

УДК 621.43

*А.В. Белогуб, канд. техн. наук, А.С. Стрибуль, инж.*

## ПРОГРЕССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРШНЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### Введение

Назревшая необходимость оптимизации основных параметров автомобильных поршней следует из оценки требований, предъявляемых к поршням участниками процесса, причем для разных категорий участвующих эти требования могут, как совпадать, так и различаться.

Участники процесса:

- производитель отливки или заготовки поршня;
- производитель поршня;
- потребитель первичный (конвейер);
- потребитель вторичный (рынок запасных частей);

Поскольку ОАО «АВТРАМАТ» является производителем полного цикла – от сплава до готового поршня, мы будем рассматривать производителя двух переделов сразу.

### Формулирование проблемы

В таблице 1 представлены основные требования к поршню перечисленных участников.

Совпадающие требования – минимальная стоимость и репутация. Несовпадающие – экология, экономичность, т.е. то, что относится исключительно к техническим требованиям. Однако, учитывая неизбежное падение спроса на рынке запасных частей СНГ в связи с мировыми тенденциями снижения календарных сроков эксплуатации легкового транспорта и увеличения общего ресурса их двигателей, особенно актуальным является удовлетворение первичного, конвейерного, потребителя, где технические требования выходят на первое место.

Таблица 1.

| Производитель  | Потребитель первичный   | Потребитель вторичный   |
|--|---|---|
| 1. Минимальная производственная стоимость;<br>2. Высокая репутация производителя (бренда);<br>3. Минимальные издержки при реализации | 1. Удовлетворение техническим требованиям (экология, ресурс, экономичность ДВС);<br>2. Надежность поставок;<br>3. Минимальная цена;<br>4. Высокая репутация производителя (бренда); | 1. Высокая репутация производителя (бренда);<br>2. Специфические технические требования – повышение экономичности «на доверии»;<br>3. Конкурентная цена |

К параметрам двигателя, на которые может повлиять конструкция поршня, относятся:

- механические потери (потери на трение);
- расход топлива;
- выбросы вредных компонентов с отработавшими газами;
- шум и вибрации.

При этом снижение расхода топлива и выбросов CO<sub>2</sub> являются прямым следствием снижения потерь на трение.

### Решение проблемы

В продолжение 6-ти лет сначала АОЗТ «Украинские моторы», а затем и их правопреемник ОАО «АВТРАМАТ» занимаются разработками и производством поршней с новыми техническими параметрами, удовлетворяющими возрастающим требованиям производителей автомобильных двигателей. Для успешного решения задач по повышению параметров двигателей за счет оптимизации конструкции поршня без значительного увеличения его стоимости в ОАО «АВТРАМАТ» была создана система сквоз-

ного проектирования, которая дала возможность в достаточно сжатые сроки вывести на рынок ряд новых конструкций. Технология проектирования защищена патентом.

В плане разработок решались следующие задачи:

- минимизация трения;
- минимизация установочного зазора

В свою очередь минимизация потерь на трение разделяется на 2 задачи – минимизация массы с сохранением или увеличением базовых прочностных характеристик и оптимизация формы и площадей соприкасающихся поверхностей.

Под минимизацией установочного зазора понимается уменьшение величины бочкообразности и, где это целесообразно эллипсности поршня, что приводит к увеличению пятна контакта, как следствие снижению давления в местах контакта и, как мы предполагаем следствием чего будет уменьшение износа и увеличение ресурса. Этому предположению есть подтверждение – поршни, прошедшие полный цикл ресурсных испытаний имеют достаточно незначительный для такого срока работы износ и могут эксплуатироваться дальше. Кроме того, уменьшение зазора приводит к уменьшению шумов при переключке поршня.

Была произведена оценка потерь трения в зависимости от конструктивных параметров, показавшее, что 10% -е уменьшение массы на распространенном двигателе ВАЗ-21083 может привести к увеличению макс. мощности и момента на 150...300 Вт и 0.25...0.5 Нм соответственно. Это эквивалентно повышению экономичности и снижению выбросов CO<sub>2</sub> при испытаниях по ездовым циклам.

При оценке учитывалось только трение в паре юбка поршень-гильза без учета изменения трения в узлах кривошипно-шатунного механизма. Кроме того, в большинстве поршней была уменьшена величина смещения пальцевого отверстия, что также спо-

собствует снижению потерь трения. В результате реальные величины повышения мощности и момента оказались значительно выше. Коэффициент трения в расчете принят 0,04...0,08. Как пример на рис.1 и 2 показаны мощности трения юбка поршня - цилиндр в зависимости от смещения пальцевого отверстия и массы поршня соответственно.

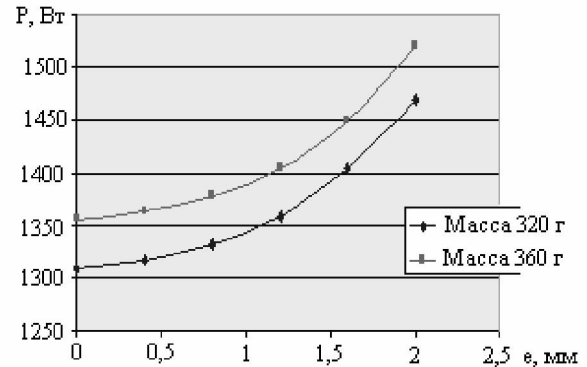


Рис. 1. Зависимость мощности трения юбка поршня – гильза от смещения пальцевого отверстия в расчете на 1 поршень. Частота вращения  $n=5500 \text{ мин}^{-1}$

Новые разработки в обязательном порядке проходят испытания на моторных стендах по стандартным методикам ресурсных испытаний. На рис.3 представлены испытательные стенды, использующиеся при доводке поршней.

В настоящее время в ОАО «АВТРАМАТ» разработаны, испытаны и производится ряд поршней, обладающих техническими характеристиками, превосходящими прототипы (рис.4).

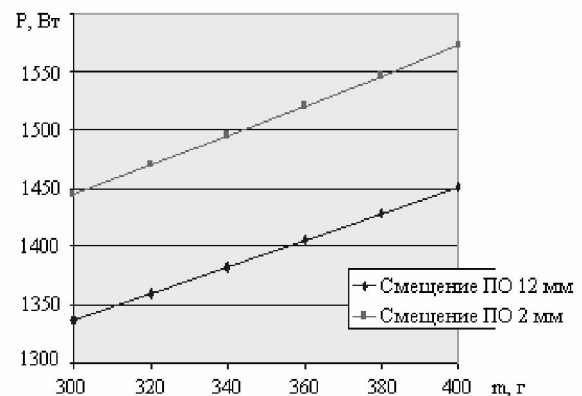
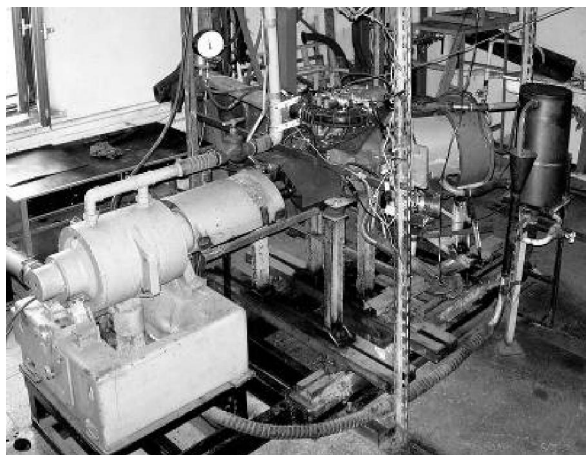
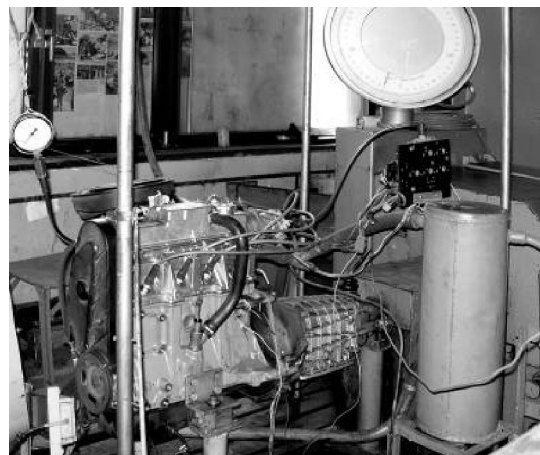


Рис. 2. Зависимость мощности трения юбка поршня – гильза массы поршня в расчете на 1 поршень. Частота вращения  $n=5500 \text{ мин}^{-1}$



а) с гидротормозом SHENK



б) с электротормозом VSETIN

Рис. 3.



3M3-406 (406.1004015H)  
Ø92; 92,5; 93мм.  
Масса - 431г



УМ3-421 (421.1004015M)  
Ø100; 100,1; 100,5; 101мм.  
Масса - 545 г



ВА3-21213H  
(21213.1004015H)  
Ø82,0; 82,4; 82,8мм.  
Масса 322 г.



ВА3-2112H  
(212.1004015H)  
Ø82,0; 82,4; 82,8мм.  
Масса 312 г.



MeM3-307  
(307.1004015H)  
Ø75,0; 75,25; 75,5мм.  
Масса - 250 г



ВА3-2105H  
Ø79,0; 79,4; 79,8мм.  
Масса 300 г.



ВА3-21083M  
Ø82,0; 82,4; 82,8мм.  
Масса 322 г.



ВА3-21118M  
Ø82,5мм.  
Масса 235 г.  
(поршень не испытан в двигателе)

Рис. 4. Новые поршни ОАО «АВТРАМАТ». Масса соответствует номинальному размеру

Таблица 2.

| Двигатель | Масса, г<br>(новый/старый,<br>%снижения) | Момент, Нм<br>(новый/старый,<br>%повышения) | Мощность, кВт<br>(новый/старый,<br>%повышения) |
|-----------|--|---|--|
| 3M3-406   | 431/455<br><b>5</b>                      | 190/188<br><b>1,1</b>                       | 97,2/96,6<br><b>0,6</b>                        |
| ВА3-2105  | 300/375<br><b>20</b>                     | 96,8/94,1<br><b>2,9</b>                     | 53/50,7<br><b>4,5</b>                          |
| ВА3-21083 | 322/345<br><b>7</b>                      | 108,8/106,2<br><b>4,3</b>                   | 54,2/52,6<br><b>3,0</b>                        |
| ВА3-21213 | 322/347<br><b>7,2</b>                    | 136/131<br><b>3,8</b>                       | 60/58<br><b>3,4</b>                            |
| ВА3-2112  | 304/365<br><b>17</b>                     | 133/129<br><b>3,1</b>                       | 70,7/68,8<br><b>2,7</b>                        |
| MeM3-307  | 250/285<br><b>12</b>                     | 108,1/106,5<br><b>1,5</b>                   | 49,6/49,0<br><b>1,2</b>                        |

По результатам испытаний получено стабильное снижение механических потерь, приведенное в таблице 2.

#### Выводы:

Анализ таблицы 2 показывает, что применение поршней новых конструкций для всех участников процесса может быть целесообразным: для производителя снижение материалоемкости; для первичного

потребителя – улучшение экологических параметров двигателя (CO<sub>2</sub> и вибрации); для вторичного рынка –

повышение момента и мощности.

УДК 621.43.001.4

*А.М. Левтеров, канд. техн. наук, А.В. Белогуб, канд. техн. наук*

### **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОРШНЯ БЫСТРОХОДНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

За последние годы заметно сократились инновационные циклы в автомобильной промышленности и можно предположить, что при растущей сложности изделий и требований к ним отрасль ждет драматическое будущее. Ответом на такой вызов времени может стать сокращение затрат на развитие. Учитывая, что основу эксплуатируемого автомобильного парка Украины составляют автомобили с моторами моделей 30–50-летней давности, уже оснащенных модернизированными системами питания, зажигания, регулирования, а создание двигателей новых современных конструкций для экономики Украины в настоящее время нереально, целесообразно пойти по пути технически и экономически доступного углубления модернизации двигателей, заменяя элементы его конструкции на более совершенные.

В частности, одним из главных функциональных элементов двигателя, определяющих показатели его экономичности, надежности и токсичности, является цилиндропоршневая группа.

Статья предлагает результаты оценки качества проектирования модернизированного на ОАО “Автрамат” поршня 21083–М двигателя ВАЗ(4С 82/71), полученного при совместных исследованиях с отде-

лом поршневых энергоустановок ИПМаш НАН Украины.

Конструктивная модернизация базового поршня двигателя ВАЗ– 2108 выполнена по критериям, обеспечивающим технологичность изготовления, функциональность, экономичность и уменьшение массы.

Вот перечень конструктивных изменений и их следствие:

- отсутствует термовставка, возможное уменьшение жесткости и ухудшение структуры температурного поля компенсируется использованием более прочного алюминиевого сплава АЛ–25;

- уменьшена высота поршня на 5,5мм и составляет 60,4мм;

- оптимизирован профиль юбки, благодаря чему обеспечено нормальное распределение и уровень контактных давлений в паре стенка цилиндра – юбка поршня;

- использована оригинальная литейная оснастка, образующая геометрию внутренней поверхности поршня, обеспечивающую лучшее его охлаждение и оптимальную структуру температурного поля;

- бобышки с отверстиями под поршневой палец выполнены с двойным углом наклона, что обеспечи-