

Лекція 7 Розмірні ланцюги

Розмірним ланцюгом називають сукупність розмірів, які утворюють замкнутий контур і приймають участь при вирішенні поставленої задачі. Розміри, що утворюють розмірний ланцюг, називають **ланками** розмірного ланцюга.

Класифікація розмірних ланцюгів (РЛ)

1. По взаємному розміщенню ланок РЛ поділяють на
 - **плоскі**, якщо ланки розміщені в одній площині;
 - **просторові**, якщо ланки розміщені не паралельно одна відносно іншої в непаралельних площинах;
 - **лінійні**, якщо ланками РЛ є лінійні розміри;
 - **кутові**, якщо ланками РЛ є кутові розміри.
2. По місцю у виробі
 - Якщо РЛ стосується однієї деталі, то це буде **подетальний** РЛ;
 - Якщо РЛ зв'язує у вузлі дві або більше деталей, то це буде **складальний** РЛ.
3. По області застосування
 - При конструюванні виробу точність його вирішують за допомогою **конструкторського** РЛ;
 - При виготовленні виробу точність його вирішують за допомогою **технологічного** РЛ;
 - При вимірюванні виробу використовують **вимірний** РЛ, який складається із засобу вимірювання та вимірюваної деталі.

Кожен РЛ складається із складових та замикаючої ланки.

Замикаючою ланкою РЛ називають розмір (A_0), який отримують останнім в процесі обробки деталі або складанні вузла машини.

Складовою ланкою РЛ називають розмір ($A_1, A_2 \dots A_n$) зміна величини якого призводить до зміни величини замикаючої ланки.

Складові ланки РЛ поділяються на збільшуючі та зменшуючі.

Збільшуюча ланка (A_i) – збільшення величини якої призводить до збільшення замикаючої ланки.

Зменшуюча ланка (A_j) – збільшення величини якої призводить до зменшення замикаючої ланки.

Суть розрахунку розмірного ланцюга полягає у визначенні допусків і граничних відхилень всіх ланок виходячи з вимог конструкції і технології.

При розв'язанні розмірних ланцюгів вирішують дві задачі:

1. **Пряма задача** – визначення номінальних розмірів, допусків і граничних відхилень складових ланок по номінальному розміру і граничних відхиленнях замикаючої ланки.

2. **Обернена задача** (перевірочна) – визначення номінального розміру, допуску і граничних відхилень замикаючої ланки по номінальних розмірах і граничних відхиленнях складових.

Методи досягнення заданої точності замикаючої ланки РЛ

1. Метод повної взаємозамінності.
2. Ймовірностний метод.

3. Метод групової взаємозамінності.
4. Метод підгонки.
5. Метод регулювання.

Методи розрахунку РЛ при повній взаємозамінності

1. Метод **максимума-мінімуму** по якому допуск замикаючої ланки визначають арифметичним додаванням допусків складових ланок і навпаки.

2. **Ймовірностний** метод – по якому враховують закони розсіювання розмірів деталей і випадковий характер їх прояву при складанні. Наявність в ланцюгу дійсних розмірів з однаковими граничними розмірами малоімовірна, тому задаючись певним сталим відсотком ризику (відсоток виробів у яких замикаючий розмір вийде за межі поля допуску) розширюють поля допусків складових ланок.

Способи розподілу допуску замикаючої ланки між складовими

1. Спосіб **рівних допусків** – допуски всіх складових ланок приймають однаковими

$$TA_1 = TA_2 = \dots = TA_n$$

і вони будуть визначатися, як $TA_i = \frac{TA_0}{n}$,

де TA_i - допуск будь-якої ланки,

TA_0 - допуск замикаючої ланки,

n - кількість складових ланок.

Даний спосіб слід використовувати коли номінальні розміри складових ланок однакового порядку і можуть бути виконані з однаковою економічною точністю.

2. Спосіб **допусків одного квалітету**. Приймають, що всі складові ланки виготовлені з однаковою точністю (з допуском одного квалітету). А їх допуск залежить лише від номінального розміру.

Вибір методу досягнення заданої точності замикаючої ланки

В першу чергу потрібно вибирати такі методи, які забезпечать взаємозамінність без підбору, підгонки і регулювання, тобто використати метод повної взаємозамінності або ймовірностний метод.

Щоб визначити, який метод потрібно використати необхідно визначити T_c - середній допуск

$$T_c = \frac{[TA_0]}{n + p} \text{ - при повній взаємозамінності}$$

або середній квалітет точності

$$K_c = \frac{TA_0}{\sum_{i=1}^{m-1} (0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D)} \text{ - при ймовірнісному методі.}$$

За значенням K_c вибирають найближчий квалітет. Знайшовши в таблиці 6 ГОСТ 25346-89 допуски номінальних складових розмірів, коректують їх значення. Допуски для

охоплюючих розмірів рекомендують визначати, як для основного отвору, а для охоплюваних — як для основного валу. При цьому необхідно дотримувати умову

$$TA_0 \geq \sum_{i=1}^{m-1} TA_i$$

Якщо середній допуск вийшов таким, що економічно недоцільно використовувати методи вказані вище, то слід перейти до методів неповної взаємозамінності: селективний, пригонки, регулювання.

Формули, які використовуються при розв'язку розмірних ланцюгів
 Номінальний розмір замикаючої ланки – основне рівняння РЛ

$$A_0 = \sum_{i=1}^n A_{i3\delta} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{j3\mathcal{M}}$$

де $A_{i3\delta}, A_{j3\mathcal{M}}$ — номінальні розміри відповідно збільшуючих і зменшуючих ланок;

n — число збільшуючих ланок;

$n+p$ — загальне число ланок.

Граничні розміри замикаючої ланки

$$A_0^{\max} = \sum_{i=1}^n A_{i3\delta}^{\max} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{j3\mathcal{M}}^{\min}$$

$$A_0^{\min} = \sum_{i=1}^n A_{i3\delta}^{\min} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{j3\mathcal{M}}^{\max}$$

Граничні відхилення замикаючої ланки

$$ESA_0 = \sum_{i=1}^n ESA_{i3\delta} - \sum_{j=n+1}^{n+p} EIA_{j3\mathcal{M}}$$

$$EIA_0 = \sum_{i=1}^n EIA_{i3\delta} - \sum_{j=n+1}^{n+p} ESA_{j3\mathcal{M}}$$

Допуск замикаючої ланки

$$TA_0 = \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$