

ОТЗЫВ

официального оппонента Кравченко Игоря Николаевича на диссертационную работу Чекмарева Василия Васильевича «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»

Актуальность темы диссертации. В условиях не прекращающегося форсирования дизельных двигателей высокий уровень удельных нагрузок испытывают наиболее ответственные детали ДВС, образующие камеру сгорания. Одной из этих деталей является головка цилиндров. Учитывая то, что, из соображений экономичности, наибольшее распространение получили ДВС с непосредственным впрыском топлива, конструкция тепловоспринимающей поверхности головки цилиндров помимо гнезд клапанов газораспределения имеет еще и форсуночное отверстие в центральной части. Все это при ограниченном теплоотводе и режимах работы, сопровождающихся значительными перепадами температур, создаёт условия, при которых появляются термоусталостные трещины в огневом днище головок цилиндров. Из общего потока дефектов головок цилиндров большинство приходится трещины в перемычках между форсуночным отверстием и гнездами клапанов.

Применение технологий восстановления головок цилиндров с термоусталостными трещинами ограничено по ряду причин, среди которых такие как технологические трудности заварки чугуна – материала головок цилиндров, невысокая надежность способов стягивания трещин, ограниченность в применении других.

Высокая стоимость головок цилиндров, затраты времени на их замену обуславливают необходимость разработки методов и технологий восстановления с повышением их долговечности, что позволит экономить материальные, трудовые и энергетические ресурсы, сократить время простоев машин и повысить их техническую готовность к выполнению различных работ.

Поэтому необходимость научного обоснования технических и технологических решений, направленных на повышение ресурса такой корпусной детали, как головка цилиндров после ремонта до уровня новой или близкого к нему за счет применения разработанных эффективных способов восстановления, является одной из **актуальных задач**.

В отличие от известных работ, выполненных в этой области, автором рассматриваются способы восстановления головок цилиндров с трещинами путем введения компенсаторов напряжений, позволяющие не только понизить величины температурных перепадов и напряжений, увеличить ресурс этих деталей и определить технологические возможности их применения, но и позволяющие получить значительный экономический эффект за счет:

нанесения на тепловоспринимающую поверхность головки цилиндров деконцентраторов напряжений по обе стороны от форсуночного отверстия для условий незначительных по глубине трещин;

установки вставных огневых днищ в специальную расточку для головок цилиндров с большей глубиной трещин;

повторной установки вставных огневых днищ, что позволило значительно повысить суммарный ресурс головок цилиндров.

Проведенное автором в работе целенаправленное исследование по вопросам прогнозирования долговечности корпусных деталей из чугуна, с научным обоснованием способов и технологических процессов их восстановления является основой повышения эксплуатационной надежности автотракторных дизелей при значительном снижении материальных, и топливно-энергетических ресурсов.

На основании вышеизложенного, на мой взгляд, диссертационная работа посвящена решению актуальной **научной задачи**, заключающейся в:

разработке методического аппарата, обеспечивающего математическое моделирование теплонапряженности головок цилиндров, теоретическое прогнозирование термоусталостной прочности после их восстановления на основе расчетных напряжений и характеристики материала, полученной

эмпирически;

в теоретическом обосновании и дальнейшей конструкторско-технологической проработке, предложенных автором, способов восстановления головок цилиндров с термоусталостными трещинами в перемычках на огневом днище головок цилиндров.

Автором по теме диссертации опубликовано 40 научных работ, в том числе 14 работ - в ведущих журналах и изданиях, рекомендованных для публикаций ВАК России, три патента РФ. Материалы диссертации прошли достаточно широкую апробацию на межвузовских, всероссийских и международных конференциях и выставках.

Диссертационная работа Чекмарева В. В. построена в традиционном стиле, содержит введение, пять глав, заключение, список использованных источников и приложения.

Оценивая новизну изложенных в диссертационной работе исследований и практического использования полученных результатов, следует отметить, что **научная новизна работы** в целом заключается в том, что автором на основе проведенного анализа теоретических подходов к оценке долговечности деталей, работающих в термоциклическом режиме и оцениваемых количеством циклов до появления трещины, предложено решение прогнозирования выхода из строя головок цилиндров после восстановления. Разработаны способы восстановления головок цилиндров с трещинами различной стадии развития. Защищенные авторским свидетельством и патентом России. Разработанные технологии восстановления головок цилиндров ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01 и А-41 показали свою эффективность и внедрены в производство на ряде предприятий технического сервиса страны.

Из общего перечня вынесенных автором на защиту результатов исследования, которые составляют квалификационную основу диссертации, по мнению оппонента, особого внимания заслуживают следующие полученные им **научные результаты:**

1. После анализа составляющих общего напряженного состояния объекта исследований – головок цилиндров ДВС приведенного в первой главе «Постановка проблемы. Цель и задачи исследования» 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.

Автором в третьей главе «Теоретические предпосылки к повышению долговечности головок цилиндров» приводится теоретическое представление термоусталостного режима работы в классической графической интерпретации в виде диаграммы механического гистерезиса (рис. 3.1). На основе этой диаграммы и с учетом нелинейности модуля упругости чугуна приводится аналитическая зависимость (3.4) расчета температурных напряжений не встречающаяся ранее. 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 рассмотрения существующих теоретических методов оценки долговечности деталей при циклическом нагружении, автор предлагает собственное решение проблемы прогнозирования долговечности деталей после их восстановления.

2. Большого внимания заслуживает разработанная автором «математическая модель расчета теплонапряженного состояния и усталостной прочности с аналитическими выражениями для определения граничных условий для расчетной модели головки цилиндров дизеля с непосредственным впрыском топлива».

В 3 главе автор описывает математическое моделирование теплонапряженного состояния головок цилиндров исследуемых дизелей с применением метода конечных элементов и современного программного обеспечения, позволившего автору его реализовать. Подробно рассматривает

вопросы задания граничных условий, что позволяет получить сходимость расчетных значений температур в головках цилиндров с экспериментальными данными не превышающую 10%. В конце главы приводится теоретическое обоснование предлагаемых способов восстановления.

3. Результаты теоретического и экспериментального определения температур, напряжений и деформаций в головках цилиндров дизеля при работе на номинальном режиме для различных вариантов конструктивного исполнения этих деталей легли в основу разработанных автором способов восстановления головок цилиндров с термоусталостными трещинами в межклапанных перемычках.

В четвертой главе «Экспериментальные исследования и обоснование способов восстановления головок цилиндров» приводятся результаты проведения лабораторных и стендовых (стандартных и ускоренных) 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%.

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.

В целом оценка результатов исследования показывает, что разработанные автором технические и технологические решения по восстановлению головок цилиндров с термоусталостными трещинами применением новых способов установки компенсаторов напряжений обеспечивают повышение их долговечности.

Достоверность выводов и надежность разработанных автором методик и рекомендаций гарантируется всесторонним анализом работ в данной области, проводимых другими научными коллективами; обоснованным выбором исходных данных; анализом не только полученных результатов, но и их причинно-следственных связей с исходными данными; корректным планированием и проведением экспериментальных исследований, их удовлетворительной сходимостью с результатами теоретических расчетов.

Теоретическая значимость полученных результатов состоит в разработке научно-методического обоснования оценки долговечности корпусных деталей путем исследования термомеханической напряженности и характеристик термической усталости материала, в рамках которого была предложена зависимость, позволяющая оценивать изменения термоусталостной прочности при перемене теплонапряженного состояния и термоусталостных свойств материала головок цилиндров в ходе их восстановления.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанных автором рекомендациях по внедрению технологий восстановления головок цилиндров с термоусталостными трещинами на начальной стадии их развития и достигшими глубины более 5 мм. Практическая значимость диссертации очевидна и сомнений не вызывает, поскольку экономический эффект от реализации полученных научно-практических результатов в относительных единицах составляет более 25 тыс. руб. на одну головку для первого случая и 23 тыс. руб. – для второго.

Вместе с тем работа не лишена определенных замечаний. Так, в качестве замечаний можно отметить следующее:

1. На стр. 17-21 автор приводит таблицы применяемых в настоящее время энергонасыщенных двигателей в сельском хозяйстве (Таблицы 1.1 и 1.2), однако не указывается источник, из которого представлены данные в этой таблице.

2. На стр. 94 «Методика эксплуатационных испытаний» автор описывает, что экспериментальные головки цилиндров с компенсаторами напряжений (деконцентраторами и вставными днищами) представлены на Рисунке 2.23, однако фотографии со вставными днищами в тексте не представлены.

3. Согласно формулировке при релаксации сумма упругой и пластической деформации должна оставаться постоянной в каждом деформационном цикле, что видно из диаграммы на Рисунке 3.1. При этом автором в работе данное положение не поясняется.

4. На стр. 228 полученный коэффициент $m=4,513$ значительно отличается от коэффициента C в формуле Коффина, который для чёрных металлов рекомендуется равным $C \approx 1/2$.

5. На стр. 250 в предложении: «...на базе расчетных методов прогнозирования термомеханической напряженности и характеристик термической усталости материала предложена зависимость (18)...» указывает формулу, которая в работе отсутствует.

Однако указанные замечания не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы. В целом материалы диссертации изложены аргументировано и логично, технически грамотно, что характеризует соискателя как высококвалифицированного специалиста.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

1. Учитывая новизну и актуальность решаемой в работе проблемы, научную значимость и практическую направленность полученных результатов в области ремонта и восстановления машин, диссертационная работа Чекмарева Василия Васильевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу.


2. Диссертация написана единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе автора в науку ремонтного производства и развитие сельскохозяйственного машиностроения. Предложенные автором новые решения строго аргументированы и критически оценены.

3. Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней к докторским диссертациям (п.п. 9, 11, 13 Положения) и паспорту специальности 05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве», а ее автор, Чекмарев Василий Васильевич, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ,

профессор кафедры «Технический сервис машин и оборудования» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева),

доктор технических наук, профессор (05.20.03)

 Кравченко Игорь Николаевич

« 10 » декабря 2018 г.



Должность, ученую степень, ученое звание и подпись
Кравченко Игоря Николаевича заверяю:

Адрес: 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

тел.: +7(499) 977-24-10,

E-mail: kravchenko-in71. @yandex.ru