

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА БУДІВЕЛЬНА КОРПОРАЦІЯ  
ДВНЗ «ЗАПОРІЗЬКИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ КОЛЕДЖ»*

*Лабораторія:  
Ремонту автомобілів*

*ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15  
Розрахунок розмірних груп з'єднання гільза –  
поршень при комплектуванні  
ЗБК. ОРАД. ПРОТРА. № 15*

*Розглянуто і схвалено  
на засіданні циклової комісії  
протокол №01 від 31.08.2011  
Голова комісії спеціальності ОРАД  
\_\_\_\_\_ В.І. Пурдік*

*Запоріжжя  
2011*

## Лабораторна робота № 15

Розрахунок розмірних груп з'єднання гільза-поршень при комплектуванні

Учбова мета:

- а) вияснити сутність метода групової взаємозамінності;
- б) набути практичних навиків у розрахунку розмірних груп спряжених деталей;
- в) набути практичних навиків у підбиранні спряжених деталей поршень-палець-шатун при комплектуванні розмірних груп по міткам;
- г) вияснити роботу, яку виконує комплектовщик при підбиранні спряжених деталей.

Зміст роботи:

- а) вияснити основи поняття та зазначення допусків та посадок спряжених деталей;
- б) підготовка та аналіз вихідних даних завдання;
- в) вияснити характер посадки спряження гільза-поршень;
- г) розрахувати розмірні групи;
- д) скласти таблицю розмірних груп з умовними позначеннями мітками;
- е) перевірити правильність складання таблиці;
- ж) складання звіту;
- з) захист звіту.

Обладнання робочого місця:

- а) картка завдання;
- б) технічні умови на позначення деталей розмірних груп;
- в) мікрокалькулятор.

Послідовність виконання роботи:

- а) Вияснити основні поняття та зазначення допусків та посадок.

Поверхні деталі розрізняють на спряжені і не спряжені. Спряжені – це поверхні, якими деталі з'єднуються в підгрупи, групи та механізми.

В допусках діаметри отворів позначають літерою “ Д ”, а діаметри валів літерою “ d ”. Розміри виражають числовими значеннями, які розрізняють на: номінальні (D, d), дійсні (D<sub>i</sub>, d<sub>i</sub>), граничні (D<sub>max</sub>, D<sub>min</sub>, d<sub>max</sub>, d<sub>min</sub>). Номінальний розмір (D, d) – це основний розмір, який отримують шляхом розрахунків. Дійсний розмір (D, d) – це розмір, який отримують шляхом вимірювання інструментами.

Граничні розміри (D<sub>max</sub>, D<sub>min</sub>, d<sub>max</sub>, d<sub>min</sub>) характеризують точність дійсних розмірів і похибки обробки. Граничні розміри на кресленнях

записують за допомогою номінального розміру і граничних відхилень: верхнє граничне відхилення і нижнє граничне відхилення, які можуть бути зі знаком мінус “-“ або плюс “+”. Граничні розміри на кресленнях дають змогу робітнику і майстру ВТК контролювати придатність деталі за умовою:

$$D \min (d \min) \leq D_i (d_i) \leq D \max (d \max)$$

Точність розміру визначається величиною допуску, який позначається для отвору ТД, для валу – Тd.

Допуск отвору (ТД) або валу (Тd) – це алгебраїчна різниця граничних розмірів або граничних відхилень:

$$\begin{aligned} \text{ТД} &= D \max - D \min = ES - EI; \\ \text{Тd} &= d \max - d \min = es - ei; \end{aligned}$$

де ES, es – верхні граничні відхилення розмірів отвору та валу;

EI, ei – нижні граничні відхилення розмірів отвору та валу.

Посадка з'єднання визначаються величиною зазору S або натягу N.

Si, Ni – дійсні зазори і натяги.

S max, S min, N max, N min, - граничні зазори і натяги.

Зазор (S) – це позитивна різниця, між розмірами отвору і валу, якщо отвір більше вала, або алгебраїчна різниця граничних відхилень отвору і валу.

$$S = D - d, \text{ якщо } D > d;$$

$$S \max = D \max - d \min = ES - ei$$

$$S \min = D \min - d \max = EI - es$$

Пара з'єднання комплектна, якщо:

$$S \min \leq S_i \leq S \max$$

Натяг ( N ) – це позитивна різниця між граничними розмірами валу та отвору, або алгебраїчна різниця граничних відхилень валу та отвору, якщо вал більше отвору

$$S = d - D, \text{ якщо } d > D;$$

$$N \max = d \max - D \min = es - EI;$$

$$N \min = d \min - D \max = ei - ES;$$

Пара з'єднання комплектна, якщо:

$$N \min \leq N_i \leq N \max$$

В залежності від розташування полів допусків отвору і валу розрізняють групи посадок: з зазором, з натягом, перехідні.

Посадки з зазором характеризуються гарантованими зазорами в спряженні.

Посадки з натягом характеризуються гарантованими натягами в спряженні.

Перехідні посадки характеризуються наявністю у спряженні деталей невеликий зазорів або натягів.

Допуск посадки (ТП) дорівнює добутку допусків отвору та валу:

$$ТП = TД + Td.$$

Для посадки з зазором допуск посадки ТП дорівнює допуску зазору або різниці граничних натягів:

$$ТП = TS = S_{\max} - S_{\min}$$

Для посадок з натягом допуск посадки ТП дорівнює допуску натягу або різниці граничних натягів:

$$ТП = TN = N_{\max} - N_{\min}$$

Для перехідних посадок допуск посадки ТП дорівнює добутку найбільшого зазору та найбільшого натягу:

$$ТП = TSN = S_{\max} + N_{\max}$$

Для забезпечення при селективному підбиранні і при складанні необхідної точності і якості підбирання необхідно виконувати по методу повної взаємозамінності. Повна взаємозамінність витримується при умовах: ТП = TS – для спряжень з зазором; ТП = TN – для спряжень з натягом; ТП = TSN – для спряжень перехідних посадок.

Спряження деталей двигунів (гільза – поршень, поршень – палець, шатун – палець) підбирають та потім складають по методу групової взаємозамінності, тому що складання їх по методу повної взаємозамінності технічно та економічно недоцільно (виробничі допуски окремих деталей з'єднань значно більше, ніж технічні вимоги до допуску посадки, тобто  $ТП \neq TS$   $ТП \neq TN$   $ТП \neq TSN$ ). Збільшені допуски на виготовлення деталей забезпечують підвищення продуктивності та зменшення собівартості. В таких випадках існуючий виробничий допуск на виготовлення деталей з'єднання (гільза, поршень, палець, шатун) штучно зменшують розбиваючи допуск на розмірні групи:

$$T_{Dr} = \frac{TД}{n}, T_{dr} = \frac{Td}{n}, \text{ щоб отримати рівняння } ТП = TS; ТП = TN; ТП = TSN.$$

По цим службовим допускам ( $T_{Dr}$ ,  $T_{dr}$ ) деталі сортують на розмірні групи та виконують їх маркування мітками (буквами, цифрами, знаками, фарбою).

При комплектуванні деталі, причетної для одної розмірної групи (по однаковій мітці), буде забезпечена посадка по методу повної взаємозамінності відповідно до вимог технічної документації.

Таким чином забезпечуються достатньо широкий допуск на виготовлення деталей і вузький допуск посадки при складанні.

б) Записати в звіт завдання з картки і визначити характер спряження: зазор або натяг.

в) Визначити величини граничних відхилень розмірів, граничні розміри, допуски для деталей з'єднань:

ES, EI, es, ei, D<sub>max</sub>, D<sub>min</sub>, d<sub>max</sub>, d<sub>min</sub>, TД, Td.

г) Визначити варіанти можливих типів посадок в залежності від граничних розмірів або від граничних відхилень для гільзи і поршня.

Згідно технічних умов гільза-поршень повинні спряжуватися тільки з зазором, тому визначаємо граничні зазори:

$$S'_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei,$$

$$S'_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es,$$

де  $S'_{\max}$ ,  $S'_{\min}$  - дійсні найбільший і найменший зазори.

Ці зазори порівнюємо з зазорами  $S_{\max}$  та  $S_{\min}$  з технічних умов (дивись завдання). Якщо дійсні зазори  $S'_{\max}$  і  $S'_{\min}$  по технічним умовам, то для забезпечення точності складання потрібен підбір по методу групової взаємозамінності, щоб забезпечити рівняння ТП = TS.

д) Щоб отримати рівняння ТП = TS (умова забезпечення повної взаємозамінності) необхідно широкий виробничий допуск ТП на виготовлення гільзи і поршня зменшити в декілька разів і визначити кількість розмірних груп за формулою:

$$n = \frac{ТП}{TS},$$

де ТП = TД + Td - допуск посадки гільза-поршень згідно з завданням;

TS - допуск зазора з завдання;

TД - допуск на розмір гільзи;

Td - допуск на розмір поршня.

Визначаємо груповий допуск розмірної групи за формулою:

$$TД_r = \frac{TД}{n} - \text{для гільзи},$$

$$Td_r = \frac{Td}{n} - \text{для поршня}.$$

е) скласти таблицю розмірних груп для з'єднання поршень-гільза

Гільза(циліндр)			Поршень		
D, ES, EI в мм. ①	Dmax - Dmin в мм. ②	Позна- чення групи ③	d, es, ei в мм. ①	dmax - dmin в мм. ②	Позна- чення групи ③
а					
б					
в					
г					
д					

Примітки:

1. Кількість строк (а,б,в,г,д) визначається кількістю розмірних груп „n”.

2. Колонка ① : D, d - номінальні розміри гільзи та поршня з завдання; ES, es – верхнє граничне відхилення з завдання; EI, ei – нижнє граничне відхилення визначається за формулою:

$$\left. \begin{array}{l} EI = ES - T_{DГ} \\ ei = es - T_{dг} \end{array} \right\} \text{ враховуючи позначки „+”, „-”}$$

Останній розмір колонка ① повинен мати нижнє граничне відхилення EI, ei таке, як в розмірі завдання (тоді розрахунки розмірів в колонці ① правильні).

3. Колонка ② :

$$\left. \begin{array}{l} D_{\max} = D + ES; \\ d_{\max} = d + es; \end{array} \right\} \text{ алгебраїчний} \\ \left. \begin{array}{l} D_{\min} = D + EI \\ d_{\min} = d + ei \end{array} \right\} \text{ добуток}$$

4. Колонка ③ - позначення групи прийняти з картки завдання

ж) Перевірити правильність складання таблиці по умовам повної взаємозамінності:

$$T_{П} = T_{S}$$

Для цього визначаємо  $T_{П}$  для однієї з розмірних груп з'єднання гільза-поршень:

$$T_{П} = T_{DГ} + T_{dг};$$

де  $T_{DГ}$  і  $T_{dг}$  - беремо з таблиці по вибраній розмірній групі;

TS - допуск зазора приймаємо з завдання.

Якщо рівняння  $ТП = TS$  виконується, то таблиця складена вірно і робота виконана. Якщо рівняння  $ТП \neq TS$  не виконується, то таблиця складена невірно - необхідно шукати помилку.

Захист звіту:

- а) знати кінцеву мету роботи;
- б) вміти пояснити і обґрунтувати прийняті рішення;
- в) знати послідовність виконання роботи;
- г) відповісти на контрольні питання.

Контрольні питання:

- а) Сутність і мета комплектування.
- б) Способи підбирання деталей при комплектуванні.
- в) Сутність індивідуального способу підбирання.
- г) Сутність селективного способу підбирання
- д) Пари деталей які підбираються селективним способом
- е) Індивідуальний підбір з'єднань гільза-поршень, кільце-поршень, гільза-кільце, шатун-палець, поршень-палець.
- є) Селективний спосіб підбирання з'єднань гільза-поршень, поршень-палець-шатун.
- ж) Як визначити граничні зазори з'єднанні гільза (циліндр)-поршень?
- з) Як визначити дійсний зазор у з'єднанні гільза-поршень?
- и) Умови перевірки правильності підбирання з'єднань гільза-поршень
- і) Мета робіт 16 і 15.
- к) Умови складання по методу повної взаємозамінності
- л) Що таке зазор і як цього визначити?
- м) Що таке натяг і як цього визначити?
- н) Як визначити граничні розміри  $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$ ,  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$ , допуск ТД, Тд, допуск посадки ТП для з'єднань з зазором, з натягом, перехідних?
- о) Чи можливо комплектувати пари з'єднань з різними розмірними групами, якщо можливо, то що необхідно зробити?
- п) Як визначити груповий допуск  $T_{DГ}$ ,  $T_{dГ}$  і де він застосовується?
- р) Як визначити правильність таблиці розмірних груп?
- с) Що таке ES, EI, es, ei, ТД, Тд, ТП, TS, TN, TSN, S і N?
- т) Як позначають розмірні групи з'єднання гільза-поршень і де ці мітки знайти?
- у) Характер з'єднань поршень-палець-шатун двигунів ВАЗ, ЗІЛ, МеМЗ - 245.
- ф) Як позначають розмірні групи з'єднань поршень-палець-шатун і де ці мітки знайти?

## Приклад звіту

Розрахувати кількість розмірних груп та скласти таблицю для комплектування поршней з гільзами „Москвич 412” і наступного їх складання методом групової взаємозамінності.

1. Вихідні дані:

Гільза циліндра

$$\varnothing 82_{+0,01}^{+0,06}$$

Поршень

$$\varnothing 82_{-0,06}^{-0,01}$$

Посадка з зазором  $S_{\max} = 0,08$  мм;  $S_{\min} = 0,006$  мм

Допуск зазора  $TS = 0,02$  мм.

2. Визначаємо:

для гільзи:  $ES = + 0,06$  мм;  $EI = + 0,01$  мм;

$$D_{\max} = D + ES = 82 + 0,06 = 82,06 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 82 + 0,01 = 82,01 \text{ мм};$$

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI = 0,06 - 0,01 = 0,05 \text{ мм}$$

для поршня:  $es = - 0,01$  мм;  $ei = - 0,06$  мм;

$$d_{\max} = d + es = 82 + (- 0,01) = 81,99 \text{ мм};$$

$$d_{\min} = d + ei = 82 + (- 0,06) = 81,94 \text{ мм}.$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei = - 0,01 - (- 0,06) = 0,05 \text{ мм};$$

3. Визначаємо необхідність підбирання пар деталей по методу групової взаємозамінності:

$$S'_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = + 0,06 - (- 0,06) = 0,12 \text{ мм};$$

$$S'_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = + 0,01 - (- 0,01) = 0,02 \text{ мм};$$

$$T_P = T_D + T_d = 0,05 + 0,05 = 0,10 \text{ мм};$$

Висновок:

дійсні граничні виробничі зазори

$$S'_{\max} = 0,12 \text{ мм}; S'_{\min} = 0,02 \text{ мм}$$

не відповідають вимогам технічних умов

$$S_{\max} = 0,08 \text{ мм}; S_{\min} = 0,02 \text{ мм}$$

Щоб забезпечити необхідну точність складання потрібен підбір по методу повної взаємозамінності, при якому  $T_P = TS$ , а в дійсності маємо  $T_P = 0,10$ ; а  $TS = 0,02$ ;

$$T_P \neq TS \quad 0,10 \neq 0,02$$

4. Щоб отримати рівняння  $T_P = TS$  визначаємо кількість розмірних груп:

$$n = \frac{T_P}{TS} = \frac{0,10}{0,02} = 5$$

5. Визначаємо груповий допуск розмірної групи:

$$T_{D_r} = \frac{T_D}{n} = \frac{0,05}{5} = 0,01 \text{ мм};$$

$$T_{d_r} = \frac{T_d}{n} = \frac{0,05}{5} = 0,01 \text{ мм}$$



6. Складаємо таблицю розмірних груп з'єднання гільза-поршень двигуна „Москвич 412”.

Гільза(циліндр)			Поршень		
D, ES, EI в мм.	Dmax-Dmin в мм.	Позначення групи	d, es, ei в мм.	dmax-dmin в мм.	Позначення групи
$82^{+0,06}_{+0,05}$	82,06 - 82,05	А	$82^{-0,01}_{-0,02}$	81,99 – 81,98	А
$82^{+0,05}_{+0,04}$	82,05 - 82,04	В	$82^{-0,02}_{-0,03}$	81,98 – 81,97	В
$82^{+0,04}_{+0,03}$	82,04 - 82,03	С	$82^{-0,03}_{-0,04}$	81,97 – 81,96	С
$82^{+0,03}_{+0,02}$	82,03 - 82,02	Д	$82^{-0,04}_{-0,05}$	81,96 – 81,95	Д
$82^{+0,02}_{+0,01}$	82,02 - 82,01	Е	$82^{-0,05}_{-0,06}$	81,95 – 81,94	Е

7. Виконуємо перевірку таблиці для групи „Д” по рівнянню  $ТП = TS$ ;  
 $TS = 0,02$  мм.

Для групи „Д”  $ТП_D = T_{D_d} + T_{d_d}$ .  
 $T_{D_d} = + 0,03 - 0,02 = 0,01$  мм;  
 $T_{d_d} = -0,04 - (- 0,05) = 0,01$  мм.  
 $ТП_D = 0,01 + 0,01 = 0,02$  мм.

Підставляємо  $ТП$  і  $TS$  в рівняння  $ТП = TS$   
 $0,02 = 0,02$  мм

Таблиця розроблена правильно

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА БУДІВЕЛЬНА КОРПОРАЦІЯ  
ДВНЗ ЗАПОРІЗЬКИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ КОЛЕДЖ*

*Лабораторія:  
Ремонту автомобілів*

## *ЗВІТ*

*з лабораторної роботи №15  
Розрахунок розмірних груп з'єднання  
гільза-поршень при комплектуванні  
ЗБК. ОРАД. ПРОТРА. №15*

*Група \_\_\_\_\_*

*Виконав студент: \_\_\_\_\_*

*Перевірів викладач: \_\_\_\_\_*

## 1 ВИХІДНІ ДАННІ

### 2 Визначаємо:

$$\text{для гільзи} \quad ES = \quad EI =$$

$$D_{\max} = D + ES = \quad D_{\min} = D + EI =$$

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI =$$

$$\text{для поршня} \quad es = \quad ei =$$

$$d_{\max} = d + es = \quad d_{\min} = d + ei =$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei =$$

### 3 Визначаємо необхідність підбирання пар деталей по методу групової взаємозамінності

$$S'_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei =$$

$$S'_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es =$$

$$TP = TD + Td =$$

### Висновок: дійсні граничні виробничі розміри:

$$S'_{\max} = \quad S'_{\min} =$$

$$S_{\max} = \quad S_{\min} =$$



7 виконуємо перевірку таблиці для групи „ ” по  
рівнянню  $TP=TS$ , де  $TS=$

Для групи „ ”  $TP_{„ } = TD_{„ } + Td_{„ }$  „

$$TD_{„ } =$$

$$Td_{„ } =$$

$$TP_{„ } =$$

Підставляємо  $TP$  і  $TS$  в рівняння  $TP=TS$

Кінцевий висновок: