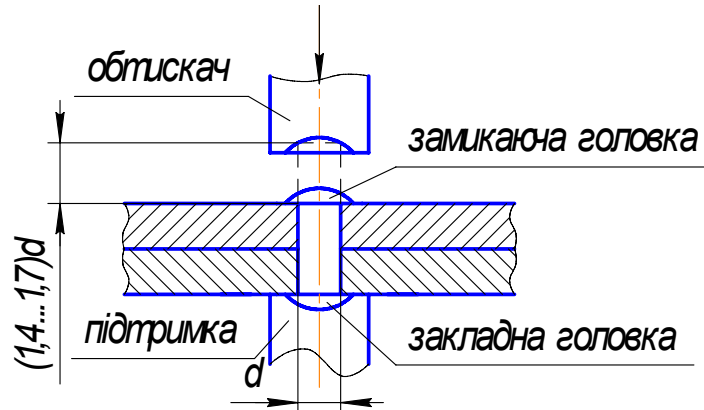


Лекція № 36

Тема 15. Заклепочні з'єднання

15.1. Загальна характеристика

Заклепочне з'єднання здійснюють за допомогою спеціальної деталі – заклепки, яку вставляють у отвори з'єднуваних деталей. Після пластичного деформування стержня заклепки утворюється замикаюча головка.



Для зручності встановлення заклепки діаметр отвору d_0 роблять більшим за діаметр заклепки d . Після клепаання $d = d_0$.

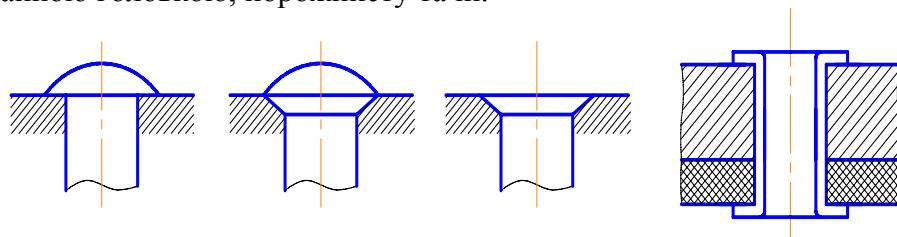
Отвори в деталях дістають свердлінням або продавлюванням. Свердління менш продуктивне, але забезпечує вищу міцність з'єднання.

Клепаання виконується ручним або машинним способом. Машинне клепаання дає з'єднання вищої якості (однорідність посадки заклепки, більша сила стиску деталей).

Сталеві заклепки $d \leq 12\text{мм}$ та заклепки з кольорових металів ставлять холодним способом.

Сталеві заклепки $d > 12\text{мм}$ – гарячим способом (полегшується формування замикаючої головки). Якість з'єднання у цьому випадку вища (краще заповнюється отвір, підвищений натяг в стику деталей).

Використовуються різні типи заклепок: з напівкруглою головкою, з напівпотайною головкою, з потайною головкою, порожнисту та ін.

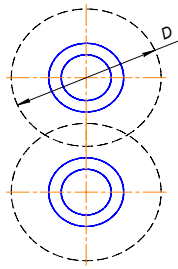


За призначенням заклепки поділяються на міцні, щільноміцні, щільні.

Міцні (силові) з'єднання забезпечують міцність металоконструкцій, що піддаються інтенсивному навантаженню (ферми, обшивки літаків та ін.).

Щільноміцні та щільні з'єднання крім достатньої міцності, повинні забезпечити ще й герметичність (котли, резервуари, трубопроводи та ін.).

Кожна заклепка має зону дії, на яку розповсюджується деформація стиску в стику деталей. Якщо зона дії сусідніх заклепок перетинаються, з'єднання буде щільним.



Переваги заклепкових з'єднань:

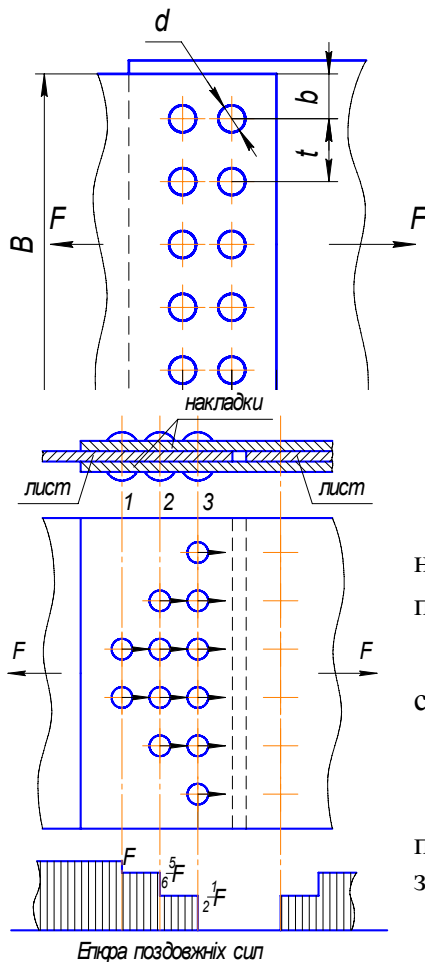
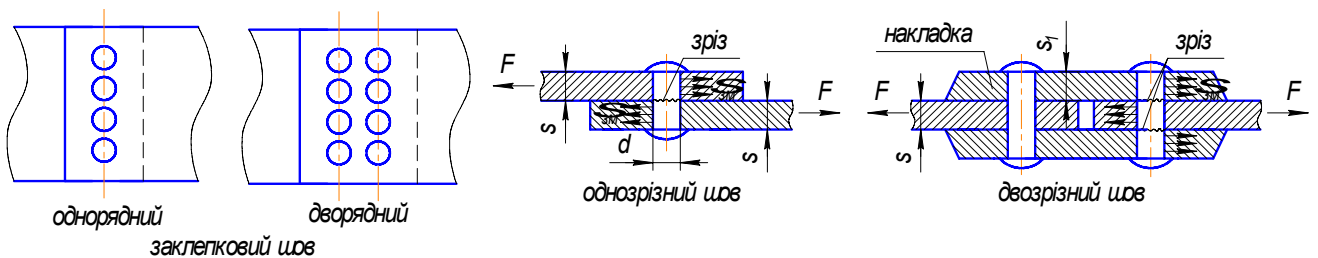
1. застосовуються у конструкціях, що не допускають зварювання через небезпеку викривлення деталей або відпускання загартованих деталей;
2. дозволяють з'єднувати частини конструкцій з матеріалів, які не зварюються;

Недоліки заклепкових з'єднань:

1. трудомісткість, мала продуктивність при виготовленні та висока ціна;
2. вимагають великих витрат матеріалу.

15.2. Конструювання заклепочних з'єднань

За конструктивною ознакою розрізняють однорядні і багаторядні; однозрізні і багатозрізні заклепочні з'єднання.



Під час конструювання рекомендується вибирати:
 $d = 1,5S$, $S_1 = 0,6S$.

Крок заклепкового шва $t = (3...4)d$.

Відстань між рядами $m = (2,5...3)d$.

Відстань заклепок до краю з'єднуваних деталей
 $a = (1,5...2)d$, $b = 1,5d$.

Під час проектування з'єднань багаторядними швами необхідно враховувати те, що у цьому випадку поздовжня сила в перерізах листа змінюється.

Розглянемо з'єднання трирядним швом, що має 12 заклепок. Кожна заклепка передає навантаження

$F_1 = \frac{1}{12} F$. Переріз листа в 1 ряду заклепок сприймає

навантаження $F_1 = F$. Для того щоб менш послабити цей переріз, в ньому поставлено тільки 2 заклепки.

Переріз листа в 2 ряду навантажений меншою силою $F_2 = F - 2F_1 = \frac{5}{6} F$.

В 3 ряду $F_3 = F - 6F_1 = \frac{1}{2} F$. В цих рядах доцільно поставити більшу кількість заклепок. Тобто в міру зменшення поздовжньої сили в перерізах, останні можна

більше послабляти отворами, встановлюючи більшу кількість заклепок.

Критерієм наближення міцності з'єднання до міцності з'єднаних деталей є коефіцієнт міцності заклепочного з'єднання φ , який дорівнює відношенню напружень в перерізах неослабленого і ослабленого отворами:

$$\varphi = \frac{\sigma}{\sigma_0}$$

$$\text{Оскільки } \sigma = \frac{F}{A}, \sigma_0 = \frac{F}{A_0}, \text{ то } \varphi = \frac{A_0}{A},$$

де A_0 – площа ослабленого отворами перерізу, A – площа цього ж перерізу без врахування отворів.

$$\text{Для з'єднання представленого на рис., } \varphi = \frac{B - zd}{B}.$$

Для широких листів розрахунок проводять для довжини шва, рівної кроку t . Тоді $\varphi = \frac{t - d}{t}$.

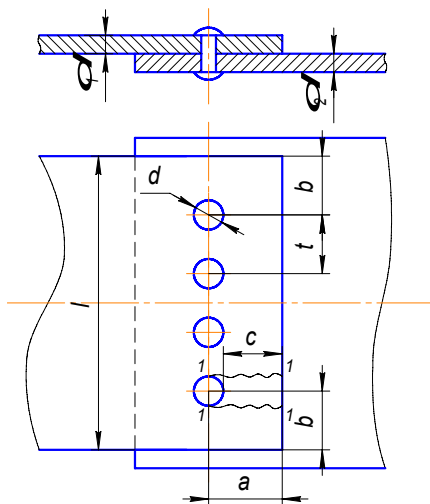
Так для однозрізного шва при $t = 3d$ отримаємо $\varphi = 0,67$. Величина φ показує, як зменшується міцність листів при з'єднанні їх заклепками. Для підвищення значення φ збільшують ширину або товщину деталі в місцях встановлення заклепок, використовують багаторядні і багатозрізні шви.

15.3. Розрахунок заклепочних з'єднань на міцність

Розрахунок заклепочних з'єднань проводиться як перевірний після проектування з'єднання.

Зовнішні сили намагаються зсунути з'єднані деталі одну відносно другої. Цьому зсуву чинять опір сили тертя в стику деталей та самі заклепки. Оскільки оцінити сили тертя неможливо, допускають, що все зовнішнє навантаження сприймають заклепки, причому всі заклепки навантажуються рівномірно.

Розглянемо розрахунок заклепочного шва з одним рядом заклепок. Сила F_1 , що навантажує з'єднання, проходить через центр ваги перерізів заклепок. Товщина листів $\delta_1 < \delta_2$.



Виконують такі розрахунки:

1. Перевірка міцності заклепок на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{4F}{\pi d^2 z} \leq [\tau]. \quad (1)$$

де z – число заклепок.

2. Перевірка міцності заклепок та з'єднаних листів на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{d\delta_1 z} \leq [\sigma]_{зм}. \quad (2)$$

Умова записується для меншої поверхні зминання, бо $\delta_1 < \delta_2$.

3. Перевірка міцності листа на розтяг в ослабленому перерізі:

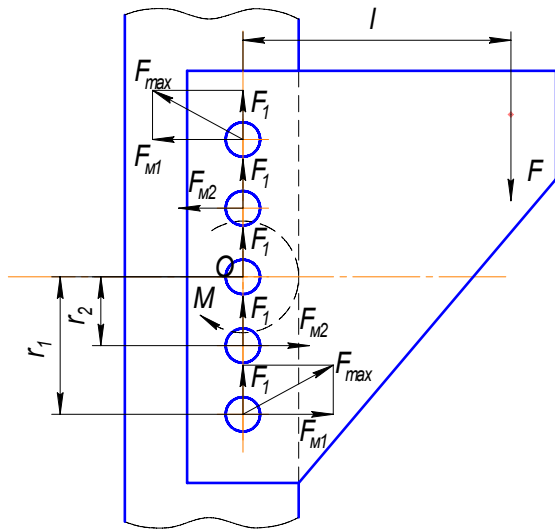
$$\sigma_p = \frac{F}{\delta_1(l - zd)} \leq [\sigma]_p. \quad (3)$$

4. Перевірка міцності листа на зріз (виколування) в усіх площинах 1-1 на довжині $c = a - 0,5d$:

$$\tau'_{zp} = \frac{F}{2z\delta_1(a - 0,5d)} \leq [\tau_{zp}] \quad (4)$$

Якщо не виконуються умови (1) і (2), треба збільшити число заклепок z або їхній діаметр d . Якщо не виконується умова (3), треба збільшити ширину листа l і крок t заклепок. Якщо не виконується умова (4), треба збільшити розмір a .

15.4. Розрахунок ексцентрично навантажених швів



Сила, що приходиться на одну заклепку від сили F :

$$F_1 = \frac{F}{z} = \frac{F}{5},$$

де z – кількість заклепок.

Сили від моменту $M = Fl$ пропорційні відстаням r_i від заклепок до центра опорної поверхні O. Звідки

$$\frac{F_{M1}}{F_{M2}} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow F_{M2} = F_{M1} \frac{r_2}{r_1}.$$

Запишемо рівняння рівноваги:

$$M = 2F_{M1}r_1 + 2F_{M2}r_2$$

$$Fl = 2F_{M1}r_1 + 2F_{M1} \frac{r_2^2}{r_1}$$

$$F_{M1} = \frac{Fl}{2(r_1 + \frac{r_2^2}{r_1})}$$

Найбільш навантажені є крайні заклепки. Сумарна сила, що діє на ці заклепки

$$F_{\max} = \sqrt{F_1^2 + F_{M1}^2}.$$

Умова міцності заклепок на зріз

$$\tau_{zp} = \frac{4F}{\pi d^2 zi} \leq [\tau]_{zp}.$$

i – кількість площин зрізу в заклепці.

15.5. Матеріали. Допустимі напруження

Заклепки виготовляються зі сталі, міді, латуні, алюмінію та інших матеріалів. Матеріал повинен бути пластичним. Бажано, щоб коефіцієнти лінійного розширення заклепок і з'єднаних деталей були однакові і щоб їх матеріали не створювали гальванічну пару.

Допустимі напруження для заклепок залежать від їхніх матеріалів, способу виготовлення отворів в деталях та характеру дії зовнішнього навантаження (постійне чи змінне). Допустимі напруження задаються в таблицях. При знакозмінному навантаженні допустимі напруження зменшуються множенням на коефіцієнт

$$\gamma = \frac{1}{1 - 0,3 \frac{F_{\min}}{F_{\max}}}, \text{ де } F_{\min}, F_{\max} - \text{найбільше і найменше значення навантаження, що діє на}$$

з'єднання