



**10/2024**

# **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА: ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ**



## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

*Катаев Ю. В., Герасимов В. С.,  
Тишанинов И. А.*

Вопросы экономии топливно-смазочных материалов при эксплуатации самоходной СХТ ..... 3

### НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИКИ

*Соломашкин А. А., Костомахин М. Н.*

Способы определения технического состояния сельскохозяйственной техники..... 11

*Дунаев А. В., Костомахин М. Н.*

Повышение эксплуатационного ресурса и надежности машинно-тракторного парка безразборными методами триботехники... 16

### ДИАГНОСТИКА

*Катаев Ю. В.*

Удаленное диагностирование параметров технического состояния сельскохозяйственной техники..... 20

### ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Костомахин М. Н., Саяпин А. С., Петрицев Н. А.,  
Макаркин И. М., Пестряков Е. В.*

Цифровой индикатор оценки системы гидравлического управления КПП тракторов..... 27

### ТЕХНИКА ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

*Ковалёв Л. И., Ковалёв И. Л., Костомахин М. Н.*

Повышение производительности труда при проведении инновационных мероприятий в ремонтно-сервисном секторе животноводства ..... 41

### ПЕРСПЕКТИВЫ ОТРАСЛИ

Вячеслав Пронин: пора перейти к нетарифным мерам защиты своего рынка ..... 61

№ 10/2024

Ежемесячный научно-практический журнал  
«Сельскохозяйственная техника:  
обслуживание и ремонт»

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации  
серия ПИ № ФС77-82445 от 10 декабря 2021 г.  
Учредитель:

Общество с ограниченной ответственностью  
«Издательский Дом «ПАНОРАМА»  
(ОГРН 1087746561187)

Президент ИД «Панорама» —  
Председатель Некоммерческого  
фонда содействия развитию  
национальной культуры и искусства

**К. А. Москаленко**

Генеральный директор ИД «Панорама»

**Г. К. Москаленко**

**Председатель редакционной коллегии:**

**В. И. Черноиванов,**

*академик РАН, д-р техн. наук*

**Редакционная коллегия:**

**С. А. Соловьев,**

*академик РАН, д-р техн. наук*

**Ю. Ф. Лачуга,**

*академик РАН, д-р техн. наук*

**И. И. Тесленко,**

*д-р техн. наук*

**С. Ж. Хуан,**

*канд. техн. наук, профессор*

**Р. К. Курбанов,**

*канд. техн. наук*

**Главный редактор**

**М. Н. Костомахин,**

*канд. техн. наук*

Верстка и корректура: И. Позихайло

Редакция: 8 (495) 274-22-22 (многоканальный)

Адрес редакции:

127015, г. Москва, Бумажный проезд, д. 14, стр. 2

Почтовый адрес редакции:

125040, Москва, а/я 1, ООО «ПАНОРАМА»

Сайт журнала в интернете:

<http://selhoztehnika.panor.ru>

Журнал распространяется через подписку.

Оформить подписку с любого месяца можно:

1. На нашем сайте **panor.ru**;

2. Через нашу редакцию по тел. **8 (495) 274-22-22** (многоканальный) или по заявке в произвольной форме на адрес: **podpiska@panor.ru**;

3. По официальному каталогу Почты России «Подписные издания» (индекс — П7176);

4. По «Каталогу периодических изданий. Газеты и журналы» агентства «Урал-пресс» (индекс на полугодие — 84836).

ИД «ПАНОРАМА»

Издательство «Сельхозиздат»

[www.selhozizdat.com](http://www.selhozizdat.com); [www.selhozizdat.pf](http://www.selhozizdat.pf)

Подписано в печать: 22.10.2024

Формат 60×88/8. Бумага офсетная.

Печать офсетная

Отпечатано в типографии

ООО «Типография "ПРОФПРИНТ"»,  
117437, Москва, ул. Профсоюзная, д. 104

Установочный тираж 5300 экз.

Цена свободная

Редакция не всегда согласна с мнением авторов публикуемых материалов.

# AGRICULTURAL MACHINERY: SERVICE AND REPAIR

## OPERATION AND REPAIR

*Kataev Yu. V., Gerasimov V. S., Tishannov I. A.*

Fuel and lubricants saving issues when using self-propelled agricultural machinery ..... 3

## RELIABILITY OF EQUIPMENT

*Solomashkin A. A., Kostomakhin M. N.*

Methods for determining the technical condition of agricultural equipment ..... 11

*Dunaev A. V., Kostomakhin M. N.*

Improving the operational life and reliability of the machine and tractor fleet by non-selective methods of tribotechnics ..... 16

## DIAGNOSTICS

*Kataev Yu. V.*

Remote diagnostics of the parameters of the technical condition of agricultural machinery ..... 20

## DIGITAL TECHNOLOGIES

*Kostomakhin M. N., Sayapin A. S., Petrishchev N. A., Makarkin I. M., Pestryakov E. V.*

Digital indicator for evaluating the hydraulic control system of the tractor gearbox ..... 27

## EQUIPMENT FOR ANIMAL HUSBANDRY

*Kovalev L. I., Kovalev I. L., Kostomakhin M. N.*

Increasing labour productivity by providing innovative activities in when repair and service sector in livestock industry ..... 41

## INDUSTRY PROSPECTS

Vyacheslav Pronin: it's time to switch to non-tariff measures to protect your market ..... 61

DOI 10.33920/sel-10-2410-01  
УДК 62-611

## ВОПРОСЫ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОХОДНОЙ СХТ

**Катаев Ю. В.,**

вед. науч. сотр.

E-mail: ykataev@mail.ru

**Герасимов В. С.,**

вед. спец.

E-mail: shrecycling@yandex.ru

**Тишанинов И. А.,**

мл. науч. сотр.

E-mail: tishaninov@yandex.ru

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация.** Агропромышленный комплекс (АПК) России является одним из основных потребителей нефтепродуктов. Объемы работ в сельском хозяйстве, загрузка техники при выполнении полевых и транспортных работ предъявляют повышенные требования к качеству горюче-смазочных материалов. В статье представлен обобщенный материал, связанный с экономным использованием топливно-смазочных материалов, по отечественным и зарубежным источникам, использована информация о качестве и ассортименте масел, применяемых в АПК России.

**Ключевые слова:** горюче-смазочные материалы, топливно-смазочные материалы, сельскохозяйственная техника, масла, регенерация, экономия, агрохозяйства, агропромышленный комплекс.

## FUEL AND LUBRICANTS SAVING ISSUES WHEN USING SELF-PROPELLED AGRICULTURAL MACHINERY

**Kataev Yu. V.,**

Leading Researcher

E-mail: ykataev@mail.ru

**Gerasimov V. S.,**

Leading Specialist

E-mail: shrecycling@yandex.ru

**Tishannov I. A.,**

Junior Researcher

E-mail: tishaninov@yandex.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM

**Abstract.** The agro-industrial complex (AIC) of Russia is one of the main consumers of petroleum products. The volume of work in agriculture, the loading of equipment during field and transport work,

impose increased requirements on the quality of fuels and lubricants. The article presents generalized material related to the economical use of fuels and lubricants from domestic and foreign sources, using information on the quality and range of oils used in the AIC of Russia.

**Keywords:** fuels and lubricants, fuel and lubricants, agricultural machinery, oils, regeneration, savings, agricultural enterprises, agro-industrial complex.

### ВВЕДЕНИЕ

Обеспеченность топливно-смазочными материалами (ТСМ), по экспертным оценкам ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, составляет 65–70 %, поэтому вопросы экономии ТСМ являются наиболее актуальными в сельскохозяйственном производстве.

Пашни в АПК обрабатываются сотнями тысяч единиц сельскохозяйственной техники (СХТ), которая работает в основном на дизельном топливе, способствующем экономии средств благодаря дешевизне в сравнении с бензином и универсальности за счет использования на разных сельскохозяйственных машинах без потерь качества их работы.

Многофункциональные агрегаты на дизельном топливе позволяют механизировать практически все сельскохозяйственные процессы, облегчают труд сельхозтоваропроизводителей, дают возможность расширить производство. Акцентирование сельхозпроизводителей на закупке универсальных механизированных комплексов на базе тракторных агрегатов с дизельными двигателями даст возможность минимизировать затраты сельскохозяйственного производства, эффективно осуществлять полный цикл сельскохозяйственных операций и снизить сроки окупаемости приобретенной техники [1].

Бесперебойная эффективная работа такого обширного машинно-тракторного парка АПК РФ может осуществляться только благодаря организации своевременных поставок качественных ТСМ.

В целях экономии горюче-смазочных материалов (ГСМ) в условиях рядовой эксплуатации тракторов, комбайнов и грузовых автомобилей с дизельными двигателями необходимо постоянно оперативно контролировать топливно-энергетические показатели и оценивать топливную экономичность дизелей с последующим своевременным проведением ремонтно-обслуживающих работ с целью доведения эксплуатационной мощности, расхода топлива (массового или объемного) и топливной экономичности до нормативных значений [2].

По результатам контроля топливно-энергетических показателей можно оценивать топливную экономичность дизеля и принимать решение о возможности дальнейшей эксплуатации машины или назначение вида и объема ремонтно-обслуживающих работ.

**Цель исследования** — провести комплексный анализ с получением развернутых характеристик систем экономии топливно-смазочных материалов по отечественным и зарубежным источникам.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Физико-химические и эксплуатационные свойства дизельного топлива оказывают огромное влияние на безотказную работу дизеля, его мощность и расход топлива.

Качественное дизельное топливо должно иметь достаточную подвижность при разной температуре окружающей среды за счет определенной

Таблица 1

**Зависимость вязкости топлива от температуры**

Дизельное топливо	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с, при температуре, °С			
	20	0	-10	-20
Летнее	6,36	12,94	20,59	50,92
Зимнее	4,26	8,36	12,43	20,6

вязкости и температуры застывания топлива. Зависимость вязкости дизельного топлива от температуры показана в таблице 1.

С повышением вязкости дизельное топливо медленнее проходит через топливные фильтры, что способствует падению мощности, а распыление ухудшается с повышением вязкости за счет образования крупных капель. При малой вязкости процесс смесеобразования также ухудшается из-за снижения скорости проникновения капель топлива в камеру сгорания, в результате чего топливовоздушная смесь неоднородна.

Оптимальная вязкость дизельного топлива с точки зрения распыливания и прокачиваемости 4–8 мм<sup>2</sup>/с при 20 °С. Поскольку для приборов системы питания дизельное топливо служит смазывающей жидкостью, то использование топлива с вязкостью меньше указанных значений недопустимо. В противном случае возрастает износ плунжерных пар, а также снижается коэффициент подачи топлива в камеру сгорания из-за увеличения его утечек через зазоры прецизионных пар. При повышении вязкости от 3 до 8 мм<sup>2</sup>/с коэффициент подачи топлива увеличивается на 15–16 % [3].

Удельный расход топлива дизельных двигателей на 25–30 % ниже, чем карбюраторных. Дизельные двигатели более надежны в эксплуатации и более долговечны, они обладают лучшей приемистостью, т. е. легче

набирают обороты и преодолевают перегрузки. В то же время дизели отличаются большей сложностью в изготовлении, большими габаритами и меньшей мощностью на единицу веса. Но, исходя из более экономичной и надежной работы, дизели успешно конкурируют с карбюраторными двигателями [4].

Для обеспечения долговечной и экономичной работы дизельного двигателя дизельное топливо должно отвечать следующим требованиям:

- иметь хорошее смесеобразование и воспламеняемость;
- обладать соответствующей вязкостью;
- иметь хорошую прокачиваемость при различных температурах окружающего воздуха;
- не содержать сернистых соединений, водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды.

Принято следующее условное обозначение дизельного топлива [5]. Основные показатели дизельных топлив приведены в таблице 2.

Из приведенного выше обзора видно, что в настоящее время, несмотря на разнообразие предлагаемых методов по улучшению низкотемпературных свойств дизельных топлив, данная проблема остается до конца не решенной как в отечественной, так и в мировой практике эксплуатации дизельных двигателей. Проблема улучшения низкотемпературных

**Основные показатели дизельных топлив**

Показатели	Марки топлива		
	Л	З	А
Цетановое число, ед., не менее	45	45	45
Фракционный состав: – 50 % перегоняется при температуре, °С, не выше – 96 % перегоняется при температуре (конец перегонки), °С, не выше	280 360	280 340	255 330
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм <sup>2</sup> /с Ст	3,0–6,0	1,8–5,0	1,5–4,0
Температура, °С, не выше – застывания – помутнения	–10 –5	–35 (–45) –25 (–35)	–55
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже: – для дизелей общего назначения – для тепловозных и судовых дизелей и газовых турбин	40 62	35 40	30 35
Содержание меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	0,01
Содержание фактических смол, мг/100 г	40	30	30
Кислотность, мг КОН/100 см <sup>3</sup> , не более	5	5	5
Йодное число, г/2/100 г, не более	6	6	6
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01
Коксуемость 10 %-го остатка, 5, не более	0,3	0,3	0,3
Коэффициент фильтруемости, не более	3	3	3
Массовая доля серы, %, не более	0,2	0,2	0,2
Плотность при 20 °С, кг/см <sup>3</sup> , не более	860	840	830

свойств дизельного топлива на стадии как его производства, так и потребления автотракторными двигателями требует всесторонних дальнейших исследований. Поэтому необходимо сосредоточить усилия по созданию условий, смягчающих негативное воздействие внешних факторов как на работу агрегатов топливной системы, так и на свойства дизельного топлива.

Результатами испытаний тракторов и ГСМ установлено, что в моторных маслах в зависимости от увеличения количества сульфонатной

присадки от 3,6 до 5,8% снижается загрязненность поршней углеродистыми отложениями с 35 до 20 баллов, или с 0,01 до 0,005–0,009 балла в час. Это обеспечивает фактический ресурс двигателя до 1-го капитального ремонта в требуемом объеме 8–10 тыс.ч при наработке на отказ 300–1000 ч [6].

Следует отметить, что масла М-10Дм производства Пермского НПЗ могут быть рекомендованы к применению как в отечественных, так и в зарубежных двигателях тракторов

фирм «Кейс», «Клаас», «Джон Дир» и других для работы в сельском хозяйстве. А такие масла, как «Шелл», «Римула», SAE, 15W40, CF-4, в двигателе обеспечили эксплуатацию трактора «Магнум» в течение 10 380 ч. При этом щелочное число не снижалось ниже нормы масел группы «Г».

Для специалистов предприятий инженерной службы АПК и структурных органов управления агропромышленными формированиями рекомендуется решить следующие вопросы:

- улучшить стандартизацию методов испытаний ГСМ, проводить унификацию с целью сокращения и объединения их на базе высокосортных нефтепродуктов;

- пересмотреть технические условия и ввести в действие научно-техническую документацию на продукты, прошедшие приемочные испытания;

- модернизировать и ужесточить методы оценки физико-химических, противоизносных, антинагарных, антиокислительных, антикоррозионных, противопенных и других свойств ГСМ;

- создать технические регламенты, определяющие порядок разработки, испытания и применения ГСМ;

- ввести обязательные испытания нефтепродуктов зарубежного производства;

- решить вопросы гарантии качества и соответствия зарубежных ГСМ требованиям отечественной техники;

- прекратить практику отклонения российских смазочных материалов от применения на зарубежной и отечественной технике. Не следует ограничивать проверку ГСМ только получением сертификата один раз в несколько лет.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экономия топлива достигает 15% при применении моторных масел с повышающими вязкость присадками. В свою очередь, содержание серы в топливе влияет на периодичность замены масла в двигателе. Использование масел с композицией присадок обеспечивает надежную работу сборочных единиц и агрегатов и увеличивает срок замены масла в 5 раз и более. Так, срок замены масла в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) достигает 500 ч, а сборочных единиц трансмиссии — 4000 ч. Применение пластичных смазок позволяет сборочным единицам устойчиво работать без замены [7].

Восстановление масла начинается с организации его отдельного сбора. Масла моторные отработанные должны обладать кинематической вязкостью не менее  $5 \text{ мм}^2/\text{с}$ , температурой вспышки не ниже  $120^\circ\text{C}$ , содержать не более 2% механических примесей и не более 5% воды.

Регенерация масла включает четыре этапа. Сначала масло отстаивают в специальных конических сосудах с подогревом, затем нагревают в трубчатом нагревателе (для дизельных двигателей до  $330^\circ\text{C}$ ). Нагретое масло подают в испаритель с давлением ниже атмосферного. Здесь топливные фракции и вода отделяются от масла. После этого масло подают в мешалку с отбеливающей глиной, где продукты окислительной полимеризации адсорбируются на частицах глины. На заключительном этапе масло под давлением пропускают через фильтры и добавляют соответствующие присадки.

Большие потенциальные возможности экономии ТСМ заложены в снижении коэффициента сопротивления перемещению агрегатов. Он может

изменяться в зависимости от качества дорог [8].

Влияние на расход топлива оказывают дорожные условия. Коэффициент сопротивления качению может значительно изменяться. Увеличение его на 6% приводит к росту расхода топлива на 1%. На рост сопротивления качению оказывает влияние давление и состояние протектора шин, а также температура окружающей среды (при понижении температуры с

30 до 0°C сопротивление перемещению колес возрастает на 40%).

Основным критерием эффективности использования дизельного топлива является соблюдение действующих линейных и групповых (удельных) норм его расхода. По экономии топлива и смазочных материалов рекомендуется разрабатывать годовые и перспективные программы (планы) организационно-технических мероприятий или другие документы,

Таблица 3

**Системы экономии дизельного топлива**

Наименование системы	Производитель	Устройство и принцип работы	Экономия топлива, %
Биокатализатор, ускоряющий процесс горения, MPG-BOOST™	MPG компании FFI (США)	Поставляется в жидком виде 	– экономит дизельное топливо на 20 %; – чистит топливную систему; – повышает качество; – уменьшает содержание серы в 5 раз; – уменьшает выброс вредных веществ в атмосферу на 80 %
Системы смешивания дизтоплива и сжиженного газа в грузовых автомобилях «дизель/газ»	GSPK Multifuel Technology (Йоркшир)	В качестве газа здесь обычно используется пропан или бутан, а также их смеси	– экономия топлива 14 %; – процесс сжигания не ухудшается; – очистка топливной системы
R&T® Diesel топливная синергетика для всех марок дизельного топлива. Выпускается по ТУ 2439-001-89630018-2010 под наименованием «СТД-10»	ООО «РНТ компани», г. Зеленоград	Смешивается с дизельным топливом в дозировке 1 л: 100 тыс. л топлива	– экономия топлива 7–15 %; – повышение мощности двигателя на 3–6 %.
Счетчик топлива DFM для двигателей (дизтопливо, солярка)	ЗАО «СТ «Техно-тон», г. Минск	Предназначен для измерения расхода топлива и времени работы тракторов	Экономический эффект применения приборов учета топлива различен и колеблется обычно от 10 до 35 %

в которых содержатся программы действий сельхозпредприятия на планируемый период, направленные на повышение эффективности использования нефтепродуктов и устранение их потерь.

В процессе эксплуатации машинно-тракторного парка целесообразно применять новые разработки, охватывающие все вышеперечисленные системы и способы экономии ТСМ [9–11].

В ДВС сельскохозяйственных машин для преодоления своих внутренних механических потерь затрачивается до 20% топлива и 10% теряется в трансмиссиях, поэтому экономия ТСМ является одной из приоритетных задач.

На качество ТСМ большое влияние оказывают присадки и добавки (табл.3), их ассортимент огромен, некоторые из них направлены на модификацию цетанового числа, другие — на очищение или антикоррозийную защиту. Но использовать их надо строго в определенном количестве и составе, которое может определить только квалифицированный специалист, имеющий навыки работы с присадками в частности и с дизельным топливом вообще.

Можно сделать вывод, что система экономии ТСМ в при эксплуатации сельскохозяйственных машин и агрегатов и ее рациональное использование включают следующие направления: совершенствование конструкций двигателей; поддержание техники в исправном состоянии; эксплуатацию сельхозмашин в оптимальных режимах; внедрение дифференцированных норм расхода ТСМ в зависимости от условий эксплуатации машин; контроль расхода ТСМ; использование экономичных присадок и добавок в ТСМ; повышение качества

и восстановление работоспособности ТСМ; рациональное хранение и транспортировку ТСМ, автоматизированную заправку; применение ТСМ в соответствии с химмотологической картой машин по ГОСТ 25549-90; использование современных ресурсосберегающих технологий при выполнении сельскохозяйственных работ.

## Выводы

Представленные в статье материалы позволяют рекомендовать предприятиям АПК для практического использования следующие мероприятия по экономии ТСМ:

- осуществлять постоянный контроль расхода ТСМ тракторного и комбайнового парка в хозяйствах;
- определять качественные ТСМ: дизтопливо по фрикционному составу и цетановому числу, моторные масла с повышающими вязкость присадками дают существенную экономию при эксплуатации техники за счет надежной работы сборочных единиц агрегата и тем самым увеличивают срок замены масла в 5 раз и более;
- осуществлять внедрение современных технологий транспортировки и хранения в сочетании с новыми видами оборудования, что позволит сократить потери ТСМ и даст значительную экономию на этих основных технологических процессах;
- осуществлять точное выполнение требований химмотологической карты, что позволяет поддерживать эксплуатационную надежность, долговечность и экономичность СХТ за счет значительного увеличения пробега до капитального ремонта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание, ремонт и обновление

сельскохозяйственной техники в современных условиях / В.И. Черноиванов, С.А. Горячев, Л.М. Пильщиков, И.Г. Голубев. — М.: Росинформагротех, 2008. — 148 с.

2. Катаев Ю.В., Малыха Е.Ф. К вопросу выбора и использования современных средств технического обслуживания машин // Автотранспортная техника XXI века: Сборник статей III Международной научно-практической конференции. — 2018. — С. 45–52.

3. Коршак А.А. Заправка автотранспортных средств горючими и смазочными материалами: Учебное пособие. — М.: Феникс, 2017. — 308 с.

4. Линейные нормы расхода топлива и смазочных материалов для механических транспортных средств машин, механизмов и оборудования. — М.: Информпресс (Минск), 2016. — 389 с.

5. Школьников В.М. Горючие, смазочные материалы: энциклопедический толковый словарь-справочник. — М.: Техинформ, 2017. — 925 с.

6. Дунаев А.В. Технология экспресс-контроля моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания // Горный журнал. — 2008. — №9. — С. 118–119.

7. Краснощёков Н.В. Орстик Л.С., Халфин М.А. Система использования техники в сельскохозяйственном производстве. Построение эффективного машинного производства продукции. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. — 520 с.

8. Остриков В.В., Нагорнов С.А., Клеменов О.А. и др. Топливо-смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. — Тамбов: ТГТУ, 2008.

9. Дорохов А.С., Петрищев Н.А., Маркин И.М. и др. Резервы повышения производительности и надежности МТП в АПК // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. — 2018. — № 11. — С. 34–39.

10. Катаев Ю.В., Герасимов В.С., Тишанинов И.А., Градов Е.А. Перспективные направления восстановления смазочных материалов для узлов и агрегатов энергонасыщенной сельскохозяйственной техники // Технический сервис машин. — 2023. — Т.61. — № 3 (152). — С. 12–18. DOI: 10.22314/2618-8287-2023-61-3-12-18. EDN GVYLWR.

11. Дорохов А.С. Роль качества в инженерно-техническом обеспечении АПК // Труды ГОСНИТИ. — 2016. — Т. 125. — С. 62–69.

**ЖУРНАЛ «КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И КОРМОПРОИЗВОДСТВО»**

**ВСЕ О КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**  
Входит в Перечень изданий ВАК.

Главное условие успешного развития животноводства — производство достаточного количества кормов. Максимально полное использование генетического потенциала продуктивности требует увеличения производства кормов, повышения их качества и совершенствования структуры кормопроизводства. Решение всех поставленных вопросов читатель найдет в полюбившемся всем специалистам в области кормления с.-х. животных журнале «Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство», где публикуются очень важные для практиков и ученых материалы, ав-

торами которых являются как широко известные, так и молодые специалисты-исследователи. Содержание статей отличается новизной и возможностью применения на практике, что очень важно для специалистов таких хозяйств, которые испытывают значительные трудности в доступной информации о новых технологиях кормления, приготовления кормосмесей, инновационных технологиях заготовки кормов и их консервировании, требованиях к качеству отечественных и зарубежных кормовых добавок, о контроле качества и безопасности сырья и комбикормов, ветеринарном и фитосанитарном контроле и др. Обо всем этом журнал рассказывает подробно и конкретно.



Редакционная подписка на 20 % дешевле, чем подписка на почте.

**ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!** Получить счет для оплаты подписки через редакцию можно, прислав заявку в произвольной форме на адрес: [podpiska@panor.ru](mailto:podpiska@panor.ru). Подробнее о подписке — на сайте [www.panor.ru](http://www.panor.ru), тел. 8 (495) 274-22-22 (многоканальный)

DOI 10.33920/sel-10-2410-02

УДК 625

# СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Соломашкин А. А.**

канд. техн. наук,

**Костомахин М. Н.,**

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

**Аннотация.** В статье представлен материал по определению технического состояния машины/механизма. Дано определение исправности, работоспособности и технического состояния машины. Приведены способы оцифровки этих понятий.

**Ключевые слова:** исправность, работоспособность, техническое состояние, коэффициент полезного действия (КПД).

## METHODS FOR DETERMINING THE TECHNICAL CONDITION OF AGRICULTURAL EQUIPMENT

**Solomashkin A. A.,**

Ph.D.,

**Kostomakhin M. N.,**

PhD, Leading researcher,

Federal Scientific Agroengineering Center VIM

**Abstract.** The article presents material on determining the technical condition of the machine/mechanism. The definition of serviceability, operability and technical condition of the machine is given. The ways of digitizing these concepts are given.

**Keywords:** operability, working capacity, technical condition, efficiency.

Известно, что основная потребительская функция, полезная для человека, машины/механизма (далее — машины), является выполнение вместо него (комбайн) или вместе с ним (мясорубка) полезной работы.

При этом наряду с полезной совершается и бесполезная, вредная работа. Полезную для человека работу оценивают коэффициентом полезного действия — КПД, а бесполезную — никак, в лучшем слу-

чае как разность между единицей и КПД. Бесполезную работу списывают на потери внутри машины, механизма.

Потери в машине — это в основном потери на трение, снижающие ее КПД и ухудшающие условия ее работы. Чем больше потеря, тем меньше КПД.

Рост потерь приводит к отказам, сначала нерегулярным, постепенным, связанным с износом деталей машины. Это отказы 1-й группы. Потом

скорость изнашивания нарастает, поток отказов становится регулярным, частота отказов увеличивается, появляются отказы, связанные с абразивным, прогрессирующим износом. Работоспособность машины падает, и в итоге наступает отказ, связанный с потерей работоспособности, и машина перестает работать. Это — отказы 2-й группы.

Таким образом, исправность машины характеризуется ее отказами. Исправность — это оценка величины ресурсного параметра, принимающего значение от номинального  $U_{ном}$  до предельного  $U_{пр}$ , через допуск —  $D$ . При значении параметра ниже допуска  $D$  деталь машины/механизма исправна. Выше — нет.

Оценивается с помощью действующей в данный момент системы допусков.

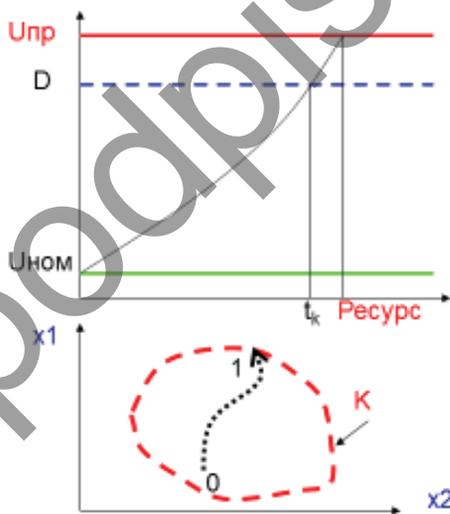
Работоспособность — способность совершать работу, т. е. преоб-

разовывать работу внешних сил на входе машины в полезную работу на ее выходе.

Характеризуется тремя безразмерными показателями энергобаланса машины, тремя видами механической энергии, циркулирующей внутри машины, во время передачи работы внешних сил, приложенных на его входе, в работу на его выходе. Это  $K = \Delta K / A_{вх}$ ,  $\Pi = \Delta \Pi / A_{вх}$  и  $D = \Delta D / A_{вх}$ , где  $\Delta K$ ,  $\Delta \Pi$  и  $\Delta D$  — изменение соответственно кинетической, потенциальной и диссипативной энергии, циркулирующей внутри механизма между его входом и выходом, а  $A_{вх}$  — работа внешних сил на входе машины.

Потери механической энергии  $\Delta D$  как сумма потерь кинетической  $\Delta K$  и потенциальной  $\Delta \Pi$  энергий образуют диссипативную часть энергии, также участвующую в энергобалансе машины.

### Исправность



$K$  — контур предельных значений параметра

### Работоспособность

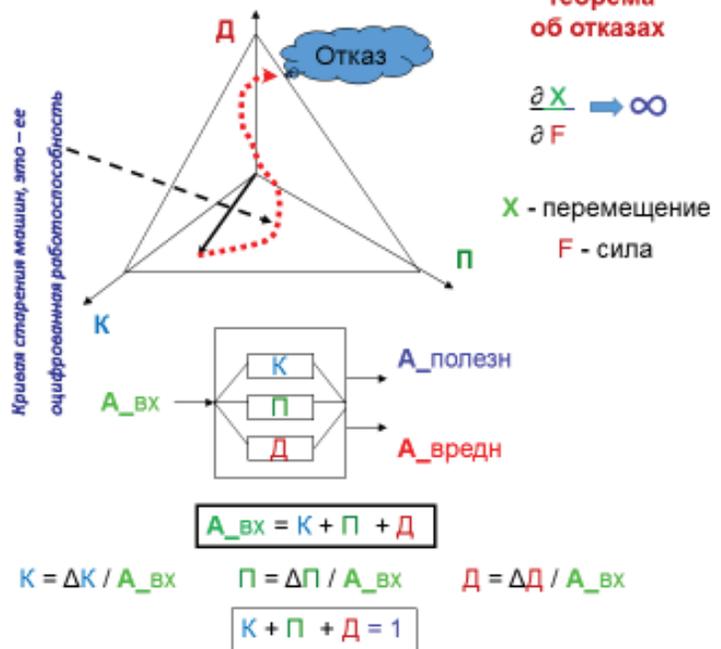


Рис. 1. Исправность и работоспособность машины

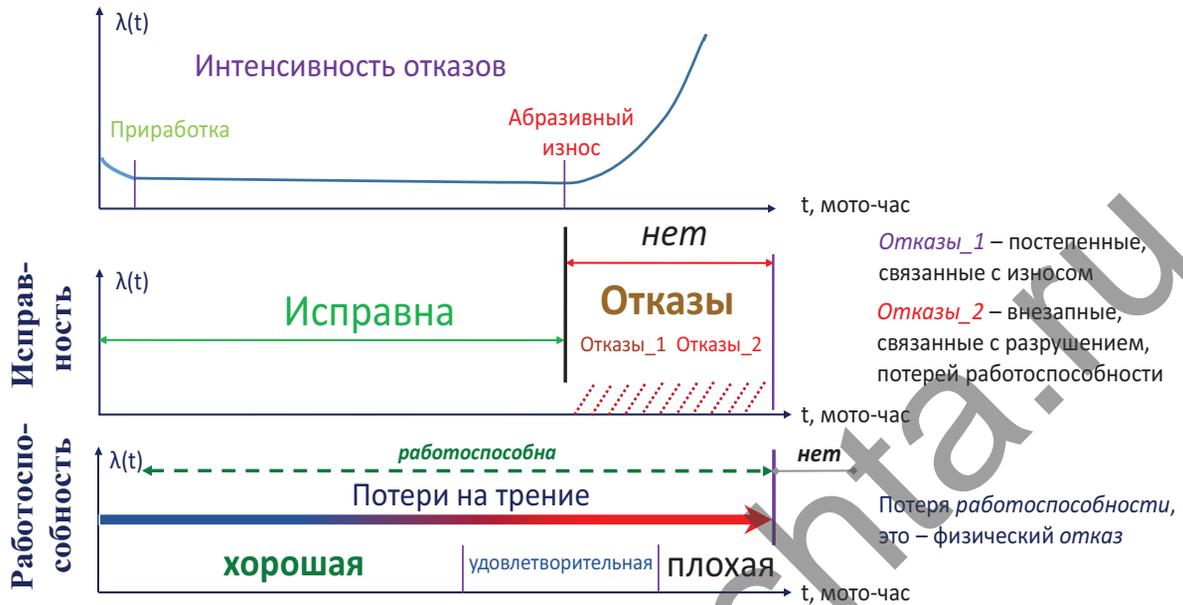


Рис. 2. Техническое состояние машины. Ее исправность и работоспособность

Оценивается работоспособность как отношение номинальной величины полезной работы на выходе машины к фактическому значению в данный момент времени, т. е. от  $A_{ном}(t) / A_{факт}(t)$ , до нуля.

Эти значения определяются потерями. Например, значение работоспособности 0,75 (75%) говорит о малых потерях, т. е. о высокой работоспособности, а 0,15 — о больших потерях и низкой работоспособности.

На рисунке 1 изображено два способа представления, две модели определения исправности и работоспособности машины.

Одновременно характеризовать исправность и работоспособность машины может ее техническое состояние (ТС), описывающее работоспособность машины при наличии сбоев, отказов. Это своего рода интегральный показатель качества, описывающий одновременно два показателя надежности — безотказность и долговечность. Такие показатели представлены в ГОСТ 27.002-89 Надеж-

ность в технике. Основные понятия. Термины и определения [1]. Здесь же рассматриваются их аналоги.

На рисунке 2 изображено ТС машины как сочетание ее исправности и работоспособности в зависимости от интенсивности отказов для данной машины.

Из рисунка видно, как отказы влияют на исправность и работоспособность машины.

Техническое состояние — показатель, характеризующий одновременно исправность и работоспособность машины, т. е. потребительскую функцию машины в целом. ТС может быть хорошее, удовлетворительное или плохое в зависимости от интенсивности отказов, присущих данной машине.

Машина может быть исправна или нет, работоспособна или нет. При этом если машина исправна, то она и работоспособна, но если она работоспособна, то не всегда исправна. Например, не работает звуковой сигнал машины или перегорела лампочка

дальнего света фар. Машина неисправна, но работоспособна.

ТС характеризуется параметрами технического состояния (ПТС), описывающими свойства деталей машины, механизма, их внешними и внутренними свойствами, а также способами их поведения во время работы в составе машины, такими как износ, отказы [2–4].

Таковыми ПТС являются размер детали, зазор между деталями, плотность и твердость поверхности детали, ее теплопроводность и теплоемкость, электрическое и магнитное сопротивление, коррозионная стойкость и т. д.

В отдельных случаях появляется необходимость оцифровать ТС.

Основным параметром, характеризующим ТС машины в целом, является ее КПД.

Для этого рассмотрим КПД как некий аналог ТС.

На рисунке 3 изображен способ оцифровки ТС через значение КПД.

На рисунке 3 ТС представлено как отношение номинально-

го значения КПД к фактическому,  $ТС(t) = КПД_{ном}(t) / КПД_{факт}(t)$ . При этом ТС вычисляется как среднее значение этого отношения за срок службы  $t$  машины.

За время  $t$  значение КПД меняется несколько раз:  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$ . Это связано с операциями ТО и ремонта машины за срок ее службы. Это время ступенчатого повышения КПД до нужного уровня [5].

Способ измерения значения ТС через величину КПД машины является приближенным, однако это значение позволяет отслеживать изменение ТС за срок службы машины и проводить своевременные операции ТО и ремонта.

**Выводы:**

1. Техническое состояние машины определяется ее исправностью и работоспособностью.

Машина исправна и работоспособна, ее ТС хорошее. Машина неисправна, но работоспособна, ее ТС удовлетворительно. Машина неработоспособна, ее ТС плохое.

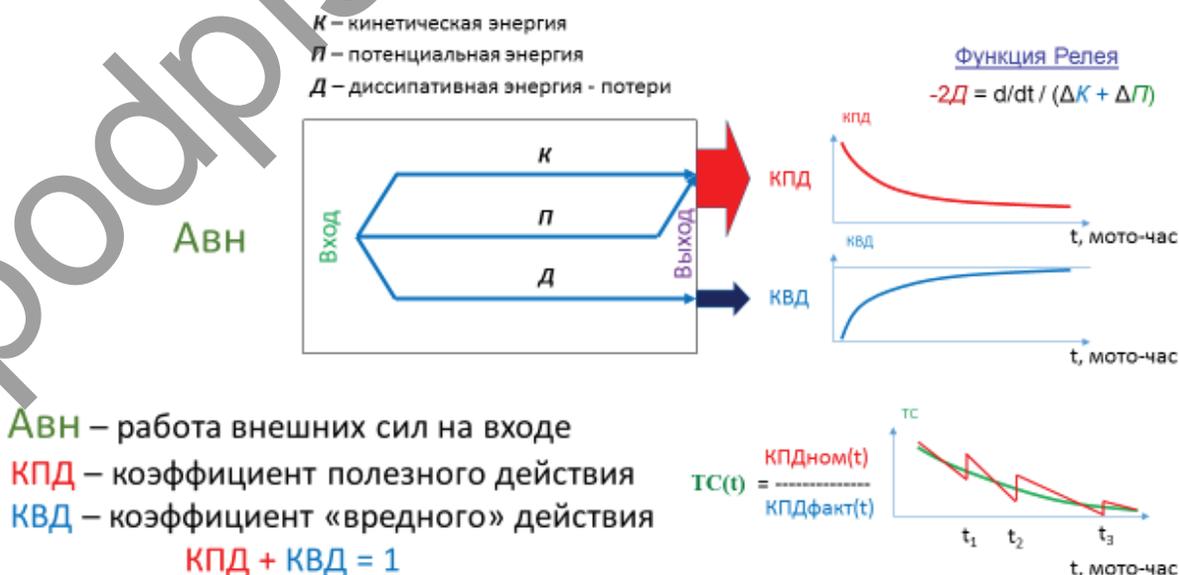


Рис. 3. Способ оцифровки ТС через КПД

2. Исправность машины характеризуется ее отказами.

Оценивается с помощью системы допусков, действующей в данный момент времени.

3. Работоспособность машины характеризуется тремя безразмерными показателями энергобаланса внутри машины во время ее работы: изменение кинетической, потенциальной и диссипативной энергии.

Оценивается как отношение номинальной величины полезной работы на выходе машины к фактическому значению работы в данный момент времени.

4. Техническое состояние — показатель, характеризующий одновременно исправность и работоспособность машины.

ТС оценивается как отношение номинального значения КПД к фактическому в данный момент времени.

Это позволяет отслеживать изменение ТС за срок службы машины и проводить своевременные операции ТО и ремонта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

2. Костомахин М.Н. Влияние эксплуатационной надежности тракторов и зерноуборочных комбайнов на эффективность их использования: Дис. ... канд. техн. наук / Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка РАСХН. — М., 2008.

3. Костомахин М.Н. Нормирование показателей надежности машин / М.Н.Костомахин // Сельский механизатор. — М.: Нива, 2012. — № 1. — С. 6–8. ISSN: 0131-7393

4. Соломашкин А. А. Параметры технического состояния деталей машин // Труды ГОСНИТИ. — 2014. — Т.116. — С. 52–56.

5. Селиванов А. И. Основы теории старения машин. — М.: Машиностроение, 1970. — 408 с.

Издательский Дом  Издательский Дом ПАНОРАМА представляет Журнал «Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве»

www.panor.ru НАУКА И ПРАКТИКА

Реализация задач продовольственной безопасности, стоящих перед отечественными сельхозпроизводителями в реализации государственной политики импортозамещения, невозможна без эффективной организации труда и безусловного соблюдения техники безопасности. Уровень охраны труда и техники безопасности — показатель эффективности организации и культуры сельхозпроизводства, фактор продовольственной независимости государства.

Однако положение с охраной труда и производственным травматизмом в АПК остается неудовлетворительным. К выполнению работ, в том числе повышенной опасности, привлекается необученный персонал. Нередко работники не обеспечиваются необходимыми средствами защиты, спецодеждой. Выявляются факты неквалифицированного расследования и сокрытия несчастных случаев в процессе сельхозпроизводства. Как результат — высокий уровень травматизма и профессиональных заболеваний.

Решение вопросов улучшения условий и охраны труда на производстве, обеспечения безопасности жизни и здоровья работников агропромышленного комплекса в процессе трудовой деятельности, снижения производственного травматизма и профессиональных заболеваний вы найдете в ежемесячном научно-производственном журнале «Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве».



ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

- СТИРКА СПЕЦОДЕЖДЫ: ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ
- ПРАВИЛА ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ БОЙЦА СКОТА
- ОХРАНА ТРУДА НА ПТИЦЕФАБРИКЕ «ТАВРИЧЕСКАЯ»