

Конструктивни изменения на клапанно легло за локомотивен двигател

Атанас Илиев, Юлия Йорданова

Design changes of the valve seats for locomotive engine: Inadequate sealing of the engine cylinder space triggers release of gases from burning fuel mixture and exhaust gas leakage, resulting in a change in the combustion process, fuel economy, air-to-fuel ratio (α) and degree of environmental parameters [2]. Diesel engines always operate with excess air ($\alpha > 1$). Harmful emissions environmental performance depends on the nature of combustion in each cylinder and the main engine parameters: injection system fuel control system of the engine manifold design, combustion chamber design, system Surcharging [3]. Events leading to the reduction of the lubricating oil can affect the emissions of HF and disperse particles. Methods for reducing emissions of NOx and particulate dispersion from diesel engines consist of the change: The design of the engine (combustion chamber modification, improvements in air flow, reducing lubricating oil); gas cleaning after their release from the engine; Improving the quality of fuels used.

Key words: Fuel economy, Harmful emissions, combustion chamber, air flow, lubricating, oil.

ВЪВЕДЕНИЕ

Недостатъчната степен на херметичност на цилиндровото пространство в ДВГ води до появата на изпускане на горящи газове от горивната смес и пропускане на отработени газове, при което се наблюдава изменение в горивния процес, горивната икономичност, въздушно отношение (α) и степента на екологичните показатели [2].

Дизеловите двигатели винаги работят с излишък на въздух (бедна смес, $\alpha > 1$). Вредните емисиите на екологичните показатели зависят от характера на горивния процес във всеки цилиндър и от основните параметри на двигателя: система за впръскване на гориво, системата за контрол на двигателя, конструкция на пълнителния колектор, конструкция на горивната камера, системата за свръхпълнене [3]. Мероприятия, водещи до намаляването на смазочното масло, могат да окажат влияние върху емисиите на СН и дисперсни частици.

Горивната икономичност на дизеловите двигателите с вътрешно горене се определя от ефективния специфичен разход на гориво (g_a) и зависи пряко от налягането в края на процеса на пълнене (p_a) и средното налягане на механичните загуби (p_3). Специфичният разход на гориво зависи пряко от часовият разход на гориво (цикловото количество гориво) и ефективната мощност на двигателя, която е във функционална зависимост от ходовия коефициент на полезно действие (кпд), кпд на механичните загуби и средното индикаторно налягане на двигателя.

Екологичните показатели, които са токсични при дизелови двигатели с вътрешно горене, са следните основни химични съединения: азотни оксиди (NOx), въглероден оксид (CO), въглеводороди (СН) и дисперсни частиците: (сажди, димност - D). Въглероден оксид и въглеводородите и саждите са продукти на непълното горене, а азотните оксиди – на пълното горене. Наличието на неуплътненост на цилиндровото пространство влияе пряко върху процеса на горене в ДВГ, което води до попадане на отработили газове в цилиндровото пространство и изменение на температурата и налягането на работното вещество (Tz и $p_z = p_a \cdot \lambda$) и на отработилите газове [3].

Методите за намаляване на емисиите на NOx и дисперсните частици от дизеловите двигатели се заключават в промяна на:

- Конструкцията на двигателя (изменение на горивната камера, подобрения във въздушните потоци, намаляване разхода на смазачно масло);
- Очистване на газовете след изпускането им от двигателя;
- Подобряване качествата на използваните горива.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Предлаганият бейнитен чугун за леглото на клапана се характеризира с много добри антифрикционни свойства, висока твърдост, ниска себестойност на изделието и опростен метод за производство. Леглото се пресова в цилиндрова глава от обикновен сив чугун СЧ 28-48.

Методика

При определянето на пресовите съединения силите и моментите, действащи върху единия елемент, се предават на другия чрез силата на триене по допирната им повърхност. Пресмятането на пресово съединение се заключава в следното [1]:

- избиране на подходяща сглобка въз основа на необходимата най-малка стегнатост, която гарантира здравината на съединението;

- проверяване на напреженията в частите на съединението, отговарящи на избраната сглобка;

- определяне на необходимата осова сила за образуване на съединението чрез набиване на студено;

- определяне на необходимата температурна разлика на частите при образуване на съединението чрез нагриване или охлаждане.

Пресмятането на леглото на клапана е проведено по общоизвестна методика при система основен вал по ISO:

1. Пресмятане на здравината на съединението и избиране на сглобка:

Силата на триене между допиращите се повърхнини (осова и тангенциална) се определя по зависимостта:

$$P = \pi d l p \mu, \text{ N} \quad (1.1)$$

а съответстващият ѝ въртящ момент:

$$M_a = P \frac{d}{2} = \frac{\pi}{2} d^2 l p \mu, \text{ N.m} \quad (1.2)$$

където: d е номиналният диаметър на съединението, m;

l – дължина на съединението, m;

p – повърхностно налягане по допирателната повърхност на съединените елементи, N/m^2 ;

μ – коефициент на триене, зависещ от материала.

Връзката между налягането p и относителната стегнатост ε (стегнатостта, отговаряща на единица диаметър) в съединението се определя по зависимостта:

$$\varepsilon = \frac{\delta \cdot 10^{-6}}{d} = p \left(\frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right) \quad (1.3)$$

където: E_1 и E_2 са модулите на линейна деформация на леглото и цилиндровата глава, N/m^2 ;

c_1 и c_2 - числа, които се определят от диаметрите на леглото и цилиндровата глава и коефициентите на Поасон за материалите им.

При набиване се заглаждат грапавините на повърхнините, което води до намаляване на стегнатостта на съединението. Това намаление се компенсира като изчислената стегнатост δ се увеличава с добавката u , определена по формулата:

$$u = 1,2 (R_{z1} + R_{z2}), \quad (1.4)$$

където: R_{z1} и R_{z2} са височини на грапавините на повърхнините на леглото и цилиндровата глава.

Пресовата сглобка се избира въз основа на получената коригирана стегнатост, която трябва да бъде винаги по-малка от най-малката възможна стегнатост на сглобката, която се получава при комбиниране на граничните ѝ размери:

$$\delta_{кор} = \delta + u \leq \Delta_{min} \quad (1.5)$$

където: Δ_{min} е най-малката стегнатост на избраната сглобка.

2. Проверка на напреженията на елементите на съединението:

На повърхностното налягане p , предизвикано от стегнатостта на пресовата сглобка, съответстват напрежения в тангенциално σ_t и радиално σ_r направление. При оразмеряването на частите се използва еквивалентното им напрежение $\sigma_{екв}$:

$$\sigma_{екв} = \sigma = \sigma_t - \nu \cdot \sigma_r \quad (2.1)$$

където: $\nu = \frac{\sigma_B}{\sigma - \sigma_B}$ за крехки материали

$$\nu = \frac{\sigma_{Sоп}}{\sigma_{SHAT}} \text{ за пластични материали}$$

σ_B и σ_{B-1} са якост при опън и натиск

$\sigma_{Sоп}$ и σ_{SHAT} са граници на провлачване при опън и натиск

$\sigma_{екв}$ се проверява в точките, където то има най-големи стойности при:

Цилиндровата глава: $\nu \neq 1 : \sigma_2 \leq \sigma_{[оп]}$; $\nu = 1 : \sigma_2 \leq \sigma_{[оп]}$;

Леглото на клапана: $\nu = 1 : \sigma_1 = p \frac{2d^2}{d^2 - d_1^2} \leq \sigma_{[нат]}$

d и d_1 са външния и вътрешния диаметър, m

Определя се максималната стегнатост

$$\delta_{max} = \Delta_{max} - u, \mu m \quad (2.2)$$

След тези изчисления се определя максималното налягане p_{max} в съединението, с чиято стойност по-нататък се извършва якостната проверка.

3. Проверка на деформациите във цилиндровата глава и леглото на клапана:

Поради следващото напасване на леглото на клапана към кланата е необходимо да се определят деформациите на съединението като увеличаване на външния диаметър на главата d_2 с δ_2 и намаляване на вътрешния диаметър d_1 на леглото с δ_1 .

$$\sigma_2 = \frac{10^6 \cdot 2pd^2 \cdot d_2}{E_2(d_2^2 - d^2)}, \text{ MPa} \quad (3.1)$$

$$\sigma_1 = \frac{10^6 \cdot 2pd^2 \cdot d_1}{E_1(d^2 - d_1^2)}, \text{ MPa} \quad (3.2)$$

4. Определяне на необходимата сила за образуване и разглобяване на пресовото съединение:

$$\text{- силата на набиване: } P_{наб.} = \pi \cdot d \cdot l \cdot p \cdot \mu_{наб.}, \text{ N} \quad (4.1)$$

$$\text{- силата на избиване: } P_{изб.} = \pi \cdot d \cdot l \cdot p \cdot \mu_{изб.}, \text{ N} \quad (4.2)$$

Коефициентите на триене за набиване $\mu_{наб.}$ и при избиване $\mu_{изб.}$ се отчитат по таблица в зависимост от материала и начинът на пресоване (без мазане, чрез охлаждане).

5. Определяне на необходимата температурна разлика при образуване на пресово съединение:

Температурната разлика между съединяваните елементи при образуване на пресово съединение чрез охлаждане на леглото на клапана се определя по формулата:

$$\Delta t_1 = t - t_1 \approx \frac{\Delta_{\max} + \Delta_0}{\alpha_1 \cdot d \cdot 10^3}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.1)$$

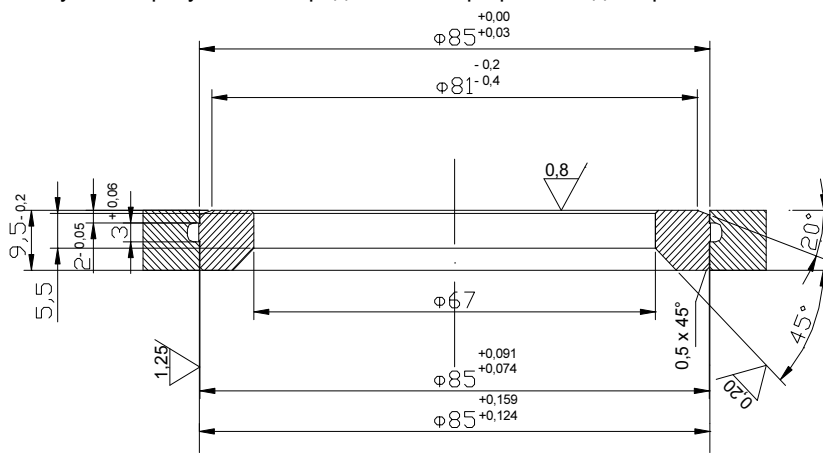
където: d е номиналният диаметър на съединението, mm ;

Δ_0 – необходимата най-малка хлабина между леглото и цилиндровата глава за образуване на съединението; $\Delta_0 \geq (6 \div 12) \sqrt{d}$. μm .

α_1 – коефициент на топлинно линейно разширение на материала на леглото.

Опитни резултати

Получените резултати са представени в графичен вид на фиг. 1.



фиг. 1. Чертеж на полученото ново легло на клапан от бейнитен чугун и сглобката му

Конструктивното решение на цилиндровата глава е с канал, поради факта, че предлаганото легло на клапан е за дизелов двигател с вътрешно горене на локомотив серия 07 където той съществува. Пресовата сглобка е студена. Охлажда се леглото на клапана с преди монтирането в цилиндровата глава. Режимът на охлаждане чрез потапяне в течен азот при температура -80°C за 30 min в термос-ваната. За определяне на времето се използва зависимостта: при дебелина 1,5 mm чугун е необходима 1 min престой в термос-ваната. Следва свободно монтиране, без усилие (без сила за набиване) на леглото в главата и престой в период от 1,5 до 2 часа за нормализация на материала и следващо пасване на главите на клапаните към леглата им.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подмяната на материала на леглото на клапана и начинът на поставяне - чрез студена пресова сглобка, води до избягване на нараняванията на цилиндровата глава при смяната на леглата и улесняване на методът за монтаж и демонтаж на леглото на клапана към цилиндровата глава – само с помощта на универсална скоба за легла, подобряване на херметичността на клапан – легло на клапана.

Всичко това се отразява върху икономическите и екологичните показатели на двигателя по следния начин:

- Пропускането на горящи газове (работно вещество) от цилиндровото пространство води до увеличаване на налягането p_a и намаляване на η_g , при което се увеличава количеството на NO_x в отработените газове и се повишава разхода на гориво;
- Попадането на отработили газове в цилиндровото пространство води до понижаване на максималната температура на цикъла (T_z), вследствие на което количеството на NO_x намалява, разходът на гориво се увеличава;
- Намалението на температурата на отработилите газове (под $500^{\circ}C$) води до повишаване на масовото количество на дисперсните частици;

Промените които настъпват в работата на двигателя и по-точно върху икономическите и екологичните показатели са следствие от недостатъчно близките коефициенти на обемно разширение и износването на материалите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бояджиев, К. Г., Л. Т. Йосифов, Е. М. Иванов. Конструкция, проектиране и изчисляване на ДВГ. С., 1990.

[2] Маслинков, С. С., Ц. Л. Стефанов, Т. А. Трифонов, Ц. И. Петков. Теория на двигатели с вътрешно горене. С., 1993.

[3] Соренсон, С. С., К. Н. Бързев. Вредни емисии от автомобилния транспорт. Русе, 1996.

За контакти:

Доц. д-р Атанас Илиев, Катедра "Двигатели с вътрешно горене", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 272, e-mail: ailiev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.