

УДК 631.03

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УДЕЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПРОХОДЯЩЕГО ЧЕРЕЗ ДНИЩЕ И ГОЛОВКУ ПОРШНЯ С ОКСИДИРОВАННЫМИ РАБОЧИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

*А.Л. Хохлов, кандидат технических наук, доцент
тел. 89279843479, chochlov.73@mail.ru*

*А.А. Глуценко, кандидат технических наук, доцент
тел. 89374564933, oildel@yandex.ru*

*Д.М. Марьин, аспирант
тел. 89278220025, marjin25@mail.ru*

*А.Г. Башаев, студент инженерного факультета
тел. 89278275158, artem.baschaev@yandex.ru
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

Ключевые слова: поршень, удельный тепловой поток, оксидированный слой, толщина оксидированного слоя, температура.

Одним из способов уменьшения температуры нагрева поршней ДВС считается формирование теплоизолирующего покрытия на днище и головки. Для оценки эффективности этого способа было выполнено расчет удельного теплового потока проходящего через днище и головку типового и оксидированного поршня.

Введение. Одной из основных задач современного двигателестроения является дальнейшее повышение мощностных, топливно-экономических и экологических показателей автомобильного двигателя. Однако это приводит к увеличению механических и тепловых нагрузок на цилиндро-поршневую группу (ЦПГ). Рост температуры нагрева деталей двигателя приводит к преждевременному износу трущихся поверхностей, залеганию поршневых колец и их поломам, заклиниванию поршней, прогарам днища поршня и огневой поверхности камеры сгорания, расположенной в головке цилиндров и т.п. [1].

Материалы и методы исследований. Одним из направлений решения этой проблемы является теплоизоляция и улучшение теплоотво-

да от деталей камеры сгорания ДВС формированием оксидированного слоя на рабочих поверхностях головки поршня методом микродугового оксидирования [2].

Температура нагрева поршня будет определяться температурой его поверхности со стороны камеры сгорания и со стороны картера двигателя. При практически неизменном значении температуры поверхности поршня со стороны картера двигателя и линейных его размеров в осевом сечении, оценка температуры поверхности поршня может быть сведена к определению величины удельного теплового потока q , проходящего через поршень [3, 4]:

$$q = \frac{(T_{нг} - T_{пк})}{\frac{\delta_D}{\lambda_D}}, \quad (1)$$

где $T_{нг}$ – температура поверхности поршня со стороны газов, К; $T_{пк}$ – температура поверхности поршня со стороны картера, К; δ_D – толщина стенки поршня, м; λ_D – коэффициент теплопроводности материала поршня, Вт/м·К.

Для установления удельного теплового потока *проходящего через тело поршня* с оксидированной головкой процесс теплопередачи следует рассматривать как перенос теплоты через трехслойную стенку. Наряду с этим первый слой является оксидированный слой, второй – основной материал поршня, третий – слой охлаждающего моторного масла, попадающий на внутреннюю поверхность головки поршня (рис. 1 а). Поскольку в зоне поршневой канавки под маслосъемное кольцо находится моторное масло, то процесс теплопередачи следует рассматривать как перенос теплоты через четырехслойную стенку (рис. 1 б).

Удельный тепловой поток q''_D , проходящий через днище оксидированного поршня, будет определяться по формуле (рис. 1):

$$q''_D = \frac{(T_{нг} - T_{пк})}{\frac{\delta_{ок}}{\lambda_{ок}} + \frac{\delta_D}{\lambda_D} + \frac{\delta_M}{\lambda_M}}, \quad (2)$$

где $\delta_{ок}$ – толщина оксидированного слоя, м; $\lambda_{ок}$ – теплопроводность оксидированного слоя, Вт/м·К; δ_M – толщина слоя моторного масла со стороны картера, м; λ_M – коэффициент теплопроводности слоя моторного масла со стороны картера, Вт/м·К.

Удельный тепловой поток, проходящий через оксидированные поршневые канавки, будет описываться уравнениями (рис. 2):

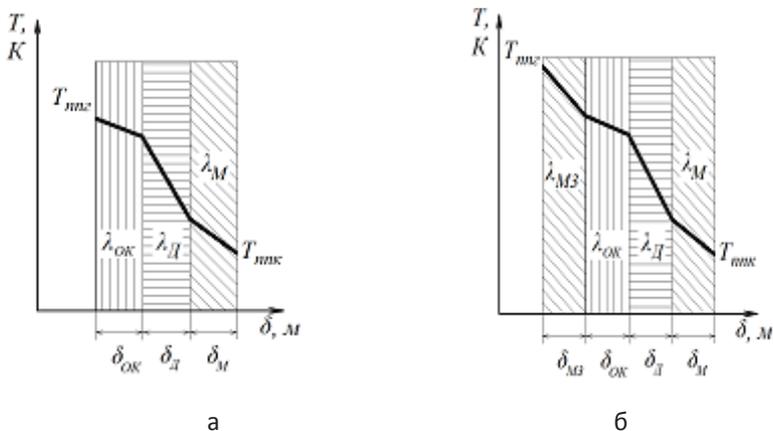


Рисунок 1 - Передача теплоты через оксидированный поршень

$$q_1'' = \frac{(T_{пн\epsilon 1} - T_{пнк1})}{\frac{\delta_{OK}}{\lambda_{OK}} + \frac{\delta_D}{\lambda_D} + \frac{\delta_M}{\lambda_M}};$$

$$q_2'' = \frac{(T_{пн\epsilon 2} - T_{пнк2})}{\frac{\delta_{OK}}{\lambda_{OK}} + \frac{\delta_D}{\lambda_D} + \frac{\delta_M}{\lambda_M}};$$

$$q_3'' = \frac{(T_{пн\epsilon 3} - T_{пнк3})}{\frac{\delta_M}{\lambda_{МЗ}} + \frac{\delta_{OK}}{\lambda_{OK}} + \frac{\delta_D}{\lambda_D} + \frac{\delta_M}{\lambda_M}};$$

где q_1'' - удельный тепловой поток, проходящий через поршневую канавку первого компрессионного кольца, Вт/м²; $T_{пн\epsilon 1}$ - температура поверхности поршня в зоне поршневой канавки под первое компрессионное кольцо со стороны газов, К; $T_{пнк1}$ - температура поверхности поршня в зоне поршневой канавки под первое компрессионное кольцо со стороны картера, К; q_2'' - удельный тепловой поток, проходящий через поршневую канавку второго компрессионного кольца, Вт/м²; $T_{пн\epsilon 2}$ - температура поверхности поршня в зоне поршневой канавки под второе компрессионное кольцо со стороны газов, К; $T_{пнк2}$ - температура поверхности поршня в зоне поршневой канавки под второе компрессионное кольцо со стороны картера, К; q_3'' - удельный тепловой поток,

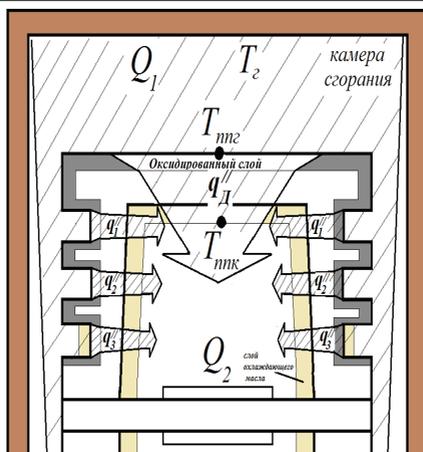


Рисунок 2 - Передача теплоты через днище и головку поршня с оксидированными рабочими поверхностями

проходящий через поршневую канавку маслосъемного кольца, Вт/м²; $T_{птг}$ - температура поверхности поршня в зоне поршневой канавки под маслосъемное кольцо со стороны газов, К; $T_{пнк}$ - температура поверхности поршня в зоне поршневой канавки под маслосъемное кольцо со стороны картера, К; $\delta_{мз}$ - толщина слоя моторного масла в поршневой канавке под маслосъемное кольцо, м.

Расчет проходящего удельного теплового потока **через днище и головку поршня с оксидированными рабочими поверхностями** проводился по формулам 2 и 3. Аналогично проводился расчет для типового поршня, при этом процесс теплопередачи рассматривали как перенос теплоты через двухслойную стенку.

Результаты исследований и их обсуждения. В результате проведенных сравнительных расчетов удельного теплового потока было установлено следующее. Формирование оксидированного слоя на рабочей поверхности головки поршня позволит снизить удельный тепловой поток на днище поршня с 229 до 216 кВт/м², в зоне поршневой канавки под первое компрессионное кольцо с 201 до 188 кВт/м², в зоне поршневой канавки под второе компрессионное кольцо с 173 до 159 кВт/м², в зоне поршневой канавки под маслосъемное кольцо с 20 до 19 кВт/м² по сравнению с типовым поршнем.

Заключение. Формирование оксидированного слоя на днище и головки поршня позволит снизить температуру нагрева поршня, и как

следствие приведет к повышению мощностных, топливно-экономических и экологических показателей автомобильного двигателя.

Библиографический список

1. Степанов, В.А. К обоснованию снижения теплонапряженности поршня двигателя методом микродугового оксидирования днища / В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, Р.А. Зейнетдинов // Известия МААО. – 2013. - № 6, Т 1. – С. 154-158.
2. Патент на изобретение 2439211 Россия, МПК F02F 3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана, и их сплавов/ И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. – № 2010140537/02; Заяв.04.10.2010; Опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
3. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева.- М.: Энергия, 1973. - 320 с.
4. Марьин, Д.М. Результаты теоретических и экспериментальных исследований теплонапряженности поршня ДВС с оксидированным днищем ДВС / Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, А.А. Глущенко // Нива Поволжья. - 2013. - №2 (27). – С. 100-104.

THE RESULTS OF THE CALCULATION OF THE SPECIFIC HEAT FLOW PASSING THROUGH THE BOTTOM AND PISTON HEAD

Khokhlov A.L., Glushchenko A.A., Marin D.M., A.G. Bashaev

Keywords: piston, heat flow, oxidized layer, the oxidized layer thickness, temperature.

One way to reduce the temperature of pistons of internal combustion engines is the formation of insulating coating on the underbody and head. To evaluate the effectiveness of this method was the calculation of specific heat flux passing through the bottom and the oxidized model head and piston.