

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

*Лабораторія:
Ремонту автомобілів*

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 16

*Розрахунок розмірних груп з'єднання поршень –
палець – шатун при комплектуванні
ЗБК. ОРАД. ПРОТРА. № 16*

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

*Запоріжжя
2011*

Лабораторна робота № 16
Розрахунок розмірних груп з'єднання поршень-палець-шатун 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 “ D ”, а діаметри валів літерою “ d ”. Розміри виражають числовими значеннями, які розрізняють на: номінальні (D, d), дійсні (D_i, d_i), граничні (D max, D min, d max, d min). 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_{\max} , D_{\min} , d_{\max} , d_{\min}) 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.

S_i , N_i – 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:

$ES, EI, es, ei, D_{max}, D_{min}, d_{max}, d_{min}, T_D, T_d$.

г) Визначити варіанти можливих типів посадок в залежності від граничних розмірів або граничних відхилень для з'єднання поршень-палець, шатун-палець. Рішення вест одночасно для двох з'єднань: поршень-палець, шатун-палець.

Згідно технічних умов поршень з пальцем повинні спряжуватися як з зазором так і з натягом (тобто по всіх трьох групах посадок залежно від типу двигуна – дивись картку завдання). Тому для них визначаємо всі види посадок:

$S'_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$ посадка з зазором
 $S'_{min} = D_{min} - d_{max} = ei - ES$

$N'_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI$ посадка з натягом
 $N'_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES$

$N'_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI$ посадка перехідна
 $S'_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$

де $S'_{max}, S'_{min}, N'_{max}, N'_{min}$ – дійсні найбільші і найменші зазори та натяги.

Згідно ТУ з'єднання шатун-палець спряжуються з гарантованим зазором або з гарантованим натягом (для дв. 2101 ... 2109), тому для цього з'єднання (залежно від типу двигуна) визначаємо:

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

або

$N'_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI$
 $N'_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES$

Ці дійсні зазори (S'_{max}, S'_{min}) і натяги (N'_{max}, N'_{min}) порівнюємо з зазорами (S_{max}, S_{min}) і натягами (N_{max}, N_{min}) з технічних умов (дивись своє завдання).

Якщо дійсні зазори або натяги ($S'_{max}, S'_{min}, N'_{max}, N'_{min}$) по технічним умовам, то для забезпечення точності складання потрібен підбір по методу групової взаємозамінності, щоб забезпечити рівняння $ТП = TS$; $ТП = TN$; $ТП = TSN$;

д) Щоб отримати рівняння $ТП=TS$; $ТП=TN$; $ТП=TSN$ (умови забезпечення повної взаємозамінності) необхідно широкий виробничий допуск $ТП$ на виготовлення поршня (отвір під палець), пальця (зовнішній діаметр), шатуна (отвір під палець) зменшити в декілька раз і визначити кількість розмірних груп за формулою: (рішення виконуємо для двох з'єднань (n_1 і n_2) поршень-палець, шатун-палець).

$$n = \frac{ТП}{TS}, n = \frac{ТП}{TN}, n = \frac{ТП}{TSN}$$

де $ТП_1 = TД_1 + Td$ – допуск посадки поршень-палець;

$ТП_2 = TД_2 + Td$ – допуск посадки шатун-палець;

TS, TN, TSN – відповідно допуск зазору, допуск натягу, допуск зазору-натягу (з завдання);

$TД_1$ - допуск на розмір отвору під палець в поршні;

Td - допуск на зовнішній діаметр пальця;

$TД_2$ - допуск на розмір отвору під палець в шатуні.

Визначаємо груповим допуск розмірної групи для поршня, пальця, шатуна:

$$TД_{1г} = \frac{TД_1}{n} - \text{отвір під палець в поршні};$$

$$Td_{г} = \frac{Td}{n} - \text{зовнішній діаметр пальця};$$

$$TД_{2г} = \frac{TД_2}{n} - \text{отвір в шатуні під палець}.$$

е) Скласти таблицю розмірних груп з'єднання поршень-палець-шатун

Поршень (отвір під палець)			Палець (зовнішній діаметр)			Шатун (отвір під палець)		
D_1, ES, EI в мм.	$D_{1max} - D_{1min}$ в мм.	Позначення групи	d, es, ei в мм.	$d_{max} - d_{min}$ в мм.	Позначення групи	D_2, ES, EI в мм.	$D_{2max} - D_{2min}$ в мм.	Позначення групи
①	②	③	①	②	③	①	②	③
а								
б								
в								
г								

Примітки:

1. Кількість строк (а,б,в,г) визначається кількістю розмірних груп.

2. Колонка ① : D_1, d, D_2 - номінальні розміри з завдання; ES, es – верхнє граничне відхилення приймаємо з завдання; EI, ei – нижнє граничне відхилення визначається за формулою: $EI = ES - Td_g$; $ei = es - Td_g$ при цьому враховуємо знаки „+”, „-”. Останній розмір „г” колонка ① повинен мати нижнє граничне відхилення EI, ei таке, як в розмірі завдання (тоді розрахунки розмірів правильні).

3. Колонка ② : $D_{max} = D + ES$; $D_{min} = D + EI$ алгебраїчний добуток
 $d_{max} = d + es$; $d_{min} = d + ei$

4. Колонка ③ - позначення групи прийняти з картки завдання

ж) Перевірити правильність складання таблиці по умовим повної взаємозамінності:

$$ТП=TS; ТП=TN; ТП=TSN$$

Для цього визначаємо ТП для однієї з розмірних груп з'єднання поршень-палець-шатун:

$$ТП_1 = T_{D_{1r}} + T_{dr} \text{ – поршень-палець;}$$

$$ТП_2 = T_{D_{2r}} + T_{dr} \text{ – шатун-палець;}$$

де $T_{D_{1r}}$, $T_{D_{2r}}$, T_{dr} – з таблиці по перевіряємий розмірній групі;

TS , TN , TSN – відповідно допуск зазору, натягу, зазору-натягу з картки завдання.

Якщо рівняння $ТП=TS$, $ТП=TN$, $ТП=TSN$, виконуються, то таблиця складена вірно.

Якщо рівняння не виконується $ТП \neq TS$, $ТП \neq TN$, $ТП \neq TSN$, то таблиця складена не вірно – необхідно шукати помилку.

Захист звіту:

А) знайти кінцеву мету роботи;

Б) вміти пояснити і обґрунтувати прийняті рішення;

В) знати послідовність виконання роботи;

Г) відповісти на контрольні запитання.

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 підбирають селективним способом.

е) індивідуальний підбір з'єднань гільза-поршень, гільза-кільце, поршень-кільце, шатун-палець, поршень-палець.

є селективний спосіб підбирання з'єднань гільза-поршень, поршень-палець-шатун.

ж) як визначити граничні зазори з'єднання гільза (циліндр)-поршень?

з) як визначають дійсний зазор у з'єднанні гільза-поршень?

и) умови перевірки правильності підбирання гільзи-поршень.

і) мета роботи № 15 і № 16.

к) умови складання по методу певної взаємозамінності.

л) що таке зазор і як його визначити?

м) що таке натяг і як його визначити?

н) як визначити граничні розміри D_{max} , D_{min} , d_{max} , d_{min} , допуск T_D , T_d , допуск посадки $ТП$ для з'єднання з зазором, з натягом, перехідних?

- о) чи можна комплектувати пари з'єднань з різними розмірними групами, якщо можлива, то що необхідно зробити?
- п) як визначити груповий допуск ТДr, Tdr і де він застосовується?
- р) як визначити правильність таблиці розмірних груп?
- с) що таке ES, EI, es, ei, ТД, Td, 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 поршен-палець-шатун двигунів ВАЗ, ЗІЛ, МемЗ – 245.
- ф) Як позначають розмірні групи з'єднань поршен-палець-шатун і де ці мітки знайти?

Приклад звіту

Розрахувати кількість розмірних груп та скласти таблицю для комплектування з'єднання поршень-палець-шатун двигуна “Москвич 412” і наступного їх складання методом групової взаємозамінності.

1. Вихідні данні:

Двигун “Москвич 412”, з'єднання:

Поршень	Палець	Шатун
отвір під палець	зовнішній діаметр	Отвір під палець
$D_1\text{Ø}22 \begin{smallmatrix} -0.0025 \\ -0.0125 \end{smallmatrix}$	$d\text{Ø}22 \begin{smallmatrix} -0.0025 \\ -0.0125 \end{smallmatrix}$	$D_1\text{Ø}22 \begin{smallmatrix} +0.0045 \\ -0.0055 \end{smallmatrix}$
Посадка перехідна		Посадка з зазором

$$S_{\max}=0.0025; N_{\max}=0.0025$$

Допуск зазору – натягу

$$TSN=0,0050$$

$$S_{\max}=0,0095; S_{\min}=0,0045$$

Допуск зазору

$$TS=0,0050$$

2. Визначаємо:

для поршня $ES=-0,0025$ $EI=-0,0125$;

$$D_{1\max}=D_1+ ES=22+(-0,0025)=21,9975;$$

$$D_{1\min}=D_1+ EI=22+(-0,0125)=21,9875;$$

$$TD_1=D_{1\max}-D_{1\min}=ES-EI=-0,0025-(-0,0125)=0,0100;$$

для пальця $es=-0,0025$ $ei=-0,0125$

$$d_{\max}=d+es=22+(-0,0025)=21,9975$$

$$d_{\min}=d+ei=22+(-0,0125)=21,9875$$

$$Td=d_{\max}-d_{\min}=es-ei=-0,0025-(-0,0125)=0,0100$$

для шатуна $ES=+0,0045$ $EI=-0,0055$;
 $D_{2\max}=D_2+ES=22+0,0045=22,0045$;
 $D_{2\min}=D_2+EI=22+(-0,0055)=21,9975$;
 $T_{D_2}=D_{2\max}-D_{2\min}=ES-EI=-0,0045-(-0,0055)=0,0100$;

3. визначаємо необхідність підбирання пар деталі по методу групової взаємозамінності:

1 пара – поршень-палець:

$$S'_{\max}=D_{1\max}-d_{\min}=ES-ei=0,0045-(-0,0125)=0,0170$$

$$S'_{\min}=D_{2\min}-d_{\max}=-0,0030 \text{ – це натяг, а по ТУ потрібен зазор.}$$

Висновок: дійсні граничні виробничні зазори і натяги

$$1 \text{ пара } S_{\max}=0,0100, N_{\max}=0,0100$$

$$2 \text{ пара } S_{\max}=0,0170, N_{\max}=0,0030$$

не відповідають вимогам технічних умов:

$$1 \text{ пара } S_{\max}=0,0025, N_{\max}=0,0025$$

$$2 \text{ пара } S_{\max}=0,0095, N_{\max}=0,0045$$

Щоб забезпечити необхідну точність складання потрібен підбір по методу групової взаємозамінності, при якому $ТП_1=TSN$; $ТП_2=TS$, а в дійсності ми маємо:

$$ТП_1=0,0200, TSN=0,0050 \quad ТП_1 \neq TSN$$

$$ТП_2=0,0200, TS=0,0050 \quad ТП_2 \neq TS$$

4. Щоб отримати рівняння $ТП_1=TSN$; $ТП_2=TS$, визначаємо кількість розмірних груп:

$$n_1 = \frac{T_{D_1}}{TSN} = \frac{0,0200}{0,0050} = 4$$

$$n_2 = \frac{T_{D_2}}{TS} = \frac{0,0200}{0,0050} = 4$$

5. Визначаємо груповий допуск розмірної групи:

$$T_{D_1r} = \frac{T_{D_1}}{n} = \frac{0,0100}{4} = 0,0025$$

$$T_{dr} = \frac{T_d}{n} = \frac{0,0100}{4} = 0,0025$$

$$T_{D_2r} = \frac{T_{D_2}}{n} = \frac{0,0100}{4} = 0,0025$$

6. Скласти таблицю розмірних груп з'єднання поршень-палець-шатун двигуна „Москвич 412”

Поршень(отвір під палець)			Палець (зовнішній діаметр)			Шатун (отвір під палець)		
D ₁ ,ES,EI В ММ.	D ₁ max-D ₁ min В ММ.	Позна- чення групи	d,es,ei В ММ.	dmax-dmin В ММ.	Позна- чення групи	D ₂ ,ES,EI В ММ.	D ₂ max-D ₂ min В ММ.	Позна- чення групи
22 ^{-0,0025} _{-0,0050}	21,9975- 21,9950	1 рож	22 ^{-0,0025} _{-0,0050}	21,9975- 21,9950	1 рож	22 ^{+0,0045} _{+0,0020}	22,0045- 22,0020	1 рож
22 ^{-0,0050} _{-0,0075}	21,9950- 21,9925	2 кор	22 ^{-0,0050} _{-0,0075}	21,9950- 21,9925	2 кор	22 ^{+0,0020} _{-0,0005}	22,0020- 21,9995	2 кор
22 ^{-0,0075} _{-0,0100}	21,9925- 21,9900	3 зел	22 ^{-0,0075} _{-0,0100}	21,9925- 21,9900	3 зел	22 ^{-0,0005} _{-0,0030}	21,9995- 21,9970	3 зел
22 ^{-0,0100} _{-0,0125}	21,9900- 21,9875	4 гол	22 ^{-0,0100} _{-0,0125}	21,9900- 21,9875	4 гол	22 ^{-0,0030} _{-0,0055}	21,9970- 21,9945	4 гол

7. Виконуємо перевірку таблиці для групи „3 зел” по рівнянню $ТП_1 = TSN$, $ТП_2 = TS$,
по технічним умовам $TSN = 0,0050$, $TS = 0,0050$

Для групи „3 зел” $ТП_1(3 \text{ зел}) = TД_1(3 \text{ зел}) + Td(3 \text{ зел})$; $TД_1(3 \text{ зел}) = -0,0075 - (-0,0100) = 0,0025$

$$Td(3 \text{ зел}) = -0,0075 - (-0,0100) = 0,0025$$

$$ТП_1(3 \text{ зел}) = 0,0025 + 0,0025 = 0,0050$$

$ТП_2(3 \text{ зел}) = TД_2(3 \text{ зел}) + Td(3 \text{ зел})$; $TД_2(3 \text{ зел}) = -0,0005 - (-0,0030) = 0,0025$

$$Td(3 \text{ зел}) = -0,0075 - (-0,0100) = 0,0025$$

$$ТП_2(3 \text{ зел}) = 0,0025 + 0,0025 = 0,0050$$

$ТП_1 = TSN \rightarrow 0,0050 = 0,0050$; $ТП_2 = TS \rightarrow 0,0050 = 0,0050$

Таблиця складена вірно

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

*Лабораторія:
Ремонту автомобілів*

ЗВІТ

*з лабораторної роботи №16
Розрахунок розмірних груп з'єднання
поршень-палець-шатун при комплектуванні
ЗБК. ОРАД. ПРОТРА. №16*

Група _____

Виконав студент: _____

Перевірів викладач: _____

1 ВИХІДНІ ДАННІ

2 Визначаємо:

для поршня: $ES =$ $EI =$

$$D_1 \max = D_1 + ES =$$

$$D_1 \min = D_1 + EI =$$

$$TD_1 = D_1 \max - D_1 \min = ES - EI =$$

для пальця: $es =$ $ei =$

$$d_{\max} = d + es =$$

$$d_{\min} = d + ei =$$

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

для шатуна: $ES =$ $EI =$

$$D_2 \max = D_2 + ES =$$

$$D_2 \min = D_2 + EI =$$

$$TD_2 = D_2 \max - D_2 \min = ES - EI =$$

3 Визначаємо необхідність підбирання пар деталей по методу групової взаємозамінності:

1 пара поршень-палець:

$$T\Pi_1 = TD_1 + Td =$$

2 пара шатун-палець:

$$T\Pi_2 = TD_2 + Td =$$

Висновок: дійсні граничні виробничі зазори і натяги:

1 пара

2 пара

Щоб забезпечити необхідну точність складання потрібен підбір по методу групової взаємозамінності, при якому $T\Pi_1 =$, $T\Pi_2 =$, а в дійсності маємо:

$$T\Pi_1 =$$

$$T\Pi_2 =$$

4 Щоб отримати рівняння $T\Pi_1 =$, $T\Pi_2 =$ визначаємо кількість розмірних груп

$$n_1 = \frac{T\Pi_1}{\Delta} = \text{---} = \quad n_2 = \frac{T\Pi_2}{\Delta} = \text{---} =$$

5 Визначаємо груповий допуск розмірної групи:

$$TD_{1\Gamma} = \frac{TD_1}{n} = \text{---} =$$

$$Td_{\Gamma} = \frac{Td}{n} = \text{---} =$$

$$TD_{2\Gamma} = \frac{TD_2}{n} = \text{---} =$$

Таблиця розмірних груп для з'єднання пошень-палець-шатун двигуна _____

Поршень (отвір під палець)			Палець (зовнішній діаметр)			Шатун (отвір під палець)		
D_1, ES, EI в мм.	$D_{1max} - D_{1min}$ в мм.	Позна- чення групи	d, es, ei в мм.	$d_{max} - d_{min}$ в мм.	Позна- чення групи	D_2, ES, EI в мм.	$D_{2max} - D_{2min}$ в мм.	Позна- чення групи

7 Виконуємо перевірку таблиці для групи „ ” по рівнянню $ТП_1 =$, $ТП_2 =$

де

Для групи „ ” $ТП_1 „ ” = TD_1 „ ” + Td „ ” =$

$ТП_2 „ ” = TD_2 „ ” + Td „ ” =$

$TD_1 „ ” =$

$TD_2 „ ” =$

$Td „ ” =$

Підставляємо $ТП_1, ТП_2, TS, TN, TSN$ в рівняння

Кінцевий висновок: