

*І.О. Мордвінцева, В.О. Пильов*

## СПРОЩЕННЯ ГРАНИЧНИХ УМОВ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ЗАДАЧІ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ РЕСУРСНОЇ МІЦНОСТІ ПОРШНЯ ДИЗЕЛЯ

Виконано аналіз літератури щодо отримання функцій керування граничних умов нестационарної задачі теплопровідності поршня, що дозволяє оцінити його ресурс. На основі експериментального дослідження поршня двигуна 4ЧН12/14 встановлено, що для зон першого та другого поршневих кілець необхідно мати дані щодо функції керування  $\Phi_i(\tau)$  граничних умов для ряду перехідних процесів. Враховуючи складність отримання даних функцій, запропоновано допустимі спрощення граничних умов, а саме функції керування  $\Phi_i(\tau)$  при визначенні ресурсної міцності поршня на початкових етапах проектування. Для цього запропонована миттєва зміна граничних умов із запізненням у часі  $\tau$  відносно реального початку перехідного процесу. Дослідження проводилося для поршня дизеля 4ЧН12/14 при потужності  $N_e=75,3\text{кВт}$ . Встановлено, що розрахунковий рівень накопичених пошкоджень матеріалу в зоні кромки камери згоряння з урахуванням високочастотної складової є на порядок більший, ніж без урахування. Також було виконано ряд розрахунків для спрощених граничних умов  $\Phi_i(\tau)$  для зон першого та другого поршневих кілець із різною величиною запізнення в часі відносно моменту початку перехідного процесу дизеля. Автентичність запропонованих спрощень граничних умов із дотриманням концепції гарантованого забезпечення ресурсу визначалася з використанням показника відносно розрахункового збільшення ресурсу  $\phi$ . Значення показника  $\phi$  наведені з урахуванням високочастотної складової та без неї. Результати показали, що для різного виду спрощень граничних умов вплив високочастотної складової змінюється. Так на початкових етапах проектування застосування спрощеного виду граничних умов функції керування із запізненням у часі в діапазоні 17-22 сек можливо проведення порівняльного аналізу конструкцій без урахування високочастотної складової їх температурного стану. Оскільки ці дані мають вагомість менше 1%. Для забезпечення достовірності результату, шляхом дотримання концепції гарантованого забезпечення фізичної надійності конструкцій в процесі їх проектування і доводки, урахування високочастотної складової температури в поверхневому шарі деңця поршня є обов'язковим.

**Ключові слова:** дизель; поршень; камера згоряння; ресурсна міцність; граничні умови; функції керування.

### Вступ

Сучасний етап розвитку двигунобудування характеризується створенням нових конструкцій двигунів внутрішнього згоряння, які здатні забезпечувати комплексне покращення техніко-економічних показників, а саме зниження шкідливих викидів (екологічності), паливної економічності, питомої потужності, надійності (терміну експлуатації) тощо. Водночас спостерігається суттєве зростання теплового навантаження на поршень, що значно посилює негативний вплив на його параметричну та фізичну надійність. Основним показником втрати фізичної надійності поршня є розтріскування кромки камери згоряння (КЗ). Причиною цього, за дослідженнями ряду вчених та фірм, є часта і глибока зміна режимів навантаження під час експлуатації двигунів [1-3]. Розв'язання проблеми забезпечення заданого рівня фізичної надійності поршнів форсованих двигунів протягом заданого часу експлуатації потребує розробки нових моделей аналізу втрати міцності конструкцій, що застосовуються в процесі проектування.

### Аналіз публікацій

Моделювання процесів втрати міцності з урахуванням нестационарних низько- та високочастотних термомеханічних навантажень поршнів є доволі складною науковою задачею, якій приділяється увага багатьох вчених [4-6]. Відомо, що рівень фізичної надійності конструкції можна оцінити вели-

чиною накопичених пошкоджень матеріалу [7]. При цьому в [8] показано, що вирішення означеної задачі для поршня ДВЗ потребує урахування сукупності перехідних режимів навантаження дизеля.

Такий підхід може бути застосованим на останніх етапах проектування конструкції та потребує інформації щодо функцій керування граничними умовами нестационарної задачі теплопровідності  $\Phi_a(\tau)$  та  $\Phi_i(\tau)$  щодо кожного перехідного процесу експлуатації двигуна.

Встановлення конкретного виду функцій керування проводиться з експерименту. В [9] наведено вигляд функцій керування  $\Phi_a(\tau)$  та  $\Phi_i(\tau)$  для перехідного процесу дизеля 4ЧН12/14 з режиму холодного ходу на режим номінальної потужності ( $N_n=18,5\text{кВт/л}$ ,  $n=2000\text{хв}^{-1}$ ).

Зрозуміло, що виконання аналогічних досліджень за сукупністю перехідних процесів нестационарної моделі експлуатації двигуна суттєво збільшує час і витрати на виконання робіт. Саме тому практика виконання проектно-конструкторських та доводочних робіт потребує формування певних етапів проекту, коли вибір наступного маршруту проектування здійснюється на основі результатів попереднього [10].

В [11] було показано, що зміна коефіцієнту тепловіддачі при зміні режиму навантаження дизеля відбувається досить швидко відносно часу самого перехідного процесу. Тому на попередніх етапах

проектування часто апріорі допускають, що функції керування  $\Phi_a(\tau)$  та  $\Phi_r(\tau)$  миттєво одноступінчато змінюють свої значення, що відповідають попередньому та наступному стаціонарним режимам навантаження дизеля.

Для підтвердження або спростування такого підходу на кафедрі двигунів внутрішнього згоряння НТУ«ХП» на базі дизеля 4ЧН12/14 [12] було проведено експериментальні дослідження температурного стану поршня. Це дозволило визначити функції керування для ряду характерних перехідних процесів навантажень трактора та вантажного автомобіля.

За отриманими результатами було встановлено, що для довільних етапів проектування поршня можна використовувати одноступінчасту миттєву

зміну граничних умов для усіх зон поверхні поршня, окрім функції  $\Phi_r(\tau)$  для зони поршневих кілець. Визначено реальний вигляд функції  $\Phi_r(\tau)$  для зон першого та другого поршневих кілець. Ці зони виявились визначальними для достовірного моделювання температурного стану поршня.

Температурний стан поршня для перехідного процесу  $N_e=0,88\text{кВт}$ ,  $n=1200\text{хв}^{-1} \rightarrow N_e=75,3\text{кВт}$ ,  $n=1800\text{хв}^{-1}$  та в зворотному напрямі представлено на рис. 1. Матеріал поршня – алюмінієвий сплав АК12М2МгН. Тут результати експерименту наведено суцільною лінією, а дані з отриманими функціями керування  $\Phi_r(\tau)$  – переривчастою. Для сукупності виконаних досліджень абсолютна похибка розрахунків не перевищувала 5-7°C [13].

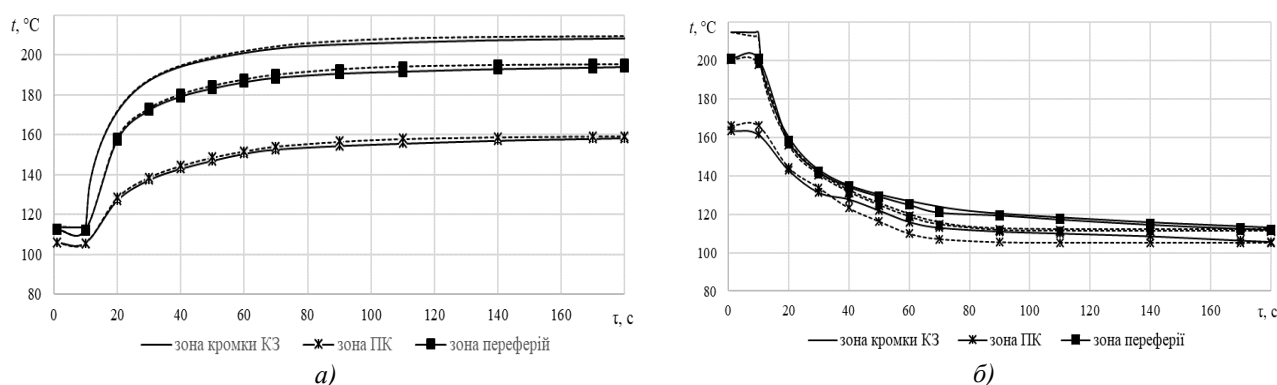


Рис. 1. Температурний стан поршня для набросу (а) та скидання (б) навантаження двигуна

Проведення такого експериментального дослідження несе ряд труднощів, у т.ч. – вказані вище значні матеріальні затрати та час досліджень. Тому для скорочення терміну проектування в [14] були розроблені рекомендації щодо спрощення граничних умов задачі теплопровідності, а саме функцій керування  $\Phi_r(\tau)$  щодо зони поршневих кілець. Спрощення полягає в запізненні в часі миттєвої зміни граничних умов відносно моменту початку перехідного процесу. Розрахунки за таким підходом є припустимими на початкових етапах проектування поршня тому, що результати накопичення пошкоджень стають завищеними, тобто реалізується концепція гарантованого забезпечення фізичної надійності конструкції в процесі її проектування.

Однак, результати, що отримані в [14], виконані без урахування високочастотної зміни температури в поверхневому шарі матеріалу поршня. Це суттєво скорочує час розрахунків, але теоретично суперечить вище означеній концепції. Водночас в роботі [15] вирішена задача нестационарної високочастотної теплопровідності щодо поверхневого шару вогневого денця поршня. Отже важливою

задачею є проведення аналогічних до [14] робіт з урахуванням високочастотної складової температури вогневого денця поршня та відповідних пошкоджень матеріалу поршня в зоні кромки камери згоряння.

#### Основні результати

Розрахункове дослідження здійснено для поршня дизеля 4ЧН12/14 з використанням отриманих експериментально в [12,13] функцій керування. Це дозволяє здійснювати коректне порівняння результатів розрахунків без та з урахуванням високочастотної складової температури. Рівень накопичених пошкоджень матеріалу визначався за методикою [10]. На цій основі встановлено, що при потужності  $N_e=75,3\text{кВт}$  розрахунковий рівень накопичених пошкоджень в зоні кромки камери згоряння поршня, при врахуванні високочастотної складової температури, на порядок є більшим, ніж без такого урахування. Таким чином, урахування нестационарного високочастотного коливання температури в поверхневому шарі матеріалу денця поршня є обов'язковою умовою дотримання концепції гаран-

тованого забезпечення фізичної надійності конструкції в процесі її проектування.

На другому етапі досліджень, аналогічно до [14], було виконано ряд розрахунків для спрощених (миттєва одноступінчаста зміна) граничних умов  $\Phi_i(\tau)$  для зон першого та другого поршневих кілець. Варіантні розрахунки виконано для різних величин запізнення в часі зміни граничних умов відносно моменту початку перехідного процесу дизеля. В табл. 1 наведено їх нумерацію. Видно, що досліджено інтервал запізнень  $\tau$  від 0 до 30 с.

В межах концепції гарантованого забезпечення ресурсу адекватність запропонованих спрощень здійснювалась за показником відносного розрахункового збільшення ресурсу  $\phi$  [13]:

$$\phi = \frac{d_{fs3}}{d_{fsD}} > 1, \quad (1)$$

де  $d_{fs3}$  – значення величини накопичених пошкоджень при використанні спрощень граничних умов;  $d_{fsD}$  – дійсне значення величини накопичених пошкоджень в зоні кромки камери згоряння поршня, тобто при використанні ідентифікованих граничних умов.

Таблиця 2. Показник розрахункового збільшення ресурсу  $\phi$  кромки камери згоряння поршня дизеля 4ЧН12/14 при  $N_e=75,3\text{кВт}$

Варіант функції керування $\Phi_i(\tau)$	Значення $\phi$ без урахування високочастотної складової температури	Значення $\phi$ з урахуванням високочастотної складової температури
1	0,7095	0,8117
2	0,4018	0,5769
3	1,0107	1,007
4	1,0193	1,0116
5	0,44	0,5

Отримані результати свідчать про збільшення накопичених пошкоджень з урахуванням високочастотної складової вже для одного перехідного процесу. Також встановлено, що для різного виду спрощень граничних умов вплив високочастотної складової змінюється. Так для варіантів 1 та 2 результати без високочастотної складової показували завищені дані ресурсної міцності.

Показник  $\phi$  для варіантів 3, 4 має зміни менші 1%. Ці варіанти граничних умов можуть бути застосованими на початкових етапах проектування поршня дизеля 4ЧН12/14 без порушення концепції гарантованого забезпечення фізичної надійності конструкції. Аналогічний підхід може бути застосований для інших конструкцій поршнів при різних рівнях форсування дизелів.

Водночас в наслідок значного спрощення розрахунків за відсутності урахування високочастотної зміни температури вогневого денця поршня цей підхід, як порівняльний з аналогом, також може

Таблиця 1. Варіанти спрощень граничних умов нестационарної теплопровідності поршня в зоні поршневих кілець

Варіант функції керування $\Phi_i(\tau)$	Запізнення в часі $\tau$ , с
1	0
2	6
3	17
4	22
5	30

Тут виконання умови (1) засвідчує, що розрахунковий рівень накопичених пошкоджень перевищує дійсний, тобто вимоги концепції гарантованого забезпечення фізичної надійності конструкції в процесі її проектування виконуються.

В табл. 2 наведено дані показника відносного розрахункового збільшення ресурсу  $\phi$ , які отримано без та з урахуванням високочастотної складової нестационарного температурного стану поршня. Варіанти функції керування  $\Phi_i(\tau)$  відповідають даним табл. 1.

бути застосований на попередніх етапах проектування.

### Висновки

Отримані результати розрахунку показника розрахункового збільшення ресурсу  $\phi$  поршня двигуна 4ЧН12/14 показали, що на початкових етапах проектування при спрощенні граничних умов задачі теплопровідності можливим є порівняльний аналіз конструкцій без урахування високочастотної складової їх температурного стану.

Отримані таким чином результати достатні для проектування поршня з дотриманням концепції гарантованого забезпечення ресурсу.

Для забезпечення достовірності результату, шляхом дотримання концепції гарантованого забезпечення фізичної надійності конструкцій в процесі їх проектування і доводки, урахування високочастотної складової температури в поверхневому шарі денця поршня є обов'язковим.

На завершальних етапах проектування запропонований підхід є необхідним для врахування накопичення пошкоджень матеріалу для повної сукупності експлуатаційних перехідних процесів двигуна певного призначення.

Подальший напрямок робіт пов'язаний з урахуванням височастотних механічних навантажень поршня.

### Список литературы:

1. Кавтарадзе Р. З. Расчетно-экспериментальное исследование локального теплообмена на огневом днище поршня дизеля, конвертированного в газожидкостный двигатель / Р. З. Кавтарадзе, А. И. Гаivorонский, А. А. Зеленцов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2009. – № 2. – С. 45–57. 2. Повреждения поршней — как выявить и устранить их / [за ред. Motor Service Technical Market Support, Motor Service Product Management]. – Heilbronn : MS Motor Service International GmbH, 2010. – 92 с. 3. Damage analysis of details of ICE, DFC DIESEL available at [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dfcdiesel.com/warranty-info/failure-analysis> 4. Чайнов Н. Д. Оценка усталостной долговечности поршня транспортного дизеля при циклическом нагружении / Н. Д. Чайнов, А. В. Тимохин, А. Б. Иванченко // Двигателестроение. – 1991. – № 11. – С. 14–15. 5. Напряженно-деформированное состояние чугуночного поршня при нестационарных нагружениях / А. Ф. Шеховцов, П. П. Гонтаровский, Ф. И. Абрамчук, А. М. Левтеров // Двигатели внутреннего сгорания. – 1990. – № 52. – С. 54–61. 6. Левтеров А. М. Исследование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей цилиндропоршневой группы быстрого дизеля при нестационарных нагружениях: дис. ...канд. техн. наук : 05.04.02 / А. М. Левтеров. – Харьков, 1991. – 213 с. 7. Работнов Ю. Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. – 752 с. 8. 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. 9. Шеховцов А. Ф. Процессы в перспективных дизелях / Шеховцов А. Ф., Абрамчук Ф. И., Крутов В. И. и др. ; под ред. А. Ф. Шеховцова. – Харьков : Изд-во «Основа», 1992. – 352 с. 10. Пильов В. О. Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів із заданим рівнем тривалої міцності: монографія / Пильов В. О. – Харків : Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2001. – 332 с. 11. Костин А. К. Теплонапряженность двигателя внутреннего сгорания: справ. пособие / А. К. Костин, В. В. Ларионов, Л. И. Михайлов – Ленинград : Машиностроение, 1979. – 222 с. 12. Мордвинцева И. А. Особенности задания граничных условий нестационарной задачи теплопроводности поршня дизеля / И.А. Мордвинцева, А.Н. Клименко, Р. Ариан, О.Ю. Линьков, В.А. Пылёв // Двигатели внутреннего сгорания. – 2017. – № 1. – С. 33–41. 13. Мордвинцева И. О. Моделирование в САПР нестационарных термических навантажень та ресурсної міцності поршнів швидкохідних дизелів : автореф. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук спец : 05.05.03 «Двигуни та енергетичні установки» / И. О. Мордвинцева. – Харків, 2019. – 21с. 14. Мордвинцева И. О. Влияние вида управляющих функций нестационарной задачи теплопроводности на ресурсную прочность поршня / И. О. Мордвинцева, А. М. Зозуля, В. О. Пильов, Р. Ариан // Двигатели внут-

реннего сгорания. – 2018. №2. – с.66-71. 15. Марченко А. П. Моделирование нестационарного высокочастотного температурного stanu поршня ДВС з теплоізоляованою поверхнею камери згорання / А. П. Марченко, В. В. Пильов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2015. – № 2. – С. 41–47.

### Bibliography (transliterated):

1. Kavtaradze R., Gaivoronsky A., Zelentsov A. (2009), "Calculated and experimental study of local heat exchange on the firing head of a diesel piston converted into a gas-liquid engine" [Расчетно-экспериментальное исследование локального теплообмена на огневом днище поршня дизеля, конвертированного в газожидкостный двигатель], Vestnik MSTU. N.E. Bauman. Ser. Engineering, No. 2, pp. 45-57. 2. (2010), Damage to pistons - how to identify and eliminate them/ Motor Marketing DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn, 2nd.ed [Povrezhdeniya porshney – kak vyiyavit i ustranit ih / Motor Marketing DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn, 2izd.], P. 92. 3. Damage analysis of details of ICE, DFC DIESEL available at : <http://www.dfcdiesel.com/warranty-info/failure-analysis>. 4. Chaynov N., Timokhin A., Ivanchenko A. (1991), "Estimation of fatigue life of a piston of a transport diesel during cyclic loading" [Otsenka ustalostnoy dolgovechnosti porshnya transportnogo dizelya pri tsiklicheskoy nagruzhennii], Engine building, No.11, pp.14-15. 5. Shehovtsov A., Hontarovskyy P., Abramchuk F. Levterov A. (1990), "Stress-deformed state of a cast-iron piston with nonstationary loads" [Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie chugunного porshnya pri nestatsionarnykh nagruzheniyyah], Internal combustion engines, No.52, pp.54-61. 6. Levterov A. (1991), Investigation of the thermal and stress-strain state of parts of the cylinder-propeller group of high-speed diesel engines at non-stationary loads: Ph. D. [Issledovanie teplovogo i napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya detaley tsilindroporshnevoy gruppy byistrohodnogo dizelya pri nestatsionarnykh nagruzheniyyah: dis. ... kand. tehn. nauk], Kharkov, 213 p. 7. Rabotnov Yu. N. (1966), Creep of structural elements [Polzuchest elementov konstruksiy], M.: Nauka, 752 s. 8. Turchin V., Pilov, V., Kuzmenko A. (2007) "Improvement of the method of determining the resource strength of tractor diesel pistons" [Udoskonalennia metodyky vyznachennia resursnoi mitsnosti porshniv traktornykh dyzeliv], Internal combustion engines, No.2, pp.30-35. 9. Shehovtsov A., Abramchuk F., Krutov V. (1992), Processes in perspective diesel engines [Processy v perspektivnykh dizelyah], "Osnova", Kharkov, 352 p. 10. Pilov, V. (2001), Automated design of the piston of fast-diesels with a given level of long-term strength: monograph [Avtomatizovane proektuvannya porshniv shvidkohidnykh dizeliv iz zadanim rivnem trivaloy mitsnosti: monografiya] [Avtomatizovane proektuvannya porshniv shvidkohidnykh dizeliv iz zadanim rivnem trivaloy mitsnosti: monografiya] / Pilov V. O. – Har'kiv : Vidavnychiy tsentr NTU «ХПІ», 2001. – 332 с. 11. Kostin A. K. Теплонапряженность двигателя внутреннего сгорания: справ. пособие / А. К. Костин, В. В. Ларионов, Л. И. Михайлов – Ленинград : Машиностроение, 1979. – 222 с. 12. Mordvinseva I. A. Osobennosti zadaniya granichnykh usloviy nestatsionarnoy zadachi teploprovodnosti porshnya dizelya / I.A. Mordvinseva, A.N. Klimentko, R. Arian, O.Yu. Linykov, V.A. Pylyov // Dvigateli vnutrennego sgoraniya. – 2017. – № 1. – С. 33–41. 13. Mordvinseva I. O. Modelirovaniye v SAPR nestatsionarnykh termichnykh navantazhen ta resursnoy mitsnosti porshniv shvidkohidnykh dizeliv : avtoref. na zdob. nauk. stup. kand. tehn. nauk спец : 05.05.03 «Dviguni ta energetichni ustanovki» / I. O. Mordvinseva. – Har'kiv, 2019. – 21с. 14. Mordvinseva I. O. Vliyeniye vida upravlyayemykh funktsiy nestatsionarnoy zadachi teploprovodnosti na resursnu mitsnist porshnya / I. O. Mordvinseva, A. M. Zozulya, V. O. Pilyov, R. Arian // Dvigateli vnut-

**Мордвинцева Ирина Олександрівна** – канд. техн. наук, наук. співр. кафедри двигунів внутрішнього згорання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, e-mail: irka13n@bigmir.net, <https://orcid.org/0000-0002-4091-6924>.

**Пильов Володимир Олександрович** – доктор техн. наук, проф., зав. кафедри двигунів внутрішнього згорання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна, e-mail: pylyov@meta.ua.

## УПРОЩЕНИЯ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСНОЙ ПРОЧНОСТИ ПОРШНЕЙ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*И. А. Мордвинцева, В. А. Пылев*

Выполнен анализ литературы для определения управляющих функций граничных условий нестационарной задачи теплопроводности поршня, которые позволят оценить его ресурс. На основе экспериментального исследования поршня двигателя 4CH12/14 установлено, что для зон первого и второго поршневых колец необходимо иметь значения управляющих функций  $\Phi_i(\tau)$  граничных условий для ряда переходных процессов. Учитывая сложность получения данных функций, предложены допустимые упрощения граничных условий, а именно управляющей функции  $\Phi_i(\tau)$  при определении ресурсной прочности поршня на начальных этапах проектирования. Для этого предложено мгновенное изменение граничных условий с запаздыванием во времени  $\tau$  относительно реального начала переходного процесса. Исследование проводилось для поршня дизеля 4CH12/14 при мощности  $N_e = 75,3$  кВт. Установлено, что расчетный уровень накопленных повреждений материала в зоне кромки камеры сгорания с учетом высокочастотной составляющей на порядок больше, чем без учета. Также был выполнен ряд расчетов с упрощенными граничными условиями  $\Phi_i(\tau)$  для зон первого и второго поршневых колец с различной величиной запаздывания во времени относительно момента начала переходного процесса дизеля. Аутентичность предложенных упрощений граничных условий с соблюдением концепции гарантированного обеспечения ресурса определялась с использованием показателя относительного расчетного увеличения ресурса  $\phi$ . Значения показателя  $\phi$  приведены с учетом высокочастотной составляющей и без нее. Результаты показали, что для разного вида упрощений граничных условий влияние высокочастотной составляющей меняется. Так на начальных этапах проектирования применения упрощенного вида граничных условий управляющих функций с запаздыванием во времени в диапазоне 17-22 сек возможно проведение сравнительного анализа конструкций без учета высокочастотной составляющей их температурного состояния. Поскольку эти данные имеют весомость менее 1%. Для обеспечения достоверности результата, путем соблюдения концепции гарантированного обеспечения физической надежности конструкций в процессе их проектирования и доводки, учет высокочастотной составляющей температуры в поверхностном слое днища поршня является обязательным.

**Ключевые слова:** дизель; поршень; камера сгорания; ресурсная прочность; граничные условия; управляющие функции

## SIMPLIFIED BOUNDARY CONDITIONS AT CERTAIN RESOURCE DURABILITY OF PISTONS AT DIFFERENT DESIGN STAGES

*I. Mordvintseva, V. Pyilev*

The analysis of the literature on obtaining the control functions boundary conditions non-stationary heat conduction problem piston, which allows us to estimate its resource. On the basis of the experimental study piston of the diesel 4CHN12/14 it was established that for the zones of the first and second piston rings it is necessary to have data on the control of the boundary conditions  $\Phi_i(\tau)$  for a number of transients. Considering the complexity of obtaining these functions, it is proposed to allow the simplification boundary conditions, namely the control functions  $\Phi_i(\tau)$ , in determining the resource strength piston at the initial stages design. For this purpose, an instantaneous change in the boundary conditions was delayed in time relative to the real beginning transition process. The study was conducted for a piston of the diesel 4CH12/14 at power  $N_e=75,3$  kW. It is established that the estimated level of accumulated damage to the material in the zone edge combustion chamber, considering the high-frequency component, is an order of magnitude higher than without consideration. Also, a series of calculations for simplified boundary conditions  $\Phi_i(\tau)$  for the zones of the first and second piston rings with a different delay time in relation to the moment of the start of the transient process of the diesel engine was performed. The authenticity of the proposed simplifications of the boundary conditions with the observance of the concept of guaranteed resource provision was determined using the indicator of the relative estimated increase of the resource  $\phi$ . The values of the indicator  $\phi$  are given with and without the high-frequency component. The results showed that for various types of simplifications boundary conditions the influence of the high-frequency component varies. So, at the initial stages of designing the application of a simplified type boundary conditions control function with a delay in time in the range of 17-22 sec, it is possible to conduct a comparative analysis of structures without considering the high-frequency component of their temperature state. Since these data have a weight of less than 1%. To ensure the reliability of the result, by observing the concept guaranteed assurance physical reliability structures in the process of their design and refinement, the consideration of the high-frequency component temperature in the surface layer piston rod is compulsory.

**Key words:** diesel engine; piston, combustion chamber; resource durability; boundary conditions; control functions.