

В.В. МАТВЕЕНКО, асп. НТУ «ХПИ»

ОЦЕНКА РЕСУРСНОЙ ПРОЧНОСТИ ПОРШНЯ НА РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ

В статье выполнена оценка ресурсной прочности поршня на различных скоростных режимах работы тракторного дизеля.

У статті виконана оцінка ресурсної міцності поршня на різних режимах роботи тракторного дизеля.

In the article estimation of the piston resource strength on different speed modes of tractor diesel engine was done.

Введение. В современных условиях актуальной задачей является сокращение сроков конструкторско-технологической подготовки производства двигателя. С другой стороны, конкурентоспособный двигатель должен соответствовать комплексу критериев качества, среди которых важными являются нормы токсичности, топливная экономичность, высокая литровая мощность и надежность. Особенно остро проблемы надежности стоят для теплонапряженных деталей камеры сгорания, одной из которых является поршень. По этой причине мероприятия, направленные на ускорение процесса конструкторско-технологической подготовки производства двигателя как сложной технической системы, должны проводиться при условии получения достоверной информации о работоспособности его компонентов еще на стадии проектирования.

Анализ последних достижений и публикаций. Одним из критериев работоспособности поршня является его ресурсная прочность, которая определяется величиной накопленных повреждений d_{fs} кромки камеры сгорания [1]. Исходными данными для ее прогнозирования является температурное состояние поршня, которое может быть определено методом численного моделирования с использованием метода конечных элементов. Для такого моделирования, как правило, применяются граничные условия (ГУ) 3-го рода, идентифицированные по результатам экспериментального исследования [2]. Ранее с целью повышения экономичности решаемой задачи использовались ГУ, идентифицированные только с учетом нагрузки на двигатель, без учета частоты вращения коленчатого вала [3]. Однако, модель эксплуатации двигателя включает различные скоростные режимы его работы, поэтому необходимо выполнить оценку влияния частоты вращения коленчатого вала на расчетную ресурсную прочность поршня.

Цель и постановка задачи. Целью данной работы является оценка ресурсной прочности поршня на различных скоростных режимах работы дизеля. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Определение температурного состояния поршня в диапазоне эксплуатационных режимов работы дизеля.

2. Прогнозирование ресурсной прочности кромки камеры сгорания.

Определение температурного состояния поршня. Температурное состояние поршня было получено путем экспериментального исследования, проведенного на кафедре ДВС НТУ «ХПИ» на дизеле 4ЧН12/14. Результаты термометрирования для кромки камеры сгорания поршня представлены на рис. 1.

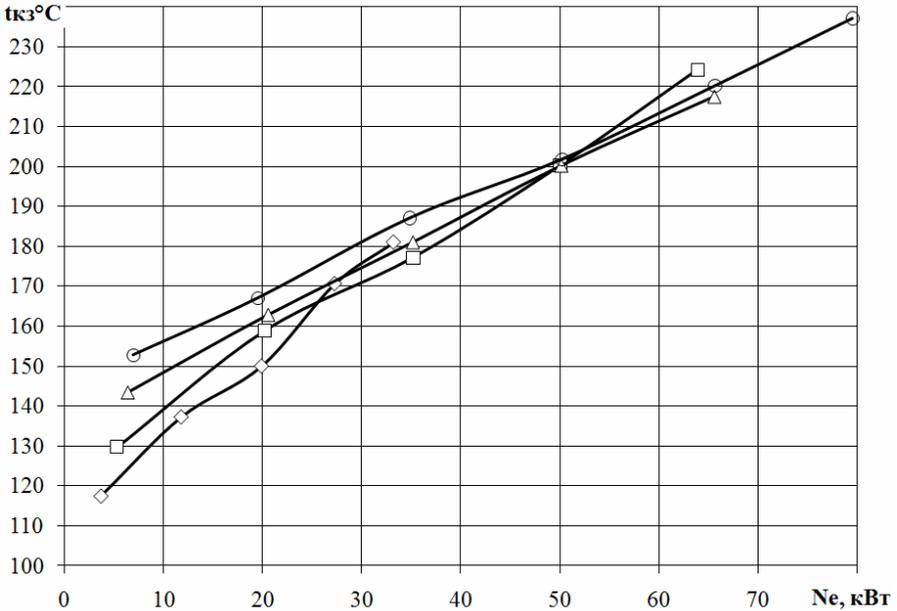


Рисунок 1 – Температурное состояние кромки камеры сгорания поршня:
◇ – $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$; □ – $n = 1450 \text{ мин}^{-1}$; Δ – $n = 1750 \text{ мин}^{-1}$; ○ – $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$.

Видно, что температурное состояние кромки камеры сгорания отличается на различных скоростных режимах работы дизеля. Эти отличия особенно сильно проявляются на режимах частичных и малых нагрузок.

Для выполнения сравнительного расчетного анализа ресурсной прочности поршня было выбрано две частоты вращения $n=1000 \text{ мин}^{-1}$ и $n=1900 \text{ мин}^{-1}$. На рис. 2 приведены результаты аппроксимация значений температур по методу наименьших квадратов для указанных частот.

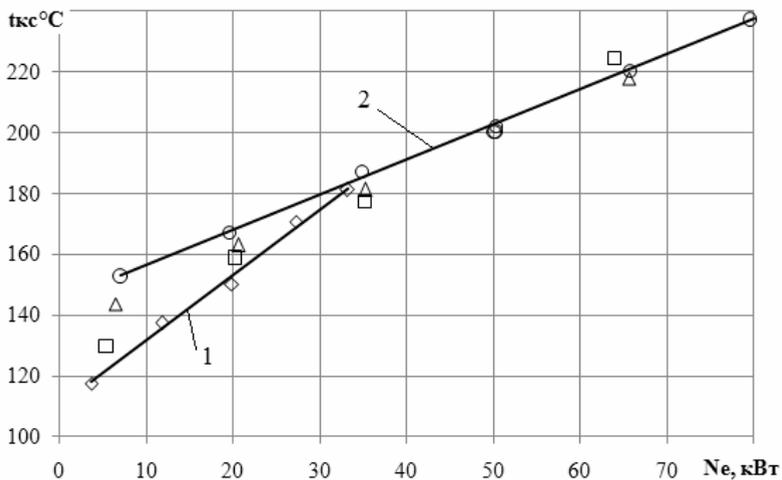


Рисунок 2 – Аппроксимация температурного состояния кромки камеры сгорания поршня:

1 – $n=1000 \text{ мин}^{-1}$; 2 – $n=1900 \text{ мин}^{-1}$.

Оценка ресурсной прочности поршня. Ресурсная прочность поршня оценивалась путем расчета наколенных повреждений d_{fs} кромки камеры сгорания по методике, приведенной в [1]. Расчет выполнен по модели эксплуатации тракторного дизеля на базе 10000 часов. Получено, что разрушение кромки камеры сгорания поршня для частоты вращения $n=1000 \text{ мин}^{-1}$, происходит при уровне форсирования $N_n=17 \text{ кВт/л}$, в тоже время для $n=1900 \text{ мин}^{-1}$ это происходит при $N_n=23,5 \text{ кВт/л}$.

Выводы. При учете частоты вращения граничный уровень форсирования, при котором происходит потеря прочности поршня, может быть завышен либо занижен относительно условий реальной эксплуатации. Второй из рассмотренных вариантов соответствует концепции гарантированного обеспечения ресурсной прочности поршня. Дальнейшее направление работ связано с выбором способа учета частоты вращения при прогнозировании ресурсной прочности поршня исходя из концепции обеспечения работы материала на пределе его ресурсной прочности.

Список литературы: 1. Турчин В.Т. Удосконалення методики визначення ресурсної міцності поршнів тракторних дизелів / В.Т. Турчин, В.О. Пильов, А.П. Кузьменко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. – №2. – С. 30-35. 2. Белогуб А.В. Исследование температурного поля поршня / А.В. Белогуб, А.А. Зотов, А.Г. Щербина, Ю.А. Гусев // Авиационно-космична техніка і технологія. – 2002. – вип. 31. – С. 120-123. 3. Пильов В.О. Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів із заданим рівнем тривалої міцності: [монографія]. – Харків: Видавничий центр НТУ «ХП», 2001. – 332 с.

Поступила в редколлегию 03.04.2012