

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ

Харьковский государственный автомобильно-дорожный
технический университет

На правах рукописи

НАГЛЮК ИВАН СЕРГЕЕВИЧ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕНЫ ИСТОРНОГО МАСЛА
В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ / на примере КамАЗ - 740 /

Специальность 05.22.10 - Эксплуатация автомобильного
транспорта

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков - 1994



00778838 (+)

Работа выполнена в Харьковском
 автомобильно-дорожном техническом университете на
 кафедре "Техническая эксплуатация автомобилей".

Научный руководитель:

- Заслуженный деятель науки Украины,
 доктор технических наук,
 профессор Н.Я.Говорущенко.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук,
 профессор В.Г.Дьяченко
- кандидат технических наук,
 профессор И.И.Тимченко.

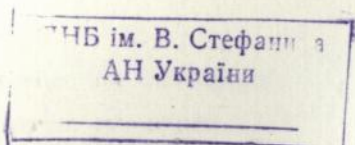
Ведущая организация - ТПО "Харьковавтотранс"

Защита диссертации состоится " 12 " октября 1994 г.
 в 14⁰⁰ часов на заседании специализированного совета
 Д 02.17.02 в Харьковском государственном автомобильно-дорожном
 техническом университете по адресу: 310078, г.Харьков, ул. Пет-
 ровского, 25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан " 5 " сентября 1994 г.

Ученый секретарь
 специализированного совета
 Д 02.17.02, канд.техн.наук,
 доцент



М.А.Подригало

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Современные автотранспортные средства являются весьма энергоемкими. Перевозка грузов и пассажиров связана со значительным потреблением топливо-смазывающих материалов, расход которых на автомобильном транспорте составляет более половины потребляемых продуктов другими видами транспорта в нашей стране. Работа автомобилей в различных условиях, а также влияние эксплуатационных и технологических факторов на срок службы моторного и трансмиссионного масла обуславливает неодинаковую периодичность смены масел.

Регламентированные сроки смены масел не всегда обоснованы ввиду применения двигателей различных моделей и модификации, работающих в неодинаковых условиях эксплуатации. Масла, как правило, к сроку замены не исчерпывают запаса своих эксплуатационных свойств и могут работать дольше без снижения надёжности работы агрегатов. Важно вовремя определить срок смены масла, производя его замену на основании браковочных показателей, т.е. таких показателей, при достижении которых масло считается непригодным для дальнейшего применения в агрегате и подлежит замене.

При достижении одним или несколькими показателями качества масла предельных значений происходит увеличение скорости изнашивания деталей, повышение склонности масла к образованию нагара и лаковых отложений в двигателе, что в результате снижает надёжность и экономичность автомобиля.

Расход моторных масел на смену составляет существенную долю от их общего расхода в двигателях. Для автомобильных и тракторных дизелей эта часть в зависимости от технического состояния двигателя может составлять до 50 % общего расхода масел, для карбюра-

торных двигателей она может достигать значительно больших величин 60...80 %.

Кроме того, исследования показали, что частая смена масла не выгодна не только экономически, но и технически, поскольку масло приобретает оптимум эксплуатационных свойств, в частности противозносных, только после определённой наработки в двигателе.

Таким образом, прогнозирование периодичности замены масел может принести существенную экономию дефицитных смазочных материалов и экономии средств на обслуживание автомобилей, и, следовательно, является актуальной научно-практической задачей.

Цель исследования заключается в исследовании и разработке метода прогнозирования периодичности замены моторного масла в двигателе, учитывающего индивидуальные особенности и внешние условия работы конкретного автомобиля.

Научная новизна заключается в том, что впервые разрабатывается метод прогнозирования периодичности замены масла в двигателе, базирующийся на диагностическом методе оценки технического состояния двигателя и качества масла, а также математической модели поступления продуктов износа в масло, использующей индивидуальную информацию об интенсивности изменения качества масла.

Отличаются новизной следующие научные результаты исследования:

- разработана и исследована математическая модель периодичности замены масла в двигателе автомобиля, позволяющая установить ресурс масла от внешних и индивидуальных особенностей конкретного эксплуатационного автомобиля;

- получена зависимость, описывающая взаимосвязь между структурным / интенсивность поступления продуктов износа в масло / и

выходным / содержание железа элемента-индикатора в масле / параметрами, характеризующими степень ухудшения качества масла;

- теоретически обоснована и экспериментально проверена методика прогнозирования периодичности замены моторного масла в двигателе, учитывающая энергетические затраты на выполнение транспортной работы / вес перевозимого груза и среднюю скорость движения автомобиля /, индивидуальные особенности и техническое состояние эксплуатационного автомобиля.

Практическая ценность. Разработаны методика и алгоритм прогнозирования периодичности замены моторного масла в двигателе, учитывающие индивидуальные особенности конкретного эксплуатируемого автомобиля и условия его эксплуатации. Получены аналитические зависимости определения периодичности замены моторного масла в двигателе в конкретных условиях эксплуатации автомобиля.

Реализация работы. Методика прогнозирования периодичности замены моторного масла в дизельных двигателях и практические рекомендации, разработанные на основании выполненных исследований, внедрены в САТП-2002 и АТП-16356 г. Харькова.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на научных сессиях ХГАДТУ, на Всесоюзном научно-техническом совещании "Совершенствование эксплуатации, технического обслуживания и ремонта техники на основе стандартизации", ноябрь 1989 г., Горький; на Региональной научно-технической конференции "Применение математических средств и вычислительной техники к задачам автомобильного транспорта", октябрь 1989 г., Волгоград; на Областной конференции "Достижения ученых - народному хозяйству", март, сентябрь 1990 г., Харьков.

Публикации. По результатам проведенных исследований опублико-

вано шесть статей.

Структура и объём. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка литературы и приложения. Общий объём работы составляет 157 страниц, в том числе : 133 страницы машинописного текста, 9 таблиц, 45 рисунков, список использованной литературы из 114 наименований, приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведён анализ состояния изучаемого вопроса. По литературным источникам проанализированы существующие браковочные показатели качества моторного масла и их информативность. Но, несмотря на разнообразие существующих методов определения срока смены моторных масел в двигателях, в эксплуатации по прежнему замена масел производится по пробегу или наработке, и зачастую у 60...70 % автомобилей оно сохраняет свои эксплуатационные свойства и пригодно к дальнейшему применению. Поэтому в процессе эксплуатации очень важно знать срок смены моторного масла, когда браковочные показатели достигнут своих предельных значений.

Результаты обзора и анализа выполненных исследований свидетельствует о том, что в области прогнозирования периодичности смены масел наиболее разработаны методы, основанные на переносе изменения показателей качества масла, имевшего в недалёком прошлом, на будущее. Чисто временная экстраполяция, которую дают названные методы, сомнительна, так как статистическая модель отражает лишь внешнюю формализованную картину общего воздействия всех факторов на интенсивность изменения качества масел и не даёт представления

о характере взаимодействия их причин.

Методы прогнозирования срока смены масел, учитывающие влияние внешних условий и прежде всего дорожных и транспортных, несмотря на их практическую ценность, ещё мало исследованы применительно к автомобилям.

Вопросам смазки посвящены работы Арабян С.Г., Венцеля С.В., Виппера А.Б., Васильевой Л.С., Григорьева М.А., Гуреева А.А., Даниловой Е.В., Игинской Н.И., Лашки В.Л., Моисеева В.Д., Паниди А.И., Резникова В.Д., Соколова А.И. и др. авторов.

Определение сроков смены масел рассматривались в работах Борисова М.И., Дмитриенко В.С., Лышко Г.П., Негматова В.А., Судакова Ю.Т., Сторожева В.Н., Фёдорова Е.П. и др. исследователей.

Вопросами спектрального анализа масел посвящены работы Аметова В.А., Болдина А.П., Болгова А.Т., Вилькина В.Ф., Зиминной К.И., Кюрегяна С.К., Кларка Р.О., Пахомова Э.А., Саксоновой С.В., Тищенко В.П., Чанкина В.В. и др. авторов.

Несмотря на то, что в настоящее время техническая диагностика нашла широкое применение при эксплуатации автомобилей и их агрегатов, вопросы диагностирования показателей качества масел изучены ещё недостаточно. Как показывает анализ литературных источников, в зависимости от вида диагностического и измерительного устройства контроля показателей качества масел, инструментальные ошибки в приборах рядовой эксплуатации колеблются в пределах 1,0...15 %, а погрешности диагностических методов и средств составляют от 5...35 %.

Наиболее приемлемым и информативным методом диагностики показателей качества масел в целях прогнозирования срока смены моторного масла в двигателе может быть признан метод спектрального

анализа качества масел с помощью фотоэлектрической установки МЭС -7 / МЭС-5, МЭС-3 или другого типа /.

На основании изложенного и в соответствии с поставленной целью в рамках настоящей диссертационной работы были поставлены и решались следующие задачи:

- теоретически обосновать эксплуатационные факторы, определяющие старение моторного масла в зависимости от нагрузочно-скоростного режима, технологических и эксплуатационных факторов;

- на основании теоретических предпосылок и по результатам экспериментальных исследований установить связь диагностического параметра "концентрация железа в моторном масле" и степенью ухудшения качества моторного масла;

- теоретически обосновать и исследовать математическую модель индивидуального метода прогнозирования периодичности смены моторного масла в двигателе;

- разработать методику прогнозирования периодичности смены моторного масла в двигателе;

- произвести экспериментальную проверку метода прогнозирования в производственных условиях автотранспортного предприятия и разработать практические предположения.

Во второй главе изложены теоретические разработки математической модели срока смены моторного масла в двигателе и исследования связи диагностических и структурных параметров, характеризующими степень ухудшения качества моторного масла.

Результатов браковочных показателей качества масел, определяемых методами диагностики, в общем случае недостаточно для эффективного прогнозирования и принятия правильного решения. Необходима математическая модель, отражающая изменение диагностического

параметра от внешних условий. Логическую формулу прогнозирования срока смены моторного масла можно записать в следующем виде:

$$\Pi = Д + ММ , \quad / I /$$

где Π - прогнозирование срока смены моторного масла; $Д$ - диагностика показателей качества масел; $ММ$ - математическая модель изменения показателей качества масел.

Из формулы / I / следует, что качество прогноза обеспечивается точностью диагностических методов и средств, полнотой информации и точностью выбранной математической модели.

На первом этапе исследований была изучена зависимость влияния внешних условий, технологических и эксплуатационных факторов на интенсивность поступления продуктов износа в масло и изменение показателей качества масел.

На втором этапе исследований была разработана математическая модель срока смены моторного масла в двигателе по диагностическим данным о степени изменения качества масел, базирующаяся на структурной форме аналитического выражения интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло от нагрузочно-скоростного режима, определяемого внешними условиями, и индивидуальных особенностей конкретного эксплуатационного автомобиля.

Математическая модель срока смены масла в двигателе включает основные и дополнительные условия. Основные условия учитывают тенденцию изменения диагностического параметра за прошлый и на будущий периоды эксплуатации двигателя. Дополнительные условия определяются исходя из технического состояния двигателя, качества моторного масла и интенсивности поступления продуктов износа в масло.

Срок службы моторного масла до замены составляет

$$L_m = F_{a.k} \cdot V_a / 60 \cdot \Pi \cdot K \quad \text{км},$$

где $F_{a.k}$ - суммарное допустимое количество продуктов износа в масле, г; V_a - средняя скорость движения автомобиля, км/ч; Π - интенсивность поступления продуктов износа в моторное масло, г/мин; K - коэффициент приведения стендовых испытаний к внешним условиям.

Суммарная допустимая концентрация продуктов износа в моторном масле определена на основании экспериментальных исследований.

При нормальной эксплуатации двигателя главным фактором, определяющим протекание процесса интенсивности изменения показателей качества моторного масла, является нагрузочно-скоростной режим.

В результате теоретических и экспериментальных исследований, а также статистического моделирования выявлена закономерность интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло двигателя в зависимости от нагрузочно-скоростного режима

$$\Pi = (\alpha_0 - 1,73 \cdot 10^{-6} \cdot n + 5,02 \cdot 10^{-10} \cdot n^2 + 7,51 \cdot 10^{-7} \cdot P_e) \quad \text{г/мин},$$

где P_e - среднее эффективное давление, кПа; n - скорость вращения коленчатого вала, мин⁻¹; α_0 - коэффициент, зависящий от условий трения и качества моторного масла.

Коэффициент α_0 можно назвать коэффициентом корректировки интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло, учитывающий индивидуальные особенности конкретного двигателя.

Нагрузочно-скоростной режим от внешних условий характеризуется такими факторами как полный вес автомобиля G_a , коэффициентом суммарного дорожного сопротивления Ψ , радиусом качения колеса r_k , рабочим объемом цилиндров двигателя V_h , передаточным

числом корсбки передач i_k , КПД трансмиссии $\eta_{тр}$ и фактором обтекаемости K_F .

Для практических расчётов средних значений суммарного дорожного сопротивления и средневзвешенного передаточного числа использованы зависимости

$$\psi \approx 0,011 \cdot V_{max} \cdot K_F / V_a \quad \text{и} \quad i_k \approx 0,6 \cdot V_{max} / V_a,$$

где V_{max} - максимальная скорость движения автомобиля, км/ч; K_F - коэффициент, учитывающий вес автомобиля.

В окончательном виде выражение для определения срока службы моторного масла до замены записывается следующим образом:

$$L_{м} = k \cdot F_{ак} = \frac{F_{ак} \cdot V_a}{60 \left[\alpha_0 - 1,73 \cdot 10^{-6} A + 5,02 \cdot 10^{-10} A^2 + 7,5 \cdot 10^{-7} (B \cdot G_a \cdot K_F + E \cdot V_a^3) \right]} \quad \text{км,}$$

где k - коэффициент, учитывающий внешние условия работы автомобиля; A , B , E - постоянные коэффициенты для данного автомобиля ($A = 1,59 \cdot V_{max} \cdot i_0 / \gamma_k$, $B = 0,229 \cdot \gamma_k / V_h \cdot i_0 \cdot \eta_{тр}$, $E = 1,6 \cdot \gamma_k \cdot K_F / V_h \cdot i_0 \cdot \eta_{тр} \cdot V_{max}$).

На рис. I представлены кривые изменения срока службы моторного масла в двигателе в зависимости от скорости движения и веса автомобиля, рассчитанные с помощью приведённой выше формулы. Как видно из графика, срок службы моторного масла в двигателе в зависимости от веса и скорости движения автомобиля изменяется в 1,5...3 раза.

Анализ последнего уравнения и результатов экспериментальных исследований показывает, что оптимальная скорость движения автомобиля, при котором срок службы моторного масла достигает наибольшей величины, составляет 55...70 км/ч. С увеличением веса автомо-

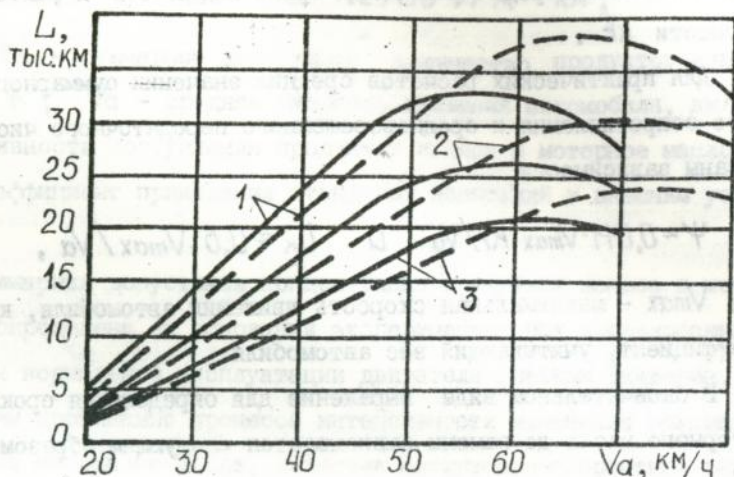


Рис. 1. Срок службы моторного масла в двигателе в зависимости от веса автомобиля и скорости движения: 1 - 73, 2 - 153, 3 - 268 кН; — без делителя, ---- с использованием делителя

бля значения оптимальной скорости также увеличивается.

В реальных условиях эксплуатации автомобиля наблюдаются значительные изменения скоростей движения и веса перевозимого груза. Следовательно, значения срока смены моторного масла в двигателе необходимо корректировать с помощью коэффициентов, учитывающих изменения скорости движения K_1 и полного веса автомобиля K_2 .

Продифференцировав уравнение интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло по V_a , приравняв его нулю и решив кубическое уравнение, получим оптимальную скорость, при которой срок службы моторного масла в двигателе будет наибольший:

$$V_{\text{опт}} = 1/\sqrt[3]{Z/G_a} \text{ км/ч,}$$

где
$$Z = \frac{1,44 \cdot 10^{-7} \cdot \gamma_k \cdot KF / \sqrt{h} \cdot l_0 \cdot Z_{TP} + 2,66 \cdot 10^{-9} \cdot l_0 / \gamma_k}{1,04 \cdot 10^{-7} \cdot \gamma_k \cdot V_{max} \cdot K_r / \sqrt{h} \cdot l_0 \cdot Z_{TP}} \quad \text{Н} \cdot \text{ч}^3 / \text{км}^3.$$

Из вышеизложенного следует, что математическую модель остаточного ресурса моторного масла в двигателе можно представить в следующем виде

$$L_{ост}^M = \left(\frac{F_{д.к}}{F_{изм}} - 1 \right) \cdot L_n \cdot K_1 \cdot K_2 = \left(\frac{F_{д.к}}{F_{изм}} - 1 \right) \cdot 1,1 \cdot V_a \cdot \sqrt[3]{Z / \sigma_a} \cdot (1 - 0,9 \cdot \sigma_{гр} / \sigma_a) \cdot L_n \text{ км},$$

где $\sigma_{гр}$ - вес перевозимого груза, кН ; L_n - срок службы моторного масла в двигателе до очередной замены, км.

Интенсивность поступления продуктов износа в масло в зависимости от внешних условий можно определить менее точным способом, зная общий расход топлива. В работе представлено аналитическое обоснование этого способа. Общее количество топлива $Q_{общ}$, израсходованное за весь срок службы моторного масла в двигателе, составит

$$Q_{общ} = 0,01 \cdot F_{д.к} \cdot L_n \cdot Q_n / F_{изм} \quad \text{л},$$

где Q_n - расход топлива за период пробега автомобиля L_n , л.

Математическую модель остаточного ресурса моторного масла в двигателе КамАЗ-740 по расходу топлива можно записать так

$$L_{ост}^M = (Q_{общ} - Q_{изр}) \cdot 100 / Q_{\delta} = (F_{д.к} / F_{изм} - 1) \cdot L_n \cdot Q_n / Q_{\delta} \quad \text{км},$$

где $Q_{изр}$ - общее количество топлива, израсходованное за весь период эксплуатации, л; Q_{δ} - норма расхода топлива на прогнозируемый период эксплуатации, л/100 км.

Определение остаточного ресурса моторного масла в двигателе по общему расходу топлива будет особенно эффективно при правиль-

ном учёте расхода топлива и наличии на автомобилях современных встроенных счётчиков общего расхода топлива.

В третьей главе изложена методика и результаты экспериментальных исследований изменения показателей качества моторного масла.

Исследования зависимости интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло от нагрузочно-скоростного режима проводились на стенде и в эксплуатационных условиях.

В основу методики стендовых исследований положено математическое планирование эксперимента по определению оценок коэффициентов интенсивности поступления продуктов износа / железа / в моторное масло от нагрузочно-скоростного режима.

Исследования зависимости интенсивности поступления продуктов износа в масло от нагрузочно-скоростного режима проводились на специальном стенде, оснащённом электротормозной установкой постоянного тока / ГОСТ 14846-81 /, которая состоит из балансирующего тормоза, генератора-двигателя, КПД, соединительной муфты, системы питания двигателя топливом, устройства регулирования температуры воды и масла двигателя, оборудования для закрепления двигателя и пульта управления двигателем. Для регистрации и контроля за рабочими параметрами двигателя / температура воды, масла, частота вращения коленчатого вала, давление масла / использовался контрольно-измерительный комплекс К-736. Концентрация продуктов износа в масле фиксировалась на фотоэлектрической установке МЭС-7 по методике, разработанной на кафедре эксплуатации автотранспорта ХГАДТУ и ГОСТ 20759-75.

Применяемые приборы и устройства по исследованию интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло М-10Г₂к / ГОСТ 8581-78 / обеспечивали необходимую точность измерений.

Частота вращения коленчатого вала и среднее эффективное давление изменялось соответственно в пределах 1580...2420 мин⁻¹ и 159...441 кПа. Результаты испытаний и их обработка на ПЭВМ IBM "Мазовия" РС/XT 1, позволили получить приведённое выше уравнение интенсивности поступления продуктов износа /железа/ в моторное масло от нагрузочно-скоростного режима.

Эксплуатационные исследования интенсивности поступления продуктов износа в моторное масло и изменение показателей качества моторного масла были проведены в АТП-16356 и САТП-2002 г. Харькова. Концентрация продуктов износа в моторном масле и браковочные показатели качества масла измерялись в течении двух-трёх замен моторного масла в двигателе при эксплуатации 20 автомобилей. Пробег каждого автомобиля составил 30...50 тыс.км.

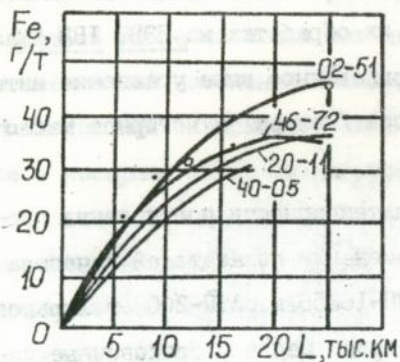
Полученные экспериментальные данные концентрации в масле железа, бария, щелочного числа и вязкости в зависимости от пробега, суммарного расхода топлива, количества перевезённого груза и выполненной транспортной работы показаны на рис. 2...5.

Изменение концентрации железа в масле для одних и тех же внешних условий и группы двигателей объясняется неоднородным характером технологических и эксплуатационных факторов.

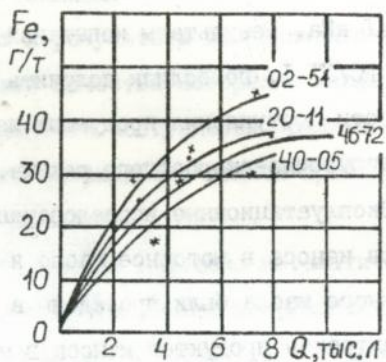
Нагрузочно-скоростной режим изменяется от внешних условий работы автомобиля в зависимости от скорости движения, веса автомобиля и расхода топлива.

При работе группы автомобилей в период экспериментальных наблюдений на постоянном маршруте значения веса перевозимого груза, скоростей движения и расхода топлива отличались соответственно на 7,8...39,2 %; 9,2...36,9 % и 8,4...33,9 %, а значения концентрации железа в масле на 14,6...36,7 %.

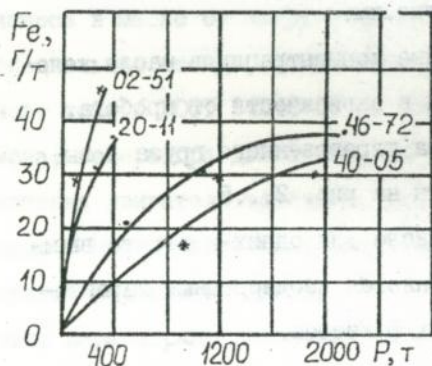
Разработанная методика прогнозирования периодичности замены



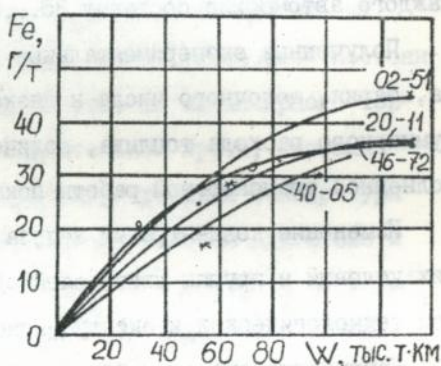
а



б

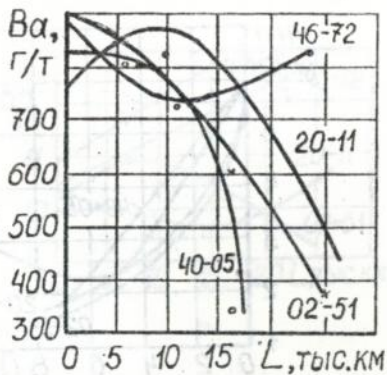


в

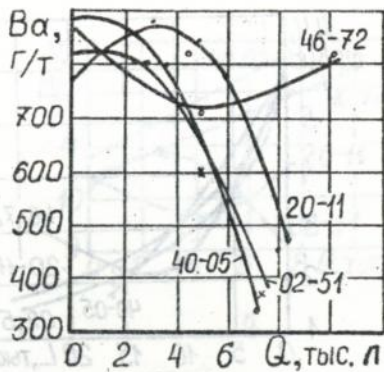


г

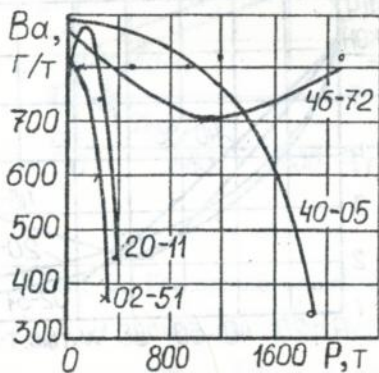
Рис. 2. Изменение концентрации железа в моторном масле И-10Г₂к в зависимости от пробега / а / , суммарного расхода топлива / б / , количества перевезённого груза / в / и выполненной транспортной работы / г /



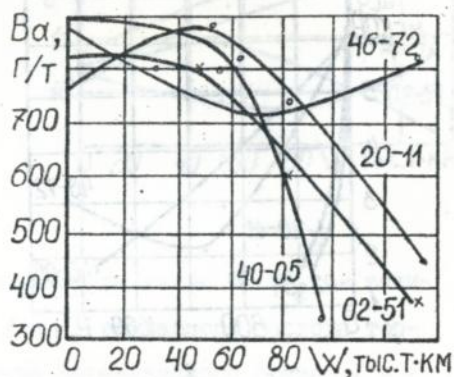
а



б



в



г

Рис. 3. Изменение концентрации бария в моторном масле М-10Г₂к в зависимости от пробега / а / , суммарного расхода топлива / б / , количества перевезённого груза / в / и выполненной транспортной работы / г /

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

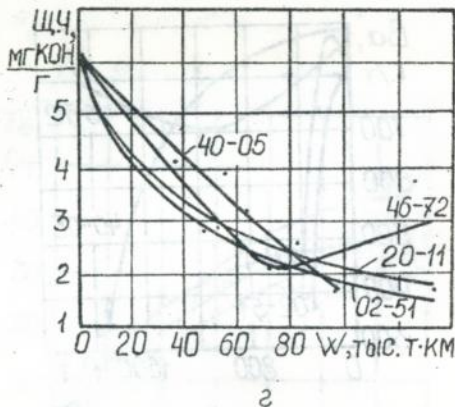
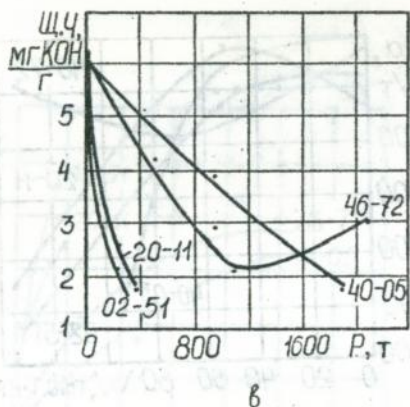
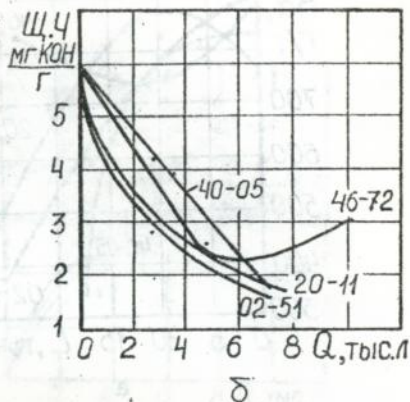
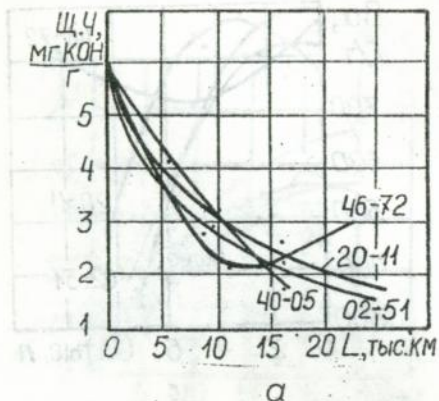
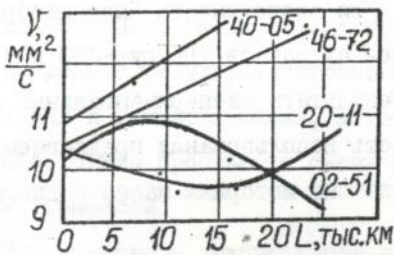
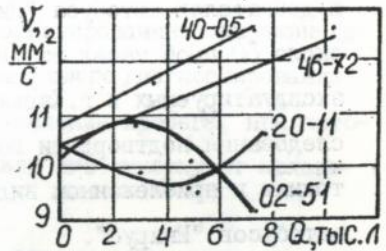


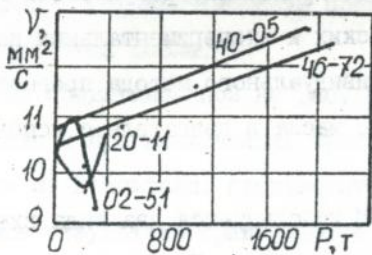
Рис. 4. Изменение щелочного числа в моторном масле М-10Г₂ в зависимости от пробега / а / , суммарного расхода топлива / б / , количества перевезённого груза / в / и выполненной транспортной работы / г /



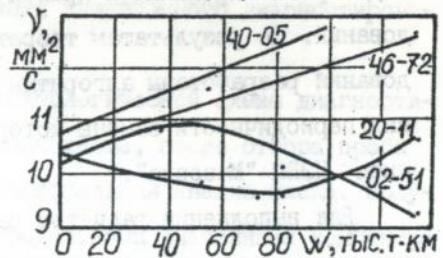
а



б



в



г

Рис. 5. Изменение вязкости в моторном масле М-10Г₂ в зависимости от пробега / а /, суммарного расхода топлива / б /, количества перевезённого груза / в / и выполненной транспортной работы / г /

моторного масла в двигателе опробована при смене моторного масла в двигателях автобуса "Икарус". Для эксперимента было отобрано около 60 проб масел из двигателей автобусов "Икарус-260 и 280", эксплуатируемых в г. Харькове. Результаты экспериментальных исследований подтвердили возможность использования предлагаемой методики в приближённом виде для замены моторных масел в двигателях автобусов "Икарус".

В четвёртой главе описаны способы технической реализации метода прогнозирования и практическое приложение результатов исследований. По результатам теоретических и экспериментальных исследований разработаны алгоритмы индивидуального метода прогнозирования периодичности замены моторного масла в двигателе с использованием ПЭВМ "Мазовия".

Для выполнения расчётов на ЭВМ используется два вида входной информации: нормативно-справочная и текущая. Нормативно-справочная информация включает: параметры, входящие в заданное уравнение, берутся из справочной литературы, нормативных документов и заносятся на магнитную дискету.

К текущей переменной информации для данного автомобиля относятся: среднее значение диагностического параметра "концентрация железа в масле" и пробег автомобиля после очередной замены моторного масла, которые задаются на будущий период эксплуатации, а также вес перевозимого груза и скорость движения автомобиля.

В результате расчётов получаем значение остаточного ресурса моторного масла в двигателе до очередной замены. Алгоритмы положены в основу программы, составленной на языке Бейсик для ПЭВМ.

Проведённые исследования позволили разработать методику прогнозирования периодичности замены моторного масла в двигателе по

результатам диагностики и внешних условий эксплуатации.

Периодическое поступление информации о работоспособности и качестве моторного масла ставит перед прогнозированием следующие цели: получение результата прогноза до следующего диагностирования двигателя и качества масла, а также вычисление пробега, при котором необходимо произвести смену масла или его очистку от механических примесей.

При очередном диагностировании качества моторного масла прежде всего необходимо определить, будет ли моторное масло работоспособно до следующего момента проведения углублённого диагностирования качества масла.

Из представленной на рис. 6 технологической схемы диагностирования и прогнозирования срока смены масла, после отбора пробы масла из двигателя, производится спектральный анализ масла. Полученные результаты сравниваются с предельными значениями концентрации элементов-индикаторов, учитывая при этом информацию о внешних условиях эксплуатации автомобиля, индивидуальных особенностей конкретного двигателя, марки и качества применяемого масла. Если концентрация Fe в масле не превышает 25 г/т, Zn и Ba не ниже 700 и 450 г/т, то дополнительный анализ по остальным браковочным показателям качества масла / щелочное число, вязкость, диспергирующие свойства, наличие воды, температура вспышки / не проводится, а с помощью математической модели дается прогноз на период дальнейшей эксплуатации масла. В случае, когда концентрация железа превышает 25 г/т, проводится дополнительный анализ браковочных показателей качества масла и по полученным результатам дается дальнейший прогноз. Если хоть один из браковочных показателей превышает норму, то производится замена масла.

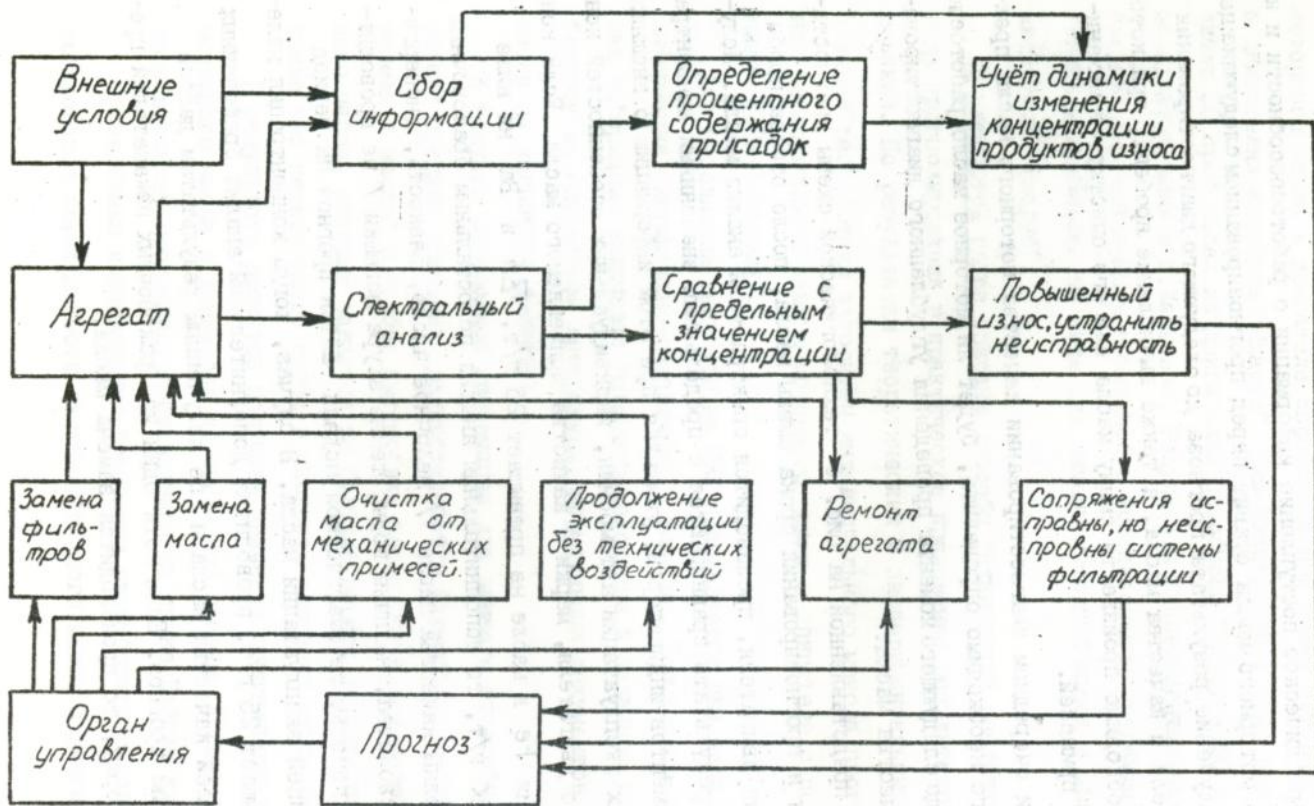


Рис. 6 . Технологическая схема диагностирования и прогнозирования срока смены масла

В случае, когда браковочные показатели не превышают предельные значения, а концентрация железа превышает 35 г/т, то производится внедвигательная очистка масла от механических примесей и замена фильтров, после чего масло опять заливается в двигатель и даётся прогноз дальнейшей эксплуатации.

Одновременно можно диагностировать техническое состояние двигателя по дополнительным показателям элементов-индикаторов в масле.

Определена экономическая эффективность использования результатов исследования за счёт экономии расхода моторного масла. Однако, фактически экономический эффект будет несколько выше, за счёт увеличения эксплуатационной надёжности двигателей и снижения затрат на техническое обслуживание.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Решена научная задача, связанная с созданием теоретических предпосылок индивидуального метода прогнозирования периодичности замены масла в двигателе, основанного на диагностическом методе оценки качества моторного масла и математической модели интенсивности поступления продуктов износа в масло.

2. Выполненный анализ и проведённые теоретические исследования позволили классифицировать и оценить значимость факторов, влияющих на интенсивность поступления продуктов износа в масло. Доказа-

но, что первой по значимости является группа факторов, определяющая нагрузочно-скоростной режим двигателя, а второй - группа эксплуатационных и конструктивных факторов. Обоснована целесообразность использования при прогнозировании периодичности замены масла в двигателе индивидуальной информации о техническом состоянии двигателя и качестве применяемого масла.

3. При теоретических и экспериментальных исследованиях изменения качества моторного масла выявлена корреляционная связь между концентрацией железа в масле и остальными браковочными показателями качества моторного масла. Коэффициент корреляции равен $0,63 \dots 0,97$.

4. Индивидуальные особенности двигателя, характеризующие коэффициентами корректирования, следует рассматривать как стационарную случайную величину. Технологические, эксплуатационные и другие факторы, характеризующие изменение интенсивности поступления продуктов износа в масло при заданном нагрузочно-скоростном режиме во времени, являются стационарными. Значение корректирующего коэффициента для каждого конкретного двигателя может быть принято постоянной величиной.

5. Впервые получена аналитическая зависимость срока смены масла в двигателе от веса и скорости движения автомобиля. Анализ полученной математической модели срока смены масла в двигателе КамАЗ-740 и результатов экспериментальных исследований показывает, что оптимальная скорость движения автомобиля, при которой срок смены масла наибольший, составляет $55 \dots 70$ км/ч. С увеличением веса автомобиля значение оптимальной скорости несколько увеличивается.

6. Общий расход топлива за весь срок службы моторного масла в

конкретном двигателе может быть принят оценочным параметром для определения срока смены масла при условии его правильного учёта и при наличии современных встроенных счётчиков расхода топлива. Прогнозирование срока смены масла в двигателе целесообразно проводить при израсходовании автомобилем КамАЗ не менее 3,5 тыс. л топлива. Относительная погрешность разработанного метода не превышает 15 % .

7. Имеет место достаточно хорошее совпадение результатов теоретических и экспериментальных исследований. Наибольшая погрешность находится в пределах 6...15 %.

8. Разработана методика прогнозирования срока смены масла в двигателе. Составлены алгоритмы для практического использования результатов исследований при прогнозировании срока смены масла конкретного двигателя для заданных внешних условий эксплуатации. Новая методика прогнозирования на примере двигателя КамАЗ-740 может быть использована для разработки аналогичных методов прогнозирования срока смены масла в других агрегатах автомобиля.

9. Применение разработанного метода прогнозирования периодичности замены масла позволяет получить экономический эффект в размере 10,9 руб. на один автомобиль КамАЗ за счёт снижения затрат на моторное масло в ценах 1990 г.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Бажинов А.В., Наглюк И.С. Установка МФС-7 диагностирует состояние агрегатов и прогнозирует периодичность смены масла //Автодорожник Украины.- 1989.- № 4.- С.16-18.

2. Бажинов А.В., Наглюк И.С. Постановка задачи и анализ методов прогнозирования остаточного ресурса коробки передач.- Деп.

рукопись в УкрНИИТИ, 1989, №1077 Ук-89.- 12 с.

3. Бажинов А.В., Наглюк И.С. Методические аспекты прогнозирования остаточного ресурса агрегатов автомобиля по энергетическим параметрам.- Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания "Совершенствование эксплуатации технического обслуживания и ремонта техники на основе стандартизации".- Горький, 1989.- С.69-70.

4. Бажинов А.В., Наглюк И.С. Организация прогнозирования остаточного ресурса агрегатов автомобиля и срока смены масла в них.- Тезисы докладов региональной научно-технической конференции "Применение математических средств и вычислительной техники к задачам автомобильного транспорта".-Волгоград, 1989.- 144 с.

5. Бажинов А.В., Наглюк И.С., Южаков И.В. Исследование изменения ресурса агрегатов автомобиля в эксплуатационных условиях. В кн.: Достижение учёных народному хозяйству.- Тезисы докладов Областной конференции /март, сентябрь 1990 г./.- Харьков: ХАДИ, 1990.- 340 с.

6. Бутенко А.Н., Домарев А.П., Бажинов А.В., Наглюк И.С. и др. Влияние оксигенатного топлива на работоспособность карбюраторных двигателей // ЭИ ИРЦ Газпром, сер.Подготовка, переработка и использование газа.- 1993.- Вып.6-7.- С.7-12.



Тир. 100, экз. Зак. 508.

ХГАДТУ, 310078, Харьков, ул.Петровского, 25

РИО Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета.

458609

AB 30.811

AB 30.811