7. Щитов, С. В. Воздействие на почву тракторов с различной ходовой частью // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – №4. – С. 36-38.

8. Слюсаренко, В. В. Определение критериев сохранения плодородия почвы в процессе ее обработки / В. В. Слюсаренко, А. В. Русинов, Ю. Р. Хабибов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – №3. – С. 164-166.

УДК 621.436-224.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГОЛОВКИ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ

Черкашин Николай Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: Cherkashin_NA@ssaa.ru.

Жильцов Сергей Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail : Zhiltsov_SN@ssaa. ru.

Ключевые слова: термостойкость, напряжение, деформация, усталость, трещина.

Цель исследований – повышение термостойкости материала головки блока цилиндров (ГБЦ) с обоснованием химического состава и структуры этой детали. При малоцикловом термическом нагружении постепенно происходит релаксация термических напряжений при наличии уже образовавшейся остаточной деформации. Это приводит к появлению напряжений растяжения, особенно опасных для серого чугуна из которого изготовлена головка блока цилиндров. Предел прочности этого материала на растяжение в несколько раз меньше, чем на сжатие. С каждым термоциклом напряжения растяжения будут возрастать, так как серый чугун обладает малой пластичностью. Остаточные деформации будут возрастать и в конечном итоге приведут к возникновению термоусталостных трещин. Материал головки, серый чугун СЧ25, имеет графитовые включения пластинчатой формы. Структура материала не является оптимальной для улучшения теплопередачи, что также повышает температурные напряжения по поверхности и толщине огневого днища и приводит к появлению трещин. Этот дефект лимитирует ресурс ГБЦ. Для рационального выбора материала этой детали использовалась экспериментальная установка. На основе анализа полученных результатов исследований было выявлено, что максимальной термостойкостью, 160 термоциклов, обладает вермикулярный чугун. Повышенную термостойкость показывают чугуны с такими легирующими элементами, как медь, никель, молибден. Установлено, что использование легирующих добавок оптимального химического состава и структуры вермикулярного чугуна позволит значительно повысить долговечность головки блока цилиндров.

Одна из наиболее дорогостоящих деталей двигателя – головка блока цилиндра, у которой в процессе эксплуатации появляются трещины в межклапанных перемычках вследствие низкой термоусталостной прочности применяемого материала. Ресурс современных дизелей не превышает 7500-8000 моточасов [1].

Головка блока заменяется в среднем 4 раза в течение всего срока службы дизеля из-за наличия трещин, которые появляются в результате термического нагружения в процессе эксплуатации. Обследование ремфонда дизелей показало, что наиболее характерными дефектами ГБЦ являются термическая деформация и термоусталостные трещины (до 85%) [2]. Причина возникновения трещин на огневом днище ГБЦ – это термическая деформация, возникающая из-за циклической смены температурных режимов. Наличие трещин приводит к потере мощности, снижению работоспособности [2, 5]. Долговечность детали зависит от способности выдерживать термические напряжения без образования трещин, т.е. термостойкости. Этот показатель в значительной степени зависит от материала изготовления ГБЦ [7].

При исследованиях термостойкости головок блоков и разработке рекомендаций по ее повышению применялись различные установки, на которых имитировались условия теплового нагружения огневого днища при работе двигателя или создавались жесткие форсированные режимы для ускоренного получения термоусталостных трещин. ГБЦ современных дизелей подвергаются высоким нагрузкам. Как правило, это большие перепады температур по ширине и толщине огневого днища, механическая напряженность, возникающая при монтаже деталей. Сложная геометрия этой детали усиливает данные факторы. В результате возникают пластические деформации, которые при своем развитии проявляются в виде трещин в местах концентрации напряжений. Этими местами являются межклапанные перемычки огневого днища ГБЦ. Трещины в указанных местах определяют ресурс рассматриваемой детали, так как при своем дальнейшем развитии они нарушают герметичность водяного охлаждения и являются причиной выбраковки.

Цель исследований – повышение термостойкости материала головки блока цилиндров (ГБЦ) с обоснованием химического состава и структуры этой детали.

Задачи исследований:

1) изучить влияние химического состава и структуры материала головки блока цилиндров на термостойкость этой детали;

2) установить оптимальный материал для изготовления ГБЦ (химический состав и структуру).

Материалы и методы исследований. Лабораторные испытания для определения термостойкости производили на установке, во время работы которой для нагрева использовался принцип активного сопротивления. С помощью установки можно оперативно оценить влияние различных марок чугуна на склонность к трещинообразованию самого слабого звена – межклапанных перемычек огневого днища.

На установке имитировались условия местного перегрева зоны межклапанной перемычки ГБЦ, в условиях эксплуатации приводящего к появлению трещин.

Вместо межклапанной перемычки ГБЦ испытывали опытные образцы из различных марок чугуна. Алюминиевые головки имеют более низкие рабочие температуры и температурные перепады, наряду с этими качествами и более высокую чувствительность к температурным напряжениям. Поэтому основные направления работ в данной области – поиск легирующих добавок и подбор соответствующих структур чугуна для увеличения теплопроводности и снижения коэффициента теплового расширения, что повысит вероятность сохранения упругих деформаций для ожидаемого температурного состояния. Для изготовления опытных образцов были взяты следующие материалы: ковкий чугун, серый чугун (С=3%, С=4%), высокопрочный чугун, легированный чугун, вермикулярный чугун (рис. 1).

Рис. 1. Структуры материалов опытных образцов:
а – ковкий чугун; б – высокопрочный чугун; в – серый чугун; г – вермикулярный чугун

Образцы имели центральное отверстие, которое имитировало форсуночное отверстие ГБЦ.

Исследования проводились на установке, представленной на рисунке 2. Основные части установки: трансформатор ТСД-1000, выпрямитель, медный электрод с графитовым наконечником.

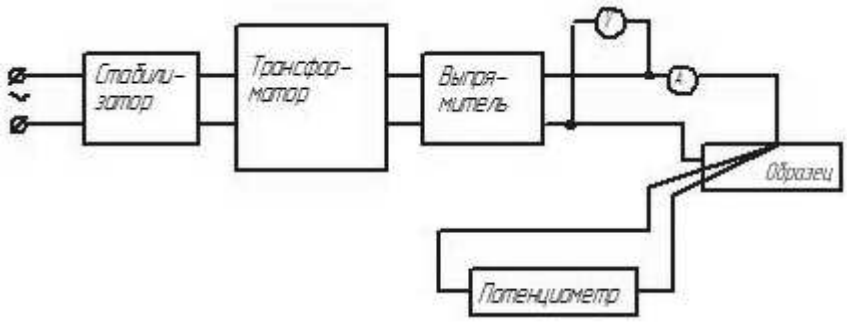

Рис. 2. Общая схема установки для определения термической усталости

Нагрев осуществляется при помощи трансформатора, два провода которого через выпрямитель подводятся к опытному образцу, установленному на специальном столе. Один провод от трансформатора закреплен на опытном образце. Другой подводится к медному подвижному электроду, установленному в специальном кронштейне над испытуемой головкой. Нижняя часть электрода выполнена в виде разрезной втулки и в ней с помощью хомута закреплен графитовый стержень. Между носком графитового стержня и плоскостью опытного образца находится пакет графитовых пластин. Геометрическая форма графитовых пластин определяется формой опытного образца.

Вторичная обмотка трансформатора замкнута через испытуемый образец. В этой цепи наибольшим сопротивлением будет обладать пакет графитовых пластин, следовательно там будет выделяться

максимальное количество теплоты. Сила тока, а также количество и толщина пластин определены экспериментальным путем. Пакет графитовых пластин состоит из 3-х пластин толщиной 1,5 мм каждая. Эти пластины в течение нескольких секунд нагреваются до высокой температуры и значительно ускоряют нагрев исследуемого образца. Для того, чтобы в процессе лабораторных экспериментов осуществлять нагрев до заданной температуры, была проведена тарировка лабораторной установки, в процессе которой контролировалось время нагрева образца до определенной температуры. Температуру поверхности регистрировали потенциометром КСП2-005 и хромель-алюмелевой термопарой, горячий спай которой находится на поверхности нагреваемого образца. В процессе тарировки контролировали также значение напряжения *U* и силу тока *I*.

Значение силы тока *I* было выбрано постоянным – 285 А. Эксперименты показали, что время нагрева значительно меняется и, в основном, зависит от величины напряжения *U*, которое изменяется в пределах от 2,5 до 3,5 В. С увеличением напряжения время нагрева уменьшается вследствие частичного прогорания графитовых пластинок. Полученная зависимость более точно учитывает характерные особенности графитовых пластин, сопротивление которых зависит от состояния их поверхностей, а следовательно, значительно влияет на нагрев.

Известно, что в современных высокофорсированных дизелях температура огневого днища головки может достигать 550°С [3, 4, 6]. Испытания на термостойкость головок цилиндров проводили путем осуществления последовательных термоциклов по режиму нагрев-охлаждение, до появления трещин.

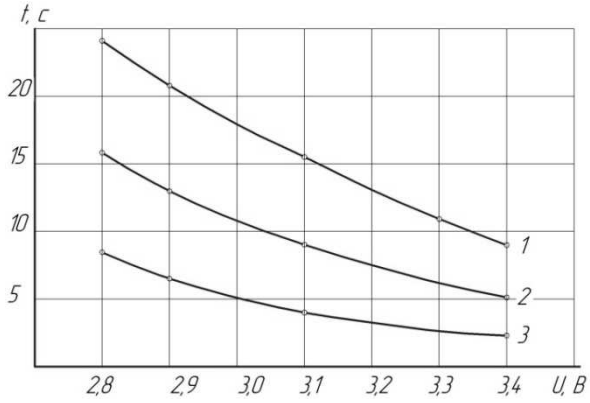

Рис. 3. Зависимость времени нагрева от напряжения
1 – при t=150^{0}C; 2-1 – при t=350^{0}C; 3 – при t=550^{0}C

Тарировка была проведена для трех уровней температур 550, 350, 150°С. Получены зависимости для четырех последовательно испытанных пакетов, для каждого уровня температуры. Таким образом, удалось упростить методику испытаний, отказавшись от использования термопар, ориентируясь при осуществлении термоциклов по секундомеру.

Результаты исследований. Результаты исследования термостойкости чугунов с различной структурой и химическим составом показаны на рисунке 4.

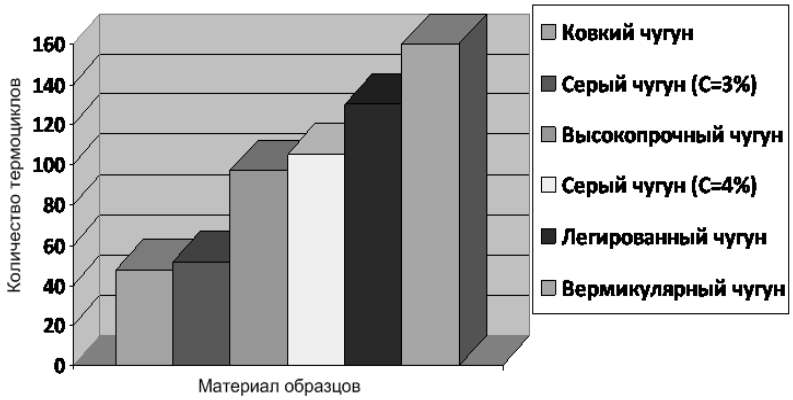

Рис. 4. Результаты исследования термостойкости различных чугунов

Материал головки, серый чугун СЧ25, подразумевает наличие графитовых включений, пластинчатой формы. Структура материала не является оптимальной для улучшения теплопередачи, что также повышает температурные напряжения по поверхности и толщине огневого днища и снижает термостойкость [7].

Повышенную термостойкость показывают чугуны с такими легирующими элементами, как медь, никель, молибден. Эти элементы препятствуют образованию внутренних окислов в чугуне при эксплуатации с чередованием циклов нагрева и охлаждения в активной газовой среде. Кремний и фосфор, наоборот, усиливают процессы внутреннего окисления.

Хороший эффект достигается при использовании высокоуглеродистых чугунов (С=4,0%) легированных медью и никелем, при содержании хрома не более 0,09-0,11%. Такие чугуны разрушаются под действием термоциклических нагрузок в среде отработанных газов значительно позже, чем серийные и, практически без следов внутреннего окисления, т.е. в результате термической усталости. Термостойкость повышается в 1,3-1,4 раза. Содержащийся в чугуне графит приобретает шаровидную форму, чугун имеет хорошие механические свойства и мало окисляется при высоких температурах.

В последние годы в машиностроении стали применять чугун с вермикулярным графитом марки ВЧ35 с удлинением до 3%, который при высокой прочности (до 450 МПа) обладает высокой пластичностью и выдерживает значительные динамические и термические нагрузки без образования трещин. Вермикулярный графит имеет промежуточную форму между пластинчатой и шаровидной формами. Благодаря такой форме графита, чугун имеет прочность, близкую к прочности чугуна с шаровидным графитом (350-500 МПа при растяжении) и повышенную, по сравнению с серым чугуном пластичность. В тоже время он обладает более высокой теплопроводностью. Усадка вермикулярного чугуна значительно меньше, чем у чугуна с шаровидным графитом.

Заключение. Использование легирующих добавок оптимального химического состава и структуры вермикулярного чугуна позволит значительно повысить долговечность корпусных деталей двигателя.

Библиографический список

1. Галенко, И. Ю. Увеличение послеремонтного ресурса двигателей / И. Ю. Галенко, О. В. Шарымов // Сельский механизатор. – 2014. – №10. – С. 32-37.
2. Захаров, А. А. Повышение долговечности головок цилиндров дизелей при восстановлении путем применения деконцентраторов напряжений : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.20.03 / Захаров Александр Анатольевич. – Саратов, 2005. – 207 с.
3. Черкашин, Н. А. Снижение напряжений в межклапанных перемычках головок цилиндров дизелей / Н. А. Черкашин, В. В. Шигаева, Г. Н. Дмитриев // Достижение науки агропромышленному комплексу : сб. науч. тр. – Самара, 2014. – С. 268-271.
4. Межецкий, Г. Д. Определение ресурса головок блоков дизельных двигателей / Г. Д. Межецкий, Н. А. Черкашин // Ресурсосберегающие методы использования сельскохозяйственной техники : сб. науч. тр. – Ульяновск, 2007. – С. 67-71.
5. Межецкий, Г. Д. Механика образования трещин в деталях двигателей внутреннего сгорания при малоцикловом термоусталостном режиме / Г. Д. Межецкий, В. В. Чекмарев, Д. В. Межецкий // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2009. – №10. – С. 54-58.
6. Захаров, А. А. Повышение долговечности головок цилиндров дизелей при восстановлении путем применения деконцентраторов напряжений : дис. … канд. техн. наук : 052003 / Захаров Александр Анатольевич. – Саратов, 2005. – 207 с.
7. Бондаренко, С. И. Влияние формы графита на термическую стойкость чугуна [Электронный ресурс] / С. И. Бондаренко, И. П. Гладкий // Вестник ХНАДУ. – 2006. – №33. – URL: http//cyperleninka/ru/areticle/n/Vliyanie-formy-grafita-na-termicheskuyu (дата обращения: 28.04.2014).

УДК 631.331

ОБОСНОВАНИЕ ПОДАЧИ СЕМЯН КАТУШЕЧНО-ШТИФТОВЫМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ

Сыркин Владимир Анатольевич, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442 Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: Sirkin_VA@mail.ru.

Ключевые слова: высевающий аппарат, штифтовая катушка, высев семян

Цель исследований – повышение равномерности высева семян катушечно-штифтовым высевающим аппаратом. Катушечно-штифтовые высевающие аппараты хорошо зарекомендовали себя при посеве зерновых культур как альтернатива традиционным катушечно-желобчатым высевающим аппаратам. При относительно высокой равномерности высева, у аппаратов данного типа наблюдается импульсное воздействие штифтов на поток семян. Это связанно с относительно медленным заполнением пустого пространства, которое образуется после прохождения штифтов через массу зерна и возникновения зоны уплотнения семян перед штифтами. Для решения данной