

Лекція 2 Точність з'єднань деталей при складанні

План

- 2.1. Поняття точності складання
- 2.2. Розмірний аналіз в технології складання
- 2.3. Вибір методу досягнення заданої точності початкової ланки
- 2.4. Перевірки та виміри при складанні

2.1. Поняття точності складання

Конструкторські бази

Кожна деталь машини або механізму при роботі займає у будь-який момент часу цілком визначені положення відносно інших деталей. Ця умова забезпечується відповідною кінематичною схемою і конструкцією машини або механізму, виражається визначеністю базування деталей та характеризується незмінним збереженням відповідного контакту зв'язаних (дотичних) поверхонь.

Наприклад, ідентичність траєкторій руху, повторюваних деталями кривошипно-шатунного механізму (мал. 3.1), забезпечується постійним збереженням контакту по циліндричних поверхнях поршня і гільзи циліндра 1, пальця і поршня 2, пальця і шатуна 3, шатуна і шийки колінчастого валу шийок колінчастого валу і підшипників картера 5.

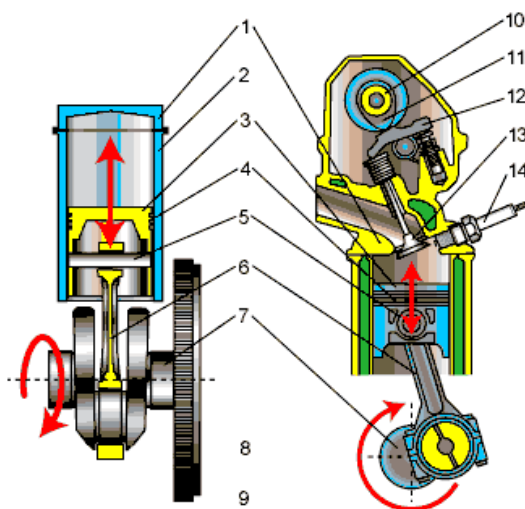


Рис. 3.1. Одноцилиндровый карбюраторный двигатель внутреннего сгорания: 1 – головка цилиндра; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – поршневые кольца; 5 – поршневой палец; 6 – шатун; 7 – коленчатый вал; 8 – маховик; 9 – кривошип; 10 – распределительный вал; 11 – кулачок распределительного вала; 12 – рычаг; 13 – клапан; 14 – свеча зажигания

Сили і моменти, що створюються в процесі складання цього механізму та такі, що діють на його деталі при роботі, а також внутрішні пружні сили деталей забезпечують силове замикання, завдяки якому контакт в сполученнях деталей не порушується. Проте при цьому незмінно виникають похибки через шорсткість і хвилястість поверхонь (рис. 3.2, а), а також в результаті деформацій однієї або обох деталей (рис. 3.2, б), що сполучаються.

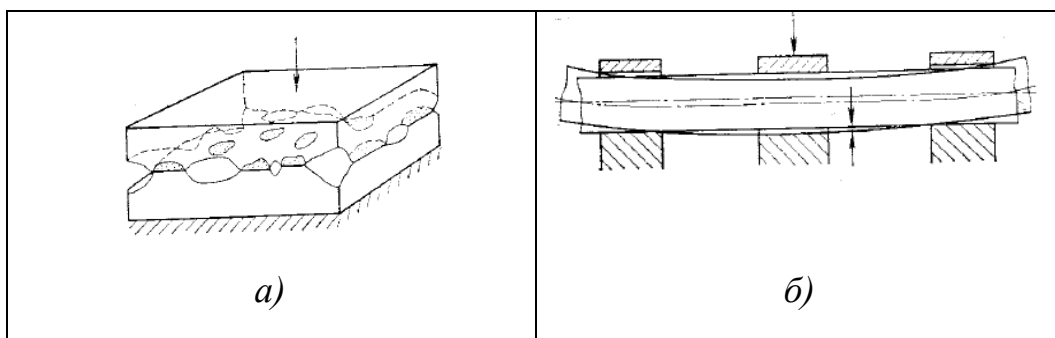


Рис. 3.2 Схематичне зображення мікро- (а) та макро- (б) похибок, що виникають при силовому замиканні

Для того, щоб ці похибки не погіршували якість з'єднань, призначаються відповідна оптимальна шорсткість з'єднуваних поверхонь і межі можливих проміжків, при яких деформації деталей не спричинять порушень в роботі виробу в цілому.

Передбачене конструкцією положення будь-якої деталі в машині або механізмі забезпечується при складанні завдяки відповідним її поверхням, осям або точкам.

База – поверхня або поєднання поверхонь, що виконує ту ж функцію, вісь, точка, що належить заготованці або виробу і використовується для базування [ГОСТ 21495-76].

За своїм призначенням бази поділяться на три види:

- конструкторські,
- технологічні
- вимірювальні.

На характер складальних з'єднань впливають конструкторські бази, які бувають основними і допоміжними.

Основні та допоміжні базові поверхні утворюють в сукупності спряження, а при досягненні силового замикання – з'єднання.

Поняття про точність складання

Здійснення основного призначення машини пов'язане з перетворенням рухів, передачею сил і моментів. Сили і моменти, впливаючи на ланки механізму і їх з'єднання, можуть змінювати їх форму, що викликає відхилення від заданого характеру руху усього механізму і машини. Більше або менше значення цих відхилень, що характеризує точність машини, залежить від конструктивних, технологічних і експлуатаційних чинників. При цьому одним з найважливіших технологічних чинників є похибки, допущені при складанні механізмів, тобто в процесі формування їх з окремих деталей. Ці похибки в різних поєднаннях кінець кінцем призводять до помилок результуючих характеристик складеного виробу.

Під **точністю складання** мається на увазі міра відповідності матеріальних осей, контактуючих поверхонь або інших елементів деталей, що з'єднуються, з положенням їх умовних прототипів, визначеним відповідними розмірами на кресленні або технічними вимогами.

Точність - один з найважливіших техніко-економічних показників якості машини. Параметри, що характеризують точність як машини в цілому, так і її конструктивних і складальних елементів, встановлюються на основі службового призначення виробу. Причому, очевидно, виправданою є точність, оптимальна для кожного конкретного з'єднання, оскільки надмірне її підвищення, що не викликається необхідністю, може бути причиною значного зростання вартості оброблення.

Досягнення необхідної точності найбільш економічними заходами - неодмінна вимога, що пред'являється до технологічного процесу. Точність машини або механізму як виробу машинобудівного виробництва є функцією точності складових цих виробів - складальних одиниць, деталей та їх з'єднань.

Основні показники точності машин []:

- точність відносного руху виконавчих поверхонь;

- точність геометричних форм і відстаней між виконавчими поверхнями;
- точність відносних поворотів виконавчих поверхонь.

Від відносних розмірів деталей, що утворюють спряження, залежить міра його нерухомості або рухливості. Ці міри характеризуються величиною натягу або зазорів, що витримуються при складанні, або, інакше, величиною і знаком конструктивних і виробничих відхилень розмірів деталей, що спряжуються.

Точність циліндричного з'єднання характеризується трьома чинниками:

- співпадінням осей,
- точністю кутового положення в перерізі, перпендикулярному до осі,
- точністю відносного розташування деталей вздовж осі.

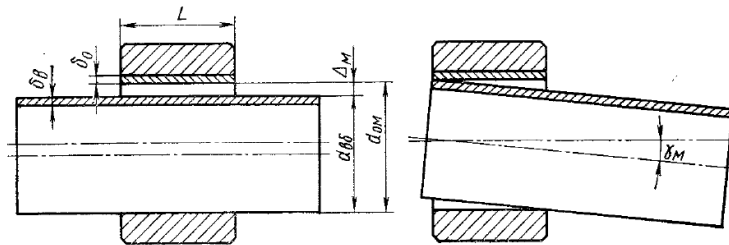


Рис. 3.3 Схема складання з'єднання вал-втулка

Для забезпечення можливості складання такого з'єднання необхідно, щоб зміщення осей складало

$$\frac{\Delta_M}{2} \leq \frac{d_{0M} - d_{0B}}{2}$$

Кут перекосу осей

$$\gamma_M \leq \arctg \frac{\Delta_M}{L}$$

Умова можливості складання з'єднання при спільній дії двох факторів в загальному виді може бути представлена наступним чином:

$$\frac{\Delta_M}{2} \geq \sqrt{\left(\sum_{i=1}^m \omega A_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n \omega B_i\right)^2}$$

$$\delta\gamma_\Delta \geq \sqrt{\left(\sum_{i=1}^m \omega \alpha_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n \omega \beta_i\right)^2}$$

В этих формулах:

Δ_M — наименьший зазор в соединении;

d_{OM} — наименьший диаметр отверстия;

d_{BO} — наибольший диаметр вала;

$\sum_{i=1}^m \omega A_i$; $\sum_{i=1}^n \omega B_i$ — суммы погрешностей составляющих звеньев размерных цепей A (в плоскости оси вала) и B (в перпендикулярной плоскости);

$\sum_{i=1}^m \omega \alpha_i$; $\sum_{i=1}^n \omega \beta_i$ — суммы погрешностей составляющих цепей относительно поворотов α и β (соответственно в двух плоскостях);

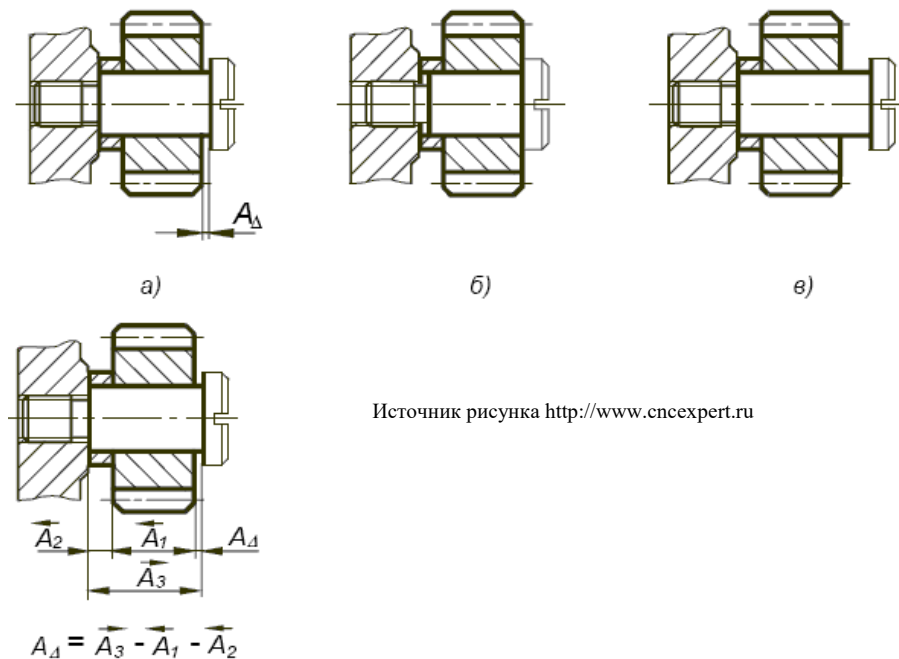
$\delta \gamma_{\Delta}$ — допуск замыкающего или исходного звена относительных поворотов на длине L ;

m и n — количество звеньев размерных цепей A , B , α и β без учета замыкающих звеньев.

2.2. Розмірний аналіз в технології складання

Відносне положення виконавчих поверхонь і механізмів визначається розмірами певної кількості деталей. Такий вид зв'язку деталей називається *розмірним зв'язком*. Розмірний вид зв'язку буває двох підвидів: визначальні відстані; визначальні повороти виробу.

Усі розміри, що пов'язують виконавчі поверхні, а також розмір, що безпосередньо поєднує ці поверхні, утворюють замкнений контур.



Источник рисунка <http://www.cncexpert.ru>

Рис. 3.4.

Розмірним ланцюгом називають сукупність розмірів, які безпосередньо беруть участь у вирішенні поставленої задачі і утворюють замкнений контур.

Ланками розмірного ланцюга називаються розміри, що становлять розмірний ланцюг.

Класифікація розмірних ланцюгів.

За сферою застосування :

- *конструкторський* - вирішується завдання забезпечення точності при конструюванні виробів.
- *технологічний* - вирішується завдання забезпечення точності при виготовленні виробів.
- *вимірювальний* - вирішується завдання виміру величин, що характеризують точність виробів.

За місцем у виробі:

- *детальний* - визначає точність відносного положення поверхонь або осей однієї деталі.
- *складальний* - визначає точність відносного положення поверхонь або осей деталей, що входять в складальну одиницю.

За розташуванням ланок:

- *лінійний* - ланки ланцюга є лінійними розмірами і розташовані на паралельних прямих.
- *кутовий* - ланки ланцюга є кутовими розмірами.
- *плоский* - ланки розташовані довільно в одній або декількох паралельних площинах.
- *просторовий* - ланки розташовані довільно в просторі.

Розрахунок і аналіз розмірних ланцюгів є одним з ефективних засобів визначення раціональних допусків, що забезпечують правильну роботу машини в цілому та доцільну точність виконання її деталей.

Початковою або **закриваючою ланкою** розмірного ланцюга називається ланка, яка безпосередньо зв'язує поверхні або осі деталей, відносно розташування яких необхідно забезпечити або виміряти. Інші ланки ланцюга називаються складовими.

Складові ланки, при збільшенні яких збільшується замикаюча ланка, називають такими, що збільшують (означають \overline{A}_1).

Складові ланки, при збільшенні яких замикаюча ланка зменшується, називається такими, що зменшують (означають \overline{A}_2).

Складання розмірних ланцюгів.

При проведенні розмірного аналізу рекомендується виділяти ланки і складати розмірні ланцюги, керуючись наступними рекомендаціями:

1. Має бути чітко сформульована задача, для вирішення якої розраховується розмірний ланцюг.
2. Для виявлення початкової ланки необхідно встановити вимоги до точності, яким повинні задовольняти виріб або складальна одиниця.

Правильно складений розмірний ланцюг повинен мати:

- мінімум ланок;
- замкнутий контур;
- при уявному розбиранні ланки повинні зберігатись як розміри конкретних деталей.

Основне рівняння розмірного ланцюга.

Для проведення розмірного аналізу окрім розмірної схеми необхідно скласти рівняння розмірного ланцюга, яке виходить з умови замкнутості. Якщо в розмірний ланцюг входить m збільшуючих ланок і n зменшуючих ланок, то рівняння лінійного розмірного ланцюга має вигляд:

$$A_0 = \sum_{j=1}^m \overline{A}_j - \sum_{j=1}^n \overline{A}_j \quad (1)$$

Розрахунок розмірних ланцюгів може бути використаний для вирішення двох задач:

1. **Пряма задача (проектний розрахунок)** – визначення допуску і граничних відхилень складових розмірів по заданим номінальним розмірам усіх ланок ланцюга і заданим граничним розмірам початкової (замикаючої) ланки.

2. Зворотна задача (перевірочний розрахунок) – визначення номінального розміру і допуску замикаючої ланки по заданих номінальних розмірах і граничних відхиленнях складових ланок.

Існують наступні методи досягнення заданої точності початкової ланки (рішення розмірних ланцюгів):

- Метод повної взаємозамінюваності (максимуму - мінімуму).
- Теоретико-імовірнісний метод.
- Метод групової взаємозамінюваності.
- Метод регулювання.
- Метод пригону.

При виборі методу забезпечення точності замикаючої ланки необхідно враховувати:

- Функціональне призначення виробу;
- Його конструктивні і технологічні особливості;
- Вартість виготовлення і складання;
- Експлуатаційні вимоги;
- Тип виробництва і інші чинники.

Задана точність початкової ланки повинна досягатися з найменшими технологічними і експлуатаційними витратами.

За інших рівних умов рекомендується в першу чергу вибирати такі методи рішення розмірних ланцюгів, при яких складання виконується без підбору, пригону і регулювання, тобто методи повної взаємозамінюваності і імовірнісний.

Якщо застосування цих методів економічно недоцільне або технічно неможливе, слід перейти до використання одного з методів неповної взаємозамінюваності.

2.3. Вибір методу досягнення заданої точності початкової ланки.

При виборі методу розрахунку ланцюгів можна орієнтуватися на середню величину допуску складових ланок або середню міру точності (квалітет) складових ланок.

$$T_c A_j = \frac{T A_0}{m + n} \quad (2)$$

$$A = \frac{TA_0}{\sum_{j=1}^{m+n} i_j} = \frac{TA_0}{\sum_1^{m+n} (0,45^3 \sqrt{D_m} + 0,001 D_m)} \quad (3)$$

Метод повної взаємозамінності.

Деталі з'єднуються при складанні без додаткових операцій. Значення замикаючої ланки не виходять за встановлені межі. Розрахунок розмірного ланцюга робиться методом максимуму - мінімуму.

Перевагами методу є:

- простота і економічність складання;
- спрощення організації потокового складального процесу;
- можливість широкої кооперації.

Недоліком є те, що допуски складових ланок виходять найменшими з усіх методів, що може виявитися недоцільним з економічної точки зору.

Після складання рівняння розмірного ланцюга (1) і рішення його відносно A_0 можна визначити граничні розміри замикаючої ланки:

$$A_0^{\max} = \sum_{j=1}^m \overrightarrow{A_j^{\max}} - \sum_{j=1}^n \overleftarrow{A_j^{\min}} \quad (4)$$

$$A_0^{\min} = \sum_{j=1}^m \overleftarrow{A_j^{\min}} - \sum_{j=1}^n \overrightarrow{A_j^{\max}} \quad (5)$$

Віднімаючи почленно з (4) вираз (5) отримаємо формулу для визначення допуску замикаючої ланки :

$$TA_0 = \sum_{j=1}^m T \overrightarrow{A_j} + \sum_{j=1}^n T \overleftarrow{A_j} \quad (6)$$

$$TA_0 = \sum_{j=1}^{m+n} TA_j \quad (7)$$

З формули (7) можна зробити наступні висновки:

1. Точність замикаючої ланки збільшується із зменшенням допусків складових ланок.

2. Скорочення числа ланок призводить до підвищення точності замикаючої ланки.

3. Скорочення числа ланок призводить до зменшення вартості виготовлення, так як при незмінній величині допуску на замикаючу ланки допуски на складові ланки можуть бути розширені.

Якщо з рівнянь (4) і (5) відняти послідовно рівняння (1), отримаємо вирази для визначення граничних відхилень замикаючої (початкової) ланки:

$$ES(A_0) = \sum_{i=1}^m ES(\overline{A_i}) - \sum_{i=1}^n EI(\overline{A_i}) \quad (8)$$

$$EI(A_0) = \sum_{i=1}^m EI(\overline{A_i}) - \sum_{i=1}^n ES(\overline{A_i}) \quad (9)$$

При розрахунку розмірних ланцюгів часто виявляється зручним оперувати не граничними відхиленнями ES і EI , а середніми відхиленнями E_c

$$E_c = \frac{ES + EI}{2} \quad (10)$$

Склавши почленно рівняння (8) і (9) і враховуючи (10) отримаємо середнє відхилення поля допуску замикаючої ланки.

$$E_c(A_0) = \sum_{i=1}^m E_c(\overline{A_i}) - \sum_{i=1}^n E_c(\overline{A_i}) \quad (11)$$

Рішення прямої задачі.

Таке завдання зустрічається набагато частіше. Кінцева мета розрахунку допусків складових розмірів при заданій точності складання (заданому допуску початкової ланки) – забезпечити виконання машиною її функціонального призначення. Цю задачу можна вирішувати одним з наступних способів.

Спосіб рівних допусків.

Застосовується, якщо складові розміри входять в один інтервал розмірів і можуть бути виконані з приблизно однаковою економічною точністю.

Допуски усіх складових ланок приймаються однаковими.

$$TA_1 = TA_2 = \dots = TA_{m+n} = T_{cp} A_i \quad (12)$$

Використовуючи рівняння (7) і (12) отримаємо вираз (2):

$$TA_0 = (m+n) T_{cp} A_i$$

$$T_{cp} A_i = \frac{TA_0}{m+n} \quad (2)$$

Отриманий середній допуск ($T_{cp} A_i$) коригують для усіх або деяких складових ланок в залежності від їх номінальних розмірів, технологічних можливостей виготовлення, конструктивних вимог. При цьому має виконуватись умова:

$$TA_0 \geq \sum_{i=1}^{m+n} TA_i \quad (13)$$

При цьому вибирають стандартні поля допусків бажано переважного застосування.

Спосіб рівних допусків простий, але недостатньо точний, оскільки коригування допусків довільне. Його можна рекомендувати для попереднього призначення допусків складових розмірів.

Спосіб допусків одного квалітету.

Застосовується, якщо усі складові розміри можуть бути виконані з допуском одного квалітету і допуски складових розмірів залежать від їх номінального значення.

Відомі номінальні розміри усіх ланок і граничні відхилення початкової (замикаючої) ланки.

Необхідний квалітет визначають таким чином:

Допуск складового розміру: $TA_j = a_j i_j$, де $i = 0,45\sqrt[3]{A_j} + 0,001A_j$

Використовуючи формулу (7):

$$TA_0 = a_1 i_1 + a_2 i_2 + \dots + a_{m+n} \cdot i_{m+n}$$

З умовою $a_1 = a_2 = \dots = a_{cp}$, отже

$$TA_0 = a_{cp} \sum_{j=1}^{m+n} i_j$$

Звідки отримуємо формулу (3):

$$a_{cp} = \frac{TA_0}{\sum_{i=1}^{m+n} i_i} \quad (3)$$

За значенням a_{cp} обирають найближчий квалітет. Після знаходження по таблицях ГОСТ 25347-82 допусків складових розмірів, коригують їх значення. Допуски для розмірів, що охоплюють, рекомендується визначати як для основного отвору, а для охоплюваних – як для основного валу. При цьому повинна дотримуватися умова (13).

Після знаходження допусків $TA_1, TA_2, \dots, TA_{m+n}$ за заданими відхиленнями $ES(A_0)$ и $EI(A_0)$ визначають значення і знаки верхніх і нижніх відхилень складових розмірів так, щоб вони задовольняли рівнянням (8) і (9).

Метод неповної взаємозамінності (Теоретико – імовірнісний).

Деталі з'єднуються при складанні, як правило, без пригону, регулювання, підбору, при цьому у невеликої (заздалегідь прийнятої) кількості виробів (звичайний 3 вироби на 1000, відсоток ризику 0,27) значення замикаючих ланок можуть вийти за встановлені межі. Розрахунок розмірного ланцюга робиться імовірнісним методом.

Переваги ті ж, що і у методу повної взаємозамінюваності плюс економічність виготовлення деталей за рахунок розширених полів допусків (в порівнянні з попереднім методом).

Недоліком є можливі, хоча і маловірогідні, додаткові витрати на заміну або підгонку деяких деталей.

Застосовується метод у серійному і масових виробництвах; при малому допуску початкової ланки і великому числі складових ланок.

Розрахунок розмірних ланцюгів теоретико - імовірнісним методом.

Цей метод базується на основних залежностях методу максимуму - мінімуму. Проте він враховує більш реальний розподіл розмірів в межах поля допуску. У теорії розмірних ланцюгів найчастіше застосовуються наступні основні закони розсіювання розмірів деталей:

- а) нормальний закон (закон Гауса);
- б) закон трикутника (закон Сімсона).

Рівняння (7) для визначення допуску замикаючої (початкової) ланки при розрахунку ТІМ набуває виду:

$$TA_0 = t \sqrt{\sum_{j=1}^{m+n} \lambda_j^2 (TA_j)^2} \quad (14)$$

де λ_i - коефіцієнт відносного розсіювання, що залежить від закону розсіювання.

При розрахунках коефіцієнт λ_i приймають рівним:

$$\lambda_j = \frac{1}{\sqrt{3}} (\lambda_j^2) = \frac{1}{3}, \text{ якщо нічого не відомо про характер кривої}$$

розсіювання розмірів деталей (дрібносерійне та індивідуальне виробництво);

$\lambda_j = \frac{1}{\sqrt{6}} (\lambda_j^2) = \frac{1}{6}$, якщо передбачається, що розсіювання розмірів деталей близьке до закону трикутника;

$\lambda_j = \frac{1}{\sqrt{9}} (\lambda_j^2 = \frac{1}{9})$, якщо крива розсіювання має нормальний характер (великосерійне і масове виробництво)

t - коефіцієнт, залежний від % ризику P, що приймається за таблицею.

P,%	0,01	0,05	0,1	0,27	0,5	1	2	3	5	10	32
t	3,89	3,48	3,29	3	2,81	2,57	2,32	2,17	1,96	1,65	1

Пряма задача також може бути вирішена способом рівних допусків і способом одного квалітету.

Спосіб рівних допусків застосовують, якщо декілька складових ланок мають однаковий порядок і можуть бути виконані з приблизно однаковою точністю.

$$TA_j = \frac{TA_0}{t \sqrt{\sum_{j=1}^{m+n} \lambda_j^2}}$$

Розрахункові значення допусків округлюють до стандартних. Якщо не виконується нерівність

$$TA_0 \geq t \sqrt{\sum_{j=1}^{m+n} \lambda_j^2 (TA_j)^2}$$

в межах 10 %, то один з допусків коригують.

Спосіб допусків одного квалітету застосовується, якщо розміри усіх складових ланок розмірного ланцюга можуть бути виконані з допусками одного квалітету точності.

Вирішення задачі аналогічно рішенню методом повної взаємозамінюваності.

$$TA_j = a_j (0,45\sqrt[3]{A_j} + 0,001A_j)$$

$$a_{cp} = \frac{TA_0}{t \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} \lambda_j^2 i^2}}$$

Після призначення допусків за розрахованим квалітетом перевіряють виконання умови

$$TA_0 \geq t \sqrt{\sum_{j=1}^{m+n} \lambda_j^2 (TA_j)^2}$$

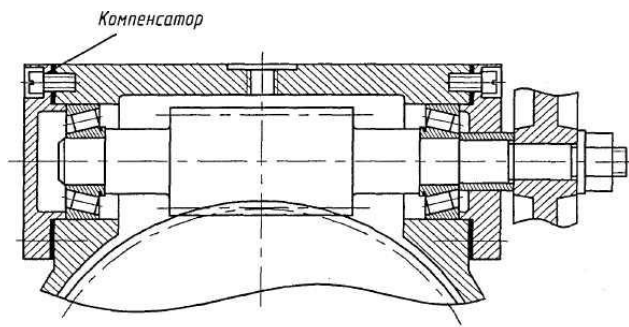
Метод групової взаємозамінності

Метод групової взаємозамінності - це метод, при якому необхідна точність замикаючої ланки досягається шляхом включення в розмірний ланцюг складових ланок, що належать до однієї з груп, на які вони заздалегідь розсортовані. Суть методу полягає в тому, що деталі складального виробу обробляють по розширених економічно досяжних допусках і сортують по їх дійсних розмірах на групи так, щоб при з'єднанні деталей, що входять в однойменні групи, була забезпечена точність замикаючої ланки, встановлена вимогами складального креслення. Метод групової взаємозамінності застосовується, в основному, для розмірних ланцюгів, що складаються з невеликого числа ланок. Він використовується при складанні з'єднань особливо високої точності (кулькові підшипники). Складання з'єднань по методу групової взаємозамінності називається селективним складанням.

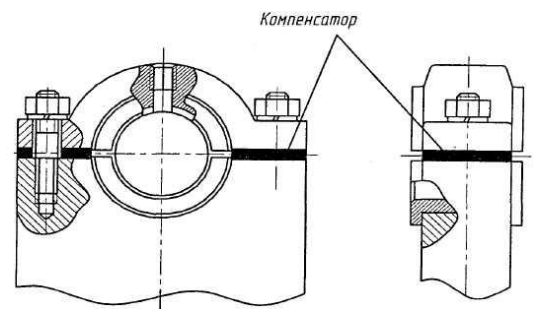
Методи регулювання і пригону

Метод регулювання- це метод, при якому точність замикаючої ланки досягається зміною розміру або положення компенсуючої ланки без зняття шару металу. *При* використанні цього методу в конструкцію виробу вводиться спеціальна деталь - компенсатор. Компенсатори можуть бути нерухомими рухливими і пружними.

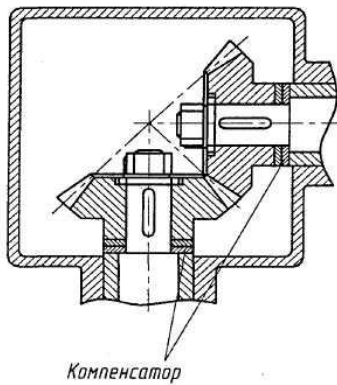
Необхідну величину осьового проміжку в кінцевих роликів підшипниках забезпечують за рахунок встановлення необхідного числа прокладок (рис 3.5, а).



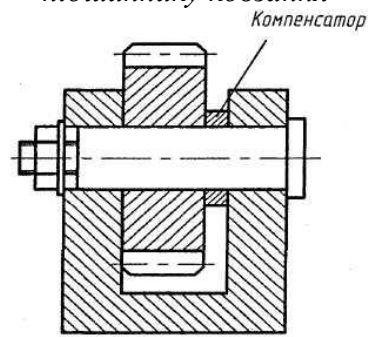
а) Регулювання осьового проміжку в кінцевому роликів підшипнику



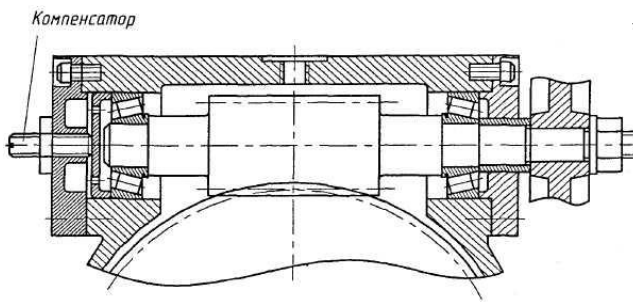
б) регулювання радіального проміжку в підшипнику ковзання



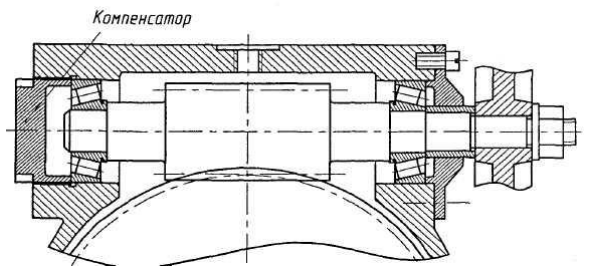
в) поєднання початкових конусів кінцевих зубчастих коліс



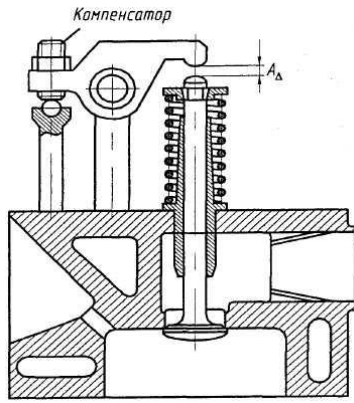
г) забезпечення осьового проміжку між торцем зубчастого колеса і корпусом



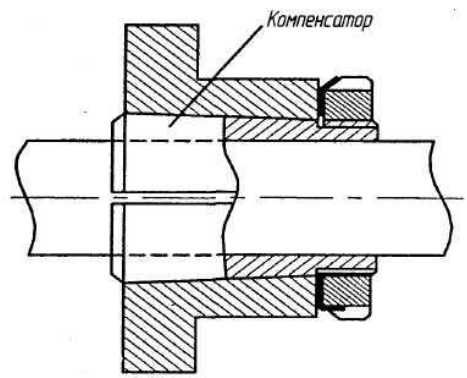
д) регулювання величини осьового проміжку в кінцевих роликів підшипниках за допомогою гвинта



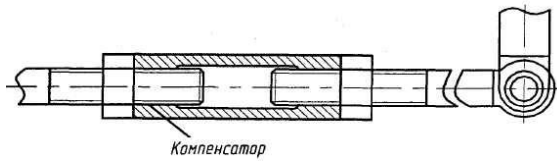
е) регулювання величини осьового проміжку в кінцевих роликів підшипниках за допомогою гайки



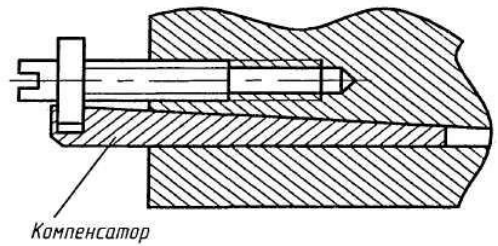
ж) регулювання проміжку в клапанному механізмі



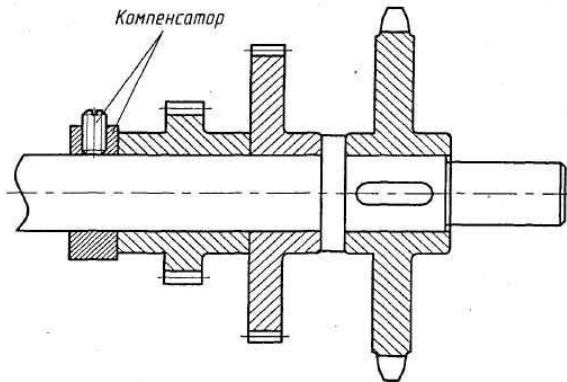
з) регулювання радіального проміжку (натягу) за допомогою конусної розрізної втулки



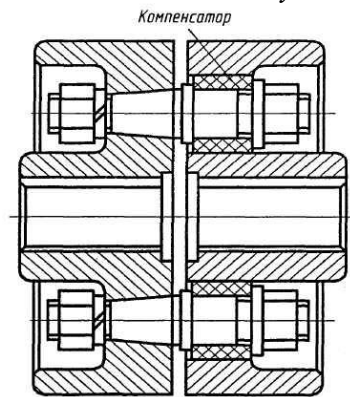
і) регулювання відстані між елементами конструкції за допомогою гайки



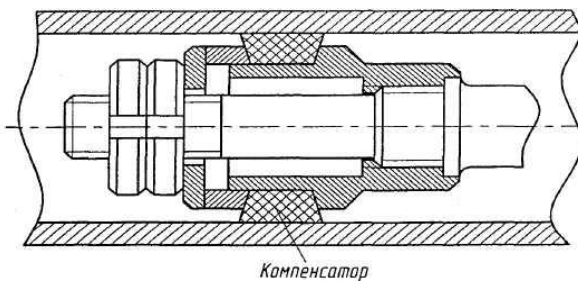
к) регулювання проміжку (натягу) за допомогою клину



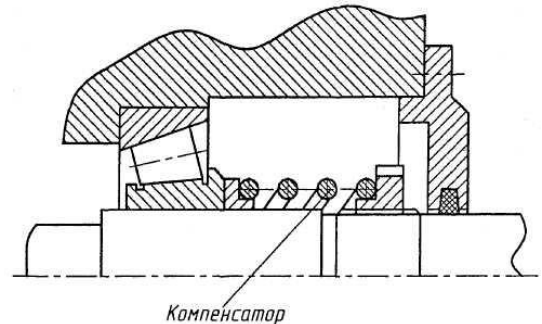
л) регулювання осьового проміжку (натягу) за допомогою втулки і гвинта



м) компенсація перекошу осей валів, що спряжуються



н) регулювання діаметрального проміжку (натягу) за допомогою кільця з еластичного матеріалу



о) використання пружини в якості компенсатора

Рис. 3.5. Способи забезпечення точності замикаючої ланки методом регулювання

Радіальний проміжок між валом і вкладишами підшипника ковзання регулюють установкою необхідного числа прокладок між корпусом і кришкою (рис. 3.5, б).

Поєднання початкових конусів конічних зубчастих коліс досягається установкою необхідного числа прокладок (рис. 3.5, в). Осьовий проміжок між зубчастим колесом і стінкою корпусу (рис. 3.5, г) забезпечують установкою компенсатора у виді кільця необхідної товщини.

Регулювання величини осьового проміжку в конічних роликівих підшипниках виконують за допомогою рухливих компенсаторів: упорного гвинта і шайби (рис. 3.5, д) або гайки (рис. 3.5, е).

Необхідна величина проміжку A_{Δ} між коромислом і голівкою клапана досягається за рахунок переміщення регульовального гвинта - рухливого компенсатора (рис. 3.5, ж).

Відстань (проміжок, натяг) між шарнірами регулюють за допомогою компенсатора, виконаного у виді гайки з правою і лівоюнаріззю (рис. 3.5, і).

Точність замикаючої ланки забезпечують переміщенням клину (рис. 3.5, к), а величину радіального проміжку - переміщенням конусної розрізної втулки в осьовому напрямі (рис. 3.5, з).

Точність проміжків в осьовому напрямі (рис. 3.5, л) забезпечують переміщенням і фіксацією рухливих компенсаторів, виконаних у виді втулки і гвинта.

Діаметральний проміжок зазвичай забезпечують включенням в розмірний ланцюг ланки (кільця) з еластичного матеріалу (рис. 3.5, н).

Неспівпадання і частковий перекис осей валів, що сполучаються, компенсують за рахунок використання пружних елементів в муфті (рис. 3.5, м).

Необхідну величину осьового проміжку в кінчному роликотидшипнику забезпечують за допомогою пружного компенсатора в пружини (рис. 3.5, о).

Перевагами методу є можливість виготовлення деталей по розширеним допускам і можливість відновлення точності замикаючої ланки при обслуговуванні або ремонті виробу шляхом заміни компенсатора.

До недоліків слід віднести збільшення об'єму складальних робіт, оскільки необхідна величина компенсації може бути визначена шляхом виміру дійсної величини замикаючої ланки в складеному виробі. Після цього виконається повне або часткове розкладання виробу і встановлення (заміна) необхідного компенсатора.

Компенсатори мають бути надійними. Їх положення в складеному виробі фіксується гайками, стопорними гвинтами, клинами тощо. У таких випадках точність замикаючої ланки забезпечується переміщенням компенсатора.

Метод пригону.

Суть методу така ж, як і методу регулювання. Відмінність полягає в тому, що на компенсуючій ланці залишають додатковий шар металу. Після складання і встановлення дійсної величини замикаючої ланки з компенсатора знімають необхідний шар металу.

2.3. Перевірки та виміри при складанні

Здійснювані в процесі складання контрольні операції дають можливість встановити в з'єднаннях, складальних одиницях і в машині міру відповідності відносного положення і переміщення виконавчих поверхонь технічним вимогам на складання. У загальному випадку методи контролю можуть бути

розділені на візуальні і із застосуванням технічних засобів вимірювання (універсальних, спеціальних, механізованих, автоматизованих).

У практиці складання без спеціальних пристроїв перевіряють, наприклад, форму і розміри плям торкання при контролі на фарбу, щільність посадки простукуванням "на звук", стан поверхонь, кромки, стиків тощо. Зрозуміло, що цей метод суб'єктивний, і точність таких вимірів дуже мала.

За допомогою технічних засобів вимірів контролюють зазори в з'єднаннях і відносно положення деталей. Для цього застосовують кінцеві і штрихові міри довжини, щупи, штанген-інструменти, мікрометричні інструменти, важільно-механічні, електричні і пневматичні прилади, а також різні спеціальні контрольні пристроїта установки.

Точність контролю в цих випадках залежить передусім від правильності установки вимірювального інструменту або пристрою на контрольованій складальній одиниці, виробі, точності налаштування системи і точності самого виміру. Кожному з цих елементів контролю відповідають і свої похибки, що утворюють сумарну похибку виміру. Ця похибка може або збільшувати, або зменшувати контрольовану величину, знижуючи тим самим точність контролю. Тому при виборі методу і виду технічних засобів контролю враховують цю обставину, з тим щоб не допустити вибраковування з'єднань, контрольовані параметри яких фактично знаходяться в межах допуску, встановленого технічними умовами. За можливістю в якості контрольної бази завжди слід приймати установчі бази.

До основних видів геометричних перевірок, здійснюваних при складанні складальних одиниць і механізмів за допомогою технічних засобів, відносяться контроль зазорів (мал. 27), перевірка на радіальне, осьове і торцеве биття (мал. 28), контроль паралельності і перпендикулярності (мал. 29), співісної, прямолінійності і площинності (мал. 30), положення деталей в деяких складальних одиницях (мал. 31).

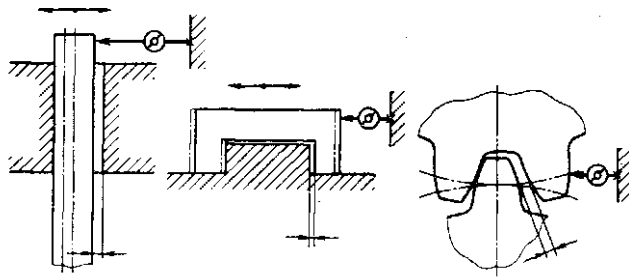
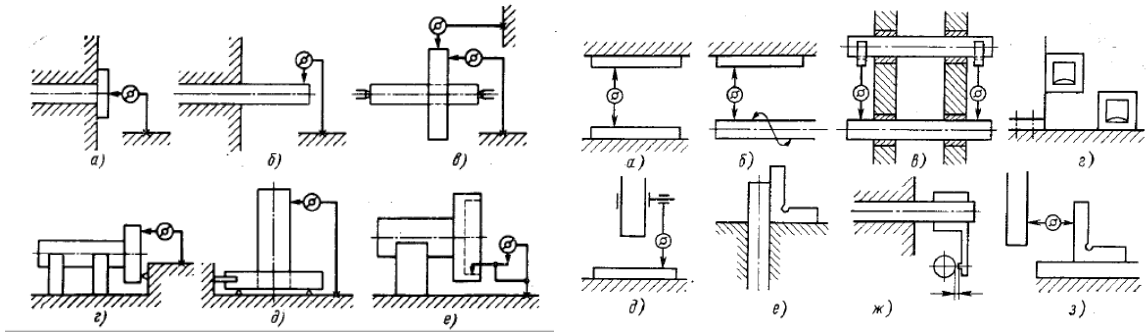


Рис. 27. Схеми контролю зазорів в сопряженнях



Для забезпечення необхідної точності вимірів необхідно, щоб контрольована складальна одиниця і прилад або контрольні пристрої знаходилися в зручному для робітника положенні і базувалися на жорстких опорах. Тому контрольні пости доцільно обладнати плитами, підставками для вимірювального інструменту і засобами для закріплення складальних одиниць, що перевіряються.

Номенклатура приладів і пристроїв, які використовуються при механізованих вимірах, досить широка. Особливо часто використовують пристрої з індикаторами годинного типу. Вибір необхідного типу контрольного пристрою залежить від необхідної точності і допустимої похибки виміру; при цьому остання характеризується різницею між показами контрольного пристрою і фактичним значенням контрольованого параметру. Відносна похибка виміру складає 15-20% допуску контрольованого параметра.

Для контролю точності складання слугують також різноманітні спеціальні засоби комплексного контролю, виміри кінематичної похибки.

Автоматизовані виміри здійснюються шляхом використання контрольних складальних інструментів і пристосувань, що автоматично забезпечують створення необхідних для контролю сил, моментів, що крутять, тисків і ін.

У сучасних складних контрольних пристосуваннях і автоматах для перевірки складальних одиниць і виробів застосовують електроконтактні, пневмоелектричні, фотоелектричні та індуктивні системи.