

УДК 621.43

Д.О.Торопов (асп., каф. ДВС), А.С.Пономарев (6 курс, каф. ДВС),  
Ю.В.Гальшев, к.т.н., проф.

### ОЦЕНКА ТЕПЛОАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРШНЯ ДВИГАТЕЛЯ ВА3-2111 ПРИ ФОРСИРОВАНИИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЧЕСКОГО НАДДУВА

Форсирование автомобильных бензиновых двигателей применением механического наддува получило широкое распространение. Установка нагнетателя повышает максимальную мощность, улучшает тяговую характеристику, благоприятствует работе двигателя на переходных режимах, а также в ряде случаев снижает удельный расход топлива. Однако при этом возрастает теплонапряженность деталей камеры сгорания двигателя.

В данной работе проведена расчетная оценка температурного и напряженно-деформированного состояния поршня двигателя ВА3-2111 при различном уровне наддува. Поршень является одной из наиболее ответственных и чувствительных к тепловым нагрузкам деталей двигателя.

Задача решалась методом конечных элементов в осесимметричной постановке с помощью программы COSMOS. Рассматривалось два сечения поршня: плоскостью по оси пальца и перпендикулярной ей плоскостью по тронку. Граничные условия определялись путем расчета рабочего процесса, теплообмена в камере сгорания и теплообмена через поршневые кольца с помощью комплекса программ, разработанных на кафедре ДВС. При расчете рабочего процесса использовались экспериментальные данные, полученные на моторном стенде с двигателем ВА3-2111, оснащенном приводным компрессором.

Работоспособность поршня, главным образом, определяется максимальными значениями температур и напряжений, возникающими при работе ДВС на режимах максимального момента и номинальной мощности. Результаты расчетов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Зависимость эффективных показателей двигателя и теплонапряженности поршня от давления наддува на режиме максимального крутящего момента при  $n=3500$  об/мин.

Давление наддува, Рк, бар	Крутящий момент, Ме, Н·м	Удельный эффективный расход, ge, г/(кВт·ч)	Средние по поверхности результирующие температуры и коэффициенты теплоотдачи				Максимальное давление цикла, Pz, бар	Максимальная температура поршня, t, °С	Максимальные напряжения в поршне, $\sigma$ , кг/мм <sup>2</sup>
			Сечение 1		Сечение 2				
			T, К	$\alpha$ , Вт/м <sup>2</sup> К	T, К	$\alpha$ , Вт/м <sup>2</sup> К			
1,0	111	236	1375	205	1388	204	58	236	259
1,1	133	230	1351	218	1364	217	65	238	265
1,2	149	226	1359	231	1372	229	68	240	275
1,3	159	232	1352	242	1365	241	69	244	287
1,4	170	248	1319	252	1332	251	72	252	305

Таблица 2. Зависимость эффективных показателей двигателя и теплонапряженности поршня от давления наддува на режиме номинальной мощности при  $n=5500$  об/мин.

Давление наддува, Рк, бар	Крутящий момент, Ме, Н·м	Удельный эффективный расход, ge, г/(кВт·ч)	Средние по поверхности результирующие температуры и коэффициенты теплоотдачи				Максимальное давление цикла, Pz, бар	Максимальная температура поршня, t, °С	Максимальные напряжения в поршне, σ, кг/мм <sup>2</sup>
			Сечение 1		Сечение 2				
			Т, К	α, $\frac{Вт}{м^2К}$	Т, К	α, $\frac{Вт}{м^2К}$			
1,0	101	253	1400	271	1411	270	56	250	224
1,1	115	252	1362	294	1373	293	67	250	252
1,2	127	252	1393	311	1404	310	68	256	256
1,3	137	253	1385	328	1395	326	69	259	270
1,4	148	253	1388	345	1399	343	70	260	279

Из таблиц видно, что при увеличении давления наддува значительно возрастает крутящий момент, а следовательно и мощность двигателя. При этом максимальные температуры и напряжения в поршне не превышают допустимых значений. Таким образом, с точки зрения теплонапряженности поршня возможно применение умеренного наддува (Рк = 1,2...1,3) для форсирования серийного двигателя ВА3-2111.