

Рис. 6. Зависимость комплексного коэффициента преобразования от температуры нагретой воды  $t_{wк}$  при различных температурах смеси после регулирующего вентиля  $t_{pB}$   
1 – 4 –  $t_{pB} = 10^{\circ}C$ ; 5; 0; - 5

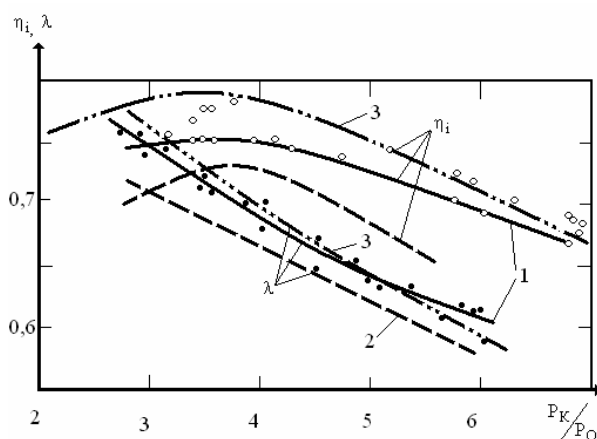


Рис. 7. Зависимость коэффициента подачи  $\lambda$  и индикаторного КПД  $\eta_i$  ТНУ от отношения давлений  $P_k / P_0$ :

1 – смесь; 2 – хладагент R12; 3 – хладагент R142B

Сравнение зависимостей  $\lambda$  и  $\eta_i$  при работе ТНУ на смеси и на чистых хладагентах R12 и R142 показало, что при работе ТНУ на смеси индикаторный КПД  $\eta_i$  получился достаточно высоким. Однако он на  $0,5 \div 3\%$  ниже, чем при работе на чистом хладагенте R142 и на  $7 \div 9\%$  выше, чем при работе на чистом R12. Одной из причин этого может быть уменьшение относительных энергетических потерь из-за более низкой молекулярной массы R142.

При прочих равных условиях эти потери пропорциональны молекулярной массе. Молекулярная масса R142 равна 100,48; R12 равна 120,93. Относительные потери при одинаковых температурах соотносятся как 100:120.

#### Заключение

Рассмотрены особенности работы утилизирующих теплонасосных установок на судах морского флота. Проанализированы варианты использования вторичных энергетических ресурсов судовых энергетических установок для тепло- и хладоснабжения. Полученные результаты показали перспективность предложенных технических решений для использования ВЭР судовых энергетических установок на судах морского флота.

#### Список литературы:

1. Справочник по теплообменникам: В 2 т.; Пер. с англ.; под. ред. Б.С. Петухова, В.К. Широкова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т.1. – 561с.

УДК 621.43.016.4

А.П. Марченко, д-р техн. наук, В.В. Шпаковский, канд. техн. наук

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ДВС С ТЕПЛОИЗОЛИРОВАННЫМ ПОРШНЕМ

#### Постановка проблемы

Исследования, направленные на снижение расхода топлива, повышение ресурса ДВС и улучшение экологичности являются весьма актуальными. В двигателестроении рассматривалось множество различных способов повышения эффективности ДВС [1]. Одним из перспективных направлений улучшения показателей топливной экономичности

ДВС является частично-динамическая теплоизоляция поршня, реализация которой является достаточно серьезной научно-технической проблемой. Реализация частично-динамической теплоизоляции позволяет улучшить рабочий процесс и, тем самым, повысить эффективные и экологические показатели дизеля.

#### Цель исследований

Целью данной работы является исследование влияния на параметры рабочего процесса дизеля 4ЧН12/14 частично-динамической теплоизоляции поршня с рациональной толщиной теплоизолирующего корундового слоя, образованного гальваноплазменной обработкой.

#### Обоснование научных и практических результатов.

Температура деталей КС влияет на протекание рабочего процесса в дизеле, на показатели его экономичности и токсичности [1]. На теплоизолированной поверхности деталей КС температура отличается от температуры ее поверхности без теплоизоляции.

На кафедре ДВС НТУ «ХПИ» выполнен комплекс расчетно-экспериментальных работ по исследованию частично-динамической теплоизоляции поршня. Было показано, что реализация такой теплоизоляции возможна путем модификации поверхности поршня гальваноплазменной обработкой с образованием корундового слоя определенной толщины. При этом, для такой теплоизоляции достигается эффект снижения температуры поверхности поршня на участке наполнения и повышение – на участке сжатия-сгорания. Сравнения температурного состояния поршней штатного и с теплоизолирующим корундовым слоем показали [2], что

температура на теплоизолированной поверхности при наполнении на  $8^{\circ}\text{C}$  ниже температуры на неизолированной поверхности. В период сжатия и видимого сгорания топлива температура на теплоизолированной поверхности выше и достигает максимального отличия до  $60^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).

Это создает условия на участке наполнения для увеличения массы свежего заряда, а на участке сжатия-сгорания – более эффективного сгорания за счет приближения мгновенной температуры поверхности поршня к  $380\text{--}400^{\circ}\text{C}$ , которая для современных камер сгорания по данным многих авторов (3, 4, 5, 6) является наиболее рациональной для рабочего процесса на участке сгорания.

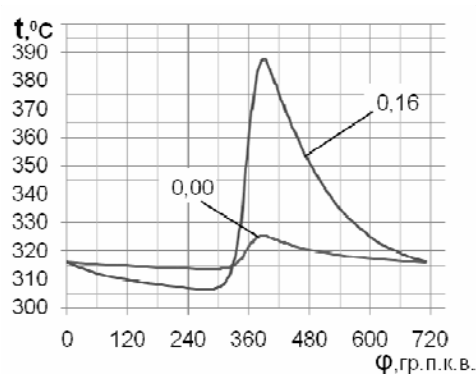


Рис. 1. Изменение температуры на огневой поверхности поршня в течении цикла. Цифры указывают толщину корундового слоя  $\delta \cdot 10^{-3}$  м

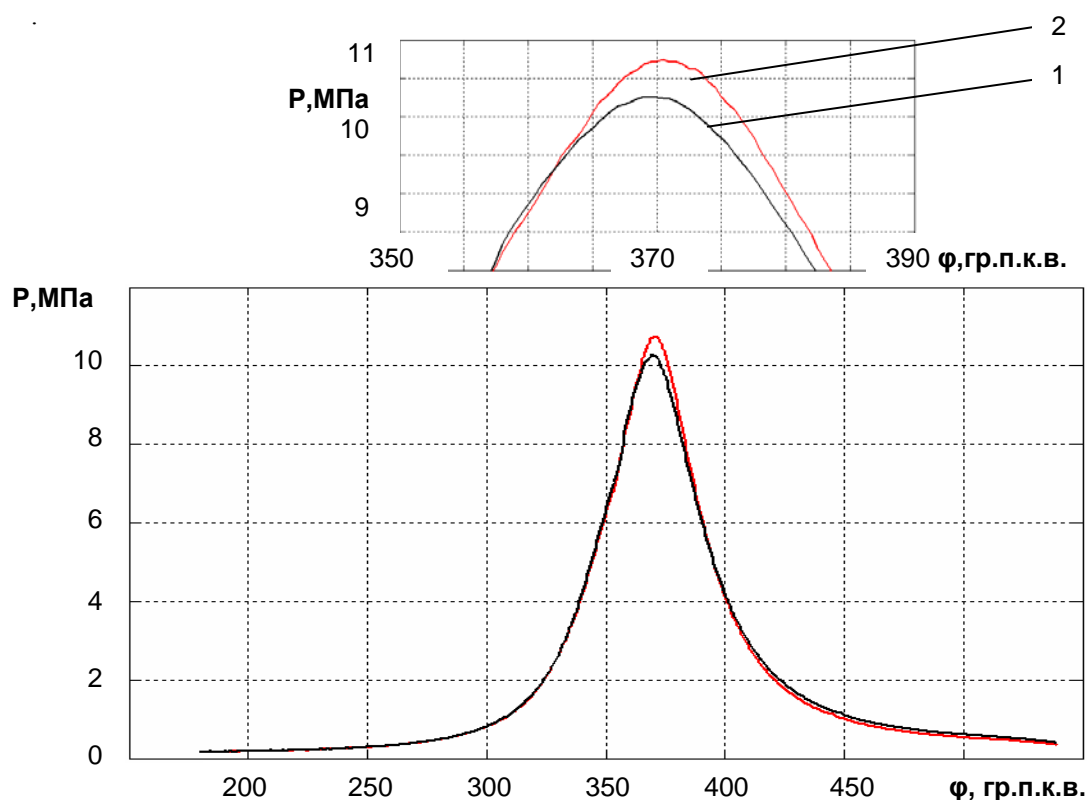


Рис. 2. Индикаторная диаграмма дизеля 4ЧН12/14,  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,  $p_e = 0,95 \text{ МПа}$ ,  $\Theta_1 = 18 \text{ гр. до ВМТ}$ ;

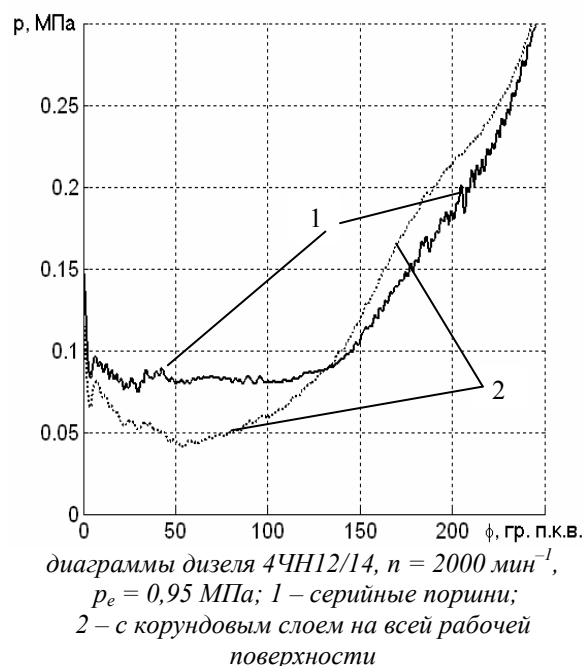
1 – серийные поршни; 2 – поршни с корундовым слоем на всей рабочей поверхности

Эти утверждения были подтверждены результатами экспериментальных исследований на дизеле 4ЧН12/14 с серийными поршнями и с поршнями с корундовым слоем толщиной  $0,2 \cdot 10^{-3}$  м. (рис.2). Исследовались индикаторные диаграммы и характеристики тепловыделения. Для получения качественной картины индикаторные диаграммы сняты при одинаковых условиях проведения испытаний и на одних и тех же режимах.

Анализ индикаторных диаграмм показал, что при работе двигателя с поршнями с корундовым слоем получены более высокие значения максимального давления цикла и разница составила 0,5 МПа.

Установлено, что на участке наполнения давление газа ниже, чем при работе с серийными поршнями, а на такте сжатия, к моменту впрыскивания топлива, выше (рис. 3). Этот результат согласуется с полученными ранее результатами расчетных исследований [2], которыми было показано, что для поршня с частично-динамической теплоизоляцией температура поверхности доньшка поршня ниже, чем температура у серийного поршня. Уменьшение температуры поверхности доньшка поршня снижает подогрев свежего заряда, и его

температура снижается, тем самым способствует повышению коэффициента наполнения.



Скорость тепловыделения (рис. 4) и скорость нарастания давления (рис. 5) ниже в области первого максимума и значительно выше в области второго максимума.

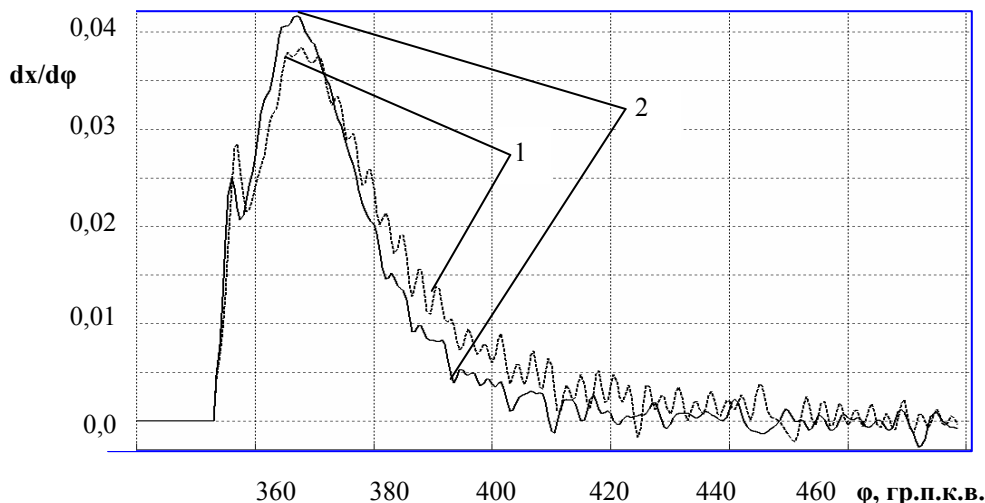


Рис. 4. Характеристика сгорания топлива дизеля 4ЧН12/14,  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,  $p_e = 0,95 \text{ МПа}$ ; 1 – серийные поршни; 2 – с корундовым слоем на всей рабочей поверхности

В период самовоспламенения максимальная величина скорости нарастания давления в цилиндре ДВС с корундовыми поршнями составила 0,17 МПа/град., а в цилиндре ДВС с серийными поршнями 0,189 МПа/град. Скорость нарастания давления снизилась на 11,18%. В период устойчивого

сгорания, в ДВС с корундовым слоем на доньшке поршня, скорость нарастания давления составила 0,2822 МПа/град., а в ДВС с серийными поршнями 0,218 МПа/град., т. е. на 29,45% больше. Это обусловило приближение подвода теплоты сгорания топлива к ВМТ. В результате основное сгорание

заканчивается раньше на 20-30 гр. п.к.в., чем в ДВС со штатным поршнем. Увеличение максимального значения скорости сгорания в области второго максимума и приближение его к верхней мертвой точке качественно подтверждает более эффективное использование теплоты сгорания топлива и лучшую экономичность работы двигателя.

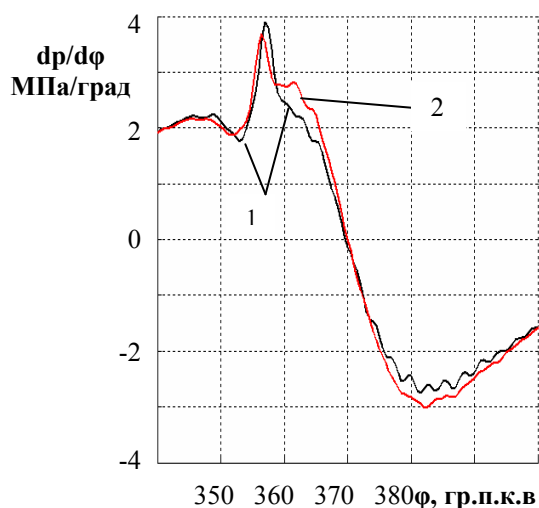


Рис. 5. Скорость нарастания давления в дизеле 4ЧН12/14,  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,  $p_e = 0,95 \text{ МПа}$ ; 1 – серийные поршни; 2 – с корундовым слоем на всей рабочей поверхности

Максимальное значение температуры в двигателе с поршнем с корундовым слоем на 30 К выше и сдвинулось в сторону ВМТ на 4 гр. п.к.в. (рис. 6). На линии расширения температура газа ниже. Произошло сокращение продолжительности третьей фазы сгорания (рис. 4).

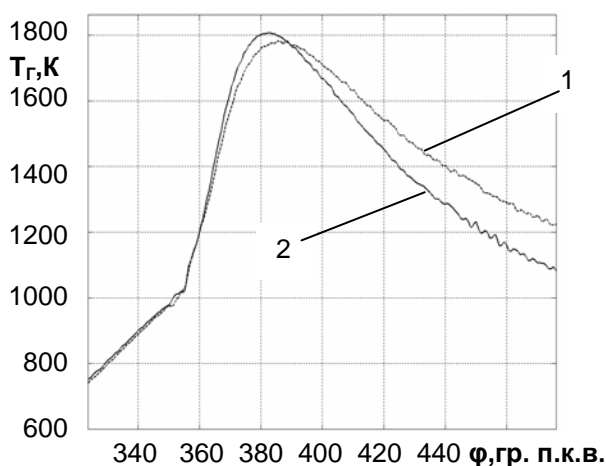


Рис. 6. Температура газа в дизеле 4ЧН12/14,  $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ ,  $p_e = 0,95 \text{ МПа}$ ; 1 – серийные поршни; 2 – с корундовым слоем на всей рабочей поверхности

Вследствие более раннего догорания температура выпускных газов снижается почти на 10%.

Подтверждением положительного влияния частично-динамической теплоизоляции поршня на процесс сгорания может служить отсутствие нагара в ДВС с теплоизолированными поршнями (рис. 7).

При проведении сравнительных испытаний на поршнях без теплоизоляции образовался нагар толщиной от  $82 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  до  $146 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ , а на поршнях с корундовым слоем нагара не было. Кроме того, снизился массовый выброс твердых частиц на 19-30% [7], что особенно важно, для решения проблем улучшения экологичности ДВС.



а)



б)

Рис. 7. Толщина нагара ( $\cdot 10^{-6} \text{ м}$ ) на головке серийного поршня (а), головка поршня с корундовым слоем после испытаний без нагара (б)

### Выводы

Таким образом, реализация частично-динамической теплоизоляции поршня с рациональной толщиной теплоизолирующего корундового слоя, образованного гальваноплазменной обработкой, является одним из перспективных резервов улучшения топливной экономичности ДВС и показателей токсичности его выпускных газов. Результаты анализа индикаторных диаграмм, диаграмм

скорости тепловыделения, скорости нарастания давления, температуры газа свидетельствуют о качественном положительном изменении внутрицилиндровых процессов при частично-динамической теплоизоляции поршней корундовым слоем рациональной толщины.

Это говорит о перспективности исследований, проводимых на кафедре ДВС НТУ «ХПИ».

**Список литературы:**

1. Фомин В.М. Пути совершенствования эколого-экономических показателей дизелей / В.М.Фомин // Автомобильные и тракторные двигатели: Межвуз. сб. науч. тр. - вып. XVI. – 1999 - С.23. 2. Марченко А.П. Эффект влияния малых толщин теплозащитного покрытия поршня на его мгновенную поверхностную температуру

/ А.П. Марченко, В.А Пылев, В.В. Шпаковский [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: XI междунар. науч.-практ. конф. – Владимир, 2008. – С. 220-223. 3. Pischinger A., Pischinger F/ Der Einfluß der wand bei der Verbrennung eines Brennstoffstrahles in einem Luftwirbel // MTZ. - 1959 - №1. 4. Камзолов Е.П. Исследование процесса воспламенения и сгорания топлива при испарении его с нагретой стенки / Е.П. Камзолов // Известия вузов. – 1961 - №4 - С.43-47. 5. Леонов О.В. Исследование плёночного смесеобразования / О.В.Леонов, Е.П. Камзолов.// Известия вузов - 1961 - №1 - С.86-91. 6. Ермаков В.Ф. Оптимизация тепловых сопротивлений деталей цилиндров судовых дизелей / В.Ф.Ермаков // Двигателестроение – 1979 - №3 - С. 22-23. 7. Парсаданов И.В. Оценка влияния гальваноплазменного покрытия поршня на выбросы твёрдых частиц с отработавшими газами дизеля / И.В. Парсаданов, А.П. Поливянчук // Двигатели внутреннего сгорания. - №2. – 2009. –С. 97-100.