

На правах рукописи



ШИКИН Андрей Сергеевич

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕСУРСА ДИЗЕЛЕЙ
ТИПА В-2 ПРИ ИХ КОНВЕРТИРОВАНИИ ДЛЯ РАБОТЫ
В СОСТАВЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАКТОРА**

05.04.02 - Тепловые двигатели

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул - 2009

Работа выполнена в Открытом акционерном обществе
«Научно-исследовательский институт автотракторной техники»

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Малозёмов Андрей Адиевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Попович Валерий Степанович

доктор технических наук, профессор
Мироненко Игорь Геннадьевич

Ведущая организация ООО ГСКБ «Трансдизель»
(г. Челябинск)

Защита состоится 6 ноября 2009 г. в 12-30 на заседании диссертационного совета Д 212.004.03 при Алтайском государственном техническом университете им. И.И. Ползунова по адресу: 656038 г. Барнаул, пр. им. В.И. Ленина, 46 [тел/факс (3852) 26 05 16; E-mail: D21200403@mail.ru] С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Алтайского государственного технического университета.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по указанному адресу на имя ученого секретаря диссертационного совета.

Автореферат разослан « » сентября 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д-р техн. наук, профессор



А.Е. Свистула

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время на основе дизелей специального назначения типа В-2 разрабатываются модификации, предназначенные для работы в составе гражданской техники (промышленных тракторов, инженерных и дорожно-строительных машин на их базе, транспортных машин, энергетических установок). Одна из основных проблем, с которыми приходится сталкиваться при разработке конвертированных модификаций дизелей, это необходимость обеспечения требуемых показателей надежности для техники гражданского назначения существенно более высоких, чем для специальной. Данная проблема обычно решается дефорсированием двигателя по номинальной мощности и частоте вращения. Уровень дефорсирования должен определяться расчетным путем и подтверждаться результатами испытаний. Однако существующие в настоящее время расчетные методики не в полной мере удовлетворяют задачам прогнозной оценки ресурса конвертированных модификаций дизелей на стадии проектирования.

Цель исследования: снизить затраты времени и материальных средств на создание конвертированных модификаций дизелей типа В-2 совершенствованием методов прогнозирования ресурса на стадии проектирования.

Задачи исследования:

1. Оценить, на основе анализа экспериментальных данных, влияние различных факторов на износ деталей, накопление повреждений и изменение параметров базового и конвертированного двигателя.
2. Разработать математическую модель расходования ресурса и методику прогнозирования ресурса конвертированных дизелей типа В-2.
3. Обобщить и выполнить анализ типовых режимов нагружения дизельных двигателей типа В-2 и их конвертированных модификаций в составе типичных объектов применения в условиях эксплуатации.
4. Выполнить расчетную оценку влияния различных факторов на ресурсные показатели конвертированного дизеля типа В-2 в составе промышленного трактора кл. 25.
5. Определить необходимый уровень дефорсирования двигателя для обеспечения требуемых показателей долговечности. Разработать технические решения по повышению ресурса дизеля типа В-31М.

Объект исследования: показатели долговечности дизелей типа В-2 (размерностью Ч15/18 и ЧН15/18).

Предмет исследования: процессы износа и накопления повреждений в дизелях под влиянием различных действующих факторов.

Научную новизну имеют следующие положения, выносимые на защиту:

1. Математическая модель расходования ресурса и методика прогнозирования ресурса конвертированных дизелей типа В-2.

2. Теоретические и экспериментальные зависимости параметров, определяющих ресурс конвертированных дизелей типа В-2, от их конструктивных характеристик и режимов функционирования в составе объекта применения.

Практическая ценность:

1. Разработана методика прогнозирования ресурса конвертированных дизелей типа В-2, которая позволит снизить затраты времени и материальных средств на их доводку по параметрам безотказности.

2. Систематизированы данные по эксплуатационным режимам нагружения двигателей типа В-2 и их конвертированных модификаций в составе промышленного трактора, которые могут быть использованы при решении задач прогнозирования ресурса.

3. Сформулированы рекомендации по определению необходимого уровня дефорсирования конвертированного двигателя для обеспечения требуемых показателей долговечности, предложены технические решения по повышению ресурса дизеля типа В-31М за счет применения деталей цилиндропоршневой группы с более высокими показателями долговечности.

Результаты исследования могут быть использованы при создании конвертированных модификаций дизелей типа В-2, разработке аналогичных методик прогнозирования ресурса поршневых ДВС на стадии проектирования модификаций, отличающихся уровнем форсирования и объектами применения, при проведении НИР и ОКР, в учебном процессе.

Реализация результатов работы. Материалы диссертации используются и внедрены ООО ГСКБ «Трансдизель» (г. Челябинск) и ОАО ХК «Барнаултрансмаш» (г. Барнаул) – при разработке конвертированных модификаций дизелей типа В-2; ОАО «НИИ автотракторной техники» (г. Челябинск) - при проведении НИР по доводке ресурсных показателей конвертированных модификаций дизелей типа В-2 и в учебном процессе Омского танкового института.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены и одобрены на заседаниях НТС ОАО «НИИ автотракторной техники» (г. Челябинск, 2007, 2008, 2009); международной научно-технической конференции «Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин» (г. Тюмень, 2009); XIII Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы: «Фундаментальные исследования и инновации в технических университетах» (г. Санкт-Петербург, 2009).

Публикации. По теме диссертации опубликовано семь печатных работ, в том числе две в изданиях, рекомендованных ВАК.

Объем и содержание работы. Диссертация содержит 129 страниц текста, 68 рисунков, 12 таблиц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 147 наименований и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отмечается актуальность проблемы обеспечения ресурса дизельных двигателей при их конвертировании. Показано, что существующие в настоящее время методики расчетной оценки параметров надежности основаны на статистических и физико-статистических математических моделях изнашивания, недостатками которых является невозможность использования на стадии проектирования конвертированных модификаций двигателя. По статистике вследствие износа случается от 18...65 % всех отказов, в то же время из-за поломок, трещин, разрушений и разрывов происходит 35...70 % отказов, поэтому, при прогнозировании ресурсных показателей, кроме износа, необходим учет накоплений механических и термических повреждений.

В **первой главе** рассмотрены проблемы и перспективы обеспечения ресурса дизелей различного назначения, включая конвертированные. Выполнен обзор требований к характеристикам надежности ДВС и методов их обеспечения. Показано, что дизели военных гусеничных машин (далее - базовые двигатели) не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к гражданской технике. Например, для использования дизеля в составе промышленного трактора, необходимо снизить удельный расход топлива на величину до 8 %, масла – в 1.5...5 раз, увеличить ресурс в 4...8 раз. При этом у конструкторов имеется резерв по снижению номинальной мощности (дефорсированию) в 2...5 раз. Проанализированы особенности создания конвертированных модификаций. Рассмотрены существующие средства и методы экспериментальной и теоретической оценки параметров надежности. Выполнен краткий обзор работ, посвященных износу двигателей внутреннего сгорания (ДВС) М.А. Григорьева, Н.Н. Пономарева, М.С. Ждановского, А.В. Николаенко, И.Б. Гурвича, вопросам влияния накопления усталостных и термических повреждений на ресурсные показатели ДВС В.А. Гусятникова, С.П. Леонтьева, проблемам тепловой и механической напряженности деталей двигателя А.К. Костина, Г.Б. Розенблита, Б.С. Стефановского, Н.Д. Чайнова, Н.А. Ивашенко. и других исследователей.

Во **второй главе** выполнен анализ результатов экспериментальных исследований ресурсных показателей базового дизеля В-84М (12ЧН15/18),



Рис.1. Двигатель В-31М2, установленный на стенде

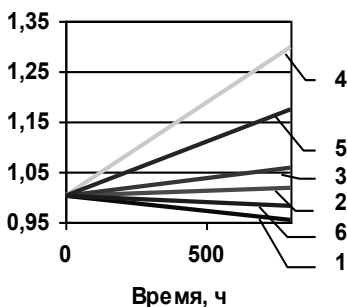


Рис.2. Относительное изменение показателей базового дизеля:

1 – номинальная мощность; 2 – часовой расход топлива; 3 – удельный расход топлива; 4 – часовой расход масла на угар; 5 – давление картерных газов; 6 – давление масла в главной масляной магистрали

и конвертированного В-31М2 (12Ч15/18), проведенных в ОАО НИИ АТТ (рис.1). Предложена система критериев предельного состояния двигателя, основанная на требованиях нормативно-технических документов. Оценена динамика изменения параметров номинальной мощности, удельного расхода топлива и масла, изменения физико-химических свойств смазочного масла (см. рис.2,3), износа основных деталей цилиндропоршневой группы, газораспределительного механизма базового и конвертированного двигателей типа В-2. Получены аналитические зависимости, описывающие изменение параметров ДВС в зависимости от наработки. Показано, что скорость изменения параметров конвертированного двигателя (246 кВт при 1400 мин^{-1}) выше, чем базового (618 кВт при 2000 мин^{-1}), по номинальной мощности – в 1.9 раза, по удельному расходу топлива – в 1.5 раза, по удельному расходу масла на угар – в 2.3 раза. Определена, с учетом допуска на изменение параметров, наработка дизелей типа В-2 до наступления параметрического отказа.

Третья глава посвящена

разработке математической модели расходования ресурса конвертированного двигателя. Анализ имеющихся по данной теме работ показал, что в основу математической модели расходования ресурса конвертированного двигателя должны быть заложены следующие принципы:

- предполагается, что ресурсные показатели базового двигателя, режимы эксплуатации базового и конвертированного двигателя известны,

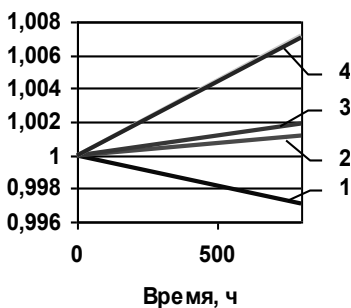


Рис. 3. Относительное изменение показателей конвертированного дизеля: 1 – номинальная мощность; 2 – часовой расход топлива; 3 – удельный расход топлива; 4 – часовой расход масла на угар

закон распределения параметров надежности базового и конвертированного двигателя одинаковы (т. е. можно оперировать с центром распределения ресурса и не учитывать разброс параметров);

- наработка двигателя до наступления параметрического (постепенного) отказа определяется скоростью процесса изнашивания, функционального (внезапного) отказа – скоростью процесса накопления повреждений, которая, в свою очередь, определяется суммарным воздействием инерционных сил, газовых сил, тепловых нагрузок (макротепломен), переменного скоростного режима (ускорений);

- задача прогнозирования ресурса может быть решена с использованием физико-статистической математической модели, основанной на физических моделях изнашивания и накопления повреждений, и статистических данных по типичным режимам нагружения базового и конвертированного двигателей в составе объектов применения, принципах линейного суммирования повреждений и суперпозиции.

В самом общем виде, связь между нагрузкой (напряжением, амплитудой, размахом) S и числом циклов N при работе на разных режимах описывается уравнением Веллера:

$$S_1^m \cdot N_1 = S_2^m \cdot N_2 = const, \quad (1)$$

где m - показатель степени, зависящий от свойств материала, характера действующей нагрузки, индексы 1 и 2 соответствуют первому и второму режимам.

Суммарное накопление повреждений от j -го фактора за единицу времени по спектру эксплуатационных режимов определяется с учетом частотности f_i возникновения i -го режима:

$$C_j = \sum_1^i \left(\sqrt{V_i} \cdot S_i^m \cdot f_i \right), \quad (2)$$

Относительная скорость накопления повреждений от j -го фактора конвертированного двигателя (по отношению к базовому):

$$K_j = \frac{C_j}{C'_j}, \quad (3)$$

где символ «'» относится к базовому двигателю.

Скорость накопления повреждений от инерционных нагрузок, которые пропорциональны квадрату частоты вращения, после несложных преобразований уравнения (2) может быть представлена в виде:

$$C_n = \sum_1^i C_i^{2m+1} \cdot f_i, \quad (4)$$

где n_i – частота вращения коленчатого вала на i -ом режиме.

Скорость накопления повреждений от газовых сил, амплитуда которых определяется максимальным давлением сгорания P_z :

$$C_{Pz} = \sum_1^i C_{zi}^m \cdot n_i \cdot f_i. \quad (5)$$

Оценка влияния теплонапряженности на ресурсные показатели дизеля производится по критерию фирмы «Доксфорд»:

$$q = k \cdot \left(\frac{G_m}{F_n} \right)^a \cdot \frac{1}{(A \cdot n \cdot S_\Sigma \cdot \rho_a)^b}, \quad (6)$$

где G_m – часовой массовый расход топлива; F_n – площадь поршня; S_Σ – суммарный ход поршней; ρ_a – плотность воздуха на входе в цилиндр; $A = \varepsilon / (\varepsilon - 1)$, где ε – степень сжатия; a и b – показатели степени, зависящие от рассматриваемой поверхности; k – коэффициент пропорциональности.

С использованием выражения (6) и «классических» уравнений, описывающих процесс политропического сжатия, получим формулу для определения условной скорости накопления повреждений от воздействия макротеплосмен на i -ом режиме:

$$C_{Ti} = \left(\frac{G_{mi}}{G_{mi \text{ nom}}} \right)^a \cdot \left(\frac{n_{\text{nom}}}{n_i} \cdot \left(\frac{P_{k \text{ nom}}}{P_{ki}} \right)^{0.61} \right)^b, \quad (7)$$

где P_k – давление воздуха перед органами впуска, символ «*nom*» относится к режиму, выбранному в качестве номинального.

Скорость накопления повреждений от воздействия макротеплосмен:

$$C_T = \sum_1^i C_{Ti}^m \cdot f_i \cdot n_i. \quad (8)$$

Скорость накопления повреждений от воздействия переменной частоты вращения (ускорений – ε):

$$C_{\varepsilon} = \sum_1^i \left(|\varepsilon|^m \cdot f_i \cdot n_i \right). \quad (9)$$

Относительная суммарная скорость накопления повреждений $K_{\Sigma\phi}$ конвертированного двигателя, ведущих к функциональному отказу, определяется в соответствии с гипотезой линейного суммирования повреждений и принципом суперпозиции (независимости действия сил):

$$\frac{1}{K_{\Sigma\phi}} = \sum_1^i \left(\frac{1}{K_j} - 1 \right). \quad (10)$$

Износ двигателя обусловлен силами трения, которые пропорциональны давлению механических потерь P_m , определяемых формулой Chen-Flynn:

$$P_m = K_1 + K_2 \cdot P_z + K_3 \cdot c_n + K_4 \cdot c_n^2, \quad (11)$$

где c_n - средняя скорость поршня; $K_{1...4}$ – константы.

Условная скорость изнашивания:

$$C_{изн} = \sum_1^i \left(c_m \cdot f_i \cdot n_i \right). \quad (12)$$

Относительная скорость изменения параметров конвертированного двигателя по результатам обработки экспериментальных данных равна: для номинальной мощности – $K_{Ne} = 1/1.92$, удельного расхода топлива – $K_{ge} = 1/1.51$, удельного расхода масла – $K_{gm} = 1/2.32$. Зависимость относительной скорости изменения параметров от относительной скорости изнашивания определена в 4-й главе для режимов нагружения конвертированного двигателя в составе промышленного трактора.

Показатель ресурса (гамма-процентный ресурс) конвертированного двигателя R до наступления функционального или параметрического отказа определяется, исходя из известного значения ресурса базового двигателя R' и вычисленной относительной скорости накопления повреждений, изнашивания и изменения параметров K :

$$R = R' / K. \quad (13)$$

При отсутствии данных по амплитудным значениям газовых сил, для их оценки предлагается использовать модель рабочего цикла ДВС на основе системы дифференциальных уравнений массового и энергетического балансов, которая позволяет с достаточной точностью определить величину P_z .

Предложенная математическая модель расхода ресурса и методика прогнозирования ресурса конвертированных дизелей имеют следующие преимущества (отличия) по сравнению с существующими:

- модель может быть использована на стадии расчета и проектирования конвертированного дизеля (при отсутствии экспериментальных данных);

- модель включает подмодель расхода ресурса дизеля вследствие накопления усталостных и термических повреждений, что позволяет определить наработку двигателя не только до параметрического, но и до функционального отказа;

- предложено выражение для оценки влияния макротеплосмен на скорость накопления повреждений дизеля;

- учитывается влияние на скорость изнашивания, как продолжительности действия газовых и инерционных сил, так и их амплитуды;

- скорость изменения основных параметров двигателя определяется в зависимости от скорости изнашивания.

В *четвертой главе* выполнена расчетная оценка изменения ресурса конвертированного двигателя типа В-2, предназначенного для работы в составе промышленного трактора кл. 25 по сравнению с базовым. Проведен анализ особенностей и статистическая обработка данных наблюдений по режимам эксплуатации объектов применения двигателей. Выявлено частотное распределение возникновения факторов, влияющих на ресурсные показатели и их амплитуду (см. рис. 4...7).

Установлено, что режимы нагружения конвертированного двигателя в составе трактора отличаются большей неравномерностью и цикличностью (цикл состоит из рабочего хода, отката и охлаждения), в то же время амплитудные значения факторов, влияющих на накопление повреждений, износ и изменение параметров, больше у базового двигателя. Условное накопление повреждений и износа, отнесенное к ресурсу, на транспортных и пусковых режимах эксплуатации для конвертированных и базовых двигателей примерно равны, поэтому при определении относительной скорости расхода ресурса этими режимами можно пренебречь.

С использованием математической модели рабочего цикла ДВС определены средние и амплитудные значения газовых сил, давление механических потерь. Расчетная оценка относительной скорости изменения ресурсных показателей конвертированного двигателя в составе промышленного трактора показала, что в наибольшей степени дефорсирование конвертированного двигателя сказывается на увеличении долговечности деталей кривошипно-шатунного механизма вследствие уменьшения инерционных нагрузок, в наименьшей – на головку цилиндра, которая подвергается воздействию газовых сил и теплосмен (см. таблицу). Предложены техни-

ческие решения по повышению ресурса дизеля типа В-31М за счет применения деталей цилиндропоршневой группы с более высокими показателями долговечности.

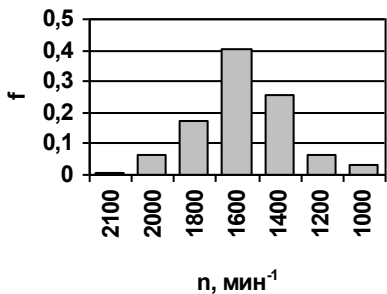


Рис.4. Гистограмма суммарного распределения частоты вращения коленчатого вала базового двигателя по времени

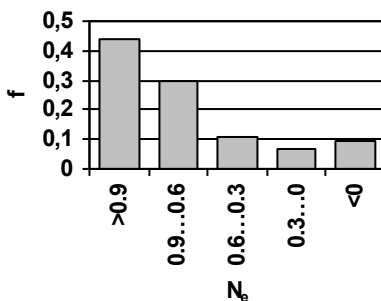


Рис.5. Гистограмма суммарного распределения нагрузки базового двигателя по времени

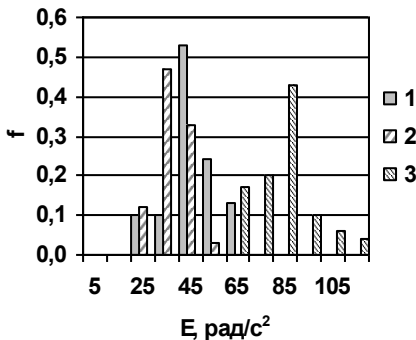


Рис.6. Распределение максимальных угловых ускорений коленчатого вала двигателя при работе трактора в режиме бульдозирования: 1 – разгон; 2 – торможение; 3 – размах колебаний ускорений (разгон-торможение)

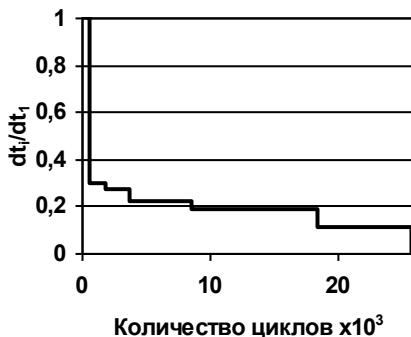


Рис.7. Упорядоченная диаграмма макротеплосмен тракторного двигателя за 1000 часов (dt_i/dt_1 – отношение размаха i -ой теплосмены к максимальной)

Изменение скорости накопления повреждений конвертированного двигателя

Фактор	Значение 1/К для фактора				
	поршень	головка цилиндра	детали КШМ и ГРМ	гильза цилиндра	суммарный
Инерционная нагрузка (частота вращения)	5,48	-	23,2	-	5,48
Газовые силы	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Теплосмены	2,82	2,31	-	2,62	2,31
Ускорения (переменный скоростной режим)	2,07	-	2,07	-	2,07
Суммарное изменение относительной скорости накопления повреждений	9,90	3,84	25,8	4,15	9,39

Относительное уменьшение скорости износа конвертированного двигателя составляет 2.14, скорости изменения параметра номинальной мощности – 1.65, номинального удельного расхода топлива - 1.30, расхода масла на угар – 1.98.

Расчетная величина 90 % гамма-процентного ресурса конвертированного двигателя превышает полученную по результатам длительных и эксплуатационных испытаний и записанную в технических условиях на 26 %, что подтверждает адекватность предложенной математической модели и методики.

Проведен расчетный эксперимент по оценке влияния уровня деформирования дизеля по частоте вращения и мощности (выраженной через амплитудные значения газовых сил) на относительное изменение скорости расходования ресурса. Зависимость относительной скорости накопления повреждений конвертированного двигателя вследствие воздействия инерционных сил:

$$K_n = 3.17 \cdot \left(\frac{n}{n'} \right)^{8.6}, \quad (14)$$

газовых сил:

$$K_{P_z} = 1.21 \cdot \left(\frac{n}{n'}\right) \cdot \left(\frac{P_z}{P'_z}\right)^6, \quad (15)$$

макротеплосмен:

$$K_T = 7.48 \cdot \left(\frac{n}{n'}\right)^{1.13} \cdot \left(\frac{P_z}{P'_z}\right)^{10.6}. \quad (16)$$

Для практически значимого диапазона $1 \leq \frac{n}{n'} \leq 0.6$ и $1 \leq \frac{P_z}{P'_z} \leq 0.7$ была получена зависимость суммарной относительной скорости накопления повреждений:

$$\frac{1}{K_\Sigma} = -0.98 + 0.91 \cdot \left(\frac{P_z}{P'_z}\right)^{-8.05} + 0.77 \cdot \left(\frac{n}{n'}\right)^{-6.62}. \quad (17)$$

Зависимость относительной скорости изнашивания конвертированного двигателя вследствие воздействия сил трения может быть представлена формулой без учета малозначащего параметра P_z :

$$K_{изн} = 1.83 \cdot \left(\frac{n}{n'}\right)^{1.85}. \quad (18)$$

Относительная скорость изменения номинальных параметров мощности, удельного эффективного расход топлива и расхода масла на угар может быть представлена соответствующими выражениями:

$$K_{Ne} = 0.90 \cdot K_{изн}, \quad (19)$$

$$K_{ge} = 0.71 \cdot K_{изн}, \quad (20)$$

$$K_{gm} = 1.08 \cdot K_{изн}. \quad (21)$$

Установлено, что вследствие более выраженной цикличности режимов нагружения и высокой амплитуды изменения факторов, определяющих ресурсные показатели (особенно газовых сил и ускорений), при использовании базового двигателя типа В-2 без конструктивных и регулировочных изменений в составе промышленного трактора его ресурс уменьшится примерно на 30 %.

По результатам исследования сформулированы рекомендации по выбору номинальных значений уровня газовых сил и частоты вращения конвертированного двигателя типа В-2, предназначенного для работы в соста-

ве промышленного трактора кл. 25, которые должны подбираться в соответствии с рис.8.

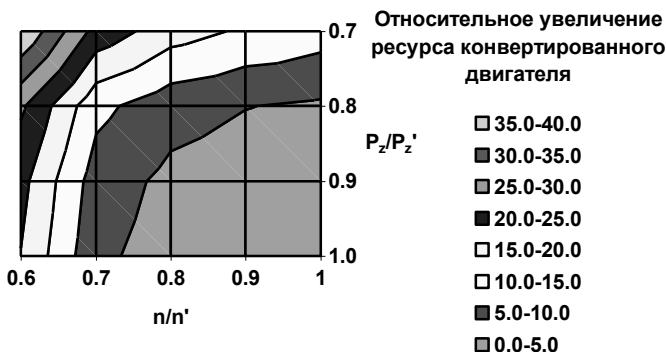


Рис.8. Зависимость относительного увеличения ресурса конвертированного двигателя от относительного изменения газовых сил и номинальной частоты вращения коленчатого вала

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В ходе исследования разработаны математическая модель расходования ресурса и методика прогнозирования ресурса дизелей типа В-2, позволяющие уменьшить затраты времени и материальных средств на создание их конвертированных модификаций, в том числе:

1. На основе анализа экспериментальных данных выполнена оценка влияния различных факторов на износ деталей, накопление повреждений и изменение параметров базового и конвертированного двигателя.

Показано, что ресурсные показатели, как базового, так и конвертированного двигателя определяются, в первую очередь, износом деталей кривошипно-шатунного механизма и цилиндропоршневой группы.

Определена скорость изменения параметров конвертированного двигателя (246 кВт при 1400 мин^{-1}), которая выше, чем базового (618 кВт при 2000 мин^{-1}) по N_e – в 1.9 раза, по g_e – в 1.5 раза, для g_m – в 2.3 раза.

2. Разработаны математическая модель расходования ресурса и методика прогнозирования ресурса дизелей типа В-2. Погрешность расчета 90 % гамма-процентного ресурса конвертированного двигателя в составе промышленного трактора кл. 25 составила 26 %.

3. Обобщены данные по типовым режимам нагружения дизелей типа В-2 и их конвертированных модификаций в составе типичных объектов применения в условиях эксплуатации. Определено частотное распределе-

ние возникновения факторов, влияющих на ресурсные показатели и их амплитуду.

4. Выполнена расчетная оценка влияния различных факторов на ресурсные показатели конвертированного дизеля типа В-2 в составе промышленного трактора кл. 25, получены соответствующие аналитические зависимости.

Установлено, что суммарная скорость накопления повреждений конвертированного двигателя в 9.39 раза ниже, чем базового.

Изменение относительной скорости износа конвертированного двигателя составляет 2.14, скорости изменения параметра номинальной мощности – 1.65, номинального удельного расхода топлива – 1.30, расхода масла на угар – 1.98.

5. Получены аналитические выражения, позволяющие определить номинальную частоту вращения и уровень газовых сил, обеспечивающих нормативные значения показателей надежности конвертированного дизеля в составе промышленного трактора кл. 25 т.

Предложены технические решения по повышению ресурса дизеля типа В-31М за счет применения деталей цилиндропоршневой группы с более высокими показателями долговечности.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

а) в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Шикин, А.С. Улучшение пусковых характеристик дизелей типа ЧН15/18 использованием масловпрыска / А.А. Малозёмов, К.В. Роднов, А.С. Шикин, В.Н. Бондарь // Ползуновский вестник. – Вып. 1-2. – Барнаул, 2009. – С. 298 – 305.

2. Малозёмов, А.А. Расчетно-экспериментальная оценка влияния уровня дефорсирования на ресурс дизеля типа В-2 / А.А. Малозёмов, А.С. Шикин // Вестник ЮУрГУ. - № 24. – Вып. 13. – Серия «Машиностроение». – Челябинск, 2009. – С. 89 – 96.

б) в других изданиях:

3. Шикин, А.С. Проблемы и задачи разработки двигателей двойного назначения / А.С. Шикин // Научный вестник ЧВВАКИУ. – Вып. 19. – Челябинск: ЧВВАКИУ, 2007. – С. 138–143.

4. Шикин, А.С. Основные положения концепции комплексной испытательной технологии дизелей специального назначения / В.Н. Бондарь, К.В. Роднов, А.С. Шикин // Экологические проблемы энергоустановок с тепловыми двигателями. Барнаул, 2007. – С. 45–50.

5. Шикин, А.С. Испытательные технологии дизелей двойного назначения / А.С. Шикин // Известия Международной академии аграрного образования. – Вып. 7 (2008). – Том 1. – СПб, 2008. – С. 193–197.

6. Шикин, А.С. Снижение механической и тепловой напряженности деталей форсированного дизеля двойного назначения 4ЧН15/20.5 уменьшением степени сжатия / А.С. Шикин // Материалы международной научно-технической конференции «Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин» - Тюмень: ГОУВПО ТГНУ, 2009. – С. 395-399.

7. Шикин, А.С. Ускоренные испытания двигателей двойного назначения / А.С. Шикин // Материалы XIII Всероссийской конференции по проблемам науки и высшей школы: «Фундаментальные исследования и инновации в технических университетах». – СПб, 2009. – С. 87-89.