear of holes, lubricant (lithium, polyurethane), gearbox, overload protection, coupling maintenance.

For citation: Denisov, I. S. & Artamonova, O. A. (2026). Repair of Ball (Cam) Safety Couplings. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 87-91). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Шариковая (кулачковая) предохранительная муфта — это механическое устройство, защищающее привод (редуктор, двигатель, рабочий орган) от разрушающих перегрузок. Принцип действия основан на проскальзывании («треске») при превышении заданного крутящего момента. Чаще всего такие муфты встречаются в шуруповертах, перфораторах, гайковертах, станках с ЧПУ и сельскохозяйственной технике.

Несмотря на кажущуюся простоту, неправильный ремонт муфты приводит либо к преждевременному срабатыванию (инструмент не работает), либо к отсутствию защиты (ломка дорогих деталей редуктора). В этой статье мы разберем, как правильно вернуть муфте заводские характеристики.

Для понимания ремонта необходимо четко представлять конструкцию. Классическая шариковая муфта состоит из:

- Ведущей полумуфты (обычно связана с двигателем).
- Ведомой полумуфты (связана со шпинделем или выходным валом).
 - Кулачковых дисков (шайб) - на их торцах выполнены волнообразные канавки или углубления (лунки).
 - Шариков (находятся между дисками в углублениях).
 - Пакета тарельчатых или цилиндрических пружин (создают усилие прижатия).
 - Регулировочного кольца или гайки (для изменения момента срабатывания).

Работает шариковая муфта следующим образом.

В нормальном режиме пружина прижимает диски друг к другу. Шарики входят в лунки кулачков, жестко блокируя взаимное вращение. При возрастании сопротивления (например, заклинило сверло) тангенциальная сила начинает выталкивать шарики из лунок. Как только усилие превышает силу пружины, шарики «перескакивают» по гребням волны. Ведущая полумуфта вращается, а ведомая останавливается. Раздается характерный треск. После снятия нагрузки пружина возвращает шарики в ближайшие лунки — муфта снова готова к работе.

Ключевой момент износа: именно кромки лунок и сами шарики испытывают максимальные нагрузки. Со временем они «скатываются», и момент срабатывания падает.

Прежде чем разбирать муфту, проведите экспресс-диагностику.

Преждевременное срабатывание (проскальзывает при нормальной нагрузке), основные проявления: шуруповерт «трещит» и не затягивает саморез даже на максимальном положении регулятора; станок отключается при пуске или легком касании резца.

Это происходит из-за: износа (выработка) лунок кулачкового диска, шарик больше не цепляется за острую кромку, а легко выкатывается по накатанной колее; усталости пружины (уменьшилась жесткость), неправильной смазке (слишком жидкая или отсутствует).

Отсутствие срабатывания (поломка при перегрузке), основные проявления: вал скрутило, срезало шпонку или сломало зуб шестерни, а муфта ни разу не щелкнула; регулятор момента крутится туго или заклинил.

Основные причины возникновения данной неисправности: заклинивание механизма (ржавчина, грязь, застывшая смазка); деформация или «спекание» шариков с дорожкой (после сильного перегрева); поломка фиксатора регулировочной гайки — пружина остается максимально сжатой.

Нестабильное, «плавающее» усилие основные симптомы данной неисправности: при одном и том же положении регулятора муфта срабатывает то слишком рано, то слишком поздно; рывки, вибрация при плавном вращении.

Основные причины возникновения данной неисправности: разный износ шариков в комплекте (потеря калибровки); грязь или стружка внутри механизма; разрушение сепаратора (при наличии).

Ремонт муфты считается экономически оправданным, если стоимость новых деталей (шайбы + шарик + пружина) не превышает 50% цены новой муфты или инструмента.

Для ремонта необходим следующий инструмент и расходные материалы: набор ключей и головок; съемник стопорных колец; тиски, мягкие прокладки (медь, алюминий); штангенциркуль или микрометр; шарик (ГОСТ 3722, класс точности не ниже 10), новая кулачковая шайба, возможно новая пружина; смазка: литиевая или полимочевинная, а для высокоскоростных муфт – консистентная с противоизносными присадками.

Разборку и дефектовку муфты производим в следующей последовательности: снимите регулировочное кольцо; аккуратно извлеките пакет пружин, (Важно: замерьте длину пакета в свободном состоянии или сфотографируйте порядок тарельчатых пружин (они могут быть установлены встречно)); выньте шарик и сразу рассортируйте их по лункам, если не планируете менять все; разъедините кулачковые диски.

Признаки брака основных деталей шариковой муфты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные неисправности деталей шариковой муфты

Деталь	Признак брака	Решение
Шарики	Плоские пятна, коррозия, разница в диаметре >0,01 мм	Только замена всего комплекта
Кулачковый диск	Глубокие ямки, заусенцы, ступенька на кромке лунки	Замена. Шлифовка допустима только для временного ремонта (на 10-20 часов)
Пружина	Трещины, уменьшение длины на >5% от паспортной, потеря упругости (не возвращает форму)	Замена
Регулировочная резьба	Срыв витков, задиры	Ремонт резьбы метчиком/плашкой или замена

Золотое правило ремонта предохранительных муфт:

Шарики меняются всегда, если меняется шайба или пружина. Шайба меняется всегда, если есть видимый износ. Пружина меняется, если нарушена настройка момента.

Ставить новые шарик на старую шайбу бесполезно — через 10-20 циклов они «при-трутся» к старой колее и момент снова упадет.

Сборку муфты производим в следующей последовательности:

- Очистка: Все детали промыть в уайт-спирите или керосине. Удалить старую смазку и абразив.
- Смазка: Нанести тонкий, но равномерный слой смазки на кулачковые дорожки. Шарик можно слегка обмакнуть в смазку для фиксации при сборке. Избыток смазки приводит к гидрозатворам и ложному срабатыванию.
- Установка шариков: Уложите шарик в лунки ведущего диска. Если используется сепаратор – убедитесь, что он не зажат.
- Пружины: Установите пружины согласно фотографии. Для тарельчатых пружин важно соблюдать направление («» или «»)).
- Регулировочное кольцо: Затяните до легкого касания пружины, затем сделайте 1-2 оборота.

После сборки муфта *обязательно* калибруется.

Бытовой метод (для электроинструмента):

- Соберите инструмент без внешнего корпуса (только редуктор с муфтой).
- Зажмите в патрон винт с широкой шляпкой или сверло.
- Уприте инструмент в деревянный брусок с динамометром (или просто на глаз, если нет прибора).

- Вращайте регулировочное кольцо до тех пор, пока муфта не перестанет срабатывать при натяжке самого слабого самореза.
- Затем закрутите саморез в доску. Если муфта срабатывает, когда шляпка уже утоплена - настройка верна. Если срабатывает слишком рано – увеличьте сжатие пружины.
- Точный метод (для станков и промышленности)
- Потребуется динамометрический ключ и фиксатор шпинделя.
- Зафиксируйте ведомую часть муфты.
- Приложите динамометрический ключ к ведущей части.
- Плавнo увеличивайте момент до срабатывания муфты.
- Сравните с паспортным значением. Отклонение допускается не более $\pm 5\%$.
- Регулируйте поджатием пружины (отвинтить/завинтить гайку на 1/4 оборота – изменит момент примерно на 10-15%).
- После настройки зафиксируйте регулировочную гайку.
- После регулировки проверните муфту вхолостую 5-10 раз (вызовите срабатывание), затем проверьте момент повторно — он может чуть снизиться из-за «притирки» шариков.
- Ремонт муфты нецелесообразен если:
- Трещина в корпусе полумуфты;
- Сорвана резьба регулировочного кольца (восстановление ненадежно);
- Износ лунок превышает 0,5 мм в глубину (шайбу проточить нельзя, так как изменится угол подъема волны).

Шариковая (кулачковая) предохранительная муфта – это надежный и неприхотливый механизм, однако его долговечность напрямую зависит от правильной эксплуатации и своевременного квалифицированного обслуживания. Как показано в статье, наиболее распространенные неисправности – преждевременное срабатывание, отсутствие защиты или нестабильный момент – почти всегда связаны с износом трех основных элементов: шариков, кулачковых дисков и пружин.

В практической работе важно помнить: предохранительная муфта — это «слабое звено», специально введенное в кинематическую цепь для защиты более дорогих компонентов (редуктора, двигателя, валов). Отказ от правильного ремонта или попытка «усилить» муфту (например, установка более жесткой пружины) приводят к тому, что при перегрузке разрушается уже не муфта, а шестерни или валы. Ремонт, выполненный по описанной методике, гарантированно восстанавливает заводские характеристики и обеспечивает защиту оборудования на весь назначенный ресурс (5000–10000 циклов срабатывания при надлежащем обслуживании).

Следуя рекомендациям данной статьи, специалист сможет не только вернуть муфте работоспособность, но и значительно продлить срок ее службы, избежав дорогостоящих поломок редуктора и привода в целом.

Список источников

1. Ремонт и восстановление валов, муфт, шлицевых и шпоночных соединений. Главный механик. 2020;10.
2. Малюта С.И. Передовые технические решения предохранительных устройств машин и механизмов / сб. науч. труд. : Современные проблемы и пути развития перерабатывающей отрасли и сферы услуг. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции. Мелитополь, 2022. С. 112-115.
3. Попов, Е.М. Исследование привода и предохранительных муфт сельхозмашин при перегрузках : автореф. дис.. канд. техн. наук./Е.М Попов. -Воронеж, 1967. -26 с.
4. Гонский, Г.Ф. Предохранительные устройства как средство повышения качества машин: автореф. док. ... техн. наук. / Г.Ф. Гонский. – Харьков, 1965. – 44 с.
5. Nevko R.B. The investigation of the process of a screw conveyers safety device actuation / R.B. Nevko, O. M. Klendiy // INMATEH: Agricultural engineering, vol. 42, no.1, 2014.- pg. 55-60.

References

1. Repair and restoration of shafts, couplings, splined and keyed joints. Chief Mechanic. 2020;10.
2. Malyuta S.I. Advanced technical solutions for safety devices of machines and mechanisms / collection: Modern problems and ways of development of the processing industry and the service sector. Materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. Melitopol, 2022. Pp. 112-115.
3. Popov, E.M. Research of the Drive and Safety Couplings of Agricultural Machines under Overloads: Abstract of Dissertation. Candidate of Technical Sciences./E.M. Popov. -Voronezh, 1967. -26 p.
4. Gonsky, G.F. Safety Devices as a Means of Improving the Quality of Machines: Abstract of Doctoral Dissertation. ... tech. sciences. / G.F. Gonsky. – Kharkiv, 1965. – 44 p.
5. Hevko R.B. The investigation of the process of a screw conveyor safety device actuation / R.B. Hevko, O.M. Klendiy // INMATEH: Agricultural engineering, vol. 42, no.1, 2014.- pg. 55-60.

Информация об авторах:

И. С. Денисов – студент;

О. А. Артамонова – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

I. S. Denisov – student,

O. A. Artamonova – candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов:

И. С. Денисов – написание статьи;

О. А. Артамонова – научное руководство.

Contribution of the authors:

I. S. Denisov – writing article;

O. A. Artamonova – scientific guidance.

Тип статьи (обзорная)

УДК 620.193, 631.3.004.67

ВОЗДЕЙСТВИЕ АГРЕССИВНОЙ СРЕДЫ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ТЕХНИКУ

Варвара Сергеевна Денисова¹, Ольга Александровна Артамонова²

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

¹denisovavs63@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6358-029X>

²art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

Статья посвящена проблеме ускоренного износа сельскохозяйственной техники под воздействием агрессивных сред. Рассмотрены основные виды коррозии – электрохимическая, коррозионно-механическое изнашивание и абразивное воздействие. Проанализированы факторы, влияющие на скорость коррозионных процессов: агрессивность среды, температура, состояние поверхности металла, особенности конструкции и наличие загрязнений. Особое внимание уделено практическому методу подготовки ржавых поверхностей под окрашивание с помощью преобразователей ржавчины (модификаторов), которые переводят гидраты оксидов железа в нерастворимые фосфаты и сульфаты, обеспечивая защитные свойства и качественную основу для лакокрасочных покрытий. Статья предназначена для инженерно-технических работников сельского хозяйства, специалистов по ремонту и эксплуатации техники, а также для исследователей в области трибологии и коррозионного материаловедения.

Ключевые слова: агрессивная среда, коррозия, электрохимическая коррозия, коррозионно-механическое изнашивание, абразивное воздействие, сельскохозяйственная техника, износ, атмосферная влага, загрязнения, защита от коррозии, антикоррозионное покрытие, эпоксидный грунт, холодное цинкование, ингибиторы, легирование, консервирующие составы, преобразователь ржавчины, модификатор ржавчины, лакокрасочное покрытие.

Для цитирования: Денисова В. С., Артамонова О. А. Воздействие агрессивной среды на сельскохозяйственную технику // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 91-95.

EFFECTS OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS ON AGRICULTURAL MACHINERY

Varvara S. Denisova¹, Olga A. Artamonova²

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

¹denisovavs63@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6358-029X>

²art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

The article is devoted to the problem of accelerated wear of agricultural machinery under the influence of aggressive environments. The main types of corrosion are considered: electrochemical corrosion, corrosion-mechanical wear, and abrasive wear. The factors affecting the rate of corrosion processes are analyzed: the aggressiveness of the environment, temperature, the condition of the metal surface, design features, and the presence of contaminants. Special attention is paid to the practical method of preparing rusty surfaces for painting using rust converters (modifiers), which convert iron oxide hydrates into insoluble phosphates and sulfates, providing protective properties and a high-quality base for paint coatings. This article is intended for agricultural engineers, technicians, and researchers in the fields of tribology and corrosion materials science.

Keywords: aggressive environment, corrosion, electrochemical corrosion, corrosion-mechanical wear, abrasive effects, agricultural machinery, wear, atmospheric moisture, pollution, corrosion protection, anti-corrosion coating, epoxy primer, cold galvanizing, inhibitors, alloying, preserving compounds, rust converter, rust modifier, paint coating.

For citation: Denisova, V. S. & Artamonova, O. A. (2026). Effects of aggressive environments on agricultural machinery (2026). Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 91-95). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Агрессивные среды являются одним из основных факторов, ускоряющих износ сельскохозяйственной техники. Коррозия металлов и абразивное воздействие приводят к снижению эксплуатационного ресурса машин, увеличению затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также к преждевременному выходу оборудования из строя. Проблема приобретает особую актуальность в условиях интенсивного ведения сельского хозяйства, где техника постоянно взаимодействует с удобрениями, почвой, ядохимикатами и атмосферными осадками.

Целью настоящей работы является систематизация знаний о видах коррозионного разрушения, факторах, влияющих на его скорость, классификации агрессивных сред, а также обзор современных методов защиты сельскохозяйственной техники от коррозионно-механического изнашивания.

Коррозия (от лат. *Corrosio* – «разъедание») представляет собой самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. В условиях сельскохозяйственного производства наиболее распространены следующие виды коррозии.

Электрохимическая коррозия: При попадании влаги на металлическую поверхность образуются электролиты (кислоты, соли), которые инициируют коррозионные процессы. Наличие в металле примесей (углерода, цементита, шлаковых включений) приводит к воз-

никновению микроскопических гальванических пар, в которых железо выступает в роли анода, а примеси – катода. Это обуславливает интенсивное электрохимическое разрушение материала.

Коррозионно-механическое изнашивание: Данный вид изнашивания наблюдается при работе рабочих органов в агрессивных средах на фоне протекающей электрохимической коррозии. Скорость процесса определяется не только механическими свойствами вторичных структурных пленок, образующихся на поверхностях трения, но и физико-химическими изменениями, происходящими в результате адсорбции и окисления сопряженных поверхностей.

Абразивное воздействие: При высокой засоренности среды абразивными частицами (песок, пыль, почвенные включения) последние проникают в узлы трения, загрязняют смазочные материалы, вызывают интенсивный износ уплотнений и приводят к потере машиной работоспособности.

Скорость коррозионных процессов определяется совокупностью следующих факторов:

- агрессивность окружающей среды;
- продолжительность воздействия среды;
- температура воздуха;
- состояние поверхности металла (состав и структура защитной оксидной пленки);
- химический состав металла;
- наличие механических напряжений в конструкции;
- особенности конструктивного исполнения узлов и агрегатов.

Дополнительными факторами, ускоряющими износ, являются:

- Особенности конструкции: наличие сварных швов, болтовых и заклепочных соединений, полостей и щелей, в которых конденсируется влага.
- Загрязнения на деталях: загрязнения могут возникать вследствие разрушения защитной лакокрасочной пленки (при транспортировке, эксплуатации) либо из-за нарушения правил хранения техники.

Давайте более детально рассмотрим, какие агрессивные среды воздействуют на сельскохозяйственную технику и механизм их воздействия.

Минеральные, органические удобрения и ядохимикаты: Частицы удобрений, ядохимикатов, растворяясь в атмосферной влаге, образуют электролиты (кислоты и соли), которые вызывают интенсивную коррозию. Особенно высокой коррозионной активностью обладают аммиачная селитра и сульфат аммония.

Почва: Абразивные частицы почвы (пыль, грязь, песок) механически повреждают защитные покрытия, обнажая металл. Наиболее подвержены износу элементы, находящиеся в непосредственном контакте с почвой: лемеха плугов, ковши экскаваторов, гусеничные механизмы тракторов.

Характер изнашивания зависит от типа почвы:

- Напесчаной почведетали изнашиваются преимущественно по толщине, причем скорость износа в 8–10 раз выше, чем на глинистой;
- Наглинистой и суглинистой почвахпреобладает износ по ширине.

Атмосфера: Постоянное воздействие дождя, росы и повышенной влажности ускоряет окисление металлов. Циклические изменения температуры (нагрев и охлаждение) приводят к конденсации влаги на поверхности, что дополнительно усиливает коррозионные процессы.

Загрязнения: Частицы загрязнений, оставшиеся на машинах после очистки, при наличии влаги проявляют химическую активность и ускоряют коррозионные процессы.

Для защиты техники от агрессивного воздействия окружающей среды применяется комплекс методов, которые можно разделить на следующие группы.

Нанесение антикоррозионных покрытий: эпоксидные грунты и краскисоздают плотный барьер между металлом и окружающей средой; холодное цинкованиеобеспечивает катодную защиту металла за счет электрохимического потенциала цинка.

Конструктивные меры: использование коррозионно-стойких материалов (нержавеющих сталей, алюминиевых сплавов) в наиболее уязвимых узлах; устранение застойных зон, где возможно скопление влаги и грязи.

Техническое обслуживание: регулярное проведение технического обслуживания включает очистку техники от земли, химикатов и растительных остатков. Рекомендуется удалять загрязнения после каждого использования машины.

Применение ингибиторов:– веществ, которые в малых количествах способны замедлять или полностью останавливать протекание химических (в том числе коррозионных) процессов.

Легирование и модификация металлических материалов: легирование – эффективный, хотя и более дорогой способ повышения коррозионной стойкости. Введение в состав сплава компонентов, способствующих пассивации металла, значительно увеличивает его долговечность в агрессивных средах.

Электрохимическая защита: метод основан на торможении анодных или катодных реакций коррозионного процесса. Наиболее эффективен в средах с высокой ионной электрической проводимостью.

Герметизация стыков и зазоров: прочная герметизация предотвращает концентрацию реагентов в узких местах, где обычно быстро развивается точечная (питтинговая) или щелевая коррозия.

Консервация в межсезонье: при длительном простое техники (например, в межсезонье) рекомендуется применять консервирующие составы, формирующие временную защитную пленку, предотвращающую окисление металла.

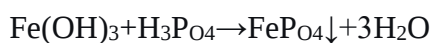
При ремонте сельскохозяйственных машин подготовка ржавых металлических поверхностей под окрашивание является весьма трудоемким и технологически сложным процессом, особенно для крупногабаритных узлов (бункеров, кузовов, рам, кронштейнов и т.д.).

Окраска по слою ржавчины: Значительный практический интерес представляет технология окраски металлических поверхностей, предварительно обработанных преобразователями (модификаторами) ржавчины, без удаления продуктов коррозии.

Результаты исследований показывают, что применение модификаторов ржавчины позволяет значительно увеличить срок службы лакокрасочных покрытий в среде минеральных удобрений.

Химический механизм действия преобразователей ржавчины: Обработка прокорродированной металлической поверхности преобразователями ржавчины приводит к превращению гидратов закиси железа ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) и окиси железа ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) в нерастворимые соединения — фосфаты, сульфаты и комплексные соединения.

Общая схема реакции (для фосфатных преобразователей):



Защитные свойства модифицированных продуктов коррозии: Образующиеся в результате обработки нерастворимые соединения обладают защитными свойствами и формируют хорошо подготовленную поверхность для нанесения лакокрасочных материалов. Такая поверхность обеспечивает высокую адгезию покрытия и его стойкость в агрессивных средах.

Проведенный анализ показывает, что агрессивные среды являются одним из главных дестабилизирующих факторов, существенно сокращающих эксплуатационный ресурс сельскохозяйственной техники. Комплексное воздействие химических (удобрения, ядохимикаты), физических (абразивные частицы почвы) и климатических (атмосферная влага, перепады температур) факторов приводит к ускоренному развитию коррозионных процессов и механическому изнашиванию рабочих органов и конструктивных элементов.

Таким образом, борьба с коррозионно-абразивным износом сельскохозяйственной техники – это не отдельное мероприятие, а система взаимосвязанных решений, охватывающая этапы проектирования (выбор материалов и конструктивных форм), производства (нанесение покрытий), эксплуатации (регулярное обслуживание, очистка) и ремонта (использова-

ние современных материалов, в том числе преобразователей ржавчины). Только комплексный подход способен обеспечить заявленный ресурс техники, снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт, а также повысить эффективность сельскохозяйственного производства в целом.

Список источников

1. Орипов Г., Хожиматов А.А. Исследование влияния агрессивных сред на содержание современной сельскохозяйственной техники // *Universum: технические науки* : электрон. научн. журн. 2020. 11(80).
2. Антикоррозионные препараты // *За рулем. РФ*. [Электронный ресурс], 2015. Режим доступа: [http://wiki.zr.ru/Антикоррозионные препараты](http://wiki.zr.ru/Антикоррозионные_препараты).
3. Прохоренков В. Д. Разработка методов противокоррозионной защиты и технологических процессов хранения сельскохозяйственной техники [Текст]: дис. докт. техн. наук / Прохоренков Вячеслав Дмитриевич. – Тамбов, 2002. 400 с
4. Мяло О.В. Методика экспериментального исследования эксплуатационных свойств работающих моторных масел / О.В.Мяло, А.А. Рауш, Е.К. Колосович // *Сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конференции «Проблемы развития современной науки»* - Екатеринбург, 2016. С. 48-51.
5. Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Жильцов С.Н., Артамонов Е.И. Исследование консервационных материалов на основе растительных масел // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. №2. С.18-24. doi:10.55471/19973225_2023_8_2_18.

References

1. Oripov G., Khozhimatov A.A. Investigation of the influence of aggressive media on the maintenance of modern agricultural machinery // *Universum: technical sciences* : electron. scientific journal. 2020. 11(80).
2. Anticorrosive preparations // *Behind the wheel. RF*. [Electronic resource], 2015. Access mode: [http://wiki.zr.ru/Антикоррозионные medications](http://wiki.zr.ru/Антикоррозионные_medications).
3. Prokhorenkov V. D. Development of methods of anti-corrosion protection and technological processes of storage of agricultural machinery [Text]: dis. dokt. tekhn. nauk / Prokhorenkov-VyacheslavDmitrievich. – Tambov, 2002. 400 p.
4. Myalo, O.V. Methodology for Experimental Research of the Performance Properties of Operating Motor Oils / O.V. Myalo, A.A. Rausch, and E.K. Kolosovich // *Collection of Scientific Articles Based on the Materials of the I International Scientific and Practical Conference "Problems of Modern Science Development"* - Yekaterinburg, 2016. Pp. 48-51.
5. Sazonov, D.S., Erzamaev, M.P., Zhiltsov, S.N. & Artamonov, E.I. (2023). Research of conservation materials based on vegetable oils. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 2, 10-17. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_2_18.

Информация об авторах:

В. С. Денисова – студент;

О. А. Артамонова – кандидат технических наук, доцент.

Information ab out the authors:

V. S. Denisova – student,

O. A. Artamonova – candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов:

В. С. Денисова – написание статьи;

О. А. Артамонова – научное руководство.

Contribution of the authors:

V. S. Denisova – writing article;

O. A. Artamonova – scientific guidance.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Тип статьи (обзорная)
УДК 631.348

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И КОМПЛЕКС МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С МОДЕРНИЗАЦИЕЙ ОБОРОТНОГО ПЛУГА ППО-8-40К

Евгений Александрович Беликов, Анатолий Егорович Вакула²

^{1, 2}Перевозский строительный колледж, Перевоз, Россия

^{1, 2}buttex-ur@mail.ru

Представлена перспективная технология и комплекс машин для возделывания картофеля с модернизацией оборотного плуга ППО-8-40К.

Ключевые слова: эффективность, технология, возделывание, усовершенствование, устройство.

Для цитирования: Беликов Е. А., Вакула А. Е. Перспективная технология и комплекс машин для возделывания картофеля с модернизацией оборотного плуга ППО-8-40К // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 96-99.

PROMISING TECHNOLOGY AND COMPLEX OF MACHINES FOR POTATO CULTIVATION WITH MODERNIZATION OF THE PPO-8-40K CIRCULATING PLOW

Evgeny A. Belikov ¹, Anatoly E. Vakula²

^{1, 2} Perevoz Construction College, Perevoz, Russia

^{1, 2} buttex-ur@mail.ru

A promising technology and a complex of machines for cultivating potatoes with the modernization of the return plow PPO-8-40K are presented.

Keywords: efficiency, technology, cultivation, improvement, device.

For citation: Belikov, E. A. & Vakula, A. E. (2026). Promising technology and complex of machines for potato cultivation with modernization of the PPO-8-40K circulating plow. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers, (pp. 96-99) Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Картофель – один из ключевых культурных продуктов в России и по всему миру. Эффективное возделывание этой культуры требует сочетания современных агротехнических решений и специализированных машин. Одним из наиболее перспективных инструментов в этом направлении является **оборотный плуг ППО-8-40К** с модернизацией, позволяющей значительно повысить урожайность и снизить затраты на обработку почвы.

Разработка технологической карты на возделывание картофеля.

1. Подготовка поля

Проверка состояния почвы – анализ pH, содержания гумуса, водопроницаемости.

Выбор места посева – удаление сорняков, подготовка кроватей.

Установка уровней – использование нивелирных устройств для определения высоты.

2. Настройка плуга

Регулировка угла обрезки – 0–5° от вертикали для более глубокой борозды.

Позиционирование лезвия – смещение на 10–15 см относительно оси трактора для равномерного распределения нагрузки.

Тестовый запуск – проверка работы плуга на небольшом участке.

3. Возделывание

Скорость работы – 4–6 км/ч, в зависимости от плотности почвы.

Глубина борозды – 20–25 см, достаточная для укоренения корневой системы.

Равномерность – использование GPS-системы для поддержания постоянных линий.

Проверка после каждой грядки – визуальный осмотр на наличие заостренных участков.

4. Посев картофеля

План посева – 25–30 см между клубнями, 70–80 см между рядами.

Уровень влажности – 60–70 % от максимальной удерживаемой влаги.

Система посева – автоматический дисперсор, обеспечивающий равномерное распределение клубней.

5. Уход за посевом

Подкормка – внесение азотных удобрений после 30 дней от посева.

Полив – контрольный полив при необходимости, избегая переувлажнения.

Борьба с сорняками – применение биологических средств и механический уклад.

6. Сбор урожая

Срок сбора – 90–120 дней после посева, в зависимости от сорта.

Техника сбора – использование экскаваторов с мягкими лопатами для минимизации повреждений клубней.

Сортировка – удаление повреждённых и мелких клубней, подготовка к хранению.

Таблица

Пример графика работ

День	Работа	Оборудование	Показатели
1-2	Анализ почвы, подготовка оборудования	Трактор, плуг	pH, гумус
3-4	Возделывание, проверка линии	Плуг, GPS	Глубина, ровность
5	Посев	Система посева	Расстояние, влажность
10-30	Уход: подкормка, полив	Удобрения, система полива	Показатели роста
90-120	Сбор урожая	Экскаватор	Количество, качество

Задачей модернизации является продление срока службы полевых досок плуга.

Известна полевая доска корпуса плуга, имеющая форму равнобедренной трапеции с отверстиями для крепления к корпусу и поворота ее на 180 град. для вторичного использования после износа рабочей части.

Недостатком данного устройства является то, что его возможно использовать только дважды.

Таким образом, задачей модернизации является увеличение срока службы полевых досок плуга вдвое.

Поставленная задача достигается тем, что полевая доска корпуса плуга, имеющая форму равнобедренной трапеции с отверстиями для крепления к корпусу и поворота ее на 180 град. для вторичного использования после износа рабочей части, отличающаяся тем, что состоит из трех частей: двух равнобедренных трапеций и одного равнобедренного треугольника между ними, с возможностью замены трапеций местами после износа рабочих частей одной из них.

На рисунке 1 изображена известная полевая доска корпуса плуга (вид сбоку).

На рисунке 2 изображена модернизированная полевая доска (вид сбоку).

Полевая доска корпуса плуга (рисунок – 2) – содержит две равнобедренные трапеции ABCD и DELK с отверстиями 1 и 2 в каждой для крепления их к корпусу, один равнобедренный треугольник DCE с отверстиями 3 для крепления к корпусу.

Известная полевая доска корпуса плуга (рисунок – 1) работает следующим образом. При движении корпуса плуга в борозде он вынужден разворачиваться в горизонтальной плоскости под действием боковой составляющей тягового сопротивления плуга. Для восприятия этого усилия и передачи его на стенку борозды устанавливается полевая доска, рабочей частью которой является нижняя задняя часть АДС (рисунок – 1). После износа рабочей части АДС на известной полевой доске (рисунок – 1) предусмотрены симметрично расположенные два отверстия 1 и два отверстия 2 для крепления полевой доски к корпусу и поворота ее для вторичного использования, что бы рабочей частью полевой доски стала часть ДАВ (рисунок – 1). После износа двух рабочих частей АДС и ДАВ полевая доска становится непригодной.

Модернизированная полевая доска содержит две равнобедренные трапеции ABCD и DELK с двумя отверстиями 1 и одним отверстием 2 (рисунок – 2) в каждой и один равнобедренный треугольник DCE с двумя отверстиями 3 (рисунок – 2)

Данная полевая доска работает следующим образом.

Вместо полевой доски ABCD (рисунок – 1) на корпус плуга устанавливается три детали: равнобедренная трапеция ABCD (рисунок – 2), равнобедренный треугольник DCE и равнобедренная трапеция DELK. После износа рабочей части ДКЛ равнобедренная трапеция DELK поворачивается вокруг оси перпендикулярной поверхности поля таким образом, чтобы задней рабочей частью стал ее угол (рабочая часть) KDE.

После износа двух углов (рабочих частей) трапеции DELK она меняется местами с равнобедренной трапецией ABCD (рисунок – 2), у которой рабочей частью вначале будет угол АДС, а после ее износа – угол ДАВ. Таким образом, полезная модель позволяет в два раза увеличить срок службы дорогостоящей детали плуга – полевой доски в сравнении с известной.

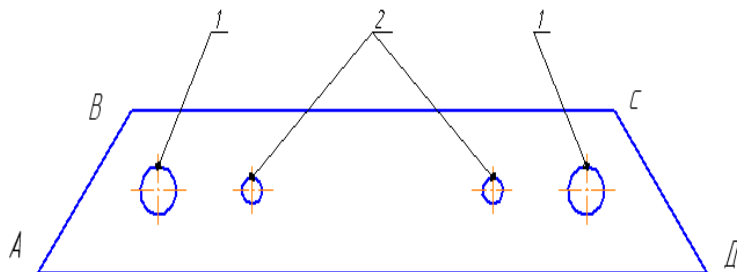


Рис. 1. Используемая полевая доска корпуса плуга

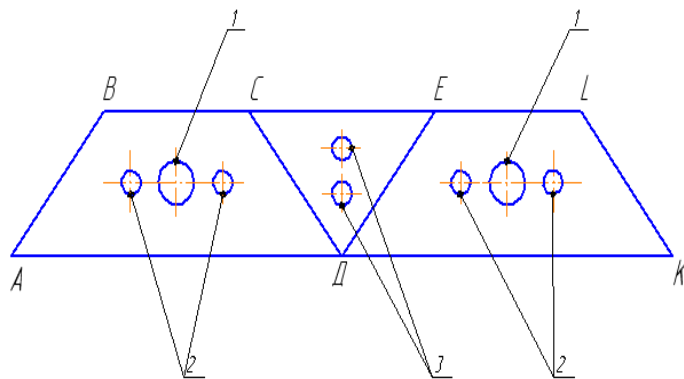


Рис. 2. Проектируемая полевая доска корпуса плуга

Разработка технологической карты с использованием оборотного плуга ППО 8 40К позволяет значительно улучшить качество возделывания поля, сократить временные затраты и повысить урожайность картофеля. Важно соблюдать все этапы, от подготовки оборудова-

ния до сбора урожая, и использовать современные системы навигации и контроля для достижения максимальной эффективности.

Внедрение новой перспективной технологии позволит повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции, а так же уменьшить удельные капиталовложения. Благодаря данной технологии возможно получить прибавку к урожаю и дополнительную выручку. Внедрение новой перспективной технологии позволит повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции, а так же уменьшить удельные капиталовложения. Благодаря данной технологии возможно получить прибавку к урожаю и дополнительную выручку.

Список источников

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины – М.: Колос, 2017. – 751 с.
2. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., & Salomatov, E. O. (2017). Increasing the efficiency of using arable units. In *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex* (pp. 689-692).
3. Соловьев, Д. Н. (2016). Плуги и их применение в сельском хозяйстве. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет.
4. Тихонов, Ю. В. (2019). Технические средства для защиты рабочих органов сельскохозяйственных машин. *Вестник аграрной науки*, 4(2), 45-52.
5. Гниломедов, В. Г. Обоснование тягового сопротивления комбинированного плуга для ярусной обработки почвы / В. Г. Гниломедов, Д. С. Сазонов, М. П. Ерзамаев // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2013. – № 3. – С. 8-13.
6. Фролов, А. Е. (2020). Проблемы и перспективы модернизации сельскохозяйственной техники. *Аграрная наука*, 5(3), 12-19.

References

1. Klenin N.I., Sakun V.A. *Agricultural and reclamation machines* – Moscow: Kolos, 2017. 751 pp.
2. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., & Salomatov, E. O. (2017). Increasing the efficiency of using arable units. In *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex* (pp. 689-692).
3. Solovyov, D. N. (2016). *Plows and Their Application in Agriculture*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University.
4. Tikhonov, Y. V. (2019). *Technical Means for Protecting the Working Components of Agricultural Machines. Bulletin of Agricultural Science*, 4(2), 45-52.
5. Gnilomedov, V. G., Sazonov, D. S., & Erzamaev, M. P. (2013). Justification of the draft resistance of a combined plow for tiered soil cultivation. *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*, (3), 8-13.
6. Frolov, A. E. (2020). *Problems and Prospects for the Modernization of Agricultural Machinery. Agricultural Science*, 5(3), 12-19.

Информация об авторах:

А. Е. Вакула – преподаватель специальных дисциплин высшей категории;

Е. А. Беликов – студент.

Information about the authors:

A. E. Vakula – teacher of special disciplines of the highest category;

E. A. Belikov – Student.

Вклад авторов:

А. Е. Вакула – научное руководство, написание статьи;

Е. А. Беликов – написание статьи.

Contribution of the authors:

A. E. Vakula – scientific guidance, article writing;

E. A. Belikov – article writing.

**ОБЗОР ПЕРЕМЕШИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ДВУХКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ
И РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ
ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ**

Иван Александрович Дикуша¹, Виктор Евгеньевич Артамонов²

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

¹Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

²Perwart@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

В статье рассмотрен анализ существующих перемешивающих устройств для двухконтурной системы питания дизельного двигателя, проанализирован их процесс работы, выбрана наиболее оптимальная схема перемешивания минерально-растительного топлива.

Ключевые слова: минерально-растительное топливо, двухтопливная система, мешалка, двигатель, поток жидкости

Для цитирования: Дикуша И. А., Артамонов В. Е. Обзор перемешивающих устройств для двухконтурной системы питания дизеля и разработка схемы гидравлического перемешивания топливной смеси // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 100-104.

**REVIEW OF AGITATORS FOR THE DUAL-CIRCUIT DIESEL POWER SYSTEM
AND DEVELOPMENT OF A SCHEME FOR HYDRAULIC MIXING
OF THE FUEL MIXTURE**

Ivan A. Dikusha¹, Victor E. Artamonov²

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

¹Ivan.Dikusha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

²Perwart@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0093-8213>

The article considers the analysis of existing mixing devices for a dual-circuit diesel engine power supply system, analyzes their operation process, and selects the most optimal mixing scheme for mineral and vegetable fuels.

Keywords: mineral and vegetable fuel, dual-fuel system, agitator, engine, liquid flow

For citation: Dikusha, I. A. & Artamonov, V. E. (2026). Review of agitators for the dual-circuit diesel power system and development of a scheme for hydraulic mixing of the fuel mixture. Problems of Technical service in the Agroindustrial Complex '26: collection of scientific papers. (pp. 100-104). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

В современном мире идёт очень большое потребление энергии, одним из главных источников энергии является минеральное топливо, отработавшие пары, которого загрязняют атмосферу и являются одним из множества вредных факторов для окружающей среды. Наибольшее загрязнение происходит от выбросов промышленных предприятий и электростанций, автотранспорт так же является в лидерах по выбросам вредных газов в атмосферу [1].

Для уменьшения токсичных выбросов применяются альтернативные источники энергии для работы двигателя. Такими видами энергии являются смесевые топлива, в состав которых входят растительные и дизельные компоненты. Использование разных топливных смесей позволяет уменьшить выбросы вредных газов на 10...30%. В результате чего актуальной задачей является модернизация систем питания, которые позволяют применение дизельных смесевых топлив в автомобильном транспорте [1, 2].

Исходя из актуальности задачи необходимо провести анализ разработанных приспособления и аппаратов, которые используются для смешивания, растительного компонента которым является касторовое масло в смеси минерально-растительного топлива. И определить какую схему двухтопливной системы оптимальнее всего использовать для питания дизельного двигателя.

Первоочередной задачей является осуществление однородности смеси в баке, а это зависит от эффективности смешивания компонентов, поэтому необходимо провести анализ способов смешивания топливной смеси, для выбора наиболее эффективного перемешивающего устройства [2].

В настоящее время известно о трёх наиболее эффективных способах перемешивания компонентов:

1. Механический способ – рабочим инструментом является мешалка, перемещающаяся в смеси топлива.
2. Гидравлический способ – рабочим инструментом служит насос центробежного или струйного типа.
3. Пневматический способ (барботирование) – рабочим инструментом является газ (пар), подаваемый в жидкую среду, за счёт которого происходит перемешивание.

Механический способ. При разработке конструкции мешалки учитывается не только каким будет перемешивающее устройство, но и тип ёмкости в которой она будет функционировать. По принципу действия мешалки различают на быстроходные и тихоходные. Быстроходные мешалки формируют радиальные, осевые и радиально-осевые потоки жидкости, на то какой поток создаёт мешалка влияет модель лопаток и вариативность их установки, модели мешалок бывают следующих видов: 1) турбинные; 2) пропеллерные; 3) дисковые; 4) лопастные. Устройства с быстроходными мешалками должны быть оборудованы перегородками для отражения потока жидкости, во избежания завихрений и образования воронки (рис. 1).

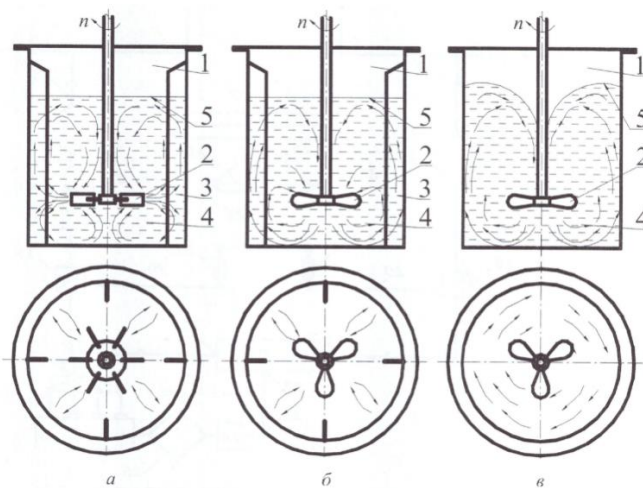


Рис. 1. Быстроходные аппараты с турбинными и пропеллерными мешалками:
а – турбинная мешалка, ёмкость с перегородками; б – пропеллерная мешалка, ёмкость с перегородками;
в – пропеллерная мешалка, ёмкость без перегородок; 1 – ёмкость, 2 – мешалка, 3 – перегородка,
4 – перемешиваемая смесь, 5 – поверхность смеси

Тихоходные устройства оборудованы тремя видами мешалок: 1) лопастные; 2) якор-

ные; 3) рамные, так же сюда относятся ленточные и шнековые мешалки. Данные виды мешалок образуют поток вращения жидкости вокруг оси аппарата, к которому прикреплены (рис. 2) [3, 4].

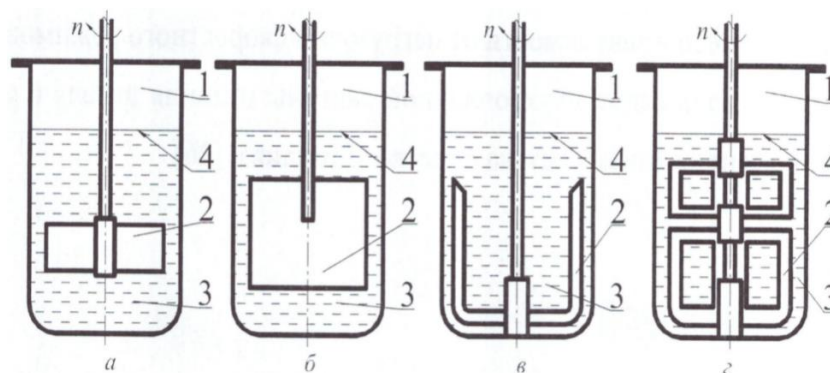


Рис. 2. Тихоходные аппараты с различными мешалками:
а – лопастная, б – листовая, в – якорная, г – рамная; 1 – сосуд,
2 – мешалка, 3 – перемешиваемая смесь, 4 – поверхность смеси

Гидравлический способ. Принцип метода состоит в нарушении ламинарного течения среды по средства установки турболизаторов, которые заставляют жидкость активно перемешиваться. Установка турболизаторов создаёт искусственное завихрение жидкости или газа (рис. 3.) [3].

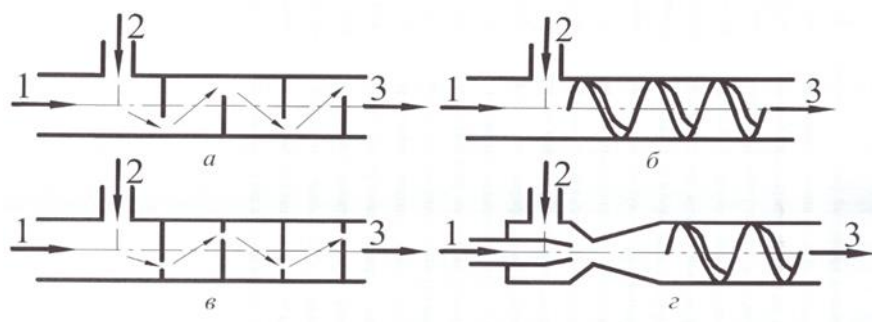


Рис. 3. Схемы устройств для перемешивания в потоке:
а – вставка из полупергородок, б – диафрагмовая вставка, в – винтовая вставка,
г – струйный смеситель; 1,2 – входы компонентов смеси, 3 – выход смеси

Так же применяется метод циркуляционного перемешивания – это процесс при котором перемешиваемая жидкость циркулирует по замкнутому кругу «ёмкость-насос-ёмкость» через центробежный или струйный насос (рис. 4).

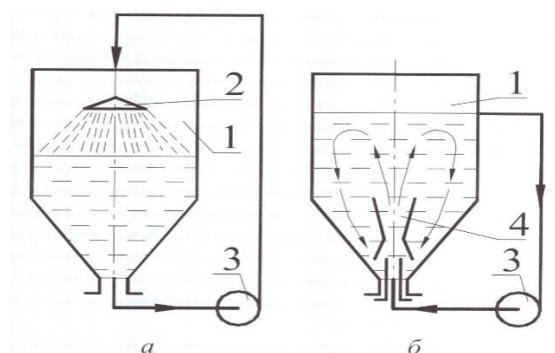


Рис. 4. Циркуляционные смесители:
а – смеситель с циркуляционным насосом, б – смеситель с циркуляционным насосом и эжектором;
1 – смеситель, 2 – разбрызгиватель, 3 – насос, 4 – эжектор

Пневматический способ. Основа данного метода в процессе пропускания сжатого газа или пара через перемешиваемую жидкость. Сжатый газ проходит через жидкость в виде пузырьков, при движении пузырьки газа выталкивают жидкость перед собой и в стороны в результате происходит смешивания жидкости (рис. 5) [4, 5, 6].

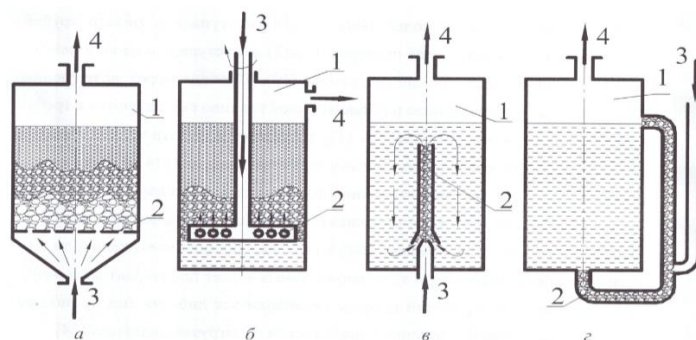


Рис. 5. Барботажные перемешивающие устройства:

а – аппарат с решеткой; б – трубчатый барботер с лопаткой мешалкой, в – аппарат с внутренней циркуляционной трубой, г – аппарат с внешней циркуляционной трубой; 1 – аппарат, 2 – газораспределитель, 3 и 4 – вход и выход газа

Проведя анализ схем смешивания жидкости была разработана схема гидравлического перемешивания дизельно-касторового топлива (рис. 6).

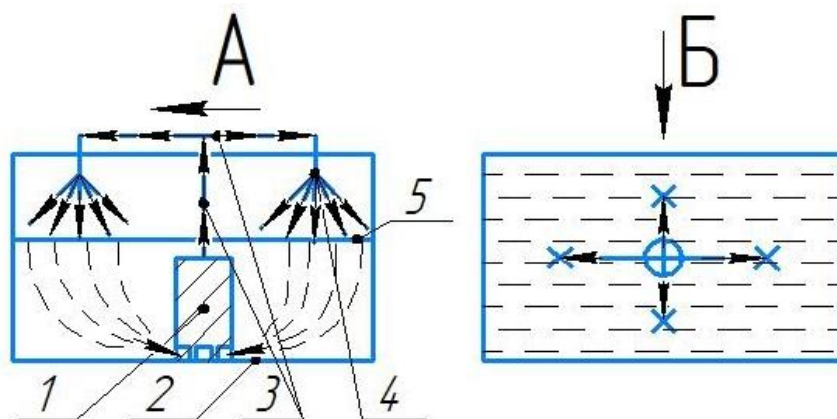


Рис. 6. Схема гидравлического перемешивания дизельно-касторового топлива:

1 – насос, 2 – бак, 3 – топливопроводы, 4 – разбрызгиватель топлива, 5 – поверхность смеси.

Принцип действия данного устройства состоит в том, что на дно бака 2 монтируется погружной насос 1, к нему подходят топливопроводы 3, а на концах топливопроводов располагаются разбрызгиватели топлива 4. При включении в бортовую сеть транспортного средства насоса, он начинает забирать смесь со дна бака и по топливопроводам подавать её к разбрызгивателям, установленным в разных частях бака как показано на рисунке 16. Разбрызгиватели дают дополнительное перемешивание смеси топлива за счет сужения проходного отверстия. Далее смесь проходит через слой топлива, тем самым перемешиваясь.

Проанализировав данные методы перемешивания можно сделать заключение, что не все методы перемешивания наиболее оптимальным является гидравлический метод. Механические методы и газодинамический методы являются энергоёмкими и трудоёмкими. К тому же механические методы дают низкую эффективность и неоднородность полученной смеси. А вот гидравлический метод будет являться оптимальным решением т.к. у него нет подвижных частей в перемешивающем устройстве, высокая производительность, низкая трудоемкость и энергоёмкость. Смеситель с циркуляционным насосом будет оптимально подходить к двухтопливной системе.

Список источников

1. Ускова М.Е., Сибулева Д.С., Баранов Ю.Н. сб. науч. труд. : СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ. Сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2020. С. 404-408.
2. Садов А.А., Новопашин Л.А., Денежко Л.В., Панков Ю.В. Теоретическое исследование показателей работы дизеля при использовании дизельного смесового топлива на основе рицинового масла. Аграрное образование и наука. 2018. № 2. С. 16.
3. Петров, В. С. Универсальная система питания дизеля, адаптированного к работе на смесовом минерально-растительном топливе [Текст] / В. С. Петров, Р. А. Богатов, А. П. Быченнин // Вклад молодых ученых в аграрную науку. Материалы международной научно-практической конференции. – Кинель: РИО СГСХА, 2018. – С. 326-329.
4. Грудович Е.Д., Карташевич А.Н. В сборнике: Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Горки, 2021. С. 199-201.
5. Грехов Л.В., Марков В.А., Барченко Ф.Б., Чжао Ц. Тепловые и гидродинамические условия впрыскивания топлива при сверхвысоких давлениях // Двигателестроение. 2023. №1(291). С. 3-13.
6. Уханов А. П., Сидоров Е. А., Сидорова Л. И. Работа тракторного дизеля на бионефтяном топливе в режиме холостого хода // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 63-69. doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

References

1. Uskova M.E., Sibuleva D.S., Baranov Yu.N. (2020). collection: MODERN MATERIALS, TECHNIQUE AND TECHNOLOGY. Collection of scientific articles of the 10th International Scientific and Practical Conference. Kursk., pp. 404-408(in Russ.).
2. SadovA.A., Novopashin L. A., Denezhko L.V., PankovYu.V. (2018). Theoretical study of diesel performance indicators when using diesel mixed fuel based on ricin oil. Agricultural education and science. No. 2. p. 16 (in Russ.).
3. Petrov V. S., Bogatov R. A., Bychenin A. P. (2018). Universal power supply system for diesel adapted to work on mixed mineral and vegetable fuels [Text] / V. S. Petrov, Bogatov R. A., Bychenin A. P. // Contribution of young scientists to agricultural science. Materials of the international scientific and practical conference. – Kinel: RIO SGSHA., – pp. 326-329 (in Russ.).
4. Grudovich E.D., Kartashevich A.N. (2021). In the collection: Innovative solutions in technologies and mechanization of agricultural production. Collection of scientific papers. Belarusian State Agricultural Academy. Gorky., pp. 199-201 (in Russ.).
5. Grekhov L.V., Markov V.A., Barchenko F.B., Zhao Ts. (2023). Thermal and hydrodynamic conditions of fuel injection at ultrahigh pressures // Engine Engineering.. No. 1(291). pp. 3-13 (in Russ.).
6. Ukhanov, A. P., Sidorov, E. A. & Sidorova, L. I. (2023). Operation of tractor diesel powered by bio-oil fuel in idle mode. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Sa-mara State Agricultural Academy), 3, 63-69. (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2023_8_3_63.

Информация об авторах:

И. А. Дикуша – магистрант;
В. Е. Артамонов – магистрант.

Information about the authors:

I. A. Dikusha – master student;
V. E. Artamonov – master student.

Вклад авторов:

И. А. Дикуша – написание статьи;
В. Е. Артамонов – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. A. Dikusha – writing an article.
V. E. Artamonov – writing an article.

ОСОБЕННОСТИ РЕМОНТА НАВЕСНЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Андрей Сергеевич Дорофеев¹, Сергей Владимирович Денисов²

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

¹andrejdorofeev982@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-8445-9508>

²denisov_sv@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7742-5558>

В статье рассматриваются особенности ремонта навесных опрыскивателей в полевых условиях. Освещаются основные причины возникновения неисправностей сельскохозяйственной техники при выполнении работ по защите растений. Рассмотрены конструктивные элементы навесных опрыскивателей, наиболее подверженные износу и повреждениям в процессе эксплуатации. Особое внимание уделено диагностике неисправностей непосредственно в полевых условиях, а также основным методам их оперативного устранения.

Ключевые слова: навесные опрыскиватели, сельскохозяйственная техника, ремонт в полевых условиях, техническое обслуживание, форсунки.

Для цитирования: Дорофеев А. С., Денисов С. В. Особенности ремонта навесных опрыскивателей в полевых условиях // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 105-108.

FEATURES OF REMOVING MOUNTED SPRAYERS IN FIELD CONDITIONS

Andrey S. Dorofeev¹, Sergey V. Denisov²

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

¹andrejdorofeev982@gmail.com , <https://orcid.org/0009-0009-8445-9508>

²denisov_sv@ssaa.ru , <http://orcid.org/0000-0001-7742-5558>

The article discusses the features of repairing mounted sprayers in the field. The main causes of malfunctions in agricultural machinery during plant protection work are highlighted. The structural elements of mounted sprayers that are most susceptible to wear and damage during operation are considered. Special attention is paid to diagnosing malfunctions directly in the field, as well as the main methods for their prompt elimination.

Keywords: mounted sprayers, agricultural machinery, field repairs, maintenance, nozzles.

For citation: Dorofeev, A. S. & Denisov, S. V. (2026). Features of Repair of Mounted Sprayers in Field Conditions. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 105-108). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современное сельское хозяйство невозможно представить без применения средств механизации и автоматизации технологических процессов. Одним из важнейших видов сельскохозяйственной техники являются опрыскиватели, предназначенные для внесения средств защиты растений, жидких удобрений и микроэлементов. Среди различных типов таких машин широко применяются навесные опрыскиватели, которые агрегатируются с тракторами и используются на небольших и средних по площади хозяйствах.

Во время интенсивных полевых работ техника подвергается значительным нагрузкам, что приводит к износу отдельных узлов и возникновению неисправностей. В таких условиях особенно важным становится оперативный ремонт оборудования непосредственно в поле, поскольку длительные простои могут привести к нарушению агротехнических сроков обработки растений и, как следствие, к снижению урожайности.

Ремонт навесных опрыскивателей в полевых условиях имеет ряд особенностей, связанных с ограниченным набором инструментов, необходимостью быстрого устранения неисправностей и влиянием окружающей среды. Правильная организация диагностики, технического обслуживания и ремонта позволяет поддерживать работоспособность техники и повышать эффективность сельскохозяйственных работ.

Чтобы эффективно выполнять ремонт, необходимо знать основные элементы конструкции навесного опрыскивателя. В состав машины обычно входят следующие узлы:

1. Бак для рабочей жидкости. Он предназначен для хранения раствора пестицидов или удобрений. Обычно бак изготавливается из пластика или металла и оснащается мешалкой для равномерного перемешивания раствора.

2. Насос. Насос обеспечивает подачу рабочей жидкости из бака к распылителям и поддерживает необходимое давление в системе. Наиболее распространены мембранно-поршневые насосы.

3. Фильтры. Фильтрационная система предотвращает попадание твердых частиц в форсунки. Обычно устанавливаются несколько фильтров: всасывающий, напорный и секционные фильтры.

4. Штанга опрыскивателя. Это металлическая конструкция с установленными на ней распылителями. Штанга обеспечивает равномерное распределение жидкости по всей ширине захвата.

5. Распылители (форсунки). Они выполняют функцию распыления рабочей жидкости на мелкие капли. От их состояния зависит качество обработки растений.

6. Система регулирования давления. С помощью регулятора давления оператор может изменять норму внесения раствора.

7. Шланги и соединения. Они обеспечивают транспортировку жидкости между элементами системы.

Каждый из перечисленных элементов может выходить из строя во время эксплуатации, что требует своевременного ремонта или замены.

Во время работы опрыскиватели подвергаются различным неблагоприятным факторам, которые могут привести к поломкам. К наиболее распространённым причинам неисправностей относятся:

- Засорение системы. Попадание грязи, песка или нерастворенных частиц химических препаратов может привести к засорению фильтров и форсунок.

- Износ деталей насоса. Насос работает под высоким давлением и испытывает постоянные механические нагрузки. Со временем изнашиваются мембраны, клапаны и поршни.

- Повреждение шлангов. Шланги могут трескаться из-за старения материала, воздействия химикатов или механических повреждений.

- Коррозия металлических элементов. Агрессивные химические вещества способны вызывать коррозию металлических деталей.

- Механические повреждения штанги. Во время движения по неровному полю штанга может деформироваться или ломаться.

- Нарушение герметичности соединений. Ослабление резьбовых соединений приводит к утечкам жидкости и снижению давления в системе.

Перед проведением ремонта необходимо определить источник проблемы.

Диагностика в полевых условиях должна быть быстрой и эффективной.

Основные этапы диагностики:

- Визуальный осмотр. Проверяется состояние штанги, шлангов, креплений и распылителей. Обращают внимание на наличие трещин, утечек и механических повреждений.

- Проверка давления в системе. Если давление ниже нормы, это может свидетельствовать о неисправности насоса или утечках.
- Осмотр фильтров. Засорённые фильтры могут существенно снижать производительность опрыскивателя.
- Проверка работы распылителей. Если струя жидкости неравномерная или отсутствует, возможно засорение форсунки.
- Проверка насоса. Насос должен работать без посторонних шумов и вибраций.

После выявления причины неисправности можно приступать к её устранению.

Ремонт в поле отличается от ремонта в мастерской. Основная задача — быстро восстановить работоспособность машины.

Рассмотрим основные особенности такого ремонта:

- Ограниченный набор инструментов. В поле обычно используют только базовый комплект инструментов: гаечные ключи, отвертки, плоскогубцы и нож.
- Ограниченное количество запасных частей. Поэтому механизаторы часто используют временные решения до проведения полноценного ремонта.
- Влияние погодных условий. Ремонт может проводиться при ветре, пыли или высокой влажности.
- Необходимость быстрого выполнения работ. Задержки могут привести к нарушению сроков обработки посевов.

В полевых условиях чаще всего выполняются следующие виды ремонтных работ.

Очистка форсунок. Форсунки могут засоряться частицами грязи или остатками химических веществ. Для их очистки необходимо:

- снять форсунку;
- промыть её чистой водой;
- при необходимости использовать мягкую щётку.

Использование металлических предметов для очистки нежелательно, так как это может изменить форму отверстия.

Промывка фильтров. Засорённые фильтры необходимо регулярно очищать. Для этого:

- фильтр снимают;
- промывают водой;
- устанавливают обратно.

Замена шлангов. Повреждённые шланги заменяют новыми. Временным решением может быть установка соединительной муфты или хомута.

Герметизация соединений. Если обнаружена утечка, соединение подтягивают или заменяют прокладку.

Ремонт штанги. При незначительных деформациях штангу можно выровнять. В случае серьёзных повреждений требуется замена элемента.

Необходимый комплект инструментов и запасных частей: комплект гаечных ключей; отвертки; пассатижи; нож; молоток; изолента и герметик, а также форсунки; прокладки; фильтры; хомуты; запасные шланги; элементы крепления.

Профилактическое обслуживание включает в себя:

- регулярную промывку системы после работы;
- проверку состояния фильтров;
- контроль давления;
- осмотр распылителей;
- своевременную замену изношенных деталей.

Во время ремонта опрыскивателей необходимо соблюдать правила техники безопасности: использовать защитные перчатки и очки; избегать контакта с химическими веществами; проводить ремонт при выключенном оборудовании; тщательно промывать систему перед обслуживанием. Соблюдение этих правил помогает избежать травм и отравлений.

Навесные опрыскиватели играют важную роль в системе защиты растений и повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Надежная работа этой техники зависит от правильной эксплуатации, регулярного технического обслуживания и своевременного ремонта. Ремонт опрыскивателей в полевых условиях требует высокой квалификации механизатора, умения быстро диагностировать неисправности и наличия необходимого набора инструментов и запасных частей. Большинство поломок связано с засорением системы, износом насоса, повреждением шлангов и нарушением герметичности соединений. Своевременное устранение неисправностей позволяет минимизировать простои техники и обеспечить эффективное выполнение агротехнических работ. Поэтому организация правильного обслуживания и ремонта опрыскивателей является важной задачей современного сельского хозяйства.

Список источников

1. Фролов В. И., Кузнецов В. Н., Захаров А. П. Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственных машин : учебное пособие для студентов направления «Агроинженерия». — Кинель : Самарский ГАУ, 2019. — 180 с.
2. Нерсисян В. И. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин к работе : учебник для студентов аграрных вузов. — Москва : Академия, 2019. — 304 с.
3. Корнеев В. М., Кравченко И. Н., Новиков В. С., Петровский Д. И., Катаев Ю. В. Технология ремонта машин : учебник. — Москва : Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева, 2019. — 352 с.
4. Обеспечение работоспособности сельскохозяйственной техники в напряженные периоды полевых работ / К. А. Тимирязев // Ресурсосберегающее земледелие. — 2021. — № 2. — С. 50–54.
5. Современные методы диагностики и ремонта распыливающих устройств / В. П. Сидоров // Аграрное обозрение. — 2023. — № 5. — С. 34–38.

References

1. Frolov V. I., Kuznetsov V. N., Zakharov A. P. Maintenance and Repair of Agricultural Machinery: A Textbook for Students of the Agroengineering Department. — Kinel: Samara State Agrarian University, 2019. — 180 p.
2. Nersesyan V. I. Preparing Tractors and Agricultural Machinery for Operation: A Textbook for Students of Agricultural Universities. — Moscow: Akademiya, 2019. — 304 p.
3. Korneev V. M., Kravchenko I. N., Novikov V. S., Petrovsky D. I., Kataev Yu. V. Machine Repair Technology: Textbook. Moscow: Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 2019. 352 p.
4. Ensuring the Performance of Agricultural Machinery during Strenuous Field Work Periods / K. A. Timiryazev // Resource-Saving Agriculture. — 2021. — No. 2. — Pp. 50–54.
5. Modern methods of diagnostics and repair of spraying devices / V. P. Sidorov // Agrarian Review. — 2023. — No. 5. — Pp. 34–38.

Информация об авторах:

С. В. Денисов – кандидат технических наук, доцент;
А. С. Дорофеев – студент.

Information about the authors:

S. V. Denisov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. S. Dorofeev – student.

Вклад авторов:

С. В. Денисов – научное руководство;
А. С. Дорофеев – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. V. Denisov – scientific guidance;
A. S. Dorofeev – writing the article.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ ДЛЯ ДВУСКАТНЫХ КОЛЕС

Родион Юрьевич Рахимбердин¹, **Радмир Рустамович Мингалимов**²,
Руслан Рустамович Мингалимов³

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

¹ rrahimberdin@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6002-0037>

² mrr26rr@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-6509-6581>

³ tia_sci_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

В статье рассматривается конструкция и принцип работы пневматического устройства противоскольжения для ведущих двускатных колес грузовых автомобилей. Проведен анализ существующих аналогов, выявлены их недостатки: конструктивная сложность, высокий износ шин и отсутствие возможности регулировки сцепления в движении. Предложено оригинальное решение, в котором тяговый элемент выполнен в виде эластичной армированной камеры, устанавливаемой в межколесный просвет.

Ключевые слова: противоскольжение, двускатные колеса, пневматическая камера, шипы, регулировка давления, проходимость, грузовой автомобиль.

Для цитирования: Рахимбердин Р. Ю., Мингалимов Р. Р., Мингалимов Р. Р. Разработка конструкции пневматического устройства противоскольжения для двускатных колес // Проблемы технического сервиса в АПК: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 109-112.

DESIGN OF PNEUMATIC ANTI-SKID DEVICE FOR GABLE WHEELS

Rodion Y. Rahimberdin¹, **Radmir R. Mingalimov**², **Ruslan R. Mingalimov**³

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

¹ rrahimberdin@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6002-0037>

² mrr26rr@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-6509-6581>

³ tia_sci_ssaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9632-6512>

The article discusses the design and operation of a pneumatic anti-skid device for the leading double-wheeled trucks. It analyzes existing analogues and identifies their drawbacks: complex design, high tire wear, and lack of ability to adjust traction while driving. The article proposes an original solution where the traction element is an elastic reinforced chamber installed in the wheel well.

Keywords: anti-skid, double-wheeled, pneumatic chamber, studs, pressure adjustment, cross-country, truck.

For citation: Rakhimberdin, R. Y., Mingalimov, R. R. & Mingalimov, R. R. (2026). Design of pneumatic anti-skid device for gable wheels. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 109-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Одной из ключевых проблем эксплуатации большегрузной автомобильной техники в условиях бездорожья, гололеда или на слабонесущих грунтах является снижение коэффициента сцепления ведущих колес с опорной поверхностью. Для двускатных колес, широко применяемых на грузовых автомобилях, традиционные средства повышения проходимости (цепи противоскольжения, браслеты) часто обладают существенными недостатками: слож-

ность монтажа, высокий износ шин и невозможность оперативного изменения параметров сцепления непосредственно в процессе движения. В данной работе рассматривается конструкция усовершенствованного устройства противоскольжения, лишенного указанных недостатков [1,2,3].

Анализ известных технических решений

Существующие устройства противоскольжения можно разделить на два основных типа: пассивные накладные элементы и активные системы с механическим приводом.

К первому типу относится конструкция, описанная в патенте RU 2299817 С1 [1]. Устройство представляет собой тяговое кольцо, встраиваемое в межколёсный зазор. Его поперечное сечение соответствует профилю просвета между шинами. Однако жесткая фиксация такого кольца не позволяет регулировать степень выступания грунтозацепов, что приводит к их ускоренному износу при движении по твердому покрытию.

Общим недостатком известных аналогов является отсутствие гибкой связи между дорожными условиями и пятном контакта шины. Это приводит либо к недостаточному сцеплению на слабых грунтах, либо к чрезмерному разрушению дорожного покрытия и износу протектора при движении по асфальту.

Цель и задачи разработки

Целью представленной разработки является создание устройства противоскольжения для двускатного колеса, обеспечивающего возможность оперативного регулирования глубины внедрения грунтозацепов в зависимости от условий движения

Конструктивное описание устройства.

Предлагаемое устройство (рис. 1) выполнено в виде эластичной камеры 1, изготовленной из вулканизированной резины, по свойствам аналогичной материалу автомобильных шин. Камера имеет форму тора и устанавливается коаксиально в просвет между обращенными друг к другу боковинами шин двускатного колеса. Фиксация устройства осуществляется за счет его зажатия между шинами, что обеспечивает передачу крутящего момента без дополнительных крепежных элементов.

На внешней поверхности камеры, оснащенной протекторным рисунком, расположены элементы противоскольжения 2. В данной конструкции применяются стандартные автомобильные шипы, однако конструкция допускает использование скоб или звеньев цепи.

Ключевой особенностью является внутренняя структура камеры. Для восприятия нагрузок и сохранения геометрии под действием центробежных сил камера армирована. Армирующий каркас включает в себя несколько слоев нейлоновой ткани, уложенных параллельно поверхности, радиальный или диагональный металлокорд, а также кольцо из стальной проволоки, расположенное в бортовой зоне.

Для монтажа и подвода воздуха служит жесткая внутренняя втулка 6, которая опирается на края ободов дисков. Во втулке выполнено радиальное отверстие, сообщающееся с внутренней полостью камеры. Через это отверстие с помощью трубки 3 камера подключается к пневмосистеме автомобиля.

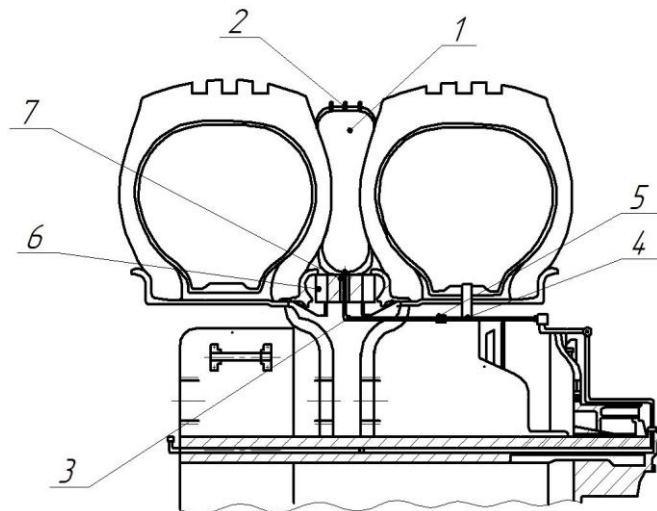


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

Система управления и принцип работы

Принцип действия основан на изменении объема камеры при варьировании внутреннего давления. Управление осуществляется от штатного компрессора системы подкачки шин (например, автомобиля ГАЗ-66). Воздушная магистраль организована следующим образом: от компрессора через тройник 4 воздух подается к защитному электромагнитному клапану 5, соединенному с трубкой камеры. Электромагнитный клапан управляется трехпозиционным переключателем в кабине водителя:

1. Режим «Накачка» (правое положение): Клапан открывается, воздух поступает в камеру. Давление растет, камера расширяется в радиальном направлении, выдвигая шипы за габаритный диаметр колеса.
2. Режим «Стравливание» (левое положение): Клапан открывается на сброс, воздух выходит из камеры в атмосферу. Давление падает, камера сжимается под действием упругих сил шин, и шипы утапливаются в протектор.
3. Нейтраль: Клапан закрыт, давление в камере поддерживается на заданном уровне.

Текущее значение давления контролируется водителем по манометру, установленному в кабине, что позволяет точно дозировать степень выдвижения шипов в зависимости от загрузки автомобиля и состояния дороги.

Технико-экономические преимущества.

Предложенная конструкция обладает рядом преимуществ перед аналогами:

- Простота и надежность: Отсутствие сложной механики (рычагов, пружин, шарниров) повышает ресурс устройства.
- Регулируемость: Возможность плавного изменения пятна контакта грунтозацепов с дорогой прямо во время движения.
- Щадящий режим для шин: Заполнение всего межколесного пространства эластичной камерой предотвращает деформацию боковин шин и исключает забивание просвета снегом, грязью или камнями.
- Экономическая эффективность: Снижение буксования ведет к уменьшению расхода топлива, а возможность убирать шипы на твердом покрытии — к увеличению срока службы как самих шипов, так и протектора шин.

Список источников

1. Патент на полезную модель № 241014 U1 Российская Федерация, МПК В60В 15/26. Устройство противоскольжения двускатного колеса: № 2025116548 :заявл. 17.06.2025 :опубл. 02.02.2026 / Р. Р. Мингалимов, Р. М. Мусин, Д. Н. Котов, Р. Ю. Рахимбердин, И. В. Шостак ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет".
2. Патент на изобретение № 2299817 C1Российская Федерация, МПК В60В 15/26. Устройство противоскольжения сдвоенного колеса: № 2005128677/11 : заявл. 14.09.2005 :опубл. 27.05.2007 / Р. А. Русаков.
3. Мусин, Р. М. Повышение проходимости транспортных средств разработкой вспомогательного диска на ведущее колесо / Р. М. Мусин, Р. Р. Мингалимов, Р. Р. Мингалимов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем : Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, Оренбург, 07 февраля 2025 года. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2025. – С. 150-152.

References

1. Utility Model Patent No. 241014 U1, Russian Federation, IPC B60B 15/26. Anti-skid device for a double-wheeled vehicle: No. 2025116548 : applied for on June 17, 2025 : published on February 2, 2026 / R. R. Mingalimov, R. M. Musin, D. N. Kotov, R. Yu. Rakhimberdin,

and I. V. Shostak ; applicant: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University".

2. Patent for invention No. 2299817 C1, Russian Federation, IPC B60B 15/26. Anti-skid device for a double wheel: No. 2005128677/11, filed on September 14, 2005, published on May 27, 2007 / R. A. Rusakov.

3. Musin, R. M. Improving the Cross-Country Capability of Vehicles by Developing an Auxiliary Disc for the Drive Wheel / R. M. Musin, R. R. Mingalimov, and R. R. Mingalimov // Improving the Engineering and Technical Support of Production Processes and Technological Systems: Proceedings of the National Scientific and Practical Conference with International Participation Dedicated to the 75th Anniversary of the Engineering Department of the Orenburg State Agrarian University, Orenburg, February 7, 2025. – Orenburg: Orenburg State Agrarian University, 2025. – Pp. 150-152.

Информация об авторах:

Р. Р. Мингалимов – кандидат технических наук, доцент;

Р. Р. Мингалимов – магистрант;

Р. Ю. Рахимбердин – студент.

Information about the authors:

R. R. Mingalimov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

R. R. Mingalimov – master student;

R. Y. Rahimberdin – student.

Вклад авторов:

Р. Р. Мингалимов – научное руководство;

Р. Р. Мингалимов – написание статьи;

Р. Ю. Рахимбердин – написание статьи.

Contribution of the authors:

R. R. Mingalimov – scientific guidance;

R. R. Mingalimov – writing an article;

R. Y. Rahimberdin – writing an article.

НАЧИНАЮЩИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ

Тип статьи (образная)

УДК: 339; 656.025

ЛОГИСТИКА МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОСТАВОК: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Эвелина Артуровна Власенко ¹, Максим Сергеевич Приказчиков ²

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

¹evrlinavlasenko613@gmail.com

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

Международная логистика в современных условиях представляет собой одну из наиболее сложных и динамично развивающихся сфер мировой экономики. Глобализация торговых процессов, развитие международных экономических связей, рост объемов внешнеэкономической деятельности и постоянные изменения в геополитической обстановке оказывают значительное влияние на организацию международных поставок.

Ключевые слова: международная логистика, реэкспорт, перевалка, цепочка поставок, логистическая схема, таможенное оформление, санкционные ограничения, торговые барьеры, цифровизация, искусственный интеллект.

Для цитирования: Власенко Э. А., Приказчиков М. С. Логистика международных поставок: проблемы и решения // Проблемы технического сервиса в агропромышленном комплексе: сборник научных трудов: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 113-117.

LOGISTICS OF INTERNATIONAL SUPPLIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Evelina A. Vlasenko¹, Maksim S. Prikazchikov ²

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

¹evrlinavlasenko613@gmail.com

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

International logistics in the current conditions is one of the most complex and dynamically developing areas of the global economy. The globalization of trade processes, the development of international economic relations, the growth of foreign economic activity, and the constant changes in the geopolitical situation have a significant impact on the organization of international deliveries.

Keywords: international logistics, re-export, transshipment, supply chain, logistics scheme, customs clearance, sanctions restrictions, trade barriers, digitalization, artificial intelligence.

For citation: Vlasenko E. A. & Prikazchikov M. S. (2026). Logistics of International Supplies: Problems and Solutions. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 113-117). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Международная логистика представляет собой систему организации, планирования, координации и контроля процессов перемещения товаров, услуг, информации и финансовых ресурсов между различными государствами. Главная задача международной логистики заключается в обеспечении своевременной, безопасной и экономически эффективной доставки

продукции от поставщика к конечному потребителю. В отличие от внутренней логистики международные поставки сопровождаются большим количеством дополнительных факторов и ограничений. К ним относятся различия в законодательстве разных стран, особенности таможенного оформления, валютные ограничения, международные санкции, языковые и культурные особенности, требования сертификации и маркировки продукции, а также международные транспортные нормы и правила. Международная логистика включает транспортную, складскую, таможенную, информационную и финансовую логистику. Современная международная логистика функционирует в условиях высокой неопределенности, поэтому ключевым принципом становится не поиск самого короткого маршрута, а выбор наиболее устойчивой и безопасной схемы поставки. Компании все чаще предпочитают более дорогие, но стабильные маршруты, позволяющие минимизировать риски срыва поставок.

Организация международных поставок регулируется большим количеством международных и национальных нормативно-правовых актов. Правовое регулирование необходимо для обеспечения безопасности перевозок, соблюдения торговых правил и защиты интересов участников внешнеэкономической деятельности. К основным международным документам относятся Конвенция ООН о договорах международной купли-продажи товаров, Конвенция о международной дорожной перевозке грузов, Монреальская конвенция для воздушных перевозок, международные правила ИНКОТЕРМС и Таможенный кодекс Евразийского экономического союза. ИНКОТЕРМС играет особенно важную роль, поскольку определяет обязанности продавца и покупателя, распределение расходов и рисков при международной поставке товаров. От правильного выбора условий поставки напрямую зависит эффективность логистической схемы. Кроме международных документов, большое значение имеют национальные требования отдельных государств, включающие лицензирование определенных видов продукции, обязательную сертификацию, санитарный и фитосанитарный контроль, экологические требования и ограничения на экспорт и импорт товаров. В последние годы значительно усилилось влияние санкционных ограничений и торговых барьеров. Многие страны вводят дополнительные требования к происхождению товаров, банковским операциям и маршрутам транспортировки, что существенно усложняет международные поставки.

Современная международная логистика активно трансформируется под воздействием экономических, политических и технологических факторов. Одной из главных тенденций является активное внедрение цифровых технологий. Логистика постепенно превращается в высокотехнологичную отрасль, в которой эффективность определяется качеством управления информацией. Наиболее активно внедряются системы автоматизации складов, искусственный интеллект, электронный документооборот, системы GPS и ГЛОНАСС-мониторинга, технологии анализа больших данных и платформы управления цепочками поставок. Цифровизация позволяет сократить время обработки документов, повысить прозрачность поставок и снизить вероятность ошибок. Еще одной важной тенденцией является переориентация транспортных потоков. После изменений мировой экономической ситуации многие компании начали активно переориентировать поставки на Восток. Существенно выросла роль Китая, Индии, Турции, ОАЭ и стран Центральной Азии. Китай сегодня остается крупнейшим мировым производственным центром и ключевым поставщиком широкого спектра товаров. Одновременно растет значение транспортных маршрутов через Казахстан, Турцию и страны ЕАЭС. Все больше поставок осуществляется с использованием мультимодальных схем, включающих несколько видов транспорта одновременно: морской транспорт, железнодорожный транспорт, автомобильные перевозки и авиаперевозки. Интермодальные перевозки позволяют гибко адаптировать маршруты под изменяющиеся условия и снижать зависимость от одного транспортного направления. Также в разных странах мира усиливается государственный контроль за внешнеэкономической деятельностью. Расширяются требования по маркировке товаров, контролю таможенной стоимости и экологическим платежам.

Одной из наиболее сложных задач современной логистики является выбор оптимального маршрута доставки. Основные проблемы включают нестабильность транспортных коридоров, изменение правил транзита, ограничения на перевозку отдельных категорий грузов,

нехватку транспортных мощностей и сезонные колебания загруженности маршрутов. Некоторые категории грузов могут быть запрещены к перевозке через определенные транзитные хабы, что требует срочного изменения маршрута и приводит к дополнительным затратам. Серьезной проблемой остается и железнодорожная инфраструктура. В условиях высокой загрузки приоритет часто отдается экспортным сырьевым грузам, что затрудняет вывоз контейнеров с импортной продукцией. Таможенные процедуры также являются одним из наиболее проблемных этапов международной поставки. Основные риски включают усиление контроля таможенной стоимости, дополнительные проверки документов, расширение системы маркировки товаров, экологические сборы и различия в требованиях транзитных стран. Даже при наличии полного комплекта документов таможенные органы могут запросить дополнительные сведения или провести углубленную проверку. Это приводит к задержкам грузов и финансовым потерям. Особое значение приобретает система маркировки «Честный Знак». Нарушение правил маркировки может привести к штрафам, задержке груза и конфискации продукции.

Ошибки в документации являются одной из самых распространенных причин логистических проблем. Наиболее типичные ошибки связаны с несоответствием данных в документах, ошибками в технических описаниях товара, неправильным указанием кодов ТН ВЭД, отсутствием необходимых сертификатов и ошибками при переводе документов. Даже незначительное расхождение информации может вызвать подозрения у таможенных органов и привести к дополнительным проверкам. Проблемы особенно часто возникают при поставках оборудования и технически сложной продукции, где требуется большое количество сопроводительной документации. Финансовые проблемы международной логистики значительно усилились в последние годы. К ключевым рискам относятся валютные колебания, сложности международных платежей, рост стоимости логистических услуг, дополнительные банковские комиссии и инфляционные процессы. Особенно остро стоит проблема международных расчетов. Использование различных валют, посредников и платежных агентов усложняет проведение финансовых операций и увеличивает расходы участников внешнеэкономической деятельности. Кроме того, за последние годы существенно выросла стоимость перевозок, особенно в сфере авиалогистики. Одной из глобальных проблем логистической отрасли является нехватка квалифицированных кадров. Особенно остро ощущается дефицит водителей международных перевозок, специалистов по таможенному оформлению, логистов, складского персонала и специалистов по международным расчетам. Недостаток кадров приводит к росту стоимости услуг, увеличению сроков доставки и снижению качества обслуживания.

Современная международная логистика переживает масштабную перестройку транспортных маршрутов. Основные изменения связаны с ростом значения восточного направления, усилением роли стран ЕАЭС, развитием автомобильных перевозок, активным использованием реэкспортных схем и увеличением роли транзитных государств. Значительно выросла роль Казахстана как ключевого транзитного звена между Китаем и странами Евразийского экономического союза. Также усилилось значение Турции и ОАЭ как крупных реэкспортных центров. В таких условиях одним из наиболее эффективных способов снижения рисков становится создание альтернативных маршрутов поставки. Компании должны иметь резервные логистические схемы, заранее прорабатывать альтернативные хабы, распределять поставки между несколькими направлениями и избегать зависимости от одного маршрута. Диверсификация позволяет быстрее реагировать на изменения внешней среды и снижать вероятность полного срыва поставок.

Важным направлением развития международной логистики является внедрение цифровых технологий. Электронный документооборот, автоматизированные системы управления, искусственный интеллект, системы отслеживания грузов и аналитические платформы прогнозирования рисков позволяют существенно повысить устойчивость логистических процессов. Автоматизация сокращает влияние человеческого фактора и повышает скорость обработки информации. Для минимизации рисков также необходимо тщательно проверять

все документы, унифицировать данные, использовать единые шаблоны, проводить предварительный аудит документации и внедрять электронные системы контроля. Качественная подготовка документов позволяет значительно сократить вероятность таможенных задержек. Огромное значение имеет и выбор надежного логистического партнера. При выборе экспедитора необходимо учитывать наличие собственной инфраструктуры, опыт международных перевозок, международную сертификацию, финансовую устойчивость, репутацию компании и качество коммуникации. Работа с ненадежными посредниками может привести к серьезным финансовым потерям и срыву поставок.

Таким образом, международная логистика в современных условиях представляет собой сложную и многокомпонентную систему, функционирующую в условиях высокой неопределенности и постоянных изменений. Геополитические факторы, изменение транспортных коридоров, усиление государственного контроля и рост финансовых рисков оказывают существенное влияние на организацию международных поставок. Основные проблемы международной логистики носят комплексный характер и включают маршрутные, таможенные, документальные, финансовые и кадровые риски. При этом глобальная перестройка мировой экономики требует от компаний высокой гибкости, способности быстро адаптироваться к новым условиям и внедрять современные технологии управления поставками. Наиболее эффективными направлениями решения существующих проблем являются диверсификация маршрутов, цифровизация логистических процессов, совершенствование документооборота и сотрудничество с надежными логистическими партнерами. Успешная организация международных поставок сегодня зависит не только от транспортной инфраструктуры, но и от уровня стратегического планирования, качества управления рисками и профессиональной подготовки специалистов.

Список источников

1. Международная торговая палата. Правила Инкотермс® [сайт].continent-sib.ru/.URL: <https://continent-sib.ru/wp-content/uploads/2020/07/Инкотермс-2020.pdf>
2. HM Налоговая и таможенная служба. Таможенная оценка и Инкотермс[сайт].investopedia.com/. URL: <https://www.investopedia.com/terms/h/hm-revenue-and-customs-hmrc.asp>
3. Международный союз автомобильного транспорта (IRU). AI и ведущие тенденции в области автомобильных перевозок [сайт].iru.org/.URL: <https://www.iru.org/>
4. DP World. Цепочка поставок и логистика в эпоху интеллекта[сайт]dpworld.com/.URL:<https://www.dpworld.com/en/insights/supply-chain-and-logistics-for-the-intelligence-age>
5. DP World. Устойчивость цепочки поставок и инновации [сайт].dpworld.com/.URL: <https://www.dpworld.com/en/sustainability>
6. Новости MHL. Задержки промышленных товаров на границах препятствуют развитию глобальной инфраструктуры[сайт]. tass.ru/.URL: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/14609335>
7. FreightAmigo. Тенденции международного судоходства 2025 [сайт].FreightAmigo/.URL: <https://www.freightamigo.com/en/blog/logistics-news/navigating-the-changing-landscape-of-global-freight-transport-how-freightamigo-is-revolutionizing-sea-freight-shipping/>

References

1. International Chamber of Commerce. Incoterms® Rules. Retrieved from <https://continent-sib.ru/wp-content/uploads/2020/07/Инкотермс-2020.pdf>(in Russ.)
2. HM Revenue & Customs. Customs Valuation and Incoterms. Retrieved from URL: <https://www.investopedia.com/terms/h/hm-revenue-and-customs-hmrc.asp>(in Russ.)
3. International Road Transport Union (IRU). AI and Leading Trends in Trucking Retrieved from<https://www.iru.org/>(in Russ.)

4. DP World. Supply Chain and Logistics for the Intelligence Age. Retrieved from <https://www.dpworld.com/en/insights/supply-chain-and-logistics-for-the-intelligence-age> (in Russ.)

5. DP World. Supply Chain Resilience and Innovation. Retrieved from <https://www.dpworld.com/en/sustainability> (in Russ.)

6. MHL News. Border Delays of Industrial Goods Stall Global Infrastructure Retrieved from <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/14609335> (in Russ.)

7. FreightAmigo. International Shipping Trends 2025 Retrieved from <https://www.freightamigo.com/en/blog/logistics-news/navigating-the-changing-landscape-of-global-freight-transport-how-freightamigo-is-revolutionizing-sea-freight-shipping/> (in Russ.)

Информация об авторах:

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

Э. А. Власенко – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

E. A. Vlasenko – student

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство, написание статьи;

Э. А. Власенко – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;

E. A. Vlasenko – article writing.

Тип статьи (обзорная)

УДК 656.025.4

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЦВЕТОВ И РАСТЕНИЙ АВТОТРАНСПОРТОМ

Валерия Дмитриевна Зубкова¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

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

¹valeriazubkova188@gmail.com

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

В данной работе подробно рассмотрены все подходящие условия, для перевозки флористики, правильный вид упаковки. Также рассмотрены правильно-оборудованные автотранспорты. Растения требуют максимально устойчивую перевозку, поэтому в данном материале также рассмотрены правила перевозки флоры. Для перевозки флористики требуется определенный пакет документов, который обеспечивает легальность перевозки и соответствие санитарным нормам.

Ключевые слова: автотранспорт, флора, способы перевозки, документация

Для цитирования: Зубкова В. Д., Приказчиков М. С. Особенности перевозки цветов и растений автотранспортом // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 117-121.

FEATURES OF FLOWERS AND PLANTS BY ROAD

Valeria D. Zubkova ¹, Maksim S. Prikazchikov ²

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

¹valeriazubkova188@gmail.com

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

This paper provides a detailed examination of all the appropriate conditions for transporting floristry, including the correct type of packaging. Properly equipped vehicles are also discussed. Plants require the utmost stability, so this material also covers the rules for transporting flora. Transporting floristry requires a specific set of documents to ensure legality and compliance with sanitary regulations.

Keywords: Motor transport, plants, modes of transport

For quoting: Zubkova, V. D. & Prikazchikov, M. S. (2026). Features of flowers and plants by road. Problems of Technical Service in the Agro-Industrial Complex '26: collection of scientific papers. (pp. 117-121). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Цветы и растения — востребованная на рынке продукция. Но их доставка — сложная задача: любое отклонение от оптимальных условий может привести к повреждению или гибели. Поэтому необходимость в качественной логистике возрастает с каждым годом. В связи с этим целью нашей работы является рассмотрение особенностей перевозки продукции флористики автотранспортом.

Чтобы сохранить качество и свежесть груза при перевозке, должны соблюдаться определенные условия и правила:

1. Температурный режим.

Разные виды цветов требуют поддержания подходящих условий. Например, бутоны роз оптимально перевозить при температуре +2...+5°C, а тропические культуры — от +10 до +15°C. Важно контролировать температурные параметры с помощью датчиков и не допускать резких перепадов.

1. Влажность.

Растения чувствительны к уровню влажности. Допустимое значение — около 85-90 %. Поддерживать показатели помогают увлажнители или специальные упаковки.

2. Упаковка.

При транспортировке груза необходимо использовать специализированную упаковку. Например, картонные коробки с вентиляционными отверстиями защищают цветы от механических повреждений и обеспечивают циркуляцию воздуха. Чтобы стебли и листья не сломались, рекомендуется задействовать специальные фиксаторы и подставки.

3. Грузоперевозки.

Желательно избегать длительных транспортировок и остановок. Важно спланировать оптимальный маршрут и минимизировать время в пути. Если у вас нет ТС, то лучше доверить перевозку специализированным транспортным компаниям, у которых есть авто с рефрижераторными установками для таких задач.

4. Транспортное средство.

Цветы и растения перевозят в автомобилях-рефрижераторах, оборудованных системой контроля температуры и влажности. Внутреннее пространство будки должно быть чистым и продезинфицированным.

5. Сезонность.

Важно учитывать сезонные изменения и корректировать условия перевозки в зависимости от времени года. Зимой следует избегать переохлаждения, а летом - перегрева.

6. Документация.

Транспортировка растений требует наличия фитосанитарных сертификатов и других документов, подтверждающих качество и безопасность продукции. После доставки растительного груза автотранспортом нужно дать ему время для акклиматизации при комнатной температуре.

7. Размещение в коробках и ящиках.

Для безопасности цветов их размещают в прочных коробках и ящиках. Внутри груз фиксируют мягкими прокладками или пенопластом.

8. Маркировка.

Упаковки маркируют и снабжают этикетками. На них указывают вид растений, количество, специальные условия логистики, контактную информацию отправителя и получателя.

Для перевозки таких грузов необходимо задействовать особый грузовой транспорт, который оснащён рефрижераторными установками. Они поддерживают необходимый температурный режим на протяжении длительного времени, что позволит сохранить продукты даже в жаркий летний день.

Рассмотрим 4 вида транспорта, которые подходят для перевозки цветов и растений представленных на рисунке 1. Все эти автомобили подходят из-за своей встроенной стеллажной системой MultiRack.



1.



2.



3



4

Рис.1 Транспорт для перевозки флоры
1-RenaultKangoo; 2-Ford Transit Connect; 3-Mercedes-Benz Sprinter; 4-VolkswagenCaddy

MultiRack-специализированная конструкция, которая позволяет организовывать многоуровневое хранение растений в грузовом отсеке транспортного средства. Она обеспечивает удобный доступ к грузу, предотвращает повреждение цветов при транспортировке и позволяет эффективно использовать пространство. В ней несколько уровней хранения. Полки располагаются на разной высоте, что позволяет перевозить больше растений в одном рейсе. Высота межполочного пространства регулируется в зависимости от размера цветов или горшков, полки легко выдвигаются. Система крепится к кузову автомобиля, что позволяет устранить смещение при движении.

Для перевозки автомобильным транспортом необходимо обеспечить их сохранность и свежесть.

Для перевозки растений необходимо подготовить подходящую тару. Это могут быть специально маркированные ящики для свежесрезанных цветов, либо лотки для транспортировки растений в горшках. Чем ближе будут температурные условия к требуемым, тем лучше сохранит первоначальный вид товар. Необходимо тщательно проверять исправность транспортного средства, работоспособность его отопительной, вентиляционной, охлаждающей систем. Важно составить оптимальный маршрут, чтобы избежать задержек в пути.

Необходимо соблюдать ряд правил при перевозке цветов автотранспортом. Игнорирование хоть одного пункта может сделать бесполезным соблюдение остальных предосторожностей. Поэтому для безопасной транспортировки необходимо использовать специализированный автомобиль. Также нужно придерживаться норм влажности и температуры, использовать соответствующую упаковку, подготовить необходимую документацию.

Для перевозки цветов рассмотрим несколько видов упаковки, представленные на рисунке 2.



Рис 2. Упаковка

1-Картонные коробки; 2-пленка; 3-пластиковые контейнеры

Картонные коробки: могут быть разных размеров и форм, что позволяет удобно упаковывать цветы разной высоты. Картон обеспечивает достаточную прочность и защищает цветы от повреждений. Пленка: используют для упаковки букетов цветов. Она надежно защищает цветы от воздействия внешней среды, предотвращает их высыхание и сохраняет свежесть. Пленка бывает разного цвета и толщины. Пластиковые контейнеры: они подходят для перевозки растений с корнями.

Транспортировка растений требует наличия фитосанитарных сертификатов и других документов, подтверждающих качество и безопасность продукции, а именно в состав документации входит:

1. Разрешение Министерства сельского хозяйства (чтобы транспортировать семена).
2. Сертификат страны происхождения (транспортировка из-за границы).
3. Товарно-транспортная накладная. Обязательный документ при перевозке флоры, подтверждает договоры перевозки.
4. Фитосанитарный сертификат. Фитосанитарный сертификат - это официальный документ, который подтверждает, что продукция растительного происхождения, подлежащая экспорту, соответствует фитосанитарным требованиям страны-импортера.
5. Водительское удостоверение водителя (категории В). Категории В дает право управлять автомобилями, разрешенная максимальная масса которых не превышает 3,5 тон.
6. Путевые листы. Этот документ необходим для учета, контроля и правового оформления процесса транспортировки.

Следует отметить, что организация перевозок флоры автотранспортом требует учета множества специфических аспектов, чтобы обеспечить сохранность растений и их качественное состояние на протяжении всего транспортного процесса.

Таким образом, организация перевозок цветов и растений — это комплекс мероприятий, направленных на сохранение их качества, свежести и жизнеспособности во время транспортировки. Ключевыми аспектами являются выбор транспорта, соблюдение температурного и влажностного режима, подготовка растений, упаковка, документальное оформление и логистическое планирование. Важно контролировать температурные параметры с помощью датчиков, избегать резких перепадов и обеспечивать достаточный уровень влажности (около 85–90%). Для поддержания влажности могут использоваться увлажнители или специальные упаковки. Упаковки маркируют, указывая вид растений, количество, специальные условия логистики, контактную информацию отправителя и получателя.

Список источников

1. Перевозка цветов автотранспортом по России [Электронный ресурс]. СТЛогистик [сайт]. [stlogistic24.ru/. URL: https://stlogistic24.ru/dostavka-tovara-transportnoj-kompaniej/cvety](https://stlogistic24.ru/dostavka-tovara-transportnoj-kompaniej/cvety)
2. Машина для перевозки цветов [Электронный ресурс]. ИНРУСКОМ [сайт]. [inruscom.com/. URL: http://www.inruscom.com/Mashina-dlja-perevozki-cvetov.php](http://www.inruscom.com/Mashina-dlja-perevozki-cvetov.php)
3. Правила перевозки растений в грузовом автомобиле – статья о грузоперевозках [Электронный ресурс]. ЛОГИСТДЛЯВАС [сайт]. [logist4u.ru. URL: logist4u.ru/stati/pravila-perevozki-rasteniy-v-gruzovo/](http://logist4u.ru/stati/pravila-perevozki-rasteniy-v-gruzovo/)
4. Приказ от 3 сентября 2002 г. N 681 «Об утверждении правил обеспечения карантина растений при ввозе, хранении, перевозке. [Электронный ресурс]. РОССЕЛЬХОЗНАДЗОР [сайт]. [prikaz-ot-3/. URL: https://fsvps.gov.ru/files/prikaz-ot-3-sentjabrja-2002-g-n-681-ob-utverzhenii/](https://fsvps.gov.ru/files/prikaz-ot-3-sentjabrja-2002-g-n-681-ob-utverzhenii/)

Reference

1. Carriage of flowers by motor transport in Russia. Stlogistics. Retrieved from <https://stlogistic24.ru/dostavka-tovara-transportnoj-kompaniej/cvety>
2. How to pack flowers for transportation in a car, types of packaging. INRUSCOM. Retrieved from <http://www.inruscom.com/Mashina-dlja-perevozki-cvetov.php>
3. Flower transportation machine. LOGISTICIAN FOR US. Retrieved from logist4u.ru/stati/pravila-perevozki-rasteniy-v-gruzovo/
4. Order No. 681 dated September 3, 2002, "On Approval of the Rules for Plant Quarantine during Import, Storage, and Transportation. ROSSELKHOZNADZOR. Retrieved from <https://fsvps.gov.ru/files/prikaz-ot-3-sentjabrja-2002-g-n-681-ob-utverzhenii/>

Информация об авторах:

М. С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;
В. Д. Зубкова – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
V. D. Zubkova – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;
В. Д. Зубкова – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;
V. D. Zubkova – writing an artic.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ КОРМОВ ДЛЯ ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Ксения Денисовна Евстифеева¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

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

¹evstifeevaksenia46@gmail.com

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

В данной работе мы рассмотрены способы перевозки кормов для домашних животных. Подробно рассмотрим, что нужно для перевозки кормов, чтобы все прошло без каких-либо проблем.

Ключевые слова: транспортные средства, документы, маркировка, упаковка.

Для цитирования: Евстифеева К. Д., Приказчиков М. С. Организация перевозки кормов для домашних животных // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 122-125.

ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF PET FOOD

Ksenia D. Evstifeeva¹, Maxim S. Prikazchikov²

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

¹evstifeevaksenia46@gmail.com

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

In this work, we consider the ways of transportation of pet food. In detail, we will consider what is needed for the transportation of food, so that everything goes without any problems.

Keywords: vehicles, documents, labeling, packaging.

For citation: Evstifeeva, K. D. & Prikazchikov, M. S. (2026). Organization of transportation of pet food. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 122-125). Kinel: PLC Samara SAU (inRuss).

Организация транспортировки кормовых смесей для домашних животных представляет собой многоэтапный процесс, требующий строгого соблюдения санитарных норм, правил безопасности и мер, направленных на сохранение заявленного питательного состава продукции. Качество конечного рациона напрямую зависит не только от правильности его изготовления, но и от условий, в которых он перемещается от места производства до конечного потребителя.

С точки зрения материально-технического обеспечения, первостепенное значение приобретает тара. Корм должен быть упакован в герметичную, устойчивую к влаге и прочным материалу упаковку. Выбор тары должен учитывать вес, объем и тип корма. В идеале, при транспортировке крупных партий рекомендуется использование специализированных, легко очищаемых контейнеров, которые могут быть стерилизованы перед следующей загрузкой.

Требования к маркировке кормов достаточно жесткие и включают в себя следующую информацию:

- наименование и местонахождение производителя (с указанием юридического адреса и страны);
- товарный знак (если есть);
- название и назначение продукта;
- обозначение документа, согласно которому он изготовлен;
- противопоказания (если есть);
- меры предосторожности.

При переработке кормов для животных (во время производства, упаковки или подготовки к отправке) ключевая информация о продукте должна быть указана на упаковке или в сопроводительных документах.

Среди них:

- показатели кормовой ценности (содержание белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов);
- полный перечень компонентов в составе (в порядке убывания массовой доли);
- информация о наличии ферментных препаратов, лекарственных средств, ароматизаторов и красителей (если используются);
- точная дата приготовления кормов, производитель, с указанием даты, месяца и года, сроков годности и условий хранения (включая требования к температуре, влажности и светозащите);
- веса нетто продукта на единицу упаковки, обозначения отдельной единицы упаковки (например, мешок весом 20 кг, пакетик весом 500 г или контейнер весом 1 т);
- рекомендации по применению (нормы кормления, способы применения и возрастные ограничения для животных, при необходимости).

По мимо прочего приводятся доказательства соответствия: номер декларации или сертификата и информация о выдавшем их органе.

Требования к маркировке кормов регулируются законодательством, в том числе ГОСТ Р 55453-2022, и являются достаточно строгими.

На этикетке должны быть указаны название и местонахождение производителя (с указанием юридического адреса и страны), торговая марка (если таковая имеется), название и назначение продукта (например, "полноценный корм для взрослых кошек" или "витаминно-минеральная добавка для свиней"), обозначение документа в соответствии с из чего изготовлен продукт (ГОСТ, ТУ, СТО), противопоказания (если таковые имеются), меры предосторожности при применении, а также информация о пищевой ценности и составе, дате изготовления, сроке годности, условиях хранения, весе нетто, рекомендациях по применению и данные об оценке соответствия.

Транспортное средство, используемое для перевозки, должно отвечать высоким требованиям гигиены. Транспортные средства должны быть оборудованы системой контроля климата, позволяющей поддерживать оптимальный температурный режим, соответствующий требованиям к хранению кормовых добавок. Кроме того, необходимо обеспечить полную изоляцию груза от внешних запахов, которые могут загрязнить питательную смесь.

Документационное сопровождение не менее важно. Для законной транспортировки кормов требуется комплект сопроводительных документов включающий в себя:

- ОСАГО (обязательное страхование автогражданской ответственности), которое защищает водителя и владельца транспортного средства в случае ДТП, повлекшего причинение ущерба имуществу третьих лиц или вреда их здоровью и жизни;
- СТС (свидетельство о регистрации транспортного средства) — официальный документ, подтверждающий государственную регистрацию автомобиля и допуск к нему для участия в перевозке кормов необходим комплект сопроводительных документов.
- ПТС (паспорт транспортного средства), который содержит информацию о технических характеристиках транспортного средства, истории владения, регистрации и снятии с учета;

- грузовой сертификат (или декларация о соответствии), подтверждающий, что транспортное средство корма соответствуют установленным требованиям к качеству, безопасности и экологическим нормам.

В то же время сертификация может быть обязательной для определенных категорий кормов (например, содержащих лекарственные добавки). — или добровольный, проводимый по инициативе производителя или поставщика для подтверждения дополнительных характеристик продукта.

Кроме того, при перевозке кормов для животных или продуктов, подлежащих ветеринарному контролю, требуется ветеринарный сертификат, например, в системе Mercury. Коносамент также является обязательным документом: он сопровождает груз и фиксирует передачу товара от отправителя к получателю с подробным описанием условий перевозки.

Не следует забывать, что и особое внимание уделяется упаковке кормов: она должна обеспечивать сохранность продукта на всех этапах логистики. Используемые материалы — пленки, пакеты, контейнеры — защищают содержимое от воздействия воздуха (что предотвращает окисление жиров и витаминов), влаги (исключая развитие плесени и бактерий), посторонних запахов и загрязняющих веществ, а также от вредителей (насекомых и грызунов). Герметичные упаковки и специализированные контейнеры позволяют сохранить свежесть, питательную ценность и безопасность кормов на протяжении всего периода транспортировки и хранения.

Таким образом, процесс обращения с кормами для животных — от производства до доставки — строго регламентирован на всех этапах.

Во-первых, маркировка кормов должна содержать исчерпывающую информацию: от состава и кормовой ценности до сведений о производителе и подтверждения соответствия стандартам (в том числе требованиям ГОСТ Р 55453-2022). Это обеспечивает прозрачность для потребителя и позволяет правильно использовать продукт с учетом его назначения и особенностей.

Во-вторых, для легальной перевозки кормов требуется набор обязательных документов: ОСАГО, СТС, ПТС, грузовой сертификат (или декларация о соответствии), ветеринарный сертификат (при необходимости) и транспортная накладная. Эти документы подтверждают безопасность перевозки, соответствие груза установленным правилам и законность эксплуатации транспортного средства.

В-третьих, решающее значение имеет правильная упаковка: герметичные пленки, пакеты и контейнеры защищают корма от влаги, воздуха, неприятных запахов и вредителей. Это сохраняет питательную ценность и безопасность продукта на всем пути от производителя к потребителю.

Соблюдение этих требований обеспечивает качество и безопасность кормов, снижает риски порчи продукции и нарушения законодательства, а также способствует созданию надежной и прозрачной цепочки поставок в отрасли.

Список источников

1. ГОСТ Р 55453-2022 «Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия». [сайт]. marsbbz.ru //URL: https://marsbbz.ru/wp-content/uploads/2022/10/gost-r-55453-2022-korma-dlja-neproduktivnyh-zhivotnyh.-obshhie-tehnicheskie-uslovija_tekst.pdf
2. «Перевозка кормов для животных: особенности и правила». //URL: <https://2082.ru/blog/dalnobojschikam/perevozka-kormov-dlya-zhivotnyh-osobennosti-i-pravila>
3. «Порядок перевозки кормов и кормовых добавок». [сайт]. vet.alregn.ru //URL: <https://vet.alregn.ru/about/info/news/poryadok-perevozki-kormov-i-kormovykh-dobavok/>
4. «Корма для животных» (услуги по перевозке) [сайт]. gruzdogruz.ru // URL: <https://gruzdogruz.ru/services/korma-dlya-zhivotnykh/>
5. «Грузы для питомцев» [сайт]. dellin.ru // URL: <https://www.dellin.ru/cargo-types/pets/>

6. «Типы грузов: питомцы» (раздел о перевозке грузов, связанных с животными, на сайте «Деловые Линии»). [сайт]. 1-trk.ru// URL: <https://1-trk.ru/uslugi/produkty-pitaniya/korma-dlya-zhivotnykh/>

References

1. GOST R 55453 2022 "Feed for non-productive animals. General technical conditions"//Retrieved from https://marsbbz.ru/wp-content/uploads/2022/10/gost-r-55453-2022-korma-dlja-neproduktivnyh-zhivotnyh.-obshhie-tehnicheskie-uslovija_tekst.pdf (in Russ.).
2. "Transporting Animal Feed: Features and Rules."//Retrieved from <https://2082.ru/blog/dalnobojshchikam/perevozka-kormov-dlya-zhivotnyh-osobennosti-i-pravila> (in Russ.).
3. "Procedure for transporting feed and feed additives."//Retrieved from <https://vet.alregn.ru/about/info/news/poryadok-perevozki-kormov-i-kormovykh-dobavok/> (in Russ.).
4. "Animal Feed" (transport services) <https://gruzdogruz.ru/services/korma-dlya-zhivotnykh/> (in Russ.).
5. "Pet supplies"// Retrieved from <https://www.dellin.ru/cargo-types/pets/> (in Russ.).
6. "Cargo Types: Pets" (section on transporting animal-related cargo on the Business Lines website). // Retrieved from <https://1-trk.ru/uslugi/produkty-pitaniya/korma-dlya-zhivotnykh/> (in Russ.).

Информация об авторах:

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

К. Д. Евстифеева – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

K. D. Evstifeeva – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;

К. Д. Евстифеева – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;

K. D. Evstifeeva – writing an article.

Тип статьи (обзорная)

УДК 656.073

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУЗОВ

Ксения Денисовна Гришина¹, Игорь Николаевич Гужин²

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

¹Grischinaksenia1611@yandex.ru

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

В данной работе рассмотрено использование информационных технологий при перевозке грузов. Рассмотрены основные цифровые технологии, применяемые в сфере грузоперевозок, раскрываются особенности функционирования автоматизированных систем управления транспортом и анализируется их влияние на организацию перевозочного процесса.

Ключевые слова: информационные технологии, грузоперевозки, WMS, TMS, телематические системы

Для цитирования: Гришина К. Д., Гужин И. Н. Использование информационных технологий при перевозке грузов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 125-129.

USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CARGO TRANSPORTATION

Ksenia D. Grishina¹, Igor N. Guzhin²

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

¹Grischinaksenia1611@yandex.ru

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

This paper examines the use of information technology in freight transportation. It examines the main digital technologies used in freight transportation, reveals the operating features of automated transport management systems, and analyzes their impact on the organization of the transportation process.

Keywords: information technology, freight transportation, WMS, TMS, telematics systems

Forquoting: Grishina, K. D. & Guzhin, I. N. (2026). Use of information technologies in cargo transportation. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 125-129). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

В условиях цифровой трансформации транспортной отрасли использование информационных технологий при перевозке грузов приобретает особую значимость. Современные грузоперевозки характеризуются высокой интенсивностью, территориальной протяженностью маршрутов и необходимостью строгого соблюдения сроков доставки. При таких условиях традиционные методы управления перевозочным процессом оказываются недостаточно эффективными, что обуславливает необходимость внедрения современных цифровых решений.

Актуальность данной темы определяется ростом объемов грузооборота, развитием электронной коммерции и усложнением логистических цепей поставок. Информационные технологии позволяют автоматизировать процессы планирования и контроля перевозок, снизить влияние человеческого фактора и повысить прозрачность транспортной деятельности. Внедрение цифровых решений способствует сокращению издержек, повышению надежности доставки и улучшению качества логистических услуг.

Целью данной статьи является анализ использования информационных технологий при перевозке грузов и определение их роли в повышении эффективности управления транспортными процессами. Для достижения поставленной цели рассматриваются основные цифровые технологии, применяемые в сфере грузоперевозок, раскрываются особенности функционирования автоматизированных систем управления транспортом и анализируется их влияние на организацию перевозочного процесса.

Современная организация грузоперевозок невозможна без применения автоматизированных систем управления транспортом, известных как TMS-системы. Данные системы предназначены для планирования маршрутов перевозки, распределения заказов между транспортными средствами, расчета времени доставки и учета транспортных затрат. Использование TMS-систем позволяет существенно сократить время на обработку информации и повысить точность управленческих решений.

TMS-системы широко применяются в деятельности транспортных и логистических компаний. Они обеспечивают централизованный контроль перевозок и интеграцию с други-

ми информационными системами предприятия, включая складские и бухгалтерские программы. Это позволяет формировать единое информационное пространство и повышать согласованность действий всех участников перевозочного процесса.



Рисунок 1 — Принцип работы TMS-системы

Широкое распространение получили системы спутниковой навигации и мониторинга транспорта, основанные на технологиях GPS и ГЛОНАСС. Эти технологии обеспечивают определение местоположения транспортных средств в режиме реального времени, контроль скорости движения и соблюдения заданных маршрутов. Их применение способствует повышению безопасности перевозок, снижению простоев и более точному соблюдению сроков доставки грузов.

Важным направлением использования информационных технологий при перевозке грузов является внедрение телематических систем. Телематика представляет собой совокупность технических и программных средств, обеспечивающих сбор и передачу данных о состоянии транспортного средства и параметрах его эксплуатации. С помощью телематических устройств осуществляется контроль расхода топлива, режима работы двигателя, времени в пути и простоев. Применение таких систем позволяет оптимизировать эксплуатацию транспорта и снизить затраты на его обслуживание.

Информационные технологии широко применяются для автоматизации учета и идентификации грузов. В транспортной логистике используются технологии штрихкодирования и радиочастотной идентификации RFID. Штрихкоды наносятся на грузовые места и позволяют быстро считывать информацию о грузе с помощью сканеров. RFID-метки обеспечивают бесконтактную идентификацию и позволяют отслеживать перемещение грузов без прямого визуального контакта, что особенно эффективно при обработке больших партий товаров и складских операциях, связанных с перевозкой.

Значительную роль в перевозке грузов играют системы электронного документооборота. Электронные транспортные накладные, путевые листы и заявки на перевозку позволяют отказаться от бумажных носителей и ускорить обмен информацией между участниками перевозочного процесса. Использование электронного документооборота снижает вероятность ошибок при оформлении документов, сокращает время согласования перевозок и упрощает контроль выполнения договорных обязательств.

Информационные технологии также применяются для управления складскими операциями, тесно связанными с перевозкой грузов. Для этих целей используются системы управления складом WMS, которые обеспечивают учет поступления и отгрузки товаров, контроль их размещения и взаимодействие с транспортными системами. Интеграция WMS с TMS позволяет синхронизировать складские и транспортные процессы, что способствует сокращению времени обработки грузов и повышению эффективности логистической цепи.



Рисунок 2 — Работа системы WMS

Использование перечисленных информационных технологий обеспечивает комплексный подход к управлению перевозкой грузов. Автоматизация процессов планирования, учета и контроля позволяет повысить точность логистических операций, снизить издержки и обеспечить устойчивое функционирование транспортных систем в условиях возрастающей нагрузки.

Развитие информационных технологий при перевозке грузов связано с внедрением аналитических систем и цифровых платформ управления логистикой. Современные программные решения используют технологии обработки больших данных, позволяющие анализировать маршруты перевозок, объемы грузопотоков и показатели эффективности использования транспорта. На основе полученных данных формируются прогнозы спроса на перевозки, оптимизируются графики движения и повышается обоснованность управленческих решений.

Все большее распространение получают облачные информационные платформы, обеспечивающие централизованный доступ к данным о перевозках. Такие платформы позволяют объединять информацию от TMS, WMS, телематических систем и электронного документооборота в единую цифровую среду. Это обеспечивает непрерывность информационных потоков, упрощает взаимодействие между перевозчиками, экспедиторами и заказчиками транспортных услуг, а также повышает оперативность контроля за выполнением перевозок.

Информационные технологии оказывают существенное влияние на качество обслуживания клиентов в сфере грузоперевозок. Цифровые сервисы предоставляют возможность отслеживания статуса доставки, получения уведомлений о ходе перевозки и оперативного обмена информацией. Повышение прозрачности логистических операций способствует укреплению доверия к транспортным организациям и снижению количества спорных ситуаций, связанных с нарушением сроков и условий перевозки.

Комплексное применение информационных технологий позволяет повысить устойчивость транспортных процессов к внешним факторам. Автоматизация управления снижает зависимость от субъективных решений, а использование аналитических инструментов способствует своевременному выявлению проблемных участков логистической цепи. В результате повышается надежность перевозок и обеспечивается более рациональное использование транспортных ресурсов.

В ходе рассмотрения использования информационных технологий при перевозке грузов были проанализированы основные цифровые решения, применяемые в транспортной логистике, включая системы управления перевозками, спутниковую навигацию, телематику, электронный документооборот и технологии идентификации грузов. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что внедрение информационных технологий способствует повышению эффективности управления транспортными процессами, снижению издержек и улучшению качества перевозок. Поставленная цель была достигнута, поскольку выявлена ключевая роль информационных технологий в обеспечении надежной и экономически эффективной перевозки грузов в современных условиях.

Список источников

1. Дводненко Ю. Э., Верба В. А. Телематическая транспортная система. аналитический обзор методов исследования интеллектуальных транспортных систем //Перспективы формирования правовых, социокультурных и управленческих механизмов развития цифровой экономики в современной России. – 2023. – С. 45.
2. Шорин М. и др. WMS система в контексте современной складской логистики //Научные записки молодых исследователей. – 2023. – Т. 11. – №. 1. – С. 56-65.
3. Кравченко М. А., Петруша М. А. Система управления транспортом TMS //Экономика и социум. – 2016. – №. 4-1 (23). – С. 1017-1020.
4. Макаров М. А., Мартынюк А. В., Зарецкий А. В. Транспортная логистика //Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – №. 12. – С. 194-198.
5. Данилова У. В., Беляева А. А., Улеев Д. И. ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ В РОССИИ //Теоретические и концептуальные проблемы логистики и управление цепями поставок. – 2022. – С. 32-36.

Reference

1. Dvodnenko Yu. E., Verba V. A. Telematics transport system. An analytical review of research methods for intelligent transport systems // Prospects for the formation of legal, socio-cultural and managerial mechanisms for the development of the digital economy in modern Russia. - 2023. - P. 45.
2. Shorin M. et al. WMS system in the context of modern warehouse logistics // Scientific notes of young researchers. - 2023. - Vol. 11. - No. 1. - P. 56-65.
3. Kravchenko M. A., Petrushka M. A. Transport management system TMS // Economy and Society. - 2016. - No. 4-1 (23). - P. 1017-1020.
4. Makarov M. A., Martynyuk A. V., Zaretsky A. V. Transport logistics // Current issues of humanitarian and natural sciences. - 2012. - No. 12. - P. 194-198.
5. Danilova U. V., Belyaeva A. A., Uleyev D. I. CARGO TRANSPORTATION IN RUSSIA // Theoretical and conceptual problems of logistics and supply chain management. - 2022. - P. 32-36.

Информация об авторах:

И. Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент;
К. Д. Гришина – студент.

Information about the authors:

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
K. D. Grishina – student.

Вклад авторов:

И. Н. Гужин – научное руководство;
К. Д. Гришина – написание статьи.

Contribution of the authors:

I. N. Guzhin – scientific guidance;
K. D. Grishina – writing an article.

КОНТЕЙНЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Ангелина Александровна Литвинова¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

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

¹goshh.kk@gmail.com

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

Сегодня контейнерные перевозки используются практически во всех сферах экономики – от машиностроения и тяжёлой промышленности до электронной коммерции, пищевой отрасли и высокотехнологичного производства. Контейнеризация стала основой современной мировой торговли, поскольку позволила стандартизировать процессы транспортировки, существенно сократить время доставки грузов и снизить логистические издержки.

Ключевые слова: контейнерные перевозки, контейнеризация, ISO-контейнеры, фитинги, интермодальные (мультимодальные) перевозки, контейнерооборот, перевалка грузов, контейнерный пункт (терминал), ричстакер, контейнеровоз, стандартизация контейнеров, логистика контейнерных перевозок.

Для цитирования: Литвинова А. А., Приказчиков М. С. Контейнерные перевозки // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 130-133.

CONTAINER TRANSPORTATION

Angelina A. Litvinova¹, Maxim S. Prikazchikov²

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

¹goshh.kk@gmail.com

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

Today, container transportation is used in almost all sectors of the economy, from engineering and heavy industry to e-commerce, the food industry, and high-tech manufacturing. Containerization has become the foundation of modern global trade, as it has standardized transportation processes, significantly reduced delivery times, and lowered logistics costs.

Keywords: container transportation, containerization, ISO containers, fittings, intermodal (multi-modal) transportation, container turnover, cargo transshipment, container point (terminal), reach stacker, container ship, container standardization, logistics of container transportation.

For citation: Litvinova, A. A. & Prikazchikov, M. S. (2026). Conveyor transportation. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 130-133). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Контейнерные перевозки представляют собой систему транспортировки грузов с использованием специальных стандартизированных контейнеров, которые могут перемещаться различными видами транспорта без необходимости перегрузки самого груза. Такой подход обеспечивает высокую скорость обработки грузов, минимизирует вероятность повреждений и позволяет значительно повысить эффективность логистических процессов.

Современные автомобильные перевозки активно развиваются благодаря строительству новых автомагистралей, развитию транспортной инфраструктуры и совершенствованию логистических систем.

Современная система контейнерных перевозок включает огромное количество элементов: морские порты, железнодорожные терминалы, автомобильные распределительные центры, логистические хабы, складские комплексы, транспортные компании и цифровые системы управления грузопотоками. Все эти элементы образуют единую глобальную инфраструктуру мировой торговли.

История контейнерных перевозок тесно связана с развитием мировой экономики и международной торговли во второй половине XX века. До появления контейнеризации перевозка грузов была значительно более сложной, медленной и дорогостоящей. Товары загружались вручную в трюмы судов, вагоны и автомобили, что требовало больших затрат времени и трудовых ресурсов.

Кроме того, существовали серьёзные риски повреждения, потери или кражи грузов. Процесс погрузки и разгрузки занимал несколько дней, а иногда и недель. Это существенно снижало эффективность международной торговли и ограничивало возможности развития глобальных поставок. Революцию в мировой логистике совершил американский предприниматель Малкольм Маклин, предложивший использовать стандартизированные металлические контейнеры. В 1956 году был осуществлён первый успешный контейнерный рейс, который продемонстрировал огромные преимущества новой системы.

Использование контейнеров позволило многократно сократить время погрузочно-разгрузочных операций, уменьшить количество повреждений грузов и повысить общую эффективность транспортировки. Со временем контейнеризация начала активно распространяться по всему миру. В дальнейшем были разработаны международные стандарты контейнеров, которые обеспечили совместимость различных транспортных систем и позволили создать единое мировое логистическое пространство.

Автомобильный транспорт используется преимущественно для доставки контейнеров на небольшие и средние расстояния. Главным преимуществом автомобильных перевозок является высокая мобильность и возможность доставки грузов непосредственно до склада или предприятия. А автомобильные контейнерные перевозки являются важным элементом мультимодальной логистики и обеспечивают реализацию системы доставки «от двери до двери».

Современная система контейнерных перевозок использует большое количество различных типов контейнеров. Наиболее распространёнными являются стандартные контейнеры размером 20 и 40 футов.

Кроме стандартных контейнеров существуют:

- рефрижераторные контейнеры;
- контейнеры для перевозки жидкостей;
- контейнеры с открытым верхом;
- платформенные контейнеры;
- контейнеры для негабаритных грузов;
- специализированные контейнеры для опасных грузов.

Рефрижераторные контейнеры используются для перевозки продуктов питания, медикаментов и других грузов, требующих поддержания определенного температурного режима, емкости для жидкости с резервуарами используются для перевозки химических продуктов, топлива и пищевых жидкостей, а контейнеры-платформы используются для перемещения тяжелой техники, строительной техники и крупногабаритных грузов. Ключевым преимуществом контейнерных перевозок является стандартизация: единые размеры и технические характеристики контейнеров упрощают погрузку, хранение и транспортировку, обеспечивают совместимость транспортной инфраструктуры разных стран и позволяют использовать унифицированное оборудование. Кроме того, металлические контейнеры гарантируют высокий уровень сохранности грузов, защищая их от механических повреждений, влаги, пыли, неблагоприятных погодных условий и несанкционированного доступа, а контейнеризация сокра-

щает время погрузочно-разгрузочных работ - благодаря специализированному оборудованию и автоматизированным терминалам ускоряется обработка грузов. За счет сокращения сроков доставки, снижения доли ручного труда и повышения общей эффективности логистики контейнерные перевозки помогают значительно снизить логистические издержки. Еще одним важным преимуществом является возможность организации мультимодальных перевозок: контейнер может последовательно перемещаться разными видами транспорта, не перегружая сам груз, что дает возможность выстраивать сложные международные маршруты и повышает гибкость логистических процессов.

Однако контейнерные перевозки имеют свои недостатки. Прежде всего, они сильно зависят от состояния транспортной инфраструктуры: перебои в работе могут привести к перегруженности портов, нехватке контейнеров, задержкам на таможне и сбоям в логистических цепочках. На стоимость перевозок также влияют международные экономические и политические факторы, такие как санкционные ограничения, изменение тарифов, рост цен на топливо и нестабильность мировой экономики. Кроме того, развитие контейнерных перевозок требует масштабных инвестиций в инфраструктуру: строительство портов, терминалов, складов и автомобильных дорог сопряжено со значительными финансовыми затратами.

Важнейшими элементами глобальной логистической системы являются контейнерные терминалы: они принимают, обрабатывают, хранят и распределяют контейнеры. Современные терминалы оснащены автоматизированными кранами, роботизированными системами сортировки и цифровыми платформами управления грузом, а крупнейшие порты ежегодно обрабатывают миллионы контейнеров. Развитие инфраструктуры напрямую влияет на эффективность международных перевозок, и цифровизация логистики приобретает все большее значение: транспортные компании внедряют спутниковый мониторинг, электронный документооборот, автоматизированное управление грузопотоками и анализ больших данных. Это позволяет отслеживать контейнеры в режиме реального времени, оптимизировать маршруты и повышать прозрачность процессов. Кроме того, распространяются технологии искусственного интеллекта и машинного обучения — они помогают прогнозировать грузопотоки и улучшать работу терминала, а блокчейн обеспечивает безопасность и прозрачность документооборота.

Экологические аспекты не менее важны: отрасль стремится снизить негативное воздействие на окружающую среду. Международные организации разрабатывают новые стандарты по сокращению вредных выбросов, а транспортные компании переходят на экологически чистые виды топлива, модернизируют суда и применяют энергоэффективные решения — все это способствует сокращению их углеродного следа.

Контейнерные перевозки играют ключевую роль в мировой экономике: они позволили сформировать глобальные цепочки поставок и международное разделение труда. Промышленность, международная торговля и электронная коммерция зависят от эффективности логистики, в то время как контейнерные перевозки обеспечивают доставку сырья, оборудования, готовой продукции и товаров народного потребления между странами и континентами. Благодаря контейнеризации перемещение огромных объемов грузов по всему миру стало быстрым и относительно недорогим.

В будущем ожидается дальнейшая автоматизация портов и терминалов, внедрение беспилотных транспортных средств, развитие интеллектуальных логистических систем и технологий искусственного интеллекта.

Таким образом, контейнерные перевозки остаются важной частью глобальной транспортной системы и международной торговли: они обеспечивают безопасную, эффективную и рентабельную транспортировку грузов на большие расстояния. Стандартизация, мультимодальность, автоматизация и цифровизация поддерживают их развитие, а это значит, что, несмотря на существующие проблемы, этот вид логистики сохранит свой статус одного из самых перспективных и востребованных направлений.

Список источников

1. Министерство транспорта РФ [Электронный ресурс]. Министерство транспорта РФ [сайт]. mintrans.gov.ru/. URL: <https://mintrans.gov.ru>
2. Научные публикации и статьи: «Железнодорожный транспорт: энциклопедия» / гл. ред. Н. С. Конарев (М.: Большая российская энциклопедия, 1994) [Электронный ресурс]. МорЦентр [сайт]. morcenter.ru //URL: <https://morcenter.ru/>
3. Систематизированная информация о контейнерных перевозках; профессиональные логистические форумы и блоги. [Электронный ресурс]. Интернет-энциклопедии и базы знаний: Рувики[сайт]. sea-intelligence.com /. URL: <https://intelligence.com/>
4. Актуальные тарифы, маршруты, условия перевозок; порталы логистических услуг – расчёты стоимости, бронирование контейнеров, отслеживание грузов. [Электронный ресурс]. Сайты логистических компаний и перевозчиков: сайты крупных контейнерных операторов (Maersk, MSC, Cosco и др.) [сайт]. unctad.org /URL: <https://unctad.org/>
5. Мировая статистика по контейнерным перевозкам; отчёты отраслевых ассоциаций. [Электронный ресурс]. Статистические базы данных: данные ООН, ВТО [сайт]. ruwiki.ru /.URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Заглавная_страница

References

1. Ministry of Transport of the Russian Federation. *Ministry of Transport of the Russian Federation*. Retrieved from: <https://morflot.gov.ru/> (in Russ.)
2. Scientific publications and articles: "Railway transport: an encyclopedia" / Chief editor N. S. Konarev (Moscow: Great Russian Encyclopedia, 1994. *Morcenter*. Retrieved from: <https://morcenter.ru/>
3. Systematized information about container transportation; professional logistics forums and blogs. *Online encyclopedias and knowledge bases: Rouviki* .Retrieved from:<https://intelligence.com/>(in Russ.)
4. Current tariffs, routes, and transportation conditions; logistics service portals — cost calculations, container reservations, and cargo trackin. *Websites of logistics companies and carriers: websites of major container operators (Maersk, MSC, Cosco, etc.)*. Retrieved from:<https://unctad.org/>(in Russ.)
5. Global statistics on container transportation; reports from industry associations (such as the International Maritime Economics Association). *Statistical databases: data from the United Nations and the World Trade Organization* Retrieved from:https://ru.ruwiki.ru/wiki/Заглавная_страница (in Russ.)

Информация об авторах:

М. С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;
А. А. Литвинова – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. A. Litvinov – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;
А. А. Литвинова – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;
A. A. Litvinova – writing an article

ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ МАРКЕТПЛЕЙСОВ

Ирина Александровна Старкова¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

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

¹ira.starkova09@yandex.ru

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

В данной работе проанализированы особенности перевозок, выявление проблем и рекомендации по оптимизации

Ключевые слова: маркетплейсы, селлеры, транспортировка, обработка возвратов

Для цитирования: Старкова И. А., Приказчиков М. С. Перевозка грузов маркетплейсов // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 134-138.

TRANSPORTATION OF MARKETPLACE CARGO

Irina A. Starkova¹, Maxim S. Prikazchikov²

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

¹ira.starkova09@yandex.ru

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

This paper analyzes the specifics of freight transportation, identifies challenges, and provides recommendations for optimization

Keywords: marketplaces, sellers, transportation, return processing.

For citation: Starkova, I. A. & Prikazchikov, M. S. (2026). Transportation of marketplace cargo. Problems of Technical Service in the Agro-Industrial Complex '26: Collection of scientific papers. (pp 134-138). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ)

С развитием электронной коммерции и доминирования маркетплейсов как ключевых торговых площадок, вопрос организации и оптимизации грузоперевозок приобретает критическое значение. Логистика в контексте маркетплейсов представляет собой сложную, многоуровневую систему, которая должна обеспечивать бесперебойную доставку товаров от множества независимых продавцов конечному потребителю.

Маркетплейсы, как онлайн-платформы, объединяют продавцов и покупателей. Они предоставляют готовую инфраструктуру для торговли: аудиторию, платёжные системы, логистику, инструменты продвижения и аналитики.

Основным отличием от традиционных розничных сетей, является то, что маркетплейс оперирует тысячами продавцов, каждый из которых может иметь уникальные требования к упаковке, хранению и срокам отгрузки. Это требует от логистических операторов не просто транспортировки, а комплексного управления цепочкой поставок, которое должно включать стадии приемки, консолидации, складского хранения и финальной доставки. С учетом этого, для продавцов пользующимся электронными платформами имеется ряд ключевых преимуществ:

- готовая аудитория без необходимости привлечения трафика;

- упрощённая логистика (часто с возможностью делегирования);
- инструменты продвижения внутри платформы;
- автоматизация процессов (приём платежей, документооборот);
- аналитика продаж и поведения покупателей;
- поддержка и обучение для новых продавцов.

На сегодняшний день в нашей стране существует ряд популярных маркетплейсов:

1. **Wildberries** — лидер рынка с широкой аудиторией. Сильные стороны: одежда, обувь, косметика, товары для дома.
2. **Ozon** — развитые логистические возможности, широкий ассортимент. Сильные категории: электроника, книги, товары для детей.
3. **Яндекс Маркет** — интеграция с экосистемой Яндекса (поиск, Карты, Алиса). Подходит для техники, продуктов питания, товаров повседневного спроса.
4. **Мегамаркет (бывший СберМегамаркет)** — широкая сеть пунктов выдачи, интеграция с сервисами Сбера.
5. **Авито** — подходит для локальных продаж, крупногабаритных товаров, б/у продукции.
6. **AliExpress Россия** — международная площадка с локальным складом, подходит для экспорта.

Для эффективного функционирования этих платформ ключевым направлением становится интеграция специализированных логистических решений, использование услуг сторонних логистических провайдеров (3PL), которые берут на себя функции не только перевозки, но и складского учета, фулфилмента (комплектации и упаковки) товаров. Технологическое обеспечение здесь играет решающую роль: системы управления складом (WMS) и таргетные алгоритмы маршрутизации позволяют минимизировать простои и сократить транзакционные издержки. При этом для продавцов, реализующих товары через маркетплейсы, выбор платформы будет основываться на следующих критериях:

- целевая аудитория и её география;
- комиссии и тарифы площадки;
- требования к упаковке и маркировке;
- условия логистики (FBO/FBS/FBM);
- возможности продвижения;
- сроки выплат;
- политика возвратов;
- наличие обучающих материалов и поддержки.

Следует отметить, что существующими электронными платформами могут пользоваться различные формы организации бизнеса:

- Самозанятые — для физлиц, продающих товары собственного производства (не подлежащие обязательной сертификации и маркировке). Лимит дохода — 2,4 млн руб. в год.
- ИП — наиболее распространённая форма. Позволяет продавать закупленные товары, нанимать сотрудников, масштабировать бизнес.
- ООО — подходит для крупных продавцов, желающих привлекать инвестиции, работать с корпоративными клиентами или выходить на международные площадки.

При этом в основные обязанности продавца входит:

- подбор и закупка товаров;
- управление ассортиментом и остатками;
- создание и оптимизация карточек товаров (фото, описания, характеристики);
- ценообразование и управление акциями;
- обработка заказов и контроль сроков отгрузки;
- работа с отзывами и вопросами покупателей;
- анализ продаж и конкурентов;

- контроль логистики и возвратов;
- отчётность и взаимодействие с бухгалтерией.

Таким образом успешный продавец на платформе маркетплейса должен обладать определенными навыками:

- понимание алгоритмов ранжирования маркетплейсов;
- основы маркетинга и продвижения;
- навыки работы с аналитическими инструментами;
- знание законодательства в сфере электронной торговли;
- умение вести переговоры с поставщиками;
- базовые навыки фотографии и дизайна для оформления карточек товаров.

Резюмируя выше сказанное транспортировка грузов маркетплейса – это комплекс процессов перемещения товара от продавца до покупателя, включая хранение, упаковку, доставку и обработку возвратов.

При этом существуют ряд моделей логистики со своими преимуществами и недостатками:

FBO (Fulfillment by Operator) — продавец предоставляет товар на склад маркетплейса.

Площадка берёт на себя: хранение; комплектацию заказов; упаковку; доставку до покупателя; обработку возвратов.

Плюсы: минимум забот для продавца, быстрая доставка, участие в акциях маркетплейса.

Минусы: комиссии за хранение и обработку, строгие требования к упаковке.

FBS (Fulfillment by Seller) – товар хранится на складе продавца.

После заказа: продавец упаковывает товар; передаёт в службу доставки маркетплейса; площадка доставляет до покупателя.

Плюсы: контроль над запасами, экономия на хранении.

Минусы: необходимость собственной упаковки, жёсткие сроки передачи заказов.

FBM (Fulfillment by Merchant) — продавец полностью контролирует логистику: хранит товар; упаковывает заказы; организует доставку до покупателя.

Плюсы: максимальная гибкость, возможность работы с негабаритными товарами.

Минусы: высокие затраты на организацию доставки, ответственность за сроки.

Отметим, что имеются различные способы доставки на склады маркетплейсов: собственным транспортом; через транспортную компанию; с помощью курьерской службы; используя логистику самого маркетплейса (если доступно).

При этом предъявляются следующие основные требования к упаковке: соответствие стандартам площадки (размеры, материалы); защита товара от повреждений; чёткая маркировка (штрихкоды, артикулы); отсутствие посторонних логотипов и рекламы.

Помимо высоких продаж, существует неизбежная часть электронной торговли – возврат товара. Грамотная организация этого процесса снижает потери и повышает лояльность клиентов.

Условно возвраты можно разделить на: добровольные – по инициативе покупателя (не подошёл размер, цвет, передумал); принудительные – из-за брака, ошибки поставщика, повреждения при доставке. При этом можно выделить следующие этапы обработки возвратов:

1. Получение заявки от покупателя.
2. Проверка обоснованности возврата (фото/видео, описание проблемы).
3. Оформление документов (акт приёма-передачи, претензия).
4. Организация транспортировки товара обратно на склад.
5. Экспертиза товара (осмотр на предмет дефектов, следов использования).
6. Принятие решения: возврат в продажу (если товар в идеальном состоянии);

уценка и распродажа; ремонт и восстановление; утилизация (если товар не подлежит восстановлению). Компенсация покупателю (возврат денег или обмен).

Рассматриваемые платформы устанавливают следующие сроки и условия возврата:

- Wildberries– 14 дней с момента получения, товар должен сохранить товарный вид.
- Ozon– 7 дней для большинства товаров, 30 дней для отдельных категорий (например, техники).

- Яндекс Маркет– 14 дней, обязательно предварительная консультация.
- Мегамаркет– 7...14 дней в зависимости от категории товара.

При этом продавец при возврате имеет право: отказать в возврате, если нарушен товарный вид или срок; запросить фото/видео доказательства брака; оспорить необоснованный возврат через арбитраж маркетплейса; взимать плату за обратную логистику (если возврат по вине покупателя). Также на продавца могут накладываться типичные штрафы и санкции: за высокий процент возвратов (влияет на рейтинг продавца); за несвоевременную обработку заявок; за необоснованный отказ в возврате; за продажу возвращенного товара как нового без уценки.

Для оптимизации возвратов следует руководствоваться следующими действиями:

- создание отдельной зоны на складе для приема возвратов;
- назначение ответственного за проверку состояния товаров;
- установка срока проверки не более 3 рабочих дней;
- анализ причины возвратов (брак, несоответствие описанию, ошибки в карточке товара);
- улучшение качества фотографий и описаний в карточках товаров;
- оперативный ответ на вопросы покупателей до покупки;
- предложение замены вместо возврата, если это возможно;
- внедрение системы мотивации для сотрудников, снижающую количество ошибок при комплектации.

Грамотная организация транспортировки и обработки возвратов позволяет продавцу снизить издержки, повысить лояльность клиентов, улучшить позиции в поисковой выдаче маркетплейса и увеличить рентабельность бизнеса.

Таким образом, успешное функционирование маркетплейсов напрямую зависит от зрелости и адаптивности их логистической инфраструктуры, так как логистический процесс трансформировался из простого этапа перемещения груза в высокотехнологичный, управляемый актив, который является ключевым конкурентным преимуществом для всех участников рынка. А дальнейшая перспектива развития грузоперевозок для маркетплейсов неизбежно связано с устойчивым развитием и цифровизацией.

Список источников

1. Ключкова, Е. Автологистика e-commerce из Китая: актуальные маршруты и требования / Е. Ключкова // РБК Компании. – 2025. URL: <https://companies.rbc.ru/news/8GZs9MyvMa/avtologistika-e-commerce-iz-kitaya-aktualnyie-marshrutyi-i-trebovaniya/> (дата обращения: 25.02.2026).
2. Маркетплейсы изменили рынок, но не вытеснили логистику : интервью с А. Смирновым // РЖД-Партнер. – 2025. URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/interview/marketpleysy-izmenili-rynok-no-ne-vytesnili-logistiku/> (дата обращения: 25.02.2026).
3. "Деловые Линии" запустили экспресс-доставку для поставщиков маркетплейсов // Российская газета. – 2025. URL: <https://rg.ru/2025/08/12/delovye-linii-zapustili-ekspress-dostavku-dlia-postavshchikov-marketplejsov.html> (дата обращения: 25.02.2026).
4. Logistics Partners Regulations (when providing freight forwarding services for organizing the international transportation) : официальный документ OZON. – 2025. – URL: <https://rg.ru/2025/08/12/delovye-linii-zapustili-ekspress-dostavku-dlia-postavshchikov-marketplejsov.html> <https://docs.ozon.ru/legal/en/partners/logistics/crossborder-regulation/> (дата обращения: 25.02.2026).

5. Егоров, А. Логистика на маркетплейсах: ошибки, которые обнуляют продажи / А. Егоров // РБК Компании. – 2025. URL: <https://companies.rbc.ru/news/tWhE4yJOhd/logistika-na-marketplejsah-oshibki-kotoryie-obnulyayut-prodazhi/> (дата обращения: 25.02.2026).
6. Условия оказания транспортно-экспедиционных услуг : официальный документ OZON. – 2025. – URL: <https://docs.ozon.ru/legal/partners/transport/transport-services-terms/> (дата обращения: 25.02.2026).
7. Как меняется доставка грузов на маркетплейсы // АТИ, Центр: Система грузоперевозок. – 2024.– URL: <https://news.ati.su/news/2024/07/21/kak-menjaetsja-dostavka-gruzov-na-marketplejsy-941516/> (дата обращения: 25.02.2026).

References

1. Klochkova, E. Autologistics of e-commerce from China: current routes and requirements. Retrieved from <https://companies.rbc.ru/news/8GZs9MyvMa/avtologistika-e-commerce-iz-kitaya-aktualnyie-marshruty-i-trebovaniya/>
2. Marketplaces have changed the market, but have not displaced logistics: an interview with A. Smirnov. Retrieved from <https://www.rzd-partner.ru/logistics/interview/marketplejsy-izmenili-rynok-no-ne-vytesnili-logistiku/>
3. «DelovyeLinii» launches express delivery for marketplace suppliers. Retrieved from <https://rg.ru/2025/08/12/delovye-linii-zapustili-ekspress-dostavku-dlia-postavshchikov-marketplejsov.html>
4. Logistics Partners Regulations (when providing freight forwarding services for organizing the international transportation): official document of OZON. – 2025. Retrieved from <https://rg.ru/2025/08/12/delovye-linii-zapustili-ekspress-dostavku-dlia-postavshchikov-marketplejsov.html> <https://docs.ozon.ru/legal/en/partners/logistics/crossborder-regulation/>
5. Egorov, A. Logistics on marketplaces: mistakes that nullify. Retrieved from <https://companies.rbc.ru/news/tWhE4yJOhd/logistika-na-marketplejsah-oshibki-kotoryie-obnulyayut-prodazhi/>
6. Terms of transport and forwarding services: official document of OZON. Retrieved from <https://docs.ozon.ru/legal/partners/transport/transport-services-terms/>
7. How delivery of goods to marketplaces is changing. Retrieved from <https://news.ati.su/news/2024/07/21/kak-menjaetsja-dostavka-gruzov-na-marketplejsy-941516/>

Информация об авторах:

М. С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;
И. А. Старкова – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
I. A. Starkova – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;
И. А. Старкова – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;
I. A. Starkova – writing an article.

ЗЕЛЁНАЯ ЛОГИСТИКА

Елизавета Александровна Жилина ¹, Максим Сергеевич Приказчиков ²

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

¹Indigo67856@yandex.ru

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

В статье анализируются концепция и принципы зеленой логистики как инструмента устойчивого развития бизнеса. Рассматриваются экологические проблемы традиционной логистики и их правовое регулирование в России и за рубежом.

Ключевые слова: зеленая логистика, устойчивое развитие, углеродный след, экологизация транспорта, энергоэффективность, экономика замкнутого цикла, принципы ESG, оптимизация логистических процессов, экоупаковка; зеленые технологии.

Для цитирования: Жилина Е. Ж., Приказчиков М. С. Зелёная логистика // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 139-141.

GREEN LOGISTICS

Elizaveta A. Zhilina ¹, Maksim S. Prikazchikov ²

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

¹Indigo67856@yandex.ru

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

The paper analyzes the concept and principles of green logistics as a tool for sustainable business development. It examines the environmental problems of traditional logistics and the legal regulation in Russia and abroad.

Keywords: green logistics; sustainable development; carbon footprint; transport ecology; energy efficiency; circular economy; ESG principles; optimization of logistics processes; eco-packaging; green technologies.

For citation: Zhilina, E. A. & Prikazchikov, M. S. (2026). Green logistics. Problems of technical service in the agro-industrial complex '26: collection of scientific papers. (pp. 139-141). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

В эпоху глобальных экологических вызовов концепция "зеленой" логистики становится не просто модным трендом, а стратегической необходимостью для бизнеса. Традиционные логистические операции, такие как транспортировка, складирование, упаковка и дистрибуция, оказывают значительное влияние на окружающую среду. На долю логистического сектора приходится до 25% глобальных выбросов CO₂, значительное потребление невозобновляемых ресурсов и образование огромного количества отходов, не подлежащих вторичной переработке. "Зеленая логистика" предлагает системный подход к минимизации этого воздействия, сочетая принципы устойчивого развития с операционной эффективностью.

Суть зеленой логистики заключается в управлении материальными, информационными и финансовыми потоками таким образом, чтобы снизить воздействие на окружающую среду на всех этапах цепочки поставок. Ключевые принципы включают минимизацию отходов (концепция Zero Waste), повышение энергоэффективности за счет использования возобновляемых источников энергии, оптимизацию транспортных маршрутов для сокращения

пробега и выбросов вредных веществ, экологичный дизайн упаковки с использованием материалов, пригодных для вторичной переработки, и обеспечение кругооборота за счет повторного использования ресурсов. Эти принципы направлены на решение основных экологических проблем логистики.

Транспортный сектор сталкивается с выбросами парниковых газов, шумом и загрязнением воздуха в городских районах, а также с зависимостью от нефтепродуктов. Склады и распределительные центры потребляют значительное количество энергии для систем освещения и охлаждения, производят отходы упаковки и некачественную продукцию, а также могут быть источником утечек топлива и смазочных материалов.

Для решения этих проблем были разработаны и успешно внедрены различные инструменты и технологии. В транспортном секторе активно используются электрические и водородные транспортные средства (такие как Tesla Semi и Hyundai XCIENT), маршруты оптимизируются с помощью систем искусственного интеллекта и ГИС, а мультимодальные перевозки (сочетающие железнодорожный и морской транспорт) и консолидацию грузов используются для сокращения количества поездок. Зеленые склады оснащены солнечными батареями и ветряными турбинами, светодиодным освещением с датчиками движения, системами рекуперации тепла и автоматизированными стеллажами, что помогает экономить место для хранения и снижать энергопотребление.

Управление отходами в "зеленой логистике" включает в себя внедрение RFID-меток для отслеживания жизненного цикла продукции, партнерские отношения с компаниями по переработке отходов и переход на биоразлагаемую упаковку из мицелия или целлюлозы. Цифровые технологии, такие как блокчейн для обеспечения прозрачности цепочки поставок, датчики Интернета вещей для мониторинга грузов и прогнозная аналитика для сокращения избыточных запасов, ускоряют переход к устойчивым моделям.

Экономические аспекты внедрения "зеленой" логистики требуют учета как первоначальных затрат, так и долгосрочных выгод. Первоначальные инвестиции в экологичную транспортировку могут быть на 30-50% выше, чем в традиционные решения, а стоимость модернизации склада может составлять около 500 000 рублей на объект. Однако в долгосрочной перспективе компании могут добиться значительной экономии топлива (20-30%), повышения лояльности клиентов (до 40% потребителей предпочитают экологически чистые бренды), избежания экологических штрафов и доступа к экологическим грантам и налоговым льготам. Пример расчета рентабельности инвестиций для транспортной компании показывает, что инвестиции в электромобили в размере 10 млн рублей могут привести к экономии топлива в размере 6 млн рублей в течение 5 лет, обеспечивая срок окупаемости в 7-8 лет.

Мировой опыт демонстрирует успешные практики внедрения "зеленой" логистики. В Европейском союзе действует директива "Зеленый курс", направленная на сокращение выбросов на 55% к 2030 году, и система ETS для торговли квотами на выбросы. DB Schenker и DHL GoGreen реализуют масштабные "зеленые" инициативы. В Соединенных Штатах программа EPA SmartWay сертифицирует устойчивых перевозчиков. Китай поощряет развитие электромобилей за счет субсидий и инвестирует в высокоскоростные железные дороги. Япония придерживается концепции Mottainai, которая направлена на минимизацию отходов.

В России развитие "зеленой" логистики сталкивается с рядом проблем, в том числе с высокой стоимостью технологий, отсутствием инфраструктуры для электромобилей и слабо развитой системой утилизации отходов. Однако есть перспективные направления для роста. Развитие железнодорожных коридоров, таких как Транссибирская магистраль, пилотные проекты КАМАЗа по производству грузовых автомобилей на водородных двигателях и потенциальная государственная поддержка в виде налоговых льгот могут привести к значительным изменениям.

Основными препятствиями на пути внедрения "зеленой" логистики являются высокая стоимость технологий, нехватка квалифицированного персонала, несовершенство законодательства и сопротивление изменениям в корпоративной культуре. Чтобы преодолеть эти препятствия, предприятиям рекомендуется внедрять решения поэтапно, начиная с аудита и оптимизации маршрутов, налаживания партнерских отношений с эко-стартапами и проведения обучения своих сотрудников. Правительству следует поощрять переходный процесс с

помощью налоговых льгот для "зеленых" проектов, субсидий на приобретение экологически чистых транспортных средств и развитие зарядной инфраструктуры.

Клиенты и инвесторы все чаще отдают предпочтение компаниям с "зеленой" репутацией, что делает экологизацию цепочек поставок конкурентным преимуществом. Внедрение принципов "зеленой" логистики не только снижает операционные издержки в долгосрочной перспективе, но и укрепляет репутацию бренда, открывает доступ к новым рынкам и соответствует глобальным целям устойчивого развития.

Будущее "зеленой" логистики связано с широким внедрением транспорта, работающего на водороде, к 2035 году, созданием систем переработки упаковки с замкнутым циклом и глобальной стандартизацией "зеленых" ключевых показателей эффективности. Цифровые инновации, такие как искусственный интеллект, Интернет вещей и блокчейн, будут играть ключевую роль в оптимизации процессов и повышении прозрачности цепочек поставок.

Таким образом, экологичная логистика является стратегической необходимостью для современного бизнеса. Она позволяет сочетать экономическую эффективность с экологической ответственностью, отвечая на вызовы времени и формируя основу для устойчивого развития на десятилетия вперед. Реализация ее принципов - это не только вклад в охрану окружающей среды, но и инвестиции в долгосрочную конкурентоспособность и устойчивость компании на мировом рынке.

Список источников

1. Мухина И. И., Смирнова А. В. "Зеленая" логистика // Мир транспорта. 2016. № 1. С. 186-190.
2. Капустина Л. М. "Зеленые" технологии в логистической деятельности // Известия УрГЭУ. 2016. № 2. С. 114-120.
3. Омельченко И. Н., Александров А. А., Бром А. Е., Белова О. В. Основные направления развития логистики в 21 веке: ресурсосбережение, энергетика и экология. // Гуманитарный вестник, 2013, № 10.
4. Александрова Л. Ю., Калинина Г. В. и др. Основные подходы к решению проблем зеленой логистики // Российский журнал инновационной экономики. 2022. Том 12. № 3. С. 1803-1816.

References

1. Mukhina I. I., Smirnova A. V. "Green" logistics // World of Transport. 2016. No. 1. Pp. 186–190. (in Russ.)
2. Kapustina L. M. "Green" technologies in logistics activity // Izvestiya UrGEU. 2016. No. 2. Pp. 114–120. (in Russ.)
3. Omelchenko I. N., Alexandrov A. A., Brom A. E., Belova O. V. The Main Directions of the 21st Century Logistics Development: Resource Saving, Energy, and Ecology. // (in Russ.)
4. Aleksandrova L. Yu., Kalinina G. V., et al. Basic Approaches to Solving the Problems of Green Logistics // Russian Journal of Innovation Economics. 2022. Vol. 12. No. 3. Pp. 1803–1816. (in Russ.)

Информация об авторах:

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

Е. А. Жилина – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

E. A. Zhilina – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;

Е. А. Жилина – написание статьи.

Authors of the contribution:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;

E. A. Zhilina – writing an article.

ПЕРЕВОЗКА ФЕЙЕРВЕРКОВ

Давлат Хайдарович Нигматов¹, Максим Сергеевич Приказчиков²

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

¹davlatnigmatov25@gmail.com

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

Статья посвящена ключевым аспектам безопасной транспортировки пиротехнических изделий — сложной задаче, требующей строгого соблюдения специальных норм. В материале подробно рассматриваются общие правила перевозки, особенности погрузочно-разгрузочных работ, а также технические требования к основным видам транспорта: автомобильному, железнодорожному и морскому.

Ключевые слова: фейерверки, транспорт, перевозка. правила, документация, актуальность

Для цитирования: Нигматов Д. Х., Приказчиков М. С. Перевозка фейерверков // Проблемы технического сервиса в АПК : сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 142-147.

TRANSPORTATION OF FIREWORKS

Davlat X. Nigmatov¹, Maksim S. Prikazchikov²

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

¹davlatnigmatov25@gmail.com

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

The article focuses on the key aspects of the safe transportation of pyrotechnic products, which is a complex task that requires strict adherence to specific regulations. The article provides an in-depth analysis of the general transportation rules, the specifics of loading and unloading operations, and the technical requirements for the main modes of transportation, including road, rail, and maritime transportation.

Keywords: fireworks, transport, transportation, rules, documentation, relevance

For citation: Nigmatov D. X. & Prikazchikov M. S. (2026). Transportation of fireworks. Problems of Technical Service in the Agro-Industrial Complex '26: Collection of scientific papers. (pp 142-147). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ).

Производство и оборот фейерверков – динамично развивающийся сегмент потребительского рынка. При их обороте существует необходимость в транспортировке, преследующей различные цели – от доставки крупных партий на склады до поставок в розничные торговые точки. Транспортировка пиротехнических изделий представляет собой сложную задачу, требующую соблюдения строгих норм и правил, при этом перевозка фейерверков дополнительно усложняется из-за их повышенной пожарной опасности.

Перевозка фейерверков, независимо от того, предназначены ли они для оптовой торговли или розничной продажи, должна осуществляться строго по правилам. Главная задача перевозчика – доставить пиротехнические изделия в пункт назначения без происшествий, в сохранности и без повреждений. Нарушение правил транспортировки может привести к возгоранию, взрыву и порче груза. Для владельца груза это обернется прямыми убытками от

утраты товара, штрафами и гражданской ответственностью за возможный ущерб. Если же фейерверки повредятся при перевозке из-за нарушения норм, это может привести к их отказу при запуске или несанкционированному срабатыванию, что повлечёт за собой риски для жизни людей и репутационные потери для компании. Более детально: правила транспортировки охватывают множество аспектов, таких как выбор специализированного транспорта, обеспечение защиты от ударов и трения, поддержание определённого температурного режима и уровня влажности, полное исключение контакта с источниками огня и искр, а также соблюдение норм совместной погрузки для предотвращения опасных химических реакций. Несоблюдение этих правил может привести к механическим повреждениям (например, деформация корпуса, нарушение целостности упаковки), отсыреванию пороховых составов, тепловому воздействию и, как следствие, к самовозгоранию или детонации, которые уничтожат весь груз и создадут угрозу для транспорта и людей. В итоге, неправильная транспортировка фейерверков приводит к значительным экономическим потерям и правовым последствиям для всех участников процесса – от отправителя и перевозчика до получателя. В связи с этим, перевозка пиротехнических изделий должна осуществляться с соблюдением следующих требований:

- Перед отправкой вся партия должна иметь необходимую разрешительную документацию (сертификаты, декларации соответствия), с помощью которой удостоверяется её класс опасности и законность оборота.
- В течение всего процесса погрузки-разгрузки и перевозки запрещено курение, использование открытого огня и аппаратуры, способной вызвать искрение.
- Если предполагаемая перевозка будет занимать длительный период или осуществляться в жаркое время года, важно обеспечить защиту груза от прямых солнечных лучей и перегрева кузова транспортного средства. Термическая защита производится с целью исключения вероятности теплового воздействия на химические составы.
- Длительные перевозки проводятся с обязательными плановыми остановками, не реже чем каждые четыре часа, для контрольного осмотра состояния креплений груза, целостности упаковки и отсутствия посторонних запахов. Каждые восемь часов должен осуществляться более тщательный технический осмотр транспортного средства.
- Транспортные коробки с фейерверками должны быть надёжно зафиксированы в кузове, независимо от типа транспортного средства, посредством крепёжных ремней и противоскользящих матов, что исключит их смещение, падение и трение во время следования. Если перевозятся изделия разного калибра и веса, допустимым считается их размещение в разной таре, однако, при этом должна быть учтена устойчивость штабеля: более тяжёлые коробки должны располагаться внизу. Особо чувствительные изделия, в частности, с содержанием металлизированных порошков, должны размещаться с дополнительной амортизацией.
- Категорически запрещено перевозить фейерверки совместно с легковоспламеняющимися жидкостями, газами, окислителями и другими видами опасных грузов, способными вступить в реакцию или усилить опасность. Перевозка возможна только на специально оборудованном и допущенном для класса 1 ДОПОГ транспорте.
- Наиболее предпочтительным транспортом для перевозки фейерверков являются фуры или газели, где груз надёжно фиксируется в деревянных коробах без риска поломки или исключения пожароопасных ситуаций.

Погрузка и разгрузка партии фейерверков, в отличие от многих других видов грузов, характеризуются повышенными требованиями к безопасности из-за риска случайной детонации даже при незначительных механических воздействиях, что исключает возможность их погрузки или выгрузки с помощью стандартных автоматизированных систем или бесконтрольного переноса. Процессы погрузки пиротехнических изделий и их разгрузки, согласно установленным стандартам и техническим регламентам, осуществляются исключительно вручную, силами обученного персонала, с предельной осторожностью и без резких движений. При загрузке и выгрузке фейерверков категорически запрещено применять ударные воз-

действия, бросать упаковки, кантовать их или подвергать трению, что может спровоцировать нарушение целостности изделий и привести к возгоранию.

Главная задача при погрузке и разгрузке фейерверков – гарантировать максимальный уровень безопасности, исключить вероятность механического удара, трения или падения изделий. Для подъёма и перемещения груза должны использоваться специальные средства – тележки или поддоны с мягким амортизирующим покрытием, по которым упаковки могут быть бережно и плавно доставлены в транспортное помещение. Спуск или подъём коробок по наклонным поверхностям допускается только с применением транспортёрных лент с антистатическим покрытием и низкой скоростью движения. Все средства для бережной погрузки должны иметь ровную, без выступов, поверхность и профильные борта, соответствующие габаритам упаковок, что исключает риск их смещения и опрокидывания. Погрузочно-разгрузочные работы с пиротехникой должны, по возможности, реализовываться в светлое время суток, что позволит персоналу лучше координировать действия, осуществить визуальный осмотр целостности каждой упаковки и избежать повреждений. Если планируется работа в ночное время суток, тогда место погрузки должно быть обеспечено качественными осветительными приборами во взрывобезопасном исполнении.

Перевозку фейерверков можно выполнить разными транспортом, в основном это 3 вида транспорта (рис. 1).



а.



б.



в.

Рис. 1 Транспорт для перевозки фейерверков

Рассмотрим первый способ — морской контейнеровоз (рис 1.а.): серия судов, модифицированных для безопасной перевозки опасных грузов, включая пиротехнику, в специальных изолированных и вентилируемых контейнерах. Через кормовые и бортовые порталы осуществляется вертикальная и горизонтальная погрузка-выгрузка контейнеров с помощью судовых кранов. Само судно является семи-палубным теплоходом-ролкером с габаритами 199 м по длине и 36,5 м по ширине, с сплошной надстройкой в кормовой части (высота борта до главной палубы 15,80 м), с кормовым расположением машинного отделения и ходовым мостиком, с двойным дном и двойными бортами в районе грузовых помещений, с клиперской носовой и транцевой кормовой оконечностями, с усиленными системами пожарной безопасности и постоянного мониторинга атмосферы в трюмах.

При транспортировке пиротехнических изделий морским транспортом их размещают в специально отведённых грузовых трюмах класса «С» (для взрывчатых веществ), изолированных от жилых помещений, источников тепла и других грузов. Для фейерверков класса 1.4 сооружают устойчивые деревянные или металлические стеллажи и крепёжные клетки, обеспечивающие жёсткую фиксацию грузовых мест и исключаящие их смещение при качке. Обязательное наличие инвентаря: инструмент из неискрящих сплавов, противопожарное полотно, ящики с песком, углекислотные огнетушители и т.д., а также достаточное количество амортизирующего и влагопоглощающего материала для дополнительной упаковки

Сопровождать опасный груз должен ответственный сопровождающий (компетентное лицо по ДОПОГ) — один на партию. Если в пути обнаружился повреждённый, отсыревший или подозрительный упаковки, сопровождающий должен их немедленно изолировать в специальный контейнер с инертным наполнителем и сообщить капитану судна для связи с ближайшим по ходу следования портом, где есть служба аварийного реагирования.

Выгрузка опасного груза происходит под наблюдением представителя портового надзора и капитана судна с соблюдением всех мер пожарной безопасности. После перевозки трюм, где находился груз, подвергают тщательной уборке и проверке на наличие остатков пиротехнических составов под контролем ответственного лица. Обязательным условием является контроль температурного режима: для морских строго от +15 до +25 С°.

Рассмотрим второй транспорт для перевозки – железнодорожный (рис 1.б.): вагон для перевозки фейерверков.

Данная модель крытого вагона предназначена для перевозки пиротехнических изделий. Вагон закрыт со всех сторон для сохранения и безопасности груза от воздействия атмосферных осадков и внешних источников огня. Также такой тип вагона позволяет защитить груз от несанкционированного доступа и краж.

Вагон для перевозки опасных грузов класса 1 (взрывчатые материалы) относится к специальному типу крытых вагонов. Его отличительные черты – усиленная металлическая конструкция кузова, наличие вентиляционных отверстий с защитными решётками и отсутствие выступающих металлических частей внутри. Обычно имеет тамбур для размещения сопровождающего лица и хранения противопожарного инвентаря. Вагон оборудуют системой пожаротушения, датчиками температуры и дыма, а также специальным крепёжным узлом по центру пола. Покрытие пола и внутренняя обшивка стен должны быть выполнены из неискрящих материалов, легко поддаваться очистке и быть устойчивыми к химическим воздействиям. Такие вагоны позволяют осуществлять транспортировку крупных партий фейерверков на дальние расстояния, что позволяет значительно сократить финансовые издержки на перевозку по сравнению с автомобильным транспортом. Организация процесса – сложная задача, так как требуется соблюдение ряда норм и правил, касающихся совместимости грузов, противопожарной безопасности и специальных условий маневрирования состава. Обязательным условием является контроль температурного режима: для железнодорожных от +5 до +30 С°.

Рассмотрим третий транспорт для перевозки (рис. 1.в) – универсальный полуприцеп для перевозки груза.

Полуприцеп – взрывобезопасный контейнеровоз с тремя осями и пневмоподвеской, первая ось подъемная, кузов оборудован системой контроля температуры и вентиляции с защитными решётками.

Данный полуприцеп не требует применения стандартных грузоподъёмных механизмов для погрузки и позволяет перевозить пиротехнические изделия в один ярус. У него усиленная жесткая конструкция кузова с двойными стенками.

Обшивка из специальных антистатических композитных материалов снижает собственный вес и исключает риск искрообразования.

Количество перевозимых грузовых мест: до 20 евро-паллет (класс 1.4, масса брутто до 400 кг каждая), до 32 отдельных транспортных коробов (массой до 25 кг каждая).

Кузов автомобилей для опасных грузов класса 1 должен быть оборудован автономной системой пожаротушения, датчиками задымления и иметь сборный лоток для просыпавшихся пиротехнических составов. Рассматриваемый полуприцеп оборудован двумя герметичными дверьми с замками, аппарелью, точками крепления грузовых ремней и аварийным освещением. Внутри устанавливаются съёмные деревянные или мягкие противоударные перегородки. Кузов должен быть абсолютно сухим и чистым, а также не должен иметь острых выступов, торчащих болтов или незащищённых металлических кромок.

Кузов разбивается перегородками на 2-3 изолированных отсека для разделения грузов по совместимости. Крупногабаритные короба с фейерверками размещают внизу и надёжно закрепляют ремнями; мелкоштучные изделия перевозят в дополнительной амортизирующей таре, но в таком количестве, чтобы обеспечить неподвижность каждого грузового места.

Специалист по опасным грузам (компетентное лицо по ДОПОГ) устанавливает пригодность автотранспорта для перевозки. Груз должен пройти проверку на целостность упаковки и соответствие маркировки перед погрузкой. Если изделия имеют признаки поврежде-

ния, отсыревания или несоответствующую маркировку, их перевозка разрешается только после переупаковки и повторной сертификации уполномоченной организацией. Автотранспорт после перевозки повреждённых или сомнительных изделий проходит полную санитарную обработку и проверку на наличие остатков опасных веществ.

Предпочтительное расстояние перевозки таким транспортом составляет до 500 км (допускается до 800 км по специальному разрешению). Если путь занимает до 4 часов, груз не требует дополнительного контроля температуры. Если длительность перевозки превышает указанную норму – необходим плановый останов для осмотра креплений и состояния груза, во время которого необходимо проверить показания датчиков, убедиться в отсутствии посторонних запахов и вибраций.

Перевозка пиротехнических изделий контролируется законодательством с соблюдением нормативной документации и строгого документооборота. Подготовка необходимой сопроводительной документации является одним из важнейших и обязательных элементов перевозки опасных грузов. Независимо от вида эксплуатируемого транспорта, пакет сопроводительной документации должен включать в себя следующие документы:

- Транспортная накладная CMR или железнодорожная накладная, оформленная и заверенная отправителем, а также путевой лист с отметкой об опасном грузе;
- Свидетельство ДОПОГ/Свидетельство о допуске водителя (консультанта по безопасности) к перевозке опасных грузов установленного образца;
- Транспортный документ на опасный груз (накладная ДОПОГ), содержащий классификационный код (например, 1.4), номер ООН (например, UN0336), точное техническое наименование груза, группу упаковки, количество и контактные данные ответственных лиц;
- Сертификаты соответствия (декларации) на партию пиротехнических изделий, подтверждающие их безопасность и законность оборота;
- Инструкции по безопасности для водителя/экипажа на случай аварии или чрезвычайной ситуации (письменные инструкции).

Следует отметить, что если осуществляется транспортировка опасных грузов автомобильным транспортом, то при этом дополнительно необходим «Свидетельство о допуске транспортного средства к перевозке опасных грузов» и, в случаях, предусмотренных правилами, — специальное разрешение Ространснадзора на движение по автомобильным дорогам. При международных перевозках дополнительно требуется транзитная документация и согласование с таможенными органами. Обязательным условием является контроль температурного режима: для автомобильных от +5 до +30 С°.

Таким образом, организация перевозки фейерверков представляет собой комплексную задачу, где безусловный приоритет отдается безопасности. Успешная транспортировка возможна только при строгом соблюдении специальных правил, касающихся подготовки документов, выбора и оснащения транспорта, бережного проведения погрузочно-разгрузочных работ и непрерывного контроля за состоянием груза в пути. Пренебрежение этими нормами неизбежно ведет к риску возникновения чрезвычайных ситуаций с прямой угрозой жизни людей и значительным финансово-правовым последствиям. Следовательно, эффективное функционирование рынка пиротехнических изделий напрямую зависит от профессиональной, ответственной и регламентированной логистики.

Список источников

1. Правила перевозки фейерверков по территории РФ [сайт]. <https://xn--b1afabpck9bc7a.xn--p1ai/articles/hranenie-i-perevozka-fejerverkov.html>
2. Приказчиков М.С., Гужин И.Н, Артамонов Е.И. Компетентностный подход при преподавании дисциплины «Организационно-производственные структуры технической эксплуатации» // Инновации в системе высшего образования : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021, С. 169-172

3. Приказчиков М.С., Гужин И.Н. Компетентностный подход при преподавании дисциплины «Основы проектирования предприятий автомобильного транспорта» // Инновации в системе высшего образования : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022, С. 205-209

4. Толокнова, А. Н. Обеспечение безопасности дорожного движения по автомобильным дорогам РФ / А. Н. Толокнова, П. П. Григоров, И. Н. Гужин // Актуальные направления научно-технической политики в России. Роль государства в развитии региональных инновационных систем : Материалы всероссийской научно-практической конференции, Иркутск-Омск, 15–22 октября 2019 года. – Иркутск-Омск: Общество с ограниченной ответственностью "Центр профессионального менеджмента "Академия Бизнеса", 2019. – С. 37-42. – EDN ORLYKM.

5. Сопровождение груза, техническое состояние транспорта, правила укладки. [сайт]. <https://www.bah-bah.ru/blog/pravila-perevozki-fejerverkov/>

References

1. Rules for transporting fireworks within the territory of the Russian Federation [сайт]. <https://xn--b1afabpck9bc7a.xn--p1ai/articles/hranenie-i-perevozka-fejerverkov.html>

2. Prikazchikov M.S., Guzhin I.N., Artamonov E.I. Competency-based approach in teaching the course "Organizational and Production Structures of Technical Operation" Innovations in the Higher Education System: Collection of Scientific Works. Kinel: IBC of Samara State Agrarian University, 2021, pp. 169-172

3. Prikazchikov M.S., Guzhin I.N. Competency-based approach in teaching the course 'Fundamentals of Automotive Transport Enterprise Design' // Innovations in the Higher Education System: Collection of Scientific Works. Kinel: SBC of Samara State Agrarian University, 2022, pp. 205-209

4. Toloknova, A. N. Ensuring Road Traffic Safety on the Highways of the Russian Federation / A. N. Toloknova, P. P. Grigorov, I. N. Guzhin // Current Directions of Scientific and Technical Policy in Russia. The Role of the State in the Development of Regional Innovation Systems: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Irkutsk-Omsk, October 15–22, 2019. – Irkutsk-Omsk: Limited Liability Company "Center for Professional Management 'Academy of Business'", 2019. – pp. 37-42. – EDN ORLYKM.

5. Cargo handling, vehicle technical condition, loading rules. [сайт]. <https://www.bah-bah.ru/blog/pravila-perevozki-fejerverkov/>

Информация об авторах:

М. С. Приказчиков – кандидат технических наук, доцент;
Д. Х. Нигматов – студент.

Information about the authors:

M. S. Prikazchikov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
D. X. Nigmatov – student.

Вклад авторов:

М. С. Приказчиков – научное руководство;
Д. Х. Нигматов – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. S. Prikazchikov – scientific guidance;
D. X. Nigmatov – writing an article.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Горецкий К. В., Керимов М. А. Анализ систем позиционирования роботизированных установок для пододвигания кормов	3
Колыванов М. В., Гужин И. Н. Анализ устройств для диагностики автомобильных генераторов	6
Воронина И. Н., Гужин И. Н. Эксплуатационные требования к моторным маслам	10
Горбунова В. В., Гужин И. Н. Анализ показателей качества моторного масла в процессе его работы	14
Данилова А. А., Гужин И. Н. Методы и способы диагностирования топливной аппаратуры дизельного двигателя	19
Шостак И. В., Гужин И. Н. Низкотемпературные свойства дизельного топлива	23
Рафиков В. С., Гужин И. Н. Старение моторного масла в процессе его работы	28
Никитин В. Ю., Гужин И. Н. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей	32
Девяткин Д. И., Гужин И. Н. Комплексный анализ физико-химических характеристик и нормативных требований испаряемости автомобильного топлива	36
Сидоров Д. С., Приказчиков М. С. Современные тенденции развития технического сервиса машин в сельском хозяйстве	40
Григорьев А. Б., Сазонов Д. С. Анализ устройств для диагностирования гидроприводов машин	44
Копылов С. А., Сазонов Д. С. Лакокрасочные материалы для защиты от коррозии металлических поверхностей сельскохозяйственной техники	47
Мартынов М. Ю., Сазонов Д. С. Особенности постановки на длительное хранение уборочных машин	51
Сундеев В. С., Приказчиков М. С. Цифровизация технического сервиса АПК посредством применения IoT систем	55
Осокин В. А., Гужин И. Н. Эксплуатационные требования предъявляемые к бензинам	60

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Андреев А. А., Черкашин Н. А. Методы ремонта огневого днища головки блока автотракторных дизелей	64
Рафиков В. С., Черкашин Н. А. Термические напряжения при эксплуатации головок цилиндров дизелей	68
Кожевников Д. А., Черкашин Н. А. Влияние легирующих элементов на термостойкость головки блока цилиндров дизелей	73
Андреев А. А., Черкашин Н. А. Факторы, определяющие долговечность головок цилиндров дизелей	77
Наумов Н. Д., Черкашин Н. А. Перспективные направления борьбы с коррозией деталей и машин	82
Денисов И. С., Артамонова О. А. Ремонт шариковых (кулачковых) предохранительных муфт	87
Денисова В. С., Артамонова О. А. Воздействие агрессивной среды на сельскохозяйственную технику	91

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ТРАКТОРОВ, АВТОМОБИЛЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Беликов Е. А., Вакула А. Е. Перспективная технология и комплекс машин для возделывания картофеля с модернизацией оборотного плуга ППО-8-40К	96
Дикуша И. А., Артамонов В. Е. Обзор перемешивающих устройств для двухконтурной системы питания дизеля и разработка схемы гидравлического перемешивания топливной смеси	100
Дорофеев А. С., Денисов С. В. Особенности ремонта навесных опрыскивателей в полевых условиях	105
Рахимбердин Р. Ю., Мингалимов Р. Р., Мингалимов Р. Р. Разработка конструкции пневматического устройства противоскольжения для двускатных колес	109

НАЧИНАЮЩИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬ

Власенко Э. А., Приказчиков М. С. Логистика международных поставок: проблемы и решения	113
Зубкова В. Д., Приказчиков М. С. Особенности перевозки цветов и растений автотранспортом	117
Евстифеева К. Д., Приказчиков М. С. Организация перевозки кормов для домашних животных	122
Гришина К. Д., Гужин И. Н. Использование информационных технологий при перевозке грузов	125
Литвинова А. А., Приказчиков М. С. Конейтерные перевозки	130
Старкова И. А., Приказчиков М. С. Перевозка грузов маркетплейсов	134
Жилина Е. Ж., Приказчиков М. С. Зелёная логистика	139
Нигматов Д. Х., Приказчиков М. С. Перевозка фейерверков	142

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ IX ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

18 марта 2026 г.

Подписано в печать 11.09.2026. Формат 60×84/8
Усл. печ. л. 17,44; печ. л. 18,75.
Тираж 500. Заказ № 217.

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