**«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»**
**Научно-производственный периодический журнал**

**«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»**
**The research-and-production periodic magazine**

**№5, 2013**

**Основан в 2012 г.**
**Выходит 6 раз в год**

**It is based in 2012.**
**There are 6 times a year**

**Учредитель и издатель журнала:**
***государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук***
**(ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии)**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА**

**ЗАЗУЛЯ Александр Николаевич — главный редактор, д-р техн. наук, директор ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии**

**НАГОРНОВ Станислав Александрович — зам. главного редактора, д-р техн. наук, профессор, зам. директора по научной работе ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии**

**ГОЛУБЕВ Иван Григорьевич** — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Московской области, зав. отделом ФГБНУ «Росинформагротех»

**ГОРБАЧЕВ Иван Васильевич** — член-корреспондент Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, академик-секретарь Отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии

**ДИДМАНИДЗЕ Отари Назирович** — член-корреспондент Россельхозакадемии, академик ГАСХН, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, зав. кафедрой ФГБОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина»

**ЕРОХИН Михаил Никитьевич**—академик Россельхозакадемии, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн.наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ, Президент ФГБОУ ВПО «МГАУ им. В.П.Горячкина»

**ЖАЛНИН Эдуард Викторович** — д-р техн. наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники; зав. отделом ГНУ ВИМ Россельхозакадемии

**ЗАВРАЖНОВ Анатолий Иванович** — академик Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, Президент ФГБОУ ВПО МичГАУ

**ИВАНОВ Юрий Анатольевич** — член-корреспондент Россельхозакадемии, д-р с.-х. наук, профессор, директор ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии

**ЛАРЮШИН Николай Петрович** — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник сельского хозяйства, профессор кафедры ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

**ЛЯЛЯКИН Валентин Павлович** — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, зам. директора по инновационной деятельности ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии

**МИЩЕНКО Сергей Владимирович** — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат премии Правительства РФ в области образования, член Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ РАН, ректор ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет»

**ПОПОВ Владимир Дмитриевич** — академик Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, президент Региональной областной организации "Санкт-Петербургская ассоциация инженеров сельского хозяйства – СПА-ИСХ", член Правления Ассоциации содействия полевым экспериментам и исследованиям, директор ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии

**СТРЕБКОВ Дмитрий Семенович** — академик Россельхозакадемии, действительный член Международной академии безопасности и РАЕН; д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, член Научного Совета РАН по проблеме «Методы прямого преобразования видов энергии в электрическую»; председатель Российской секции Международного общества Солнечной энергии, заместитель председателя Российского комитета по использованию возобновляемых источников энергии, председатель рабочей группы Европейского бюро ЮНЕСКО по образованию в области солнечной энергии, директор ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии

**ФЕДОРЕНКО Вячеслав Филиппович** — член-корреспондент Россельхозакадемии, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор ФГБНУ «Росинформагротех»

**Редакция**

Адрес редакции: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: naukacr@yandex.ru

**Технический редактор:** Левина Эмма Владимировна**, тел. +7 (920) 246-20-64**

**Компьютерное макетирование:** Левин Максим Юрьевич**, тел. +7 (920) 240-71-96**

© «Наука в центральной России», 2013

**««НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»** **«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»**

**Научно-производственный периодический журнал** **The research-and-production periodic magazine**

**Основан в 2012 г.** **It is based in 2012.**

**Выходит 6 раз в год** **There are 6 times a year**

---

**Учредитель и издатель журнала:**

***государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук***

**(ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии)**

---

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

*агропромышленные инновационные технологии (в животноводстве и растениеводстве)*

КУРГУЗКИН Владимир Николаевич — д-р с.-х. наук, зав. лабораторией технологии производства молока и говядины ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

ШУЛАЕВ Геннадий Михайлович — канд. с.-х. наук, зав. лабораторией технологии производства свинины ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*моделирование и управление в технических системах*

ДОРОВСКИХ Владимир Иванович – к-т техн. наук, зав. лабораторией управления качеством технологических процессов в животноводстве ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*современные энергосберегающие технологии, в том числе нанотехнологии*

ПЕТРАШЕВ Александр Иванович — д-р техн. наук, главный научный сотрудник лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*фундаментальные и прикладные приоритетные исследования*

ТИШАНИНОВ Николай Петрович — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*экология и рациональное природопользование*

ПРОХОРЕНКОВ Вячеслав Дмитриевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*экономика сельскохозяйственного производства*

САЗОНОВ Сергей Николаевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*эффективное использование нефтепродуктов*

ОСТРИКОВ Валерий Васильевич — д-р техн. наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*эффективное использование альтернативных энергоносителей*

ШУВАЛОВ Анатолий Михайлович — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования альтернативных источников энергии взамен жидкого топлива ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

*эффективное использование отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники*

ТЫРНОВ Юрий Алексеевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования машинно-тракторных агрегатов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

ЕРОХИН Геннадий Николаевич — к-т техн. наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельхозтехнике ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии

---

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

© «Наука в центральной России», 2013

**СОДЕРЖАНИЕ**

*САЗОНОВ С.Н., САЗОНОВА Д.Д., ПОПОВА О.Н.*
ОСНАЩЕННОСТЬ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ ТЕХНИКОЙ ..... 4
*САЗОНОВА Д.Д., САЗОНОВ С.Н.*
СОЦИАЛЬНЫЕ ПЛАТЕЖИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ..... 12
*ОСТРИКОВ В.В., КОРНЕВ А.Ю., ШИХАЛЕВ И.Н., БЕКТИЛЕВОВ А.Ю.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СМАЗОЧНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОСЕРНИСТЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ..... 20
*ТУПОТИЛОВ Н. Н., ОСТРИКОВ В. В., ПОПОВ С. Ю.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ СПЕЦИФИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ ..... 27
*ОСТРИКОВ В.В., ЗИМИН А.Г., ПОПОВ С.Ю.*
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ..... 30
*ОСТРИКОВ В. В., ЗИМИН А. Г., ПОПОВ С. Ю., ЗАБРОДСКИЙ И. А.*
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА К ПРОВЕДЕНИЮ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ..... 36
*КУЗНЕЦОВА Е.Г., КНЯЗЕВА Л.Г., ПРОХОРЕНКОВ В.Д., ГАЙДАР С.М.*
КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ..... 43
*ПЕТРАШЕВ А.И., КНЯЗЕВА Л.Г., КЛЕПИКОВ В.В.*
ЭНЕРГОЭКОНОМНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬХОЗМАШИН В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ..... 47
*ПЕТРАШЕВ А.И., КЛЕПИКОВ В.В.*
НОВЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАПОРНОЙ МАГИСТРАЛИ ..... 54
*КНЯЗЕВА Л.Г., ПЕТРАШЕВ А.И.*
ВЛАГОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПЛЕНОК МАСЛЯНЫХ ПОКРЫТИЙ..... 59
*ВЕДИЩЕВ С.М.*
КОРМОРАЗДАТЧИК ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ..... 68
*МИНКИН В.А.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА..... 71
*ТИШАНИНОВ Н.П., АНАШКИН А.В.*
КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ СОЗДАНИЯ ДЕЛИТЕЛЕЙ ПОТОКА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ..... 75

УДК 631.3:631.115

**САЗОНОВ С.Н., САЗОНОВА Д.Д., ПОПОВА О.Н.**

# ОСНАЩЕННОСТЬ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ ТЕХНИКОЙ

***Аннотация.*** *В статье представлен ретроспективный анализ обеспеченности сельскохозяйственной техникой типичных фермерских хозяйств Тамбовской области.*

***Ключевые слова****: крестьянские (фермерские) хозяйства; использование; сельскохозяйственная техника.*

**SAZONOV S.N., SAZONOVA D.D., POPOVA O.N.**

# QUANTITY OF TECHNICS IN FARMS

***Abstract.*** *The article presents a retrospective analysis of the number of agricultural machinery in typical farms in Tambov region.*

***Keywords:*** *farms; use; agricultural machinery.*

Нет нужды доказывать очевидную истину о том, что техническое оснащение фермерских хозяйств во многом предопределяет настоящее и будущее фермерского сектора аграрной экономики страны [1-8]. Однако за период 1993-2011 гг. оснащенность техникой среднего фермерского хозяйства, например Тамбовской области, изменилась незначительно, хотя площади землепользования в среднем обследованном фермерском хозяйстве за указанный период увеличились в 2,7 раза. При этом оснащенность фермерских хозяйств гусеничными тракторами сократилось в сравнении с 1993 годом на 9%, зерноуборочными комбайнами – на 4%, грузовыми автомобилями – на 24%. Единственное исключение – это увеличение оснащенности фермерских хозяйств колесными тракторами на 35% (таблица 1).

Но в то же время, по данным на начало 2012 г., 100% гусеничных и 77,4% колесных тракторов, 92,3% зерноуборочных комбайнов и 77% грузовых автомобилей уже полностью самортизированы. Дело в том, что основное количество техники (от 70,6 до 94,4% в зависимости от ее вида) было приобретено на кредитные средства в период 1991-94гг., поэтому срок полезного их использования практически истек, а обновление парка за счет собственных средств фермерского хозяйства было весьма незначительным.

Таблица 1 – Оснащенность техникой среднего фермерского хозяйства

| Календарный год | Тракторы гусеничные, шт | | Тракторы колесные, шт. | | Зерноуборочные комбайны | | Грузовые автомобили, шт | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | всего | в т.ч. полностью самортизированы | всего | в т.ч. полностью самортизированы | всего | в т.ч. полностью самортизированы | всего | в т.ч. полностью самортизированы |
| 1993 | 0,78 | 0 | 0,46 | 0 | 0,54 | 0 | 0,82 | 0 |
| 1994 | 0,78 | 0 | 0,43 | 0 | 0,57 | 0 | 0,79 | 0 |
| 1995 | 0,67 | 0 | 0,43 | 0 | 0,57 | 0 | 0,71 | 0 |
| 1996 | 0,67 | 0 | 0,46 | 0 | 0,62 | 0 | 0,75 | 0 |
| 1997 | 0,67 | 0 | 0,52 | 0 | 0,62 | 0 | 0,86 | 0 |
| 1998 | 0,70 | 0 | 0,58 | 0 | 0,62 | 0 | 0,86 | 0 |
| 1999 | 0,70 | 0,02 | 0,61 | 0 | 0,57 | 0 | 0,90 | 0 |
| 2000 | 0,70 | 0,37 | 0,61 | 0 | 0,57 | 0 | 0,86 | 0 |
| 2001 | 0,70 | 0,67 | 0,61 | 0,04 | 0,61 | 0 | 0,82 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2002 | 0,70 | 0,67 | 0,61 | 0,07 | 0,61 | 0,22 | 0,86 | 0 |
| 2003 | 0,76 | 0,67 | 0,67 | 0,43 | 0,62 | 0,38 | 0,95 | 0,04 |
| 2004 | 0,76 | 0,67 | 0,67 | 0,63 | 0,62 | 0,48 | 0,90 | 0,33 |
| 2005 | 0,75 | 0,68 | 0,63 | 0,58 | 0,58 | 0,50 | 0,96 | 0,54 |
| 2006 | 0,76 | 0,72 | 0,62 | 0,58 | 0,58 | 0,57 | 0,96 | 0,67 |
| 2007 | 0,76 | 0,71 | 0,62 | 0,57 | 0,57 | 0,52 | 0,90 | 0,76 |
| 2008 | 0,76 | 0,71 | 0,67 | 0,62 | 0,57 | 0,52 | 0,86 | 0,71 |
| 2009 | 0,76 | 0,71 | 0,67 | 0,62 | 0,57 | 0,52 | 0,81 | 0,62 |
| 2010 | 0,76 | 0,71 | 0,67 | 0,57 | 0,57 | 0,52 | 0,71 | 0,52 |
| 2011 | 0,71 | 0,71 | 0,62 | 0,48 | 0,52 | 0,48 | 0,62 | 0,48 |

За период 1993-1998 гг. средняя стоимость основных средств в фермерских хозяйствах возросла в 106 раз. Но это увеличение было обусловлено, в основном, их периодической переоценкой. Увеличение же количества техники было незначительно: число колесных тракторов за тот же период возросло в 1,26 раза, грузовых автомобилей - в 1,05 раза и зерноуборочных комбайнов – в 1,15 раза.

За последующий период (1998-2011гг.) восстановительная стоимость основных средств практически не изменялась: колебания от среднего за этот период значения (342,7 тыс.руб.) составили не более 4,4%. В то же время стоимость амортизируемых средств снизилась в 3,3 раза (под амортизируемыми основными средствами понимаются средства, имеющие положительную остаточную стоимость).

Таким образом, к началу 2012г. 78,4% основных средств (в стоимостном выражении) уже исчерпали срок своего полезного использования. Следует отметить, что за 2010-2011гг количество техники (тракторы, комбайны и грузовые автомобили) снизилось на 8,5%, восстановительная стоимость возросла на 4,1%, а остаточная – на 91,4%. Это стало следствием не только приобретения за последний год новой техники, но и ужесточения порядка исчисления транспортного налога, в связи с чем фермеры вынуждены избавляться от старых, но вполне работоспособных грузовых автомобилей. Общий анализ структуры основных средств производства показывает, что в стоимостном выражении они на 90,6% представлены машинами и механизмами. Иными словами в фермерских хозяйствах практически отсутствуют объекты производственной инфраструктуры.

Следует отметить, что стоимость единицы техники, находящейся на балансе фермерского хозяйства, значительно ниже стоимости аналогичной новой. Например, средняя стоимость зерноуборочного комбайна в фермерском хозяйстве 154,6 тыс.руб., гусеничного трактора – 78,4 тыс. руб. и колесного –147,8 тыс. руб., что в 5-20 раза ниже стоимости аналогичных новых машин. Это объясняется, во-первых, несовершенством и нерегулярностью проводившихся переоценок основных производственных фондов, и, во-вторых, тем, что, начиная с 1993 года, фермеры приобретают технику, как правило, не новую, а по остаточной стоимости у других предприятий.

Как правило, в инженерных исследованиях не акцентируется внимание на организационно-экономический аспект проблемы использования, в частности в фермерских хозяйствах, старой и изношенной техники [9-13]. Хотя значимость в условиях рыночной экономики этих вопросов очень велика. Например, старая техника с низкой остаточной стоимостью не может служить ликвидным залогом при кредитовании, исключается адекватная страховая защита имущественного комплекса фермерских хозяйств [14-17]. В результате фермерские хозяй-

ства оказываются в заведомо проигрышной позиции при вхождении в продовольственные рынки [18,19, 20].

В результате проведенных исследований установлена взаимосвязь между размерами фермерского землепользования и их оснащенностью основными средствами в стоимостном выражении:

$$P = 55{,}2 \cdot S^{0{,}35}, \quad (1)$$

где P – стоимость основных средств, тыс.руб.; S - площадь пашни, га.

Изменение величины фондообеспеченности в зависимости от изменения размеров площади земельного участка описывается следующим выражением:

$$F = 55{,}2 \cdot S^{-0{,}65}, \quad (2)$$

где F – фондообеспеченность, тыс. руб./га.

Анализ представленных зависимостей дает вполне очевидный вывод о том, что с увеличением площади землепользования стоимость основных средств в абсолютном исчислении увеличивается, а фондообеспеченность, напротив, снижается. Удельный вес стоимости основных средств, находящихся в распоряжении различных групп хозяйств приведен на рисунке 1.

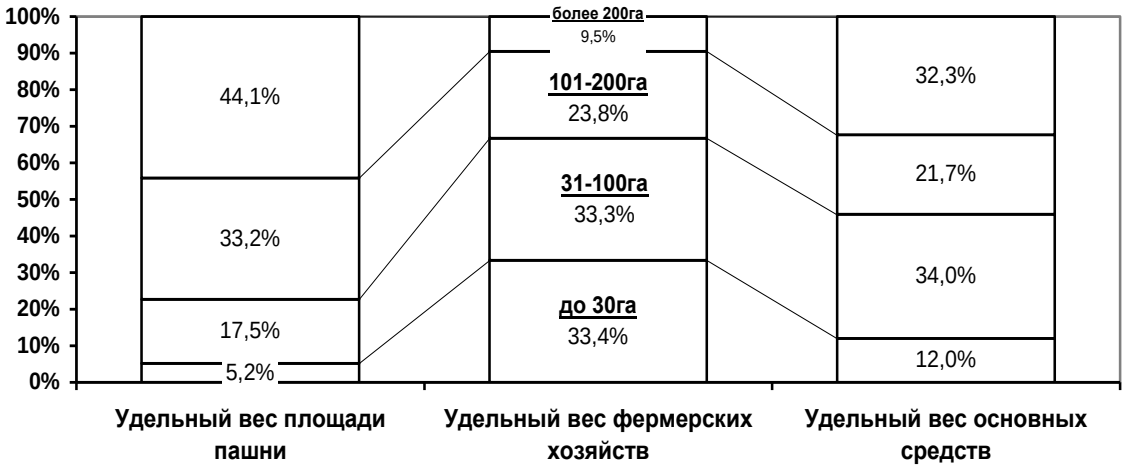



Рисунок 1 - Удельная обеспеченность хозяйств землей и основными средствами (по состоянию на 01.01.2012г.)

Исходя из данных, показанных в диаграмме, те 33,4% фермерских хозяйств, которые владеют в общей сложности 5,2% земли, имеют в своем распоряжении 12% от общей суммы основных средств производства, выраженных в денежном исчислении (нижний интервал диаграммы). И в то же время 9,5% хозяйств имеют в своем распоряжении 44,1% пашни и 32,3% основных средств (верхний интервал диаграммы).

Максимальную фондообеспеченность имеют хозяйства с площадью пашни до 30га, хотя за период 2006-2011гг. она снизилась в 1,8 раза, и обусловлено последнее не ростом площади пашни (она возросла только на 10%), а снижением стоимости основных средств в 1,6 раза. Как правило, хозяйства именно этой группы продают технику, и в эту группу переходят те хозяйства, которые сворачивают производство, отказываясь от арендованной земли, оставив только ту, что закреплена на правах собственности, и продавая часть техники (таблица 2).

Таблица 2 - Обеспеченность фермерских хозяйств основными средствами и землей

| № | Группы хозяйств с площадью: | Удельный вес ФХ в группе, % | | Средняя площадь пашни, га | | Средняя стоимость основных средств, тыс.руб. | | Средняя фондообеспеченность, руб./га | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2006г | 2011г | 2006г | 2011г | 2006г | 2011г | 2006г | 2011г |
| 1 | до 30 га | 28,6 | 33,4 | 14,2 | 15,6 | 208,3 | 128,9 | 14669 | 8275 |
| 2 | 31 -100 га | 38,2 | 33,3 | 67,1 | 53,4 | 304,1 | 365,1 | 4530 | 6834 |
| 3 | 101-200 га | 19,0 | 23,8 | 134,5 | 141,4 | 415,8 | 326,6 | 3091 | 2310 |
| 4 | более 200 га | 14,2 | 9,5 | 285,7 | 469,5 | 633,0 | 1213 | 2216 | 2584 |

В группе хозяйств с площадью пашни более 200 га, напротив, динамика положительная. За последние пять лет площадь пашни выросла в 1,6 раза, стоимость основных средств – в 1,9 раза, а фондообеспеченность – в 1,2 раза. Изменения показателей в хозяйствах с площадью пашни 31-200га не столь значительны: колебания в сторону снижения или повышения не превышают 20%.

Однако, оперируя только стоимостью основных средств производства, числящихся на балансе фермерского хозяйства, не всегда можно получить объективную оценку обеспеченности хозяйства основными средствами. В таблице 3 приведены данные о наличии техники в рассмотренных группах хозяйств.

Увеличение фондообеспеченности при снижении обеспеченности единицы площади пашни техникой в физическом ее исчислении говорит о том, что в этой группе хозяйств идет обновление техники – замена старой более новой.

Таблица 3 - Обеспеченность групп фермерских хозяйств техникой (на 1.01.2012 г.)

| № | Группы хозяйств с площадью: | Гусеничные тракторы, шт. | | Колесные тракторы, шт. | | Зерноуборочные комбайны, шт. | | Грузовые автомобили шт. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | на одно ФХ | на 100 га | на одно ФХ | на 100 га | на одно ФХ | на 100 га | на одно ФХ | на 100 га |
| 1 | до 30 га | 0,14 | 0,92 | 0,43 | 2,75 | 0,14 | 0,92 | 0,43 | 2,75 |
| 2 | 31 -100 га | 1,00 | 1,87 | 0,57 | 1,07 | 0,86 | 1,60 | 0,29 | 0,53 |
| 3 | 101-200 га | 1,00 | 0,71 | 0,80 | 0,57 | 0,40 | 0,28 | 1,00 | 0,71 |
| 4 | более 200 га | 1,00 | 0,21 | 1,00 | 0,21 | 1,0 | 0,21 | 1,50 | 0,32 |

Так, хозяйства с площадью пашни более 200га имеют наименьшее количество техники в расчете на 100га. Более того, за период 2006-2011гг значения этих показателей снизились: количество тракторов и комбайнов в расчете на 100га пашни - на 0,14 единиц, грузовых автомобилей – на 0,26 (рисунок 2).

Особенно существенно снижение обеспеченностью техникой в группе хозяйств с площадью до 30га. К примеру, количество гусеничных тракторов уменьшилось на 1,43 единицы в расчете на 100га, колесных – на 0,78. Здесь снижение фондообеспеченности свидетельствует о выбытии техники.

Известно, что в общей стоимости основных средств среднего фермерского хозяйства средства механизации составляют на протяжении последних 20 лет примерно 90% [1,4,20,22]. Это значительно превышает сложившиеся пропорции в мировой практике. Например, во Франции аналогичный показатель составляет 38%, в Голландии и Италии –

45%, а в СССР составлял 60% [20]. Но и при этом оснащенность фермерских хозяйств сельскохозяйственной техникой является крайне недостаточной [22].

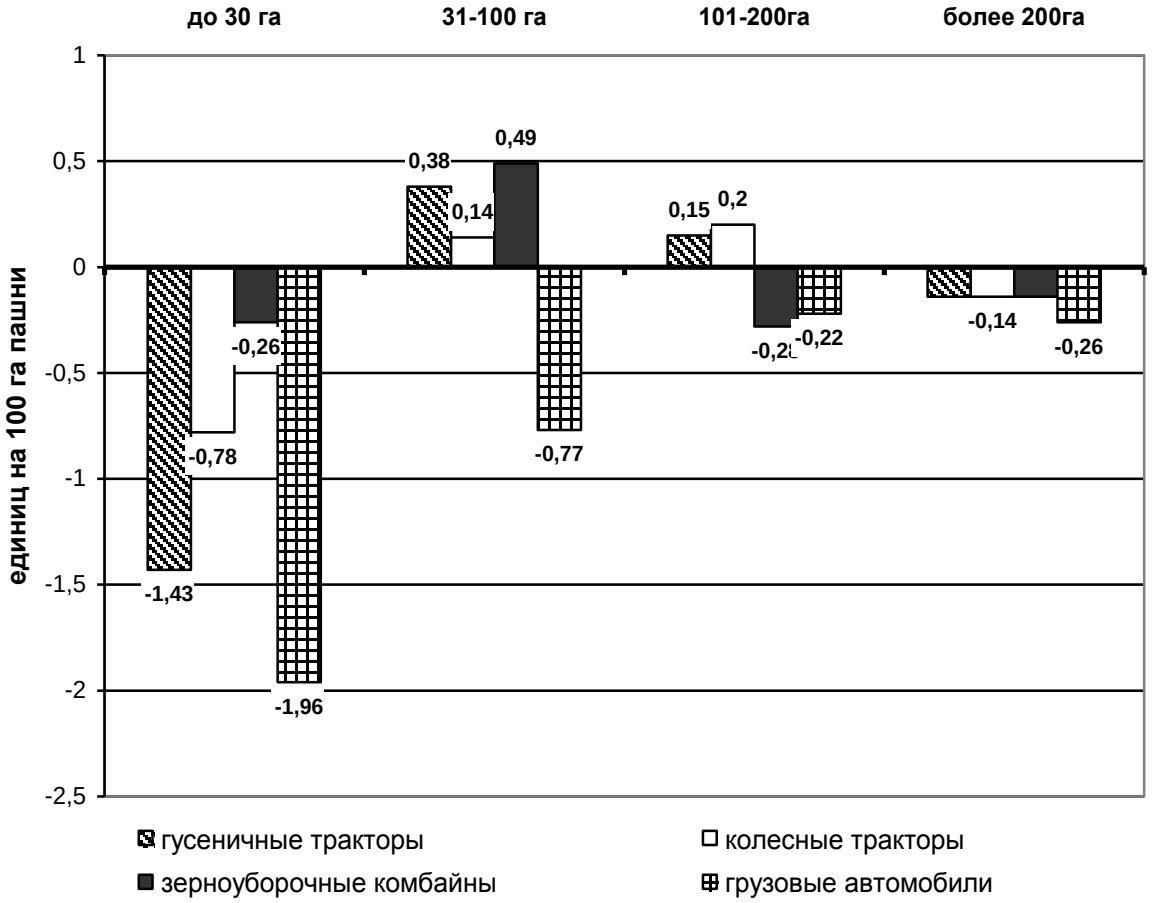



Рисунок 2 - Изменение обеспеченности техникой за период 2006-2011г (отрицательное значение – снижение)

Однако в настоящее время общее экономическое положение в фермерских хозяйствах таково, что самоинвестирование средств в техническое оснащение практически невозможно, и процесс оснащения техникой крайне замедлился. К примеру, по данным за 2011 год средняя выручка за реализованную сельскохозяйственную продукцию составила всего 208 тыс. руб., что составляет 7% от стоимости нового зерноуборочного комбайна «Нива-Эффект».

Если сопоставить вложения в технику относительно объема произведенной валовой продукции [20, 22] (таблица 4), то становится ясно, что техника в фермерских хозяйствах в основном приобреталась за счет различных форм финансовой поддержки со стороны государства. В 1992-93гг. фермеры тратили на приобретение машин и механизмов в 1,27 раза больше, чем получали валовой выручки от реализации собственно сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки.

В 1991-92 годах практически все вновь образующиеся фермерские хозяйства приобретали машины и механизмы полностью за счет кредитных средств. В 1993 году только 67% средств, использованных на эти цели, были кредитными. В дальнейшем фермерами наблюдаемой группы не было получено ни одного долгосрочного кредита, что, естественно, повлекло за собой снижение удельного веса затрат на приобретение основных средств: если в 1993г. эта статья расходов составляла 93,8% относительно выручки за сельскохозяйственную

продукцию, то в 1999г. – лишь 4,6%, в 2008г – 2,8%.

В 2011 году на эти цели было потрачено в 20,4 раза больше денежных средств, чем это было в 2000 году. Но, даже тратя на приобретение основных средств до 23% валовой выручки, фермеры не в состоянии восполнить изнашивающийся парк машин. Так, за 2000-11гг. стоимость амортизируемых основных средств (с износом менее 100%) снизилась в 2,8 раза.

Таблица 4 - Динамика затрат на приобретение основных средств

| Календарный год | Выручка от реализации сельхозпродукции, руб | Затраты на приобретение основных средств | | Календарный год | Выручка от реализации сельхозпродукции, руб | Затраты на приобретение основных средств | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | всего, руб. | относительно выручки за сельхозпродукцию, % | | | всего, руб. | относительно выручки за сельхозпродукцию, % |
| 1992 | 855 | 1960 | 229,3 | 2003 | 72290 | 15357 | 21,2 |
| 1993 | 2612 | 2449 | 93,8 | 2004 | 62053 | 4606 | 7,4 |
| 1994 | 4035 | 1520 | 37,7 | 2005 | 56801 | 2083 | 3,7 |
| 1995 | 5139 | 2338 | 45,5 | 2006 | 86809 | 2762 | 3,2 |
| 1996 | 12368 | 3343 | 27,0 | 2007 | 116068 | 11333 | 9,8 |
| 1997 | 24801 | 2569 | 10,4 | 2008 | 113538 | 3212 | 2,8 |
| 1998 | 25492 | 3189 | 12,5 | 2009 | 96671 | 6333 | 6,6 |
| 1999 | 51940 | 2406 | 4,6 | 2010 | 112900 | 9667 | 8,6 |
| 2000 | 46652 | 2352 | 5,0 | 2011 | 208185 | 47910 | 23,0 |
| 2001 | 50440 | 3449 | 6,8 | среднее | | | 29,1 |
| 2002 | 35229 | 7868 | 22,3 | | | | |

Анализ динамики таких важных экономических показателей, как фондообеспеченность и фондоотдача, свидетельствуют о большой диспропорции в изменениях стоимости сельхозпродукции и основных производственных фондов. Так, за период 1993-2011гг. величина выручки за реализованную сельскохозяйственную продукцию с единицы площади (в реальных ценах) увеличилась в 29,4 раза, а фондообеспеченности - в 42,6 раз. Фондоотдача снизилась в 1,5 раза [1,4,5,20,22,23].

Насколько больше или меньше продукции стали производить фермеры за указанный период можно определить, сравнивая только действительно сравнимые показатели. Если соотнести получаемую в фермерских хозяйствах выручку за реализованную сельскохозяйственную продукцию к средней стоимости одной тонны пшеницы, то видно, что валовой продукт, получаемый с единицы площади, снизился в 2011г. по сравнению с 1993г. в 1,7 раза. За тот же период снизилась обеспеченность единицы площади тракторами в 2,5 раза, грузовыми автомобилями – в 3,7 раза, зерноуборочными комбайнами - в 2,8 раза (рисунок 3). Исходя из этого, следует абсолютно очевидный вывод о том, что именно техническое оснащении фермерских хозяйств во многом предопределяет продуктивность фермерских полей.

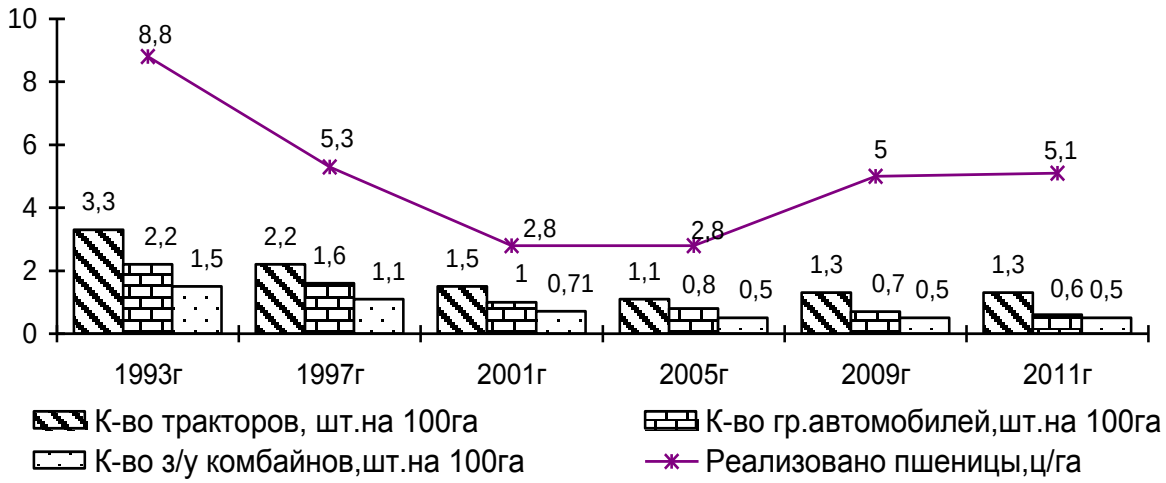



Рисунок 3 - Динамика обеспеченности единицы площади техникой

**Список литературы**

1. Butterfield J., Kuznetsov M., Sazonov S. Peasant farming in Pussia // Journal of Peasant Studies. - 1996. -T. 23. – № 4. – C.79-105

2. Сазонов С.Н. Использование техники в крестьянских хозяйствах / С.Н.Сазонов // Техника и оборудование для села. – 1998.-№1. - С.8-9.

3. Сазонов С.Н. Динамика землепользования и оснащения техникой фермерских хозяйств / С.Н.Сазонов, Д.Д. Сазонова // Достижения науки и техники АПК. -2004. -№ 7. -С. 38-40.

4. Сазонова Д.Д. Фермерские хозяйства Тамбовской области / Д.Д.Сазонова // Аграрная наука. – 2004.- №11. – С.6

5. Sazonov, S. and Sazonova, D. Development of Peasant Farms in Central Russia // Comparative Economic Studies 47 (1). - 2005. – Pp. 101-114.

6. Сазонова Д.Д. Оценка технической эффективности использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах / Д.Д. Сазонова, С.Н.Сазонов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2012. - №3-4. - С.108-128

7. Сазонов С.Н. Техническое оснащение как фактор восстановления фермерских хозяйств / С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. - №5. - С.24-26.

8. Сазонов С.Н Направления повышения эффективности производства сельскохозяйственной продукции в крестьянских (фермерских) хозяйствах / С.Н.Сазонов // Техника и оборудование для села. – 2008. - №3. - С.2-3.

9. Завражнов А.И. Биотехнические системы в агропромышленном комплексе / А.И.Завражнов, П.И.Огородников - М.: Издательский дом «Университетская книга», 2011. - 412 с.

10. Ерохин Г.Н. Моделирование показателей уборки зерновых культур / Г.Н. Ерохин, А.С. Решетов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2010. -№ 5. - С. 22.

11. Ерохин Г.Н. Оценка надежности зерноуборочных комбайнов в условиях Тамбовской области / Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский // Наука в центральной России. – 2013. - №1. – С.36-40

12. Жалнин Э.В. Отечественные уборочные комбайны – как они есть / Э.В.Жалнин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2008.-№1

13. Сазонов С.Н. Проблемы оснащения и использования техники в крестьянских хозяйствах / С.Н. Сазонов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1995. - №7. -

С.8-10

14. Сазонова Д.Д. Кредитная поддержка фермеров и изменение их количества / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов // Никоновские чтения. – 2009. - №14. – С.385-387

15. Сазонова Д.Д. Совершенствование механизма кредитования фермерских хозяйств / Д.Д. Сазонова, С.Н.Сазонов // Никоновские чтения. – 2011. - №16. – С.349-352

16. Никитин А.В. Эффективность государственной поддержки страхования сельскохозяйственных культур / А.В.Никитин // Достижения науки и техники АПК. – 2006. - №6. – С.8-10

17. Никитин А.В. Государственная поддержка страхования сельскохозяйственных рисков: теория, методологи и практика: автореф. дисс… докт. эконом наук: 08.00.05, 08.00.10 / А.В. Никитин – Москва: ГНУ ВИАПИ им.Никонова А.А., 2008. – 45с.

18. Солопов В.А. Перспективные формы интеграции на региональном рынке зерна и хлебопродуктов / В.А.Солопов, С.А.Жидков // Зерновое хозяйство. – 2002. - №3. – С.4-8

19. Семенов Е.А. Формирование рынка молока и молочной продукции Тамбовской области / Е.А.Семенов, В.А.Солопов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2007. - №11. – с.121-127

20. Сазонова Д.Д. Влияние приоритетного национального проекта «Развитие АПК» на результаты деятельности фермерских хозяйств / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов – Тамбов: АНО НЭАЦентр КФХ, 2008. – 131 с.

21. Сазонова Д.Д. Фермерство на Тамбовщине: состояние и тенденции развития / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов // Социологические исследования. – 2006. - №7. - С.61-70.

22. Сазонова Д.Д. Аллокативная и техническая эффективности фермерских хозяйств / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов - М.:МОНФ, 2010. – 159с.

23. Сазонова Д.Д. Структура и динамика доходов расходов в крестьянских (фермерских) хозяйствах / Д.Д. Сазонова // АПК: экономика, управление. – 2004. - №2. – С.53-62

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Сазонов Сергей Николаевич****, заведующий лабораторией, доктор технических наук, профессор. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии. Адрес: Ново-Рубежный переулок, д. 28, г. Тамбов, 392022, Россия. E-mail: snsazon@mail.ru*

***Сазонова Дамира Давидовна****, ведущий научный сотрудник, кандидат экономических наук, доцент. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии. Адрес: Новорубежный переулок, д. 28, г.Тамбов, 392022, Россия. E-mail: snsazon@mail.ru*

***Попова Ольга Николаевна****, старший научный сотрудник, кандидат технических, доцент. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии. Адрес: Новорубежный переулок, д. 28, г.Тамбов, 392022, Россия. E-mail: snsazon@mail.ru*

## РЕЦЕНЗЕНТ

***Ерохин Г.Н.,*** *заведующий лабораторией, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии.*

УДК 631.115.11:336.2.027

**САЗОНОВА Д.Д., САЗОНОВ С.Н.**

# СОЦИАЛЬНЫЕ ПЛАТЕЖИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

***Аннотация.*** *В статье приведен анализ соразмерности социальных платежей фактическим результатам деятельности фермерских хозяйств.*

***Ключевые слова****: фермерские хозяйства, налоги, социальные платежи, пенсионный капитал, трудовой стаж.*

**SAZONOVA D.D., SAZONOV S.N.**

# SOCIAL PAYMENTS AND THE RESULTS OF ACTIVITY OF FARMS

***Abstract.*** *In article the analysis of harmony of social payments to actual results of activity of farms.*

***Key words*****:** *farms, taxes, social payments, the pension capital, the seniority*

Одним из важных направлений реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы является повышение эффективности деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ). Вполне понятно, что вопросы социальной защиты глав и членов фермерских хозяйств не могут не оказывать серьезного влияния на темпы и динамику развития фермерского сектора аграрной экономики страны.

Как известно, до 2003 года трудовые отношения, вопросы социального, в том числе и пенсионного страхования глав и членов КФХ регулировались законом РСФСР «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» от 22.11.1990г. № 348-1. После вступления в силу Федерального закона уже Российской Федерации от 11.06.2003 г. №74-ФЗ с аналогичным названием трудовые отношения стали регулироваться Трудовым кодексом Российской Федерации. В рамках этого периода, до 2001 года система платежей во внебюджетные фонды была связана с прибылью фермерского хозяйства. В данном случае под прибылью подразумевалась вся сумма заработка (дохода), определяемая как разница между доходами и расходами фермерского хозяйства. Именно от исчисляемой таким образом прибыли фермеры вносили социальные платежи в следующих размерах: 20,6% - Пенсионный фонд, 5,4% - социальное страхование, 3,6% - обязательное медицинское страхование, 1,5% - Фонд занятости. С 2001 года фермеры становятся плательщиками единого социального налога (22,8% в 2001г.), который также исчислялся от прибыли. Очевидно, что признать такой подход, когда социальные платежи исчисляются от прибыли, методически совершенным никак нельзя.

Прибыль в данном случае рассматривается как некий аналог фонда оплаты труда, что совершенно неверно. Прибыль фермерского хозяйства - это не только и не столько личное потребление. В первую очередь она используется на приобретение основных средств, выплату процентов по кредитам, полученным для приобретения основных средств, уплату штрафов, налоговых платежей и сборов, не включаемых в себестоимость продукции, погашение задолженностей по кредитам. При этом надо учитывать, что в фермерском хозяйстве для его главы и членов хозяйства, исключая наемных работников, заработной платы не может быть по определению. Кроме этого, и затраты на семейные нужды не включаются в состав затрат на производство продукции (работ, услуг). Учитывая, что, например, вплоть до середины 2000-х годов в 80% обследованных фермерских хозяйств Тамбовской области наемный труд не использовался вообще [1], при равных условиях и эффективности хозяй-

ственной деятельности формально себестоимость продукции, произведенной в фермерском хозяйстве, оказывается ниже, чем в сельскохозяйственных организациях, где заработная плата наемных работников является обязательной составляющей затрат, относящихся на себестоимость продукции. Естественно, формально более низкая себестоимость производства продукции в фермерских хозяйствах автоматически формировала более высокую базу для исчисления платежей во внебюджетные фонды.

С другой стороны, если в результате своей деятельности фермерское хозяйство оказывалось убыточным, то по данному календарному году оно не могло быть плательщиком страховых взносов и, следовательно, в общий трудовой стаж главы и членов хозяйства этот год не включался. Действовавший до 11.06.2003 года закон РСФСР «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» от 22.11.1990г. № 348-1 (в ред. Закона РСФСР «О КФХ» от 27.12.90 № 461-1) в статье 25 «Государственное социальное страхование и социальное обеспечение членов крестьянского хозяйства» указывал: «6. Время работы в крестьянском хозяйстве членов хозяйства и граждан, заключивших договоры об использовании их труда, засчитывается в общий и непрерывный стаж работы на основании записей в трудовой книжке и документов, подтверждающих уплату взносов по социальному страхованию». Никакие добровольные страховые взносы со стороны фермеров, в случае отрицательных итогов их деятельности, не предусматривались, хотя нам известны случаи, когда фермеры, естественно, безуспешно пытались добровольно внести платежи в государственные внебюджетные фонды.

Следует учесть, что, например, в течение 1996-2001 гг. из числа обследованных фермерских хозяйств Тамбовской области в среднем только 9,5% являлись прибыльными [2]. В итоге более 90% фермеров в этот период страховые взносы не вносили, лишаясь и социальной защиты, и трудового стажа. Правда, на начало 2000-х годов средний возраст фермеров в обследованных хозяйствах составлял 44 года [3], поэтому на то время эта проблема абсолютным большинством из них воспринималась не столь остро. Иное дело сейчас, когда прошло более 10 лет, и немалая часть фермеров или уже достигла пенсионного возраста, или близка к нему. Не случайно проблема «фермерского стажа» за период до 01.01.2002 года в течение последних лет очень бурно обсуждается на Всероссийских фермерских съездах.

Действительно, общий трудовой стаж, сформировавшийся до 1.01.2002г., имеет важное значение при исчислении расчетного пенсионного капитала для оценки пенсионных прав застрахованного лица на 1.01.2002 г. Используемый при расчете этого показателя коэффициент стажа предусматривает увеличение так называемого расчетного размера пенсии по старости на 0,01 за каждый полный год общего трудового стажа сверх 25 лет для мужчин и 20 лет для женщин. «Потеряв» около 10 лет общего трудового стажа, абсолютное большинство фермеров теряет и в размере расчетного пенсионного капитала, сформированного до 1.01.2002 года.

Естественно, у каждого конкретного фермера величина снижения абсолютного размера пенсии из-за «потерянного» стажа будет различной. Если ориентироваться на конкретные известные нам примеры по фермерам Тамбовской области, достигшим пенсионного возраста в первом квартале 2012 года, то «цена» такой «потери» на момент начисления пенсии составила в среднем 115 рублей ежемесячной трудовой пенсии на каждый «потерянный» год фермерского трудового стажа. Много это или мало? Вопрос далеко не однозначный, но в относительном исчислении, в 2012 году фермеры-пенсионеры теряли до 20% от величины ежемесячной трудовой пенсии.

К сожалению, приемлемого решения по вопросу о том, как «вернуть» фермерам «поте-

рянный» в 1990-2001 годах стаж, до настоящего времени так и не выработано. Справедливости ради отметим, что в начале 2000-х годов были немногочисленные прецеденты, когда в судебном порядке фермерам удавалось подтвердить свой общий трудовой стаж до 01.01.2002 года, доказав объективную невозможность уплаты страховых взносов, в частности, в Пенсионный фонд. Однако после соответствующего разъяснения Конституционного Суда РФ, практика принятия подобных судебных решений в пользу фермеров была прекращена.

Оценивая в целом нормативно-правовые подходы, применявшиеся до 2002 года во взаимоотношениях КФХ с государственными внебюджетными фондами, следует отметить, что они вели к очевидным противоречиям и ущемлению интересов фермеров как при положительных итогах их деятельности, так и при отрицательных результатах хозяйствования.

С учетом изложенного, мы полагаем [4], что принятие Федерального закона «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации» №167-ФЗ от 15.12.2001г. было в определенной степени разумным в отношении глав и членов КФХ. Этот закон в целях исчисления и уплаты страховых платежей в Пенсионный фонд отнес главу и членов КФХ к страхователям, не производящим выплат физическим лицам, признав их плательщиками фиксированного платежа, который не зависел от величины прибыли.

Фиксированный платеж исчислялся от стоимости страхового года, устанавливаемого Правительством РФ (14% от минимального размера оплаты труда), но не менее 1800 руб. в год. Следовательно, вне зависимости от результатов хозяйственной деятельности, фермеры получили возможность формировать страховую и накопительную части трудовой пенсии и накапливать трудовой стаж. При этом с 2002 года ставка единого социального налога была снижена на величину ставки платежей в Пенсионный фонд.

Признавая в принципе верность логики законодателя, по крайней мере, в отношении потенциального пенсионного обеспечения фермеров, тем не менее, следует отметить, что главной точкой преткновения является размер фиксированного платежа. До 2007 года его размер составлял 1800 руб. в год за одного человека, в 2007г. – 1848 руб., в 2008 г. – 3864 руб, в 2009г. – уже 7274 руб. Правда, фермеры, родившиеся ранее 1967 года, в течение 2006-2009 годов были освобождены от взносов в накопительную часть трудовой пенсии. Это вытекало из определений Конституционного Суда РФ от 12.04.2005 г. №164-О и от 12.05.2005 г. №183-О, в которых разъяснялось, что индивидуальные предприниматели 1966 года рождения и старше должны уплачивать страховые взносы в бюджет Пенсионного фонда только на финансирование страховой части трудовой пенсии. В итоге сумма платежей большинства фермеров в Пенсионный фонд уменьшалась на одну треть. Следовательно, фактически сумма платежа для большинства фермеров составляла: в 2006 г. не 1800 руб, а 1200 руб; в 2007 г. не 1848 руб, а 1232 руб; в 2008 г. не 3864 руб, а 2576 руб; в 2009 г. не 7274 руб., а 4850 руб.

С 1 января 2010г. вступил в действие Федеральный закон от 24 июля 2009 года № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования». Согласно пункту 2 статьи 14 этого закона «Главы крестьянских (фермерских) хозяйств уплачивают соответствующие страховые взносы в Пенсионный фонд Российской Федерации и фонды обязательного медицинского страхования в размере, определяемом исходя из стоимости страхового года, за себя и за каждого члена крестьянского (фермерского) хозяйства. При этом общий размер страховых взносов по каждому соответствующему виду обязательного социаль-

ного страхования определяется как произведение стоимости страхового года и количества всех членов крестьянского (фермерского) хозяйства, включая главу крестьянского (фермерского) хозяйства».

Стоимость страхового года определяется как произведение минимального размера оплаты труда (МРОТ), установленного федеральным законом на начало финансового года, за который уплачиваются страховые взносы, и тарифа страховых взносов в соответствующий государственный внебюджетный фонд, установленного частью 2 статьи 12 Федерального закона №212-ФЗ от 24.07.2009г., увеличенное в 12 раз. Тариф страховых взносов, в частности на обязательное пенсионное страхование глав и членов фермерского хозяйства, определен в размере 26%.

Следовательно, начиная с 2010 года, во-первых, фермеры стали вносить платежи не только в Пенсионный фонд, но и федеральный и территориальный фонды обязательного медицинского страхования. Во-вторых, они лишились возможности сокращать на треть величину взноса в Пенсионный фонд для лиц, родившихся ранее 1967 года.

Отметим, что никаких льгот в виде пониженных тарифов страховых взносов, как другим сельскохозяйственным товаропроизводителям, ни прежде действовавший закон №167-ФЗ от 15.12.2001г, ни новый закон №212-ФЗ от 24.06. 2009 г. для глав и членов фермерских хозяйств не предусматривали. Естественно, не коснулось фермеров как и иных индивидуальных предпринимателей, определяющих размер платежей, исходя из стоимости страхового года, и снижение на 4% тарифа страховых взносов в Пенсионный фонд, предусмотренное Федеральным законом от 3.12.2011 №379-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам установления тарифов страховых взносов в государственные внебюджетные фонды». В итоге, в частности в Пенсионный фонд, главы и члены фермерских хозяйств уплачивают страховые взносы по максимально высоким тарифам - в размере 26%.

С 1 января 2013 года Федеральным законом от 03.12.2012 г. №242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам обязательного пенсионного страхования» внесены изменения в Федеральный закон №212-ФЗ от 24.06. 2009 г. Согласно принятым изменениям, вступившим в силу с 1 января 2013 года, фермеры, наряду с другими индивидуальными предпринимателями, должны уплачивать во внебюджетные фонды страховые взносы в фиксированном размере, при этом механизм расчета взносов в Пенсионный фонд и Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (ФФОМС) отличается. Так, размер фиксированного взноса в Пенсионный фонд РФ определяется как произведение двукратного минимального размера оплаты труда, установленного Федеральным законом на начало финансового года, и тарифа страховых взносов в ПФ РФ, увеличенное в 12 раз. А размер фиксированного взноса в ФФОМС определяется как произведение однократного минимального размера оплаты труда и тарифа страховых взносов в ФФОМС, увеличенное в 12 раз.

Для сравнения отметим, что если исчислять взносы во внебюджетные фонды от минимального размера оплаты труда, как это было в предыдущие годы для всех социальных фондов и осталось теперь только для ФФОМС, то тарифы платежей составили 57,1% от МРОТ (таблица 1). Таким образом переход расчета платежей от «страховых взносов в размере, определяемом исходя из стоимости страхового года» (до 1.01.2013) на «фиксированный размер страхового взноса» (с 01.01.2013г), по сути, означает только увеличение тарифа страхового взноса в Пенсионный фонд РФ в 2 раза.

Таблица 1 - Динамика размеров платежей для фермеров во внебюджетные социальные фонды

| Календарный год | База для начисления взносов, руб. | Страховые взносы в ПФ | | Страховые взносы в ФФОМС | | Страховые взносы в ТФОМС | | Расчетная сумма платежей, | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % | руб | % | руб | % | руб | % от МРОТ | руб |
| 2002-2006 | минимальный платеж | - | 1800 | - | - | - | - | - | 1800 |
| 2007 | 1099x12=13188 | 14 | 1847 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 1847 |
| 2008 | 2300x12=27600 | 14 | 3864 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 3864 |
| 2009 | 4330x12=51960 | 14 | 7274 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 7274 |
| 2010 | 4330x12=51960 | 20 | 10392 | 1,1 | 572 | 2,0 | 1039 | 23,1 | 12003 |
| 2011 | 4330x12=51960 | 26 | 13510 | 3,1 | 1091 | 2,0 | 1559 | 31,1 | 16160 |
| 2012 | 4611x12=55322 | 26 | 14386 | 5,1 | 2822 | 0 | 0 | 31,1 | 17208 |
| 2013 | 5205x 12= 62460*)x2= =124920**) | 26 | 32479 | 5,1 | 3186 | 0 | 0 | 57,1 | 35665 |

Примечания к таблице 1: *) – для исчисления платежей в ФФОМС;

**) – для исчисления платежей в Пенсионный фонд

Не сложно отметить, что представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что в абсолютном исчислении сумма платежей в государственные внебюджетные фонды за период с 2006 по 2013 годы возросла без малого в 20 раз. Насколько обоснованным является такое повышение социальных платежей? Как корреспондируются размеры социальных платежей с общими итогами деятельности современных фермерских хозяйств?

Прежде всего абсолютно понятно, что ни о каком существенном приросте пенсионного капитала у фермеров, начиная с 2002 года, говорить не приходится. С точки зрения формирования пенсионных накоплений мало что меняет и двукратное увеличение платежей в Пенсионный фонд с 1.01.2013 года. Особенно, если учесть, что, начиная с 2010 года, тариф страховых взносов в Пенсионный фонд, подразделяется на две части: солидарную и индивидуальную. Собственно на индивидуальном лицевом счете фермера учитывается только 61,5% (16% из 26%) из тех средств, что он перечисляет в Пенсионный фонд. Например, за период 2002-2012 годы сумма взносов (страховая часть), даже с учетом ежегодной индексации, составила всего-навсего чуть более 53 тыс. руб. Фактически речь может идти только о формировании минимального страхового стажа для назначения трудовой пенсии. Правда, абсолютное большинство фермеров, опираясь на последние заявления со стороны Правительства, высказывают вполне обоснованные опасения, что пенсионное законодательство в очередной раз может измениться и вопрос о стаже опять приобретет большое значение.

В то же время мы вынуждены констатировать, что сами по себе платежи в государственные внебюджетные социальные фонды, практически не решая проблемы социальной защищенности фермеров, являются непомерно высокими для большинства фермерских хозяйств. С одной стороны, именно эти платежи во многом определяют общую величину налоговой нагрузки на фермерские хозяйства, например, в среднем за 2003-2011 гг. их удельный вес в общем объеме налогов и платежей в среднем составил 41,1% (табл. 2).

С другой стороны, если сопоставить платежи в государственные внебюджетные фонды с денежными затратами на личные нужды фермерской семьи, то становится очевидным, что

они составляли в среднем за 2003-2009 гг. 34,4 % (табл. 2). В данном случае под денежными затратами на семейные нужды подразумевается разница между наличными средствами, снятыми с расчетного счета и полученными при реализации продукции (работ, услуг) за наличный расчет, и документально подтвержденными тратами этих средств [5].

Если анализировать абсолютную величину платежей за тот же период, то несложно отметить, что она примерно соответствует платежам только за одного члена фермерского хозяйства. При этом, как показывают результаты многолетнего мониторинга деятельности этих же хозяйств, фактически в них трудилось в среднем от 2,3[6] до 2,1[7] человека. Это вполне объяснимо, потому что если вносить социальные платежи за всех членов фермерского хозяйства, то их величина, увеличившись примерно в два раза, достигнет без малого 70% от денежных средств, которые фермерская семья может позволит себе использовать на семейные нужды.

Таблица 2 – Фактическая налоговая нагрузка обследованных фермерских хозяйств Тамбовской области

| Календарный год | Выручка за сельхозпродукцию, руб | Денежные затраты на семейные нужды, руб | Налоги и платежи | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Всего | в том числе: | | | | | |
| | | | | Не отнесенные на себестоимость, руб | Отнесенные на себестоимость производства продукции | | | | |
| | | | | | Всего, руб. | в т.ч. платежи в социальные фонды | | | |
| | | | | | | Всего, руб | Удельный вес (%) относительно: | | |
| | | | | | | | всех налогов и платежей | выручки за сельхозпродукцию | затрат на семейные нужды |
| 2003 | 72290 | 6582 | 4883 | 2021 | 2862 | 1862 | 38,1 | 2,5 | 28,3 |
| 2004 | 62053 | 6181 | 4343 | 1363 | 2980 | 1890 | 43,5 | 3,0 | 30,6 |
| 2005 | 56801 | 4955 | 3907 | 918 | 2989 | 1873 | 47,9 | 3,3 | 37,8 |
| 2006 | 86809 | 4861 | 5777 | 1562 | 4215 | 1868 | 32,3 | 2,1 | 38,4 |
| 2007 | 116068 | 6001 | 8858 | 3813 | 5045 | 2185 | 24,7 | 1,9 | 36,4 |
| 2008 | 113538 | 10319 | 9132 | 3873 | 5259 | 2691 | 29,5 | 2,4 | 26,1 |
| 2009 | 96671 | 11010 | 10056 | 2847 | 7209 | 4766 | 47,4 | 4,9 | 43,3 |
| 2010 | 112900 | 10125 | 24298 | 3358 | 20940 | 12083 | 49,7 | 10,7 | 119,3 |
| 2011 | 208185 | 19013 | 29395 | 3902 | 25493 | 16918 | 57,6 | 8,1 | 89,0 |

Иными словами, изначально верная идея о повышении социальной защищенности фермеров была практически полностью дискредитирована. К сожалению, эта негативная тенденция еще более укрепилась после вступления в силу Федерального закона от 24 июля 2009 года № 212-ФЗ, в 2010 и 2011 годах платежи во внебюджетные фонды существенно возросли и стали практически равновеликими или превысили объем тех денежных средств, что были потрачены членами фермерского хозяйства на семейные нужды (табл. 2). Двукратное увеличение платежей в Пенсионный фонд РФ, предстоящее в 2013 году, доведет эти пропорции до полного абсурда и приведет к интенсивному сокращению количества фермерских хозяйств в стране. К сожалению, первые признаки подобного негативного развития ситуации мы уже наблюдаем. Например, за 2011-2012 годы количество фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей, занимающихся сельскохозяйственной деятельностью,

сократилось с 304,6 тыс. [8] до 268,4 тыс. или на 12 процентов. Мы полагаем, что в немалой степени такое развитие ситуации было спровоцировано резким увеличением социальных платежей.

Таким образом, в настоящее время сложилась парадоксальная ситуация, когда используемые государством методы и средства социальной защиты фермеров вступили в жесточайшее противоречие с интересами самих фермеров. К сожалению, объемы социальных платежей, и прежде всего в Пенсионный фонд, вышли за границы разумной величины для большинства фермерских хозяйств. Подчеркнем, что мы не отрицаем разумность различных рекомендаций, связанных со снижением стоимости страхового года и величины тарифа страховых взносов, тем более, что часть из них разработана и нами [4,9,10]. Можно только приветствовать принятые решения о двукратном снижении тарифов страховых взносов в Пенсионный фонд, начиная с 1.01.2014г.

Вместе с тем, опираясь на более чем двадцатилетний опыт взаимоотношений фермеров с государственными внебюджетными социальными фондами, мы склонны считать, что, видимо, найти в рамках жесткого государственного регулирования разумный компромисс в этом вопросе просто невозможно. Слишком велики отличия как между самими фермерскими хозяйствами [11,12,13], так и в условиях их производственной деятельности [14,15,16,17], не говоря уже о том, что практически каждый год деятельности сельскохозяйственного производителя по-своему феноменален [18]. Втиснуть эти отличия в прокрустово ложе жестких рамок зафиксированных заранее стоимостей страхового года и величин тарифов страховых взносов нереально. Неизбежно мы или душим фермера в объятиях совершенно невыполнимых требований, или, напротив, формируем такие мизерные социальные накопления, которые совершенно не обеспечивают фермеру реальной социальной защиты.

Исходя из этого, необходима более гибкая система взаимоотношений с государственными внебюджетными социальными фондами, прежде всего с Пенсионным фондом. В концептуальном плане, видимо, следует ориентироваться на добровольное вступление фермеров, в частности, в правоотношения по обязательному пенсионному страхованию. Например, подобная схема предусмотрена статьей 9 Федерального закона «О личном подсобном хозяйстве» №112-ФЗ от 7.07.2003 г.: «Граждане, ведущие личное подсобное хозяйство, имеют право добровольно вступать в правоотношения по обязательному пенсионному страхованию в соответствии с законодательством Российской Федерации».

В настоящее время порядок добровольного вступления в правоотношения по обязательному пенсионному страхованию регламентируется статьей 29 Федерального закона №167-ФЗ от 15.12.2001г. «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации». К сожалению, п.3 этой статьи дает право застрахованным лицам, в частности фермерам, осуществляющим в качестве страхователей уплату страховых взносов в фиксированном размере, участвовать в добровольном страховании только в части, превышающей размер установленных взносов.

**Список литературы**

1. Сазонова, Д.Д. Фермерство на тамбовщине: состояние и тенденции развития / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов // Социологические исследования. - 2006. - №7. - С. 61-70.

2. Сазонова, Д.Д. Фермерские хозяйства Тамбовской области / Д.Д. Сазонова // Аграрная наука. - 2004. - №11. - С.6-7.

3. Sazonov S., Sazonova D. Development of Peasant Farms in Central Russia // Comparative Economic Studies. - 2005. - Т. 47. - №1. – Pp.: 101-114.

4. Сазонова, Д.Д. Противоречия в нормативно-правовом обеспечении деятельности фермерских хозяйств / Д.Д. Сазонова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. - №3. - С.229-234.

5. Сазонова, Д.Д. Организационно-экономические основы повышения эффективности крестьянских хозяйств: автореф. дис… канд. экон. наук : 08.00.05. / Д.Д. Сазонова; Всеросс. НИИ экономики, труда и управления в сельском хоз-ве. – М., 1997. –25 с.

6. Butterfield J., Kuznetsov M., Sazonov S. Peasant Farming in Russia // Journal of Peasant Studies. – 1996. - Vol.23. - №4.- Pp.79-105.

7. Сазонова, Д.Д. Аллокативная эффективность использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2013. №3-4. – С.32-53

8. Сазонова, Д.Д. Методические подходы к проведению Всероссийской сельскохозяйственной переписи в фермерских хозяйствах / Д.Д. Сазонова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.- 2013.- №4. - С.81-84

9. Сазонова, Д.Д. Влияние гармонизации мер государственной поддержки на эффективность использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах / Д.Д. Сазонова // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. - №12. - С.29-32.

10. Никитин А.В. Учет и налогообложение в фермерских хозяйствах / А.В.Никитин, Д.Д. Сазонова, Е.В.Иванова - Мичуринск: Из-во Мичуринского госагроуниверситета, 2013. – 54 с.

Сазонов, С.Н. Совершенствование нормативно-правового обеспечения деятельности фермерских хозяйств / С.Н. Сазонов, Д.Д. Сазонова // Повышение государственной поддержки малых форм хозяйствования АПК – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2011. - С.24-42.

11. Сазонов, С.Н. Трудовое крестьянское и предпринимательское фермерское хозяйства / С.Н. Сазонов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1996. - №6. - С.24-26.

12. Сазонов, С.Н. Абсолютная земельная рента в конкретных условиях / С.Н. Сазонов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1997. - №1. - С.27-29.

13. Сазонова, Д.Д. О непротиворечивости в определении социально-экономической сущности крестьянских хозяйств различными научными школами / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов, И.Е.Шпагина [и др.] // Вестник Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина. – 2000. - Выпуск 3(19) – С.55-62

14. Сазонова, Д.Д. Оптимизация параметров ресурсного обеспечения крестьянских (фермерских) хозяйств Саратовской области за счет межфермерской кооперации / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов, А.С.Лихачев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2003. - №2. – С.39-42.

15. Сазонова, Д.Д. Оптимизация параметров ресурсного обеспечения крестьянских хозяйств Пензенской области / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов, И.Е.Шпагина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. - №4. С.25-27.

16. Сазонова, Д.Д. Оценка технической эффективности использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2012. - №3-4. - С.108-128.

17. Сазонова, Д.Д. Оптимизация параметров ресурсного обеспечения крестьянских (фермерских) хозяйств Воронежской области / Д.Д. Сазонова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2001. - №4. - С.28-34.

18. Сазонова, Д.Д. Аллокативная и техническая эффективности фермерских хозяйств / Д.Д. Сазонова, С.Н.Сазонов - М.:МОНФ, 2010. - 159с.

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

***Сазонов Сергей Николаевич***, *заведующий лабораторией, доктор технических наук, профессор. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии. Адрес: Ново-Рубежный переулок, д. 28, г. Тамбов, 392022, Россия. E-mail: snsazon@mail.ru*

***Сазонова Дамира Давидовна***, *ведущий научный сотрудник, кандидат экономических наук, доцент. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии. Адрес: Ново-Рубежный переулок, д. 28, г. Тамбов, 392022, Россия. E-mail: snsazon@mail.ru*

**РЕЦЕНЗЕНТ**

***Ерохин Г.Н.,*** *заведующий лабораторией, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт техники и нефтепродуктов Россельхозакадемии.*

УДК 621.899

**ОСТРИКОВ В.В., КОРНЕВ А.Ю., ШИХАЛЕВ И.Н., БЕКТИЛЕВОВ А.Ю.**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СМАЗОЧНЫЕ СВОЙСТВА НИЗКОСЕРНИСТЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

***Аннотация***. *В статье представлены результаты исследований влияния многофункциональных присадок к дизельным топливам на их смазывающие свойства.*

***Ключевые слова***: *Топливо, добавки, смазывающая способность, спектроскопия, размеры частиц.*

**OSTRIKOV V.V., KORNEV A.Y., SHIHALEV I.N., BEKTILEVOV A.Y.**

## STUDY OF INFLUENCE MULTIFUNCTIONAL ADDITIVES ON THE LUBRICATING PROPERTIES A LOW SULFUR DIESEL FUELS

***Abstract.*** *The article presents the results of the effect of multifunctional additives for diesel fuel on their lubricating properties.*

***Keywords***: *Fuel additives, lubricity, spectroscopy, particle size.*

Один из вариантов улучшения качества нефтепродуктов в условиях их непосредственного применения может служить использование специальных добавок [1, 5]. В рамках научно-технического сотрудничества ГНУ ВНИИТиН были проведены исследования многофункциональных добавок к топливам. В первую очередь интерес вызывал вопрос повышения смазывающей способности современных низкосернистых дизельных топлив.

Для сравнительного анализа были использованы два продукта – Keropur DP 604T (BASF) и MPG-BOOST (FFI), результат применения которых сравнивался с запатентованным ГНУ ВНИИТиН способом обработки дизельных топлив [2-4]. В таблице 1 представлены некоторые свойства добавок.

Таблица 1. Некоторые свойства добавок Keropur DP 604T и MPG-BOOST

| | | |
|---|---|---|
| Состав | Смесь полимеров в органическом растворителе | – |

| | | |
|---|---|---|
| Внешний вид | Прозрачная жидкость янтарного цвета | Прозрачная жидкость янтарного цвета |
| Растворимость | Растворим в алифа-тических и ароматических растворителях | Растворим в алифа-тических и ароматических растворителях |
| Плотность при 15 °С кг/м³ | 943 | 798 |
| Вязкость при 20 °С, мм²/с | 3,4 | 1,56 |
| Температура вспышки, °С | 65 | 55 |
| Рекомендуемая дозировка, мг/кг. | 600 | 0,295 |

Для экспериментов были отобраны образцы дизельного топлива различного качества (таблица 2) в которые вносились исследуемые добавки, а результаты сопоставлялись с исходным топливом и топливом, обработанным по разработанной ГНУ ВНИИТиН технологии. Фиксировалось изменение физико-химических свойств топлив, и также смазывающей способности по изменению диаметра пятна износа на машине трения при 20 ºС (таблица 3) и 60 ºС (таблица 4).

В результате испытаний при температуре 20 ºС установлено, что добавление исследуемых присадок в рекомендуемых производителем количествах к образцу №1, с худшими физико-химическими характеристиками, чем другие, положительно сказывается на его смазывающих свойствах. В то же время, в случае образцов №2 и № 3 положительный эффект наблюдается лишь при использовании MPG-Boost.

Таблица 2. Свойства исходных дизельных топлив

| Показатели | №1 | №2 | №3 | ГОСТ 305-82 летнее/зимнее |
|---|---|---|---|---|
| Фракционный состав, ºС<br>50%<br>96% | <br>235<br>378 | <br>284<br>366 | <br>242<br>314 | <br>< 280/280<br>< 360/340 |
| Кинематическая вязкость при 20 ºС, мм$^2$/с | 2,2 | 4,1 | 2,9 | 3,0-6,0/1,8-5,0 |
| Температура, ºС<br>застывания<br>помутнения | <br>– 30<br>– 8 | <br>– 29<br>– 10 | <br>– 35<br>– 20 | <br>–10/–35<br>–5/–25 |
| Температура вспышки, ºС | 23 | 63 | 58 | > 40/35 |
| Кислотность, мг КОН/100см$^3$ | 4,1 | 3,6 | 1,2 | < 5 |
| Содержание воды, % | следы | отс | отс | отс |
| Содержание мех. примесей, % | 0,03 | 0,01 | отс | отс |
| Плотность при 20 ºС, кг/м$^3$ | 800 | 837 | 833 | < 860/840 |

Дальнейшее увеличение концентрации Keropur DP 604T привело к определенному положительному эффекту. Как видно из приведенных данных, в случае образцов № 1 и № 3 – при двойной рекомендованной концентрации, а в случае образца № 2 – при тройной.

Таблица 3 – Изменение смазывающей способности дизельных топлив в зависимости от количества вносимой присадки при 20 ºС

| Название и количество | Ø,мм Образец | Эффект, % | Ø ,мм Образец | Эффект, % | Ø ,мм Образец | Эффект, % |
|---|---|---|---|---|---|---|

| присадки | №1 | | №2 | | №3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Без присадки | 0,42 | – | 0,37 | – | 0,49 | – |
| Keropur DP 604T 600 мг/кг | 0,39 | 4 | 0,43 | – 16 | 0,49 | – |
| Keropur DP 604T 1200 мг/кг | 0,35 | 16 | 0,36 | 3 | 0,46 | 6 |
| Keropur DP 604T 1800 мг/кг | – | – | 0,35 | 5 | – | – |
| MPG-Boost 0,295 мл/л | 0,37 | 11 | 0,34 | 8 | 0,46 | 6 |
| Обработка по технологии ГНУ ВНИИТиН | 0,36 | 14 | 0,35 | 5 | 0,43 | 12 |

Испытания при температуре 60 ºС показали, что в случае образцов № 1 и № 3 обе присадки дали положительный эффект увеличения смазывающей способности, в то время, как в случае образца № 2 улучшений при рекомендованных концентрациях практически не наблюдалось.

Таблица 4 – Изменение смазывающей способности дизельных топлив в зависимости от количества вносимой присадки при 60 ºС

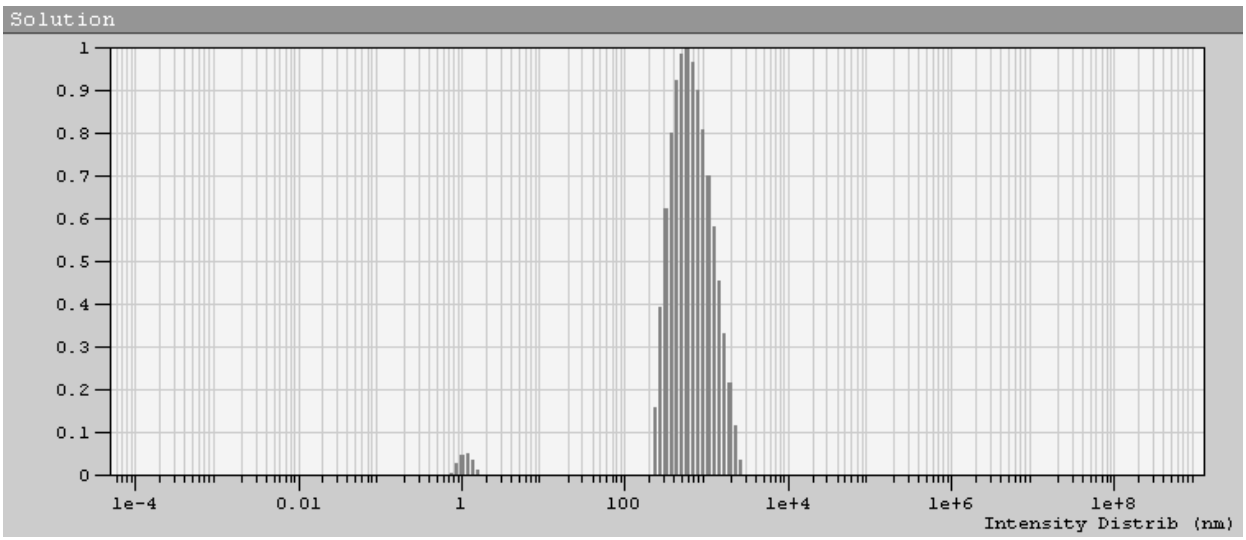
| Название и количество присадки | Ø,мм Образец №1 | Эффект, % | Ø,мм Образец №2 | Эффект, % | Ø ,мм Образец №3 | Эффект, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Без присадки | 0,43 | – | 0,40 | – | 0,49 | – |
| Keropur DP 604T 600 мг/кг | 0,39 | 9 | 0,39 | 2 | 0,47 | 4 |
| MPG-Boost 0,295 мл/л | 0,41 | 4 | 0,40 | – | 0,45 | 8 |
| Обработка по технологии ГНУ ВНИИТиН | 0,35 | 19 | 0,36 | 10 | 0,41 | 16 |

Заметных изменений основных физико-химических показателей дизельного топлива после добавления исследуемых добавок не обнаружено.

С помощью метода фотонной корреляционной спектроскопии были исследованы образцы дизельного топлива до и после добавления присадок. Например, на рисунках 12 – 14 представлены данные для образца №1.

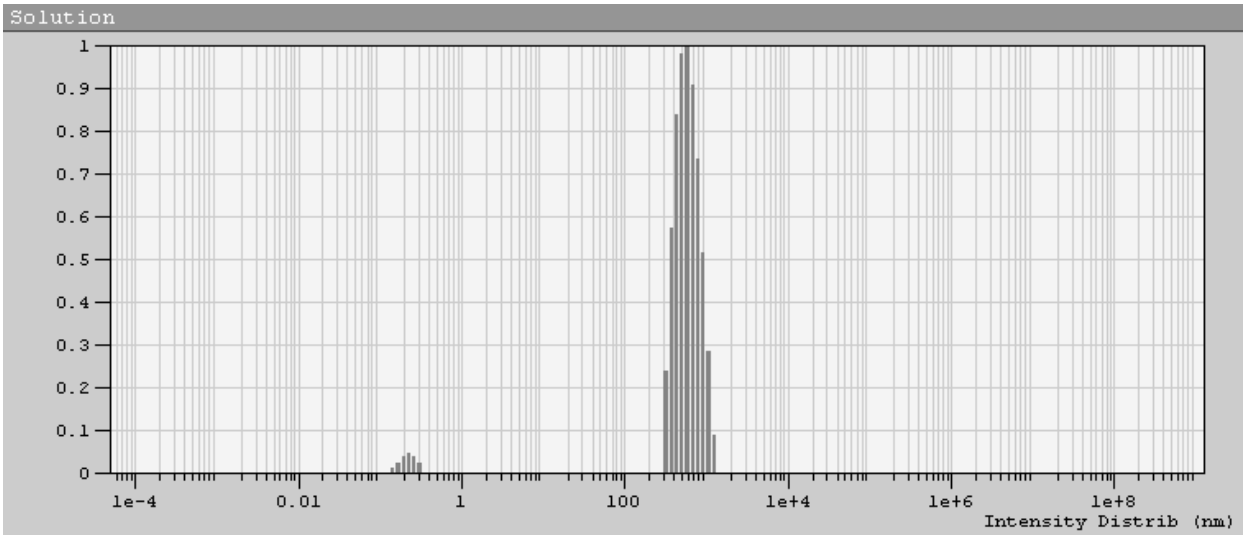
Исходный образец в начале и конце эксперимента имеет практически неизменный состав частиц. Имеется слабый пик в районе 0,1 – 1 нм, основная же часть частиц имеют размеры от 100 до $10^4$ нм. Максимум наблюдается на значении 574 нм (рисунок 1).

Добавление универсальной присадки Keropur DP 604T смещает пики в область более мелких частиц, максимум приходится на 105,3 нм (рисунок 2). Вероятно, в смеси происходят процессы диспергации.




1)

| Peak Num | Area | Mean | Position | STD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.015 | 1.109 | 1.163 | 0.178 |
| 2 | 0.985 | 755.5 | 574.1 | 441.4 |

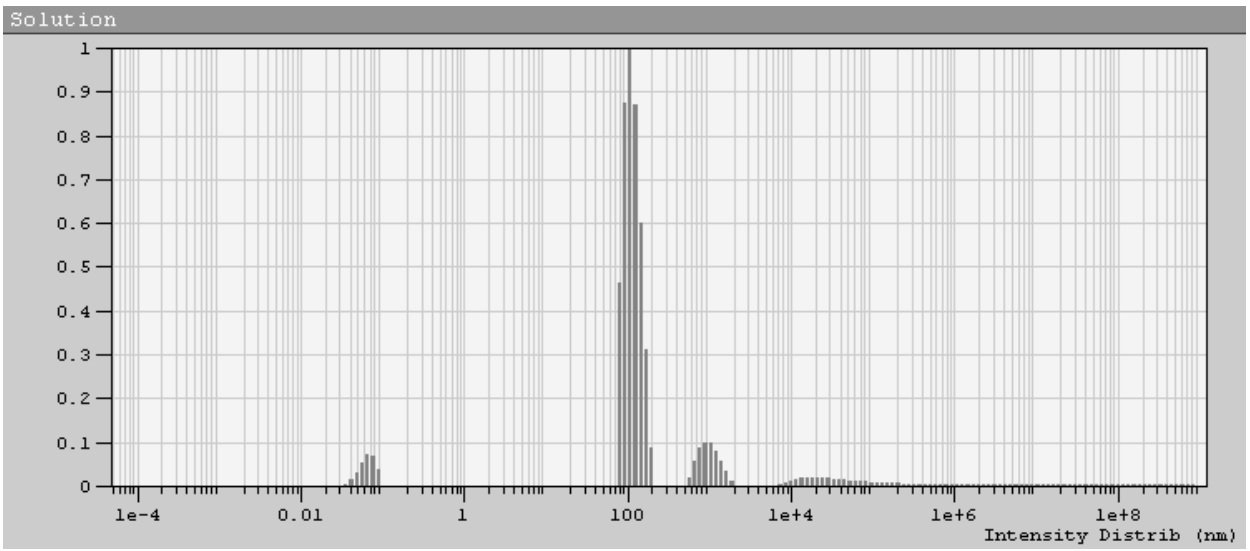



2)

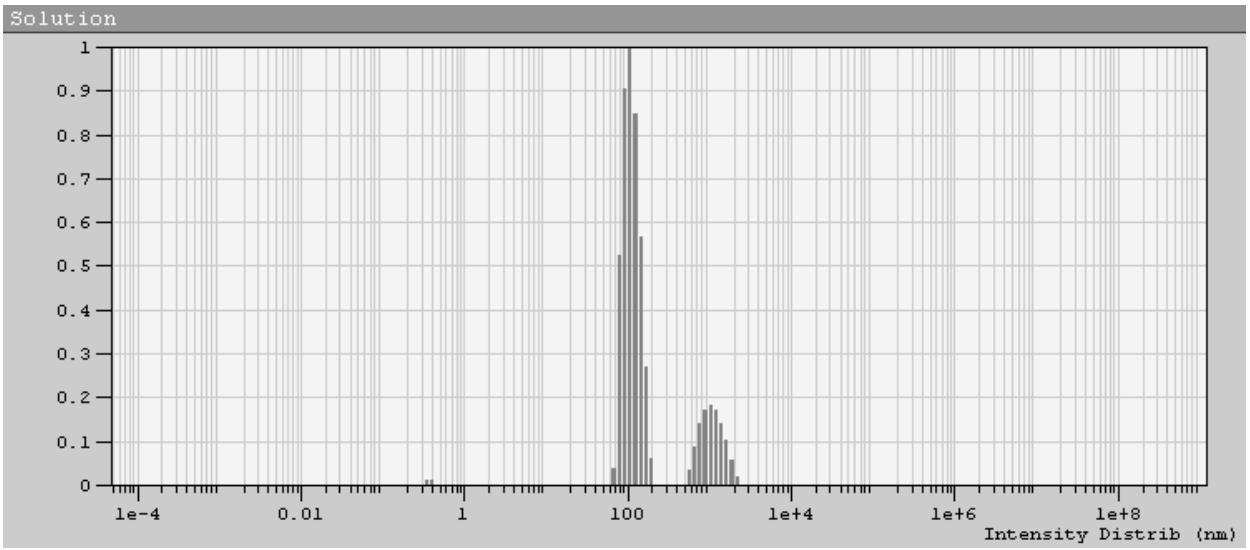
| Peak Num | Area | Mean | Position | STD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.025 | 0.225 | 0.220 | 0.044 |
| 2 | 0.975 | 607.4 | 574.1 | 206.4 |

Рисунок 1. Образец дизельного топлива № 1 в начале (1) и после 4 часов (2) эксперимента

1)



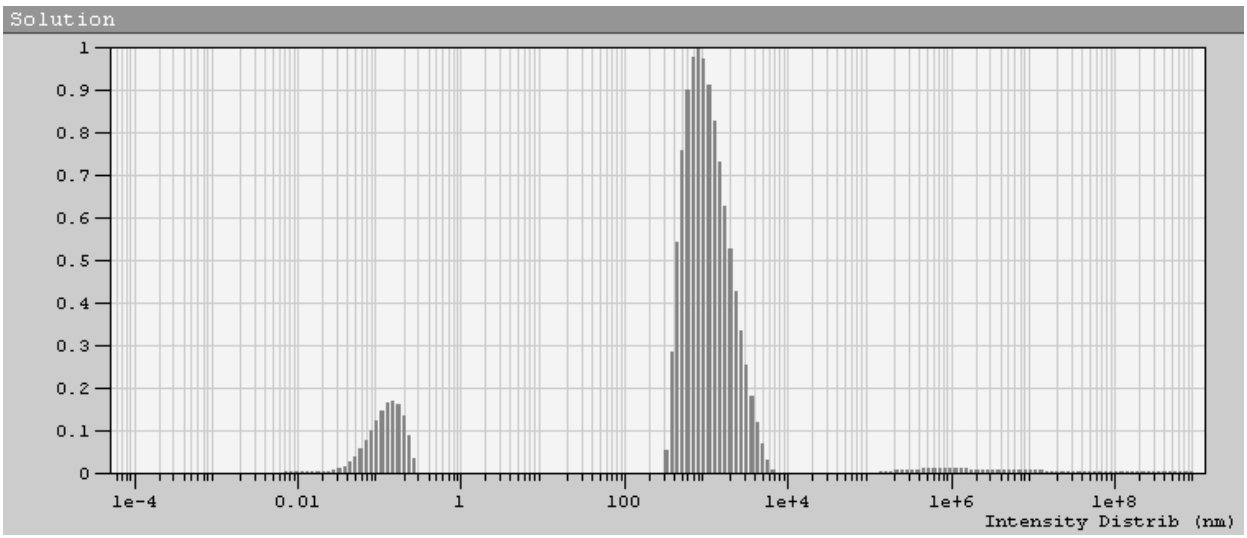

| Peak Num | Area | Mean | Position | STD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.051 | 0.064 | 0.064 | 0.016 |
| 2 | 0.810 | 112.0 | 105.3 | 31.77 |
| 3 | 0.102 | 985.7 | 875.4 | 330.7 |
| 4 | 0.037 | 2.6e+4 | 1.8e+4 | 1.5e+4 |




2)

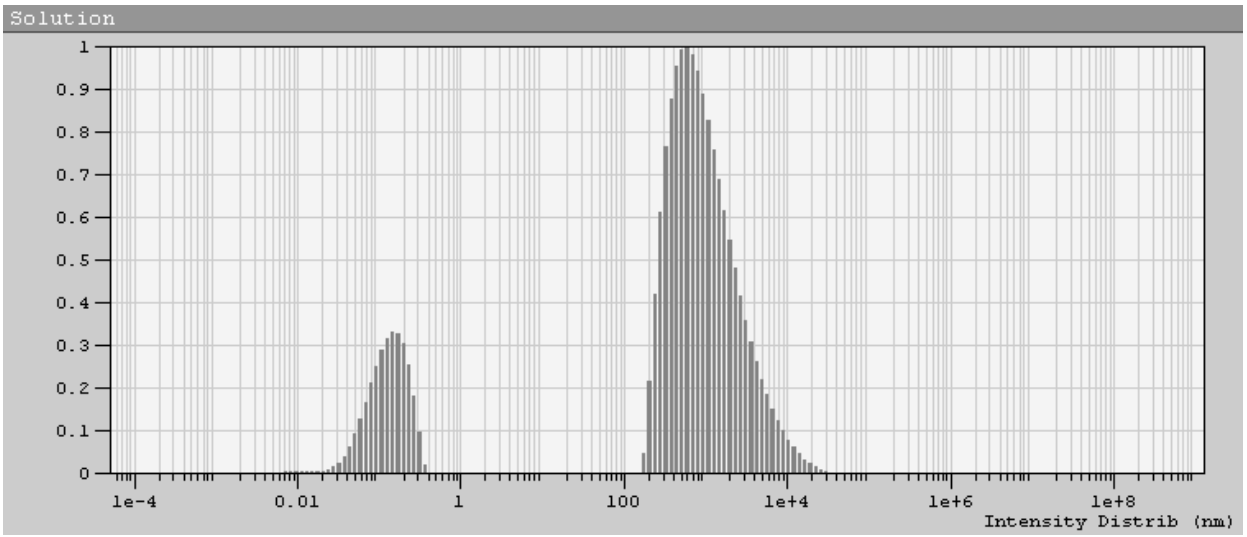
| Peak Num | Area | Mean | Position | STD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.002 | 0.335 | 0.336 | 0.020 |
| 2 | 0.793 | 111.7 | 105.3 | 27.22 |
| 3 | 0.205 | 1103. | 1018. | 365.8 |

Рисунок 2. Образец дизельного топлива № 1 с добавкой Keropur DP 604T 600 мг/кг в начале (1) и после 4 часов (2)




1)

| Peak Num | Area | Mean | Position | STD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.111 | 0.127 | 0.143 | 0.057 |
| 2 | 0.889 | 1220. | 795.2 | 886.0 |




2)

| Peak Num | Area | Mean | Position | STD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.171 | 0.141 | 0.143 | 0.070 |
| 2 | 0.829 | 1554. | 587.7 | 2181. |

Рисунок 3. Образец дизельного топлива № 1 с добавкой MPG-BOOST 0.295 мл/л в начале (1) и после 4 часов (2)

Добавление же присадки MPG-BOOST приводит к укрупнению частиц в интервале 100 до $10^4$ нм. В тоже время появляется небольшое количество (17 %) наноразмерных объектов в интервале от 0,01 до 1 нм (рисунок 3).

Однако по большому счету состав частиц после введения добавок не сильно изменяется по сравнению с исходным топливом.

Таким образом, проведенные исследования показали, что добавление в дизельное топливо присадок не всегда приводит к положительному эффекту, так как результат,

вероятно, зависит не только от концентрации присадок, но и исходного состава топлива. Этот факт требует дополнительных исследований.

В тоже время, обработка дизельного топлива по способу ГНУ ВНИИТиН в большинстве случаев позволяет получить устойчивый положительный эффект, проявляющийся не только в улучшении физико-химических свойств топлива, но и увеличении его смазывающей способности в среднем на 12 %, что особенно актуально для современных малосернистых сортов топлив, применяемых в современной зарубежной и отечественной сельскохозяйственной технике.

**Список литературы**

1. Остриков В.В. Повышение эксплуатационных свойств дизельного топлива / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Бектилевов А.Ю // Техника и оборудование для села № 6. – 2012. – С. 12-13.

2. Остриков В.В. Способ очистки дизельного топлива / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Нагорнов С.А., Бектилевов А.Ю., Павлов С.С. // Патент РФ № 2477303. – 2013.

3. Остриков В.В. Очистка загрязненного дизельного топлива и повышение его смазывающих свойств в условиях предприятий АПК / Остриков В.В., Корнев А.Ю., Бектилевов А.Ю., Павлов С.С. // Тезисы докладов XII Международной научно-технической конференции «Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем».– Углич. – 10-12 сентября 2012. – С. 188 – 194.

4. Остриков В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств / Остриков В.В. // дисс. д.т.н. Тамбов. – ГНУ ВИИТиН. – 2000. – С. 650

5. Бурумкулов Ф.Х. Повышение межремонтного ресурса агрегатов с использованием наноэлектротехнологий / Бурумкулов Ф.Х., Лялякин В.П. и др // Техника в сельском хозяйстве № 3. – 2007. – С. 8 – 13.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Остриков Валерий Васильевич,*** *заведующий лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, доктор технических наук. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022. viitinlab8@bk.ru, vniitin.ru.*

***Корнев Алексей Юрьевич****, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022. viitinlab8@bk.ru, vniitin.ru.*

***Шихалев Илья Николаевич****, инженер. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022. viitinlab8@bk.ru, vniitin.ru.*

***Бектилевов Алдыберген Юсупович,*** *аспирант. Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022. viitinlab8@bk.ru, vniitin.ru.*

**РЕЦЕНЗЕНТ**

***Кузнецова Екатерина Геннадиевна*** *– кандидат химических наук, старший научный сотрудник, лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии*

УДК 621.899

**ТУПОТИЛОВ Н. Н., ОСТРИКОВ В. В., ПОПОВ С. Ю.**

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ СПЕЦИФИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

***Аннотация.*** *В статье изложены результаты очистки отработанных синтетических моторных масел от продуктов старения и загрязнений с использованием органических растворителей. Предложена технология очистки отработанного синтетического моторного масла 0W30 с использованием растворителя Р-646.*

***Ключевые слова:*** *отработанное синтетическое моторное масло, очистка масла, коагуляция, растворители.*

**TUPOTILOV N. N., OSTRIKOV V. V., POPOV S. Y.**

# STUDY OF WASTE DISPOSAL SYNTHETIC MOTOR OILS SOLVENTS SPECIFIC

***Abstract.*** The article presents the results of purification of waste synthetic motor oils from dirt and aging products using organic solvents. A technology for cleaning exhaust 0W30 synthetic motor oil with a solvent R-646.

***Keywords:*** waste synthetic motor oil, oil purification, coagulation, solvents.

Как известно, синтетические моторные масла работают достаточно в жестких условиях эксплуатации, и по мере наработки в них накапливается большое количество смол, асфальтенов, продуктов сгорания топлива, термического разложения присадок, основы и т.д. [1, 5, 6].

На момент достижения браковочных значений отработавшие свой срок моторные синтетические масла обладают достаточно высоким запасом моющее – диспергирующих свойств. Мельчайшие частицы загрязнений (1 мкм и менее) находятся во «взвешенном» состоянии, что усложняет технологические процессы очистки отработанных синтетических масел.

В работах [1 – 3] были рассмотрены процессы удаления загрязнений из отработанных синтетических моторных масел за счет коагуляции их различными электролитами (щелочь, кислота, нейтральные соединения – карбамид, канифоль, удобрения и т.д.). Наряду с такими коагулянтами была исследована возможность коагуляции частиц загрязнений в ММО добавкой специфических растворителей. Необходимо было найти такой растворитель, который бы растворял только часть масла, а его загрязнения, оставаясь в пересыщенном растворе ММО, коагулировали, укрупняясь до размеров частиц, которые можно отделить фильтрованием или центрифугированием. Известно [4], что продуктами «старения» масел являются асфальтены, карбены, карбоиды, смолы, которые практически не растворяются в большинстве органических растворителях. Смолы растворимы в петролейном эфире. Асфальтены не растворимы в петролейном эфире, но растворимы в бензоле. Карбены – частично растворимы только в пиридине и сероуглероде. Карбоиды – вещества, практически ни в чем не растворимы. Если масляную основу отработанного масла растворить в растворителе, который не раство-

ряет продукты «старения» масла, то они должны (из-за перенасыщенности раствора в отработанном масле) скоагулировать и выпасть в осадок.

Для этих исследований были опробованы различные чистые растворители: толуол, бензол, изопропиловый спирт, ацетон и смеси углеводородных растворителей: бензин, керосин, дизельное топливо. Их добавки не привели к проявлению коагуляционных эффектов загрязнений в отработанных синтетических ММО. В то же время комплексный растворитель Р-646, содержащий 50 % протонных растворителей (бутилацетат, этилцеллозольв, ацетон, бутанол, этиловый спирт) и 50 % апротонного растворителя (толуол) в первом приближении дает обнадеживающие результаты в плане его использования для коагуляции продуктов «старения» и загрязнений в отработанных синтетических ММО.

Были исследованы несколько технологических процессов очистки отработанного синтетического масла 0W30 с использованием растворителя Р-646.

Изначально 50% синтетического ММО 0W30 смешивалось с 50% растворителем Р-646 при комнатной температуре, смесь перемешивалась в течение 10 минут и отстаивалась в течение 1 часа. Во время отстаивания произошло разделение смеси на 2 слоя: а) верхний слой (40%), более светлый, содержал в себе растворитель, масло и укрупненные частицы загрязнений > 5 мкм; б) нижний слой (60%), темный, содержал в себе исходное масло, загрязнения и часть растворителя; частицы загрязнений были в мелкодиспергированной форме, < 1мкм. После разделения слоев декантацией, они подвергались разделению центрифугированием.

При этом в верхнем слое крупных частиц загрязнений не обнаружено. В нижнем слое отделения частиц от загрязнений не произошло. После выпаривания растворителя из очищенного центрифугой верхнего слоя нагревом более 130ºС осталась масляная основа, примерно 10 – 15%, без механических примесей, но имеющая темный цвет, по видимому из-за растворенных в ней продуктов «старения» синтетического ММО, находящихся на молекулярном уровне.

Физико-химические характеристики очищенного по данной технологии отработанного синтетического моторного масла представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты очистки отработанного синтетического моторного масла 0W30 добавкой растворителя Р-646.

| Показатели | Исходное 0W30 | Добавка 50% растворителя Р–646, центрифуга | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Верхний слой | | Нижний слой |
| | | Исходный | После выпаривания растворителя | |
| Вязкость кинематическая при 100°С, мм$^2$/с | 13,0 | 6,5 | 12,5 | 11,1 |
| Температура вспышки в открытом тигле, °С | 218 | 145 | 210 | 185 |
| Щелочное число, мг КОН/г | 5,3 | 3,1 | 4,5 | 4,9 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 2,5 | 1,8 | 1,9 | 2,1 |
| Содержание, % | | | | |
| – мех. примесей | 0,8 | 0,05 | отс | 0,3-0,5 |
| – воды | 0,1 | 0,05 | отс | 0,05 |
| Цвет, ед ЦНТ | 8, черное | 6-7,темное | 6, темное, коричневое | 8, черное |

В итоге по данной схеме очистки удается получить, примерно 10 – 15 % очищенного отработанного синтетического моторного масла, что не покрывает затраты на технологический процесс.

На следующем этапе исследований 50 % синтетического ММО 0W30 смешивается с 50% воды, перемешивается при комнатной температуре до образования эмульсии;

- 50% водно-масляной эмульсии смешивается с 50% растворителя Р-646, смесь перемешивается, отстаивается в течение часа и разделяется на 3 фазы: а) низ – вода; б) середина – черное масло; в) верх – темная жидкая смесь масла с растворителем.

При исследовании под микроскопом процесса коагуляции частиц загрязнений в средней фазе не обнаружено, в верхней фазе – есть коагуляция, образовались частицы загрязнений размером 1 – 3мкм. После центрифуги они удаляются лишь частично. Смесь остается черного цвета с содержанием загрязнений более 0,5 %. Поэтому была проведена модернизация данной технологии.

Пятидесятипроцентная смесь синтетического ММО 0W30 с водой (1:1) под давлением 1,5 – 2кгс/см$^2$ вводится в растворитель Р-646. В образовавшейся смеси наблюдается под микроскопом активная коагуляция загрязнений, частицы укрупняются до размеров 10 мкм и более.

После отстаивания в течение 1 часа образовавшаяся смесь разделяется на 3 фазы:

а) нижняя часть – водная, прозрачная;

б) средняя часть – темная смесь масла и растворителя;

в) верхняя часть – светлая часть растворителя и масла.

После разделения слоев на делительной воронке получено 1/3 водного раствора, 1/3 раствора масла с растворителем и 1/3 раствора растворителя с маслом. Из средней и верхней части центрифугированием и выпариванием растворителей удается получить очищенное синтетическое моторное масло в объеме до 60 –70% от исходного. Цвет масла темный, прозрачный, содержание механических примесей менее 0,01%.

Физико-химические характеристики очищенного по данной технологии отработанного синтетического моторного масла представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты очистки отработанного синтетического моторного масла 0W30 добавкой водной эмульсии данного масла под давлением в растворитель Р-646.

| Показатели | Исходн ММО, 0W30 | Добавка 50 % эмульсии 0W30 с водой в Р-646 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Без давления | | Под давлением, 1,5-2 кгс/см$^2$ | | | |
| | | средняя часть | верхняя часть | средняя часть | | верхняя часть | |
| | | | | центри фуга | ЦФ+ выпаривание | центри фуга | ЦФ+ выпаривание |
| Вязкость кинематическая при 100°С, мм$^2$/с | 13,6 | 12,8 | 7,1 | 12,6 | 13,0 | 8,2 | 12,1 |
| Температура вспышки в открытом тигле, °С | 218 | 170 | 150 | 170 | 185 | 150 | 190 |
| Щелочное число, мг КОН/г | 5,3 | 3,5 | 3,2 | 3,7 | 3,2 | 3,2 | 3,1 |
| Кислотное число,мг КОН/г | 2,5 | 2,1 | 1,8 | 2,1 | 2,0 | 1,8 | 1,7 |
| Содержание, % | | | | | | | |
| – мех. примесей | 0,8 | 0,8 | 0,5 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,01 | < 0,01 |
| – воды | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | отс | 0,1 | отс |
| Цвет, ед ЦНТ | 8, черн | | 7-8, черн | 6-7,темн | 6-7,темн | 6,темн, прозрач | 6,темн прозрач |

В целом результаты исследований отработанного синтетического моторного масла с использованием растворителя Р-646 показали перспективность его использования по специально подобранной технологии. Когда сначала готовится водная эмульсия масла, которая под давлением подается в растворитель, смесь отстаивается, разделяется, центрифугируется, лишний растворитель выпаривается нагреванием. Однако и данная технология достаточно сложна для реализации в условиях сельскохозяйственного производства и требует ее совершенствования и доработки.

**Список литературы**

1. Остриков В.В. Регенерация отработанного синтетического моторного масла / Н.Н. Тупотилов, В.В. Остриков, А.Г. Зимин, И.В. Бусин // Техника в сельском хозяйстве №4. – 2011. – С. 22-24.

2. Остриков В.В. Способ очистки отработанного синтетического моторного масла / В.В.Остриков, Н.Н. Тупотилов и др. //. Патент № 2437923. – 2011.

3. Остриков В.В. Исследование процессов очистки отработанных синтетических моторных масел/ Остриков В.В., Тупотилов Н.Н. // Сборник научных докладов XVII Международной научно – практической конференции. – 2013. – С. 25.

4. Остриков В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств / В.В. Остриков // Дис. д.т.н. – Тамбов. – ГНУ ВИИТиН. – 2000. – 650 с.

5. Остриков В.В. Испытания трибодатчика для контроля уровня деградации масла / В.В. Остриков, А.Ю. Корнев // Наука в центральной России № 4. – 2013. – С. 14-17.

6. Лялякин В.П. О развитии инженерных служб АПК в соответствии с задачами госпрограммы / В.П. Лялякин // Труды ГОСНИТИ. – 2008. – Т. 102. – С. 44-46.

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

***Остриков Валерий Васильевич****, заведующий лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, доктор технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново–Рубежный, 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

***Тупотилов Николай Николаевич****, ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново–Рубежный, 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

***Попов Сергей Юрьевич****, аспирант, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново–Рубежный, 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

**РЕЦЕНЗЕНТ**

***Прохоренков Вячеслав Дмитриевич –*** *доктор технических наук, старший научный сотрудник, Ученый секретарь ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 621.899

**В.В. ОСТРИКОВ, А.Г. ЗИМИН, С.Ю. ПОПОВ**

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СОСТАВОВ

***Аннотация.*** *В статье изложены результаты исследований по расширению функциональных возможностей ремонтно-восстановительного состава «Кластер». Предложено новое технологическое решение, обеспечивающее повышение восстановительного эффекта*

*от действия компонентов препарата «Кластер» с одновременным улучшением противоизносных свойств и степени чистоты работающего смазочного материала.*

***Ключевые слова:*** *ремонтно-восстановительный состав, смазочные материалы, присадки, противоизносные свойства, очистка масла.*

**V.V. OSTRIKOV, A.G. ZIMIN, S.J. POPOV**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE COMPOUNDS REPAIR AND REFURBISHMENT**

***Abstract.*** *The article presents the results of research to expand the functional capabilities of repair and recovery "Cluster." A new technological solution, ensuring higher reductive effect on the activities of the components of the drug "Cluster" with a simultaneous improvement of anti-wear properties and purity fans operate lubricant.*

***Keywords:*** *repair and refurbishment composition, lubricating materials, additives, anti-wear properties, cleaning oil.*

Как показывает практика, несмотря на существование большого выбора качественных смазочных материалов, проявляется тенденция повышения их эффективности и работоспособности, позволяющих не только снизить процессы трения, но и продлить срок службы работающего масла, повысить его противоизносные характеристики.. Существует достаточно большой перечень различного вида добавок к моторным маслам, одни из них улучшают противоизносные, антиокислительные и др. свойства масел. Другие обладают ремонтно-восстановительными свойствами, позволяющие образовывать на поверхностях деталей защитные пленки, новообразования на основе различных металлов.

По заявлениям разработчиков добавок и различного рода присадок к маслам почти все они после внесения в работающее моторное масло продлевают срок его службы и выполняют еще ряд функций, обеспечивающих снижение расхода топлива, увеличения компрессии, уменьшения загрязненности выхлопа и т.д.

Однако в многообразии представленных результатов экспериментальных исследований и испытаний добавок к маслам нет четких и безапелляционных доказательств и фактов, подтверждающих заявления о продлении сроков службы масел.

Лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН на протяжении ряда лет проводятся лабораторные, стендовые и производственные испытания добавок к маслам на предмет оценки их работоспособности [3 – 12].

Среди многообразия исследованных и испытанных присадок и добавок к маслам следует отметить разработку Саратовского ГАУ. Синтезированная и полученная ими композиция «Кластер» показывает высокие противоизносные свойства при смешивании ее с моторным маслом и испытаниях на четырехшариковой машине трения [1,2].

Сотрудниками лаборатории использования смазочных материалов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии были проведены широкие производственные испытания препарата «Кластер» в двигателях сельскохозяйственной техники, которые показали положительные результаты. Изменение свойств масла, расхода топлива и компрессии в процессе испытания приведены на рисунках 1, 2 и в таблице 1 соответственно.

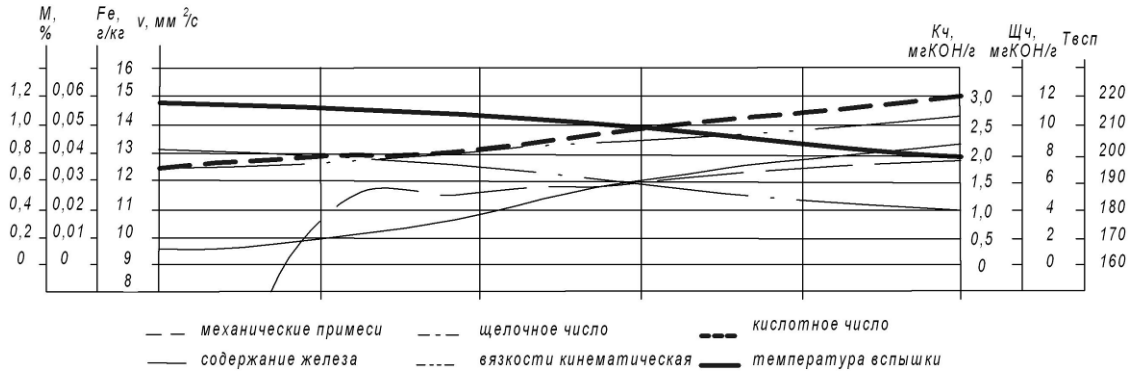



Рисунок 1 – Изменение физико-химических характеристик масла в процессе испытания на тракторе МТЗ-80

Таблица 1 – Результаты замеров компрессии в цилиндрах двигателя.

| Показатели | Компрессия, кгс/см$^2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Наработка, час | | | | | |
| | Нач. исп | 50 час | 100 час | 150 час | 200 час | 250 час |
| 1 цилиндр | 19,5 | 19,8 | 20,2 | 20,5 | 20,6 | 20,5 |
| 2 цилиндр | 18,1 | 18,3 | 18,9 | 19,6 | 20,1 | 20,4 |
| 3 цилиндр | 19,1 | 19,5 | 20,1 | 20,5 | 20,7 | 20,6 |
| 4 цилиндр | 18,5 | 18,8 | 19,5 | 20,0 | 20,3 | 20,5 |

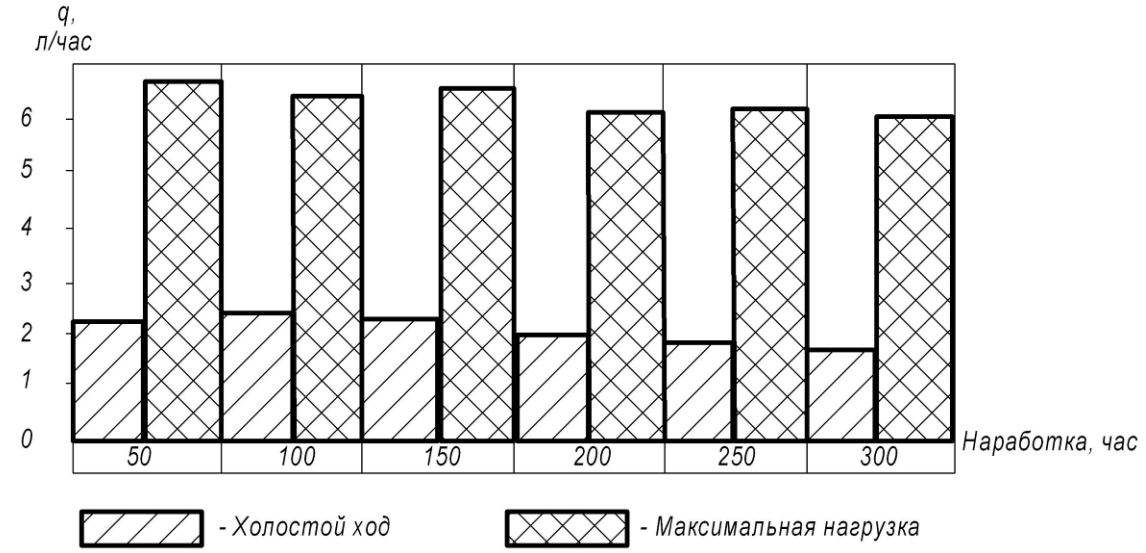



Рисунок 2 – Динамика изменения расхода топлива двигателей тракторов марки МТЗ по мере наработки машины

Вместе с тем проводятся исследования по расширению функциональной возможности препарата «Кластер». В частности предлагаются элементы модернизации композиция и новый технологический процесс. В существующую композицию «Кластер», состоящую из масла МС-20 и ряда синтезированных на основе УДП чистых модифицированных металлов, улучшающих трибологические характеристики масел, вводится спиртовой раствор агента, позволяющий повысить смазывающие свойства масел и, разорвав связь частных присадок с мельчайшими загрязнениями мене 1 мкм (смол, асфальтенов, карбенов), укрупнить их до

размеров (20…30 мкм), доступных к удалению встроенными в систему смазки центрифугами.

В работавшее моторное масло с показателями: вязкость кинематическая – 10,2 мм$^2$/с; щелочное число – 3,9 мг КОН/г; кислотное число – 1,5 мг Кон/г; содержание нерастворимого осадка – 0,8 % вносился препарат «Кластер» в концентрации 3 % к массе масла. Смесь перемешивалась при комнатной температуре (20ºС) и оценивалось изменение физико-химических показателей. При этом установлено, что внесение препарата практически не оказывает влияния на изменение щелочности и кислотности масла (см. табл. 2).

Аналогично проводился эксперимент с внесением препарата «Кластер», обогащенного спиртовым раствором агента.

Таблица 2 – Результаты физико-химического анализа действия добавки «Кластер».

| Показатели | Исходное работавшее моторное масло | После внесения «Кластер» | После внесения «Кластер» + агент |
|---|---|---|---|
| Вязкость кинематическая, мм$^2$/с, при 100ºС | 10,2 | 10,2 | 10,2 |
| Щелочное число, мг КОН/г<br>Кислотное число, мг КОН/г<br>Содержание нерастворимого осадка, % | 3,9<br>1,5<br>0,80 | 4,0<br>1,6<br>0,81 | 4,1<br>1,6<br>0,80 |

Анализируя данные таблицы можно констатировать, что препарат «Кластер» после внесения его в работающее масло не оказывает отрицательного воздействия на масло, как это имеет место с некоторыми другими добавками.

Для сравнительной оценки смазывающих и противоизносных свойств действия препарата «Кластер» и его модификации в работающих моторных маслах проведен анализ изменения диаметра пятна износа шариков на четырехшариковой машине трения.

Таблица 3 – Результаты оценки противоизносных свойств работающего моторного масла после внесения в него препарата «Кластер».

| Показатели | Исходное масло | Масло с добавкой «Кластер» | Масло с добавкой «Кластер» + агент |
|---|---|---|---|
| Диаметр пятна износа, мм<br>При концентрации препарата, % 1 | 0,38 | 0,37 | 0,33 |
| 2<br>3<br>4 | | 0,36<br>0,32<br>0,32 | 0,31<br>0,29<br>0,28 |

Из таблицы 3 видно, что при добавлении в работавшее в ДВС моторное масло его противоизносные свойства улучшаются. Оптимальным значением вносимой концентрации препарата является 3 %. Дальнейшее ее увеличение не приводит к существенному улучшению свойств масла.

Несколько по другому «ведет себя» препарат «Кластер» с добавкой спиртового раствора агента (см. табл. 3). Так, даже при внесении смеси в соотношении 1% масс к работающему маслу, диаметр пятна износа уменьшается и по отношению к исходному маслу и по отношению к маслу с препаратом более чем на 15%. При увеличении концентрации вносимой смеси уменьшается и диаметр пятна износа. Пока сложно однозначно объяснить действие «Кластера» с агентом по сравнению с чистым «Кластером».

Ставя задачу очистки работающего моторного масла от продуктов окисления, старения масла предполагалось минимизировать возможность удаления вместе с загрязнениями присадок, присутствующих в масле и вносимых дополнительно с композицией «Кластер».

Для рассмотрения возможности очистки масла в системе смазки ДВС процесс моделировался на лабораторных центрифугах (табл. 4).

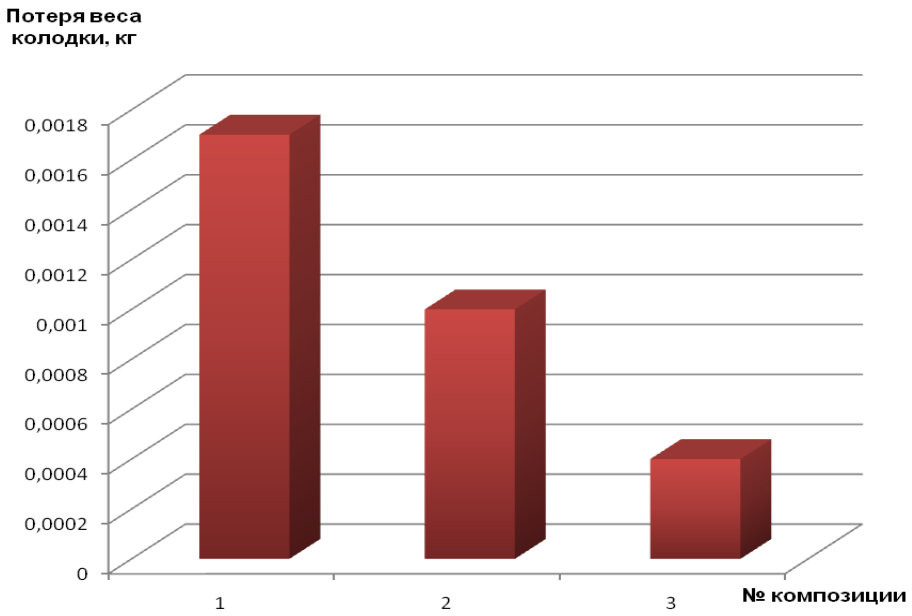
Таблица 4 – Результаты анализа физико-химических показателей работающего моторного масла до и после очистки с композицией «Кластер» - агент

| Показатели | Исходное работавшее моторное масло | Масло после внесения композиции «Кластер» - агента и удаления продуктов окисления центрифугированием |
|---|---|---|
| Вязкость кинематическая, мм$^2$/с, при 100ºС | 10,2 | 9,5 |
| Щелочное число, мг КОН/г | 3,9 | 3,2 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 1,5 | 0,6 |
| Содержание нерастворимого осадка, % | 0,80 | 0,08 |
| Диаметр пятна износа, мм (ЧШМТ) | 0,38 | 0,22 |

Анализируя данные таблицы 4 отметим, что в процессе очистки удается практически полностью удалить продукты окисления из работающего масла. Вязкость масла снижается незначительно, кислотное число уменьшается более чем в 2 раза, содержание нерастворимого осадка уменьшается на порядок. Щелочное число масла, которое в определенной степени говорит об остаточном содержании присадок в масле и избирательном действии процесса, (т.е. композиция «Кластер» в процессе очистки практически не затронута и не высаждена на стенки центрифуги), изменилось незначительно.

Противоизносные, смазывающие свойства масла, оцениваемые диаметром пятна износа на ЧШМТ после внесения композиции «Кластер» - агент и удаления продуктов окисления повысились значительно и находились на уровне высококачественных свежих моторных масел (0,22-0,24).

Испытания, проведенные в лаборатории Саратовского ГАУ на кафедре «Надежность и ремонт машин» на машине терния «Колодка-ролик», показали, что после внесения композиции «Кластер» + агент, и удаления продуктов окисления центрифугированием, износ по потери массы колодок составил: более чем в 4 раза меньше, чем на работающем масле, и в 2,5 раза меньше, чем на масле с добавлением присадки «Кластер». Результаты испытаний представлены на рисунке 3.




*1 – исходное масло (М10Г$_2$к); 2 – исходное масло + «Кластер»; 3 - масло после внесения композиции «Кластер» + агент и удаления продуктов окисления центрифугированием*

Рисунок 3 – Износ по потери массы колодок

Следующим этапом исследований предполагается проведение широких производственных испытаний добавки «Кластер» с введенным в нее агентом в узлах и агрегатах изношенной сельскохозяйственной техники.

**Список литературы**

1. Остриков В.В. Расширение функциональных возможностей добавок к моторным маслам / В.В. Остриков, А.Г. Зимин, С.Ю. Попов, В.В. Сафонов, К.В. Сафонов // Техника в сельском хозяйстве. – №6. – 2012. – с. 32-33.

2. Зимин А.Г. Исследование характеристик масел при обогащении их добавками / А.Г. Зимин, С.Ю. Попов, И.В. Бусин, В.В. Остриков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №2. – 2012. – с. 26-27.

3. Остриков В.В. Результаты исследования влияния наноразмерных примесей на смазывающую способность / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов // Технология металлов. – №1. – 2008. – с. 22-24.

4. Остриков В.В. Использование нанотехнологий и наноматериалов для улучшения эксплуатационных свойств смазочных материалов / В.В. Остриков, В.П. Шелохвостов и др // Технология металлов. – №1. – 2008. – с. 25-31.

5. Остриков В.В. Влияние наноразмерных примесей на смазывающую способность масел / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов // Технология металлов. – №12. – 2008. – с. 20-22.

6. Остриков В.В. Добавки для продления сроков эксплуатации смазочных масел / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов и др // Сельский механизатор. – №2. – 2009. – с. 26-27.

7. Остриков В.В. Удаление продуктов старения из работающих масел / В.В. Остриков, И.В. Бусин // Сельский механизатор. – №1. – 2012. – с. 36-37.

8. Остриков В.В. Сравнительная оценка противоизносных свойств смазочных материалов / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов, А.Г. Зимин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – №3. – 2013. – с. 26-28.

9. Корнев А.Ю. Испытание трибодатчика для контроля уровня деградации масел / А.Ю. Корнев, В.С. Вязинкин, В.В. Остриков, И.Н. Шихалев – Наука в центральной России. – №4. – 2013. – с. 14-18.

10. Остриков В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств. Дис. .д.т.н. – Тамбов. ГНУ ВИИТиН. – 2000. – С. 30-75.

11. Остриков В.В. Критерии эффективности очистки моторных масел от продуктов старения и его работоспособности / В.В.Остриков, С.Ю.Попов,И.В.Бусин,И.А.Забродский //Материалы за VIII междунардную научно-практическую конференцию «Бъдещетовъпроси от света на науката 2012». – Т. 39. – С. 89-98.

12. Остриков В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств //В.В. Остриков,дис. .д.т.н. – Тамбов, ГНУ ВИИТиН. – 2000. – С. 20-80.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Остриков Валерий Васильевич****, заведующий лабораторией, доктор технических, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

***Зимин Александр Геннадьевич,*** *старший научный сотрудник, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

***Попов Сергей Юрьевич,*** *младший научный сотрудник, аспирант, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, пер. Ново-Рубежный, 28, Тамбов, 392022, Россия.*

## РЕЦЕНЗЕНТ

***Нагорнов Станислав Александрович****, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией организации нефтехозяйств и экономного расходования нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 621.899

**ОСТРИКОВ В. В., ЗИМИН А. Г., ПОПОВ С. Ю., ЗАБРОДСКИЙ И. А.**

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА К ПРОВЕДЕНИЮ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

***Аннотация.*** *В статье рассмотрены некоторые теоретические закономерности изменения свойств работающих моторных масел с ремонтно-восстановительными добавками в процессе их наработки и теоретическое описание процессов.*

***Ключевые слова:*** *моторное масло, математический анализ, пригодность, ремонтно-восстановительный состав, продукты старения, очистка, щелочное число.*

**OSTRIKOV V. V., ZIMIN A. G., POPOV S. Y., ZABRODSKIJ I. A.**

# THEORETICAL EVALUATION OF THE SUITABILITY OF THE WORKING OF THE ENGINE OIL TO CONDUCT REPAIR OPERATIONS

***Abstract.*** *The article discusses some of the theoretical properties of patterns of change in operating motor oils with additives repair and restoration in their findings and theoretical description of the processes.*

***Keywords:*** *motor oil, mathematical analysis, fitness, repair and refurbishment composition, aging products, cleaning, base number.*

В большинстве теорий восстановления изношенных поверхностей деталей машин, под действием различного рода составов и присадок, находящихся в маслах, само масло, как правило, представляется носителем определенных элементов металлов и неметаллов к деталям. При этом состав масел и его свойства имеют второстепенное значение. Между тем нормальное функционирование двигателя обеспечивается только в том случае, когда показатели состояния масла соответствуют определенным требованиям. В нашем случае можно говорить о способности или пригодности масла выполнять одновременно две функции: «носителя» ремонтно-восстановительных компонентов присадок к трущимся поверхностям деталей и самого масла, как конструктивного элемента машины. Функция конструктивного элемента заключается в способности и потенциальной возможности масла выполнять заданный процесс смазки в пределах допустимых отклонений по качеству в течение оптимального ресурса или срока его службы в процессе эксплуатации двигателя внутреннего сгорания.

Теоретическое описание совокупности процессов восстановления изношенных деталей и изменения свойств работающего с добавками масла представляется достаточно сложной и масштабной задачей.

Очень важно правильно оценить запас эксплуатационных свойств масла на момент проведения ремонтно-восстановительной операции. Работоспособно ли масло в течение времени необходимого для полного восстановления изношенных деталей под действием трибокомпонентов металлов ремонтно-восстановительных составов (РВС) или его необходимо заменять вместе с добавкой до наступления полного восстановления.

Следует учитывать и экономическую составляющую, когда масло сработалось и имеет ограниченный ресурс, а срок эффективного действия РВС выходит за границы пригодности масла, что увеличивает в конечном результате затраты на эксплуатацию и ремонт.

В соответствии с поставленной целью и конкретными задачами исследования ограничимся постановкой вопросов теоретической оценки пригодности масла выполнять свои функции по мере наработки, установлении параметров и границ эффективности выполнения ремонтно-восстановительной операции. При этом будем исходить из того, что работающее в двигателе масло пригодно к использованию или обладает пригодностью, величина которой по определяемым показателям состояния равна:

$$\Pi_i = \frac{x_i - x}{x_0 - x} \qquad (1)$$

где $\Pi_i$ - пригодность масла в момент времени $i$ по одному из показателей; $i$ – дискретное время ($i = 1$ – момент первой операции восстановления масла (удаления продуктов старения и внедрения РВС), $i = 2$ – момент второй операции восстановления масла и т. д.); $x_0$ – номинальное значение показателя (в момент времени $0$); $x_i$ – текущее значение показателя (в момент времени $i$); $x$ – предельное значение.

При этом проводим контроль качества масла по загрязненности и щелочному числу экспресс-методами.

Исходная пригодность $\Pi_и = 1$; при первом контроле – $\Pi_1$; при втором контроле – $\Pi_2$; при *n*-ом контроле – $\Pi_n$.

Из выражения (1) следует, что 100% пригодностью обладает только свежее моторное масло. Оно соответствует критерию эффективности равному «1». Нулевой пригодностью («0») обладает работающее масло с предельными браковочными значениями по загрязненности, щелочному числу (содержанию работоспособных присадок). Отрицательной пригодно-

стью («-») обладает масло со значениями загрязненности и щелочного числа ниже браковочных значений.

Как показывает практика, чаще всего масло бракуется по содержанию загрязнений (продукты старения). Следующим по значимости, с точки зрения пригодности масла к использованию, является остаточное содержание присадок (щелочное число).

Из работ [1 – 7] известно, что продукты старения масла провоцируют окислительные процессы, протекающие в работающих моторных маслах, и снижают срок их службы. Удалив продукты старения можно замедлить окислительные процессы, повысить эффективность остаточного действия присадок.

На настоящий момент нет единого мнения когда и при каком состоянии масла наиболее эффективно вносить в него ремонтно-восстановительные препараты. В одних случаях говориться о необходимости внесения препаратов в свежее моторное масло (при его замене), в других в работающее. Во вторых случаях (в работающее масло) масло имеет в своем составе большое количество «примесей» (загрязнений), а пакеты присадок, изначально имеющиеся в составе масла (противоизносные, моюще-диспернирующие, антиокислительные и т.д.) сработались в той или иной степени.

Не вдаваясь глубоко в сущность тех или иных теорий и подходов, а именно в анализ эффективности действия ремонтно-восстановительных составов (в свежем или работающем масле), проведем оценку технологии периодического восстановления свойств работающего моторного масла. Особенность рассматриваемой технологии состоит в том, что в течение всего срока службы масла, периодически, через заданную наработку проверяют состояние работающего масла по загрязненности и щелочному числу. После проверки в работающее масло вносят смазочную композицию ремонтно-восстановительного типа, обеспечивающую удаление продуктов окисления (старения) и улучшения смазывающих свойств масла. Если контролируемый показатель щелочного числа выходит за браковочную норму, производят замену масла, а если его значение составляет 30-70% от исходного показателя (6мгКОН/г), то производят ремонтно-восстановительную операцию по удалению загрязнений и продуктов старения.

Исходная пригодность масла в двигателе $П_и=1$. При первом контроле через наработку $t_1$ масло в двигателе будет иметь пригодность $П_1$, определяемую из выражения:

$$П_1 = k_1 \cdot П_и \qquad (2)$$

где $k_1$– коэффициент снижения свойств или пригодности масла после первой наработки через период $t_1$.

При условии, что коэффициент $k_1$ стремится к нулю в пределах от 1 до 0:

$$k_1 = \lim_{П_и \to 0} f(П_и) \qquad (3)$$

Удаление продуктов старения из работающего моторного масла повышает его пригодность $П_1'$, которая определяется из выражения:

$$П_1' = \beta_1 \cdot П_1 \qquad (4)$$

где $\beta_1$ – коэффициент увеличения пригодности работающего масла к использованию после первого удаления загрязнений и продуктов старения.

С учетом выражения (2) выражение (4) принимает вид:

$$П_1' = k_1 \cdot \beta_1 \cdot П_и \qquad (5)$$

При условии, что $\beta_1$ к единице в пределах от $k_1$ до 1:

$$\beta_1 = \lim_{k_1 \to 1} f(k_1) \qquad (6)$$

После наработки $t_2$пригодность работающего моторного масла для проведения ремонтно-восстановительной операции и дальнейшего его использования в ДВС снизится с величины $\Pi_1'$ до величины $\Pi_2$, которая будет равна:

$$\Pi_2 = k_2 \cdot \Pi_1' \qquad (7)$$

где $k_2$ – коэффициент снижения пригодности масла после второй наработки через период$t_2$, когда срабатывается от 30 до 50% основной массы антиокислительных, противоизносных, моюще-диспергирующих и др. присадок в работающем моторном масле.

При условии, что $k_2$ стремится к нулю в пределах от $\Pi_1'$ до 0:

$$k_2 = \lim_{\Pi_1' \to 0} f(\Pi_1') \qquad (8)$$

Удаление продуктов старения при этом повышает эффективность работы остаточной базы присадок и, тем самым, пригодность работающего моторного масла с величины $\Pi_2$ до величины $\Pi_2'$, которая будет равна:

$$\Pi_2' = k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \Pi_и \qquad (9)$$

При условии, что $\beta_2$ стремится к единице в пределах от $k_2$ до 1:

$$\beta_2 = \lim_{k_2 \to 1} f(k_2) \qquad (10)$$

К третьей наработке, за время $t_2$, пригодность работающего масла снизится с $\Pi_2'$ до величины $\Pi_3$, которая будет равна:

$$\Pi_3 = k_3 \cdot \Pi_2' \qquad (11)$$

где $k_3$ – коэффициент снижения пригодности масла к использованию после третьей наработки через период наработки $t_3$.

При этом следует обратить внимание, что предполагаемая наработка или периодичность, для проведения ремонтно-восстановительной операции – удаление продуктов старения и восстановление изношенных деталей в нашем случае, считается через каждые 100 часов работы машины, и третья наработка составит 300 часов, а согласно регламенту, использованное моторное масло должно быть слито через 250 часов наработки. В этом случае рациональным решением будем считать необходимость проведения операции экспресс-контроля пригодности работающего моторного масла по щелочному числу. Если значение щелочного числа не выходят за браковочные пределы, то можно говорить о целесообразности проведения ремонтно-восстановительной операции.

Тогда, при условии, что $k_3$ стремится к нулю, в пределах от $\Pi_2'$ до 0:

$$k_3 = \lim_{\Pi_2' \to 0} f(\Pi_2') \qquad (12)$$

Соответственно проведение операции удаления продуктов старения из масла при одновременном внесении ремонтно-восстановительных составов повышает его пригодность к использованию. Кроме того, из исследований [8 – 9] известно, что внесение разделяющих агентов повышает смазывающие свойства масла, что является положительным фактором в плане решения задач, по продлению срока службы работающего моторного масла. Тогда пригодность масла $\Pi_3'$ будет равна:

$$\Pi_3' = \beta_3 \cdot \Pi_3 \qquad (13)$$

где $\beta_3$ – коэффициент увеличения пригодности работающего моторного масла после удаления продуктов старения, окисления через наработку $t_3$.

С учетом выражений (11) и (12) выражение (13) примет вид:

$$\Pi_3' = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \Pi_и \qquad (14)$$

При условии, что $\beta_3$ стремится к единице в пределах от $k_3$ до 1:

$$\beta_3 = \lim_{k_3 \to 1} f(k_3) \qquad (15)$$

Получим формулы для одного показателя качества:

$$\begin{array}{ll} \Pi_1 = k_1 \cdot \Pi_0 & \Pi_1{}' = k_1 \cdot \beta_0 \cdot \Pi_0 \\ \Pi_2 = k_2 \cdot \Pi_1 & \Pi_2{}' = k_2 \cdot \beta_1 \cdot \Pi_1' \\ \cdots & \cdots \\ \Pi_n = k_n \cdot \Pi_{n-1} & \Pi_n{}' = k_n \cdot \beta_n \cdot \Pi_{n-1}' \end{array} \qquad (16)$$

Обобщим полученные формулы для $m$ показателей качества и запишем получившееся уравнение в векторной записи:

$$\Pi_n = k_n \cdot \Pi_{n-1} \qquad (17)$$

где $m$ – мерные векторы; $\Pi_n = \begin{pmatrix} \Pi_{1n} \\ \Pi_{2n} \\ \vdots \\ \Pi_{mn} \end{pmatrix} \Pi_{n-1} = \begin{pmatrix} \Pi_{1n-1} \\ \Pi_{2n-1} \\ \vdots \\ \Pi_{mn-1} \end{pmatrix}$, $k_n = \begin{pmatrix} k_{1n} \\ k_{2n} \\ \vdots \\ k_{mn} \end{pmatrix}$

Перепишем уравнение (17) в виде:

$$\Pi_{n+1} - k_{n+1}\Pi_n = 0 \qquad (18)$$

Получим линейное однородное разностное уравнение 1-го порядка в векторной записи. Решая его последовательными подстановками получим:

$$\Pi_1 = \mathrm{k}_1 \cdot \Pi_0 \qquad (19)$$

при $y_2 = \mathrm{k}_2 \cdot y_1 = \mathrm{k}_2 \cdot \mathrm{k}_1 \cdot \Pi_0$, …, $\Pi_n = \mathrm{k}_n \cdot \Pi_{n-1} = \mathrm{k}_n \cdot \ldots \cdot \mathrm{k}_2 \cdot \mathrm{k}_1 \cdot \Pi_0$,

т.к. $k_n \cdot \ \ldots \cdot k_2 \cdot k_1 = \prod_{j=1}^{n} k_j$

Тогда:

$$\Pi_n = \Pi_0 \prod_{j=1}^{n} k_j \qquad (20)$$

где $\Pi_n$ – пригодность масла при $n$-ом контроле

Пусть $\mathrm{K} = \prod_{j=1}^{n} k_j$ , тогда $\Pi_n = y_0 \cdot \mathrm{K}$; $\Pi_n = \Pi_0 \cdot \mathrm{K}$, где $\mathrm{K} = \prod_{j=1}^{n} k_j$

Аналогично получаем:

$$\Pi_n = k_n \cdot \beta_n \cdot \Pi_{n-1} \qquad (21)$$

где $\Pi_n = \begin{pmatrix} \Pi_{1n} \\ \Pi_{2n} \\ \vdots \\ \Pi_{mn} \end{pmatrix}$, $k_n = \begin{pmatrix} k_{1n} \\ k_{2n} \\ \vdots \\ k_{mn} \end{pmatrix}$, $\beta_n = \begin{pmatrix} \beta_{1n} \\ \beta_{2n} \\ \vdots \\ \beta_{mn} \end{pmatrix}$

Представим уравнение (21) в виде:

$$\Pi_{n+1} - k_{n+1}\beta_{n+1}\Pi_n = 0$$

Решая его последовательными подстановками получим:

$$\Pi_1 = \beta_1 \cdot k_1 \cdot \Pi_и$$

$$\Pi_2 = \beta_2 \cdot k_2 \cdot \Pi_1 = \beta_2 \cdot \beta_1 \cdot k_2 \cdot k_1 \cdot \Pi_и$$

$$\Pi_n = \beta_n \cdot k_n \cdot \Pi_{n-1} = \beta_n \cdot \ \dots \cdot \beta_2 \cdot \beta_1 \cdot k_n \cdot \ \dots \cdot k_2 \cdot k_1 \cdot \Pi_и$$

$$\Pi_n = \Pi_и \cdot \prod_{j=1}^{n} k_j \cdot \prod_{j=1}^{n} \beta_j \qquad (22)$$

Пусть $В = \prod_{j=1}^{n} \beta_j$; $К = \prod_{j=1}^{n} k_j$ , тогда:

$$\Pi_n = \Pi_и \cdot В \cdot К \qquad (23)$$

где $В = \prod_{j=1}^{n} \beta_j$ , $К = \prod_{j=1}^{n} k_j$

Получим пригодность масла при *n*-ом контроле, с учетом коэффициента увеличения пригодности.

Данный факт пригодности масла при наработке $t_3$ можно считать исключительным, т.к. в условиях реальной эксплуатации, исходное (свежее товарное) масло зачастую не отвечает заложенным нормативным характеристикам при общем неудовлетворительном техническом состоянии основной массы парка тракторов, и судить о пригодности масла после наработки $t_3$ в этих случаях можно весьма условно. Логичнее предполагать, что масло чаще становится непригодным к использованию через наработку $t_n$ и его предельное состояние с величины $\Pi_{n-1}$ до величины $\Pi_n$ будет равна:

$$\Pi_n = k_n \cdot \Pi_{n-1} \qquad (24)$$

где $k_n$– коэффициент снижения пригодности при *n*-ой наработке через период наработки $t_n$.

Из выражения (24) получим:

$$k_n = \frac{\Pi_n}{\Pi_{n-1}} \qquad (25)$$

Как правило, уже к 300 часам наработки моторное масло имеет предельное состояние и его использование является нецелесообразным. Такое масло заменяют свежим, т.к. $\Pi'_n = 0$ и $\beta_n = 0$.

При $\Pi_n$=0 ресурс масла полностью использован. Таким образом, срок службы масла будет равен сумме периодов:

$$С_м = t_1 + t_2 + \dots + t_n \qquad (26)$$

где $С_м$ – срок службы масла; $t_1, t_2, \dots, t_n$ – периоды наработки.

При условии $t_1 = t_2 = t_n$ выражение (26) примет вид:

$$С_м = n \cdot t \qquad (27)$$

где *n* – число периодов наработки.

Если после наработки $t_n$ (в нашем случае это чаще всего $t_3$) пригодность масла $\Pi_n$<0, то срок службы масла $С_м$ должен быть уменьшен на величину $\Delta t$.Значение $\Delta t$ найдем из следующих соображений:

$$\frac{\Pi'_{n-1} + |\Pi_n|}{t_n} = \frac{\Pi_n}{\Delta t} \qquad (28)$$

Отсюда получим:

$$\Delta t = \frac{t_n \cdot |\Pi_n|}{\Pi'_{n-1} + |\Pi_n|} \qquad (29)$$

где $|\Pi_n|$ – абсолютная величина пригодности моторного масла при наработке *t*; $\Pi'_{n-1}$ - пригодность моторного масла после удаления продуктов старения и улучшение восстановлением его свойств при наработке $t_{n-1}$.

Если считать, что за весь период наработки средняя скорость изменения свойств и пригодность работающего моторного масла одинакова и составляет:

$$V_c = \frac{\Pi_и - \Pi_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n} = \frac{\Pi_и - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \ldots \cdot \beta_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \ldots \cdot k_n \cdot \Pi_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n} =$$

$$= \frac{(1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \ldots \cdot \beta_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \ldots \cdot k_n) \cdot \Pi_n}{t_1 + t_2 + \cdots + t_n} \qquad (30)$$

При условии, что $t_1 = t_2 = t_n = t$ значение $\Delta t$ можно равномерно распределять по периодам наработки *t*, которая должна быть уменьшена на величину, равную $\frac{\Delta t}{n}$, пригодность масла к восстановительному процессу после наработки $t_n$ будет равна нулю, что обеспечивает выработку ресурса и эффективность проведения восстановительных операций, как с позиции экономии масел так и обеспечения действия ремонтно-восстановительного эффекта от действия трибопрепаратов.

При использовании предлагаемой технологии ресурс моторного масла полностью исчерпывается, а периодичность и целесообразность проведения ремонтно-восстановительных операций оценивается по основным критериальным показателям, наиболее точно описывающих и характеризующих состояние работающего моторного масла.

**Список литературы**

1. Остриков В.В. Расширение функциональных возможностей добавок к моторным маслам / В.В. Остриков, А.Г. Зимин, С.Ю. Попов, В.В. Сафонов, К.В. Сафонов // Техника в сельском хозяйстве №6. – 2012. – С. 32-33.

2. Остриков В.В. Исследование характеристик масел при обогащении их добавками / А.Г. Зимин, С.Ю. Попов, И.В. Бусин, В.В. Остриков // Механизация и электрификация сельского хозяйства №2. – 2012. – С. 26-27.

3. Остриков В.В. Испытание трибодатчика для контроля уровня деградации масел / А.Ю. Корнев, В.С. Вязинкин, В.В. Остриков, И.Н. Шихалев // Наука в центральной России №4. – 2013 – С. 14-18.

4. Остриков В.В. Удаление продуктов старения из работающих масел / В.В. Остриков, И.В. Бусин // Сельский механизатор №1. – 2012. – С. 36-37.

5. Остриков В.В. Добавки для продления сроков эксплуатации смазочных масел / В.В. Остриков, Н.Н. Тупотилов и др // Сельский механизатор №2. – 2009. – С. 26-27.

6. Лялякин В.П. Повышение межремонтного ресурса агрегатов с использованием наноэлектротехнологий // Ф.Х. Бурумкулов, В.П. Лялякин, Д.А. Галин // Техника в сельском хозяйстве №3. – 2007. – С. 8-13.

7. Лялякин В.П. О развитии инженерных служб АПК в соответствии с задачами госпрограммы / В.П. Лялякин // Труды ГОСНИТИ. – 2008. – Т. 102. – С. 44-46.

8. Остриков В.В. Критерии эффективности очистки моторных масел от продуктов старения и его работоспособности / В.В. Остриков, С.Ю. Попов, И.В. Бусин, И.А. Забродский //

Материалы за VIII международную научно-практическую конференцию «Бъдещето въпроси от света на науката 2012». – Т. 39. – С. 89-98.

9. Остриков В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств // В.В. Остриков, дис. .д.т.н. – Тамбов, ГНУ ВИИТиН. – 2000. – С. 20-80.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Остриков Валерий Васильевич****, 1959 года рождения, доктор технических наук, заведующий лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

***Зимин Александр Геннадьевич,*** *1985 года рождения, кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиНРоссельхозакадемии.*

***Попов Сергей Юрьевич,*** *1989 года рождения, аспирант лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

***Забродский Илья Алексеевич,*** *1992 года рождения, инжненер лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

## РЕЦЕНЗЕНТ

***Нагорнов Станислав Александрович****, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией организации нефтехозяйств и экономного расходования нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 631.17:620.197.3

**КУЗНЕЦОВА Е.Г., КНЯЗЕВА Л.Г., ПРОХОРЕНКОВ В.Д., ГАЙДАР С.М.**

# КОНСЕРВАЦИОННЫЕ СОСТАВЫ НА ОСНОВЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

***Аннотация.*** *Изучены противокоррозионные свойства ингибиторов Борат и Телаз-А применительно к защите сельскохозяйственной техники в межсезонный период*

***Ключевые слова****: коррозия, ингибиторы, сельскохозяйственная техника*

**KUZNETSOVA E.G., KNYAZEVA L.G., PROCHORENKOV V.D., GAIDAR S.M.**

# PRESERVATIVE COMPOSITIONS BASED ON WATER-SOLUBLE CORROSION INHIBITORS

***Abstract.*** *Anticorrosive properties of inhibitors Borat and Telaz-A with reference to protection of agricultural machinery during the interseasonal period are studied*

***Keywords:*** *corrosion, inhibitors, agricultural machinery*

Существующие технологии подготовки сельскохозяйственных машин к хранению предполагают выполнять ряд технологических операций в определенной последовательности: вывод машин с полевых работ; очистка и мойка, консервация. Так как импортную дорогостоящую технику в основном, ставят на хранение в места, недоступные для прямого попадания атмосферных осадков, консервацию предложено проводить, используя водорастворимые ингибиторы коррозии (ВИК) на стадии мойки машин (рисунок 1) [1 – 7].

Целью данной работы было исследование в качестве средств противокоррозионной защиты водорастворимых ингибиторов коррозии Телаз-А и Борат представляющих собой продукты конденсации кислот растительных масел с диаминами, образующих тонкие углеводородные пленки на поверхности металла.

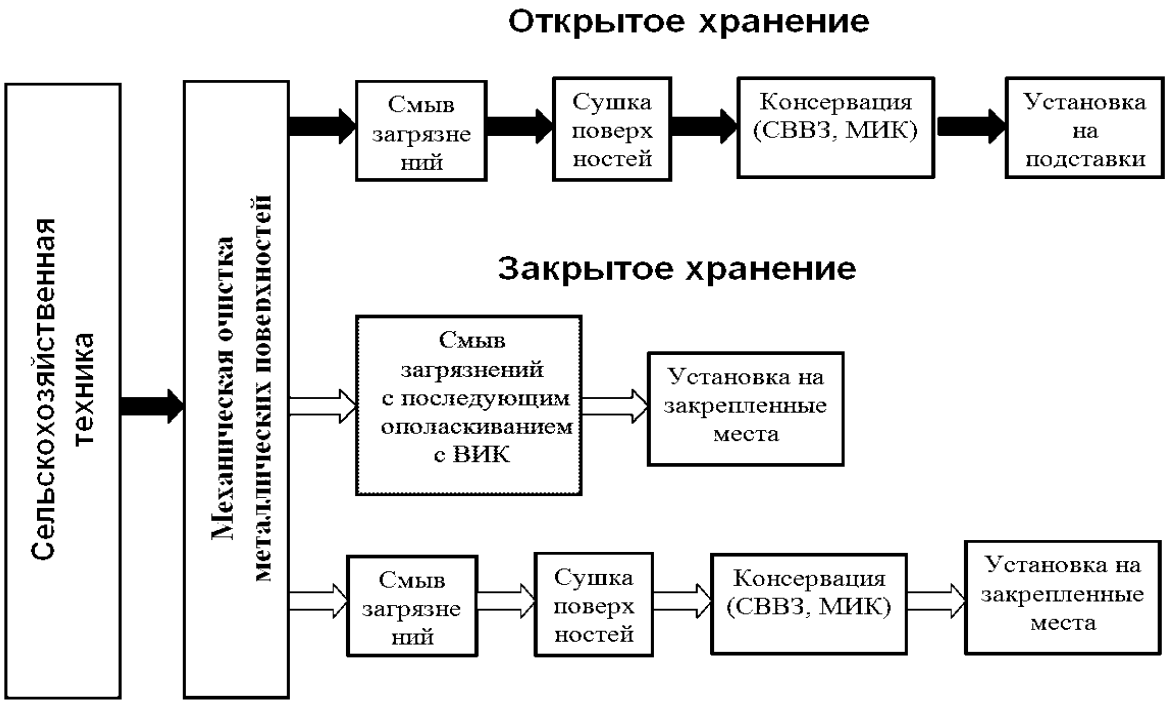



Рисунок 1 - Организационно-технические мероприятия при постановке техники на хранение

Для экспресс-оценки защитных свойств исследуемых составов были проведены электрохимические исследования, полученные с помощью электрохимического измерительного комплекса фирмы Solartron (Великобритания), состоящего из анализатора импеданса SI 1255 и потенциостата SI 1287, ускоренные коррозионные измерения проводили в водопроводной воде и в растворе хлорида натрия, термовлагокамере Г-4, а также произведены натурно-стендовые испытания, продолжительностью 12 мес.

Скорость коррозии образцов [8] рассчитывали по формуле: $K = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \frac{г}{м^2 \cdot час}$,

где Δm – потеря массы образца за счёт коррозии, г; S – площадь образца, м$^2$; τ – время испытаний, час.

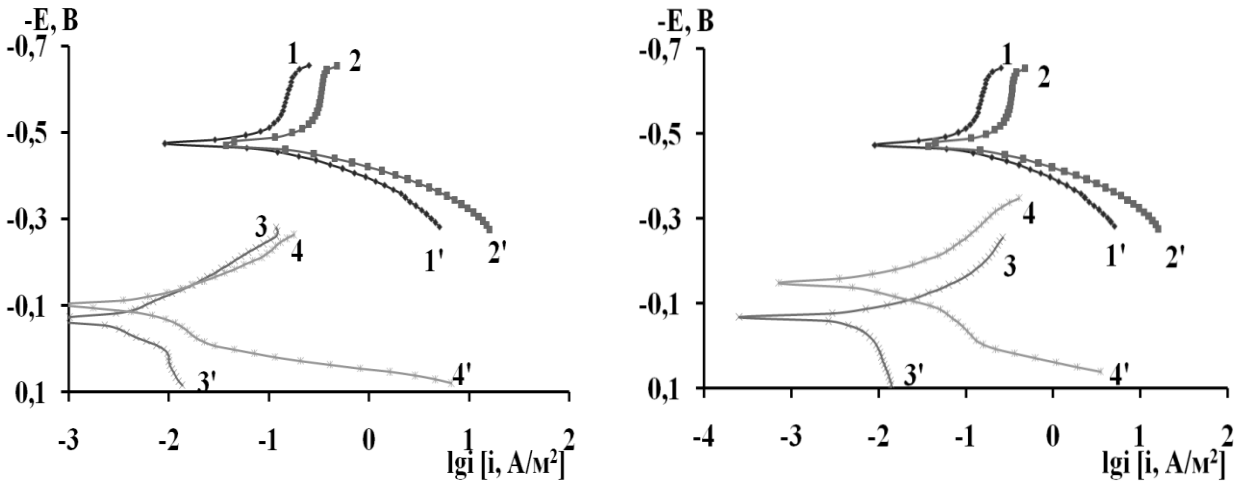
Степень защиты металла водорастворимыми замедлителями определялась:

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0}, \%$$

,

где $K_0$ – скорость коррозии незащищённой стали, г/м$^2$час; К – скорость коррозии стали под покрытием, г/м$^2$час.

Электрохимические исследования позволили показать, что ионы хлора, присутствующие в воде в разных концентрациях, ускоряют коррозионные процессы на стали Ст3, но существенного влияния на механизм действия исследуемых ВИК это не оказывает (рисунок 2).




а) б)

Рисунок 2 - Поляризационные кривые на стали Ст3 в водопроводной воде (1-1’,3-3’) и в растворе NaCl (2 г/л) (2-2’, 4-4’) без (1-1’, 2-2’) и в присутствии ингибитора Борат (а) и Телаз-А (б) (5 г/л) – (3-3’, 4-4’)

Согласно поляризационным измерениям, установлено, что оптимальная концентрация исследуемых ВИК в растворе при постоянном контакте со стальной поверхностью - 5 – 10 г/л, при этом обеспечивается Z = 90 % для Борат и Z = 97 % - для Телаз А. Обе композиции выступают как ингибиторы анодного типа. Повысить защитную эффективность Борат можно введением модифицирующих добавок 0,05 г/л сухого и жидкого силиката натрия или 0,1 г/л нитрита натрия.

Показано, что исследуемые ингибиторы обеспечивают эффект последействия (защитная эффективность тонких пленок ВИК, оставшихся на поверхности металла, после прекращения контакта с раствором выше 0) растворов: Борат в большей степени (50 %), чем Телаз А (21 %). Оптимальные концентрации добавок - 0,05 г/л, при этом достигается эффект последействия, больший в присутствии добавок силиката натрия: для растворов Борат - 87 %, для Телаз А – 72 %. Установлено, что для достижения эффекта последействия достаточно кратковременного ополаскивания металлических поверхностей во время мойки машин (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты определения эффекта последействия в воде

| № п/п | $C_{ИК}$, г/л | Эффект последействия в растворе дистиллированной (числитель) и водопроводной (знаменатель) воды, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Способ обработки стальных пластин в растворе, ингибированном | | | | | | | |
| | | Телаз-А (1 масс.% от ИК) | | | | Борат (1 масс.% от ИК) | | | |
| | | Выдержка, час | | Окунание, раз | | Выдержка, час | | Окунание, раз | |
| | | 24 | 1 | 1 | 2 | 24 | 1 | 1 | 2 |
| 1 | 5 | 18/11 | 23/41 | 38/44 | 28/39 | с/2 | 33/64 | 33/72 | 35/66 |
| 2 | 10 | 23/42 | 33/52 | 40/52 | 33/52 | с/30 | 35/61 | 43/73 | 40/63 |
| 3 | 50 | 25/56 | 20/48 | 25/53 | 25/50 | 25/42 | 27/63 | 38/66 | 37/64 |
| 4 | 100 | 48/63 | 20/53 | 23/55 | 23/58 | 45/43 | 27/63 | 30/73 | 27/73 |
| Примечания: $K_{0,\ водопров.\ вода}$ = 0,044г/м$^2$·ч, $K_{0,\ дистилл.\ вода}$ = 0,0395 г/м$^2$·ч | | | | | | | | | |

Коррозионные испытания в водопроводной воде и в термовлагокамере Г-4 в целом подтвердили полученные электрохимические результаты. Натурно-стендовые испытания выявили ограничения возможности применения ВИК к защите сельскохозяйственной техники:

консервацию ингибированными водными растворами можно проводить только при дальнейшем хранении техники в закрытых помещениях (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты натурно стендовых испытаний использования композиций на основе Борат (числитель) и Телаз-А (знаменатель) в водопроводной воде

| $C_{добавки}$, г/л | Защитная эффективность, Z, % | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Открытая атмосфера | | | | Неотапливаемое помещение | | | | | |
| | 3 мес | 6 мес | 9 мес | 12 мес | 1 мес | 2 мес | 3мес | 6 мес | 9 мес | 12мес |
| 1 | 22/23 | 17/19 | с/с | с/с | - | - | - | - | - | |
| 5 | 20/15 | 12/22 | с/с | с/с | 57/49 | 57/60 | 57/57 | 66/60 | 53/50 | 53/52 |
| 10 | 25/с | 17/16 | с/с | с/с | 63/50 | 67/63 | 66/66 | 63/66 | 56/59 | 55/56 |
| 50 | 18/29 | 17/16 | 2/с | с/с | 60/49 | 60/61 | 70/74 | 68/73 | 69/63 | 67/62 |
| Примечания – скорость коррозии незащищенной стали, г/м$^2$·ч·10$^3$. Открытая атмосфера: $К_3$ = 8,65; $К_6$ = 8,02; $К_9$ = 6,90; $К_{12}$ – 4,8 неотапливаемое помещение: $К_1$ = 1,04; $К_2$ = 0,75; $К_3$ = 0,53; $К_6$ = 0,41; $К_9$ = 0,32. Индекс – длительность испытаний, месяц.*с – стимулирование коррозии. | | | | | | | | | | |

В условиях прямого попадания атмосферных осадков защитный эффект не превышает 20 – 25 %. К девяти месяцам испытаний на стальных образцах вместо защиты наблюдается стимулирование коррозии. Видимо, это связано с тем, что с течением времени происходит смыв защитной пленки, полученной после высыхания ингибированного состава, с поверхности стали атмосферными осадками, а также возможно разложение компонентов защитной пленки под действием солнечной радиации. При испытаниях в условиях закрытого неотапливаемого помещения скорость коррозионных процессов практически не изменялась в течение года.

Таким образом, ускоренные коррозионные и натурно-стендовые испытания выявили ограничения возможности применения водорастворимых ингибиторов коррозии к защите сельскохозяйственной техники: нельзя наносить на ржавую поверхность; консервацию можно проводить только при дальнейшем хранении техники в закрытых помещениях.

**Список литературы**

1. Прохоренков, В.Д. Антикоррозионный водно-восковой состав «Герон» [текст] / В.Д. Прохоренков, А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, Е.Г. Кузнецова // Сельский механизатор. - 2009. - № 10. - С. 28 – 29.

2. Прохоренков, В.Д. Консервационные материалы на основе отработавших моторных масел [текст] / В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, Е.Г. Кузнецова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. - № 5. - С. 13 – 15.

3. Гайдар, С.М. Инновационные консервационные составы для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии [текст] / С.М. Гайдар, Низамов Р.К., В.Д. Прохоренков, Е.Г. Кузнецова // Техника и оборудование для села. - 2012. - № 11 (184). - С. 40-43.

4. Князева, Л.Г. Защитные свойства водно-восковых составов «Герон» [текст] / Князева Л.Г., Кузнецова Е.Г., Вигдорович В.И., Прохоренков В.Д. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2013. - Т. 18. - № 5. - С. 2299 - 2303.

5. Князева, Л.Е. Эксперсс-оценка защитынх свойств водно-восковых составово «Герон» [текст] / Л.Г. Князева, Е.Г. Кузнецова, В.Д. Прохоренков, В.И. Вигдорович, В.Н. Еремин // Наука в центральной России. - 2013. - Т. 1. - № 4. - С. 4 - 11.

6. Кузнецова, Е.Г. Защитная эффективность водорастворимых ингибиторов коррозии при консервации сельскохозяйственной техинки [текст] / Е.Г. Кузнецова, В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, А.И. Петрашев, С.М. Гайдар // Техника в сельском хозяйстве. - 2012. - № 6. - С. 23.

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

8. Романов, В.В. Методы исследования коррозии металлов. М.: Металлургия. - 1965. - 280 с.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Кузнецова Екатерина Геннадиевна****, старший научный сотрудник лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии, кандидат химических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный переулок, д. 28, Тамбов, 392022, Россия*

***Князева Лариса Геннадьевна****, главный научный сотрудник лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии, доктор химических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный переулок, д. 28, Тамбов, 392022, Россия*

***Прохоренков Вячеслав Дмитриевич****, ученый секретарь, доктор технических наук ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный переулок, д. 28, Тамбов, 392022, Россия*

***Гайдар Сергей Михайлович*** *доцент кафедры ремонта и надежности машин, доктор технических наук ФГБОУ высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, ул. Тимирязевская, д. 58, г. Москва, 127550, Россия*

## РЕЦЕНЗЕНТ

***Тупотилов Николай Николаевич,*** *ведущий научный сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный переулок, д. 28, Тамбов, 392022, Россия*

УДК 631.3.004.4

**ПЕТРАШЕВ А.И., КНЯЗЕВА Л.Г., КЛЕПИКОВ В.В.**

# ЭНЕРГОЭКОНОМНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬХОЗМАШИН В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

***Аннотация.*** *Обоснованы параметры устройства с локальной камерой нагрева вязких консервационных смазок. Разработан мобильный агрегат для нагрева и нанесения вязких смазок на детали сельхозмашин.*

***Ключевые слова:*** *консервационная смазка, камера нагрева, противокоррозионная обработка.*

**PETRASHEV A.I, KNJAZEVA L.G., KLEPIKOV V.V.**

# ENERGY-SAVING PROCESS OF CORROSION TREATMENT OF THE FARM MACHINERY IN FIELD CONDITIONS

***Abstract.*** *The parameters of the device with a camera on the local heating of viscous conservation lubricants are justified. The mobile unit for on heating and causing viscous lubricants on the farm machinery parts is designed*

***Keywords:*** *conserving lubrication, heating chamber, anticorrosive treatment.*

На открытых площадках хранения сельскохозяйственной техники практически повсеместно отсутствует подвод электросети, так как опоры с проводами могут существенно ограничить свободу маневрирования для крупногабаритных машин. Из-за этого на площадках хранения, как и в полевых условиях, не применяют электрифицированные технические средства для нанесения консервационных покрытий.

В прошлом остались мобильные агрегаты АТО-1768 ГОСНИТИ для технического обслуживания и АТО-18050 для подготовки техники к хранению, которые использовались при проведении консервационных работ. Агрегат АТО-1768 ГОСНИТИ, самоходный, размещался на тракторном шасси, имел компрессор с приводом от двигателя шасси и жидкостный подогреватель [1]. Агрегат АТО-18050, прицепной, имел компрессор и гидродинамическую систему нагрева, которые работали от ВОМ трактора. Посредством агрегатов можно было в полевых условиях разогревать вязкую консервационную смазку и наносить ее пневмораспылителем на рабочие органы сельхозмашин. При этом на нагрев консервационной смазки агрегатом АТО-1768 ГОСНИТИ потреблялось до 5 л/ч моторного топлива, а агрегатом АТО-18050 до 2,8 л/ч. Применяемые на агрегатах системы нагрева были довольно массивны, энергоемки [2, 3]. При пуске длительность нагрева смазки до рабочей температуры составляла 0,8-1,5 ч, что существенно ограничивало сменную наработку по консервации машин.

В связи с тем, что в настоящее время мобильные агрегаты не производятся, обострилась потребность в мобильных технических средствах с источниками сжатого воздуха и тепловой энергии для нагрева и нанесения вязкой консервационной смазки. На площадках хранения в качестве консервационной смазки часто используют смесь, приготовленную путем нагрева и перемешивания отработанного масла с пушечной смазкой ПВК или с ингибирующими присадками типа Эмульгин и КО-СЖК.

Для того чтобы своевременно и качественно провести противокоррозионную обработку сельхозмашин консервационной смазкой, в лаборатории № 10 ВНИИТиН выполнен комплекс исследований, направленных на снижение энергоемкости и длительности нагрева вязкой смазки в процессе нанесения. Изучено влияние температуры на плотность некоторых приготовленных консервационных смазок. Установлено, что плотность смазки с присадкой КО-СЖК концентрации 20-25 % снизилась на 30 кг/м$^3$ при нагреве на 45 $^o$С. Примерно также при нагреве снизилась плотность смазки, содержащей 10-15 % присадки Эмульгин (рисунок 1).

Если в вертикальном баке со смазкой нагревать нижний слой, то в результате уменьшения плотности на него начнет действовать выталкивающая сила (сила Архимеда). При этом нагретая смазка устремится вверх сквозь массу холодной вязкой смазки.

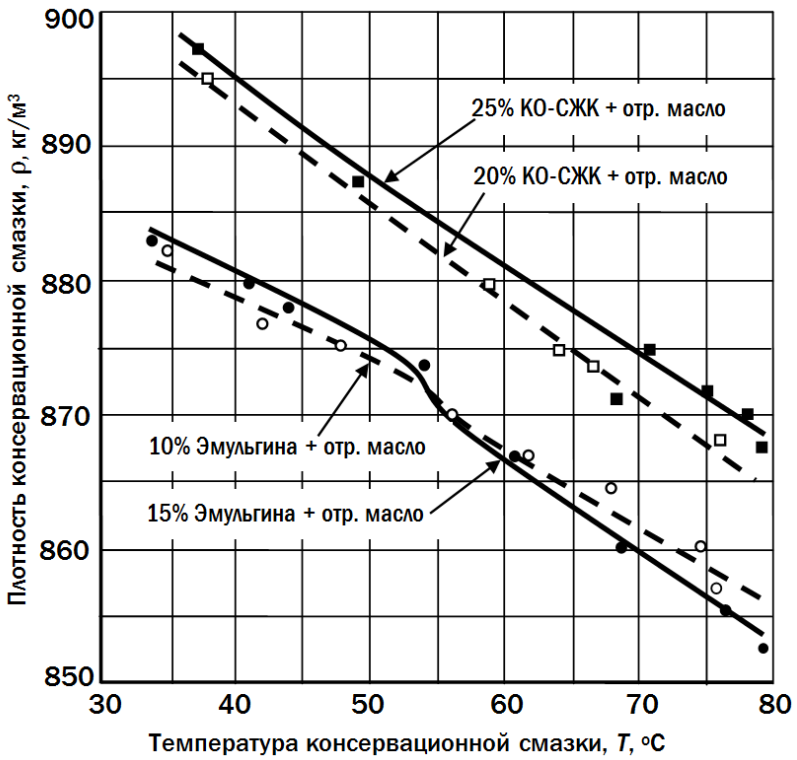



Рисунок 1 - Изменение плотности ρ консервационных смазок от температуры *T* нагрева

Ограничив вертикальное движение смазки с помощью горизонтальной мелкоячеистой сетки, возможно в локальном объеме быстро нагреть смазку до требуемой температуры от маломощного источника энергии. На этом основании для мобильных средств консервации предложено новое устройство для нагрева консервационных смазок в локальном объеме напорного бака (рисунок 2), позволяющий использовать низковольтную электроэнергию автотракторного генератора типа Г 1000В (1 кВт, 28 В) с приводом от ВОМ трактора.

От полости бака 1 посредством мелкоячеистой стальной сетки 2 отделена камера 3 для локального нагрева. Под днищем бака в поддоне, заполненном периклазом, размещен ТЭН 5, рассчитанный на напряжение 28 В. На выходном патрубке бака установлен выпускной кран, к которому подключен шланг 4 подачи нагретой смазки к пистолету-распылителю. По длине шланга 4 пропущена нагревательная спираль, выполненная из стальной сварочной проволоки. Электропитание ТЭН и нагревательной спирали в шланге 4 осуществляется от генератора 6.

На площадке хранения техники посредством ВОМ приводят в действие компрессор, подающий сжатый воздух на распыление смазки, и генератор для питания ТЭН и нагревательной спирали. От работающего ТЭН нагревается периклаз, благодаря высокой теплопроводности которого равномернее распределяется теплота по поверхности выпуклого днища.

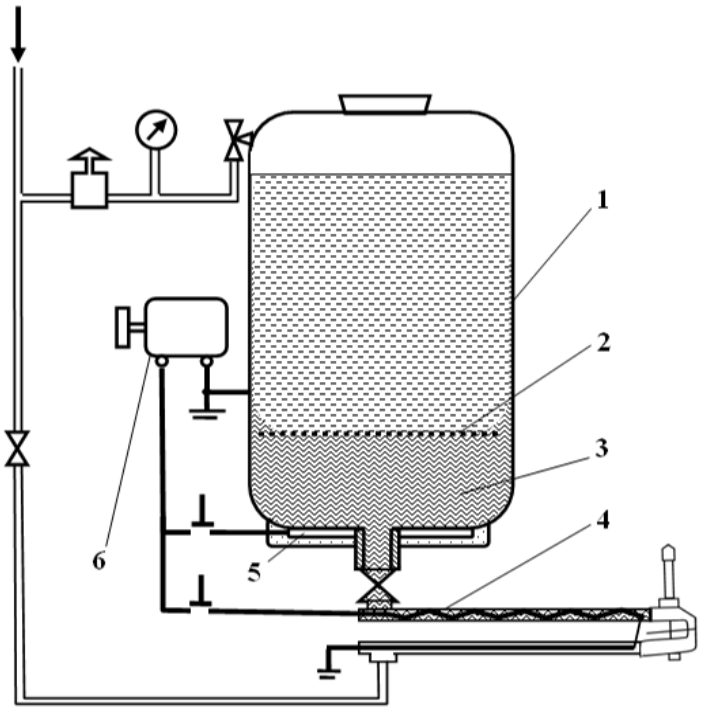



Рисунок 2 - Схема устройства для нагрева и нанесения консервационных смазок

Контактируемая с днищем консервационная смазка быстро нагревается в локальном объеме камеры нагрева и разжижается. Ее плотность уменьшается, и она поднимается вверх к сетке. От горячей смазки нагревается сетка, а от сетки теплота передается холодной смазке в верхней полости бака. Для выдачи смазки на распыление в бак подают сжатый воздух, под давлением которого нагретая смазка из-под сетки нагнетается через выпускной патрубок и обогреваемый шланг к пистолету-распылителю.

Мощность ТЭН для предварительного разогрева смазки в локальном объеме бака:

$$N_л = \frac{V\rho c(1+k)\Delta T}{t\,\eta_п(1-\eta_т)}, \quad (1)$$

где $V$ - объем смазки под сеткой, м$^3$; ρ - плотность смазки, ρ = 900 кг/м$^3$; $c$ - теплоемкость смазки, $c$ = 2,2 кДж/(кг· ºС); $k$ - коэффициент, учитывающий затраты теплоты на разогрев бака с поддоном, $k$ = 0,4; $\Delta T$ - изменение температуры смазки при нагреве, ºС; $t$ - длительность нагрева смазки, с; $\eta_п$ - коэффициент, учитывающий теплопотери через стенки бака, $\eta_п$ = 0,9; $\eta_т$ - коэффициент, учитывающий перенос теплоты в верхнюю полость бака, $\eta_т$ = 0,3.

Длительность $t$ предварительного разогрева смазки заметно влияет на сменную производительность консервации, поэтому она ограничена $t_п \le 0{,}25$ ч.

В рабочем режиме мощность $N_р$, потребляемая ТЭН, должна обеспечить поддержание рабочей температуры потока смазки, нагнетаемой из бака в пистолет-распылитель. При этом мощность ТЭН должна быть не меньше:

$$N_р = \frac{\Delta T q \rho c}{\eta_п}, \quad (2)$$

где $q$ - расход смазки при нанесении пневматическим распылителем, $q$ = 0,4 л/мин ($6{,}7\cdot10^{-6}$ м$^3$/с).

Так как низковольтный ТЭН не имеет регулятора мощности, то действительно равенство ($N_л = N_р$), по которому определим искомую мощность

$$N_Т = 0{,}5(N_р + N_л). \quad (3)$$

Подставив в (3) выражения (1) и (2), получим уравнение для определения мощности низковольтного ТЭН, удовлетворяющее условиям предварительного нагрева и нагрева при последующем нанесении смазки

$$N_{\text{Т}} = \frac{\Delta T c \rho}{2\eta_{\text{п}}}[q + \frac{V(1+k)}{t(1-\eta_{\text{т}})}]. \quad (4)$$

Уравнение (4) связывает показатели режима нагрева ($N_{\text{т}}$, $\eta_{\text{п}}$, $\eta_{\text{т}}$, $\Delta T$, $t$,) смазки и ее свойства ($c$, $\rho$) с конструктивно-технологическими параметрами ($V$, $q$, $k$) оборудования. В рамках оговоренных ограничений по уравнению (4) рассчитана мощность ТЭН для нагрева 5 л смазки. Расчет показал, что для разогрева смазки на 25 °С в локальном объеме 5 л мощность ТЭН должна быть не ниже 0,49 кВт. Исследуемая смазка представляет собой структурированную (неньютоновскую) жидкость, которая многократно хуже передает теплоту между слоями. Поэтому мелкоячеистая металлическая сетка в баке может существенно ограничить перенос теплоты от нижележащих слоев к верхним, что позволит концентрировать энергию нагрева на малом объеме смазки даже при полностью загруженном баке.

Экспериментальные исследования процесса локального нагрева смазки в камере проводили при температуре воздуха 12-15 °С; объем смазки в баке - 18 л; объем камеры нагрева под сеткой - 5,6 л; мощность ТЭН - 0,57 кВт. Температуру смазки измеряли посредством 2-х термопар, закрепленных по обе стороны сетки на расстоянии 4-7 мм. Результаты исследования процесса нагрева смазки при использовании одной сетки отражены на рисунке 3.

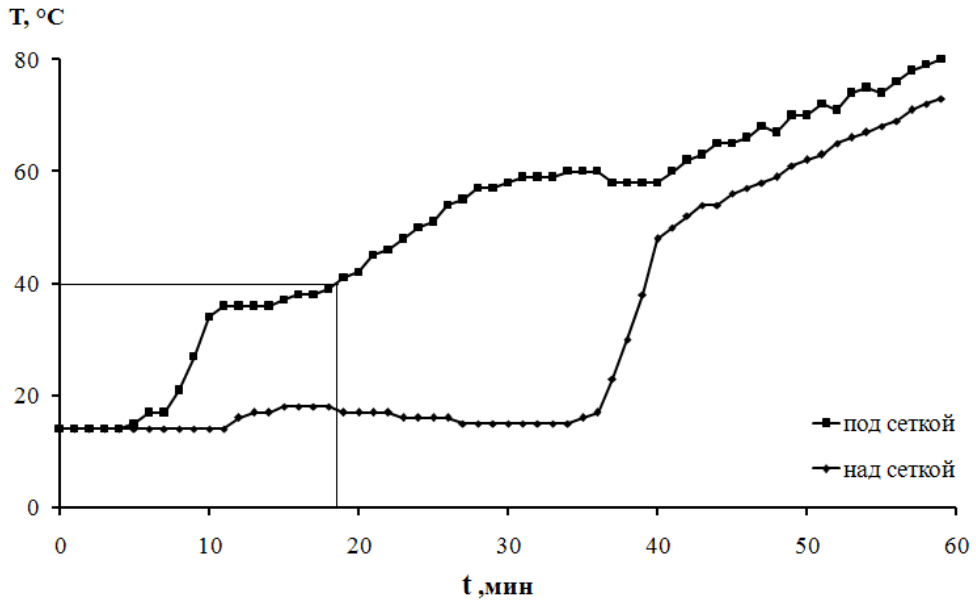



Рисунок 3 - Динамика изменения температуры смазки в камере нагрева с одной сеткой

Анализ графиков показывает, что под сеткой длительность нагрева смазки от 14 до 40 °С составила 18 мин. А над сеткой (в центре) температура смазки начинала повышаться только по истечении 35 мин с момента включения ТЭН.

При размещении в баке второй сетки вплотную к первой теплопередача из камеры нагрева в верхнюю полость бака уменьшилась (рисунок 4). В результате ускорился нагрев смазки в локальной камере, и снизилась длительность ее нагрева с 18 мин до 9 мин. Полученные данные подтвердили практическую целесообразность оснащения напорного бака для консервационной смазки камерой для локального нагрева с одной или двумя сетками. Разделением полости бака на две части горизонтально установленной сеткой снизилась степень перемешивания в объеме бака нагретой массы смазки с холодной, благодаря чему ускорился

разогрев объема смазки под сеткой.

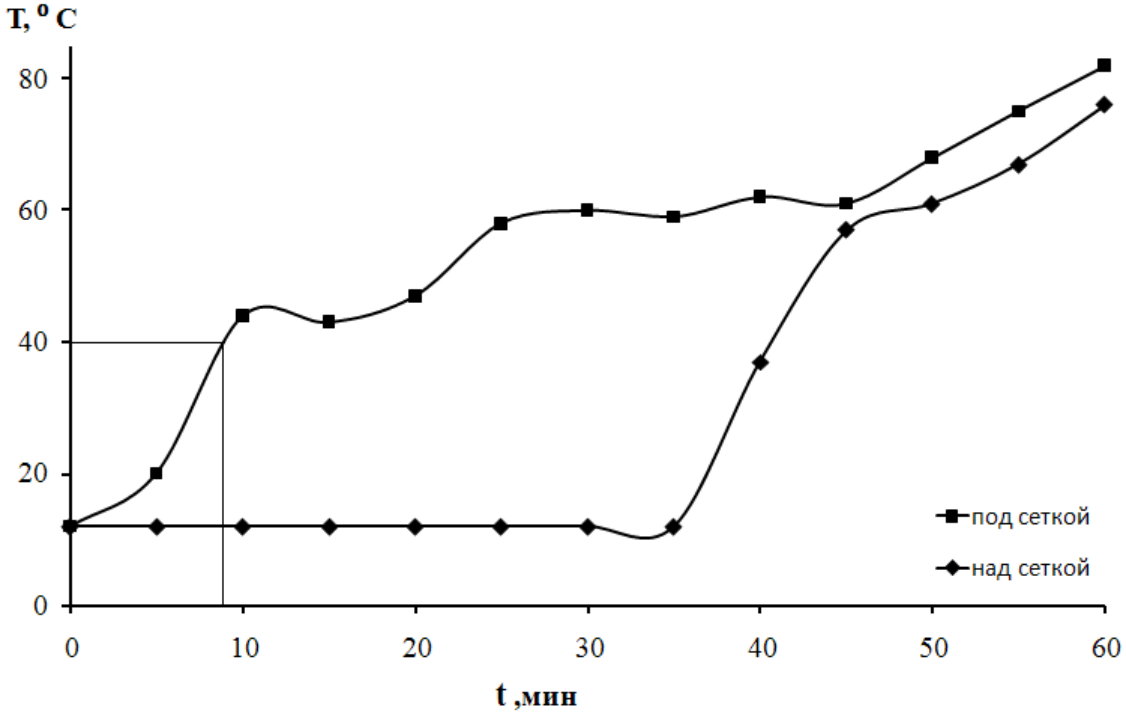



Рисунок 4 - Динамика изменения температуры смазки в камере нагрева с двумя сетками

Теплопроводящая способность металлической сетки исключала перегрев смазки в камере при длительной работе ТЭН без отбора смазки из бака. Размещение ТЭН под днищем бака позволило наносить нагретую смазку без технологических сбоев до полного опорожнения бака. К тому же улучшились условия обслуживания бака при очистке от остатков смазки.

Новизна предлагаемого устройства для нагрева и нанесения вязких смазок защищена патентами РФ [4, 5]. Разработанное устройство реализовано на мобильном агрегате УЛН-03 для противокоррозионной обработки аграрной техники на площадках хранения. Агрегат оснащен навесной рамой, приводом от ВОМ с коническим редуктором, компрессором (0,8 МПа, 30 $м^3$/ч) с ресивером (50 л), автотракторным генератором Г 1000В (28 В, 1 кВт), пультом управления, обогреваемым баком для вязкой смазки с ТЭН (28 В, 0,56 кВт), шлангом подачи смазки с нагревательной спиралью (28 В, 0,25 кВт), баком для жидкого консерванта и пневматическими распылителями.

Агрегат прошел производственную проверку на площадках хранения техники колхоза-племзавода им. Ленина Тамбовского района, работа велась в ноябре при температуре воздуха 0-4 $^{o}$С. Агрегат использовался для обдувки и сушки консервируемых поверхностей сельхозмашин, для нанесения вязкой смазки, битумных и светозащитных составов, подкачки пневматических шин [6, 7]. Посредством агрегата (рисунок 5) за одну смену (4-5 ч) наносили до 60 л консервационной смазки на рабочие поверхности почвообрабатывающей и уборочной техники (плуги, лущильники, дисковые бороны, катки, жатки и др.). В течение 15 дней работы агрегата не зарегистрированы отказы оборудования и нарушения технологических режимов нагрева и нанесения смазки.

Рисунок 5 - Работа мобильного агрегата на площадках хранения техники

В результате применения агрегата в 5 раз повысилась производительность процесса нанесения вязких смазок при пониженной до 3 °С температуре воздуха, улучшилось качество противокоррозионной защиты аграрной техники при хранении на площадках в течение 10 мес. Экономилось моторное топливо в количестве 0,25 л на каждый литр нагретой и нанесенной консервационной смазки.

**Список литературы**

1. Пуховицкий, Ф.Н. Средства технического обслуживания машинно-тракторного парка [Текст] / Ф.Н. Пуховицкий, Ю.М. Копылов, А.В. Ленский, В.И. Овчинников - М.: Высшая школа. - 1979. - 255 с.

2. Петрашев, А.И. Гидродинамический нагрев вязких смазок при консервации сельхозмашин [Текст] / А.И. Петрашев // Техника в сельском хозяйстве. - 2006. - № 4. - С. 23-26.

3. Завражнов, А.И. Исследование факторов, влияющих на энергоемкость работы устройства разгрузки установки для переработки отходов на фермах КРС [Текст] / А.И. Завражнов, В.В. Миронов, М.С. Колдин // Вестник Мичуринского государственного агроуниверситета. - 2006. - № 2. - С. 64-73.

4. Пат. 2420359 Российская Федерация, МПК B05B 7/16, B05C 9/14. Устройство для нагрева и нанесения защитного материала [Текст] / Петрашев А.И., Прохоренков В.Д., Шаталин Ю.Ю., Петрашева М.А., Дивин А.Г.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии (RU). - № 2009107463; заявл. 27.02.2009; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 16. - 10 с.: ил.

5. Пат. 2460590 Российская Федерация, МПК B05B 7/16. Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении [Текст] / Петрашев А.И., Князева Л.Г., Курочкин И.М., Петрашева

М.А.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии (RU). - № 2011136490; заявл. 01.09.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. - 8 с.: ил.

6. Петрашев, А.И. Совершенствование технологии консервации аграрной техники загущенными маслами [Текст] /А.И. Петрашев /Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы МНТК - Минск. - НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. - Т.3. - 2012. - С. 245-251.

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

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Петрашев Александр Иванович****, заведующий лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, доктор технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия; e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.*

***Князева Лариса Геннадьевна****, главный научный сотрудник лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии, доктор химических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

***Клепиков Виктор Валерьевич****, аспирант ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

## РЕЦЕНЗЕНТ

***Ерохин Геннадий Николаевич*** *– кандидат технических наук, заведующий лабораторией эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадеми, Ново-Рубежный пер.28, г. Тамбов. 392022, Россия.*

УДК 532.559.5

**ПЕТРАШЕВ А.И., КЛЕПИКОВ В.В.**

# НОВЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ НАПОРНОЙ МАГИСТРАЛИ

***Аннотация****. Обоснован упрощенный метод гидравлического расчета напорной магистрали в оборудовании для нанесения консервационных жидкостей.*

***Ключевые слова****: гидравлический расчет, ньютоновская жидкость, гибкий шланг, нанесение покрытия.*

**PETRASHEV A.I, KLEPIKOV V.V.**

# THE NEW APPROACH TO CALCULATION HYDRAULIC RESISTANCE OF A PRESSURE HEAD HIGHWAY

***Abstract.*** *The simplified method of hydraulic calculation of a pressure head highway in the equipment for drawing anticorrosive liquids is proved.*

***Keywords****: hydraulic calculation, a newton liquid, a flexible hose, drawing of a covering.*

Механизированный процесс нанесения жидких консервационных материалов на поверхности сельхозмашин осуществляется при их нагнетании под давлением из баков по патрубкам и шлангам в пистолет-распылитель. При гидравлическом расчете магистрали подачи консервационной жидкости требуется учитывать не только падение давления по длине, но и в местах изменения сечения магистрали: в соединениях, патрубках, штуцерах. Падение дав-

ления в этих местах часто составляет значительную часть от общих потерь в магистрали. После каждого изменения сечения изменяются кинематические параметры потока от начальных (на входе) до стабилизированных в зоне равномерного движения [1, 2]. Существующие методы гидравлического расчета магистрали довольно громоздки, и их сложно применить при настройке распылительного оборудования на заданный норматив расхода материала.

Рассмотрим установившееся неравномерное движение жидкости с постоянной по длине средней скоростью $u_c$, которое имеет место на начальном участке магистрали. На длине начального участка происходит перераспределение скоростей в поперечном сечении магистрали и, соответственно, изменение максимальной скорости $u_{max}$ потока. Примем, что магистраль подачи консервационной жидкости имеет кругло-цилиндрический канал радиусом $r_o$, в котором максимальной является осевая скорость - $u_{max}$.

Особенности движения жидкости на начальном участке магистрали можно охарактеризовать с помощью коэффициента $k$ осевой скорости, представляющего собой отношение:

$$k = u_{max} / u_c > 1. \quad (1)$$

В самом деле, неравномерность движения жидкости отражается изменением величины коэффициента $k$ по длине начального участка, а установившийся характер движения - постоянством этого коэффициента во времени в произвольном сечении магистрали. Используя отношение (1), расход жидкости определяем как по средней скорости, так и по осевой:

$$q = \pi r_0^2 u_c, \qquad q = \pi r_0^2 u_{max} / k. \quad (2)$$

Функция распределения продольных скоростей $u$ в поперечном сечении установившегося потока жидкости должна быть согласована с уравнениями (2). Этому условию удовлетворяет предложенная нами [3] функция:

$$u/u_{max} = 1 - (r/r_o)^{\frac{2}{k-1}}, \quad (3)$$

где $r$ - расстояние от оси потока до слоя жидкости.

Функции (3) распределения скоростей соответствует распределение касательных напряжений в поперечном сечении потока:

$$\tau/\tau_o = (r/r_o)^{\frac{3-k}{k-1}},$$

где $\tau$, $\tau_o$ - касательные напряжения в потоке и на стенке магистрали;

условие $\tau < \tau_o$ выполняется при $1 < k < 3$.

Касательное напряжение $\tau_o$ на стенке магистрали:

$$\tau_o = \frac{2\eta u_{max}}{(k-1) r_o}.$$

где $\eta$ - динамическая вязкость жидкости.

Сила $f$ трения, отнесенная к единице длины магистрали, зависит от площади ($2\pi r \cdot 1$) поверхности, вдоль которой действуют касательные напряжения:

$$f = 2\pi r \tau = \frac{4\pi\eta u_{max}}{k-1} (r/r_o)^{\frac{2}{k-1}}. \quad (4)$$

На рисунке 1 показано изменение силы трения по сечению потока в зависимости от величины коэффициента $k$. Как видим, при уменьшении коэффициента $k$ значение силы трения возрастает, а зона ее действия смещается к стенке магистрали. При этом максимум силы трения – на стенке магистрали:

$$f_{\max} = \frac{4\pi\eta u_{\max}}{k-1}.$$

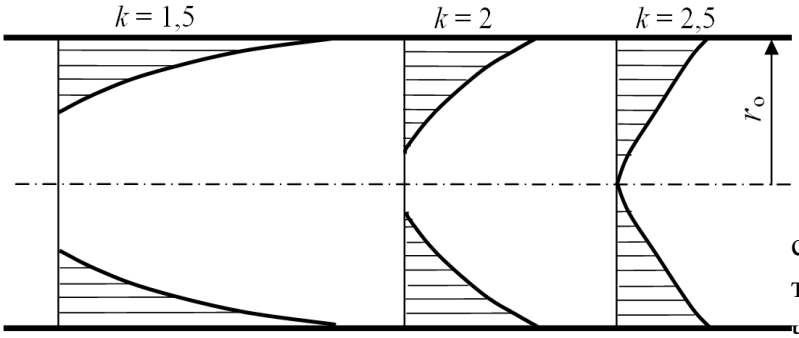



Рисунок 1 - Изменение силы трения по сечению потока в зависимости от величины коэффициента $k$

По радиусу потока между распределениями скорости - $u$ / $u_{\max}$ и силы трения - $f$ / $f_{\max}$ существует обратная взаимосвязь, которую определим из выражений (3) и (4):

$$u/u_{\max} = 1 - f/f_{\max}. \quad (5)$$

В процессе движения жидкости энергия потока тратится на преодоление вязкого трения между слоями. Потери энергии потока - $n$ между его слоями за единицу времени определим по формуле:

$$n = fu. \quad (6)$$

С помощью выражения (5) приведем формулу (6) к виду:

$$n = f_{\max}(u_{\max} - u)u/u_{\max}.$$

Затраты энергии на трение неравномерно распределены по сечению потока и имеют экстремум, определяемый из условия равенства нулю производной:

$$\frac{\mathrm{d}n}{\mathrm{d}u} = f_{\max}(u_{\max} - 2u)/u_{\max} = 0. \quad (7)$$

Решением уравнения (7) является скорость $u_x = 0{,}5u_{\max}$, при которой в слое движущейся жидкости теряется максимальное количество энергии. Периметр потока по скорости $u_x$ характерен тем, что делит потери энергии на трение на две равные части. Половина энергии теряется в центральном ядре потока, ограниченном слоем со скоростью $u_x$, а другая половина - в кольцевом сечении между этим же слоем и стенкой магистрали. Поэтому суммарные потери энергии $N$ в сечении потока движущейся жидкости:

$$N = \left(2 f_{\max}/u_{\max}\right)\int_0^{u_x}\left(u_{\max} - 2u\right)\mathrm{d}u.$$

После интегрирования имеем

$$N = 0{,}5 f_{\max} u_{\max} = \pi\eta\, u_c^2 \frac{2k^2}{k-1}. \quad (8)$$

Определим гидравлический уклон $J_1$ в произвольном сечении магистрали, поделив потери энергии $N$ на расход $q$:

$$J_1 = \frac{u_c \eta}{r_o^2} \cdot \frac{2k^2}{k-1}. \quad (9)$$

Согласно формуле (9) гидравлический уклон зависит не только от вязкости жидкости, средней скорости и радиуса магистрали, но и от коэффициента $k$ осевой скорости. Определим гидравлический уклон с помощью формулы Дарси-Вейсбаха:

$$J_2 = \frac{\lambda \rho u_c^2}{4r_o} = \frac{u_c \eta}{r_o^2} \cdot \frac{\lambda \mathrm{Re}}{8}, \quad (10)$$

где ρ - плотность жидкости; Re - число Рейнольдса, Re = $2r_o\,\rho/(u_c\eta)$.

Исходя из равнозначности выражений (9) и (10) для гидравлических уклонов, приравняем $J_1 = J_2$ и установим взаимосвязь коэффициента $k$ осевой скорости с текущей величиной коэффициента λ гидравлического сопротивления в сечениях магистрали:

$$\lambda \mathrm{Re} = \frac{16k^2}{k-1}. \quad (11)$$

Алгебраическим решением уравнения (11) является выражение:

$$k = \frac{\lambda \mathrm{Re}}{32}\left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{64}{\lambda \mathrm{Re}}}\right).$$

Графическое изображение уравнения (11) представлено на рисунке 2.

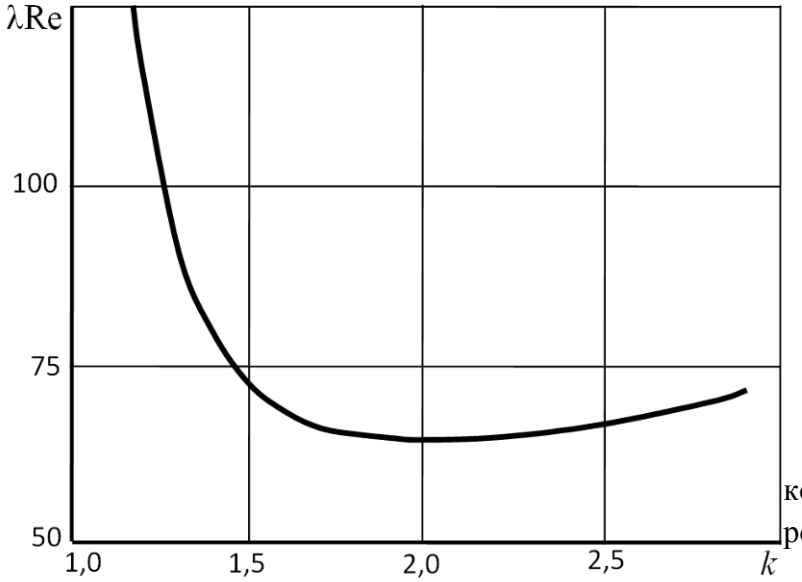



Рисунок 2 - Взаимосвязь коэффициента ($k$) осевой скорости с показателем (λRe)

Уравнение (11) определяет взаимосвязь произведения двух безразмерных гидравлических величин (λRe) с коэффициентом $k$, характеризующим распределение скоростей в поперечном сечении потока. Назовем произведение (λRe) показателем сопротивления.

Из условия экстремума, при котором:

$$\frac{\mathrm{d}(\lambda \mathrm{Re})}{\mathrm{d}k} = \frac{16k(k-2)}{(k-1)^2} = 0,$$

действительная величина коэффициента $k = 2$ и соответствует минимуму сопротивления - (λRe) = 64. При любом другом действительном значении коэффициента ($k \neq 2$), показатель (λRe) > 64. Минимальной величины коэффициент гидравлического сопротивления λ = 64/Re может иметь место в идеальных условиях равномерного ламинарного движения жидкости. Любое искажение радиуса магистрали или ее изгиб приведут к отклонению величины коэффициента $k$ от значения экстремума, равного 2-м, и росту коэффициента гидравлического сопротивления λ.

При коэффициенте $k = 2$ потери энергии в сечении потока, определяемые по формуле (8), тоже минимальны:

$$N_{\min} = 8\pi\eta u_c^2.$$

Анализ зависимости: $N/N_{\min} = 0{,}25k^2/(k - 1)$ - позволяет судить о стабилизации потерь

энергии потока в интервале коэффициента $1{,}75 \le k \le 2{,}3$. Здесь потери энергии не превышают 2 % от минимальной величины. Минимальные потери энергии на трение имеют место при распределении скоростей по радиусу ламинарного потока в виде параболы Пуазейля: $u/u_{max} = 1 - (r/r_o)^2$ с коэффициентом $k = 2$. Функция (3) однородна с уравнением параболы Пуазейля и может быть названа квазипараболической (подобной параболической), а распределение скоростей потока в его поперечном сечении - квазипараболическим.

Заметим, что коэффициенты осевой скорости - $k$ и гидравлического сопротивления - $\lambda$ могут быть переменными на участках реальной магистрали, также неизвестна их связь с расходом $q$ жидкости, подаваемой по магистрали. Для упрощения гидравлического расчета магистрали подачи в целом, примем приведенные величины этих параметров - $k_п$, $(\lambda Re)_п$, при этом:

$$(\lambda \mathrm{Re})_п = \frac{16k_п^2}{k_п - 1}. \quad (12)$$

Формула (12) не раскрывает влияния величины расхода $q$ жидкости на приведенный коэффициент осевой скорости - $k_п$, но позволяет установить наличие или отсутствие связи между ними по опытным данным:

- если при изменении расхода $q$ показатель $(\lambda Re)_п$ постоянен, то приведенный коэффициент $k_п$ не зависит от величины $q$;

- если показатель $(\lambda Re)_п$ - переменен, то между величиной расхода $q$ и коэффициентом $k_п$ имеется связь.

Экспериментальное гидравлическое исследование проводили на ньютоновской жидкости, в качестве которой использовали консервационное масло К-17 ($\eta$ = 0,112 Па·с). Масло подавали по патрубкам, штуцерам и шлангу, соединенным в общую магистраль. Результаты обработки опытных данных сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Исследование гидравлического сопротивления магистрали

| Наименование показателей | Значения показателей | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Расход масла, $q$, мл/с | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 |
| Коэффициент гидравлического сопротивления, $\lambda_п$ | 26,0 | 12,5 | 8,5 | 6,3 | 5,0 | 4,2 |
| Показатель $(\lambda Re)_п$ | 85,8 | 83,7 | 85,0 | 83,4 | 83,5 | 84,0 |

Увеличение расхода $q$ в 6 раз фактически не повлияло на показатель $(\lambda Re)_п$, что указывает на постоянство приведенного коэффициента $k_п$ осевой скорости для всех участков магистрали, а также на отсутствие связи между коэффициентом $k_п$ и расходом $q$ в рамках данного исследования.

С учетом того, что величина показателя $(\lambda Re)_п$ неизменна, получена достаточно компактная формула для оперативного расчета давления $P$ нагнетания жидкости по магистрали, составленной из патрубков и шлангов различных длин ($L_ш$, $L_п$) и радиусов ($r_ш$, $r_п$):

$$P = (\lambda \mathrm{Re})_п \frac{q\eta}{8\pi} \cdot \left[ \frac{L_ш}{r_ш^4} + \ldots + \frac{L_п}{r_п^4} \right]. \quad (13)$$

Применительно к исследуемой магистрали имеем:

$$P = 84{,}2 \cdot \frac{q\eta}{8\pi} \cdot \left[ \frac{L_ш}{r_ш^4} + ... + \frac{L_п}{r_п^4} \right]. \quad (14)$$

Формулы (13) и (14) существенно упрощают расчет давления нагнетания ньютоновской консервационной жидкости, который проводят при разработке технологического режима нанесения консервационного покрытия номинальной толщины, обеспечивающей защиту металла от коррозии в течение установленного срока. По этой же формуле можно выполнять гидравлические расчеты при конструировании нового консервационного оборудования или реконструкции известного.

**Список литературы**

1. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика / Д.В. Штеренлихт. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 640 с.

2. Рабинович, Е.З. Гидравлика / Е.З. Рабинович. - М.: Недра, 1974. - 296 с.

3. Петрашев, А.И. Гидравлическое сопротивление движению консервационных жидкостей по шлангу / А.И. Петрашев //Техника в сельском хозяйстве. - 2006, № 1. - С. 25-27.

4. Петрашев, А.И., Клепиков, В.В. Анализ гидравлического сопротивления магистрали подачи консервационной жидкости на распыление. Материалы МНПК «Перспективные технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве» (11-12 апреля 2013 г). – Минск, БГАТУ. – С. 108-113.

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

***Петрашев Александр Иванович****, заведующий лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, доктор технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия; e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.*

***Клепиков Виктор Валерьевич****, аспирант ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

**РЕЦЕНЗЕНТ**

***Балашов Александр Владимирович*** *– кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории использования машинно-тракторных агрегатов, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.*

УДК 620.197.7

**КНЯЗЕВА Л.Г., ПЕТРАШЕВ А.И.**

## ВЛАГОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПЛЕНОК МАСЛЯНЫХ ПОКРЫТИЙ

***Аннотация:*** *Установлено, что масляные пленки обладают высокой влагопроницаемостью, причем скорость влагопереноса через барьерную пленку постоянна во времени. Это объяснено наличием в пленке несплошностей. Показано, почему возможно изменение конфигурации несплошностей в масляной пленке.*

***Ключевые слова****: масляная пленка**,** влагопроницаемость, капля, деформация*

**KNYAZEVA L.G., PETRASHEV A.I.**

## HUMIDITY PERMEABILITY FILM OF OIL COVERINGS

***Abstract.*** *It is established, that an oil film have high humidity permeability, and speed the transferring of a moisture through a barrier film is constant in time. It is explained by presence in a film channels. It is shown, why change of a configuration channels in an oil film is possible.*

***Keywords****: an oil film**,** humidity permeability, a drop, deformation*

Использование неметаллических покрытий – один из важнейших методов защиты сельскохозяйственной техники в условиях атмосферной коррозии. Эффективность защитных неметаллических покрытий зависит от условий формирования барьерных пленок, их кислородо- и влагопроницаемости. Торможение скорости подачи влаги является важным фактором подавления коррозии, так как для протекания электрохимической коррозии металла необходимо формирование на его поверхности пленки водного раствора электролита. Кроме того, молекулы воды являются участниками катодных и анодных реакций, определяющих скорость коррозионного воздействия. Очевидно, что образование и толщина формирующегося водного слоя определяют, наряду с масляным слоем, подачу катодного деполяризатора. Данная работа посвящена исследованию влияния природы масла как растворителя-основы, концентрации ингибитора коррозии и относительной влажности воздуха на влагоперенос через защитную пленку.

Определение влагопроницаемости масляных композиций (изучение кинетики массопереноса воды) проводилось в герметичных эксикаторах, где задаваемую относительную влажность воздуха (70 – 100 %) создавали насыщенными растворами солей и дистиллированной водой [1]. В эксикаторы помещали ячейки, содержащие в параллельных опытах одинаковую массу влагопоглотителя (цеолит марки Na-X-D-2Г), закрытые притертыми перфорированными крышками. Общую площадь отверстий в крышке бюкса рассчитывали по формуле:

$S = 0{,}25\pi d^2 n$ , (1)

где $d$ - диаметр единичного отверстия, $n$ - количество отверстий.

На поверхность крышки наносили барьерный слой масла и масляной композиции, толщину которого (20 ± 2 мкм) контролировали гравиметрически. Через определенные временные интервалы (1 - 6 ч) по разнице масс ячеек с влагопоглотителем до и после опыта оценивали количество поглощенной воды, прошедшей через слой масляной композиции. Эффект торможения массопереноса воды оценивали по уравнению:

$Z, \% = 100(m_0 - m_i)/ m_0$, (2)

где $m_0$ и $m_i$ - масса воды, поглощенная цеолитом в заданный промежуток времени при отсутствии и наличии барьерного слоя, соответственно.

Пленки из моторного масла М10Г$_2$(к), в том числе и отработанного (ММО), а также из индустриального И20А, подсолнечного (ПМ) и рапсового (РМ) масел отличаются высокой влагопроницаемостью, напрямую зависящей от относительной влажности воздуха (рисунок 1). Скорость влагопереноса через барьерную пленку постоянна во времени, так как $dm/d\tau$ = const, где $m$ – масса поглощенной воды за фиксированный промежуток времени $\tau$.

По эффективности торможения переноса воды через пленку, масла располагаются в следующей последовательности:

ММО > М10Г$_2$(к) > И20А > РМ > ПМ. (3)

Величина эффекта торможения массопереноса имеет тенденцию к снижению с течением времени. Введение в масла пушечной смазки ПВК или ингибиторов коррозии Мобиин-3, ИФХАН-29А, Телаз-Л, хорошо совмещающихся с углеводородной основой и являющихся загустителями масел, способствует снижению влагопроницаемости покрытий. Влагопроницаемость масел снижается с ростом концентрации ингибирующих добавок (рисунок 1, линии 7, 8). Отсутствие изломов на линиях и постоянство их коэффициента наклона позволяют предположить, что указанные факторы не влияют на механизм массопереноса. Полностью прекратить подачу воды к поверхности влагопоглотителя, а, следовательно, к поверхности

металла не удается даже при введении в исходные масла 40 масс. % ПВК (рисунок 1, линия 8). Скорость влагопереноса практически всегда остается достаточной и не лимитирует процесс коррозии углеродистой стали.

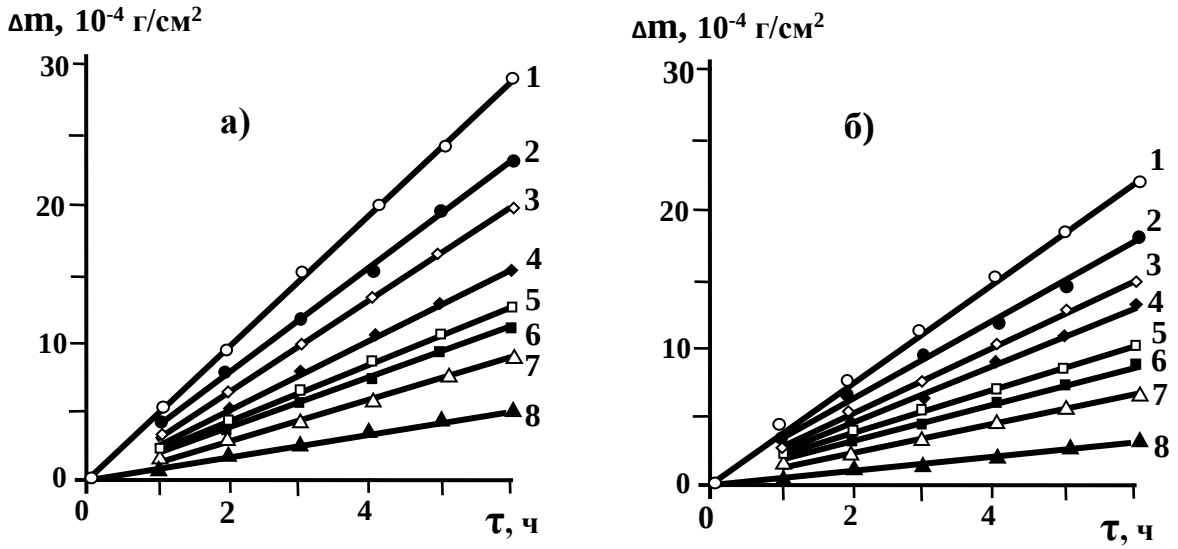



Рисунок 1 - Привес (Δm) влагопоглотителя (цеолит) в ячейках в зависимости от времени экспозиции покрытий, нанесенных на поверхность перфорированных крышек ячеек при влажности воздуха: а) 100 %, б) 70 %. Природа покрытия: 1 - отсутствует; 2 - ПМ; 3 - РМ; 4 - И20А; 5 - М10Г$_2$(к); 6 - ММО (~ 300 м·ч); 7 - ММО + 10 масс.% ПВК; 8 - ММО + 40 масс.% ПВК

Высокая влагопроницаемость масляных пленок позволила выдвинуть гипотезу о наличии в них несплошностей [2]. Несплошности в маслах скорее всего имеют сложную конфигурацию, причем как существование их самих, так и их конфигурации непостоянны во времени (рисунок 2).

Если каналы не заполнены раствором (коррозионной средой), то возможно стохастическое слипание их стенок с разрушением несплошностей и образованием новых. Но их суммарное сечение во времени при постоянстве состава пленки и условий существования остается практически неизменным, в результате чего $dm/d\tau$ = const для воды. Вероятно, несплошности пленки заполнены водной коррозионно-агрессивной средой в виде самостоятельной фазы.

Определим условия, при которых возможно движение водных растворов сквозь узкие поры - капилляры при отсутствии гидростатического давления, то есть когда покрытие не погружено в жидкость. Известно, что капилляры могут иметь переменное поперечное сечение [3]. Для упрощения анализа допустим, что поперечное сечение капилляра представляет собой круг, а продольное сечение - усеченный конус. Рассмотрим возможность движения отдельной капли жидкости по сужающемуся капилляру в форме конуса, стенка которого наклонена к оси под углом α (рисунок 3).

Допустим, что фронтальная и тыльная поверхности капли образуют вогнутые сферические мениски с радиусами кривизны $R$ и $R_1$ соответственно, причем давление газа на оба мениска несущественно. Согласно уравнению Лапласа вогнутый мениск жидкости создает отрицательное капиллярное давление, направленное в сторону газа, величина этого давления рассчитывается по формуле

$$p = \frac{2\sigma_{жг}}{R}, \quad (4)$$

где $\sigma_{жг}$ - поверхностное натяжение жидкости, Н/м; $R$ - радиус кривизны мениска, м. Радиусы $R_1$ и $R$ кривизны менисков определим из рисунка 3:

- для тыльного мениска

$$R_1 = \frac{r_1}{\cos(\theta_0 + \alpha)}, \quad (5)$$

- для фронтального мениска

$$R = \frac{r}{\cos(\theta_0 - \alpha)}, \quad (6)$$

где $r_1$, $r$ - радиусы капилляра по менискам, м; $\theta_0$ - краевой угол смачивания жидкостью стенки капилляра; $\alpha$ - угол наклона стенки капилляра к оси.

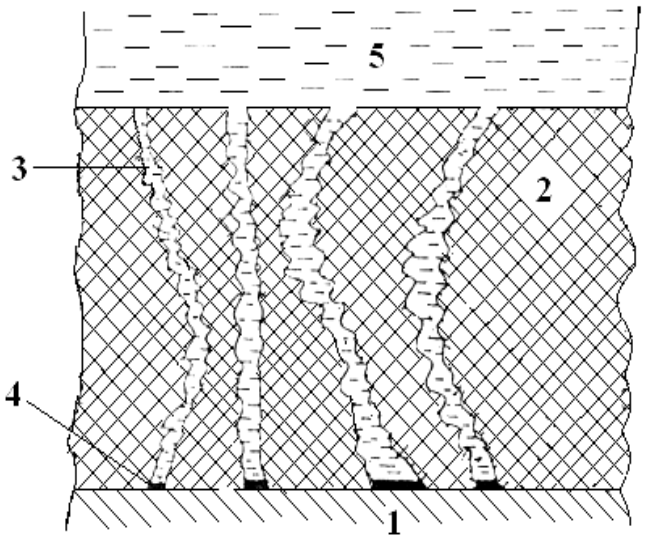



Рисунок 2 - Схематическое изображение границы раздела масляная пленка-металл:
1 – поверхность металла, 2 – масляная пленка; 3 – канал (несплошность);
4 – двойной электрический слой; 5 – водный раствор

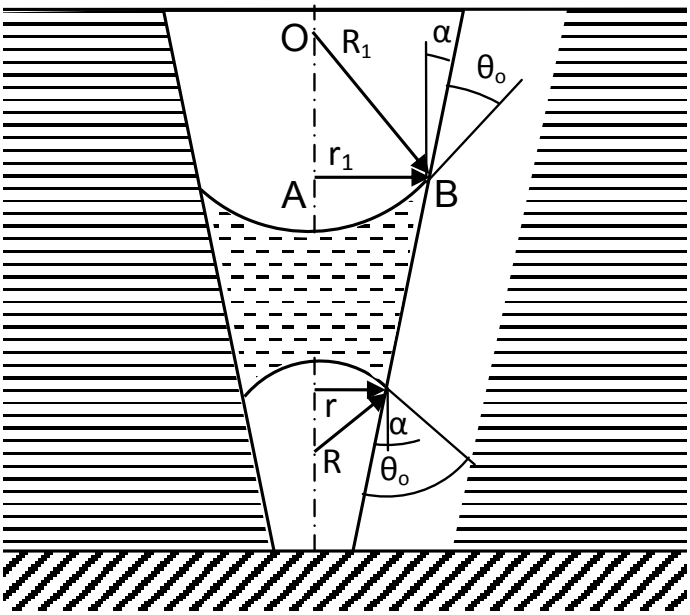



Рисунок 3 - Расчетная схема

Для упрощения дальнейшего анализа примем, что краевые углы смачивания по обе стороны капли одинаковы.

Давление под менисками определим по формулам

- под тыльным мениском

$$p_1 = \frac{2\sigma_{жг}\cos(\theta_0 + \alpha)}{r_1}, \quad (7)$$

- под фронтальным мениском

$$p = \frac{2\sigma_{жг}\cos(\theta_0 - \alpha)}{r}, \quad (8)$$

Движение капли жидкости по суживающемуся капилляру начнется за счет разницы давлений $\Delta p$ под менисками

$$\Delta p = p - p_1 = 2\sigma_{жг}\left(\frac{\cos(\theta_0 - \alpha)}{r} - \frac{\cos(\theta_0 + \alpha)}{r_1}\right) \quad (9)$$

Величина движущей силы $F$, под действием которой капля жидкости может двигаться в капилляре, определится по формуле:

$$F = \Delta pS = 2\sigma_{жг}\left(\frac{\cos(\theta_0 - \alpha)}{r} - \frac{\cos(\theta_0 + \alpha)}{r_1}\right)\cdot \pi r^2, \quad (10)$$

где $S = \pi r^2$ - сечение капилляра по фронтальному мениску, на которое действует разрежение $\Delta p$.

Анализ уравнения (10) показывает, что величина движущей силы $F$ значима при положительной разнице

$$\frac{\cos(\theta_0 - \alpha)}{r} - \frac{\cos(\theta_0 + \alpha)}{r_1} > 0.$$

Откуда

$$\frac{\cos(\theta_0 - \alpha)}{\cos(\theta_0 + \alpha)} > \frac{r}{r_1}. \quad (11)$$

Так как отношение $\cos(\theta_0 - \alpha)/\cos(\theta_0 + \alpha) \geq 1$ действительно для краевых углов смачивания в интервале $0 \leq \theta_0 \leq \pi/2$, а отношение $r / r_1 < 1$ по условию, то возможность самостоятельного движения капли по сужающемуся капилляру обеспечивается не только для смачивающей, но и для несмачивающей жидкости при $\theta_0 = \pi/2$.

В цилиндрическом капилляре, для которого $\alpha = 0$, $r_1 = r_2$, движение отдельной капли жидкости невозможно при любом краевом угле $\theta_0$, так как

$$\frac{\cos\theta_0}{r} - \frac{\cos\theta_0}{r} = 0.$$

В случае если защитное покрытие имеет цилиндрический капилляр, вход в который закрыт слоем жидкости, то в капилляре будет образован только фронтальный мениск жидкости. Движущая сила $F$ определится разрежением под фронтальным мениском, величина которого напрямую зависит от $\cos\theta_0$

$$F = 2\pi r\sigma_{жг}\cos\theta_0. \quad (12)$$

Определенный интерес представляет оценка изменения площади контакта жидкости при ее движении по сужающемуся капилляру, так как она характеризует изменение свободной

поверхностной энергии.

Пусть капля жидкости в капилляре имеет форму усеченного конуса (см. рисунок 3), объем $V_ж$ которого

$$V_ж = \frac{1}{3}\pi h(r^2 + rr_1 + r_1^2), \quad (13)$$

где $h$ - высота усеченного конуса, определяемая по формуле:

$h = (r_1 - r)\cdot \mathrm{ctg}\,\alpha$ (14)

Подставим выражение (14) в (13) и после алгебраических преобразований получим

$$V_ж = \frac{1}{3}\pi\,\mathrm{ctg}\,\alpha(r_1^3 - r^3). \quad (15)$$

Из (15) выразим радиус большего основания усеченного конуса

$$r_1 = \left(\frac{3}{\pi}V_ж\,\mathrm{tg}\,\alpha + r^3\right)^{1/3}. \quad (16)$$

Площадь боковой поверхности усеченного конуса равна

$$S_п = \pi l(r_1 + r), \quad (17)$$

где $l$ - длина образующей конуса, определяемая по формуле:

$$l = \frac{(r_1 - r)}{\sin\alpha}. \quad (18)$$

Подставив выражения (16) и (18) в (17), уточним формулу для определения боковой поверхности усеченного конуса:

$$S_п = \frac{\pi}{\sin\alpha}(r_1^2 - r^2) = \frac{\pi}{\sin\alpha}\left[\left(\frac{3}{\pi}V_ж\mathrm{tg}\alpha + r^3\right)^{2/3} - r^2\right]. \quad (19)$$

Чтобы найти экстремум функции (19), продифференцируем и приравняем нулю ее производную:

$$S_п' = \frac{\mathrm{d}S_п}{\mathrm{d}r} = \frac{2\pi r}{\sin\alpha}\left[\left(\frac{3}{\pi}V_ж\mathrm{tg}\alpha + r^3\right)^{-1/3} r - 1\right] = 0. \quad (20)$$

Из уравнения (20) следует, что критическое значение фронтального радиуса $r$ усеченного конуса равно нулю, $r = 0$. Это значение соответствует максимуму функции (19), так как согласно второму достаточному условию максимума и минимума [4] ее вторая производная:

$$S_п'' = \frac{2\pi}{\sin\alpha}\left[2r\left(\frac{3}{\pi}V_ж\mathrm{tg}\alpha + r^3\right)^{-1/3} - r^4\left(\frac{3}{\pi}V_ж\mathrm{tg}\alpha + r^3\right)^{-4/3} - 1\right] \quad (21)$$

при критическом радиусе $r = 0$ принимает отрицательное значение ($S_п'' = -1$).

Следовательно, в процессе перемещения капли по сужающемуся капилляру возрастает площадь смачивания его поверхности, и максимум площади смачивания достигается при $r \to 0$. В результате увеличения площади смачивания происходит уменьшение свободной поверхностной энергии капли в капилляре, благодаря которой реализуются движущие силы растекания.

Проведенное исследование показывает, что отдельная капля жидкости может проникать через защитное покрытие по коническому капилляру и достигать металлической подложки. Если же на пути движения капли конический капилляр трансформируется в цилиндрический, то весь объем капли может переместиться в цилиндрический участок капилляра под действием движущей силы

$$F = 2\sigma_{жг}\left(\frac{\cos\theta_0}{r} - \frac{\cos(\theta_0+\alpha)}{r_1}\right)\cdot \pi r^2 > 0 \,. \quad (22)$$

После того как практически вся капля переместится в цилиндрический участок капилляра, движущая сила смачивания станет ничтожно малой. При этом $r_1 \to r$, $\alpha \to 0$.

Как указывалось выше, масляные защитные пленки, как и другие пористые покрытия, пронизаны последовательно сообщающимися капиллярами различной конфигурации, диаметров и направлений [5], среди которых весьма вероятны участки цилиндрической и расширяющейся формы. Такие участки являются препятствием для проникновения капли воды по капилляру с поверхности защитного покрытия к металлу. В результате этого следовало бы ожидать высокую защитную способность маслосодержащих покрытий.

Однако результаты исследований в термовлагокамере Г-4 стальных пластин, защищенных масляными пленками, указывают на достаточно интенсивное развитие коррозионных процессов под покрытием при периодической конденсации влаги на нем в виде капель [6]. Полученные данные вынуждают более детально рассмотреть особенности поведения капли воды на поверхности твердого или эластичного покрытия.

Рассмотрим схему действия выпуклой сферической капли на смоченную поверхность масляного защитного покрытия (рисунок 4), в котором имеются капилляры.

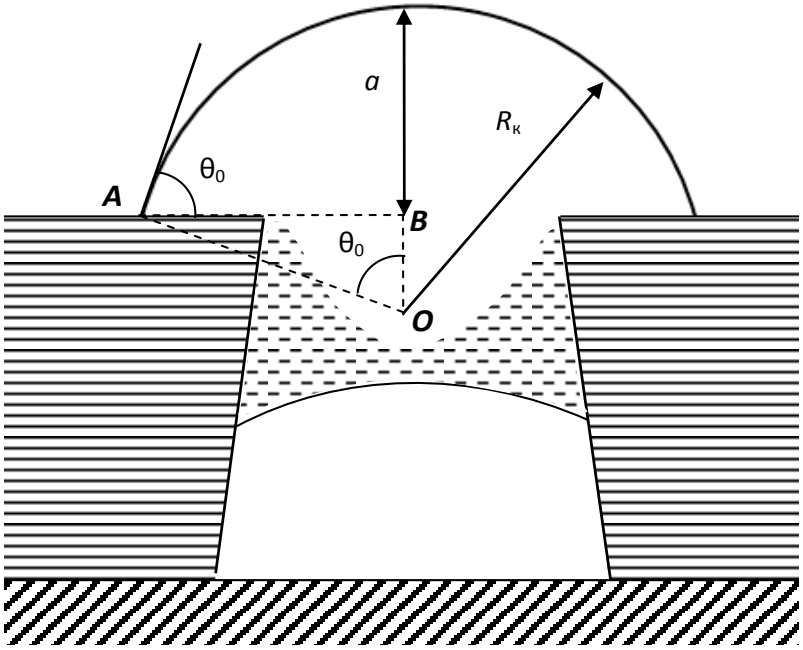



Рисунок 4 - Схема для расчета давления под каплей жидкости

Согласно уравнению Лапласа на поверхность покрытия, находящуюся под каплей, действует положительное (избыточное) капиллярное давление жидкости. Если под каплей имеются капилляры, то находящаяся под давлением жидкость сможет затекать в них. В этом случае движение жидкости по капилляру будет происходить за счет избыточного давления $p_к$ в капле, величина которого зависит от радиуса $R_к$ кривизны поверхности капли $p_к = 2\sigma_{жг} / R_к$. Напор $h$ от избыточного давления $p_к$ в капле определится из равенства [7]:

$$p_к = 2\sigma_{жг} / R_к = \rho g h \,, \quad (23)$$

где ρ - плотность жидкости, $g$ - ускорение свободного падения.

$$h = \frac{2\sigma_{жг}}{\rho g R_к} \,. \quad (24)$$

На радиус $R_к$ кривизны сферической поверхности капли влияет ее объем $V_к$, который вычисляют по формуле шарового сегмента ($a$ - высота капли):

$$V_к = \pi a(R_к - \frac{1}{3}a), \quad (25)$$

Согласно схеме на рисунке 4 высота капли $a = (R_к - OB)$. Из $\Delta ABO$ длина стороны $OB = R_к \cos\theta$, где θ - краевой угол смачивания покрытия. С учетом приведенных разъяснений высота капли:

$$a = R_к(1 - \cos\theta). \quad (26)$$

Подставляем (26) в (25) и после перегруппировки величин уточняем фактический объем капли на поверхности покрытия:

$$V_к = \frac{1}{3}\pi R_к^3(2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta). \quad (27)$$

Если бы капля имела форму шара, то ее объем $V_у$ можно вычислить как объем шара условным радиусом $r_у$ по формуле:

$$V_у = \frac{4}{3}\pi r_у^3. \quad (28)$$

Так независимо от формы капли на поверхности покрытия, обе формулы (27) и (28) описывают один и тот же объем ($V_у = V_к$), то выражения в них приравниваем и находим радиус $R_к$ кривизны сферической поверхности капли

$$R_к = r_y\left(\frac{4}{2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta}\right)^{1/3}. \quad (29)$$

Если капля не оставляет на поверхности следов смачивания, то краевой угол смачивания $\angle\theta = 180^o$, $\cos 180^o = -1$, а радиус кривизны поверхности капли:

$$R_к = r_y\left(\frac{4}{2 - 3(-1) + (-1)^3}\right)^{1/3} = r_y\left(\frac{4}{4}\right)^{1/3} = r_y. \quad (30)$$

В этом случае радиус кривизны поверхности капли совпадает с условным радиусом $R_к = r_y$, а форма капли представляет собой шар радиусом $r_у$.

Подставив выражение (30) в (24), уточним формулу для определения напора $h$ от избыточного давления $p_к$ в капле:

$$h = \frac{2\sigma_{жг}}{\rho g r_у} \cdot \left(\frac{2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta}{4}\right)^{1/3}. \quad (31)$$

Анализ полученного выражения показывает, что при хорошем смачивании жидкостью поверхности масляной пленки, когда $\angle\theta \to 0$, $\cos\theta \to 1$, капля не создает напора: $h \approx 0$. При плохом смачивании поверхности, когда $\angle\theta \to 90^o$, $\cos\theta \to 1$, высота напора, создаваемого каплей, может достигать 79 % от максимальной величины.

Определим высоту напора под каплей воды. Поверхностное натяжение воды $\sigma_{жг} = 72{,}8 \cdot 10^{-3}$ Н/м, плотность $\rho = 1000$ кг/м$^3$, ускорение $g = 9{,}8$ м/с$^2$, размерность условного радиуса капли [$r_у$] - мкм = $10^{-6}$ м. Подставив эти величины в формулу (24), получим расчетную зависимость для определения напора $h$ (см), действующего под каплей воды на поверхность покрытия

$$h = \frac{940}{r_у} \cdot \left(2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta\right)^{1/3}. \quad (32)$$

Данная зависимость, изображенная графически на рисунке 5, указывает на достаточно высокую величину напора 80 - 120 см, которым капля воды диаметром $d_у$ = 20 - 30 мкм может воздействовать на защитное покрытие, при этом диаметр капли соизмерим со средней толщиной масляной пленки.

Под воздействием подкапельного напора возникает зона локальной деформации покрытия, которая способствует увеличению длины и диаметра капилляра (или капилляров), находящихся в ней. При этом сама капля исполняет роль насоса и резервуара, из которого жидкость и растворенные в ней вещества под давлением нагнетаются в капилляры покрытия, а по ним - к металлу.

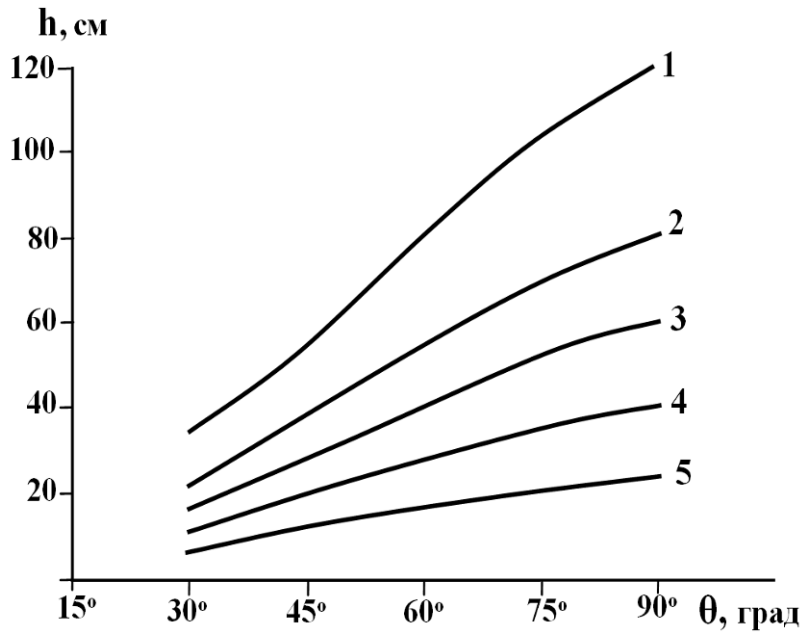



Рисунок 5 - Изменение напора под каплей воды в зависимости от краевого угла θ и условного диаметра капли: 1 - 20 мкм, 2 - 30 мкм, 3 - 40 мкм, 4 - 60 мкм, 5 - 100 мкм

Таким образом, становится понятным, каким способом водные растворы проникают через масляную пленку к поверхности металла, почему возможно изменение конфигурации несплошностей (пор) в масляной пленке.

**Список литературы**

1. Справочник химика в 6 томах, т.3 / под ред. Б.П. Никольского. - М.-Л.: Химия. - 1964. - 1004 с.

2. Вигдорович В.И. Защитная эффективность масляных композиций в условиях атмосферной коррозии углеродистой стали. Составы на основе отработавших масел / Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Цыганкова Л.Е., Головченко А.О., Прохоренков В.Д. // Практика противокоррозионной защиты. - 2010. - №4 (58). - С. 15-26.

3. Чизмаджев Ю. А. Макрокинетика процессов в пористых средах. - М.: Наука. - 1971. - 363 с.

4. Справочник по высшей математике / под ред. Выгодского М.Я. - М.: АСТ: Астрель. - 2006. - 991 с.

5. Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания. - М: Химия. - 1976. - 232 с.

6. Прохоренков В. Д. Противокоррозионные свойства композиций на основе Мобиин-3 (АКОР-1Б) / Прохоренков В. Д., Князева Л. Г., Радченко А. И., Карпова О. И. // Практика противокоррозионной защиты. - 2006. - №4 (42). - С. 31-38.

7. Богословский С.В. Физические свойства газов и жидкостей: Учебное пособие. - СПбГУАП, СПб. - 2001. - 73 с.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Князева Лариса Геннадьевна,*** *главный научный сотрудник лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии, доктор химических наук, доцент, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер.28, г. Тамбов. 392022, Россия.*

***Петрашев Александр Иванович,*** *заведующий лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, доктор технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер.28, г. Тамбов. 392022, Россия.*

## РЕЦЕНЗЕНТ

***Ерохин Геннадий Николаевич****, заведующий лабораторией эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике, кандидат технических наук, ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, Ново-Рубежный пер.28, г. Тамбов. 392022, Россия.*

УДК.636.4.084

**ВЕДИЩЕВ С.М.**

# КОРМОРАЗДАТЧИК ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

***Аннотация****: Рассмотрена конструктивно-технологическая схема барабанного дозатора с пневмоприводом для доильных установок*

***Ключевые слова****: барабан; дозатор; комбикорм, установка*

**VEDISCHEV S.M.**

# FEEDERS FOR MILKING MACHINES

***Abstract****. The structural and technological scheme of the bar-bath with pneumatic dispenser for milking machines.*

***Keywords****: drum; dispenser; feed installation*

Большое значение при регулировании молочной продуктивности коров имеет эффективное использование в рационах животных концентрированных кормов. Как правило, часть концентрированных кормов дают животным в составе кормосмеси, приготовленной в кормоцехах, а часть непосредственно в доильном зале, с учетом продуктивности коровы [3].

Установки для доения коров в специальных доильных залах (УДЕ-8, УДА-16, УДС-3Б и др.), как правило, оснащаются линией дозированной выдачи сухих комбикормов в кормушки. Она включает тросо-шайбовый транспортер и дозатор комбикормов, установленный в каждом станке.

Тросово-шайбовые транспортеры имеют высокую энергоемкость, производит частичное измельчение транспортируемого материала. Для снижения затрат энергии при транспортировании комбикормов все большее применение находят качающиеся транспортеры [4, 5].

В качестве дозирующих устройств в этих линиях используются шнеки и вибрирующие лотки, которые обладают большой погрешностью дозирования (до 10%). [2].

Нами предлагается использовать для выдачи комбикормов барабанный дозатор с изменяющейся длиной рабочих ячеек (рис. 1) [1, 6, 7]. Дозатор состоит из цилиндрического корпуса 1 с загрузочным и выгрузным окнами, внутри которого на горизонтальном валу 2 размещен барабан 3 с ячейками. Последние образованы неподвижными радиальными лопастями, торцевой стенкой корпуса и подвижными элементами 7. Подвижные элементы перемещаются при помощи привода, который выполнен в виде размещенных между дисками 9 и 22 корпусов пневмоцилиндров 8, к поршню каждого из которых с двух сторон присоединены штоки 10 и 23. Штоки 23 жестко связаны с подвижными элементами, а на штоках 10 закреплены ролики, взаимодействующие с регулируемым вдоль штоков упором 11, который расположен на уровне ячейки, находящейся под загрузочным окном корпуса дозатора. Для стопорения упора в нужном положении, соответствующем заданной дозе, предусмотрен фиксатор 12 с указателем доз.

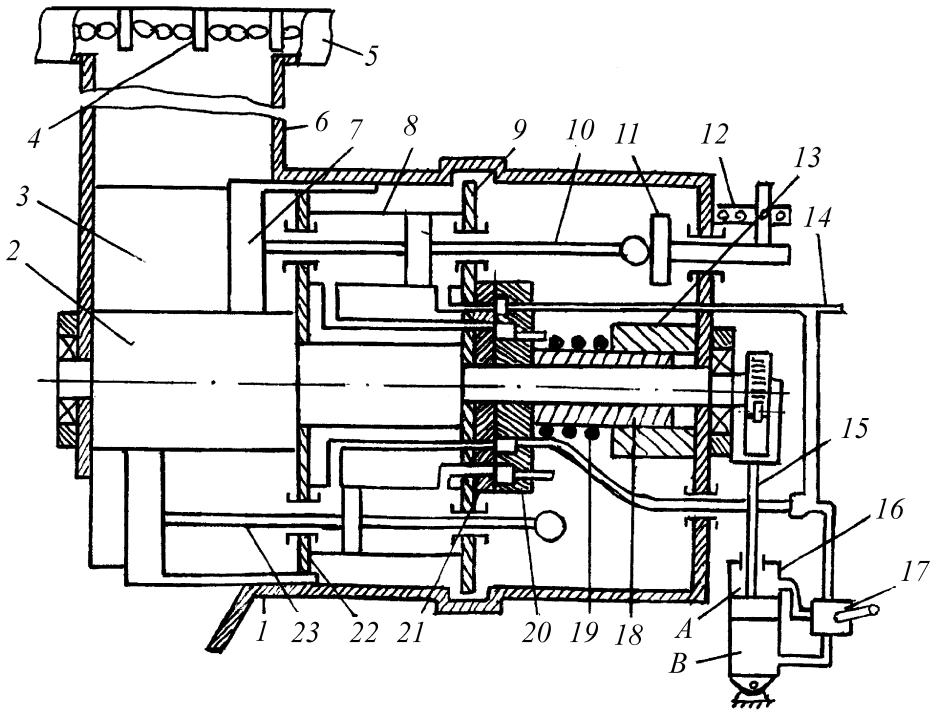



Рисунок 1 - Схема дозатора:

1-корпус; 2-вал; 3-барабан; 4-цепочно-скребковый транспортер; 5-кормопровод; 6-накопитель; 7-подвижный элемент; 8,16-пневмоцилидр; 9,22-диск; 10,23-шток; 11-упор; 12-фиксатор; 13-гильза; 14-вакуумпровод; 15-храповой механизм; 17-пневмокран; 18-стакан; 19-пружина; 20-неподвидный диск; 21-подвижный диск

Пневмоцилиндры снабжены распределительным узлом, выполненным в виде соосных дисков 20 и 21, при этом диск 21 жестко соединен с валом 2 и диском 9 и имеет отверстия, сообщающиеся с полостями пневмоцилиндров, а диск 20 соединен со стаканом 18 и прижимается к диску 21 посредством пружины 19, расположенной на стакане 18, вставленном в гильзу 13, внутренняя полость которой в поперечном сечении имеет форму квадрата. В диске 20 вырезаны две пары фигурных пазов, которые попарно сообщены с вакуумпроводом 14 и с атмосферой через патрубки. Для отсечки кормов служат полки, прикрепленные к внешней части подвижных элементов.

Привод вала барабана состоит из пневмоцилиндра 16, шток которого связан с храповым механизмом 15, закрепленном на валу 2. Управление пневмоцилиндром осуществляется пневмокраном 17, имеющем три положения (“выдача”, “отключено”, “пауза”).

Раздача комбикорма осуществляется следующим образом. В начале корм из кормопровода 5 под действием цепочно-шайбового транспортера поступает в накопитель 6, под которым закреплен дозатор.

Оператор машинного доения устанавливает упор в положение, зависящее от продуктивности коровы, а затем пневмокран 17 в режим “выдача”, в результате чего происходит отсасывание воздуха из камеры *A* пневмоцилиндра 16, а камера *B* соединяется с атмосферой. Под действием разности давлений в камерах *A* и *B* шток пневмоцилиндра 16 выдвигается, поворачивая через храповой механизм 15 вал дозатора на угол, ограниченный одной ячейкой барабана.

При вращении вала ячейки барабана поочередно заполняются кормом в зоне загрузочного и опорожняются у выгрузного окон. При подходе очередной ячейки к загрузочному окну левая полость соответствующего ей пневмоцилиндра 8 через распределительный узел соединяется с атмосферой, а правая - с вакуумпроводом 14, в результате чего поршень этого пневмоцилиндра вместе с штоком 23 и подвижным элементом 7 перемещается к диску 22 и происходит заполнение ячейки кормом из накопителя 6 как под действием сил гравитации, так и за счет засасывания подвижным элементом. Движение штока (количество выдаваемого комбикорма) ограничивается упором 11 при контактировании последнего с роликом штока 10. При выходе ячейки из зоны загрузочного окна ролик сходит с упора, доступ воздуха и вакуума в полости пневмоцилиндра прекращается и подвижный элемент остается в заданном положении. При входе ячейки в зону выгрузного окна теперь уже правая полость пневмоцилидра 8 через распределительный узел соединяется с атмосферой, а левая - с вакуумпроводом, в результате чего подвижный элемент перемещается к выгрузному окну и корм выталкивается из ячейки в кормушку. В процессе вращения барабана диск 20 остается неподвижным относительно вращающегося диска 21, который своими отверстиями поочередно совмещается с фигурными пазами диска 20, попеременно сообщая полости пневмоцилиндров с ваккуумпроводом и атмосферой.

При переключении пневмокрана 17 в положение “пауза” происходит отсасывание воздуха уже из камеры *B* пневмоцилиндра 16, а камера *A* соединяется с атмосферой. Шток пневмоцилиндра втягивается и возвращает храповой механизм в исходное положение.

При исследовании лабораторного образца дозатора было установлено, что погрешность дозирования при выдаче сухих комбикормов не превышала 5% [6, 7].

**Список литературы**

1. А. с. 1717029 СССР, МПК$^5$ А01К5/02. Дозатор кормов [Текст]/ В.Т. Щедрин, С.М. Ведищев (СССР). - №4804119/15; заявл. 19.03.1990; опубл. 07.031992. Бюл. №9. - 4 с.

2. Ведищев, С.М. Механизация доения коров: Учебное пособие (Учебное пособие с грифом: «Рекомендовано федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 110800- «Агроинженерия»/ С.М. Ведищев. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ».- 2013. – 161 с.

3. Доровских, В.И. Определение рациональных вариантов эффективного использования кормоцехов в молочном скотоводстве/ В.И. Доровских//Сб. науч. трудов Всероссийского науч.-исслед. проект.-технол. ин-т механизации животноводства. – Подольск. - 2004. –Т.13. – Ч.2. С. 90-95.

4. Тишанинов, Н.П. Автоматизированная установка раздачи корма для свиноферм [самокормушки]. Н.П. Тишанинов, А.Г. Амельянц, О.А. Кропоткин // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2012. -№5. С18-20.

5. Тишанинов, Н.П. Экспериментальные исследования качающегося транспортера [Применение качающегося транспортера на свинофермах для раздачи сухих кормов]/ Н.П. Тишанинов. Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. - 2009. №3. - С. 897.

6. Щедрин, В.Т. Дозатор кормов. / В.Т. Щедрин, С.М.Ведищев.// Вестник Тамбовского государственного технического университета. - Тамбов. – 1997. -Т.3.- №4.- С.489-493.

7. Щедрин, В.Т. Барабанный дозатор. / В.Т. Щедрин, С.М.Ведищев.// Техника в сельском хозяйстве. -1999. -№ 1. -С. 13-15.

УДК 631.312

**МИНКИН В.А.**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

***Аннотация.*** *В статье представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических и реологических свойств жома в зависимости от температурно-влажностных режимов хранения и экструдирования.*

***Ключевые слова****: жом, влажность, температура, вязкость, график зависимости, гранула, прочность*

**MINKIN V.A.**

## RESEARCH PHYSICOMECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE BEET PRESS

***Abstract.*** *Results of pilot studies of physicomechanical and rheological properties of a press are presented in article depending on temperature and moist modes of storage and extruding.*

***Keywords****: press, humidity, temperature, viscosity, dependence schedule, granule, durability*

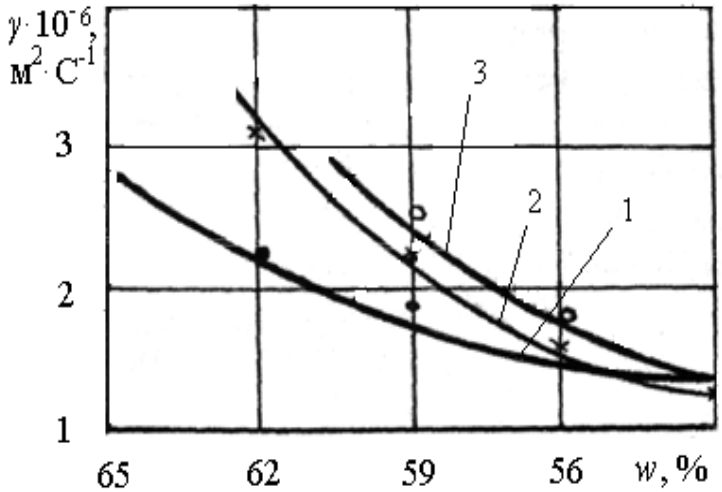
Жом с сахарных заводов отпускается потребителям во влажном состоянии *w*=70...72%. В процессе доставки сырого жома в хозяйства транспортными средствами часть воды удаляется через щели бортов машин, тракторных тележек в силу естественного процесса, а также под действием вибрационных воздействий из-за неровности профиля дорог.

При складировании жома на открытых площадках в зависимости от сроков хранения происходит его дальнейшее обезвоживание за счёт сил гравитации, температуры воздуха и движения воздушных масс.

На рисунке 1 отражено изменение кинематической вязкости и влажности жома от сроков хранения.*

---

*Исследование физико-механических и реологических свойств свекловичного жома выполнено по методикам, изложенных в литературе [1, 2].




1 – свежий; 2 – через 7 дней хранения; 3 – через 15 дней хранения.

Рисунок 1 – График зависимости коэффициента кинематической вязкости от влажности жома.

При увеличении сроков хранения жома в зимний период предельное напряжение сдвига и вязкость жома повышаются, рисунок 2. Прослеживается определённая зависимость изменения напряжения сдвига от температуры.

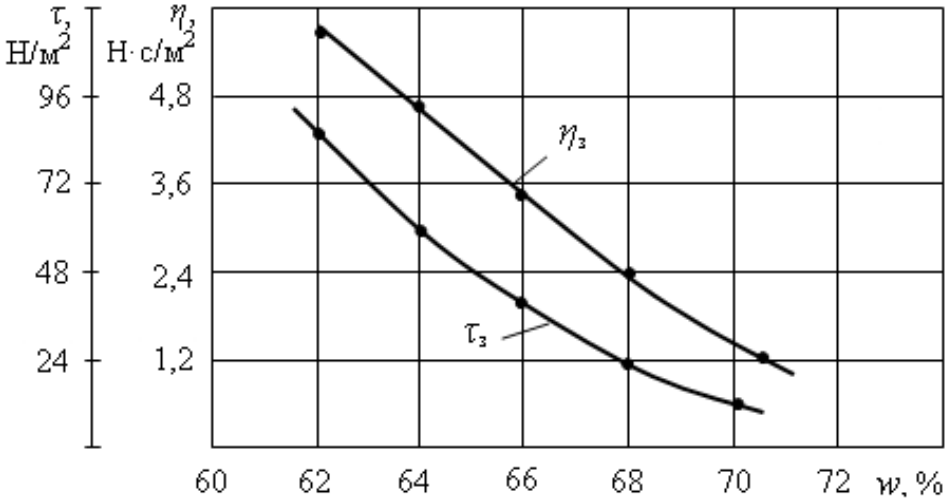



Рисунок 2 – Зависимость предельного напряжения сдвига и пластической вязкости от влажности жома в зимний период при $t$ = -15ºС.

Снижение диаметра капиллярных каналов при хранении и обезвоживании жома, рисунок 3, обуславливает необходимость повышения давления отжима влаги. В связи с этим на переработку жом надо направлять в свежем виде, то есть сразу после поступления его в хозяйства.

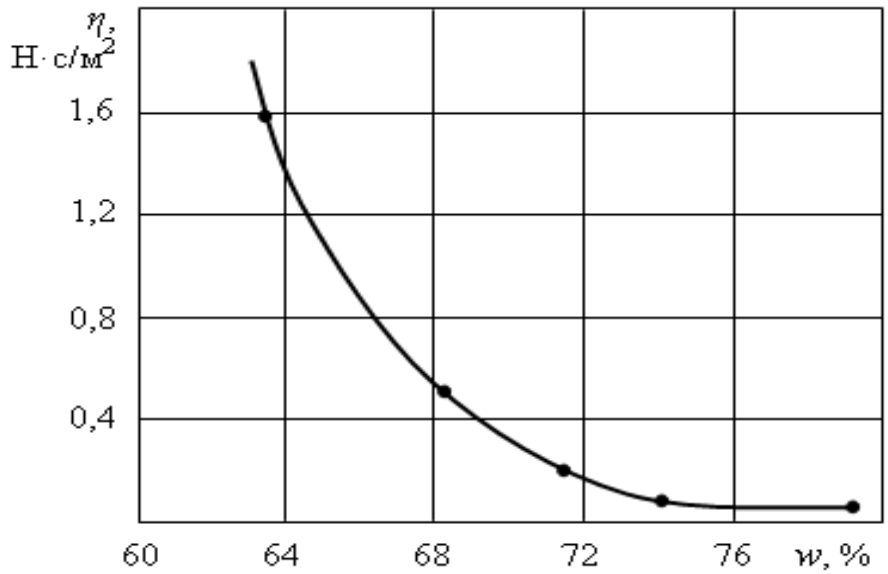
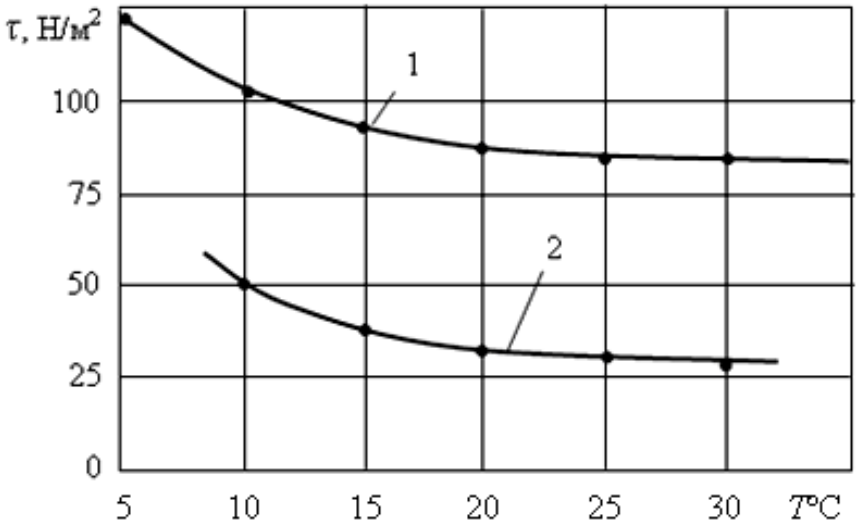



Рисунок 3 – Зависимость вязкости жома от влажности при $t$ = 15ºС.

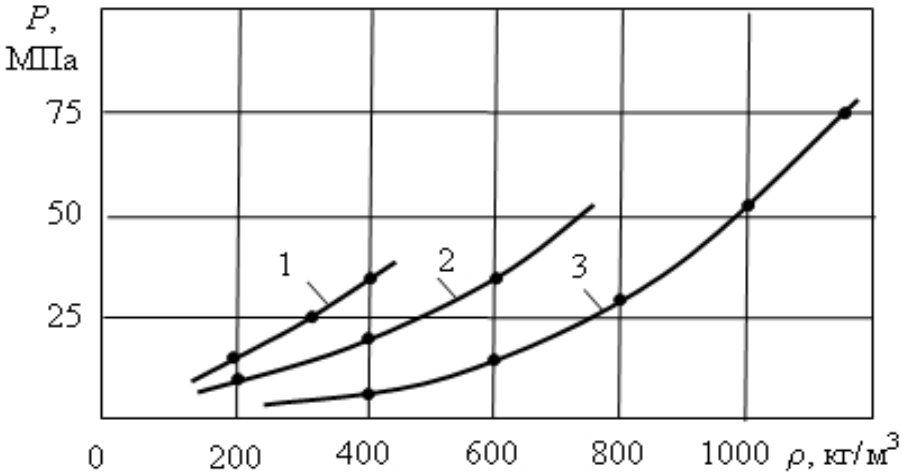
Предельное напряжение сдвига $\tau$ с повышением температуры и влажности смеси снижается, рисунок 4. Повышение температурного поля ослабляет эффект взаимодействия частиц.




1 – влажность 60%; 2 – влажность 70 %.

Рисунок 4 – Зависимость предельного напряжения сдвига жома от температуры.

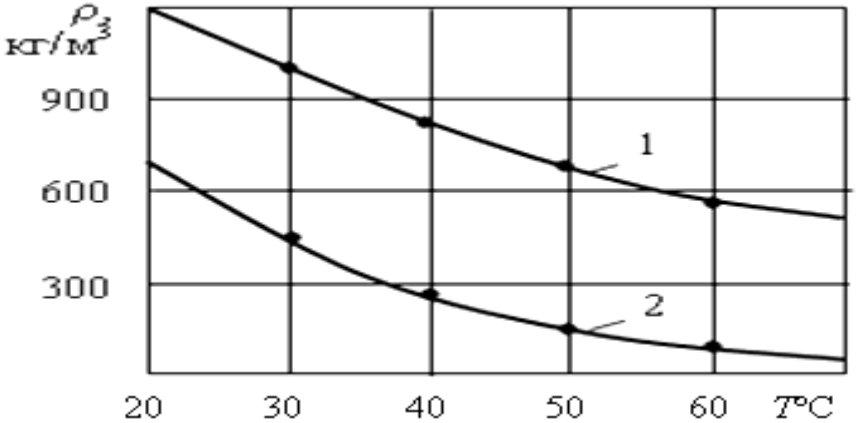
Плотность жома во взаимосвязи с давлением прессования и влажностью определена нами на основе обработки диаграмм сжатия. На рисунках 5, 6 представлены результаты экспериментальных исследований.




1 – *w*=50%; 2 – *w*=40%; 3 – *w*=20%.

Рисунок 5 – Давление сжатия и плотности прессовки при исходной влажности массы.

С повышением температуры жома плотность его снижается. Это вызвано тем, что с ростом температуры выделяется большое количество растворенных газов и так следствие, в силу нарушения молекулярных связей, объём увеличивается, рисунок 5.

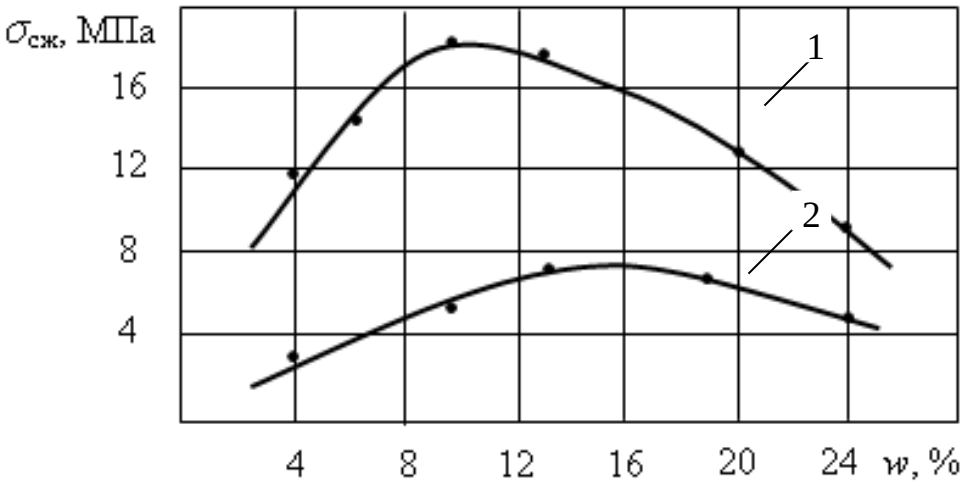



1 – *w* = 20%, *P*=75 МПа; 2 – *w* = 40%, *P*=50 МПа

Рисунок 6 – Зависимость плотности кормосмеси от температуры.

Установлено, что с увеличением давления прессования кормосмеси плотность гранул увеличивается. При исходной влажности *w*=60% плотность спрессованной массы составляет $\rho$=400...420 кг/м$^3$, при *w*=40% – $\rho$=760...780 кг/м$^3$, при *w*=20% и давлении прессования *P*=75 МПа $\rho$=1100...1150 кг/м$^3$.

Исследована взаимосвязь прочности гранул кормосмеси с влажностью и давлением прессования, рисунок 7.




1 – $P_у$=50МПа; 2 – $P_у$=15 МПа.

Рисунок 7 – Прочность гранул кормосмеси на сжатие при различной влажности и удельном давлении прессования.

Анализируя представленный графический материал, рисунок 7, можно констатировать, что оптимальная влажность гранул жома находится на уровне *w*=10...12%. Прочность на сжатие снижается с её увеличением, что объясняется присутствием излишней влаги. Гранулы необходимо подсушивать естественным способом при температуре не ниже 24...25°С, или использовать различного рода сушилки. Снижение давления прессования обуславливает снижение прочности гранул.

**Список литературы**

1. Тырнов Ю.А. Реологические свойства навозной массы [Текст] / Ю.А. Тырнов, В.П. Капустин // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1996, № 1. – С. 24-25.

2. Тырнов Ю.А. Теоретическое обоснование давлений и усилий при прессовании компонентов смеси семенной капсулы в закрытых пресс-формах / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, А.А. Сухов, Ж.Ж. Зайнушев [Текст] // Наука в Центральной России, 2013, 2 – С. 4-6.

**ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ**

***Минкин Владимир Александрович*** *– аспирант, Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук», e-mail: viitin-adm@,mail.ru.*

УДК 631.303

**ТИШАНИНОВ Н.П., АНАШКИН А.В.**

## КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ СОЗДАНИЯ ДЕЛИТЕЛЕЙ ПОТОКА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

***Аннотация.*** *Дан анализ делителей потока сыпучих материалов по четырем базовым классифицирующим признакам, приведены сравнительные оценки технического уровня существующих делителей, определена перспектива их разработки с учетом вариативности условий их применения, показателей назначения, конструктивного исполнения, канальности и др.*

***Ключевые слова:*** *зерно, делитель, поток, качество, конструкция, каналы, расходные характеристики, среднее отклонение.*

**TISHANINOV N. P., ANASHKIN A.V.**

# CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF PROSPECTS OF CREATION DIVIDERS OF A STREAM OF BULKS

***Abstract.*** *The analysis of dividers of a stream of bulks on four basic classifying signs is given, comparative estimates of a technological level of existing dividers are given, the prospect of their development taking into account variability of conditions of their application, indicators of appointment, a design, a kanalnost, etc. is defined.*

***Keywords:*** *grain, divider, stream, quality, design, channels, account characteristics, average deviation.*

Необходимость создания средств управления массовыми потоками сыпучих материалов возникла с созданием разноканальных технологических комплексов. Технологическая надежность и эффективность работы машин в этих комплексах часто лимитируется регламентированной подачей рабочей среды. Однако работоспособных средств деления потока, поступающего от перевалочных звеньев технологий к основным технологическим машинам, создано не было. Многие годы попытки упрощенного решения этой проблемы не приводили к успеху. Из-за недостатка эффективных средств деления потока сыпучих материалов в заданном соотношении обесценились огромные капитальные вложения на создание разноканальных технологических процессов – более 1,2 трлн. рублей по начальной стоимости созданных объектов.

Удачный опыт создания авторегулируемых делителей потока сыпучих материалов в ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии /1…5/ позволяет систематизировать направления разработки этого нового класса технических средств. Объективную оценку перспектив их разработки необходимо и возможно дать при систематизации технических решений по четырем базовым классифицирующим признакам: способу реализации процесса деления; принципу действия; способу авторегулирования процесса; конструктивному исполнению, рисунок 1.

По способу реализации процесса деления потока сыпучих материалов существующие технические средства можно разделить на три группы, где осуществляется: отведение незаполненных потоков; отведение прерывистых потоков; отведение сплошных потоков. Этот классифицирующий признак указывает на принципиально разные возможности достижения качества процесса при реализации указанных способов.

Отведение незаполненных потоков характерно, в частности, для существующих зерноочистительных технологий, где используются флажковые и призменные делители, которые не могут обеспечить качество процесса из-за того, что падающий поток сыпучих материалов меняет геометрию сечения и расходные характеристики на разных участках сечения. Экспериментально подтверждено, что даже в случае вертикальной подачи с высоты 0,5…0,6 м заполненного потока на флажковый делитель при симметричном его размещении, соотношение массовых расходов изменяется на 150…600 %. Нужно учесть, что в существующих технологиях потоки зерна подаются по зернопроводам большей длины под углом к установленным делителям, что значительно усложняет условия протекания процесса. При таких условиях подачи зерна полностью исключается работоспособность триерных блоков (около 90 % выведены из эксплуатации), снижается эффективность работы аспирационной системы и решетных машин (по показателям производительности, качеству и надежности технологического процесса).

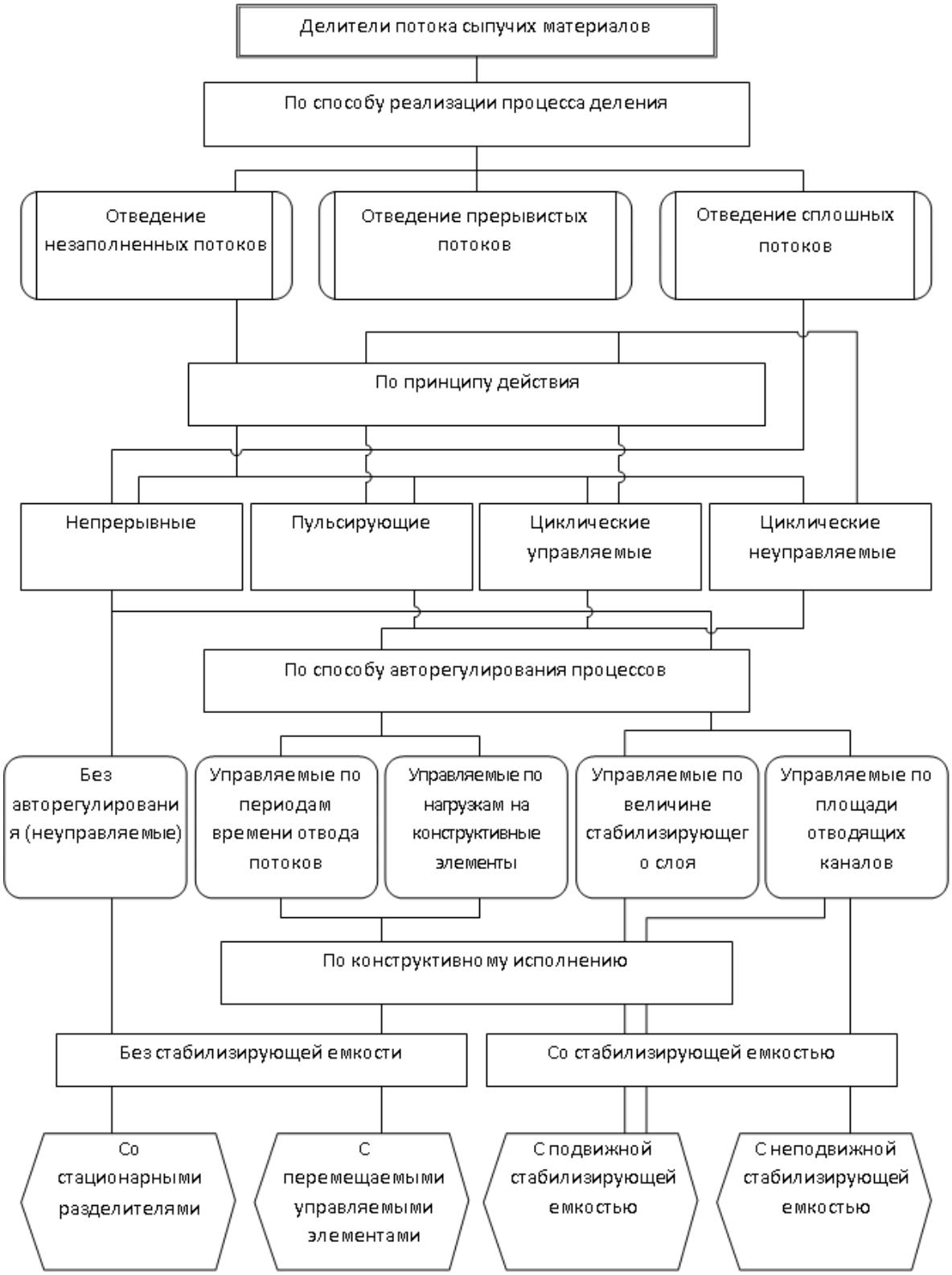



Рисунок 1 – Классификация делителей потока сыпучих материалов

Попытки сжать незаполненный поток при выходе из зернопровода с целью обеспечения его сплошности и последующего качественного разделения не обеспечили технологической надежности процесса из-за забивания частицами разделяемой среды элементов конструкции /6/. Кроме того, в динамическом процессе разделения потока сыпучих материалов с приме-

нением этого устройства вероятность сохранения симметрии и плотности потока по сечению крайне мала.

В большой группе технических решений /7…9/ используется способ отведения прерывистых потоков сыпучих материалов. Однако, все пульсирующие потоки ухудшают условия протекания основного технологического процесса. Причем в первом из указанных вариантов не обеспечивается технологическая надежность из-за того, что в ограниченном объеме зернопровода перемещаются конструктивные элементы – качающиеся призмы с забивающимися зазорами.

Третий способ реализации процесса, заключающийся в отведении сплошных потоков, имеет перспективу качественного разделения, но требует специальных решений по расширению зоны авторегулирования и обеспечения технологической надежности из-за рисков сводообразования.

По принципу действия делители разделяются на непрерывные, пульсирующие, циклические управляемые, циклические неуправляемые.

Делители непрерывного действия при условии отведения сплошных потоков создают перспективу создания технических средств, обеспечивающих качество деления потоков сыпучих материалов.

Пульсирующие делители /8, 9/ позволяют обеспечить примерно равные расходные характеристики через различное число каналов. Качество протекания процесса разделения зависит от стабильности исходного разделяемого потока, равномерности движения распределительного устройства, точности размещения приемных горловин отводимых каналов в пространстве и других факторов. Кроме того, пульсирующие потоки в каждом отводимом канале требуют последующей стабилизации для того, чтобы обеспечивать заданный режим подачи сыпучих материалов в технологическую машину. Пульсирующие делители представляют собой сложную, габаритную и материалоемкую конструкцию, в которой используются привод, редуктор, рама, распределительные устройства, приемные горловины, отводящие каналы. Это ограничивает их применение при модернизации зерноочистительных агрегатов, где имеются существенные ограничения их размещения в технологической цепочке.

Циклические управляемые делители /10, 11/ предполагают использование специальных датчиков, блоков управления, приводов, исполнительных механизмов. Они предназначены для корректировки деления незаполненных потоков на основе динамического воздействия падающих масс на контрольные элементы конструкции, в которые встроены датчики – очень сложны по конструкции. В сравнении с делителями пульсирующего действия, они обеспечивают непрерывность отводимых потоков, но в качестве разделения они уступают им. Отклонения отводимых потоков составляют 10…67 %. Из-за частого переключения привода (через 3…8 с) снижается техническая надежность делителя.

Циклические неуправляемые делители /7/ предполагают размещение в разделяемом потоке колебательных элементов с силовым воздействием на них накапливаемых масс, направляемых поочередно в первый или второй канал при отклонении колебательного элемента. Эти делители, как и циклические управляемые, обеспечивают лишь двухканальное деление потока сыпучих материалов. Размещение колебательных элементов в потоке сыпучих материалов в значительной мере снижает его технологическую надежность, при этом качество разделения потоков из-за нерегулярности срабатывания колебательного элемента остается низким.

По способу авторегулирования процесса все делители отличаются по следующим признакам: без авторегулирования (неуправляемые); управляемые по периодам времени отвода потоков; управляемые по нагрузкам на конструктивные элементы; управляемые по величине стабилизирующего слоя; управляемые по площади отводящих каналов.

С первым отличительным признаком делители используются в условиях подачи незаполненных потоков сыпучих материалов. Они не обеспечивают качество процесса деления по причинам, указанным выше. Делители с управлением процесса по второму и третьему отличительным признакам сложны по конструкции, не обладают достаточной технологической надежностью и не обеспечивают требуемого качества процесса деления. Причем делители с управлением процесса по третьему отличительному признаку используются лишь для двухканального деления потока сыпучих материалов.

Делители с управлением процесса по четвертому и пятому отличительным признакам обладают возможностью кардинального упрощения конструкции, обеспечения высокой технологической надежности и качества деления потока сыпучих материалов. В этих делителях обеспечивается сплошность отводимых потоков, они обладают практически неограниченной зоной авторегулирования, для них характерно минимальное количество источников погрешности деления потока сыпучих материалов – только погрешности геометрических параметров отводящих каналов.

По конструктивному исполнению делители потока сыпучих материалов можно объединить в две большие группы: без стабилизирующей емкости; со стабилизирующей емкостью. Для первой группы характерны все недостатки, о которых сказано выше, они не находят практического применения или являются причиной неработоспособности зерноочистительных и других технологических линий. Вторая группа разделяется на делители с подвижной стабилизирующей емкостью и делители с неподвижной стабилизирующей емкостью. Эти два варианта конструктивного исполнения обусловлены двумя различными способами предотвращения сводообразования в стабилизирующих емкостях.

В делителях с подвижной стабилизирующей емкостью ограничивается высота стабилизирующего слоя сыпучего материала – с одной стороны, а с другой – обеспечивается сплошность и непрерывность отводимых потоков сыпучего материала через отводы из стабилизирующей емкости. При стабильной подаче исходного потока стабилизирующий слой сохраняет свою высоту, а подвижная стабилизирующая емкость сохраняет свое положение. При колебаниях подачи исходного потока стабилизирующая емкость, опирающаяся на грузовоспринимающую систему, увеличивает или уменьшает отвод в авторегулируемом режиме. Делители с подвижной регулирующей емкостью практически не имеют ограничений зоны авторегулирования.

В делителях с неподвижной стабилизирующей емкостью используется второй способ предотвращения сводообразования – отвод сыпучего материала производится через стенку с вероятной опорой свода на ней. Недостатком этой группы делителей является ограничение канальности деления потока сыпучих материалов – их только два. Увеличение числа отводимых каналов в делителях с неподвижной стабилизирующей емкостью будет являться причиной увеличения погрешности деления, так как в их конструкции используется принцип геометрической симметрии, который двоичен.

На более детальном уровне конструктивные признаки делителей с подвижной стабилизирующей емкостью разделяются на варианты: с пружинной грузовоспринимающей системой; с противовесной грузовоспринимающей системой; наклонного или вертикального ис-

полнения; двухканальные или многоканальные; с изменяемым соотношением расходов через отводы сыпучих материалов; с равным соотношением расходов.

Для делителей с неподвижной стабилизирующей емкостью характерно меньшее количество отличительных признаков: с отводом сыпучих материалов через жалюзийную вертикальную стенку; через шиберное неразделенное отверстие; с каскадным отводом сыпучих материалов; с перепуском избыточного потока сыпучего материала при однозначно определенной высоте стабилизирующего слоя, исключающего сводообразование.

Преимущества делителей со стабилизирующей емкостью подтверждается результатами их исследований по качественным показателям, когда отклонения расходов от средней величины не превышают 1,5…2 %. В систематизированном виде источники погрешностей качества деления потоков для характерных групп делителей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики делителей потока сыпучих материалов

| № п/п | Идентификация делителей по списку литературы и производителям | Конструктивные признаки | Источники погрешностей деления $(\Delta_\Sigma)$ | Область применения, недостатки, преимущества |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ООО «Воронежсельмаш» | Флажковые или призменные делители | $\Delta_{\Sigma 1} = f_1(q_S, X_Ц, Y_Ц, Q_П)$ | Используется в существующих технологиях. Обеспечивает непрерывность. Погрешность деления составляет 150…600 %. Является причиной неработоспособности триеров |
| 2 | ОАО ГСКБ «Зерноочистка» | Флажок с приводом и кинематически сложным устройством для периодического направления потока в отводимые каналы | $\Delta_{\Sigma 2} = f_2(q_S, X_Ц, Y_Ц, Q_П)$ | Не обеспечивает непрерывности отводимых потоков. Не обеспечивает качества деления. Сложная, дорогая и ненадежная конструкция |
| 3 | /7…9/ | Шестиканальный делительный аппарат с вращающимся лотком | $\Delta_{\Sigma 3} = f_3(Q_П, \omega, L)$ | Используется на элеваторах. Сложная, дорогостоящая, габаритная конструкция. Избыточная прерывистость потока, т.к. устройство является распределителем |

Окончание таблицы 1.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 4 | /10, 11/ | Содержит привод, датчики, управляющую систему, подвод через гофрированный шланг на винтовой паре | $\Delta_{\Sigma 4} = f_4\begin{pmatrix} q_S, \mathrm{Q}_П, \mathrm{Z}_Д, \mathrm{X}_П, \\ \mathrm{Y}_П, P, t_c \end{pmatrix}$ | Смешанные функции делителя и распределителя. Слишком большой перечень факторов, определяющих качество деления. Сложная, дорогая и ненадежная конструкция. Неприемлемый режим работы привода. Низкое качество процесса |
| 5 | ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, /5/ | Содержит пружинную грузовоспринимающую систему и подвижную регулирующую емкость. Исключает сводообразование путем ограничения высоты стабилизирующего слоя | $\Delta_{\Sigma 5} = f_5(L)$ | Используется во всех зерноочистительных технологиях. Обеспечивает сплошность отводимых потоков и их непрерывность. Обеспечивает многоканальное деление. Обладает минимальным числом факторов, определяющих погрешность деления, которая не превышает 1,5 % |
| 6 | ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, /1/ | Неподвижная стабилизирующая емкость с жалюзийным отводом. Исключает сводообразование отводом материала через стенку-опору вероятного свода | $\Delta_{\Sigma 6} = f_6(L, \gamma, X_0/n)$ | Используется при двухканальном делении. Обеспечивает сплошность и непрерывность потока. Погрешность не превышает 2%. Ограничена канальность – да канала. Максимальная простота конструкции |

Факторы, определяющие погрешность деления:

$q_S$ - плотность истечения массового потока, кг/м$^2$;

$\mathrm{X}_Ц$, $\mathrm{Y}_Ц$ - координаты центра тяжести сечения потока, м;

$\mathrm{Q}_П$- подача сыпучего материала, кг/с;

$\omega$ - частота вращения, с$^{-1}$;

$L$ – линейный размер горловины (отводов), м;

$\mathrm{X}_П$, $\mathrm{Y}_П$ - координаты потока относительно датчиков, м;

$Z_Д$ – погрешность размещения датчиков относительно центра потока, м;

$P$ – изменчивость динамического давления материала на датчики, Па;

$t_c$ – погрешность срабатывания управляющей системы; с;

$X_0$ – координаты центра тяжести потока через верхнее отверстие, м;

$n$ – число отверстий в стенке, шт.;

$\gamma$ - коэффициент полноты истечения через верхнее отверстие ($\gamma$ <1).

Использование разработанной классификации делителей потока сыпучих материалов позволит на предпроектном этапе объективно оценивать возможности предлагаемых технических решений, целенаправленно выбирать направления создания новых делителей с заданными потребительскими свойствами. Решение задачи управления массовыми потоками в технологических комплексах разноканального исполнения позволит вернуть в эффективную эксплуатацию средства производства на сотни миллиардов рублей.

**Список литературы**

1. Патент РФ № 2459405. Устройство для разделения потока сыпучих материалов/ Н.П. Тишанинов, К.Н. Тишанинов. – № 2011110258/13, заявл. 17.03.2011, опубл. 27.08.2012, Бюл. № 24.

2. Патент РФ № 2455817. Устройство для разделения потока сыпучих материалов/ Н.П. Тишанинов, К.Н. Тишанинов. – № 2011113935/02, заявл. 08.04.2011, опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20.

3. Патент РФ № 2437271. Устройство для разделения потока сыпучих материалов/ Н.П. Тишанинов, К.Н. Тишанинов. – № 2010107918/13, заявл. 03.03.2010, опубл. 27.12.2011, Бюл. № 36.

4. Патент РФ № 2412582. Устройство для разделения потока сыпучих материалов/ Н.П. Тишанинов, С.Н. Ведищев, К.Н. Тишанинов, О.Н. Кропоткин. – № 2009118684/21, заявл. 18.05.2009, опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6.

5. Патент РФ № 2341954. Устройство для разделения потока сыпучих материалов/ А.И. Завражнов, К.Н. Тишанинов. – № 2006146774/12, заявл. 26.12.2006, опубл. 27.12.2008, Бюл. № 36.

6. А.с. 1297757. Устройство для разделения потока сыпучего материала на два потока в самотечной трубе: Пат. 1297757 СССР, МПК A01F12/46, B65G53/00 / Горохов В.Г., Фурин П.В., Бутто А.Л – Заявл. 21.05.85; Опубл. 23.03.87; Бюл.№11.

7. Патент РФ № 2067381. Устройство для разделения потока зерна/ В.С. Шкрабак и др. – № 5031651/51, заявл. 10.03.1992, опубл. 10.10.1996.

8. Дондоков Ю.Ж. Проблемы создания универсальных зерноочистительных машин/ Ю.Ж. Дондоков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. - №4. – с.30…31.

9. Елизаров В.П. Предприятия послеуборочной обработки и хранения зерна. – М.: Колос. – 1997. – 266 с.

10. Патент РФ № 2326043. Устройство для разделения потока сыпучих материалов/ В.В. Кузнецов, Е.А. Извеков, П.С. Востриков. – № 2006143914/11, заявл. 11.12.2006, опубл. 10.06.2008, Бюл. № 16.

11. Патент РФ № 2415070. Адаптивный делитель потока сыпучих материалов/ В.В. Кузнецов, П.С. Востриков, Е.А. Извеков. – № 2009145228/11, заявл. 07.12.2009, опубл. 27.03.2011, Бюл. № 9.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

***Тишанинов Николай Петрович****, зав. отделом управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, доктор технических наук, профессор, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской*

*академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии), Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

***Анашкин Александр Витальевич**, ведущий научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, кандидат технических наук, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии), Ново-Рубежный пер. 28, г. Тамбов, 392022, Россия.*

**РЕЦЕНЗЕНТ**

***Тырнов Юрий Алексеевич**, зав. лабораторией использования машинно-тракторных агрегатов, доктор технических наук, профессор, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии).*

***ДЛЯ ЗАМЕТОК***