

***В.В. ШПАКОВСКИЙ***, канд. техн. наук, НТУ “ХПИ”

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РЕОСТАТНОЙ МОЩНОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ДИЗЕЛЯ ТЕПЛОВОЗА ЧМЭ-3 НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМАХ В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

У роботі наведені результати ресурсних експлуатаційних випробувань маневрових тепловозів ЧМЭ-3 з дизелями із серійними поршнями й з поршнями з корундовим шаром. Встановлено, що при установці в дизель поршнів з корундовим шаром його потужність підвищується на 10–15%. Найбільша швидкість зниження реостатної потужності до 37 квт на 10 тис. мотогодин наробітку відбувається при роботі дизеля на частотах 470 – 530 хв<sup>-1</sup>.

In work results of resource operational trials of shunting diesel locomotives ЧМЭ-3 with diesel engines with serial buckets and with buckets with corundum a layer are resulted. It is established, that at setting in a diesel engine of buckets with corundum a layer his{its} power raises on 10-15 %. The greatest speed of drop of rheostatic power up to 37 kw on 10 thousand.hour operating time occurs at work of a diesel engine on frequencies 470 - 530 minute<sup>-1</sup>.

**Постановка проблемы.** Среди дизелей, работающих в условиях наиболее тяжелых нагрузок, можно выделить тепловозные дизели, работающие ежедневно по 16 – 20 часов на разных режимах при переменных нагрузках. Соответственно износ деталей цилиндропоршневой группы и изменение эффективной мощности на разных режимах будут разными. А так как затраты на ремонт и обслуживание этих двигателей занимают большую часть из эксплуатационных затрат железной дороги на содержание подвижного состава, исследования влияния режимов работы дизелей на изменение эффективной мощности в процессе эксплуатации и определение оптимальных режимов являются актуальными.

**Способы решения проблемы.** Применяемые на сегодняшний день материалы для изготовления поршней уже не позволяют обеспечивать современные запросы пользователей и поэтому нуждаются в замене на материалы с более высокими свойствами. Одним из путей решения этой проблемы является применение поршней с теплостойким и износостойким корундовым поверхностным слоем. Испытания тракторных и автомобильных двигателей показывают, что применение поршней с корундовым слоем позволяет значительно снизить износ деталей цилиндропоршневой группы [1], улучшить качество процесса сгорания [2] и уменьшить снижение эффективной мощности в процессе эксплуатации.

**Анализ публикаций.** Следует отметить небольшое количество публикаций, посвященных тематике применения в двигателестроении новых материалов и оценке работоспособности дизелей при длительной эксплуатации.

**Задачи исследований.** Перед двигателестроением стоит несколько основных задач [3]. Одной из таких задач является обеспечение надежности работы двигателя и его долговечности при сохранении эффективной мощности в процессе длительной эксплуатации. При установке в дизель тепловоза ЧМЭ-3 поршней с корундовым поверхностным слоем ставилась задача на практике оценить их влияние на надежность работы дизеля маневрового тепловоза и сохранение эффективной мощности при длительной эксплуатации.

**Результаты исследований, обоснование научных и практических результатов.** Согласно регламенту тепловозы проходят диагностическую проверку каждые два с половиной - три года. В среднем комплект поршней маневровых тепловозов служит 5-7 лет. В феврале 1993 г. в депо Харьков – Сортировочный в дизель тепловоза ЧМЭ- 3 №6830 были установлены поршни с корундовым поверхностным слоем. С марта 1993 г. по декабрь 2008 г. дизель наработал 114676 моточасов без замены деталей цилиндропоршневой группы. В 2008 году наступил срок очередного проведения регламентных работ ТР-3 этого тепловоза. В депо Харьков-Сортировочный были проведены реостатные испытания, проверка состояния цилиндропоршневой группы и других систем тепловоза.

Одновременно проводились регламентные работы ТР-3 и реостатные испытания тепловоза с серийными поршнями ЧМЭ-3 №6835 того же года выпуска что и тепловоза ЧМЭ-3 №6830. За время его эксплуатации с ноября 1989 г. по октябрь 2008 г. дизель наработал 137718 моточасов и 3 раза производилась замена цилиндропоршневых групп. Первый комплект поршней был заменен в 1994 г. после наработки 36232 моточаса, второй в 2002 г. после наработки 54974 моточаса, третий в 2008 г. после наработки 46512 моточасов. Ресурс цилиндро-поршневой группы серийного дизеля тепловоза ЧМЭ-3 находится в пределах 36-55 тыс. моточасов.

Определение эффективных показателей работы дизеля проводилось на реостатном стенде. При этом определялись эффективные показатели работы двигателя на 7 режимах тепловозной характеристики [4]. Даты проведения регламентных работ и данные о замене деталей цилиндропоршневой группы, а также эффективные показатели, снятые по тепловозной характеристике исследуемых тепловозов приведены в [5],[6].

Полученные данные позволяют отследить изменение параметров дизеля в процессе эксплуатации. На рис.1 приведен график снижения реостатной мощности двигателя с корундовыми поршнями тепловоза ЧМЭ-3 №6830 и тепловоза ЧМЭ-3 №6835 со стандартным комплектом цилиндропоршневой группы по мере наработки на основных режимах работы.

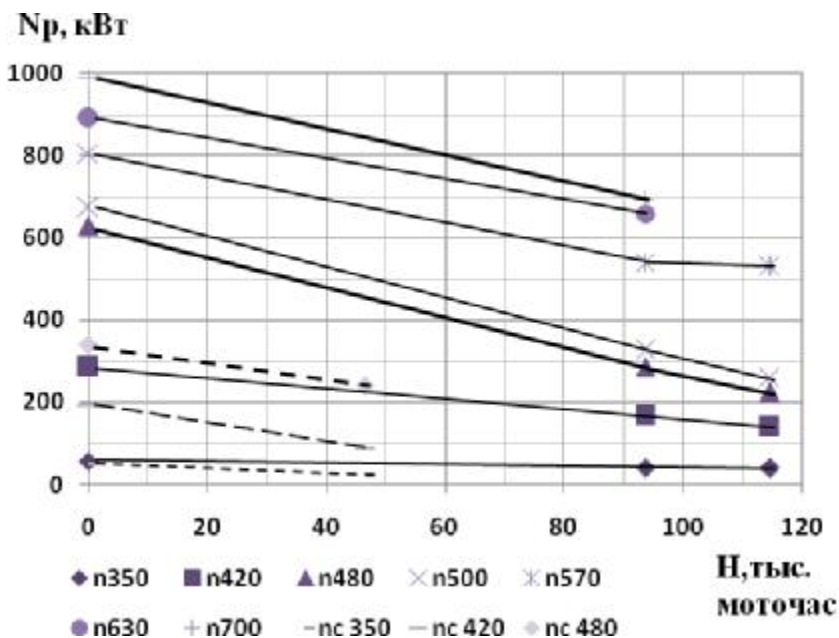


Рисунок 1– Снижение реостатной мощности серийного и модернизированного дизелей для разных режимов по мере наработки

Из графиков видно, что снижение реостатной мощности тепловоза ЧМЭ- 3 №6830 после наработки более 100 тыс. моточасов составляет 20 – 40% от значений, полученных на испытаниях дизеля после установки на него комплекта корундовых поршней. Наибольшее снижение мощности отмечается не на максимальных режимах, а на режимах скоростной характеристики со средними оборотами. При этом дизель с поршнями с корундовым слоем развивает достаточную для работы мощность. На этом дизеле установка поршней с корундовым слоем позволила увеличить мощность на 100 – 150 кВт по сравнению с дизелем со стандартным комплектом поршней.

Для определения оптимальных режимов работы, с точки зрения снижения реостатной мощности, были построены графики скорости снижения реостатной мощности на каждые 10 тыс. моточасов наработки (рис.2).

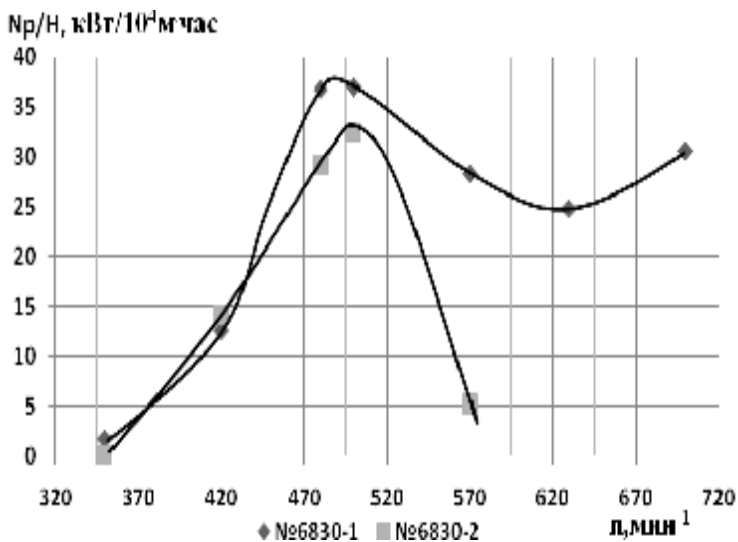


Рисунок 2 – Зависимость скорости снижения реостатной мощности от режимов работы дизеля.

При наработке до 93660 моточасов до проведения ТР-3 наибольшее снижение реостатной мощности происходит при работе дизеля на частоте 470 – 520 мин<sup>-1</sup>, а наименьшее - до 440 мин<sup>-1</sup> и на частоте 600 - 630 мин<sup>-1</sup>. В этом случае реостатная мощность будет снижаться на 24 – 28 кВт на каждые 10 тыс. моточасов. После наработки более 93660 моточасов до проведения ТР-3 наибольшее снижение реостатной мощности происходит при работе дизеля на частоте 470 – 530 мин<sup>-1</sup>. Максимальное значение снижения реостатной мощности достигает 33 кВт на каждые 10 тыс. часов наработки.

Для дизеля с серийными поршнями наибольшее снижение реостатной мощности происходит при работе дизеля на частоте 420 – 460 мин<sup>-1</sup>.

Можно предположить, что подобная неравномерность снижения мощности двигателя на разных частотах вращения происходит по нескольким причинам. Во первых снижение мощности является результатом износа цилиндропоршневой группы и как следствие большим проникновением отработавших газов в картер двигателя. На низких частотах вращения смазка деталей двигателя осуществляется более качественно и тем самым обеспечивается большее уплотнение камеры сжатия, на высоких частотах вращения коленчатого вала двигателя рабочие газы не успевают проникнуть в закольцевое пространство за тот малый промежуток времени, пока совершается рабочий ход поршня. Во вторых снижение мощности вызывается неизбежным во время эксплуатации загрязнением охладителя

надувочного воздуха. И, в третьих, на снижение мощности дизеля сказывается износ подшипников турбокомпрессора.

### **Выводы и заключение.**

1. Анализ результатов, полученных в ходе испытаний тепловозов, позволяет говорить о значительном увеличении срока службы цилиндропоршневой группы дизеля с комплектом корундовых поршней без значительного снижения мощности дизеля, вызванного износом цилиндропоршневой группы.

2. Существуют режимы работы дизеля при которых скорость снижения мощности максимальна.

3. При работе дизеля с поршнями с корундовым слоем следует меньше работать на режимах с частотой вращения коленчатого вала  $470 - 520 \text{ мин}^{-1}$ , а с серийными поршнями – на частотах  $420 - 460 \text{ мин}^{-1}$ . Это позволит увеличить ресурс цилиндропоршневой группы и уменьшить снижение мощности дизеля в процессе эксплуатации.

**Список литературы.** 1. *Шпаковский В.В., Пылёв В.А., Осейчук В.В.* Применение поршней с корундовым слоем - способ повышения надёжности двигателей внутреннего сгорания // Автомобильный транспорт.-Харьков: ХНАДУ – 2007.- Вып.21.- С. 128-131. 2. *Шпаковский В.В., Марченко А.П., Пылёв В.А., Линьков О.Ю., Осейчук В.В.* Оценка влияния корундового поверхностного слоя камеры сгорания поршня на ускорение предпламенной подготовки топлива //Вестник НТУ «ХПИ»: Сб. научн. трудов. Тем. вып. «Машиноведение и сапр».-Харьков, 2007. – Вып.29 – С.115-121. 3. *Шпаковский В.В.* Проблемы повышения эффективности ДВС путём применения новых материалов для цилиндропоршневой группы и задачи научных исследований//Механіка та машинобудування. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. 4. *Шпаковский В.В.* Результаты реостатных испытаний дизелей с поршнями, прошедшими гальваноплазменную обработку поверхности // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009, №2 – С.115-116. 5. *Шпаковский В.В.* Результаты длительных ресурсных испытаний серийного дизеля тепловоза ЧМЭ-3 // Сб. научн. трудов. Вестник ХНАДУ.2009.Вып.45-С.75-78. 6. *Шпаковский В.В.* Изменение скоростных характеристик дизелей маневровых тепловозов в процессе длительной эксплуатации // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009, №1 – С.110-111.

*Поступила в редколлегию 30.09.10*