

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ДВС С/Х НАЗНАЧЕНИЯ ЗА ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

О.Д. Черепов

В статье рассматриваются изменения степени сжатия за жизненный цикл, вызванные допусками на изготовление КШМ, камеры сгорания и износом КШМ; получена зависимость для расчета степени сжатия на протяжении цикла.

Ключевые слова: ДВС, сжатие, жизненный цикл.

Степень сжатия ε^{4^x} тактного двигателя определяется зависимостью [1]

$$\mathcal{E} = \frac{V_{KC} + V_h + V_{nn}}{V_{nn} + V_{KC}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{кк}}$ - объем камеры сгорания,
расположенной в головке цилиндра,
 $V_{\text{н}}$ - объем цилиндра,
 $V_{\text{нп}}$ - объем камеры сгорания,
расположенной в цилиндре.

Эта зависимость позволяет установить причины возможных изменений ε .

В процессе производства одной из причин изменений может быть дисперсия размеров деталей кривошипно-шатунного механизма (к.ш.м.) и блока, образующих размерную цепь, в которой замыкающее звено с размером $A_{нп}$ определяет объем $V_{нп}$ представлено на рисунке 1.

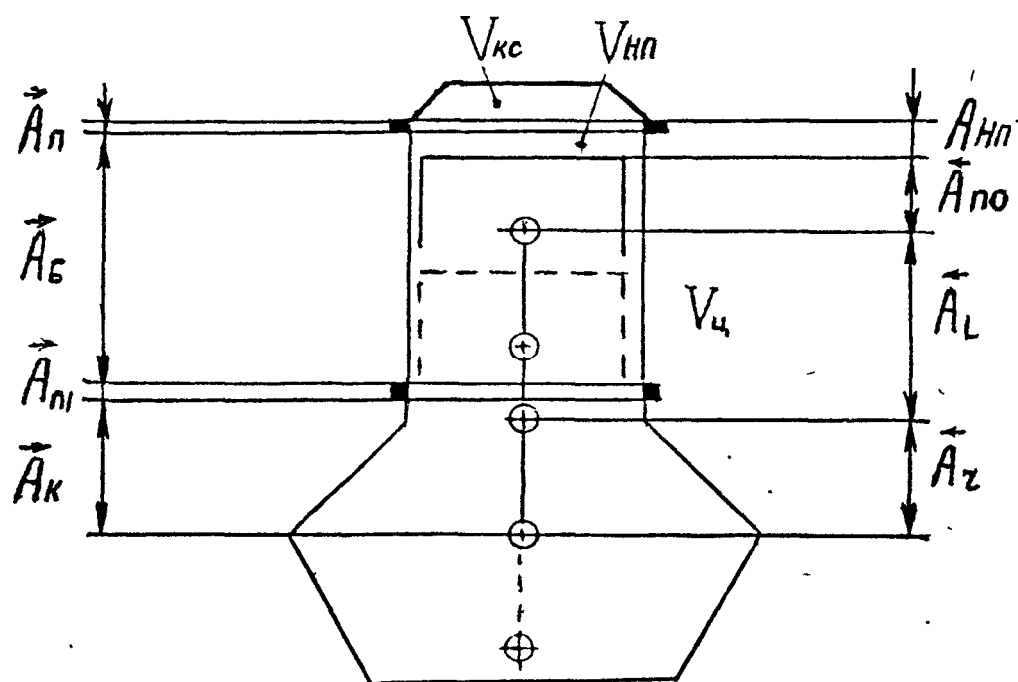


Рисунок 1- Расчетная схема к оценке изменений степени сжатия ε

Оценка возможных отклонений размера $A_{\text{нп}}$ сводится к решению обратной задачи расчета размерной цепи[1].

Для оценки предельных отклонений воспользуемся методом min-max.

Расчет сводится к решению следующей системы уравнений:

$$A_o = \sum_{j=1}^n A_{jyB} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{jyM} \quad (2)$$

$$A_{\text{omax}} = \sum_{j=1}^n A_{j \text{ max yb}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{j \text{ min ym}} \quad , \quad (3)$$

$$A_{o\min} = \sum_{j=1}^n A_{j\min yв} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{j\max yм}, \quad (4)$$

$$TA_o = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j, \quad (5)$$

$$E_c A_o = \sum_{j=1}^n E_c(A_j) yв - \sum_{j=n+1}^{n+p} E_c(A_j) yм, \quad (6)$$

$$E_b(A_o) = E_c(A_j) + \frac{TA_j}{2}, \quad (7)$$

$$E_n(A_o) = E_c(A_j) - \frac{TA_j}{2}, \quad (8)$$

где $A_{jв}$ - увеличивающие звенья,
 $A_{jм}$ - уменьшающие звенья,
 $E_c(A)$ - среднее отклонение звена,
 $E_b(A_j)$ - верхнее отклонение звена,
 $E_n(A_j)$ - нижнее отклонение звена,
 T - допуск.

Индексы составляющих звеньев j показаны на рисунке 1.

Увеличивающие звенья отмечены $\rightarrow$, уменьшающие $\leftarrow$.

Оценка этих изменений трудностей не вызывает. Расчет показывает, что изменения степени сжатия ε , вследствие дисперсии названных выше размеров деталей к.ш.м. и блока, при производстве пренебрежимо малы даже при предельных отклонениях ($\delta < 1\%$) (расчет по методу min-max). В действительности они будут еще меньше. Более значительны изменения ε из-за различия в объемах камер сгорания в головке.

По ТУ разность в отдельных цилиндрах может быть значительной и достигать $\pm 1,5...3$ см. куб. (таблица 1).

Таблица 1- Изменение степени сжатия за жизненный цикл

Степень сжатия	новый	После 1 ремонта	После 2 ремонта	После 3 ремонта
Макс.	1,02	1,046	1,058	1,06
Средн.	1.00	1,007	1,017	1,023
Миним.	0,98	0,97	0,985	0,99

В процессе жизненного цикла двигателя при ремонте производится расточка цилиндров. Предусматривается, обычно, три расточки до размеров указанных в таблице 1.

Расчет изменений ε за счет указанных параметров представлен в таблице 1. Рассмотренные выше изменения ε возникают

из-за изменения объемов, т.е. отражают чисто геометрические соотношения (зависимость 1).

Физически же ε характеризует начальные параметры процесса сжатия и, следовательно, горения, т.к. определяет начальную температуру и давление.

В связи с этим, необходимо учитывать утечки через поршневые кольца, которые приводят к снижению этих параметров.

Обычно считают, что утечки происходят только через замок поршневого кольца.

Исследованию этого вопроса посвящены работы многих авторов [1, 3 и др.].

В работе [1] приводятся данные, характеризующие перепад давлений при перетекают газа через три поршневых кольца (схема, применяемая в большинстве случаев). Согласно этим исследованиям, давление за третьим кольцом 0,076 от давления в камере, принимаемом за 1.

Таблица 2 - Зазоры замков поршневых колец некоторых ДВС

№ п/п	Двигатель (базовый)	зазоры колец, мм.		
		рекоменд.	средний	$\Delta_{\max} / \Delta_{\min}$
1	СД 60	0.15...0.30	0.225	2.00
2	СД	0.20...0.35	0.275	1.75
3	Д-300	0.20...0.35	0.275	1.75
4	УД-1	0.20...0.45	0.325	2.25
5	УД-15	0.20...0.55	0.375	2.75
6	М-407, 408	0.41...0.76	0.585	1.85
7	ЗМЗ 320	0.30...0.50	0.400	1.70
Среднее значение			0.351	2.00
Отклонение			± 0.10	± 0.14

Используя эти исследования и сделав некоторые допущения, получим зависимость, пригодную для оценки изменения степени сжатия.

Обозначим коэффициент сопротивления одного кольца ξ и, делая допущения об одинаковом коэффициенте гидравлического сопротивления всех трех колец, запишем

$$\Delta p \approx 3\xi \Delta m_{\Omega}^2, \quad (9)$$

$$m = m_{\Omega} - \Delta m_{\Omega}, \quad (10)$$

где m - масса заряда в камере сгорания,

Δm_{Ω} - доля массовых утечек заряда при 3^x кольцах.

Принимая массу $m=1$, можно рассчитать остающуюся массу заряда (в долях ед.) и оценивать ее коэффициентом K_y при: -4^x кольцах ≈ 0.99 , -3^x кольцах ≈ 0.96 , -2^x кольцах ≈ 0.86 .

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ДВС С/Х НАЗНАЧЕНИЯ ЗА ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

По данным, приводимым в литературе [1,2,3 и др.], средний диаметральный износ гильз составляет 0.1 мм на 10^4 км пробега. Учитывая, что одновременно изнашиваются и кольца, и, принимая, в первом приближении, величины износа одинаковыми для гильз и колец, [2] получим увеличение зазора замка на 0.063 мм на 1000 км. Это составляет, в среднем, увеличение зазора на $0.063/0.351 \approx 0.18$ (18%) при пробеге в 1000 км в период между заменами колец (таблица 1) [3].

Принимая во внимание изложенное, можно учесть все изменения степени сжатия и описать текущее значение ε зависимостью

$$\varepsilon = \varepsilon_{o-E_i}^{+E_s} \left[1 - (1 - K_y)(1 + 18 \cdot 10^{-5} L) \right], \quad (11)$$

где ε_o - геометрическая степень сжатия (рисунок 1),

E_s , E_i - соответственно, верхнее и нижнее отклонения ε_o ,

K_y - коэффициент, учитывающий утечки (см. выше),

L - пробег после замены колец (км).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вихерт, М.М. Конструкция и расчет автотранспортных двигателей./М.М. Вихерт, Р.М. Доброгаев, А.В.Павлов - М.: Машгиз, 1957. -604с.
2. Трение изнашивание и смазка: Справочник: В 2^х кн. /Под ред. И.В. Крагельского, В.В.Алисына. -М.: Машиностроение, 1979. -358с.
3. Беликов, В.В. Кожевников Е.П. Стационарные карбюраторные двигатели. / В.В. Беликов, Е.П. Кожевников /Справочник. -М.: Машиностроение, 1979.-224с.

Черепов О.Д., д.т.н., проф., кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8(3852) 29-08-01.