

Нероз'ємні з'єднання

План

1. Нероз'ємні з'єднання, їх класифікація, застосування
2. Зварні з'єднання. Основні види зварних з'єднань і типи швів. Розрахунок на міцність зварних швів
3. Заклепкові з'єднання. Сфера застосування. Основи розрахунку. Матеріали заклепок
4. Клейові з'єднання. Переваги, недоліки, застосування. Розрахунок клейових з'єднань

1. Нероз'ємні з'єднання, їх класифікація, застосування

Нероз'ємними називають з'єднання, які не дають можливості розібрати конструкцію без руйнування з'єднаних деталей. Нероз'ємні з'єднання, як правило, встановлюють там, де розчленування конструкції диктує технологія – можливість, зручність чи економічність виготовлення. Такі з'єднання розміщують у місцях, що називають **технологічними розрізами**. Застосування технологічних розрізів не підвищує ваги цієї конструкції порівняно із вагою нерозрізної конструкції чи збільшує її незначно.

Нероз'ємні з'єднання можна здійснювати такими методами:

- механічними засобами – **заклепуванням, вальцюванням, посадкою з натягом**;
- силами фізико-хімічного зчеплення – **зварювання, паяння, склеювання**.

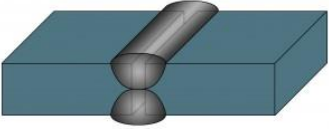
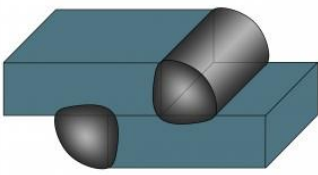
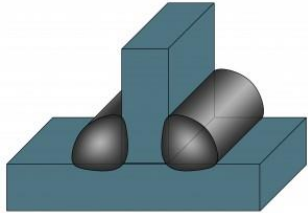
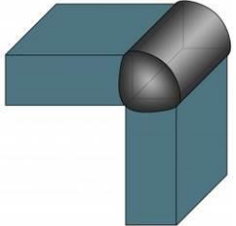
2. Зварні з'єднання. Основні види зварних з'єднань і типи швів. Розрахунок на міцність зварних швів



З'єднання деталей за допомогою зварювання – місцевого нагрівання стику деталей до розплавленого стану називають **зварними**. Утворення таких з'єднань базується на використанні сил молекулярного зчеплення.

Класифікація зварних з'єднань така:

- залежно від взаємного розміщення деталей:

			
стикові	напускові	таврові	кутові

- за розміщенням зварних швів щодо лінії дії сили: **лобові** (рис. 14.2а); **флангові** (рис. 14.2б); **комбіновані** (рис. 14.2в);

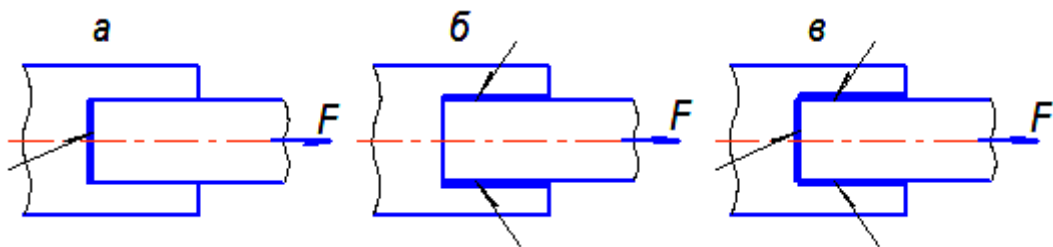


Рис. 14.2. Схеми зварних з'єднань за розміщенням зварних швів

Стикові зварні з'єднання є найраціональнішими.



Вони є з прямими і косими швами. Поблизу стику деталі повинні мати рівну товщину h для забезпечення однакового нагріву. Залежно від товщини h зварювані деталі виготовляють із підготовленими крайками, форми деяких показано на рис. 14.4. На креслениках стикові зварні з'єднання позначають, наприклад, «С11», де С – стиковий шов; 11 – форма розробки крайок.

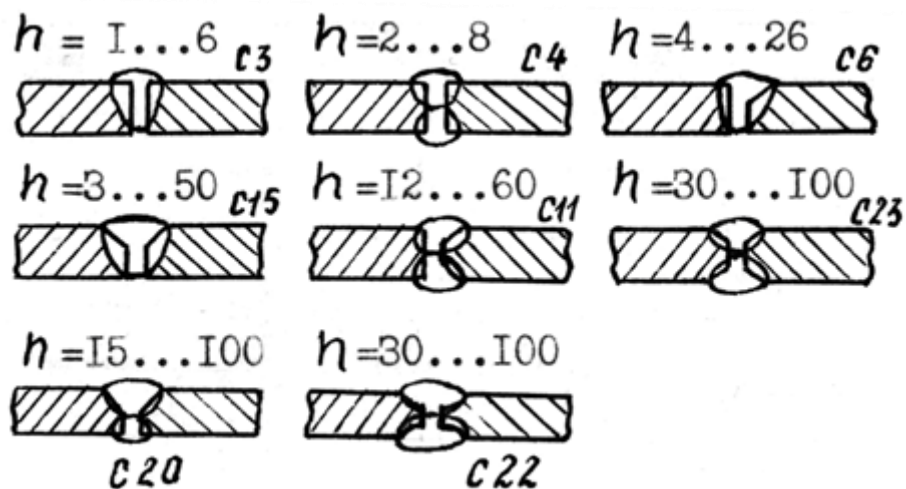


Рис. 14.4. Приклади деяких форм розробки крайок

Напусткові зварні з'єднання виконують за допомогою валикових швів: лобових, флангових або комбінованих з формою поперечного перетину – нормальних, підсилених або послаблених.

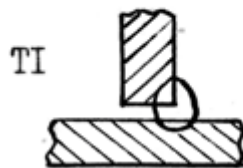


Довжину лобових швів у напусткових з'єднаннях не обмежують, а довжина флангових має бути меншою $50k$, оскільки зі збільшенням довжини підвищується нерівномірність розподілення напружень у шві.

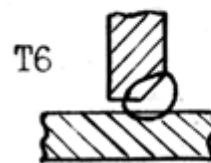
Таврові зварні з'єднання (рис. 14.5) використовують у разі розміщення деталей у взаємно перпендикулярних площинах.



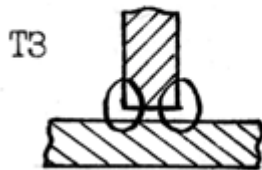
$$h = 2 \dots 30$$



$$h = 4 \dots 26$$



$$h = 2 \dots 30$$



$$h = 12 \dots 100$$



Рис. 14.5. Приклади деяких форм розробки крайок таврових з'єднань

На креслениках таврові зварні з'єднання позначають, наприклад, «ТІО», де *T* – тавровий шов; *ІО* – форма розробки крайок.

Кутові зварні з'єднання (рис. 14.6) здійснюють без попередньої підготовки крайок і з підготовкою крайок. Їх використовують переважно для забезпечення щільності.

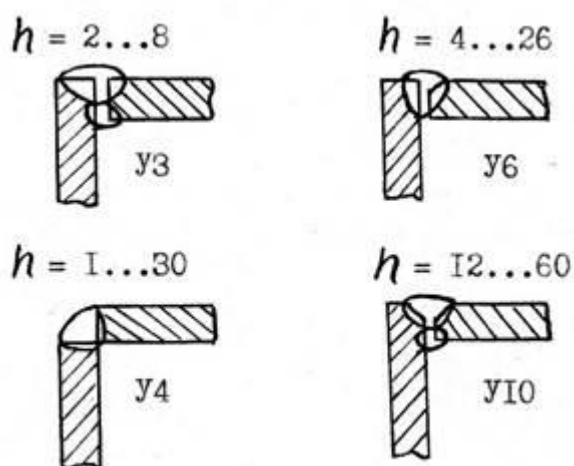


Рис. 14 б. Приклади деяких форм розробки крайок кутових з'єднань

На креслениках кутіві зварні з'єднання позначають, наприклад, «У6», де У – кутівий (углової) шов; б – форма розробки крайок.

Сфера застосування

Зварні з'єднання є найдосконалішими з нероз'ємних з'єднань. Вони не вимагають додаткових деталей. Міцність з'єднання залежить від **однорідності** та **безперервності** матеріалу зварного шва і навколишньої його зони.

У сучасному машинобудуванні використовують різні способи зварювання. Переважне використання знаходять: **ручне** та **автоматичне дугове** зварювання металевим електродом, **електрошлакове**, контактне – стикове, шовне та точкове. Кожний із них має свої конкретні галузі застосування.

Ручне дугове зварювання використовують переважно для з'єднань із короткими або складними конфігураціями, а також в індивідуальному та мало серійному виробництві.

Автоматичне дугове зварювання доцільно використовувати для неперервних прямолінійних та кільцевих швів значної довжини, особливо в великосерійному виробництві.

Електрошлакове зварювання металевим електродом відрізняється від дугового тим, що нагрівання здійснюють теплом, що виділяється під час проходження струму через шлакову ванну. Цей спосіб дуже продуктивний, ним зварюють сталеві та чавунні вироби завтовшки до одного метра.

Контактне зварювання основане на нагріванні стику деталей теплотою, яка виділяється під час проходження електричного струму. Цим зварюванням з'єднують деталі, виготовлені із тонколистових елементів.

Розрахунки на міцність

Під час проектування зварних з'єднань основною умовою є забезпечення рівномірності їх і з'єднаних елементів деталей. Згідно з цією умовою залежно від розмірів та взаємного розміщення деталей установлюють і визначають розміри зварних швів. У багатьох випадках, коли розміри зварних швів визначають за формою деталей, то розрахунки виконують як перевірні.

Розрахунок стикових зварних з'єднань

Стикові зварні з'єднання, показані на рис. 14.7, працюють на **деформацію розтягування**. Для таких з'єднань із прямим і косим швами умова міцності для перевірного розрахунку має вигляд:

$$\sigma_p = \frac{F}{A_p} = \frac{F}{h \cdot l} \leq [\sigma]_p \quad (14.1)$$

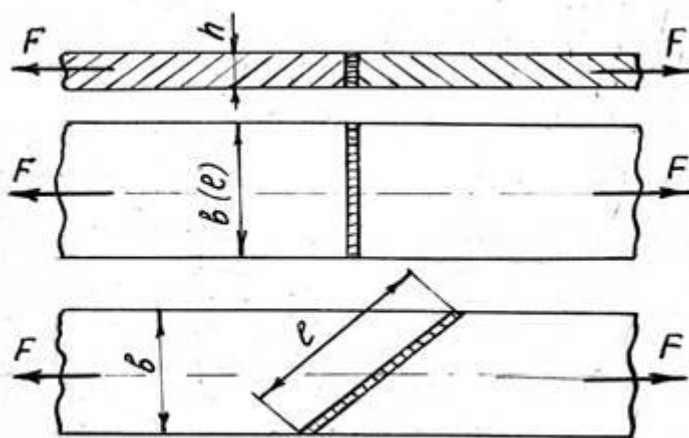


Рис. 14.7. Розрахункова схема стикового з'єднання

Під час **проектного розрахунку** визначають довжину l зварного шва

$$l = \frac{F}{h \cdot [\sigma]_p} \quad (14.2)$$

Розрахунок напусткових зварних з'єднань

Напусткове зварне з'єднання, показане на рис. 14.8, працює на **деформацію зрізу** за найменшим перерізом, який знаходиться у бісектрисній площині прямого кута в поперечному перерізі валикового шва. Для такого з'єднання умова міцності для перевірного розрахунку має вигляд:

$$\tau_{зп} = \frac{F}{A_{зп}} = \frac{F}{0,7 \cdot h \cdot l} \leq [\tau]_{зп} \quad (14.3)$$

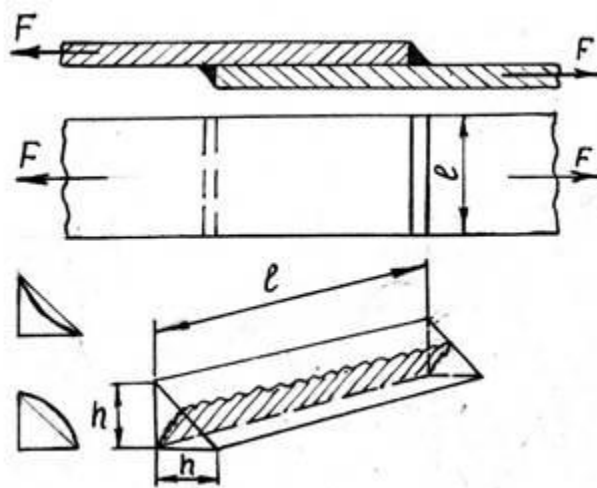


Рис. 14.8. Розрахункова схема напусткового з'єднання

Під час **проектного розрахунку** визначають довжину l зварного шва

$$l = \frac{F}{0,7 \cdot h \cdot [\tau]_{зп}} \quad (14.4)$$

Допустимі напруження для зварних з'єднань $[\sigma]_p$ і $[\tau]_{зп}$ визначають у частках від допустимого напруження розтягування $[\sigma]_{p0}$ для основного матеріалу згідно з рекомендаціями наведеними у довідниках.

У навчальній і довідковій літературі з деталей машин наведено багато інших схем зварних з'єднань і їх розрахунків.

3. Заклепкові з'єднання. Сфера застосування. Основи розрахунку. Матеріали заклепок



Заклепкові з'єднання це такі, які утворюють за допомогою спеціальної деталі – заклепки, яку встановлюють в отвори з'єднуваних деталей. Отвори в деталях під заклепки виконують свердлінням або продавлюванням. Клепання виконують ручним або машинним способом, у холодному або гарячому стані.

Заклепка має, як правило, циліндричний стрижень і закладну головку на одному кінці. Стрижень у заклепок може бути:

суцільним	напівсуцільним	трубчастим

Форми головок:

півкруглі	конусні	циліндричні	комбіновані

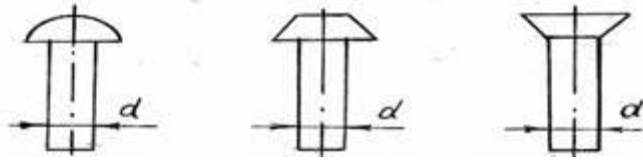


Рис. 14.1



Рис. 14.2

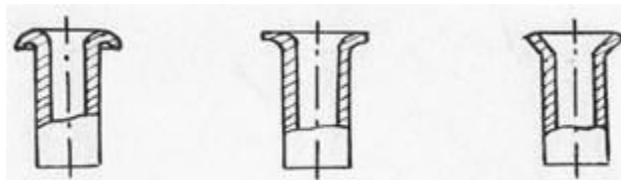


Рис. 14.3. Конструкції заклепок

Форма та розміри основних видів заклепок стандартизовані.

Матеріал заклепок має бути достатньо пластичним, щоб забезпечити формування замикаючих головок. Заклепки бувають **сталеві, алюмінієві, латунні, мідні** та інші. Група заклепок утворює заклепковий шов.

Класифікація заклепкових з'єднань така:

- залежно від взаємного розміщення деталей: **стикові** – з однією накладкою (рис. 14.4) і з двома накладками (рис. 14.5); **напусткові** (рис. 14.6);

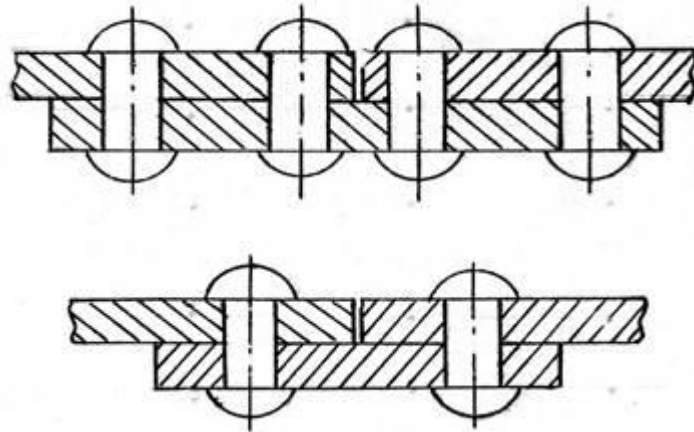


Рис. 14.4. Схеми стикових заклепкових з'єднань

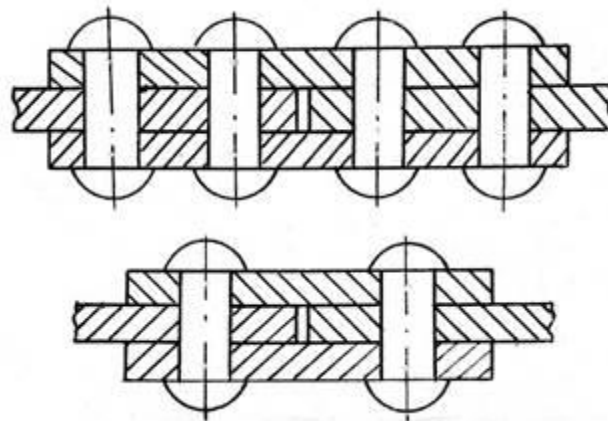


Рис. 14.5. Схеми стикових заклепкових з'єднань

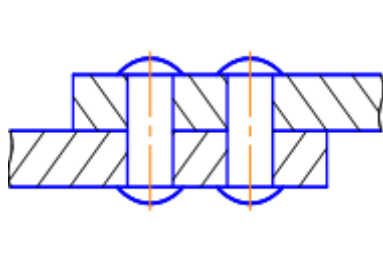


Рис. 14.6. Схеми напусткових заклепкових з'єднань

- за розміщенням заклепкових швів щодо лінії дії сили: **лобові** (рис. 14.7а); **флангові** (рис. 14.7б); **комбіновані** або з **шаховим розміщенням** (рис. 14.7в);

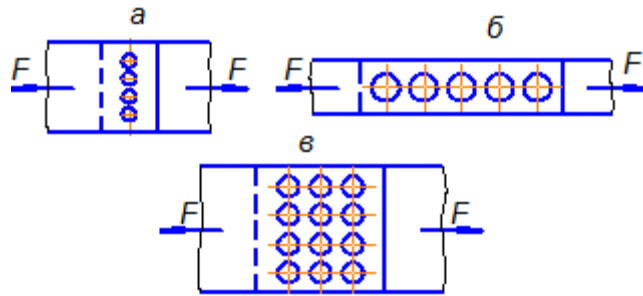


Рис. 14.7. Схеми розміщення заклепкових швів

- за призначенням заклепкові шви поділяють на **міцні**, **щільноміцні** та **щільні**.

Сфера застосування

Заклепкові з'єднання застосовують у конструкціях, що не допускають зварювання через небезпеку викривлення деталей або відпускання **загартованих** деталей, яке може відбутися під час нагрівання, а також у конструкціях, частини яких виготовляють з матеріалів, що не можуть зварюватися. Використовують заклепкові з'єднання головним чином у різних металевих конструкціях, що сприймають інтенсивні вібраційні або ударні навантаження.

Заклепкові з'єднання досить трудомісткі, вимагають великих витрат матеріалу, мають малу продуктивність під час виготовлення та високу вартість.

Розрахунки на міцність

Основні розміри заклепкового з'єднання (рис. 14.8) вибирають із довідників: діаметр заклепок $d \approx 2h$ за $h \leq 5\text{мм}$, $d \approx (1,1...1,6)h$ за $h = (6...20)\text{мм}$; крок заклепок $p = (3...4)d$; відстань між рядами $m = (2,5...3)d$, а відстані заклепок до краю $a = (1,5...2)d$ і $b \approx 2d$.

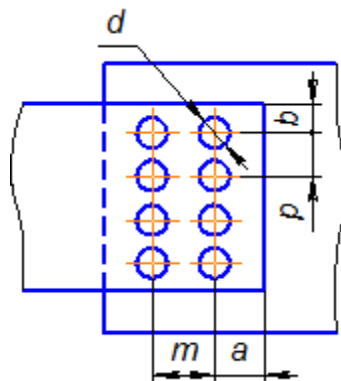


Рис. 14.8. Розміри заклепкового з'єднання

Оскільки основні розміри заклепкового з'єднання можуть бути вибрані попередньо, то розрахунок на міцність виконується як перевірний або як результат проектного розрахунку визначають потрібне число заклепок z .

Під час розрахунку заклепкових з'єднань, у яких лінія дії навантаження проходить через центр ваги вважають, що все зовнішнє навантаження сприймається стрижнями заклепок і всі заклепки навантажуються рівномірно.

Розрахунок стикових заклепкових з'єднань

На рис. 14.9 показано розрахункову схему стикового заклепкового з'єднання з двома накладками. У такому з'єднанні заклепки працюють на деформації зрізу і зминання.

Перевірка міцності заклепок на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A_{зр}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot z \cdot i} \leq [\tau]_{зр} \quad (14.5)$$

Перевірка міцності заклепок на зминання:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A_{зм}} = \frac{F}{h_{\min} \cdot d \cdot z} \leq [\sigma]_{зм} \quad (14.6)$$

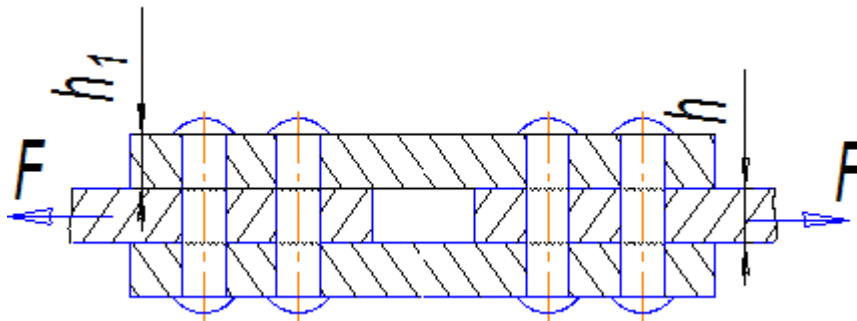


Рис. 14.9. Схема стикового заклепкового з'єднання з двома накладками

Під час проектного розрахунку із наведених умов міцності визначають число заклепок:

$$z_z = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot i \cdot [\tau]_{зр}}; \quad z_\sigma = \frac{F}{h_{\min} \cdot d \cdot [\sigma]_{зм}} \quad (14.7)$$

Остаточно із двох умов приймають число заклепок більше. Це число заклепок відносять до частини по один бік стику, таке саме число приймають і по другий бік стику.

За цих умов міцності: i – число перерізів заклепки; h_{\min} – мінімальна товщина зминання; $[\tau]_{зр}$ і $[\sigma]_{зм}$ – допустимі напруження заклепок, відповідно на зріз і зминання, які залежать від їх матеріалів, способу виконання отворів у деталях, характеру навантаження – вибирають із довідкової літератури.

Розрахунок напусткових заклепкових з'єднань

На рис. 14.10 показано розрахункову схему напусткового заклепкового з'єднання. У такому з'єднанні заклепки працюють на деформації зрізу і зминання.

Перевірка міцності заклепок **на зріз**:

$$\tau_{зр} = \frac{F}{A_{зр}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot z} \leq [\tau]_{зр} \quad (14.8)$$

Перевірка міцності заклепок **на зминання**:

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A_{зм}} = \frac{F}{h_{\min} \cdot d \cdot z} \leq [\sigma]_{зм} \quad (14.9)$$

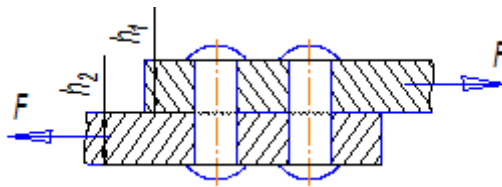


Рис. 14.10. Схема напусткового заклепкового з'єднання

Під час проектного розрахунку із наведених умов міцності визначають число заклепок:

$$z_{\tau} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2 \cdot [\tau]_{зр}} ; \quad z_{\sigma} = \frac{F}{h_{\min} \cdot d \cdot [\sigma]_{зм}} \quad (14.10)$$

Остаточно із двох умов приймають число заклепок більше.

За цих умов міцності: h_{\min} – мінімальна товщина зминання; $[\tau]_{зр}$ і $[\sigma]_{зм}$ – допустимі напруження заклепок, відповідно на зріз і зминання, які залежать від їх матеріалів, способу виконання отворів у деталях, характеру навантаження – вибирають із довідкової літератури.

4. Клейові з'єднання. Переваги, недоліки, застосування. Розрахунок клейових з'єднань

У машинобудуванні дедалі частіше застосовують з'єднання металевих і неметалевих деталей різними клеями, виготовленими на основі синтетичних смол.

Клейові з'єднання мають такі переваги: *можливість з'єднання деталей малої товщини і з різнорідних матеріалів, забезпечення герметичності і стійкості проти корозії.* До недоліків клейових з'єднань належать: *порівняно низька теплостійкість, зниження міцності деяких синтетичних матеріалів з часом, а також залежність міцності з'єднання від якості підготовки поверхні і режиму склеювання.*

Клеї готують у вигляді спеціальних розчинів [фенолформальдегідних](#), [кремнійорганічних](#), [епоксидних](#) та інших

синтетичних смол і сполук. Границя міцності клейового шва для випадків зсуву або відриву коливається від 10 до 60 МПа і залежить від конструкції з'єднання, марки клею і температури, за якої працює шов. Під час склеювання неметалевих матеріалів зазвичай досягають однакової міцності з'єднаних деталей і клейового шва. Але під час склеювання металів клейовий шов завжди значно менш міцний, ніж метал. Найміцнішими є такі з'єднання, які працюють тільки на відрив або тільки на зсув. За конструкцією клейові з'єднання схожі на зварні (рис. 14.11).

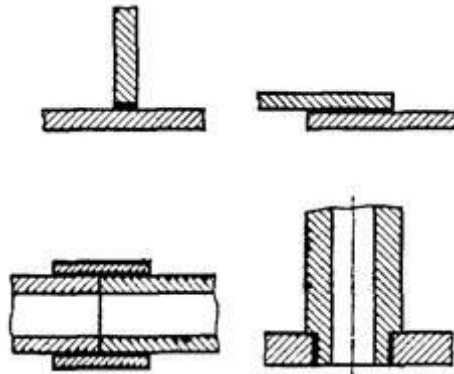


Рис. 14.11

Для клейових з'єднань деталей рекомендують:

- **епоксидний клей**, що являє собою в'язку масу, до якої під час склеювання додають спеціальний порошок – наповнювач (фарфорове борошно або цемент). Клей з наповнювачем застосовують для склеювання легких металів, текстоліту з чавуном або сталями, а без наповнювача – для склеювання силікатного скла, фарфору або кераміки з металами або одного з одним. Пошириніший епоксидний клей марок АМ-1 й ЗД-6;

- **клей універсальний БФ** (фенолополівінілацетальний), який випускають готовим до використання і застосовують для склеювання алюмінієвих і мідних сплавів, сталі, пластмас та інших неметалевих матеріалів у будь-якому їх поєднанні. Клей БФ створює захисний антикорозійний шар.

Поверхні склеюваних деталей мають бути старанно оброблені, припасовані одна до одної, очищені від жиру і бруду. Щоб поліпшити склеювання, поверхні зачищають наждачною шкуркою, обдувають піском або застосовують інші способи.

Запитання для самоконтролю

1. Які з'єднання називають нероз'ємними?
2. Прокласифікуйте нероз'ємні з'єднання.
3. Які з'єднання називають зварними?
4. Як класифікують зварні з'єднання залежно від взаємного розміщення деталей?
5. Як класифікують зварні з'єднання за розміщенням зварних швів щодо лінії дії сили?

6. Які є способи зварювання? Охарактеризуйте їх.
7. За якими напругами виконують розрахунок стикових і напусткових зварних з'єднань?
8. Які з'єднання називають заклепковими?
9. Прокласифікуйте заклепкові з'єднання.
10. За якими напругами виконують розрахунок стикових і напусткових заклепкових з'єднань?
11. Укажіть сферу застосування клейових з'єднань.