

На правах рукописи

ГОДУНОВА Людмила Николаевна



**ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВОВ СРОКА СЛУЖБЫ  
ВОССТАНОВЛЕННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ  
В ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ**

Специальность 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (по техническим наукам)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Зерноград – 2005

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
**Нагорский Леонид Алексеевич**  
(АЧГАА)

Официальные оппоненты: доктор технических наук  
**Агафонов Николай Иванович**  
кандидат технических наук, доцент  
**Ковальков Сергей Васильевич**


Ведущее предприятие: Российский научно-исследовательский институт по испытанию технологий и машин  
(РосНИИТнМ, г. Новокубанск)

Защита состоится «13» декабря 2005г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 220.001.01 при ФГОУ ВПО АЧГАА по адресу: 347740, г. Зерноград, Ростовской области, ул. Ленина 21, ФГОУ ВПО АЧГАА.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО АЧГАА

Автореферат разослан «18» ноября 2005 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
доктор технических наук,  
профессор

  
Шабанов Н.И.

2006-4  
26715

246968

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Надёжность и долговечность автотракторной техники, стабильность энергетических и экономических показателей машин в значительной степени зависит от качества используемых смазочных материалов, которое, в свою очередь, обуславливается не только физико-химическими показателями, но и наличием в них различных загрязнений. Одним из наиболее реальных источников пополнения масляных ресурсов является восстановление качества отработавших масел и повторное их использование. Вопросы восстановления и повторного использования отработанных масел имеют существенное значение при эксплуатации сельскохозяйственной техники.

В настоящее время существуют три стратегии замены элементов машин, в том числе смазочных материалов в ДВС, гидросистемах и трансмиссиях сельскохозяйственных машин и автомобилей: по потребности после отказа, по наработке (регламентная), по состоянию контроля (по результатам диагностирования). Остро стоит проблема обоснования нормативов срока службы моторных масел в двигателях, являющихся источником энергии мобильных машинно-тракторных агрегатов.

**Цель исследований** – обоснование нормативов использования восстановленных моторных масел в тракторных двигателях.

**Объект исследований** – восстановленное моторное масло, функционирующее в системе смазки тракторных двигателей.

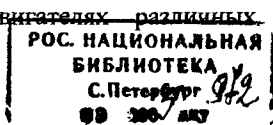
**Предмет исследований** – закономерности изменения качества восстановленного моторного масла в системе смазки функционирующего двигателя.

**Методы исследований.** Теоретические исследования включают изучение динамики изменения показателей качества моторных масел в процессе их эксплуатации в двигателе.

Экспериментальные исследования включают определение показателей качества моторных масел в лабораторных и производственных условиях при рядовой эксплуатации сельскохозяйственных тракторов по существующим стандартам, определение эксплуатационных показателей двигателей, работающих на свежем и восстановленном масле, определение износного состояния двигателей. При обработке полученных данных использовалась современная компьютерная техника.

**Научная новизна исследований** состоит в разработке методики определения нормативов срока службы восстановленных моторных масел в тракторных двигателях на основе начальных значений их показателей качества.

**Практическая ценность.** Результаты научных исследований и разработанные методики позволяют определять срок службы восстановленного моторного масла в двигателях различных марок



сельскохозяйственной техники. Основными показателями качества при этом являются содержание нерастворимого осадка и щелочное число моторного масла.

**На защиту выносятся следующие научные результаты:**

- уравнение определения времени достижения предельного значения показателем качества;
- методика определения нормативов использования восстановленных моторных масел в тракторных двигателях;
- результаты сравнительных исследований изменения показателей качества восстановленного и свежего масла в процессе работы в двигателе;
- результаты износных исследований состояния двигателя при работе на восстановленном масле.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований доложены на научных конференциях АЧГАА и Ставропольский ГСХА в период с 1997 года по 2005 год.

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы из 110 наименований и 3 приложений. Работа изложена на 98 страницах, содержит 28 рисунков и 8 таблиц.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы и её практическая значимость, изложены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** "Состояние вопроса. Цель и задачи исследования закономерностей изменения качества восстановленного моторного масла" проведён краткий анализ влияния загрязнений моторных масел на ресурс работы и работоспособность двигателя, существующих методов и технических средств увеличения срока службы восстановленных масел.

Изучению вопросов, связанных с влиянием загрязнённости моторного масла на надёжность и долговечность пар трения и определения времени работы масла в двигателе посвящен ряд работ С.Г. Арабяна, Б.М. Бунакова, Н.П. Бутова, М.А. Григорьева, В.А. Долецкого, Е.Н. Жулдыбина, В.П. Коваленко, Е.С. Кузнецова, У. Кенинг, Г.П. Лышко, Л.А. Нагорского, Е.М. Пироженко, Н.Г. Пучкова, В.Д. Резникова, Н. Розена, К.В. Рыбакова, В.В. Салмина, В.Е. Турчанинова и ряда других исследователей.

Наиболее рациональной схемой очистки является использование установки, основу которой составляет центрифуга с гидрореактивным приводом для удаления механических примесей и испарительно-вытяжной блок для удаления воды и топливных фракций, обеспечивающая достаточное качество восстановленного масла.

Решающим фактором для оценки состояния масла и определения

возможности его дальнейшего использования являются предельные значения показателей качества (основные – содержание нерастворимого осадка, щелочное число).

На основании анализа литературных источников в качестве **рабочей гипотезы** выдвинуто предположение о том, что эффективное функционирование тракторных двигателей с использованием восстановленных масел возможно при научном обосновании нормативов сроков их замены.

Сформулированы основные задачи исследований:

1. Теоретически и экспериментально исследовать динамику изменения показателей качества моторного масла при работе в двигателе и определить основные влияющие на неё факторы.
2. Обосновать нормативы срока службы восстановленного моторного масла в двигателе.
3. Определить износное состояние двигателей при работе на восстановленном масле.
4. Определить экономическую эффективность использования восстановленного моторного масла взамен свежего.

Во второй главе "Теоретические исследования закономерностей изменения качества восстановленного моторного масла" рассмотрены теоретические предпосылки определения времени достижения предельного значения показателя качества масла.

Необходимость смены масла вызывается достижением показателями качества предельных значений, для чего в ряде работ используется комплексный показатель качества  $CQ$ .

Математическая задача об определении времени смены масла  $t_{см}$ , как времени достижения предельного значения комплексного показателя качества  $CQ_{пр}$ , может быть представлена в виде системы уравнений (1).

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{см} = f(CQ_{пр}) \\ CQ_{пр} = \frac{x_{но1}}{x_{щч} + 2} \\ t_{но1} = f(x_{но0}; x_{но1}), \\ t_{щч1} = f(x_{щч0}; x_{щч1}) \\ t_{см} = t_{но1} = t_{щч1} \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $t_{см}$  – наработка на необходимую замену масла;  $CQ_{пр}$  – предельное значение комплексного показателя качества;  $x_{но1}$  – концентрация нерастворимого осадка в масле, на момент замены;  $x_{щч1}$  – величина щелочного числа на момент замены масла;  $t_{но1}$  – наработка на момент

достижения концентрации  $x_{нот}$ ;  $t_{щч}$  – наработка на момент достижения концентрации  $x_{щч}$ .

Для определения наработки на момент достижения предельных значений показателей качества и проведения анализа влияния различных факторов на время работы очищенного масла рассмотрим процесс изменения качества масла массой  $M$  при работе в двигателе. За время  $dt$  под действием комплекса физических и химических процессов происходит изменение показателя  $x$  с некоторой скоростью  $k$ , при этом работа масла в двигателе сопровождается неизбежным его угаром со скоростью  $y$ .

Процесс изменения показателя качества описывается уравнением

$$dt = \frac{M \cdot dx}{M \cdot k + y \cdot x_0 - y \cdot x} \quad (2)$$

где  $t$  – время работы масла в двигателе;  $M$  – масса масла в картере;  $x_0, x$  – начальное и текущее значение показателя качества масла;  $k$  – скорость изменения показателя качества;  $y$  – скорость угара.

Время достижения предельного значения показателя качества у свежего и восстановленного масла будет различным из-за различных начальных значений и скоростей изменения этих показателей.

Для проведения предварительного анализа влияния начального значения показателя качества и скорости его изменения, предположим, что  $k = \text{const}$ . Решение уравнения (2) для этого случая позволяет определить время достижения предельного показателя  $x_{пр}$  при различных начальных значениях и скоростях изменения

$$t = \frac{M}{y} \cdot \ln \left| \frac{M \cdot k}{M \cdot k + y \cdot (x_0 - x_{пр})} \right| \quad (3)$$

Расчёты, проведённые для двигателя Д-240, представлены на рисунках 1, 2 в относительных единицах. По оси абсцисс откладывается относительное начальное значение показателя качества  $X$  (рисунок 1) и относительное изменение скорости  $K$  (рисунок 2), по оси ординат – относительное время достижения предельных показателей  $T$ .

При этом относительная величина начального значения определялась для содержания нерастворимого осадка

$$X_{0НО} = \frac{x_{0НО} + \Delta x}{x_{0НО}} \quad (4)$$

где  $x_{0НО}$  – стандартное начальное значение содержания нерастворимого осадка свежего масла;

$\Delta x$  – увеличение начального значения содержания нерастворимого осадка.

Относительное начальное значение щелочного числа

$$X_{0щч} = \frac{x_{0щч} - \Delta x}{x_{0щч}}, \quad (5)$$

где  $x_{0щч}$  – стандартное начальное значение щелочного числа свежего масла;  
 $\Delta x$  – уменьшение начального значения щелочного числа

Относительные скорости изменения показателей качества определялись

$$K = \frac{k + \Delta k}{k}, \quad (6)$$

где  $k$  – среднее значение скорости изменения показателя качества свежего масла;

$\Delta k$  – увеличение скорости изменения показателя качества восстановленного масла.

Величина  $T$ , показывающая во сколько раз уменьшилось время достижения предельного значения показателя качества восстановленного масла в сравнении со свежим

$$T = \frac{t_c}{t_B}, \quad (7)$$

где  $t_c$  – значение времени достижения предельного значения показателя качества свежего масла;

$t_B$  – время достижения предельного значения показателя качества восстановленного масла.

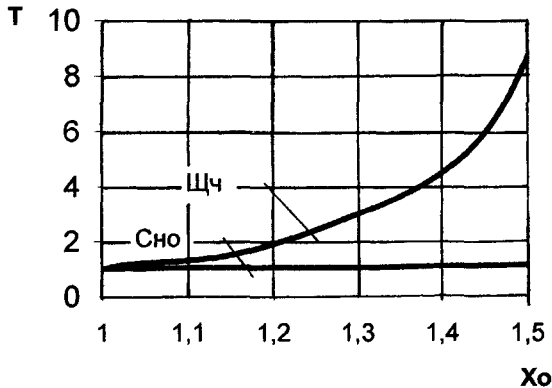


Рисунок 1 – Изменение начального значения содержания нерастворимого осадка и щелочного числа

Как видно из графиков влияния значений  $X$  и  $K$  для щелочного числа и содержания нерастворимых осадков на время достижения предельных значений различны.

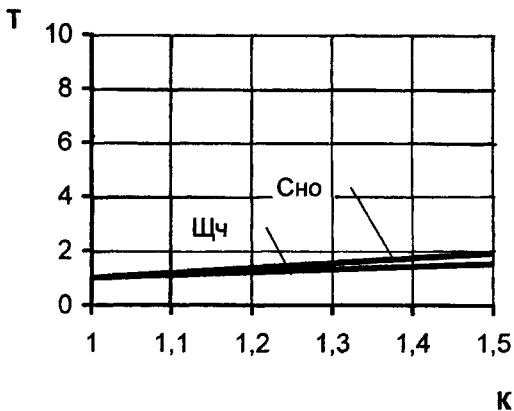


Рисунок 2 – Изменение скорости для содержания нерастворимого осадка и щелочного числа

Для содержания нерастворимого осадка изменение начальной концентрации уменьшает время достижения предельной концентрации незначительно: увеличение  $x_0$  на 50% уменьшает время на 2,8%. Изменение на 50% скорости накопления нерастворимого осадка приводит к уменьшению времени достижения предельных значений в 1,86 раза.

Иная картина получается для щелочного числа. Увеличение скорости снижения щелочного числа на 50% уменьшает предельное время работы на 58%, в то время как начальное значение при увеличении на 50% уменьшает время более чем в 8 раз.

Учитывая различные закономерности изменения показателей качества, норматив срока службы восстановленного масла предлагается определить на основе комплексного показателя качества CQ, представленного в работах М.А. Григорьева и Г.А. Морозова, учитывающий совместное изменение содержания нерастворимого осадка и щелочного числа.

Изменение показателей моторного масла сложный и не полностью изученный комплекс физико-химических процессов. На скорость изменения показателей качества оказывает влияние большое количество тесно связанных между собой факторов и абсолютная их дифференциация невозможна, но для исследования количественных зависимостей целесообразно произвести расчленение на более простые процессы.

Можно выделить два основных направления старения масла в двигателе:

- загрязнение моторного масла в результате накопления в нём растворимых и нерастворимых веществ различного происхождения (в том числе попадающих в масло из вне, образующихся в результате окисления углеводородной основы и т.д.);



– срабатывание присадок, прежде всего обеспечивающих моюще-диспергирующие и нейтрализующие свойства масла.

Для решения уравнения (2) необходимо определить вид функции  $k = f(x)$ , описывающей динамику скорости изменения показателей качества.

Закон изменения концентрации нерастворимых осадков достаточно сложный – с одной стороны в масле накапливаются различного рода загрязнения, с другой стороны они постоянно удаляются агрегатами очистки масла. При этом суммарная скорость накопления загрязнений в начальный период работы масла будет высокой, а затем по мере роста концентрации и, как следствие увеличения скорости удаления, будет стремиться к стабилизации на некотором уровне.

В первом приближении динамику изменения концентрации нерастворимых осадков описывает гиперболическая зависимость, где  $a > 0$

$$k_{но} = \frac{a}{x_{но}}, \quad (8)$$

тогда

$$t_{НОпр} = \frac{M}{2A} \ln \left| \frac{Ax_{нрНО}^2 + Bx_{нрНО} + C}{Ax_{0НО}^2 + Bx_{0НО} + C} \right| + \frac{MB}{2a\sqrt{D}} \ln \left| \frac{(2Ax_{0НО} + B - \sqrt{D})(2Ax_{нрНО} + B + \sqrt{D})}{(2Ax_{0НО} + B + \sqrt{D})(2Ax_{нрНО} + B - \sqrt{D})} \right|, \quad (9)$$

где  $A = -y$ ;  $B = yx_0$ ;  $C = Ma$ .

Об изменении концентрации присадок судят, как правило, по содержанию компонентов присадки или по изменению щелочного числа масла. Щелочное число не даёт полного представления о концентрации и качестве присадки, но для приближённой оценки является достаточно информативным показателем. Поэтому в дальнейшем оценивать динамику срабатывания присадки будем по изменению щелочного числа масла.

Анализ динамики изменения щелочного числа позволяет описать его параболической зависимостью, где  $a > 0$ .

$$k_{щч} = ax_{щч}^2, \quad (10)$$

тогда решение уравнения зависит от величины дискриминанта квадратного трёхчлена

– при  $D > 0$

$$t_{щчпр} = \frac{M}{\sqrt{D}} \ln \left| \frac{(2Ax_{щчпр} + B - \sqrt{D})(2Ax_{0щч} + B - \sqrt{D})}{(2Ax_{щчпр} + B + \sqrt{D})(2Ax_{0щч} + B + \sqrt{D})} \right|, \quad (11)$$

где  $A = Mb$ ,  $B = Ma - y$ ,  $C = yx_0$ ,  $\sqrt{D} = \sqrt{B^2 - 4AC}$ ;

– при  $D < 0$

$$t_{щчпр} = \frac{2M}{\sqrt{D}} \left( \arctg \frac{2Ax_{щчпр} + B}{\sqrt{-D}} - \arctg \frac{2Ax_{0щч} + B}{\sqrt{-D}} \right). \quad (12)$$

Определение нормативов срока службы масла сводится к решению системы уравнений (1).

**В третьей главе** "Методика экспериментальных исследований закономерностей изменения качества восстановленного моторного масла" сформулированы цели и задачи, приводятся частные и общие методики экспериментальных исследований, методика обработки экспериментальных данных.

В соответствии с поставленными задачами исследованиям были подвергнуты восстановленное масло – заливалось в картер двигателя одного трактора МТЗ-80; свежее масло заливалось в картер двигателя второго трактора МТЗ-80.

Исследования проводились параллельно на свежем и восстановленном масле при работе в двигателях по стандартным и предлагаемой методикам.

Определение физико-химических показателей свежих и восстановленных масел проводилось с использованием стандартных методов испытаний, существующих приборов, аппаратуры и приспособлений.

Определение эксплуатационных показателей двигателей проводилось в соответствии с ГОСТ 7057–81. В процессе исследований двигатели с рам не снимались.

Износные исследования заключались в проведении микрометража и сравнительной оценки износа основных деталей тракторных двигателей, работающих на свежем и восстановленном масле по стандартным методикам.

Оценка значимости различий скоростей изменения показателей качества свежего и восстановленного масла в процессе работы в двигателе проводилась по однофакторному дисперсионному анализу, при этом относительный показатель качества определяется

$$X_i = \frac{x_i}{x_0} , \quad (13)$$

где  $X_i$  – относительный показатель качества масла;  $x_i$  – текущее значение показателя качества;  $x_0$  – начальное значение показателя качества.

**В четвёртой главе** "Результаты экспериментальных исследований закономерностей изменения качества восстановленного моторного масла и их анализ" приведены результаты исследования качества восстановленных и свежих масел при работе в двигателях (рисунок 3, 4), а также результаты определения эксплуатационных показателей и износов двигателей, работавших на этих маслах.

Дисперсионный анализ изменения относительных показателей качества в свежем и восстановленном масле показал, что, несмотря на различные исходные значения относительных показателей качества: кинематической вязкости, механических примесей, щелочного числа, температуры вспышки и зольности, динамика изменения относительных

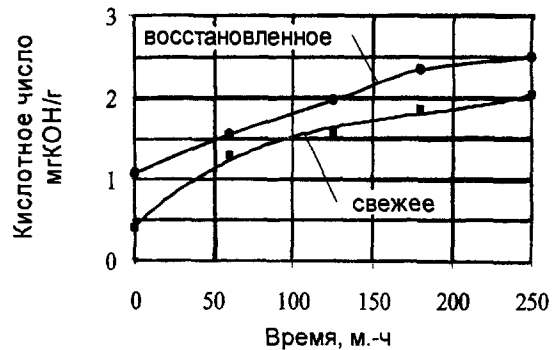
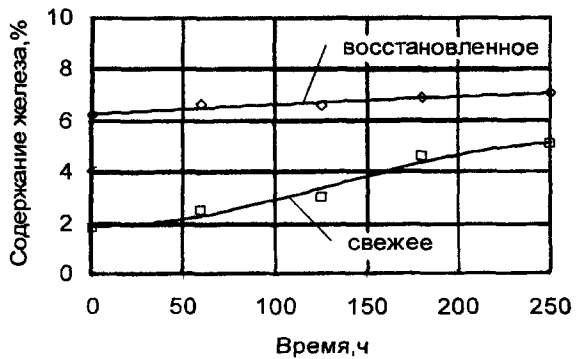
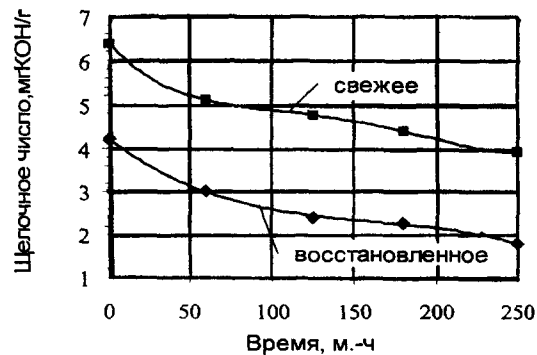
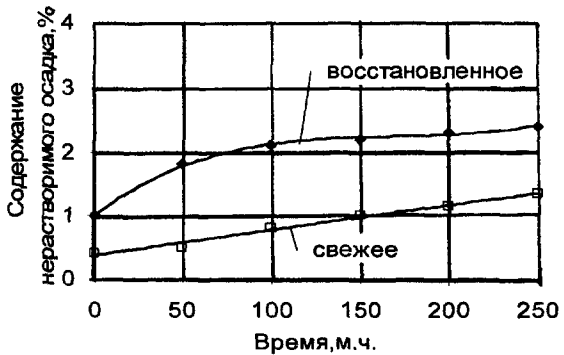


Рисунок 3 – Изменение показателей качества восстановленного и свежего масел при работе в двигателе

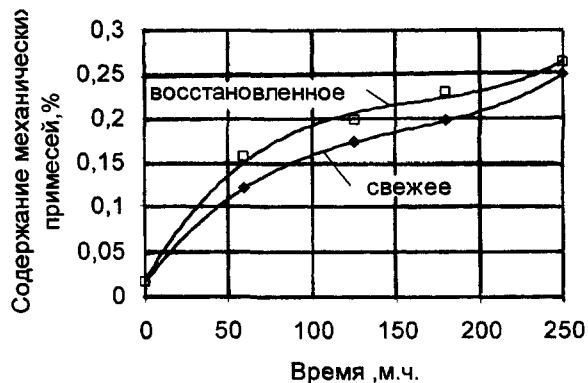
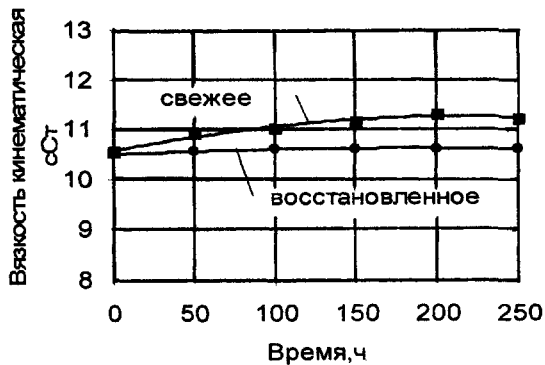
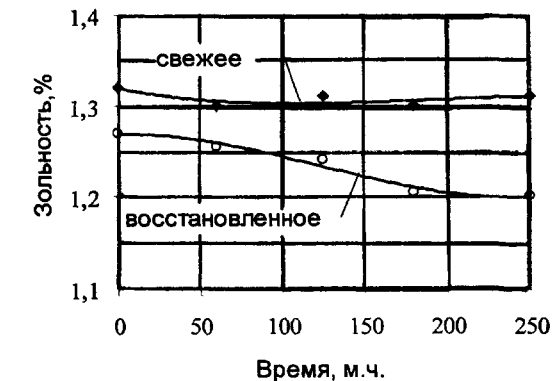


Рисунок 4 – Изменение показателей качества восстановленного и свежего масел при работе в двигателе (продолжение)

величин для свежего и восстановленного масел отличается незначительно.

Содержание железа в восстановленном масле в процессе его работы в двигателе практически не изменяется, а в свежем масле прирост составил 2,5 раза. Это позволяет предположить более интенсивный износ двигателя при работе на свежем масле, прежде всего износ гильз цилиндров.

Эксплуатационные показатели двигателя, работающего на восстановленном масле, соответствуют требованиям технических условий: при частоте вращения коленчатого вала 2175 об/мин эффективная мощность двигателя составила 61,9кВт, а удельный расход топлива – 240 г/кВтч. Эффективная мощность двигателя, работающего на свежем масле, составила 60,8 кВт, а удельный расход топлива составил 234 г/кВтч.

Износы основных деталей ЦПГ представлены на рисунках 5, 6.

Анализ представленных диаграмм показывает, что износ гильз цилиндров, износ юбок поршней, овальность гильз цилиндров, износ первой канавки поршней, износ компрессионных колец по радиальной толщине, зазор в замке компрессионных колец, зазор “шатунная шейка вала – подшипник”, зазор “сопряжение втулки верхней головки шатуна – поршневой палец” у двигателя, работавшего на восстановленном масле меньше аналогичных износов двигателя, работавшего на свежем; износ всех колец по высоте, износы шатунных шеек коленвал – у обоих двигателей практически одинаков; износ второй и третьей канавок поршней, зазор “рабочее кольцо-канавка поршня”, зазор “новое компрессионное кольцо – канавка поршня”, износ маслосъемных колец по радиальной толщине, износ втулки верхней головки шатуна и высота вкладышей нижней головки шатуна – в двигателе, работавшем на восстановленном масле, превышают аналогичные зазоры в двигателе, работавшем на свежем масле, но меньше предельных значений этих износов по стандарту, за исключением зазора “новое компрессионное кольцо – канавка поршня”.

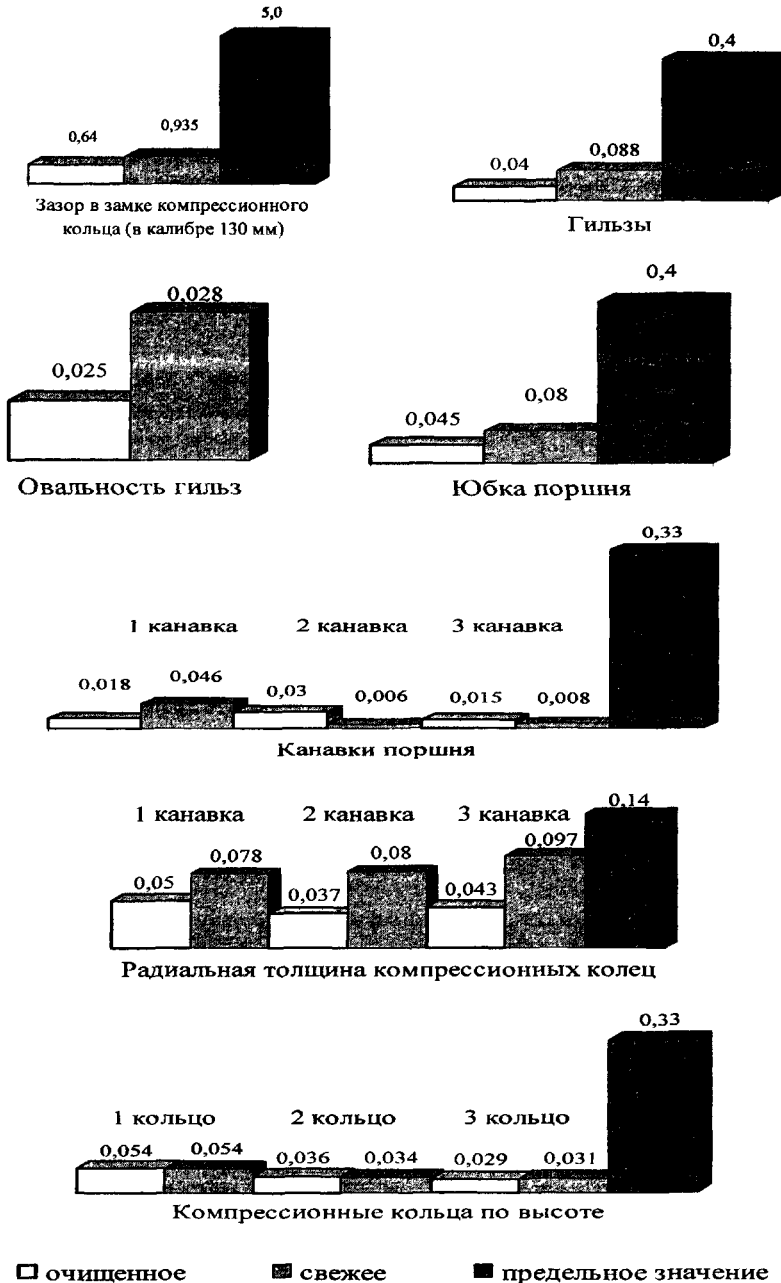
В ходе эксперимента получено уравнение скорости изменения содержания нерастворимых осадков:

$$k_{но} = \frac{0,0001179}{x_{но}}. \quad (14)$$

Уравнение скорости изменения щелочного числа:

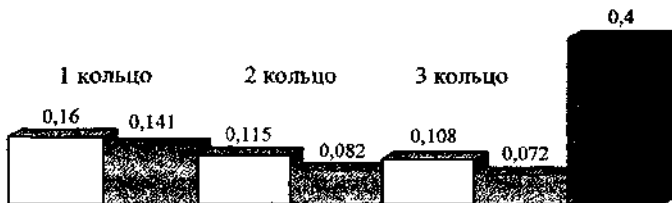
$$k_{щч} = 0,001346 \cdot x_{щч}^2. \quad (15)$$

При определении адекватности были получены следующие результаты. Уравнение (8) описывает динамику изменения содержания нерастворимых осадков от времени работы масла в двигателе с достаточной точностью – ошибка составила  $\delta=6\%$  (рисунок 7).

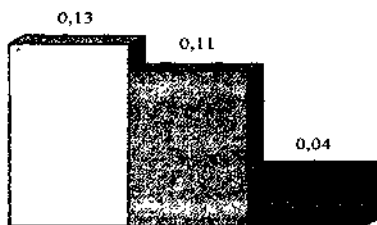


□ очищенное    ■ свежее    ■ предельное значение

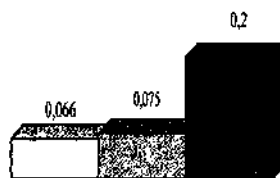
Рисунок 5 – Износы деталей ЦПГ двигателей, работавших на свежем и восстановленном масле



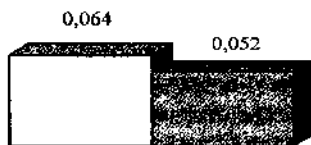
Зазор "рабочее компрессионное кольцо - канавка поршня"



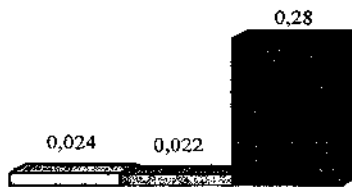
Зазор "новое компрессионное кольцо - 1 канавка поршня"



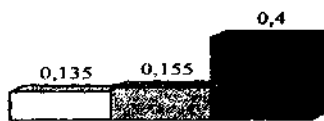
Зазор "сопряжение втулки верхней головки шатуна - поршневой палец"



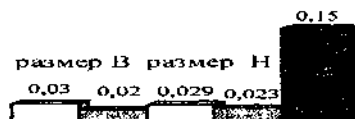
Маслосъемные кольца по радиальной толщине



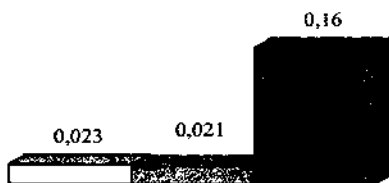
Шатунные шейки коленвала



Зазор" шатунная шейка коленвала - подшипник"



Высота вкладышей нижней головки шатуна



Втулка верхней головки шатуна

□ очищенное      ▨ свежее      ■ предельное значение

Рисунок 6 – Износы деталей ЦПГ двигателей, работавших на свежем и восстановленном масле (продолжение)

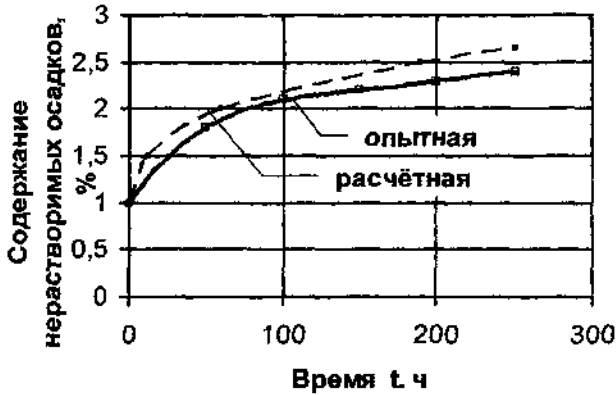


Рисунок 7 – Зависимость содержания нерастворимых осадков от времени работы масла

Уравнение (10) описывает динамику изменения щелочного числа от времени работы масла в двигателе с достаточной точностью – ошибка составила  $\delta=9,02\%$  (рисунок 8).

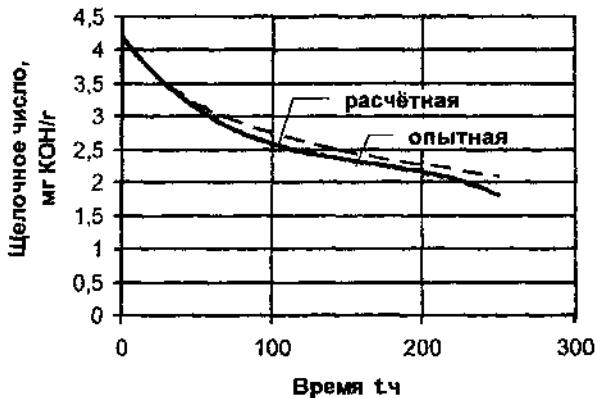


Рисунок 8 – Зависимость щелочного числа от времени работы масла

Срок службы восстановленного моторного масла в двигателе предлагается определять согласно следующей методике:

1. Задаётся предельное значение критерия качества CQ. Для моторного масла в первом приближении можно принять  $CQ=1,5$ .
2. Определяются начальные значения показателей качества.



3. Определяются коэффициенты в уравнениях скорости изменения содержания нерастворимых осадков и щелочного числа: уравнения (8) и (10) соответственно.

4. В результате решения системы уравнений (1) определяется время работы восстановленного масла в двигателе.

Определение срока службы восстановленного моторного масла (на примере М10Г<sub>2</sub>) в двигателе Д-240 при различных начальных значениях содержания нерастворимого осадка и щелочного числа проводится по методике и представлено в виде номограммы (рисунок 9) времени работы масла в двигателе от начальных значений содержания нерастворимого осадка и щелочного числа.

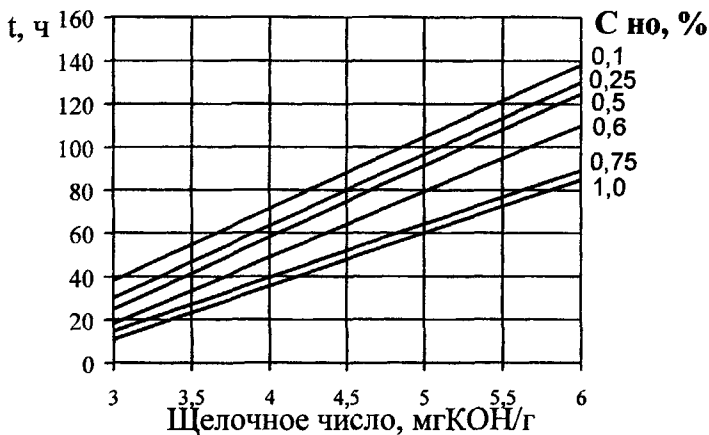


Рисунок 9 – Номограмма зависимости начальных значений содержания нерастворимого осадка и щелочного числа от времени работы масла в двигателе

В пятой главе "Экономическая эффективность применения восстановленных моторных масел" рассчитаны показатели экономической эффективности от замены в двигателе свежих масел восстановленными.

Ожидаемый экономический эффект от использования 1000 кг восстановленных масел взамен свежих составит 22470 рублей.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ существующих технологий и стратегий эксплуатации сельскохозяйственной техники показывает, что снижение затрат на эксплуатационные материалы возможно при повторном и избирательном

использовании восстановленного моторного масла после очистки от загрязнений, топливных фракций и воды.

2. Динамика изменения относительных величин показателей качества свежего и восстановленного масел: содержание механических примесей, зольность, щелочное число, температура вспышки, вязкость кинематическая при 100°C – отличается незначительно, решающее ограничение на время работы восстановленного масла оказывает начальное значение этих показателей.

3. Процесс изменения показателя качества восстановленного масла описывается для содержания нерастворимых осадков зависимостью (8) с отклонением 6 %, для щелочного числа зависимостью (10) с отклонением 9,02 %.

4. Регуляторные характеристики двигателей, работавших на свежем и восстановленном маслах, свидетельствуют, что эксплуатационные показатели: эффективная мощность двигателя, часовой расход топлива, удельный расход топлива, номинальные обороты двигателя – соответствуют требованиям технических условий.

5. Износы основных деталей ЦПГ: износ гильз цилиндров, износ юбок поршней, овальность гильз цилиндров, износ первой канавки поршней, износ компрессионных колец по радиальной толщине, зазор в замке компрессионных колец, зазор “шатунная шейка вала – подшипник”, зазор “сопряжение втулка верхней головки шатуна – поршневой палец” у двигателя, работавшего на восстановленном масле меньше аналогичных износов двигателя, работавшего на свежем; износ всех колец по высоте, износы шатунных шеек коленвал – у обоих двигателей практически одинаков; износ второй и третьей канавок поршней, зазор “рабочее кольцо-канавка поршня”, зазор “новое компрессионное кольцо – канавка поршня”, износ маслосъемных колец по радиальной толщине, износ втулки верхней головки шатуна и высота вкладышей нижней головки шатуна – в двигателе, работавшем на восстановленном масле, превышают аналогичные зазоры в двигателе, работавшем на свежем масле, но меньше предельных значений этих износов по стандарту, за исключением зазора “новое компрессионное кольцо – канавка поршня”.

6. Нормативный срок работы восстановленных моторных масел в тракторных двигателях зависит от начальной величины показателей качества и рассчитывается по методике определения времени достижения предельного значения комплексного показателя качества.

7. Ожидаемый экономический эффект от использования 1000 кг восстановленных масел взамен свежих составит 22470 рублей.

**Основные положения диссертации изложены в следующих работах:**

1. Годунова Л.Н. К вопросу о движении капли жидкости по

внутренней поверхности наклонной плоскости / Е.М. Пироженко, Л.Н. Годунова // Совершенствование технологических процессов, машин и аппаратов в инженерной сфере АПК. – зерноград, 1999. – С.54.

2. Годунова Л.Н. Рекомендации по удалению водных примесей из нефтепродуктов / Е.М. Пироженко, Л.Н. Годунова // Ж. Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2001. – №6. – С. 44.

3. Годунова Л.Н. Где вода не нужна? / Л.Н. Годунова // Ж. Сельский механизатор. – 2001. – №10. – С. 12.

4. Годунова Л.Н. Методика и результаты исследований эксплуатационных свойств очищенных отработанных масел / Е.М. Пироженко, Н.П. Бутов, Л.А. Нагорский, Л.Н. Годунова // Технологии и средства механизации полеводства. – зерноград, 2002. – С. 158-162.

5. Годунова Л.Н. Обоснование критерия предельного состояния и регламента использования моторных масел / Л.Н. Годунова // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе: II-я Рос. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2003. – Т.2. – С. 390-392.

6. Годунова Л.Н. Устройство для очистки автотракторных масел / Н.П. Бутов, Л.Н. Годунова // Ж. Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2003. – №3. – С. 23.

7. Годунова Л.Н. Разработка регламента и рекомендаций по использованию моторных масел с увеличенным ресурсом работы / Л.Н. Годунова // Проблемы эксплуатации транспортных и транспортно-технологических колёсных и гусеничных машин. – зерноград, 2004. – С.37-39.

8. Годунова Л.Н. Определение времени достижения предельных значений показателей качества моторного масла / Л.А. Нагорский, Л.Н. Годунова / Аз.-Черн. гос. агроинж. акад. – зерноград, 2005. – 8 с. Деп. в ВИНТИ 13.07.05, №1017-В2005.

9. Годунова Л.Н. Обоснование ресурса восстановленного масла при работе в двигателе / Л.А. Нагорский, Л.Н. Годунова / Аз.-Черн. гос. агроинж. акад. – зерноград, 2005. – 6 с. Деп. в ВИНТИ 15.07.05, №1039-В2005.

ЛР 65-13 от 15.02.99. Подписано в печать 11.11.05.

Формат 60x84/16Уч. – изд. л. 1.0.

Тираж 100 экз. Заказ №509

РИО ФГОУ ВПО АЧГАА

347740 зерноград Ростовская обл., ул. Советская, 15

**№24276**

РНБ Русский фонд

2006-4  
26715