

6.2 Лабораторні роботи

6.2.1 Лабораторна робота №1

Методи рішення розмірних ланцюгів

Ряд взаємозв'язаних розмірів, що утворюють замкнутий контур, складає розмірний ланцюг.

Будь-який розмірний ланцюг має первинні складові ланки-аргументи, тобто ланки, розмір яких не залежить від інших ланок ланцюга (позначимо їх буквою L) і замикаючі ланки, розміри яких залежать від зміни складових ланок (позначимо їх буквою S). В якості ланок в складальних лінійних розмірних ланцюгах найчастіше конструктивні проміжки (натяг) - шви.

Складові ланки (аргументи) діляться на збільшуючі $L_{ув}$, при збільшенні яких збільшується ланка-функція, що замикає, і зменшуючі $L_{ум}$, при збільшенні яких зменшується ланка-функція, що замикає.

Значення проміжків, натягу і допусків для триланкового розмірного ланцюга, ланок-аргументів, що складаються з двох складових, і одного, що замикає ланки-функції, можливо, визначити через верхнє і нижнє відхилення по довідкових таблицях. Якщо в розмірному ланцюзі число складових ланок більше двох, то такий розмірний ланцюг необхідно вирішувати.

Рішення розмірних ланцюгів підрозділяється на рішення прямої і зворотної задачі. При рішенні прямої задачі, усі ланки розмірного ланцюга окрім одного - відомі. Це так звані прямі завдання з одним невідомим, одержуючі певне рішення.

При рішенні зворотної задачі - декілька невідомих значень розмірів ланцюга - декілька невідомих в одному рівнянні, які можливо вирішити тільки умовно.

Прямі завдання зазвичай вирішують технологи, зворотні завдання вирішують проектувальники.

Мета: Навчитися застосувати метод зворотної задачі для рішення розмірних ланцюгів по деяким заданим значенням.

Нижче наводяться головні рівняння, розроблені для подібних випадків. У їх систему покладені головні залежності системи допусків. Відомо, що різниця між максимальним і мінімальним проміжками, дорівнює сумі допусків розмірів, які впливають на цей проміжок - шов.

Таким чином, для багато ланкового розмірного ланцюга матимемо:

$$\begin{aligned}
 1. \quad S_{\max} &= S_{\min} + \frac{T_{po}}{n_n} + 2 \frac{T_{mf}}{n_\phi} + T_{p\phi} + T_{m\phi} + 2T_\phi + T_{un} ; \\
 2. \quad T_s &= S_{\max} - S_{\min} = \frac{T_{po}}{n_n} + 2 \frac{T_{mf}}{n_\phi} + T_{p\phi} + T_{m\phi} + 2T_\phi + T_{un} ; \\
 3. \quad es &= \frac{2n_n \cdot S_{\min} + 2T_{po} + 4n_n \frac{T_{mf}}{n_\phi} + 2n_n \cdot T_{p\phi} + 2n_n \cdot T_{m\phi} + 2n_n \cdot T_{un} + n_n \cdot T_o}{2n_n} ;
 \end{aligned}$$

$$4. S_{\min} = \frac{2n_n \cdot e_s - 2T_{po} - 4n_n \frac{T_{mf}}{n_{\phi}} - 2n_n \cdot T_{pb} + -2n_n \cdot T_{mb} - 2n_n \cdot T_{nn} - n_n \cdot T_o}{2n_n};$$

$$5. S_{\max} = \frac{2e_s + T_{po} + 2T_{\phi}}{2};$$

$$6. T_{ув.р.ц.} = T_{po} + 2T_{mf} + 2T_{pb} + 2T_{mb} + 2T_{\phi} + 2T_n$$

Дано: Довжина споруди $L_{н.ув.}=48000$ мм, довжина панелі $L_{н.ум.}=4000$ мм; довжина фундаментного блоку $L'_{н.}=3000$ мм; висота панелі $H=3000$ мм; максимальний зазор – шов $S_{\max} \leq 40$ мм; мінімальний зазор $S_{\min} \geq 5$ мм.

Визначаємо значення: C_n , C_{ϕ} , n_n , n_{ϕ} , T_{po} , T_{mf} , T_{pb} , T_{mb} , T_{ϕ} , T_n , e_s , e_i , S_{\max} , S_{\min} .

$C_n = L_{н.ув.} / L_{н.ум.} = 48000 / 4000 = 12$ панелей

$C_{\phi} = L_{н.ув.} / L'_{н.} = 48000 / 3000 = 16$ блоків

$n_n = C_n - 1 = 12 - 1 = 11$ швів між панелями

$n_{\phi} = C_{\phi} - 1 = 16 - 1 = 15$ швів між блоками.

По рівнянню визначаємо допуск зазору – шва з'єднання:

$$T_s = 40 - 5 = 35 = \frac{T_{po}}{11} + 2 \frac{T_{mf}}{15} + T_{pb} + T_{mb} + 2T_{\phi} + T_n \text{ (мм)}$$

Приймаємо умовно, що класи точності на виробництво елементів конструкції, розбивку вісей і монтаж.

Для розміру **$L_{н.ув.} = 48000$ мм** (згідно табл. 1, додатку А) приймаємо:

для 3-го класу точності $T_{po} = 24$ мм

для 4-го класу точності $T_{po} = 40$ мм

для 5-го класу точності $T_{po} = 60$ мм

Для розміру **$L_{н.ум.} = 4000$ мм** приймаємо:

для 3-го класу точності $T_{pb} = 2,4$ мм

для 4-го класу точності $T_{pb} = 4$ мм

для 5-го класу точності $T_{pb} = 6$ мм

Для розміру **$L'_{н.} = 3000$ мм** (згідно табл. 2, додатку А) приймаємо:

для 3-го класу точності $T_{mf} = 6$ мм

для 4-го класу точності $T_{mf} = 10$ мм

для 5-го класу точності $T_{mf} = 16$ мм

Для розміру **$L_{н.ум.} = 4000$ мм** приймаємо:

для 3-го класу точності $T_{mb} = 6$ мм

для 4-го класу точності $T_{mb} = 10$ мм

для 5-го класу точності $T_{mb} = 16$ мм

Для розміру **$L_{н.ум.} = 4000$ мм** (згідно табл. 3, додатку А) приймаємо допуск:

для 3-го класу точності $T_{\phi} = 5$ мм

для 4-го класу точності $T_{\phi} = 8$ мм

для 5-го класу точності $T_{\phi} = 12$ мм

Для розміру **$H = 3000$ мм** (згідно табл. 4, додатку А) приймаємо допуск:

для 3-го класу точності $T_{нп}=1$ мм
 для 4-го класу точності $T_{нп}=1,6$ мм
 для 5-го класу точності $T_{нп}=2,4$ мм.

При класі точності 3:

$$T_s = \frac{24}{11} + 2 \frac{6}{15} + 2,4 + 6 + 2 \cdot 6 + 1 = 24,4 < 35(\text{мм})$$

При класі точності 4:

$$T_s = \frac{40}{11} + 2 \frac{10}{15} + 4 + 10 + 2 \cdot 8 + 1,6 = 36,6 > 35(\text{мм})$$

При класі точності 5:

$$T_s = \frac{60}{11} + 2 \frac{10}{15} + 6 + 16 + 2 \cdot 12 + 2,4 = 55,2 > 35(\text{мм})$$

Якщо прийняти до уваги, що для розрахунків прийняті значення S_{\max} та S_{\min} , то слід прийняти для всіх параметрів клас точності 3.

Таким чином нами визначено класи точності ті значення допусків такі:

$T_{рo}=24$ мм, $T_{рб}=2,4$ мм, $T_{мф}=6$ мм, $T_{мб}=6$ мм, $T_{б}=T_{o}=5$ мм, $T_{нп}=1$ мм.

Як відомо, величина мінімального зазору у системі отворів визначається верхнім відхиленням балки es .

$$es = \frac{2n_n \cdot S_{\min} + 2T_{рo} + 4n_n \frac{T_{мф}}{n_{ф}} + 2n_n \cdot T_{рб} + 2n_n \cdot T_{мб} + 2n_n \cdot T_{нп} + n_n \cdot T_o}{2n_n} \quad (\text{мм})$$

$$es = \frac{2 \cdot 11 \cdot 5 + 2 \cdot 24 + 4 \cdot 11 \cdot \frac{6}{15} + 2 \cdot 11 \cdot 2,4 + 2 \cdot 11 \cdot 6 + 2 \cdot 11 \cdot 1 + 11 \cdot 5}{2 \cdot 11} = 19,88(\text{мм})$$

Для розміру $L_{н.ум.}=4000$ мм можна прийняти посадку 5S (верхнє відхилення $es'=27,9$ мм).

Знаходимо достеменне значення мінімального зазору:

$$S'_{\min} = \frac{2 \cdot 11 \cdot 27,9 - 2 \cdot 24 - 4 \cdot 11 \cdot \frac{6}{15} - 2 \cdot 11 \cdot 2,4 - 2 \cdot 11 \cdot 6 - 2 \cdot 11 \cdot 1 - 11 \cdot 5}{2 \cdot 11} = 13,02 > 5(\text{мм})$$

По рівнянню

$$S_{\max} = \frac{2 \cdot 27,9 + 3 \cdot 5}{2} = 35,4 < 40(\text{мм})$$

Умова виконується, тому приймаємо клас точності 3.

Для розміру $L_{н.ум.}=4000$ мм можна прийняти посадку 5S3 (верхнє відхилення $ei=35,4$ мм).

$T_{ув.р.ц}=24+2 \cdot 6+2 \cdot 2,4+2 \cdot 6+2 \cdot 5+2 \cdot 1=64,8=\pm 32,4$ мм

Розрахункове значення допуску $T_{ув.р.ц}$ порівнюємо з сумарними половинами допуск на монтаж блоків і панелей.

При монтажі фундаменту сумарна половина допуску:

$$\sum \frac{T_{мф}}{2} = n_{ф} \cdot \frac{T_{мф}}{2} = 15 \cdot \pm 3 = \pm 45(\text{мм})$$

При монтажі панелей

$$\sum \frac{T_{мб}}{2} = n_n \cdot \frac{T_{мб}}{2} = 11 \cdot \pm 3 = \pm 33(мм)$$

Тому кінцево приймаємо $T_{ув.р.ц} = \pm 45$ мм

Виконуємо спрощене креслення (Рис 6.1 - послідовність монтажу споруди):

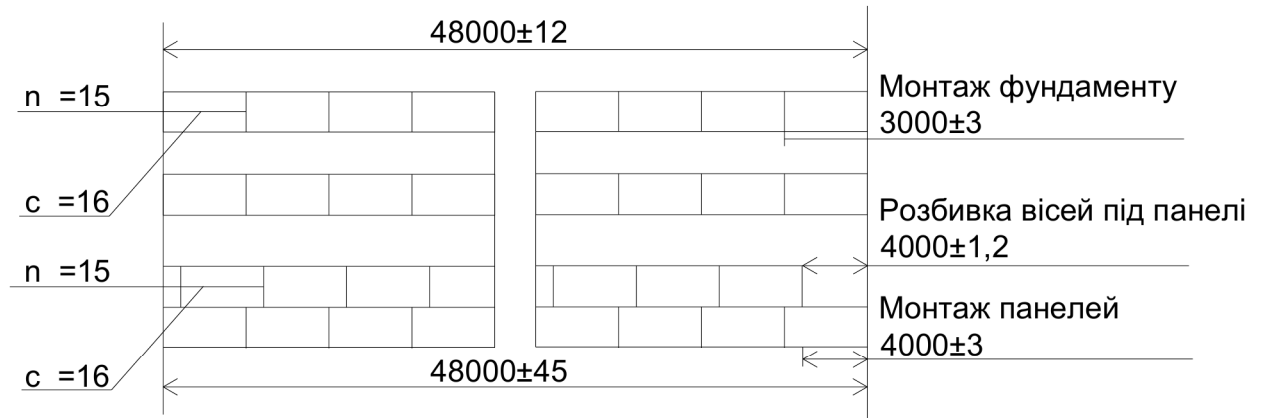


Рис 6.1 - Послідовність монтажу споруди

Висновок: При рішенні зворотньої задачі – декілька невідомих значень розмірів ланцюга – декілька невідомих в одному рівнянні, які можливо визначити тільки умовно.

6.2.2 Лабораторна робота №2

Розрахунок допусків через одиницю допусків

Мета: Визначити допуск через одиницю допуску, який дає можливість зрівняти, яка деталь виготовлена точніше.

Дано: Довжина спорудження $L_{н.ув.} = 48000$ мм, довжина панелі $L_{н.ум.} = 4000$ мм; довжина фундаментного блоку $L'_{н.} = 3000$ мм; висота панелі $H = 3000$ мм;

Визначаємо значення: $T_{ро}$, $T_{мф}$, $T_{рб}$, $T_{мб}$, $T_{б}$, $T_{нп}$. У попередній лабораторній роботі №1 ми визначили допуски лінійних розмірів L для класу точності 3. Клас точності визначають значенням допуску з урахуванням певних умов. Користуючись таблицею 6 та додатком А, розраховуємо допуски для 3го класу точності на розміри $L_{н.ум.}$, $L_{н.ув.}$, $L'_{н.}$, H та зрівнюємо з табличними значеннями для другого, третього, четвертого класів.

Для розміру $L_{н.ув.} = 48000$ мм:

$$T = i \cdot k = 48 \cdot 0,6 = 28,8(мм)$$

$$i = \alpha \cdot L = 1 \cdot 48 = 48(мм)$$

Для розміру $L_{н.ум.} = 4000$ мм:

$$T_{рб} = i \cdot k = 4 \cdot 0,6 = 2,4(мм)$$

$$i = \alpha \cdot L = 1 \cdot 4 = 4(мм)$$

$$T_{мб} = i \cdot k = 9,55 \cdot 0,6 = 5,73(мм)$$

$$i = \alpha(0,8 + 0,001\sqrt{L}) \cdot (\sqrt[3]{L + 25} + 0,01\sqrt{L^2}) = 0,6(0,8 + 0,001\sqrt{4000}) \cdot (\sqrt[3]{4000 + 25} + 0,01\sqrt{4000}) = 9,55(мм)$$