

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Кулакова Александра Тихоновича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта Набережночелнинского института (филиала) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» на диссертационную работу *Чекмарева Василия Васильевича*, выполненную на тему: «Повышение долговечности корпусных деталей компенсаторами температурных напряжений (на примере головок цилиндров автотракторных двигателей ЯМЗ и АМЗ)», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

1. Актуальность темы диссертации

Надежность и экономичность сельскохозяйственной техники, находящейся в эксплуатации, не в полной мере отвечает современным требованиям, сокращающееся количество тракторов лишь на 50–60% удовлетворяет потребности сельского хозяйства в технике и значительно возрастает удельная нагрузка на технику, находящуюся в эксплуатации.

Форсирование ДВС, повышение эффективной мощности автотракторных двигателей при снижении их металлоемкости приводит к повышению температурных напряжений до предельных уровней для материалов, из которых изготовлены эти детали. повышению количества отказов, в том числе термоусталостных трещин в перемычках между клапанами газораспределения и форсуночным отверстием. По причине выбраковки головок цилиндров с такими дефектами хозяйства РФ несут значительные потери, а существующие способы повышения долговечности и восстановления головок с термоусталостными трещинами недостаточно эффективны и не нашли широкого применения.

Актуальность работы определяется изношенностью парка эксплуатируемых дизелей, при котором резервом повышения эффективности использования техники, экономии материальных и сырьевых ресурсов является разработка современных методов повышения долговечности ответственных и дорогостоящих деталей ДВС и их восстановления.

2. Степень обоснованности научных положений и выводов сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность результатов исследований и выводов обусловлены теоретическими и экспериментальными исследованиями, использованием современных приборов и оборудования.

По результатам исследований сформулировано 8 выводов, а также рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

Вывод первый является обобщающим и подтверждает, что соискателем решена проблема совершенствования технологии ремонта головок цилиндров автотракторных дизелей с термоусталостными трещинами.

Вывод второй посвящен анализу дефектов головок цилиндров и существующих способов восстановления. Вывод достоверен, основан на достаточном количестве проанализированных данных, подтверждает актуальность работы, адекватность поставленной цели и задач для ее достижения. Обосновывает первое защищаемое положение.

Вывод третий сообщает, что автором предложена методика теоретического прогнозирования долговечности деталей после их восстановления на основе исследования термомеханической напряженности и характеристик термической усталости материала. Вывод нов, достоверен, обосновывает второе защищаемое положение.

Вывод четвертый отмечает, что автором разработана математическая модель расчета теплового и теплонапряженного состояния головок цилиндров на основе метода конечных элементов с обоснованием граничных условий для исследуемых ДВС на номинальных режимах работы. Вывод нов, достоверность его подтверждена результатами экспериментального определения температур. Вывод обосновывает третье защищаемое положение.

Вывод пятый о том, что автором обоснованы и разработаны способы восстановления головок цилиндров, заключающиеся во введении в огневое днище компенсаторов напряжений в виде деконцентраторов напряжений и вставных огневых днищ для головок с различной глубиной трещин. Новизна вывода подтверждена авторским свидетельством №1792129 и патентом на изобретение РФ №2262610. Вывод достоверен, обобщает материалы, представленные в третьей и четвертой главах диссертационной работы.

Вывод шестой содержит материалы анализа расчетных данных математического моделирования и сравнения температурных перепадов и температурных напряжений в местах головок цилиндров наиболее подверженных усталостным воздействиям. Также представлены сравнительные результаты термоусталостной прочности головок цилиндров с

деконцентраторами напряжений, определённые экспериментально и по авторской методике, изложенной в теоретической главе. Вывод достоверен, подтверждает удовлетворительную сходимость прогнозируемых показателей термоусталостной прочности с экспериментальными данными, обладает новизной и обосновывает четвертое защищаемое положение.

Вывод седьмой посвящен эксплуатационным испытаниям головок цилиндров, восстановленных разработанным автором способами. Автором отмечается, что долговечность восстановленных головок цилиндров не менее чем в два раза превышает долговечность новых. Вывод является основополагающим для экономической оценки внедрения в производство разработок автора, но недостаточно подтвержден и достоверен.

Вывод восьмой дает оценку экономической эффективности от внедрения в производство способов восстановления головок цилиндров с термоусталостными трещинами на тепловоспринимающей поверхности. Вывод достоверен, подтверждается соответствующими расчетами и актами в приложении. Вывод обосновывает пятое защищаемое положение.

В целом выводы достоверны, хотя следует отметить, что вывод третий отличается от вывода, представленного в автореферате и в этом же выводе номер формулы (18) должен быть заменен на (3.29). Вывод седьмой не достаточно достоверен. Все выводы имеют научную новизну и практическую значимость.

3. Значимость полученных результатов для науки и практики, рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Значимость для науки представляют:

- методика теоретической оценки повышения долговечности теплонапряженных деталей на основе исследований термомеханической напряженности и характеристик малоциклового термической усталости головок цилиндров дизелей;

- математические модели теплонапряженного состояния головок цилиндров автотракторных дизелей с непосредственным впрыском топлива и методика определения граничных условий их работы на номинальном режиме;

- теоретическое обоснование новых конструктивно-технологических методов повышения термоусталостной прочности при восстановлении головок цилиндров дизелей.

Практическую значимость представляют:

- новые способы повышения долговечности и технологические процессы восстановления головок цилиндров дизелей с термоусталостными трещинами в межклапанных перемычках (А.С. № 1792129, Пат. №2262610);

- рекомендации по восстановлению головок цилиндров с трещинами в межклапанных перемычках глубиной более 5 мм способом замены огневого днища при выполнении деконцентраторов напряжений;

- технико-экономические показатели эффективности от внедрения в производство разработанных автором способов и технологических процессов восстановления головок цилиндров дизелей семейства ЯМЗ и АМЗ с трещинами термической усталости.

Конкретные пути использования результатов диссертации:

- при разработке конструктивно-технологических методов повышения термоусталостной прочности головок цилиндров дизелей заводами – изготовителями, а также в НИИ и проектно-конструкторских организациях при проектировании новых конструкций ответственных корпусных деталей ДВС;

- в организациях технического сервиса при ремонте сельскохозяйственной техники, оснащенной дизельными двигателями;

- в высших и средних специальных учебных заведениях, учреждениях повышения квалификации и профессиональной переподготовки кадров при чтении лекций, проведении лабораторных работ и практических занятий, выполнении промежуточных и выпускных квалификационных работ.

4. Оценка содержания диссертации, ее завершенности и оформления, научной работы соискателя в целом

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и 11 приложений. Основной текст изложен на 271 странице машинописного текста, диссертация иллюстрирована 108 рисунками и 26 таблицами, содержит список использованной литературы из 179 наименований, из которых 11 на иностранном языке.

Во введении обосновывается актуальность избранной темы, степень разработанности темы, научная новизна, практическая значимость, апробация результатов, сформулированы научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Постановка проблемы. Цель и задачи исследования» приведен анализ составляющих общего напряженного состояния объекта исследований – головок цилиндров ДВС, произведена оценка дефектов головок цилиндров, возникающих при эксплуатации, а также анализ способов восстановления головок с наиболее часто повторяющимся дефектом – термоусталостными трещинами в перемычках между форсуночным отверстием и гнездами клапанов газораспределения.

В целом материалы главы, изложенной на 44 страницах, в достаточной степени отражают основное содержание ее подразделов.

К числу замечаний по этой главе следует отнести то, что на стр. 36 автором описывается влияние монтажных напряжений при затяжке шпилек и совершенно не упоминается напряжения от затяжки форсунки и её стакана. Эти напряжения нельзя не учитывать, т.к. они оказывают существенное влияние на усталость металла и появление трещин в этой зоне.

Кроме того, в работе не приведены данные, подтверждающие и обосновывающие существование предельного состояния головок цилиндров и дизелей в зависимости от общего коробления, наличия и глубины трещин. Также нет данных о том, какую часть ресурса головки цилиндров дизелей работают с трещинами до образования сквозных трещин.

Во второй главе «Методология и методы выполнения работ. Структура исследования» автором разработана структурно-логическая схема диссертационного исследования, выбрана методология проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Достоинствами данной главы, изложенной на 34 страницах, является то, что соискатель разработал и представил специальную методику термоциклирования образцов в условиях максимально приближенных к условиям работы головки цилиндров ДВС при номинальном режиме его работы.

Замечание по главе: На стр. 93 автором приводится ссылка на не существующий (рисунок 33).

В третьей главе «Теоретические предпосылки к повышению долговечности головок цилиндров» автором приводится теоретический анализ термоусталостного режима работы материала (чугуна) с

представлением его в классической графической интерпретации в виде диаграммы механического гистерезиса (рис. 3.1). На основе этого анализа и с учетом нелинейности модуля упругости приводится аналитическая зависимость (3.4) расчета температурных напряжений. Далее автор на основе диаграммы обосновывает и приводит формулу общих суммарных напряжений (3.13) и объяснения, каким образом происходит накопление напряжений в деталях, работающих в термоусталостном режиме. На основе анализа существующих теоретических методов оценки долговечности деталей при циклическом нагружении, автор предлагает собственное решение проблемы прогнозирования долговечности деталей при их восстановлении.

В данной главе автор описывает математическое моделирование теплонапряженного состояния головок цилиндров исследуемых ДВС. Подробно рассматривает вопросы задания граничных условий, что позволяет в результате получить сходимость расчетных значений температур в головках цилиндров с экспериментальными данными. В конце главы приводится теоретическое обоснование предлагаемых способов повышения долговечности и восстановления.

Третья глава занимает 79 страниц и является самой объемной и основополагающей, так как и требуется для докторской диссертации.

Замечания по главе:

1. На стр.100 автор приводит формулу (3.4) расчета напряжений и утверждает, что наряду с релаксацией происходит деформация ползучести ϵ_{pt} , однако следует отметить, что ползучесть происходит при высокой температуре (0,4 - 0,6 $t_{кр.}$), достигающей значений 600°C и выше и при постоянной нагрузке в течение продолжительного времени, составляющего более 100 часов. В работе автотракторных дизелей такие условия практически отсутствуют.
2. При расчете долговечности термически нагруженной детали (стр. 108) приводится формула (3.29), полученная на основе приведенной логарифмической кривой (рис. 3.3). Не ясно, как в этой формуле учитываются монтажные и остаточные напряжения, а также от коробления, которые описываются в первой главе.
3. При описании граничных условий математической модели тепловой напряженности не приведены данные о механических нагрузках в головке цилиндров, которые она испытывает при работе. Не ясно учитывались ли они в расчетах.

4. Не предложено согласованное решение по обеспечению долговечности новых головок цилиндров на протяжении заявленного ресурса дизеля до ремонта.

В четвертой главе «Экспериментальные исследования и обоснование способов восстановления головок цилиндров» приводятся результаты проведения лабораторных и стендовых испытаний экспериментальных образцов и головок цилиндров, восстановленных разработанными автором способами. Приводится проверка сходимости теоретических положений диссертации с экспериментальными. Расхождение между ними, по утверждению автора, составляет 9%.

Замечания по главе:

1. Полученный коэффициент $m=4,513$ (стр. 228) значительно отличается от коэффициента m в формуле Коффина, который для чёрных металлов рекомендуется равным $m \approx 1/2$;
2. При выполнении одного деконцентратора напряжений (стр. 195, 196), автор говорит о слишком высоких значениях напряжений в основании деконцентратора, а при выполнении двух – не упоминается о том, как изменились напряжения в этом месте.

В пятой главе «Разработка технологий восстановления головок цилиндров и эффективности их использования в производстве» приводится описание технологических процессов, разработанных на основе предложенных способов восстановления головок цилиндров, даны рекомендации по применению этих способов на предприятиях технического сервиса, производящих капитальный ремонт автотракторных дизелей. Произведена технико-экономическая оценка внедрения разработанных технологий восстановления головок цилиндров с трещинами различной глубины.

Замечания по главе:

1. На стр. 232 автор в последнем абзаце указывает, что в приложениях приводятся чертежи уплотнительной втулки и ступенчатого зенкера. На самом деле таких приложений не найдено.
2. Не ясно, какое отношение к рисунку 5.6 имеет формула 5.1?

В целом текст диссертации изложен технически грамотно, материалы исследований сопровождаются качественно выполненным иллюстративным материалами и таблицами. Общее количество погрешностей не велико и оформление работы в целом отвечает предъявляемым требованиям.

5. Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие автореферата основным положениям диссертации

Основное содержание докторской диссертации отражено в кандидатской диссертации и в 40 научных работах, список которых представлен в автореферате. В их числе четырнадцать работ опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также по работе имеется авторское свидетельство и два патента на изобретение. В списке трудов автора представлены работы глубиной до 30 лет. Список использованных источников также содержит работы 1954 года. Приведенные в приложении договоры и акты на выполнение НИР также относятся к периоду 1986-1988 годов и более приемлемы к кандидатской диссертации автора от 1987 года.

Автореферат включает общую характеристику и краткое изложение содержания работы. Структура изложения диссертации сохранена в автореферате. Содержание автореферата и заключение соответствуют основным положениям диссертации. В диссертационной работе, автореферате выводы и основные результаты работы акцентируются на обоснование и внедрение технологий ремонта, хотя в работе наиболее ценным представляется теоретическое и методическое исследование. В качестве замечания по работе следует отнести то, что за приведенный период работы нужно бы исключить трещинообразование конструктивно-технологическими мерами на производстве двигателей и привести соответствующие результаты и акты. Не приведены согласования с производителями и разработчиками дизелей. В этом плане неуместны заключительные разделы автореферата с рекомендациями производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Чекмарева Василия Васильевича является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения обеспечения долговечности корпусных деталей при термической усталости, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, по восстановлению головок цилиндров автотракторных дизелей с трещинами, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, что

соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Чекмарев Василий Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве».

Заведующий кафедрой
эксплуатации автомобильного транспорта
Набережночелнинского института (филиала)
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»,
д-р техн. наук, доцент


А.Т. Кулаков

Отзыв составлен 05 декабря 2018 г.

Сведения об авторе отзыва:

Кулаков Александр Тихонович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой эксплуатации автомобильного транспорта Набережночелнинского института (филиала) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Диссертация на тему «Повышение надежности автотракторных дизелей путем совершенствования процессов смазки, очистки и технологии ремонта основных элементов» защищена в 2007 году по специальности 05.20.03.

423812, Республика Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Сююмбике, д. 10А,
тел. +7 (8552) 39-71-40; +7 (8552) 39-59-72.

Подпись и данные места работы А.Т. Кулакова заверяю:

