

УДК 621.43.016

*А.П. Марченко, д-р техн. наук, М.В. Прокопенко, канд. техн. наук,
В.О. Пильов, д-р техн. наук, В.В. Шпаковський, канд. техн. наук, І.Г. Пожидаєв, магістр.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАТЕРІАЛУ ГІЛЬЗИ ШВИДКОХІДНОГО ДИЗЕЛЯ НА ЇЇ ТЕМПЕРАТУРНИЙ СТАН

Перспективне форсування швидкохідних дизелів, впровадження нових способів організації робочого процесу та застосування альтернативних палив приводить до зростання теплонапруженості деталей камер згоряння (КЗ). З цього приводу сучасні напрямки удосконалення двигунів практично не можуть бути реалізовані у відриві від проблеми зменшення теплонапруженості цих деталей. У тому числі це стосується поршнів та гільз циліндрів [1, 2].

Значної уваги вирішенню проблеми зниження теплонапруженого стану деталей ЦПГ приділено в роботах [3-5] та ін. При цьому ще в [6] зверталась увага на необхідність підвищення теплопровідності гільзи.

В [1] наводяться дані розрахунково-експериментальних досліджень, які довели, що оребрення зовнішньо охолоджуваної поверхні гільзи призводить до зниження температури останньої на 15К. При цьому отримано зменшення температур поршня в зоні кромки КЗ до 27К, а в зоні верхнього поршневого кільця – до 15К.

Для подальшого зменшення теплонапруженості деталей КЗ, наприклад, в [7] пропонується використання алюмінієвого циліндру з корундовим напиленням на внутрішній поверхні. З іншого боку, для боротьби з кавітацією в [8] пропонується багатошарове покриття частини зовнішньої поверхні гільзи. При цьому слід зазначити, що нанесення покриття на внутрішню та зовнішню поверхні гільзи обумовлює використання нових оригінальних технологій.

На кафедрі двигунів внутрішнього згоряння НТУ «ХП» розроблено оригінальну технологію утворення корундового шару на поверхні деталей з алюмінієвих сплавів. Тривалі ресурсні випробування поршнів з використанням такої технології підтвердили її високу ефективність [9]. У зв'язку з цим виникає можливість використання алюмінієвих гільз з корундовим шаром по внутрішній і зовнішній поверхні. Такі заходи направлено на одночасне зменшення теплонапруженості та підвищення ресурсу гільзо-

поршневої групи.

Метою роботи є оцінка температурного стану гільзи циліндрів швидкохідного двигуна при заміні її матеріалу з чавуна на алюмінієвий сплав.

Аналіз здійснено для гільзи двигуна 4ЧН12/14 (СМД 18Н, номінальний режим). Задача вирішувалась методом кінцевих елементів. Аналізувалась штатна гільза (матеріал – спеціальний чавун) та експериментальна (матеріал – алюмінієвий сплав). Їх зовнішній вид показано на рис.1. Коефіцієнти теплопровідності матеріалів задавались в залежності від температури [10]. Схема завдання граничних умов 3-го роду та їх значення взято по рекомендаціям [11] та наведено на рис.2 і в табл. Граничні умови задані вісесиметричними. На рис.3 наведено результати розрахункового дослідження.

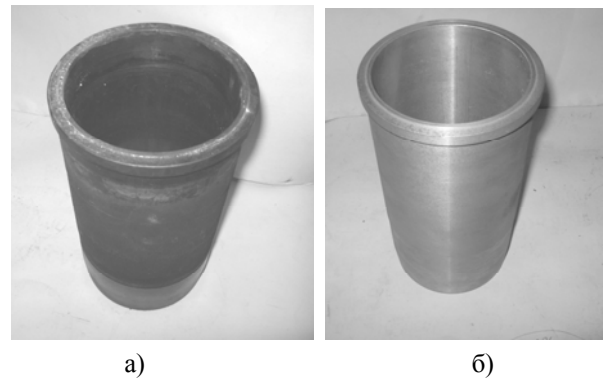


Рис. 1. Зовнішній вид гільз, що аналізуються:
а – з чавуна; б – з алюмінієвого сплаву

За результатами розрахунків встановлено, що максимальна температура гільзи зафіксована на її кромці та дорівнює 263°C для чавунної і 195°C для гільзи з алюмінієвого сплаву. Таким чином, маємо зменшення температури на 68К. В зоні опорного бурта значення температур для розглянутих варіантів гільз відповідно 207°C і 170°C, тобто температура зменшується на 37К. Температури нижньої частини гільз є практично однаковими і дорівнюють 165-95°C.

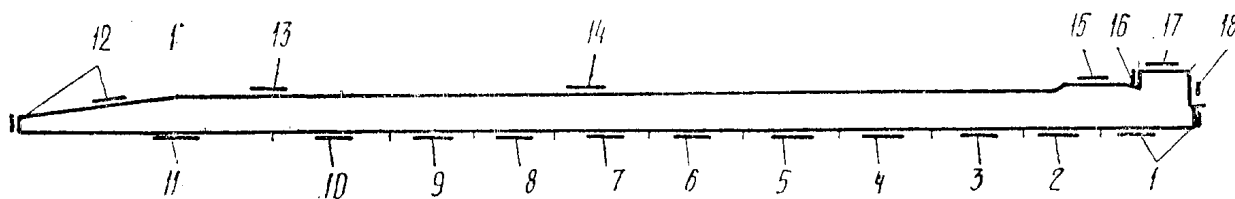


Рис. 2. Схема завдання граничних умов (номери ділянок відповідають табл.)

Таблиця. Значення граничних умов

| № ділянки | t, °C | α , Вт/м ² | № ділянки | t, °C | α , Вт/м ² |
|-----------|-------|------------------------------|-----------|-------|------------------------------|
| 1 | 900 | 450 | 10 | 150 | 280 |
| 2 | 810 | 385 | 11 | 100 | 250 |
| 3 | 720 | 370 | 12 | 85 | 500 |
| 4 | 630 | 355 | 13 | 90 | 300 |
| 5 | 540 | 340 | 14 | 90 | 11000 |
| 6 | 455 | 315 | 15 | 100 | 6000 |
| 7 | 360 | 310 | 16 | 125 | 15000 |
| 8 | 270 | 295 | 17 | 125 | 160 |
| 9 | 180 | 280 | 18 | 160 | 200 |

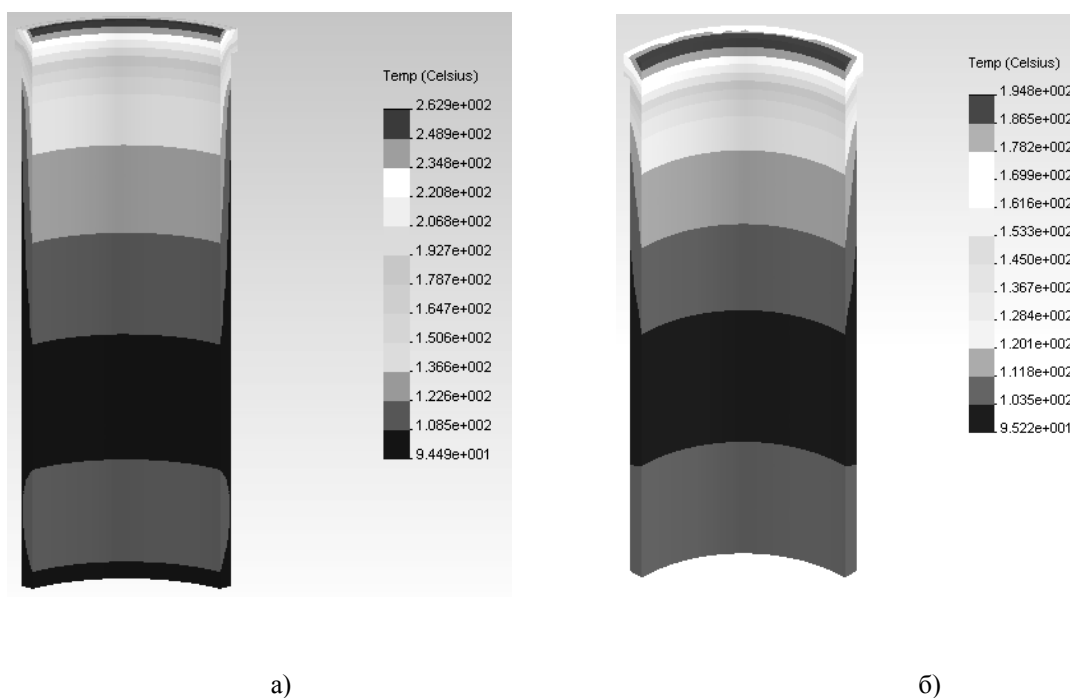


Рис. 3. Температурний стан гільз дизеля СМД-18Н (номінальний режим): а – з чавуна; б – з алюмінієвого сплаву

Висновки

В результаті проведеного розрахункового дослідження щодо заміни матеріалу гільзи зі спеціального чавуна на алюмінієвий сплав встановлене сут-

тєве зменшення температури внутрішньої поверхні гільзи у верхній її частині, що може в рази перевищувати ефект оребрення зовнішньої поверхні. Роз-

глянутий захід по модернізації конструкції також суттєво зменшуватиме теплонапруженість поршня.

Подальший напрям робіт пов'язаний з визначенням тривимірних граничних умов, проведенням аналізу напруженого стану гільз, що досліджуються, постановкою моторного експерименту.

Список літератури:

1. Лоцаков П.А. Результаты расчетно-экспериментальных исследований влияния оребрения охлаждаемой поверхности гильзы цилиндров на температурное состояние гильз и поршней дизелей ЯМЗ / П.А. Лоцаков // Двигателестроение. – 2000. - № 1. – С. 57-58. 2. Марченко А.П. Тепловое состояние деталей камеры сгорания дизеля при работе на не этиловом эфире рапсового масла / Марченко А.П., Минак А.Ф., Прохоренко А.А., Осетров А.А. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. - № 2. – С.85-87. 3. Чайнов Н.О. Обобщенная модель анализа теплового и напряженно-деформированного состояния деталей цилиндро-поршневой группы / Чайнов Н.О., Мягков Л.Л., Руссиновский С.Ю. // Авіаційно-космічна техніка і технологія – 2001. – Вип. 26. – С.4-9. 4. Тринев А.В. Экспериментальное определение температуры деталей клапанного узла автотракторного дизеля на нестационарных режимах нагружения / Тринев А.В., Косулин А.Г., Коваленко В.Т. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2008. - № 1. – С.75-80. 5. Левтеров А.М. Исследования теплового и на-

пряженно-деформированного состояния деталей цилиндро-поршневой группы быстроходного дизеля при нестационарных нагружениях: дисс. ... кандидата техн. наук: 05.05.03 / Левтеров Антон Михайлович. – Х., 1991. – 213с. 6. Стефановский Б.С. Теплонапряженность деталей быстроходных поршневых двигателей / Стефановский Б.С. – М.: Машиностроение, 1978. – 128с. 7. Пат. 2006033959 Япония, МКП³ С23 с 4/18. Способ обработки рабочих поверхностей цилиндров двигателя. Surface processing / Заявитель и патентообладатель Nissan Motor Co. Ltd.; заявл. 02.02.2007; опубл. 22.08.2007. 8. Левтеров А.М. Расчетный анализ стационарных термоупругих напряжений гильзы цилиндра быстроходного дизеля / Левтеров А.М., Авраменко А.Н. // Автомобильный транспорт. – 2008. – Вып. 23. – С.132-134. 9. Шпаковский В.В. Повышение ресурса цилиндро-поршневой группы тепловозного дизеля образованием корундового слоя на поверхности поршней / Шпаковский В.В., Марченко А.П., Парсаданов И.В., Пылев В.А. // Локомотив информ. – 2007. – С.28-30. 10. Процессы в перспективных дизелях / [А.Ф. Шеховцов, Ф.И. Абрамчук, В.И. Крутов и др.]; под. ред. А.Ф. Шеховцова. – Х.: Изд-во "Основа", 1992. – 352с. 11. Шеховцов А.Ф. Тепловое и напряженно-деформированное состояние гильзы цилиндра быстроходного дизеля при нестационарных нагружениях / А.Ф. Шеховцов, П.П. Гонтаровский, Ф.И. Абрамчук, А.М. Левтеров // Двигатели внутреннего сгорания. – 1993. - № 54. – С.9-22.

УДК 621.43

А.П. Строков, д-р техн. наук, А.М. Левтеров, канд. техн. наук, А.Н. Авраменко, канд. техн. наук

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРА ФОРСИРОВАННОГО ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ

Введение

Повышение требований к надежности современных транспортных двигателей связано с увеличением уровня их форсирования по среднему эффективному давлению P_e , что неизбежно приводит к росту тепловой и механической напряженности деталей камеры сгорания (КС).

Гильза цилиндра (ГЦ) двухтактного с прямой продувкой транспортного дизеля – одна из наиболее напряженных деталей. Она воспринимает давление газов в цилиндре, боковые силы, воздействие тепловой нагрузки и подвергается повышенному износу трением и кавитацией.

Исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей цилиндропоршневой группы, обусловленного воздействием тепловой и механической нагрузок, проводились многими отечественными и зарубежными авторами [1 - 4]. При этом расчетные исследования выполнялись в основном на

осесимметричных моделях, что было связано с проблемами создания трехмерных моделей и ограниченными возможностями вычислительной техники.

Использование трехмерных конечноэлементных моделей позволяет получить более корректные результаты расчета температурных полей, напряжений и деформаций, за счет существенно более точного описания геометрии детали, а также учета асимметрии нагружения.

Расчетные исследования НДС ГЦ транспортного дизеля 5 ДН 12/2×12 для уровня форсирования $N_n = 39$ кВт/л, $P_e = 0,83$ МПа при $n = 2800$ мин⁻¹ были выполнены авторами [3] на осесимметричной модели, которая имела ограниченную точность в описании конструкции, позволяла учесть только осесимметричную тепловую нагрузку и давление рабочего тела.

В работе [5] приведены результаты расчетно-экспериментального определения деформации ГЦ