

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И СНИЖЕНИЕ  
МАКСИМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ПОРШНЯ  
ДО ЗАДАННЫХ ПРЕДЕЛОВ  
MAINTENANCE OF MECHANICAL STRENGTH AND REDUC-  
TION OF THE MAXIMUM PISTON TEMPERATURES TO THE  
SPECIFIED LIMITS

О.О Даминов, доц.,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г. Ташкент, Узбекистан  
O. Daminov, Associate Professor,  
Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация.* В статье приводятся результаты исследований факторов, влияющих на прочность и надежность работы поршневой группы современного форсированного дизеля.

*Abstract.* In article presents the results of studies of factors affecting the strength and reliability of the piston group of a modern forced diesel engine.

*Ключевые слова:* механическая прочность, поршень температура, бобышка, днища поршня.

*Key words:* mechanical strength, piston temperature, lug, piston head.

## ВВЕДЕНИЕ

При форсировании дизелей необходимо увеличивать точность изготовления поршней. Переход с литых на штампованные поршни повышает прочностные свойства алюминиевого сплава. Переход на штампованные поршни из эвтектических сплавов позволяет поднять стойкость бобышек против трещинообразования на 16-26%.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ПОРШНЯ

Повышения жесткости поршневого пальца достигается увеличением его наружного диаметра до значений  $d_{п} = (0,32 - 0,42) \cdot D$ . Внутренний диаметр выбирается в пределах  $d_{в} = (0,25 - 0,48) \cdot d_{п}$ .

### Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

При выборе соотношения  $d_{п}/D$ , соответствующего верхнему пределу происходит повышение стойкости бобышек против образования трещин до 30%. Существенное увеличение сопротивления усталости бобышек происходит при замене литого поршня штампованным из эвтектического кремнеалюминиевого сплава [1].

Рекомендуем применять метод обработки отверстия в бобышке по копирной модели, при этом качество обработки не уступает качеству поверхности при цилиндрической расточке. Данные исследований трех вариантов А, В, С продольных профилей отверстий бобышек приводятся на рис. 1; радиальная максимальная высота профиля отверстия во всех трех случаях одинаковая.



Рисунок 1 – Профили расточек бобышек

Требуемое повышение надежности было достигнуто только после введения разгрузочных карманов в отверстиях бобышек, как показано на рисунке 2. Благодаря этому снижались касательные напряжения растяжения в бобышках, улучшилось равномерность контакта и распределение поверхностного давления между бобышками и кольцом.

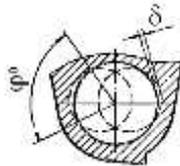


Рисунок 2 – Конфигурация разгрузочных карманов в отверстиях бобышек

## Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Эффективное снижение указанного давления достигается путем применения скошенных (трапециевидных) торцов бобышек. При этом одной стороне, увеличивается несущая поверхность бобышки, уменьшая среднее удельное давление, а с другой стороны, снижается прогиб поршневого пальца.

Таблица 1 – Результаты испытаний поршней с различными продольными отверстиями на гидропульсаторе

Форма отверстия	Начало образования трещин при нагрузке в МПа для поршней с диаметром, мм			Оценочный коэффициент
	91	109	128	
Цилиндрическая	14,7	15,4	15,0	1
Профиль А	15,3	16,1	15,6	1,04
Профиль В	16,8	17,6	17,1	1,14
Профиль С	18,2	19,3	18,8	1,25

Исследования распределения напряжений поршней со скошенными бобышками показали, что у этих поршней напряжения во всех критических зонах ниже, чем у поршней с прямыми торцами бобышек. Например, в зоне перехода от бобышки к днищу поршня напряжения снижаются на 43К, на поверхностях охлаждающих поверхностей на 25–29%, в верхней зоне бобышки – приблизительно на 15%.

Поршни со скошенными бобышками позволяют на 15÷20% увеличивать значения  $P_{max}$  (до 13,0 МПа) к соответственно увеличить  $P_e$  на 0,2– 0,3 МПа.

Учитывая факторы, влияющие на прочность и надежность работы поршневой группы современного дизеля, конструирование поршня должно вестись по двум направлениям: обеспечение механической прочности и снижение максимальных температур поршня до заданных пределов [2].

Повышению работоспособности поршня способствуют также оптимальная организация рабочего процесса и совершенствование смеобразования. Это мероприятие включает в себе способ продувки цилиндра, турбулизации заряда, фазы газораспределения, подбор

### *Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»*

топливной аппаратуры по направлению и дальнобойности струи к закону подачи топлива, выбранному с учетом формы камеры сгорания.

Привлекает внимание конструкция дизеля фирмы Elsbett с пониженной теплоотдачей в систему охлаждения. Особенностью этого рабочего процесса является образование расслоенного заряда в камере, выполненной в днище поршня. Наружный воздушный слой разделенного заряда удаляет зону сгорания от поверхностей стенок, образующих камеру. Получившийся слой воздушной “тепловой изоляции” существенно снижает теплоотдачу в систему охлаждения.

Процессы смесеобразования и сгорания в этом дизеле осуществляется в заданной последовательности, при которой в результате подвода к топливному факелу в зоне сгорания образуется стехиометрическая смесь. Рабочий процесс организуется так, чтобы на всех режимах работы дизеля, в том числе и при полной нагрузке, между зоной сгорания и стенками камеры сохранялся теплоизолирующий воздушный слой.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В днище поршня фирмы Elsbett в результате локального повышения температуры в центре вихря продукты сгорания с меньшей удельной массой концентрируются в центре камеры, а не участвующие в сгорании массы воздуха под действием центробежной силы вытекают наружу вдоль стенок камеры. Толщина теплозащитного воздушного слоя уменьшается по мере увеличения впрыскиваемого топлива, чем объясняется лучшая топливная экономичность этого процесса сгорания на режимах частотных нагрузок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания. Динамика и конструирование. Под ред. В.Н. Луканина. – М.: «Высшая школа». 2007. – 400 с.
2. Matmurodov F.M., Daminov O.O., Mirzaabdullayev J.B., Hakimov Zh.O. Mathematical modeling of transfer of the moment from the engine to the executive mechanism. Austria, Vienna. “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. European science review (Scientific journal). № 3–4.2017 (March–April), p. 75-77.

Представлено 17.05.2019