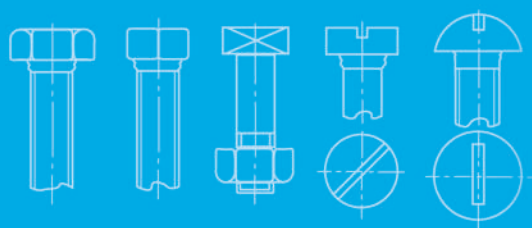
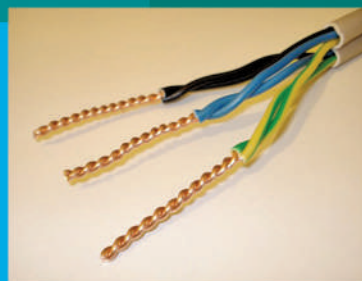




Ігор ГУМЕНЮК
Ольга ГУМЕНЮК
Віктор ПАРЖНИЦЬКИЙ



ВИДИ З'ЄДНАНЬ



Ігор Гуменюк
Ольга Гуменюк
Віктор Паржницький

ВИДИ З'ЄДНАНЬ

Навчальний посібник для здобувачів освіти
закладів професійної (професійно-технічної) освіти

Схвалено для використання в освітньому процесі

Київ
«Грамота»
2021

УДК 621.8-112.8(075.8)

Г94

Схвалено для використання в освітньому процесі [рішення експертної комісії з професій машинобудування, металообробки, електротехнічного виробництва від 23 квітня 2021 року (протокол № 2)], № 5.0002-2021 у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено.

Рецензенти:

В. Н. Волошин — кандидат технічних наук, доцент, заступник директора з навчальної роботи ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ ім. І. Пулюя»;

Я. Ю. Вовк — заступник генерального директора з науково-технічного розвитку ТОВ «ОСП Корпорація "Ватра"»;

В. Т. Басарабчук — методист навчально-методичного центру професійно-технічної освіти в Тернопільській області.

Гуменюк І.

Г94 Види з'єднань : навч. посіб. для здобувач. освіти закл. проф. (проф.-тех.) освіти / Ігор Гуменюк, Ольга Гуменюк, Віктор Паржницький. — Київ : Грамота, 2021. — 272 с. : іл.

ISBN 978-966-349-888-1

У навчальному посібнику розглянуто способи з'єднань деталей виробів. Описано кріпильні деталі, матеріали, інструменти, пристосування та обладнання, які застосовують під час виконання складальних і ремонтних робіт. Наведено дані про вироби та їхні складові частини. Розглянуто складання рознімних і нерознімних, рухомих і нерухомих з'єднань, трубопроводів, підшипникових з'єднань тощо.

Зміст навчального посібника відповідає вимогам навчальних програм і переліку професійних компетентностей стандартів професійної (професійно-технічної) освіти.

УДК 621.8-112.8(075.8)

ISBN 978-966-349-888-1

© Гуменюк І. В., Гуменюк О. В., Паржницький В. В., 2021
© Видавництво «Грамота», 2021

ПЕРЕДМОВА

Нині технічний прогрес не стоїть на місці. Щодня у світі відбуваються різні відкриття в певних сферах людської діяльності. Так, у галузі з'єднань деталей виробів поряд із раніше відомими способами застосовують і нові, інноваційні, які сприяли розвитку машинобудівної, будівельної та інших галузей економіки України.

Практично всі вироби різних галузей промислового виробництва складають із комплектувальних деталей, більшість з яких з'єднують у вузли й механізми за допомогою різноманітних способів і засобів.

Динамізм соціально-економічного та науково-технічного розвитку України за ринкових відносин вимагає докорінного покращення підготовки та перепідготовки кваліфікованих робітників для всіх галузей промисловості. Рухливість і змінність характеру праці визначають потребу в постійному оновленні технічних знань, необхідність підтримувати на високому рівні готовність виконувати складні соціальні та професійні функції.

Сучасне виробництво ставить жорсткі вимоги не тільки до виробів і технологій, а й до людей, які створюють і використовують їх. Робітник нового типу повинен мати широкий професійний кругозір і майстерність із глибоким знанням політехнічних основ сучасного виробництва, бути здатним швидко опанувати новітні техніку і технології. Він має знати як виріб у цілому, так і окремі складальні одиниці, правильно підбирати інструменти, пристосування та обладнання, володіти прийомами й технікою виконання складальних операцій.

Спеціалізована навчальна література українською мовою з різних професій, які пов'язані із з'єднанням деталей у складальні одиниці й вироби, часом не містить багатьох видів з'єднань. Педагоги та здобувачі освіти професійно-технічних навчальних закладів не завжди мають можливості отримати потрібну та всебічну науково-технічну інформацію про технологічні основи складальних робіт. Саме це спонукало авторів до написання цього посібника.

Матеріал цього видання буде корисним у вивченні основ складального виробництва під час підготовки та перепідготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах, при перепідготовці спеціалістів на курсах центрів зайнятості населення, може бути використаним і для підвищення фахового рівня робітників на виробництві, а також як самовчитель для вирішення практичних завдань. Це дасть змогу значно покращити якість знань, умінь і навичок здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти, підвищити рівень їхньої професійної підготовки.

Автори

Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО З'ЄДНАННЯ

1.1. Види з'єднань деталей

У всяких виробках машинобудування та інших галузей промисловості використовують найрізноманітніші за своїм призначенням, конструктивною формою і технологіями виготовлення види з'єднань деталей.

Щоб скласти будь-який виріб з окремих деталей, їх потрібно певним чином з'єднати між собою. Для цього застосовують різні види з'єднань.

З'єднання — це процес виготовлення виробу з деталей, складальних одиниць (вузлів), агрегатів шляхом їхнього фізичного об'єднання в одне ціле.

У процесі складання з'єднують різні деталі. Залежно від конструкції та умов експлуатації з'єднання деталей класифікують на рухомі і нерухомі, які до того ж поділяють на рознімні і нерознімні (рис. 1.1).

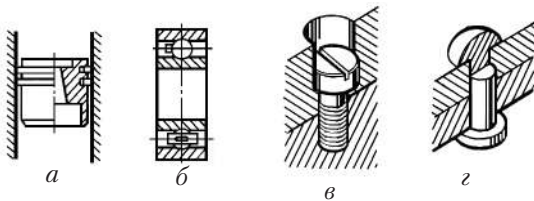


Рис. 1.1. Види з'єднань:
а — рухомі рознімні; б — рухомі нерознімні;
в — нерухомі рознімні; з — нерухомі нерознімні

Рухомі з'єднання під час роботи виробу забезпечують вільне переміщення однієї деталі щодо іншої.

Нерухомі з'єднання під час експлуатації виробу гарантують нерухомість деталей, тобто вони не можуть переміщатися одна щодо іншої.

Рознімні з'єднання уможливають повне розбирання виробу без пошкодження з'єднувальних і кріпильних деталей.

Нерознімні з'єднання не піддаються розбиранню без пошкодження з'єднувальних деталей або розбираються частково.

Рухомі рознімні з'єднання (рис. 1.1, а) отримують за допомогою рухомих посадок. До них належать з'єднання: вал — підшипник ковзання; плунжер — втулка, зуби коліс; каретка — станина.

Рухомі нерознімні з'єднання (рис. 1.1, б) — з'єднання, які отримують шляхом клепаання або розвальцювання. Наприклад, з'єднання двох частин ножиць заклепками, запірні клапани.

Нерухомі рознімні з'єднання (рис. 1.1, в) отримують за допомогою різних посадок. Це різьбові, шпонкові, шліцьові й корпусні з'єднання.

Нерухомі нерознімні з'єднання (рис. 1.1, з) отримують розвальцюванням, запресовуванням, клепаанням, зварюванням і паянням. У такі з'єднання можна ввести додатковий матеріал: наплавлений метал під час зварювання, припій, клей, пластмасу чи мастило.

Умовно рознімні з'єднання — з'єднання деталей із натягом (технологічна операція отримання умовно рознімного з'єднання, що утворюється під час уставлення однієї деталі або її частини в отвір іншої деталі за посадки з натягом).

Особливу групу становлять з'єднання, які отримують заливанням деталей розплавленим металом або пластмасою (*армування*), обмотуванням дротом, з'єднанням скобами, зшиванням тонколистових деталей тощо.

Вибираючи спосіб з'єднання, потрібно враховувати умови експлуатації виробу, забезпечення потрібної надійності, технологію обробки та складання, ремонтпридатність, витрати на виготовлення й експлуатацію протягом заданого терміну придатності виробу.

1.2. Загальні відомості про вироби і їхні складові частини

Виріб — це виготовлена з чогось річ, предмет для вжитку. Він є кінцевим результатом виробничого процесу. Розрізняють такі види виробів: деталі, складальні одиниці (вузли), комплекси й комплекти.

Деталь — виріб, виготовлений з однорідного матеріалу без застосування складальних операцій (гайка, гвинт, вал, втулка тощо).

Складальна одиниця (вузол) — група окремо складених деталей, яку приєднують до інших складових частин виробу.

Комплекс — два або більше виробів, що не з'єднані між собою складальними операціями, але призначені для виконання взаємозв'язаних експлуатаційних функцій (потокова лінія верстатів тощо).

Комплект — два або більше виробів, які мають загальні експлуатаційні функції допоміжного характеру (комплект інструментів, запасних частин).

Механізм — сукупність рухомо з'єднаних деталей або складальних одиниць, які здійснюють певні види рухів (кулачковий, гвинтовий, кривошипно-шатунний, зубчастий і т. ін.).

Машина — механічний або електричний пристрій, призначений для перетворення енергії, матеріалів або інформації. Залежно від характеру робочого процесу машини бувають технологічні, транспортні, інформаційні, а також машини-двигуни й машини-генератори.

Спряження деталей під час їхньої взаємодії в будь-якому виробі здійснюють по циліндричних, конічних, сферичних, плоских і гвинтових поверхнях.

Запитання та завдання

1. Охарактеризуйте види з'єднань деталей.
2. Наведіть приклади рознімних і нерознімних з'єднань.
3. Що називають *виробом*?
4. Які ви знаєте складові частини виробу?
5. Які є спряження поверхонь деталей?

Розділ 2. РІЗЬБОВІ З'ЄДНАННЯ

2.1. Загальні відомості про різьбові з'єднання

Різьбове з'єднання — рознімне нерухоме з'єднання деталей за допомогою різьби, у якому одна з деталей має зовнішню різьбу, а інша — внутрішню. Вони є найпоширенішими завдяки простоті та надійності, зручному регулюванню натягування, можливості розбирати й повторно скласти без заміни деталей.

Різбові з'єднання складають за допомогою кріпильних деталей, які поділяють на основні й допоміжні. *Основними кріпильними деталями* є болти, гвинти й шпильки, а *допоміжними* — гайки, контргайки, шайби, шплінти, установлювальні штифти тощо. У кріпильних і з'єднуваних деталях використовують метричні, дюймові й трубні типи різьб. Різьби також можуть бути праві і ліві, одно- й багатозахідні. Основні види різьб наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Основні види різьб

Тип різьби; кут профілю, °	Умове позначення різьби	Параметри різьби, які вказують на кресленні	Приклади позначення різьби на кресленні			
			У площині, паралельній до осі різьби		У площині, перпендикулярній до осі різьби	
			зовнішньої	внутрішньої	зовнішньої	внутрішньої
Метрична з великим кроком; 60°	<i>M</i>	Зовнішній діаметр, мм; поле допуску (LH — ліва різьба)	<i>M8-6g</i> , <i>M8LH-6g</i>	<i>M8-7H</i> , <i>M8LH-6H</i>	<i>M16</i> <i>M8LH-6g</i>	<i>M24-6H</i> <i>M8LH-6H</i>
Метрична з дрібним кроком; 60°	<i>M</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм	<i>M16×1,5</i>	<i>M12×1</i>	<i>M16×1,5</i>	<i>M12×1</i>
Метрична конічна; 60°	<i>MK</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм	<i>MK16×1,5</i>	<i>MK20×1,5</i>	<i>MK16×1,5</i>	<i>MK10×1</i>
Трапецеїдальна однозахідна; 30°	<i>Tr</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм; поле допуску	<i>Tr16×2</i>	<i>Tr16×2-6H</i>	<i>Tr40×6</i>	<i>Tr16×2-6H</i>
Трапецеїдальна багатозахідна; 30°	<i>Tr</i>	Зовнішній діаметр, мм; хід різьби, мм; крок <i>P</i> , мм	<i>Tr20×4(P2)</i>	<i>Tr12×6(P2)</i>	<i>Tr20×6(P2)</i>	<i>Tr20×4(P2)</i>
Упорна; передній — 3°, задній — 30°	<i>S</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм; поле допуску	<i>S80×10-7h</i>	<i>S80×8(P5)</i>	<i>S40×10-7h</i>	<i>S40×6-7H</i>
Кругла; 30°	<i>Rd</i>	Зовнішній діаметр, мм	<i>Rd16 LH</i>	<i>Rd40</i>	<i>Rd16</i>	<i>Rd40 LH</i>
Трубна циліндрична; 55°	<i>G</i>	Розмір різьби в дюймах (без знака " "); клас точності	<i>G2¹/₂-A</i>	<i>G2-A</i>	<i>G2³/₄-B</i>	<i>G1¹/₂-A</i>
Трубна конічна; 55°	<i>R</i>	Розмір різьби в дюймах	<i>R1¹/₂</i>	<i>R2LH</i>	<i>R1³/₄</i>	<i>R2LH</i>
Конічна дюймова; 60°	<i>K</i>	Розмір різьби в дюймах	<i>K1¹/₂</i>	<i>K1³/₄</i>	<i>K1¹/₂</i>	<i>K1¹/₂</i>
Конічна вентилів і балонів для газів; 55°	<i>W</i>	Номинальний розмір різьби, мм	<i>W19,2</i>	<i>W19,2</i>	<i>W19,2</i>	<i>W19,2</i>
Окулярна; 60°	<i>OK</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм	<i>OK12×1,5</i>	<i>OK12×1,5</i>	<i>OK12×1,5</i>	<i>OK12×1,5</i>
Едісона круга (60°) для елементів: • металевих • неметалевих	<i>E</i>	Зовнішній діаметр, мм	<i>E27</i> <i>E27/N</i>	<i>E21</i> <i>E21/N</i>	<i>E18</i> <i>E18/N</i>	<i>E40</i> <i>E40/N</i>

Надійність різьбового нерухомого з'єднання залежить від сили тертя, що діє в елементах з'єднання. Найбільшою є сила тертя за трикутної різьби, яку широко застосовують у різьбових з'єднаннях. Усі види різьбових з'єднань поділяють на *нормальні* (відносна нерухомість деталей забезпечують кріпильні деталі) та *спеціальні* (кріпильними є самі з'єднані деталі).

Щоб забезпечити взаємозамінність різьбових з'єднань, різьби виготовляють із розмірами, обмеженими допусками й указаними в стандартах.

Основними різьбовими з'єднаннями є **болтові**, **гвинтові** та **шпилькові** (рис. 2.1).

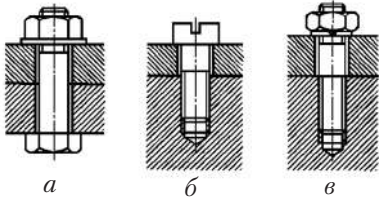


Рис. 2.1. Види різьбових з'єднань:
а – болтове; б – гвинтове;
в – шпилькове

Як кріпильні деталі використовують болти, гвинти, шпильки, гайки, шайби тощо.

Болт – стрижень із різьбою для гайки на одному кінці й головкою на іншому.

Гвинт – стрижень із головкою на одному кінці й різьбою на іншому, яким він укручується в з'єднувані деталі.

Шпилька – стрижень із різьбою на двох кінцях: один кінець закручують у з'єднувану деталь, а на інший накручують гайки.

Гайка – деталь із різьбовим отвором і конструктивним елементом для передавання крутного моменту.

Шайба – підкладка, призначена для збільшення площі опорної поверхні або стопоріння різьбового з'єднання; її розміщують під гайку, головку болта або гвинта.

Для запобігання саморозгвинчуванню гайок і гвинтів застосовують **гайкові замки** та **шпінти**.

Головки болтів і гвинтів бувають різної форми: шестигранні, квадратні, циліндричні, напівкруглі, потайні, із заглибленням під ключ або викрутку (рис. 2.2). Є також інші конструкції головок.

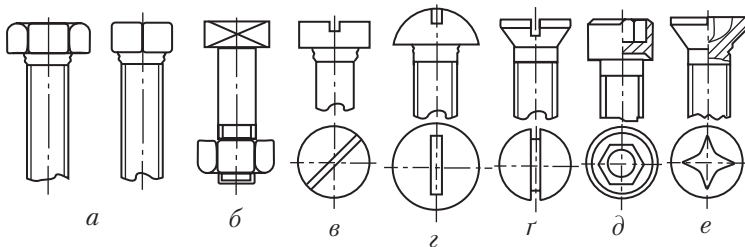


Рис. 2.2. Види головок болтів і гвинтів:

а – шестигранна; б – квадратна; в – циліндрична; г – напівкругла; р – потайна;
д – під шестигранний ключ; е – під викрутку з фігурним жалом

Головки болтів, як правило, захоплюють зовні гайковим ключем, головки гвинтів — спеціальним торцевим ключем або викруткою.

Головки гвинтів із зовнішнім захопленням забезпечують найбільшу силу затягування, але водночас потрібно більше місця для захоплення ключем. Найчастіше використовують шестигранну головку (рис. 2.2, а), для якої потрібний поворот гайкового ключа на $\frac{1}{6}$ оберту до перехоплення за наступні грані. Для зменшеної шестигранної головки (рис. 2.2, а, праворуч) потрібно менше місця для захоплення ключем. Це дає змогу зменшити масу конструкції. В умовах частого закручування і відкручування та за наявності вільного простору для повороту ключа застосовують квадратні головки (рис. 2.2, б), які за таких самих розмірів мають ширші грані.

Головки гвинтів із торцевим захопленням можна розміщувати в заглибинах, що покращує зовнішній вигляд виробу, зменшує його габарити та створює зручності обслуговування. Залежно від форми інструмента, який застосовують, такі головки виготовляють із внутрішнім шестигранником (рис. 2.2, д), шліцом під викрутку з плоским жалом (рис. 2.2, в) або із хрестоподібним шліцом під викрутку з фігурним жалом (рис. 2.2, е). Головки гвинтів для закручування викруткою можуть бути циліндричними, напівкруглими, потайними або напівпотайними. Головки із хрестоподібним шліцом більш досконалі, тому що такий шліц краще чинить опір зминанню.

Шліцом називають проріз під викрутку в головці кріпильного елемента. Різновиди шліців головок гвинтів показано на рис. 2.3.

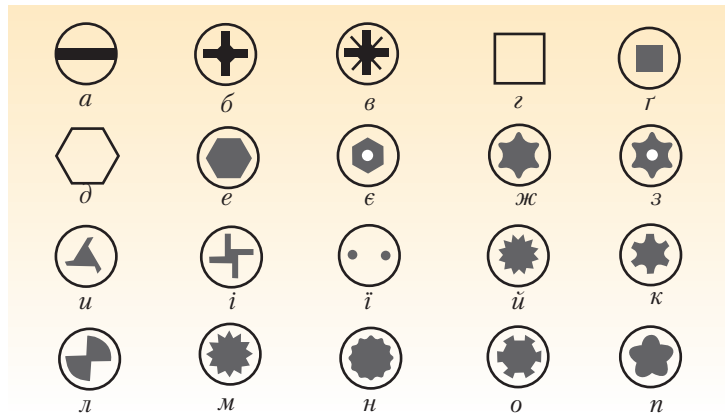


Рис. 2.3. Види шліців головок гвинтів:

- a* — прямий (плоский) шліц; *б* — хрестоподібний шліц «Phillips»; *в* — хрестоподібний шліц «Pozidriv»; *г* — квадратна головка; *р* — квадратний шліц «Robertson»;
д — шестигранна головка; *е* — шестигранний шліц «Allen»; *є* — захищений шестигранний шліц «Pin-in-hex»; *ж* — шліц типу «Torx»; *з* — захищений «Torx»;
и — шліц «Tri-Wing»; *і* — шліц «Torg-set»; *ї* — головка під вилковий ключ «Snake-eye»;
й — шліц «Triple square»; *к* — шліц «Polydrive»; *л* — шліц «One-way»; *м* — зірковий дванадцятигранний; *н* — шліц «Double hex» дванадцятигранний; *о* — бристольтський шліц; *п* — шліц «Pentalobular»

Головки, що перешкоджають прокручуванню, поділяють на головки спеціальної форми, які закладають у гнізда, або головки з двома паралельними робочими гранями, які закладають у пази, і *круглі головки з вусиками*, які спричиняють зминання деталі.

Кінці болтів, гвинтів і шпильок роблять плоскими (рис. 2.4, а), з конічною фаскою (рис. 2.4, б) або сферичними (рис. 2.4, в).

Залежно від форми стрижня болти й гвинти бувають із нормальним стрижнем (рис. 2.5, а), з підголовником (рис. 2.5, б), з точно обробленим потовщеним стрижнем для встановлення без зазору в отвір (рис. 2.5, в), зі стрижнем зменшеного діаметра ненарізаної частини для підвищення пружності й витривалості за динамічних навантажень (рис. 2.5, г).

Залежно від точності виготовлення розрізняють болти й гвинти нормальної та підвищеної точності.

За призначенням болти й гвинти бувають загального призначення, установлювальні та спеціальні.

Болти загального призначення із шестигранною головкою застосовують найчастіше. Їх виготовляють підвищеної, нормальної та звичайної точності, з нормальною або зменшеною головкою, з великим або дрібним кроком.

Установлювальні гвинти (рис. 2.6) застосовують для фіксації розміщення деталей та запобігання їхньому зсуву. Наприклад, під час з'єднання двох валів за допомогою втулки й шпонок осьову фіксацію втулки щодо вала здійснюють із використанням установлювальних гвинтів. Гвинти з плоским торцем (рис. 2.6, а) застосовують за малої товщини деталей, із конічним (рис. 2.6, б) і ступінчастими (рис. 2.6, в, г) — для деталей, які попередньо засвердлюють. Регулювальні ніжки виготовляють невеликої довжини з різьбою по всій довжині. Гвинти із засвердленим торцем (рис. 2.6, г) використовують разом із кулькою.

До **спеціальних болтів** належать фундаментні, болти конусні для отворів з-під розгортки, вантажні гвинти (рим-болти) і багато інших (рис. 2.7, с. 10).

Болти зі зривними головками (рис. 2.8, с. 10) використовують для уникнення демонтажу з'єднання. Вони дуже подібні до звичайного болта із шестигранною головкою, але мають ще одну конічну головку, відокремлену від шестигранної вузькою перемичкою. Такий болт укручують в отвір доти, поки зусилля повороту ключа не відламає (зриває) в прямому сенсі шестигранну

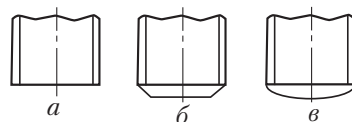


Рис. 2.4. Конструктивні елементи болтів, гвинтів і шпильок

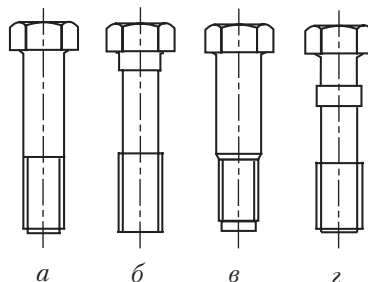


Рис. 2.5. Форми стрижнів болтів і гвинтів

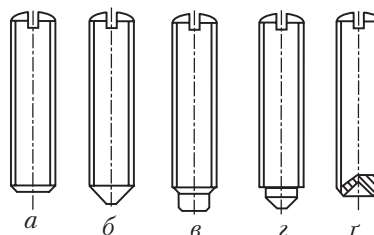


Рис. 2.6. Установлювальні гвинти:

- а — з плоским торцем;
- б — конічним;
- в, з — ступінчастими;
- г — засвердленим

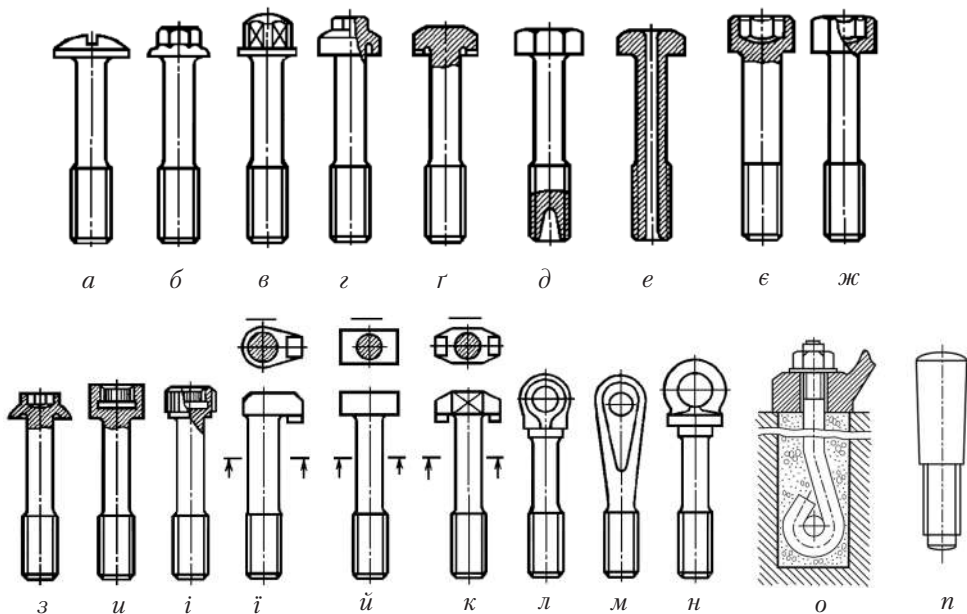


Рис. 2.7. Види спеціальних болтів:

а — із циліндричною головкою та пазом під викрутку; *б* — з напівсферичною головкою та шестигранником; *в* — із зменшеною квадратною головкою; *г* — з головкою з розвантажувальним виступом і зменшеним шестигранником; *г* — із шестигранною головкою та зубцями на торці для стопоріння; *д* — з розвантажувальним вирізом на торці стрижня; *е* — порожнистий; *є, ж* — із внутрішнім шестигранником; *з* — з напівсферичною головкою та внутрішнім шестигранником; *и* — із внутрішніми шліцями; *і* — із зовнішніми і внутрішніми шліцями; *ї* — з Г-подібною головкою; *й* — з Т-подібною головкою; *к* — з Т-подібною головкою та упорними шліцями; *л, м* — із сферичним вушком; *н* — вантажний (рим-болт); *о* — фундаментний; *п* — конусний



Рис. 2.8. Болт зі зливною головкою

головку від болта. На поверхні залишається тільки конічна гладка головка, яку вже не можна підчепити ніяким ключем, а отже, викрутити болт назад неможливо.

Гвинти для деревини мають різьбу трикутного профілю з кутом 60° і збільшеним кроком.

Гвинти з потайною, напівпотайною і напівкруглою головками називають *шурупами*, а з квадратною та шестигранною головками — *глухарями*.

Гайки загального призначення (рис. 2.9) бувають: шестигранні нормальні й підвищеної точності, шестигранні корончасті та прорізні, круглі, квадратні, ковпачкові, рим-гайки, гайки-баранці (відкриті і закриті) тощо. За висотою розрізняють гайки низькі, нормальні, високі й особливо високі.

Шайби (рис. 2.10) бувають: плоскі (чисті виготовляють на токарних верстатах, чорні — штамнують із листової сталі); пружинні (виготовляють із сталевого дроту марки 65Г), їх називають *гровери* (назва шайби походить від прізвища винахідника Дж. Гровера); спеціальні.

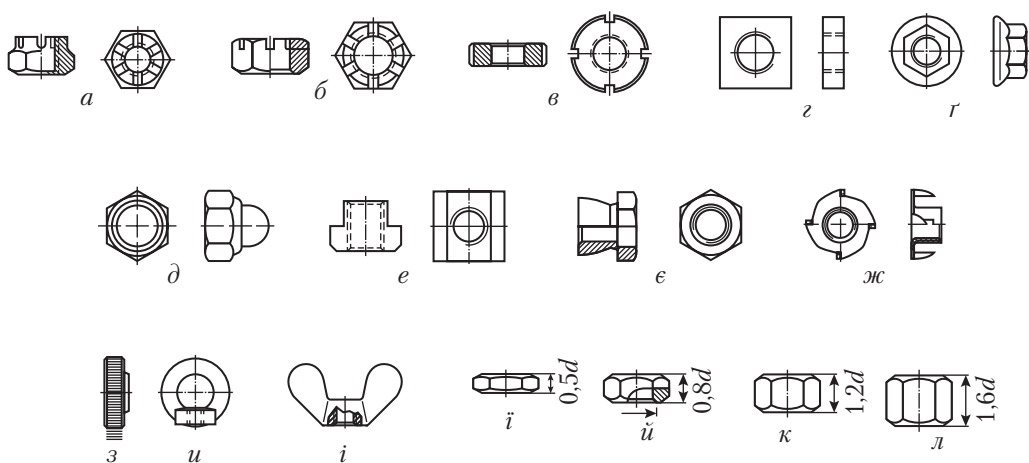


Рис. 2.9. Гайки загального призначення:

a – корончаста; *б* – прорізна; *в* – кругла; *г* – квадратна;
г – із фланцем; *д* – ковпачкова; *е* – Т-подібна; *є* – відривна (антивандальна);
ж – меблева забивна; *з* – кругла з накатуванням; *и* – рим-гайка;
i – гайка-баранець; *ii* – низька; *к* – висока; *л* – особливо висока



Рис. 2.10. Види шайб:

a – пружинна (гровер); *б* – плоска; *в* – стопорна у формі диска; *г* – стопорна з внутрішніми зубцями; *р* – стопорна із зовнішніми зубцями; *д* – запобіжна; *e* – конічна

2.2. Складання різьбових з'єднань

Під час складання різьбових з'єднань необхідно дотримуватися таких вимог:

- з'єднані деталі мають бути добре підігнаними одна до одної;
- осі кріпильних деталей мають бути перпендикулярними до площини з'єднаних деталей, крім використання спеціальних проставок;
- поперечний переріз і довжина кріпильних деталей одного з'єднання мають бути однаковими;
- висота гайок та головок болтів і гвинтів мають бути однаковими;
- кінці болтів і шпильок мають виходити з-під гайок на однакову довжину (2–3 кроки різьби);
- потайні головки болтів і гвинтів не повинні виступати над поверхнею деталі;
- головки болтів і гвинтів не повинні бути скрученими;
- прорізи на головках гвинтів не повинні бути розбитими;
- різьба кріпильних деталей не повинна мати зірваних ниток;
- шайби мають бути рівними, без перекосів;
- торцеві поверхні гайок і шайб, поверхні деталей під головками болтів і гвинтів мають бути гладкими.

Технологічний процес складання різьбових з'єднань містить такі операції: подавання деталей на складання, установлення різьбових деталей, попереднє закручування (наживлення), підведення і встановлення інструмента, затягування кріпильних деталей та стопоріння різьбових з'єднань.

2.3. Складання болтових і гвинтових з'єднань

Складанню болтових і гвинтових з'єднань передують операції утворення отворів. Отвори для встановлення болтів у деталях, що з'єднуються, свердлять за розмічанням, за шаблоном або кондуктором. Осі отворів у цих деталях мають збігатися. Під час складання одноболтових з'єднань осі отворів можуть не збігатися, але не більше ніж 0,15 мм на кожні 10 мм діаметра болта для відповідальних з'єднань. Як кондуктор можна використовувати одну з деталей. У такому разі деталі з'єднують струбцинами й свердлять найвіддаленіші отвори. У ці отвори вставляють монтажні установлювальні (тимчасові) болти, знімають струбцини й свердлять решту отворів.

Технологічний процес складання болтових з'єднань містить такі основні операції: підготовка спряжуваних поверхонь деталей, установлення деталей, установлення болта (шайби) і затягування гайки.

Для рівномірного розподілу тиску та збільшення площі поверхні, на яку він діє, під гайки, а в деяких випадках і під головки болтів, підкладають шайби. Шайби мають бути чистими, рівними, без задирок, рисок і рубців, тому що їхня наявність створюватиме значне тертя між шайбою та гайкою і не даватиме змоги затягнути гайку до кінця.

Нерухомість різьбового з'єднання забезпечують затягуванням гайки або гвинта гайковим ключем (за ручної роботи). Довжина його рукоятки не повинна перевищувати $15D$, де D – діаметр різьби, мм, що забезпечить нормальне затягування та унеможливить зривання різьби.

Для звичайних болтових з'єднань стрижень болта й отвір не потребують точної обробки. Деталі, що з'єднуються, центрують за допомогою циліндричних або конічних (зазвичай двох) штифтів, максимально віддалених один від одного. Штифти запресовують в отвори попередньо складених і відрегульованих деталей.

Крім штифтів, під час установлення з'єднуваних деталей використовують мітки. *Мітками* називають різні умовні знаки (прорізи, риски), які наносять на підігнані одна до одної деталі для фіксації їхнього взаємного розміщення. Мічені деталі встановлюють так, щоб однорідні мітки збігалися.

Якість складання болтових і гвинтових з'єднань визначають правильністю затягування болтів і гайок, досягненням потрібних посадок, відсутністю перекосів, викривлень стрижнів болтів і гвинтів, надійністю стопорних пристроїв. Складання з'єднання виконують поступово: спочатку закручують гайку або гвинт без ключа до легкого стикання їхньої опорної поверхні з поверхнею деталі (без хитання). Надто велике хитання (у різьбі) може призвести до зривання різьби під час затягування з'єднання. Гайки треба затягувати повільно: спочатку на половину заданого зусилля, а потім остаточно. Групові з'єднання (рис. 2.11) потрібно затягувати в певній послідовності:

спочатку затягують середню пару гайок, потім пару сусідніх праворуч, після цього пару сусідніх ліворуч і т. д., наближаючись до кінців. Коли гайки розміщені по колу, їх затягують хрест-навхрест.

Під час складання болтових і гвинтових з'єднань спочатку закручують усі болти або гайки до стикання з поверхнями деталей, потім трохи затягують і тільки за третій раз здійснюють повне затягування. У відповідальних з'єднаннях для рівномірного й правильного затягування гайок використовують ключі з однаковою довжиною рукоятки або з регульованим крутним моментом (динамометричні ключі, граничні ключі). Затягування різьбових з'єднань контролюють зміною видовження болта або шпильки за допомогою мікрометра або індикатора. Для цього вимірюють довжину болта перед затягуванням, а потім після затягування.

Важливою умовою нормальної роботи різьбового з'єднання є відсутність напруження згину в тілі болта або шпильки.

Для підвищення герметичності з'єднань спряжені поверхні деталей змащують спеціальним герметиком, який утворює тонку плівку, що не пропускає мастило або іншу рідину, а також гази. У певних випадках установлюють спеціальні прокладки (паперові, шкіряні, гумові, картонні, паронітові тощо).

2.4. Складання шпилькових з'єднань

Для з'єднання двох або кількох деталей у певних випадках використовують шпильки. Шпилька 2 (рис. 2.12, а), на відміну від болта, не має головки, а різьба нарізана на її двох кінцях. Спочатку одним кінцем шпильку вкручують у корпус деталі 4, а потім на другий її кінець установлюють деталь 3 і

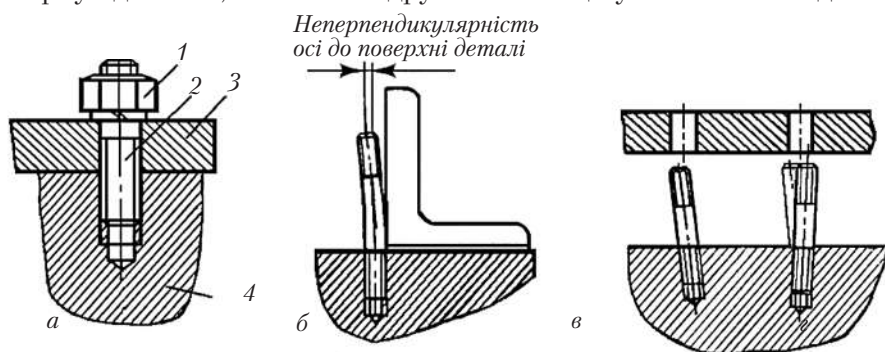


Рис. 2.12. Шпилькові з'єднання:

а — складання циліндричними шпильками: 1 — гайка, 2 — шпилька, 3, 4 — деталі, які з'єднують; б — перевірка перпендикулярності шпильки кутником; в — дефект унаслідок перекосу отвору під шпильку; г — дефект унаслідок перекосу різьби шпильки

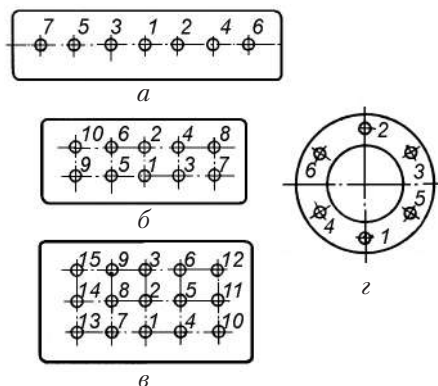


Рис. 2.11. Послідовність затягування групових різьбових з'єднань: а — однорядних; б — дворядних; в — трирядних; г — колових

накручують гайку 1. Крутний момент, що прикладається до гайки, частково передається і шпильці. Щоб вона не крутилась із гайкою, її треба вкручувати в деталь щільно й до кінця. До того ж у з'єднанні шпильки 2 з деталлю 4 має бути натяг, а з гайкою 1 — зазор. Шпильки вкручують перпендикулярно до поверхні деталей, у які їх уставляють.

Заборонено підгинати шпильку, коли вона не потрапляє в отвір деталі. Перекоси шпильки виправляють тільки нарізанням нової різьби. Шпильки, які викручуються під час відкручування гайок, замінюють.

Довжина нарізаної частини шпильок і глибина отворів для них мають відповідати розмірам, наведеним у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Залежність довжини нарізаної частини шпильок від глибини отворів

Параметр, мм	Сталева деталь	Чавунна деталь
Загальна глибина свердління отвору	$1,5d + 4P$	$1,6d + 2P$
Глибина різьби в отворі деталі	$1,0d + 4P$	$1,25d + 2P$
Довжина різьби шпильки	$1,0d$	$1,35d$

Примітка: d — діаметр шпильки, мм; P — крок різьби, мм.

Закручування шпильок — складна й трудомістка операція, яку виконують одним із способів:

- на вільний нарізаний кінець шпильки накручують дві гайки, а потім, обертаючи ключем верхню гайку, укочують шпильку в отвір із різьбою (недоліком цього способу є послаблення посадки шпильки в різьбовому отворі під час відкручування гайок);
- на кінець шпильки накручують спеціальний інструмент «солдатик» — це висока шестигранна гайка, застопорена на кінці шпильки гвинтом, діаметр якого менший за діаметр шпильки.

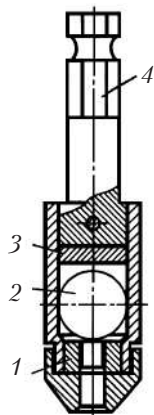


Рис. 2.13. Шпилькокрут:

- 1 — змінна гайка;
2 — кулька; 3 — упорна п'ятка; 4 — хвостовик

Для встановлення великої кількості шпильок використовують електричні та пневматичні ручні інструменти — **шпилькокрути** (рис. 2.13). На шпильку накручують змінну гайку 1 і встановлюють на неї шпилькокрут так, щоб кулька 2 дотикалася до гайки. Під час укочування шпильки кулька 2 піднімається вгору до стикування з упорною п'яткою 3, а в разі контакту з п'яткою починає пробуксовувати. У цьому випадку шпилькокрут треба ввімкнути на зворотний хід. Хвостовик 4 призначений для з'єднання шпилькокрута з електричним або пневматичним приводом. Хвостовик на кінці має 6 граней, що дають змогу вкручувати шпильки вручну.

Під час установлення шпильок можливе неправильне їхнє розміщення щодо деталей, які з'єднують.

Відхилення від перпендикулярності осі шпильки до поверхні деталі виникає через недостатню точність обробки отвору й нарізання в ньому різьби. Тому свердління отворів і нарізання різьби виконують на верстатах із застосуванням кондукторів. Перпендикулярність осі шпильки перевіряють кутником (див. рис. 2.12, б; с. 13).

Незбіг осі шпильки й отвору (перекіс) є наслідком перекосу різьби шпильки або отвору (див. рис. 2.12, в, г; с. 13). Випрямляти шпильку не потрібно через можливість її поломки. Шпильку треба викрутити й дорізати різьбу. Якщо перекіс великий, можна висвердлити стару різьбу й нарізати нову, точнішу різьбу, але більшого діаметра. Похибки різьби визначають, спостерігаючи за розміщенням осі шпильки під час її викручування: якщо шпилька не зміщується, то різьба перекошена в отворі, а коли шпилька «б'є» (див. рис. 2.12, г; с. 13), то різьба перекошена на шпильці.

Шпилька недокручена, тобто її виступна частина довшя, ніж це потрібно, і далі в отвір не закручується. У цьому випадку потрібно викрутити шпильку й «прогнати» різьбу мітчиком в отворі та плашкою на шпильці або замінити шпильку новою з меншим середнім діаметром різьби. Коли ж виступна частина шпильки перевищує нормальний розмір менше ніж на 1–1,5 кроки різьби, то в невідповідальних з'єднаннях таку шпильку залишають, але встановлюють під гайку спеціальну шайбу збільшеної товщини.

Шпилька закручена надто глибоко — у такому разі заборонено викручувати її на кілька витків для отримання потрібної висоти або збігу прорізу в гайці з отвором для шплінта, тому що посадка шпильки послабиться. Її треба обережно викрутити, прочистити різьбу мітчиком і закрутити нову шпильку з більшим середнім діаметром різьби.

Шпилька закручена недостатньо щільно й під час відкручування гайки викручується з отвору. У цьому випадку потрібно замінити шпильку на іншу з більшим середнім діаметром різьби. Коли немає можливості замінити шпильку, то різьбу треба прогнати плашкою або зачистити надфілем пошкоджені місця, якщо за висотою вони не перевищують у сумі половини витка.

Шпилька зламалася, і її кінець залишився в отворі деталі. Залишок шпильки видаляють одним із способів:

- запилюють виступний кінець шпильки під ключ і викручують як гвинт;
- свердлять отвір у шпильці, у який забивають зубчастий бор або екстрактор (рис. 2.14), а потім, обертаючи його воротком або ключем, викручують зламану шпильку;
- застосовують метод електроіскрового свердління з використанням спеціальної установки;

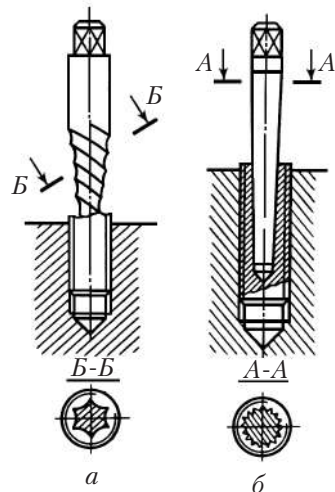


Рис. 2.14. Інструменти для видалення шпильок:

- а — зубчастий бор;
- б — екстрактор

- витравлюють зламаною шпильку азотною кислотою (якщо базова деталь виготовлена з алюмінію або його сплавів): кислота розчиняє сталь, але слабо діє на алюміній;
- приварюють електродом до зламаної шпильки пластину або гайку та за її допомогою викручують залишок шпильки.

2.5. Складання арматурних різьбових з'єднань

Арматурними деталями називають деталі, які вкручують у різьбовий отвір корпусної деталі (втулки, пробки, штуцери, заглушки та ін). Для тривалої та надійної роботи з'єднання потрібно, щоб різьба в отворі корпусної деталі й на деталі, яку вкручують у корпус, не мала зірваних ниток, подряпин чи задирок, бо вони можуть пошкодити різьбу в корпусі деталі.

Щоб запобігти спрацюванню різьби в корпусі деталі, у ньому свердлять і розвертають отвір великого діаметра, у який запресовують різьбову втулку. Різьбові втулки використовують для збільшення зовнішнього діаметра й відновлення пошкодженої, зірваної або зношеної внутрішньої різьби отворів. Їх виготовляють із сталей з оцинкованим і кадмієвим покриттями, нержавіючої сталі, з латуні для запресовування в деталі з більш м'якого матеріалу, наприклад пластмаси. Втулку в корпусі розкернують або розчеканюють, після цього в ній нарізають різьбу й закручують гвинт. У таких з'єднаннях немає потреби в щільній посадці, як у шпильках, через багаторазове складання та розбирання з'єднання. Ще одним способом є вкручування втулки в різьбу деталі для забезпечення герметичності різьби, щоб вона не пропускала пару, воду, бензин, масло тощо.

Щільності з'єднання досягають за допомогою не тільки різьби, а й ущільнювальних деталей (матеріалів): під торець деталі встановлюють прокладки з гуми, картону, азбесту, шкіри, міді, алюмінію тощо. Коли з'єднання розбирають рідко, то застосовують мащення різьби. Старі й деформовані прокладки щоразу під час складання замінюють новими. Якість з'єднань перевіряють із використанням рідини або повітря, які подають під тиском.

Корпусними деталями можуть бути картери двигунів, компресорів, коробок швидкостей, радіатори тощо.

2.6. Складання самоформуючих різьбових з'єднань

Самоформуючими називають з'єднання, отримані за допомогою спеціальних самоформуючих гвинтів (саморізів). Так з'єднують деталі із сталевого листа з балками, профілями або тонкостінними деталями. Особливістю з'єднання є те, що кріпильні деталі використовують без попереднього свердління отворів. Це дає змогу уникнути незбігу осей отворів. Використовуючи такі гвинти, можна свердлити сталь завтовшки 0,8–12 мм.

Самоформуючі гвинти бувають:

самонарізні, які утворюють різьбу нарізанням і видаленням залишків матеріалу (рис. 2.15, а). Їх використовують для крихких матеріалів і виготовляють двох типів — А (з кількома різальними кромками) і Б (з однією або двома різальними кромками);

самовитискні, які утворюють різьбу без видалення залишків матеріалу (рис. 2.15, б). Їх використовують для пластичних матеріалів і виготовляють двох типів — А (для з'єднання деталей без попереднього свердління отворів) і Б (для з'єднання деталей із попереднім свердлінням отворів).

Забірна частина різьбонарізного гвинта (само-різа) складається з пружинної та жорсткої частин і має канавку для виведення стружки. Різальні кромки гвинта утворені канавкою і призначені для нарізання різьби в отворі.

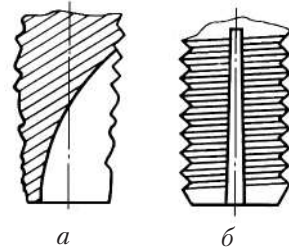


Рис. 2.15. Самоформуючі гвинти:

а — самонарізний;
б — самовитискний

2.7. Стопоріння різьбових з'єднань

Під час експлуатації виробів унаслідок впливу змінних навантажень зусилля затягування різьбових з'єднань поступово зменшується. Причинами цього є сила затягування, спосіб отримання різьби, жорсткість стиків, шорсткість спряжуваних поверхонь, напруження і деформації тощо. Самовільне послаблення затягнутого різьбового з'єднання може призвести до повного його роз'єднання, руйнування виробу й аварії. Основним конструкційним заходом боротьби із саморозгвинчуванням з'єднання є стопоріння. Застосовують кілька способів стопоріння різьбових з'єднань (рис. 2.16; с. 18).

Стопоріння контргайкою (рис. 2.16, а; с. 18) є найпростішим способом. Звичайну або шпамповану контргайку накручують на кінець болта (шпильки) після затягування кріпильної гайки й затягують до повного стикання з торцем основної гайки. За цього способу довжина різьби болта або шпильки має бути більшою, що призводить до збільшення маси виробу.

Стопоріння пружинною шайбою (рис. 2.16, б; с. 18) використовують для стопоріння різьбових з'єднань. Шайба має бути достатньо пружною, що визначають за розводом її кінців: відстань між ними має бути не меншою за 1,5 товщини шайби. У разі правильного затягування гайки пружинна шайба прилягає до опорної поверхні деталі й торця гайки по всьому колу. Зазор у розрізі шайби може становити половину її товщини, але не більше 2 мм. Установлення інших пружинних шайб заборонено.

Стопоріння деформівною шайбою з лапкою (рис. 2.16, в; с. 18) — досить простий спосіб. Шайбу виготовляють із листової сталі завтовшки 1–1,5 мм. Після затягування гайки лапки (виступи) шайби відгинають: одну на грань, а іншу — на кромки корпусу. Якщо болт розташований на значній відстані від кромки корпусу, деформівну шайбу роблять круглою із зовнішнім діаметром, у 2,5 раза більшим за діаметр болта. На деталі попередньо просвердлюють отвір, у який молотком і кернером відгинають кромку шайби. Відігнута частина шайби має бути без тріщин у місці згину та щільно прилягати до кромки гайки.

Не рекомендовано повторне відгинання шайби по одному й тому самому місцю.

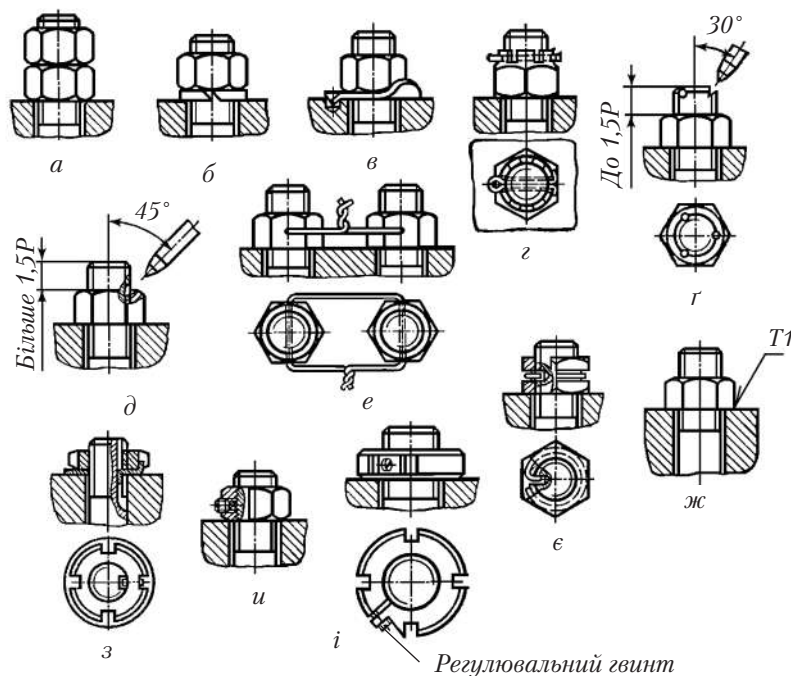


Рис. 2.16. Способи стопоріння різьбових з'єднань:

- a* – контргайкою; *б* – пружинною шайбою; *в* – деформівною шайбою з лапкою; *г* – розвідним шплінтом; *д* – накернюванням торця різьбового стрижня; *е* – боковим накернюванням різьбових деталей; *ж* – дротом; *з* – засвердлюванням гайки й різьбового стрижня та встановленням пружинного кільця з виступним усередину кінцем; *и* – приварюванням різьбового стрижня до гайки; *и* – стопорною багатолапчатою шайбою; *и* – стопорним гвинтом із м'якою прокладкою; *і* – розрізною гайкою, стягнутою гвинтом

Стопоріння розвідним шплінтом (рис. 2.16, *г*) застосовують для конічних гайок. Шплінт має розміщуватися в отворі болта або шпильки щільно й виступати над торцевою поверхнею гайки не більше ніж на 0,3 його діаметра. Кінці шплінта розводять: один на торець болта (шпильки), а другий – на кромку гайки. Після встановлення шплінта перевіряють відсутність тріщин і надломів на його згинах.

Стопоріння накернюванням торця різьбового стрижня (рис. 2.16, *д*) здійснюють за допомогою місцевої пластичної деформації. Після затягування болта (гайки) кінець стрижня накернюють. Цей спосіб використовують для з'єднань, які не потребують розбирання.

Стопоріння боковим накернюванням різьбових деталей (рис. 2.16, *д*) відрізняється від попереднього тим, що одночасно накернюють дві кріпильні деталі: стрижень болта (шпильки) і гайку.

Стопоріння дротом (рис. 2.16, *е*) застосовують для відкритих головок болтів (гвинтів). У головках болтів або гайках попередньо просвердлюють отвори, і м'яким дротом попарно зв'язують головки. Дріт уставляють послідовно або хрест-навхрест так, щоб натяг після стягування кінців створював

момент, що діє в напрямку затягування. Кінці дроту скручують та обрізають на відстані 5–7 мм від початку скрутня.

Стопоріння засвердлюванням гайки й різьбового стрижня та встановленням пружинного кільця з виступним усередину кінцем зображено на *рисунку 2.16, є*.

Стопоріння різьбових з'єднань приварюванням різьбового стрижня до гайки (*рис. 2.16, ж*) застосовують, коли потрібно забезпечити нерознімність різьбового з'єднання. У цьому випадку кріпильні деталі не підлягають повторному використанню.

Стопоріння багатоплечатою шайбою показано на *рисунку 2.16, з*.

Стопоріння гвинтом із м'якою прокладкою (*рис. 2.16, и*) забезпечує місце збільшення кроку різьби, підвищений осьовий тиск і тертя в різьбі. Під час укручування різьбової деталі гвинт має бути викручений. Сам гвинт стопориться завдяки пружності основної або кріпильної деталі. М'яку прокладку використовують, щоб уникнути пошкодження різьби на кріпильній деталі.

Стопоріння спеціальними гайками виконують за допомогою розрізної гайки (*рис. 2.16, і*). У різьбі гайки виникають додаткові сили тертя від радіального натягу внаслідок пружності її верхньої частини. Пружність забезпечують розрізами гайки, обтисканням її на еліпс або стягуванням щілини розрізу регулювальним гвинтом.

Стопоріння пружиною застосовують у глухих отворах. Пружину закладають в отвір і закручують гвинт, який, стискаючи пружину, перебуватиме в постійному натягу. Це запобігає саморозгвинчуванню гвинта.

Стопоріння лаками й клеями використовують для дрібних різьбових з'єднань. Мініатюрна капсула, наповнена спеціальним клеєм, у процесі з'єднання руйнується і клей, витікаючи, забезпечує міцне з'єднання (клей твердне за кімнатної температури). Розбирання з'єднання виконують звичайними методами, що не спричиняє руйнування деталей. Клей, крім того, забезпечує захист з'єднання від корозії.

Для стопоріння з'єднань широко застосовують **фіксатори різьби**, які допомагають збільшити притискну силу між закрученими різьбовими з'єднаннями, тобто запобігти саморозгвинчуванню, а також захистити з'єднувальні частини від іржавіння і прикипання. Випускають три основні типи фіксаторів: червоні, сині й зелені. Червоні фіксатори традиційно вважають «сильними», а зелені — найбільш «слабкими». Фіксатори використовують як альтернативу стопорінню різьбових з'єднань, зокрема пружинною шайбою (гровером), полімерною вставкою, відгинанням шайби, контргайкою. Причина використання цих технологічних засобів полягає в тому, що в сучасних виробках дедалі частіше застосовують нарізні з'єднання з фіксованим (оптимальним) моментом затягування, а також болти зі збільшеною опорною поверхнею. Тому важливо зберегти значення притискної сили впродовж усього терміну експлуатації вузла. Фіксатори бувають рідкі й пастоподібні: рідкі зазвичай використовують для малих різьбових з'єднань, а для великих — фіксатори у стані густої пасти. Більшість різьбових фіксаторів є анаеробними: їх зберігають у тубику

(посудині) за наявності повітря. За таких умов вони не вступають у хімічну реакцію і ніяк себе не проявляють. Однак після їхнього нанесення на оброблювану поверхню в умовах, коли доступ повітря до них обмежений (у разі затягування різьби), вони полімеризуються (тобто тверднуть) і виконують свою безпосередню функцію — надійно фіксують поверхні.

Запитання та завдання

1. Назвіть основні види різьбових з'єднань.
2. Які кріпильні деталі використовують для складання різьбових з'єднань?
3. Чим відрізняється болтове з'єднання від гвинтового?
4. Для чого призначені шайби?
5. Яких вимог необхідно дотримуватися під час складання різьбових з'єднань?
6. Які особливості складання болтових і гвинтових з'єднань?
7. Як визначають розміри отвору для нарізання внутрішньої метричної різьби?
8. Як потрібно затягувати різьбові з'єднання?
9. Охарактеризуйте складання шпилькових з'єднань.
10. Які способи закручування шпильок?
11. Назвіть дефекти розміщення шпильок щодо з'єднаних деталей.
12. Як видаляють зламані шпильки?
13. Які особливості складання арматурних різьбових з'єднань?
14. Охарактеризуйте складання самоформуючих різьбових з'єднань.
15. Наведіть приклади стопоріння різьбових з'єднань.

Розділ 3. З'ЄДНАННЯ ШУРУПАМИ

3.1. Загальні відомості про шурупи

Шуруп — кріпильна деталь у формі стрижня з гвинтовою різьбою і забірним конусом. Їх використовують для кріплення деталей та конструкцій.

Шуруп складається з трьох частин: нарізної із загостреним кінцем, головки й тіла шурупа без нарізки (у деяких видах шурупів відсутня).

За призначенням шурупи поділяють на 3 групи (кожна із цих груп має кілька підгруп): *для деревини* й інших м'яких матеріалів (саморізи), *для металу* та твердих матеріалів й *універсальні* (для матеріалів різної твердості).

Шурупи для деревини мають більший крок різьби порівняно із шурупами для металу. Універсальні шурупи застосовують у будь-якій галузі виробництва. Особливості конструкції універсальних шурупів зображено на *рисунку 3.1*.

Форма головки шурупа може бути потайною, напівкруглою або шестигранною. Основні види головок шурупів показано на *рисунку 3.2*.

Шестигранна головка є найпоширенішим типом головки шурупа. Вона досить просто кріпиться в матеріалі й легко закручується.

Потайна головка — конічна головка з плоскою зовнішньою поверхнею, призначена для заглиблення в матеріал урівень. Для роботи з такими шурупами потрібно заздалегідь підготувати посадкове місце для кріплення в матеріал. Тому в деталі попередньо роблять фаску, яка забезпечуватиме розміщення торця головки шурупа в площині матеріалу.

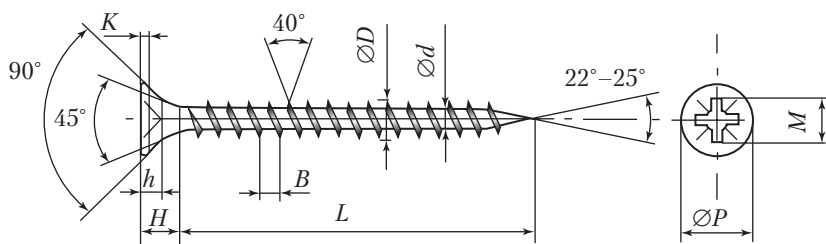


Рис. 3.1. Конструктивні особливості універсального шурупа:

H – висота головки; h – висота конусного елемента головки; K – ширина циліндричної частини головки; B – крок різьби; L – довжина нарізної частини; $\varnothing D$, $\varnothing d$ – зовнішній і внутрішній діаметри різьби; 90° і 45° – кути конусів головки шурупа; 40° – кут загострення нарізної частини; 22° – 25° – кути загострення шурупа; $\varnothing P$ – діаметр головки; M – розмір шліца

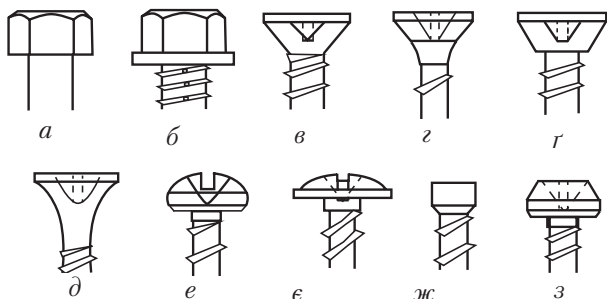


Рис. 3.2. Види головок шурупів:
a – шестигранна;
б – шестигранна з прес-шайбою;
в – потайна; *г* – потайна подвійна; *г* – потайна усічена;
д – потайна типу «ріжок»;
е – напівкругла; *е* – напівкругла з буртиком; *ж* – вузька циліндрична; *з* – трапецієподібна

Потайна усічена – головка невеликого діаметра, яка міцно фіксується в матеріалі. Однак для цього треба докласти більше зусиль, ніж для фіксації просто потайної головки.

Напівкругла головка має досить великий діаметр і завдяки цьому здатна міцно тримати деталі.

Види шліців шурупів зображено на *рисунку 3.3*.

Шурупи з прямим шліцом зазвичай використовують у столярній справі.

Шурупи з хрестоподібними шліцями є найнадійнішими. Такий шуруп щільно входить у деревину й закріплюється в матеріалі, не порушуючи структуру конструкції.

Для визначення ефективності шліців урахують ступінь передачі крутного моменту обертання від робочого інструмента на кріпильний елемент і площу поверхні контакту наконечника інструмента з головкою кріплення.

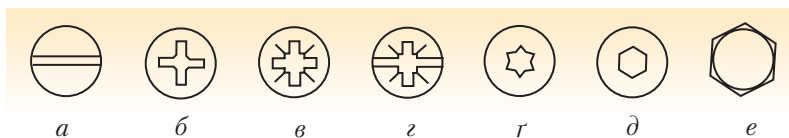


Рис. 3.3. Види шліців шурупів:

a – прямий; *б* – хрестоподібний типу X; *в* – хрестоподібний типу Z; *г* – комбінований; *г* – у формі шестикутної зірки; *д* – шестигранний; *е* – шестигранний без шліца

Що вищий ступінь передачі крутного моменту на кріпильний елемент без руйнування його головки, то ефективнішим є шліц. За цим показником абсолютним лідером із масових видів шліців є *шліц зіркоподібної форми*, який передає на кріпильний елемент до 90 % зусилля, що подається на робочий інструмент. Для порівняння: хрестоподібні шліці передають тільки 50 % зусилля, а шестигранний — трохи більше за 20 %. Той самий принцип порівняння використовують і щодо другого параметра — тут також лідирує шліц зіркоподібної форми та його модифікації. Природно, найменш ефективним видом є прямий шліц.

Монтаж *шестигранних шурупів без шліца* здійснюють безпосереднім прикладанням зусилля до зовнішньої бічної поверхні головки.

3.2. Види шурупів

Основні види шурупів зображено на *рисунку 3.4*.

Шурупи для роботи з ДСП (*рис. 3.4, а*) мають не дуже гострий кінець стрижня і в пухких матеріалах не утворюють щілин.

Шурупи для роботи з бляхою (*рис. 3.4, б*) призначені для закріплення деталей на тонкій блясі й пластмасових пластинах. Загартований шуруп під час укручування сам прорізає отвір.

Подвійні шурупи (*рис. 3.4, в*) використовують для непомітного з'єднання двох дерев'яних деталей.

Ключові шурупи (*рис. 3.4, г*) призначені для стабільних дерев'яних конструкцій, їх укручують гайковим ключем.

Дзеркальні шурупи (*рис. 3.4, р*) використовують для монтажу дзеркал або будь-яких інших плоских декоративних елементів. Вони складаються з двох частин: перша — це сам шуруп із потайною головкою і поперечним шліцом, а друга — декоративна куполоподібна насадка.

Шурупи з напівкруглою головкою (*рис. 3.4, д*) — спеціальні шурупи з гострим кінцем і різьбою. Їхньою особливістю є об'ємна головка, яка після

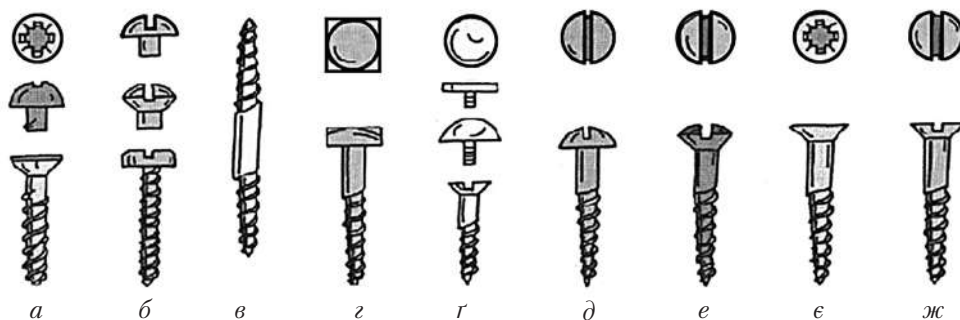


Рис. 3.4. Види шурупів:

а — для роботи з ДСП; *б* — для роботи з бляхою; *в* — подвійний; *г* — ключовий; *р* — дзеркальний; *д* — з напівкруглою головкою; *е* — з напівпотайною головкою; *є* — хрестоподібний із потайною головкою; *ж* — з плоскою потайною головкою

закручування залишається на поверхні виробу, тож такий шуруп набагато простіше викрутити.

Шурупи з напівпотайною головкою (рис. 3.4, е) призначені для закріплення деталей із розширеними отворами.

Шурупи з напівкруглою або напівпотайною головкою використовують насамперед для кріплення фурнітури, панелей і планок.

Хрестоподібні шурупи з потайною головкою (рис. 3.4, є) придатні для використання з різними хрестоподібними викрутками й шурупокрутами. Шуруп із потайною головкою можна викрутити в будь-яку поверхню повністю, заглибивши головку до рівня матеріалу. Це особливо актуально у виробництві меблів.

Шурупи з плоскою потайною головкою (рис. 3.4, ж) використовують як з'єднувальні елементи для різних конструкцій, працювати з ними краще за допомогою викрутки з плоским жалом.

Шуруп із подвійною різьбою — унікальний кріпильний елемент, який має дві переплетені різьби. Він забезпечує значно міцніше кріплення. Такі шурупи використовують тоді, коли якість кріплення має першочергове значення.

Самонарізні шурупи спеціально розроблені для роботи з твердими матеріалами, зокрема металом. Для роботи з ними спочатку потрібно просвердлити отвір по діаметру шурупа й тільки потім укручувати його, і шуруп сам нарізуватиме різьбу.

Повнозбірні — тонкі шурупи з дуже гострим кінцем. З ними зручно працювати, конструюючи дерев'яні вироби, а тому їх застосовують для складання меблів.

Гвинт-баранчик — шуруп, який має специфічну хрестоподібну нарізку. Після закручування викрутити його назад уже неможливо. Застосування цих шурупів забезпечує надійне кріплення, тож їх використовують у монолітних виробках.

Шурупи часто комплектують ковпачками та шайбами — за деяких видів кріплень під головку шурупа потрібно підкласти шайбу, прокладку або підкладне кільце (рис. 3.5). Це особливо важливо, коли з'єднанню підлягають деталі з м'яких матеріалів: шайби або прокладки допомагають уникнути занадто сильного заглиблення головки шурупа в деталь, тому що тиск розподіляється на велику площу поверхні. Ковпачки та підкладки для головки шурупа застосовують у випадках, коли шуруп виконує крім функціонального ще й декоративне призначення, є декоративним елементом; їх виготовляють із різноманітних матеріалів і різних кольорів.

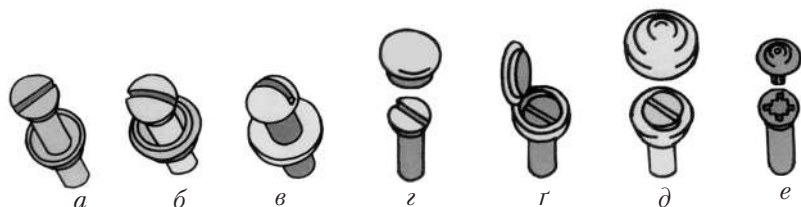


Рис. 3.5. Накладні ковпачки, підкладні кільця та шайби для головок шурупів:

- а, б — підкладні кільця та шайби для потайних і напівкруглих головок;
- в — підкладне кільце та шайба для напівкруглих головок;
- г-е — накладні ковпачки на головки шурупів

3.3. Складання з'єднань за допомогою шурупів

Шурупи найчастіше випускають із загостреним кінцем і під час укручування кінець різьби шурупа входить у деревину й розщеплює її подібно до клина.

Щоб уникнути пошкоджень виробу, для кріплення дерев'яних виробів під кожний шуруп попередньо просвердлюють отвір. Якщо застосовують м'які породи деревини або фанеру, зазвичай вибирають тонкі шурупи, для них отвори свердлять уручну. Більш щільні та тверді матеріали вимагають свердління отвору діаметром, приблизно відповідним профілю стрижня вкручуваного шурупа. Свердлом-зенківкою потрібного діаметра в один робочий прийом можна просвердлити отвір під стрижень і заглиблення для головки шурупа.

Щоб скріпити шурупом дві деталі, треба скласти ці деталі, намітити олівцем на їхній поверхні місце для шурупа й потім за міткою просвердлити отвори в обох деталях. Свердло треба брати з діаметром, приблизно вдвічі меншим за діаметр нарізної частини шурупа. Після цього іншим свердлом, діаметр якого дорівнює діаметру тіла шурупа, потрібно розсвердлити отвір у першій деталі.

Товщина й довжина шурупів залежать від того, які деталі з'єднують. **Основне правило таке:** *$\frac{2}{3}$ нарізної частини шурупа, починаючи від вістря, має входити в нижню частину з'єднання.*

Отвори для малих шурупів проколюють шилом, для великих — розсвердлюють (діаметр свердла має бути трохи меншим за діаметр шурупа). Підготувавши деталі до складання, можна вкручувати шуруп.

Якщо шуруп укручується туго, рекомендовано змастити його милом, це помітно полегшить і прискорить роботу.

Якщо шуруп закрутити неправильно, то викрутити його буде неможливо. Важливим є дотримання відповідності розміру викрутки розміру шліца. З'єднання за допомогою шурупів більш міцне, ніж за допомогою цвяхів. Предмети, що зазнають впливу вологи, потрібно з'єднувати спеціальними шурупами (з нержавіючими покриттями або з нержавіючих матеріалів).

З'єднання на шурупах краще не роз'єднувати — у більшості звичайних шурупів уже після другого викручування різьба значно деформується, так що їх стає неможливо міцно захопити викруткою. Розбірні з'єднання краще виготовляти з використанням гвинтів.

Якщо шурупи «сидять» дуже міцно або якщо головка шурупа пошкоджена, шуруп можна видалити за допомогою пробійника чи долота або висвердлити (можна вдатися до нагрівання паяльником).

Шурупи великих розмірів називають «колійними», вони мають робочу довжину 170 мм і діаметр 24 мм.

Залежно від матеріалу виготовлення є шурупи зі сталі, нержавіючої сталі, деревини та пластику. Якщо шурупи використовувати для зовнішніх робіт, обов'язково потрібно покривати їх антикорозійним розчином. Найдорожчі — шурупи з бронзи. Їх можна застосовувати навіть за постійного впливу води. Такий шуруп практично не піддається корозії, навіть у морському середовищі. Нержавіюча сталь теж захищена від впливу корозії. Сталеві шурупи із цинковим покриттям не потрібно використовувати для зовнішніх робіт, оскільки

вони не дуже стійкі до корозії. Латунь — м'який метал і зазвичай шурупи з нього застосовують як декоративний елемент.

За типом покриття шурупи бувають фосфатні, оцинковані й оксидні. Найпопулярніший шуруп — оцинкований, жовтий або білий.

Для полегшення закручування шурупів використовують **дрилі-шурупокрути** (рис. 3.6).

Відповідність шліців шурупів бітам шурупокрутів показано на рис. 3.7.

Для забивання шурупів із торцевою шестигранною головкою використовують спеціальну насадку — біту (рис. 3.8). Її виготовляють із високоякісної хромованадієвої сталі.



Рис. 3.6. Дрилі-шурупокрути:
а — мережний;
б — акумуляторний



Рис. 3.7. Відповідність шліців шурупів бітам шурупокрутів



Рис. 3.8. Насадка для шурупів

Запитання та завдання

1. Що таке шуруп?
2. Які є типи шліців шурупів?
3. Які є види головок шурупів?
4. Назвіть основні види шурупів.
5. Як виконують з'єднання за допомогою шурупів?

Розділ 4. З'ЄДНАННЯ САМОРІЗАМИ

4.1. Відмінності, переваги, особливості конструкції та призначення саморізів

Суперечка про відмінності кріпильних елементів триває вже давно — з початку 1990-х років. У цей період гіпсокартон перетворився на один з найзатребуваніших будівельних матеріалів. Його популярність сприяла появі нових розробок кріпильних виробів, зокрема гартованих саморізів нового типу. Вони відрізнялися гострими кінцями й не потребували свердління отворів. Цей вид кріплення дістав назву «єврошурупи» аналогічно до інших технологій. Єврошурупи завдяки зручності миттєво ввійшли в ужиток, витіснивши саморізи старого зразка.

Саморізом називають різновид шурупа зі спеціальною зовнішньою гвинтовою нарізкою, завдяки чому він самостійно нарізає в отворі різьбову канавку. Основною відмінністю цього виду кріплення від інших шурупів є наявність у нього більш тонкого стрижня та збільшеної висоти витка різьби за однакового діаметра з іншими шурупами (рис. 4.1).

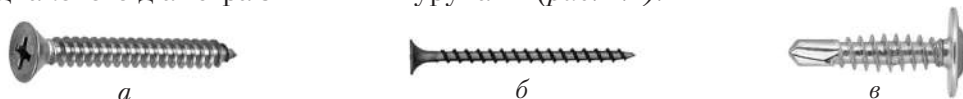


Рис. 4.1. Кріпильні вироби:
а – шуруп; б – саморіз; в – саморіз зі свердлом

Саморіз – гвинт із гострою різьбою, який має або гострий наконечник, або наконечник-свердло. Різьба в саморізів нанесена до головки.

Відрізнити саморіз від шурупа не просто, основними відмінностями є такі:

- саморізи виготовляють із твердіших марок сталі, ніж шурупи;
- крок і висота різьби саморіза (рис. 4.2), як правило, більші;
- кінець саморіза зазвичай гостріший, ніж у шурупа.

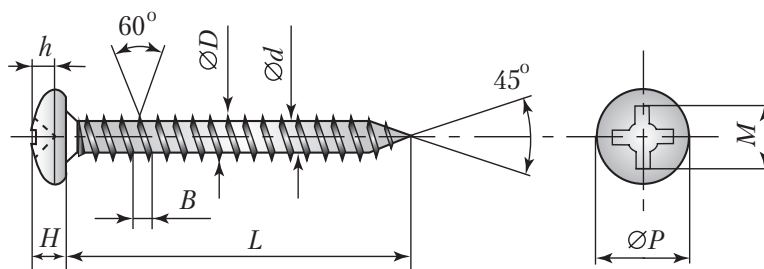


Рис. 4.2. Конструктивні особливості саморіза:

H – висота головки; h – висота напівкруглого елемента головки; B – крок різьби; L – довжина різьбової частини; $\varnothing D$, $\varnothing d$ – зовнішній і внутрішній діаметри різьби; 60° – кут загострення різьбової частини; 45° – кут загострення саморіза; $\varnothing P$ – діаметр головки; M – розмір шліца

Щодо особливостей монтажу, то шуруп рекомендовано вкручувати в попередньо просвердлений отвір, а гострий саморіз застосовують і без свердління. Саморізи виготовляють сталеві, для захисту від корозії вони можуть бути фосфатовані, окисовані або гальванічно оцинковані із застосуванням пасивування.

Саморізи для деревини відрізняються особливою різьбою, яка передбачає видалення відходів з отвору під час свердління.

Саморізи для гіпсокартону мають потайну головку, форма якої подібна до горна. Саме завдяки їй саморізи забезпечують щільне притискання гіпсокартону до основи. Вибираючи саморізи цього типу, треба звертати увагу на матеріал основи.

На відміну від звичайних саморізів, **саморізи для металу з буром (свердлом)** мають дві різальні кромки, які значно полегшують і прискорюють процес закручування металовиробів у матеріали. Саморізи для металу не вимагають попереднього просвердлювання отворів.

Як й інші саморізи, саморізи для металу з буром (свердлом) розрізняють за кількома критеріями: довжиною, шириною, розміром і формою головки, типами шліца й різьби.

Залежно від форми й типу головки саморізи бувають із шестигранною, напівкруглою та потайною головками.

Виготовляють саморізи для металу з буром (свердлом) із нержавіючої та кислотостійкої сталі. Завдяки легуючим елементам, які входять до складу сталей, такі саморізи стійкі до впливу корозії, зовнішніх атмосферних явищ, різких перепадів температур і підвищеної вологості. Вироби з кислотостійкої сталі використовують у конструкціях, що контактують з агресивними середовищами, зокрема солоною морською водою, кислотами, лужними розчинами.

Покрівельні саморізи (рис. 4.3) — різновид кріплення, який широко застосовують у покрівельних роботах для кріплення металопрофілю та металочерепиці. Для запобігання корозії такі саморізи зазвичай мають оцинковане або полімерне покриття. Використовуючи саморізи з полімерним покриттям, можна підібрати кріплення в колір черепиці, що робить їх непомітними.

Для монтажу одного покрівельного листа потрібно 6–8 саморізів. Зважаючи на це, розраховують кількість саморізів, що знадобиться для виконання всієї роботи в цілому.

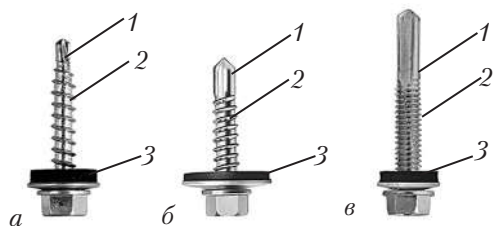


Рис. 4.3. Саморізи покрівельні:
а — саморіз для деревини; б — саморіз для металу; в — саморіз для металу підсилений;
1 — бур (свердло); 2 — різьбова частина;
3 — неопренові шайби

Розрізняють два основні види покрівельних саморізів: саморізи для деревини й саморізи для металу.

Покрівельні (фермерські) саморізи для деревини використовують під час улаштування покрівлі, якщо потрібно прикріпити металочерепицю до дерев'яної обрешітки. Їхні основні розміри: 4,8×28, 4,8×35, 4,8×60 і 4,8×70 мм. Вони мають спеціальну шайбу для ущільнення просвердленого в покрівельному матеріалі отвору.

Саморізи для металу використовують, якщо покрівля зроблена з металевих прогонів, під час будівництва паркану з профнастилу або обшивання листовим металом конструкції із сталевих несучих елементів. Їхні основні розміри: 4,8×16 і 4,8×19 (свердлять метал до 3 мм); 5,5×25 (розраховані на метал завтовшки до 6 мм); 5,5×35 і 5,5×50 мм (за товщини металу до 12 мм).

Обидва види саморізів мають шестигранну головку, тіло з різьбою та наконечник-свердло.

Покрівельні саморізи для деревини розміром 4,8×28 і 4,8×35 мм за тонкого свердла можна використовувати як для монтажу покрівельної металочерепиці до дерев'яної обрешітки, так і для зшивання листів металочерепиці між собою. Є і спеціально призначені для цього саморізи розміром 4,8×20 мм.

Вони здатні просвердлити 2 листи сталі завтовшки не більше 1 мм тонким свердлом і притискають їх своєю різьбою до шайби. Фермерські саморізи великих розмірів (4,8×60 і 4,8×70 мм) використовують для кріплення гребеневого профілю або снігозатримувачів на дерев'яній покрівлі.

Основні відмінності саморізів для деревини та для металу — наконечник (свердло) і крок різьби. У покрівельних саморізів для деревини свердло трохи тонше за діаметр різьби, для того щоб забезпечити досить глибоке проникнення кромки різьби в деревину після проходження її свердлом і тим самим не послабити з'єднання. Саморізи для металу мають наконечник зі свердлом, який практично дорівнює за діаметром тілу саморіза і використання його для деревини призведе до різкого послаблення несучої здатності з'єднання.

Крок різьби в саморізів для деревини більш рідкий, ніж у саморізів для металу, різниця становить від 1 до 1,5 мм і її видно на око. Що товща металева основа, яку потрібно просвердлити, то щільніша різьба й довше свердло. Зазвичай, для того щоб дізнатися, яку товщину металу може просвердлити саморіз, достатньо поміряти довжину свердла. Товщина металевої основи в сумі з товщиною металу, що монтується, не повинна перевищувати довжину свердла саморіза.

Для зовнішніх робіт на покрівлі потрібно вибирати саморізи, укомплектовані сталеву шайбою із прокладкою з вулканізованої гуми. Матеріал прокладки — етилен-пропіленовий каучук, що має унікальні властивості: стійкість до атмосферних опадів, ультрафіолетового випромінювання та перепаду температур. Така прокладка м'яка й еластична на дотик, з малопомітною пористістю, темно- або світло-сірого кольору. Тоді як технічна гума дешевих саморізів — тверда, чорного кольору, зі специфічним запахом.

За умови правильного монтажу саморіза шайба притискає прокладку до сталевих листа й вулканізує просвердлений у металі отвір. Прокладка забезпечує притискання шайби до металу по всьому її діаметру. У хорошій шайби після правильного закручування кромки прокладки не пошкоджуються, на відміну від кромки шайб зі звичайною гумою, що розтріскуються. Така гума схильна до руйнування атмосферними впливами й ультрафіолетовим випромінюванням.

Пофарбовані покрівельні саморізи використовують для кріплення профнастилу. Наявність кольорових саморізів дає змогу підібрати металовироби такого самого відтінку, як і основний матеріал, забезпечивши їхню візуальну непомітність і цілісний декоративний вигляд обшивки.

Саморізи для вікон бувають двох видів: *саморізи для ПВХ-профілю* (полівінілхлоридного), які використовують для кріплення фурнітури до віконного профілю, і *конструкційні*, призначені для з'єднання безпосередньо віконних профілів. Обидва різновиди відзначаються легкістю вкручування і здатністю витримувати значні навантаження. Для кріплення віконних і дверних коробок до основ із цегли, бетону або порожнистих блоків застосовують *саморізи для бетону*. Завдяки змінній різьбі й насічкам по всій довжині деталі вони роблять з'єднання максимально міцним і надійним.

Гвинти-саморізи, або *шурупи-шпильки*, — стрижні із шурупною та метричною різьбою, середня частина яких виготовлена у формі шестигуни-

ка для монтажу за допомогою ключа. Вони незамінні під час монтажу труб, раковин та іншого сантехнічного обладнання в камінь, цеглу чи бетон із застосуванням дюбеля.

Саморізи для сендвіч-панелей мають різьбу різної щільності й діаметра, завдяки якій можливий безпосередній монтаж до основи з металевого профілю. Крім того, особливістю цього різновиду металовиробів є наявність прокладки для герметизації фасаду й шестигранної головки, призначеної для монтажу ключем.

4.2. Види саморізів

Саморізи з напівкруглою головкою та буртиком (рис. 4.4) призначені для міцного з'єднання металевих листів. За формою це стрижень певного діаметра з оригінальною напівкруглою головкою, що має хрестоподібний шліц. Головкою кріпильного виробу є прес-шайба, яка збільшує площу притискання. Саморізи виготовляють зі сталі, покривають цинком, нікелем або хромуєть, у деяких випадках використовують спеціальні сплави, латунь, пластик, нержавіючу та кислотостійку сталь.

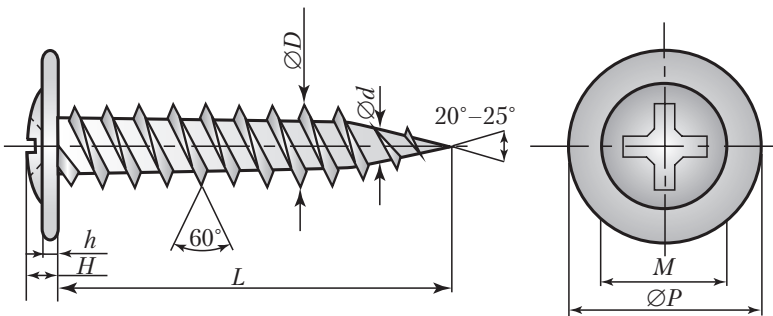


Рис. 4.4. Саморіз із напівкруглою головкою та буртиком

Саморізи з напівкруглою головкою та буртиком найчастіше використовують для кріплення різних матеріалів до листового металу. Ними добре з'єднувати дерев'яні поверхні й гіпсокартон: саморіз сам вирізає отвори й міцно в них тримається. Його можна використовувати в агресивних середовищах, в умовах підвищеної вологості завдяки покриттю поверхні антикорозійними речовинами й матеріалами.

Саморізи для металу з прес-шайбою (рис. 4.5) широко використовують під час роботи з металевими виробами, оскільки цей вид кріплення забезпечує надійне з'єднання й може застосовуватися без попереднього свердління. До того ж ризик пошкодження оброблюваної поверхні є мінімальним. Цього досягають особливою конструкцією кріпильного виробу: саморіз для металу з прес-шайбою

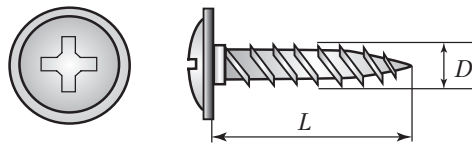


Рис. 4.5. Саморіз для металу з прес-шайбою

має щільну різьбу, напівсферичну головку й хрестоподібний шліц; наконечник гострий або зі свердлом.

Саморізи для металу з буром (рис. 4.6) виготовляють із загартованої вуглецевої сталі. Вони призначені для кріплення металевих профільованих листів, а також різних елементів із бляхи й штучних матеріалів до сталевих деталей завтовшки не більше 2 мм.

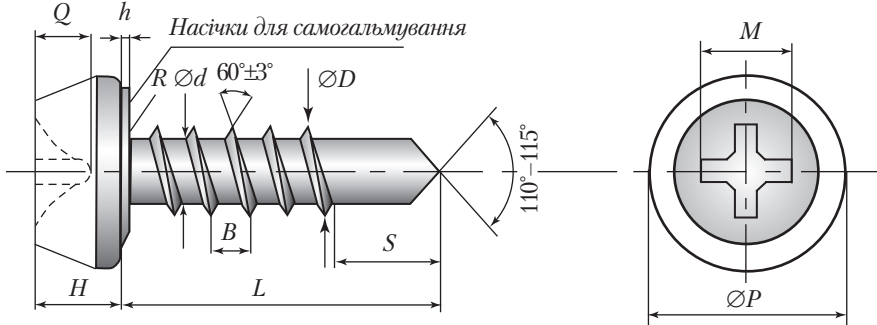


Рис. 4.6. Саморіз для металу з буром:

Q — глибина прорізу головки; R — прес-шайба; S — довжина бура

Саморіз «клоп» для тонких листів металу з буром (саморіз із прес-шайбою) використовують у будівництві та машинобудуванні для кріплення виробів і матеріалів до металевих листів і каркасів. Він має щільну однозахідну або двозахідну різьбу. Кінець саморіза обладнаний буром, що дає змогу працювати без попереднього свердління за товщини металу не більше 4 мм. Саморіз «клоп» виготовляють із вуглецевої електрооцинкованої, жовтопасивованої сталі або фосфатованої з подальшим промаслюванням.

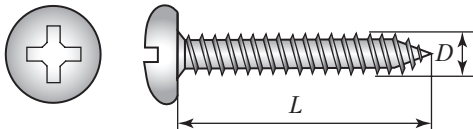


Рис. 4.7. Універсальний саморіз із напівкруглою головкою

Універсальні саморізи з напівкруглою головкою (рис. 4.7) призначені для листового металу, деревини та пластику. Є два типи таких саморізів: С — загострені і F — з тупим кінцем. Саморізи мають хрестоподібний шліц. Їх широко використовують у

промислових, виробничих і будівельних сферах для монтажу з'єднання частин конструкції. Якщо монтаж виконують у дерев'яних або пластикових конструкціях, то попереднього свердління не потрібно, якщо ж монтаж здійснюватиметься до металевих конструкцій, то свердління необхідне. Під час монтажу матеріалу до бетону, цегли й гіпсокартону використовують розпірні дюбелі. Цей вид саморізів виготовляють з оцинкованою поверхнею.

Саморізи для металу з прес-шайбою та свердлом (рис. 4.8) призначені для монтажних робіт, з'єднання елементів листового металу й тонколистової сталі. Наконечник саморіза здатний просвердлювати листовий метал завтовшки до 2 мм без попереднього свердління отвору. Цинкове покриття надійно захищає саморіз від корозії. Завдяки прес-шайбі він міцно притискає листовий матеріал до металевої деталі.

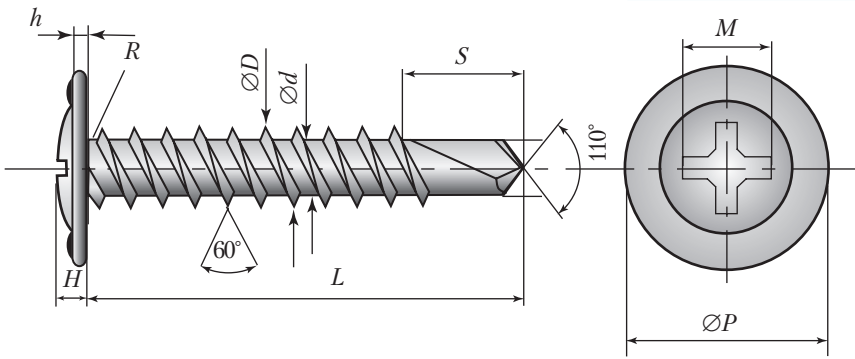


Рис. 4.8. Саморіз для металу з прес-шайбою та свердлом

Саморізи самосвердлильні з буром і потайною головкою (рис. 4.9) виготовляють із вуглецевої оцинкованої сталі. Різьбова частина сталевого гвинта має трикутний профіль, що й забезпечує відмінне самонарізання. Будь-який самонарізний гвинт має особливо гостру й міцну різьбу, завдяки чому здатний укручуватися в різні матеріали з будь-якою поверхнею та товщиною.

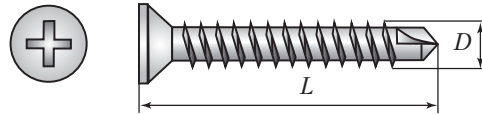


Рис. 4.9. Саморіз самосвердлильний із буром і потайною головкою

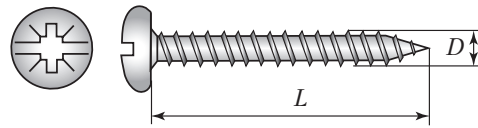


Рис. 4.10. Саморіз для металу з напівкруглою головкою без бура

Саморізи для металу з напівкруглою головкою без бура (рис. 4.10) є невід'ємним елементом під час монтажу невеликих легких конструкцій. Цей саморіз має хрестоподібний шліц і повну різьбу, що сприяє більш надійному кріпленню деталей до опорної поверхні. У деяких випадках під головку саморіза підкладають шайбу, під час монтажу іноді може знадобитися застосування дюбеля. Такі саморізи часто використовують у побуті.

Різьбонарізні гвинти-саморізи (рис. 4.11) мають на кінці мітчик, яким вони нарізають метричну різьбу в попередньо просвердлених отворах. Кінець на тригранному стрижні саморіза має західну частину й плавний схід різьби. Його вкручують у гладкий отвір, у якому він сам нарізає відповідну різьбу. Це зручно під час установлення виробів в умовах одностороннього доступу й істотно збільшує щільність з'єднання, особливо з металевим листом.

Свердлокінцеві саморізи (рис. 4.12; с. 32), призначені для кріплення деревини до металу, мають спеціальні крильця на перехідній частині від сверд-

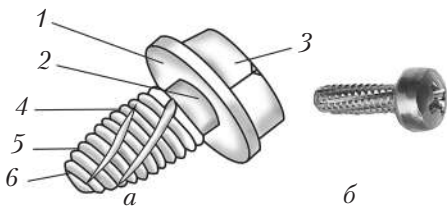


Рис. 4.11. Різьбонарізний гвинт-саморіз:
а – будова: 1 – шайба, 2 – циліндрична частина, 3 – шестигранна головка, 4 – канавки для стружки, 5 – різальні кромки для нарізання різьби, 6 – західна частина тригранного стрижня; б – зовнішній вигляд



Рис. 4.12.
Свердлокінцевий саморіз



Рис. 4.13. Тримач саморізів

лильного вістря до різьби. Вони роблять отвір у деревині й зрізаються на металевій поверхні. Далі зовнішня різьба саморіза формує в металі відповідну різьбу.

Тримачі саморізів (рис. 4.13) — пристосування, за допомогою яких утримують саморізи під час їхнього вкручування. Тримачі приєднують до гвинтокрутів.

Щодо практичного застосування технічних даних із монтажу саморізів із шестигранною голівкою, то необхідно дотримуватися таких **правил з'єднання**:

• не використовувати для монтажу саморізів перфоратори та дрелі без регулювання обертів й обмежувача крутного моменту;

• під час закручування покрівельних саморізів для деревини оберти на шурупокрутці не повинні перевищувати 1800 об/хв, а саморізів для металу — не більше 1500 об/хв;

• укручувати саморізи потрібно тільки під кутом 90° до поверхні металу за допомогою магнітних насадок;

• відрегулювати зусилля затягування на шурупокрутці так, щоб кромки прокладки після монтажу виступали за кромки сталевий шайби приблизно на 0,5–1 мм;

• пошкодження саморіза неприпустимо, зокрема видалення його частини.

Правильність з'єднання деталей саморізами зображено на рис. 4.14.

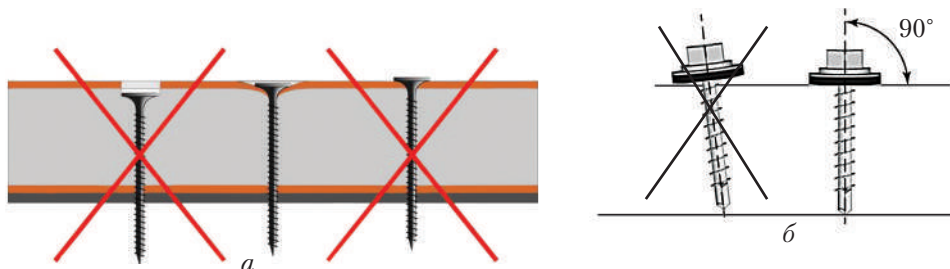


Рис. 4.14. Правильність з'єднання деталей:
а — саморізами для гіпсокартону; б — іншими видами саморізів

Запитання та завдання

1. Що таке саморіз?
2. Які саморізи називають «клопами»?
3. Чим відрізняються саморізи від шурупів?
4. Охарактеризуйте покрівельні саморізи.
5. Назвіть відмінності саморізів для деревини та для металу.
6. Яка будова саморізів?
7. З яких матеріалів виготовляють саморізи?
8. Назвіть види саморізів.

Розділ 5. АНКЕРНІ З'ЄДНАННЯ

5.1. Загальні відомості про анкери

Анкер (рис. 5.1) — кріпильний виріб, який різними способами закріплюють у несучій основі. Здебільшого це комбінований самостійний кріпильний елемент: разом зі здатністю закріплюватися в матеріалі основи він також утримує конструкцію.



Рис. 5.1. Анкерний болт із гайкою:

а — конструкція: 1 — різьбова частина, 2 — шестигранна гайка з напресованою шайбою або гайка в комплекті із шайбою, 3 — розтискна втулка, 4 — конусна частина, 5 — поздовжні прорізи; б — складові частини анкера: 1 — шпилька (болт), 2 — втулка, 3 — шайба

Анкер складається з двох основних частин: *нерозпірної*, яка не бере участі в закріпленні, і *розпірної* (робочої), яка змінює свої розміри під час утворення з'єднання. Також анкер може мати *манжету* — кайму навколо отвору, яка запобігає западанню анкера в отвір основи або закріплюваного матеріалу. Виготовляють анкери з металевих сплавів — латуні, нержавіючої сталі й алюмінію.

Технічні характеристики й несучу здатність анкерного болта з гайкою визначають особливості його конструкції, основним елементом якої є *шпилька*. На верхню різьбову частину шпильки накручують гайку, а її нижня частина має форму конуса.

Другим за значимістю елементом конструкції анкера є *втулка*, на бічній поверхні якої виконані поздовжні прорізи, що утворюють своєрідні пелюстки. Така втулка, встановлена на шпильку, не закриває тільки її верхню частину, на якій розміщена гайка.

Принцип, за яким працює анкерний болт із гайкою, досить простий. Під час закручування гайки, уміщеної в отвір анкерного болта, його шпилька втягується в отвір у втулці, розтуляючи своїм конусним кінцем пелюстки. Високу надійність фіксації такого кріплення в попередньо підготовленому отворі забезпечує і розтискна втулка. Щоб не допустити западання гайки в отвір, на різьбову частину анкерного болта обов'язково встановлюють стопорну шайбу. Основна особливість анкера в тому, що його конусна частина й стрижень становлять єдине ціле.

Розтискне зусилля створюють розклинюванням тіла анкера всередині отвору шляхом механічної дії на його тіло (наприклад, закручуючи стяжку гайку або забиваючи клиноподібне осердя, яке деформує внутрішню частину втулки анкера). Так само розтискне зусилля може бути створене за допомо-

гою хімічно тверднучого реагенту, який у рідкому стані міститься в скляній капсулі. І третій варіант установа анкера — з використанням інжекційної маси й армувальної сітки — сітки, яку заповнюють густою полімеризованою масою за допомогою інжектора.

Найбільшого поширення набули різні конструкції **розтискних анкерів**. Виокремлюють кілька видів анкерів, які можна встановлювати в різні матеріали. Найпростішими з них є *класичні анкери з клиноподібним осердям і розрізним порожнистим стрижнем*. У початковому стані осердя анкера висунуте й діаметр порожнистого стрижня збігається з діаметром отвору, який потрібно просвердлити в матеріалі. Після того як отвір буде просвердлений, у нього вводять стрижень анкера, за потреби трохи забиваючи його молотком. Потім затягують гвинт, який може мати гайку або потайну головку (у рамного анкерного болта). Під час затягування гвинта клиноподібне осердя рухається по каналу розрізного стрижня і розсовує врізнобіч ламелі, збільшуючи діаметр порожнистого стрижня, допоки не настане границя деформації матеріалу основи, у яку встановлюють анкер. Тепер будь-яке зусилля, спрямоване на те, щоб витягнути анкер із матеріалу, призведе лише до збільшення опору анкера цій силі.

Недоліком класичних анкерів із клиноподібним осердям є складність зворотного демонтажу, якщо анкер установили неправильно або потрібно замінити старий анкер новим через корозію всередині отвору. Щоб витягти анкер, потрібно послабити його кріплення, зняти прикріплену за його допомогою деталь, потім забити гвинтову частину всередину отвору та спробувати акуратно витягнути щипцями порожнистий стрижень, не витягуючи різьбове осердя.

Досконаліші моделі анкерного кріплення передбачають 2 етапи монтажу. На першому етапі просвердлюють стандартний отвір під обраний діаметр анкера, потім отвір продувають від пилу й вводять у нього анкер, що складається з клиноподібного осердя з гвинтовою частиною та порожнистою гільзою з ламелями, які мають твердосплавне напилення. Другий етап полягає в додатковому свердлінні за допомогою спеціального адаптера конусоподібної порожнини. Її утворюють, обертаючи всередині отвору ламелі з твердосплавним покриттям. Після цього анкер можна затягувати. Подібні анкери створюють набагато більше зусилля витягування, тому що додаткова конусоподібна поверхня всередині отвору дає можливість збільшити діаметр порожнистого циліндра анкера й підвищити допустиме навантаження.

Класичним прикладом анкерного болта є також *заставний фундаментний болт*, який закладають безпосередньо в рідкий бетон після його укладання. Фундаментний анкерний болт має різьбову частину й заставну частину, виконану як потовщення різної форми. Після застигання бетону заставний анкерний болт можна навантажувати (наприклад, до нього кріплять об'язку каркасного будинку або перший вінець споруди). Однак більш сучасними є *анкери з попереднім заповненням отвору полімерами*.

Якщо матеріали мають високу міцність (бетон, камінь, цегла) або настільки міцні, що не можуть бути схильні до деформації під час розширення порожнистого стрижня класичного анкера, використовують *хімічні анкери*.

У комплекті такого анкера є фігурний заставний стрижень із зовнішньою різьбовою частиною та скляна ампула з полімером у рідкому стані. Щоб установити хімічний анкер, потрібно просвердлити стандартний отвір відповідно до діаметра ампули, потім дуже ретельно видалити з отвору пил і ввести в нього ампулу. Отвір має бути суворо певної довжини, щоб наявного в ампулі полімеру вистачило на заповнення його об'єму.

5.2. Види анкерів і їхні особливості

Анкерний болт із гайкою (рис. 5.2, а; с. 36) широко застосовують для суцільних матеріалів (цегли, природного каменю) завдяки максимальній довжині розтискної зони й універсальності кріплення. Для захищення поверхні анкера від корозії всі його елементи виготовлені з нанесенням цинкового покриття.

Різновидом анкерного болта з гайкою є **дворозтискний анкер** (рис. 5.2, б; с. 36). Його конструктивна перевага — зовнішні розпірні втулки: першу розтискає внутрішній стрижень під час закручування гайки, другу — перша втулка. Завдяки цьому розтискання відбувається відразу у двох місцях, що збільшує несучу здатність дворозтискного анкера в 1,5–2 рази щодо звичайних.

Подібний до дворозтискного анкера **анкерний болт** (рис. 5.2, в; с. 36). Відмінним є лише стрижень — це болт із шестигранною головкою, а не шпилькою. Такі болти часто використовують для кріплення рекламних конструкцій, обладнання та в побуті для кріплення різних конструкцій і підвісних виробів.

Анкер клиновий, або **анкер-штилька** (рис. 5.2, г; с. 36), — це той самий анкерний болт із гайкою, тільки без втулки. Якщо в попередніх типах анкерів розтискання забезпечують саме за допомогою втулки з прорізами, то тут — завдяки рухомій муфті з поздовжніми прорізами й клиноподібній основі анкера. Під час закручування гайки муфта зміщується по стрижню в бік клиноподібної основи. Щоб сильніше затягувати гайку, то більшим буде зсув муфти і, відповідно, її розтискання. Матеріал основи — бетон, природний камінь без порот.

Анкерний болт розтискний (рис. 5.2, г; с. 36) використовують для кріплення консолей та перил, фіксації деталей до бетонних перегородок, а також під час прокладання кабелів.

Одноконусний анкер-штилька розтискного типу (рис. 5.2, д; с. 36) призначений для наскрізного монтажу в міцних порожнистих основах (бетон, натуральний камінь). Його використовують для кріплення сталевих балок, напрямних рейок, промислових дверей, а також опалубних, стелажних і фасадних систем.

Анкер-клин (рис. 5.2, е; с. 36) є найпростішим серед анкерів. Його закріплюють за допомогою штифта (клина), що входить у конструкцію. Для остаточного закріплення анкера потрібно після його встановлення в отвір забити молотком штифт, який у міру просування створюватиме розтискне зусилля через потовщений наконечник анкера. Цей анкер застосовують для монтажу легких конструкцій: підвісної стелі, профілів і нерознімного кріплення інших конструкцій із тонких листових матеріалів.



Рис. 5.2. Види анкерів:

а – анкерний болт із гайкою; *б* – дворозтискний анкер; *в* – анкерний болт; *г* – анкер клиновий, або анкер-шпилька; *р* – анкерний болт розтискний; *д* – одноконусний анкер-шпилька розтискного типу; *е* – анкер-клин; *є* – рамний анкер; *ж* – цвяховий анкер; *з* – клиновий сталевий анкер; *и* – анкер складаний пружинний «парасолька»; *і* – анкер Моллі; *ї* – анкер-шуруп; *й* – забивний анкер; *к* – латунний анкер; *л* – анкерний болт із кільцем; *м* – анкерний болт із гаком; *н* – анкерний болт із півкільцем; *о* – фундаментні анкерні болти

Рамний анкер (рис. 5.2, *є*) призначений для з'єднання рам вікон та інших конструкцій, має пластикову розтискну гільзу.

Цвяховий анкер (рис. 5.2, *ж*) виготовляють з оцинкованої, нержавіючої або корозієстійкої сталі. Застосовують для кріплення вогнетривких панелей,

вентиляційних систем, монтажних шин. Цвяховий анкер монтують ударним способом, що скорочує тривалість наскрізного монтажу. Після встановлення він автоматично фіксується під дією навантаження. Під час затягування конус анкера переміщається в розпірну втулку й розширює її, притискаючи до стінок просвердленого отвору.

Клиновий сталевий анкер (рис. 5.2, з) призначений для кріплення в газобетоні. Він має чотирипелюсткову гільзу, що запобігає прокручуванню анкера. Для його встановлення попередньо свердлять отвір, у який анкер закручують гайковим ключем. У процесі встановлення використовують спеціальний шестигранний ключ, який самостійно від'єднується за створення потрібного розтискання анкера. Такі анкери використовують для навішування важких предметів і в панелях перекриття.

Анкер складаний пружинний «парасолька» (рис. 5.2, u) застосовують для монтажу в піноблоки, порожнисту цеглу й гіпсокартонні плити.

Анкер Моллі, або болт Моллі, гвинт Моллі (рис. 5.2, i), — металевий анкер, призначений для кріплення до основ, що мають внутрішні пустоти й низьку несучу здатність (гіпсокартон, суха штукатурка, ДСП, порожнисті блоки тощо). Анкер обладнаний спеціальною цангою, яка, розкриваючись під час затягування гвинта (болта), щільно впирається в матеріал основи з внутрішнього боку. Зовнішній бік цанги має упорну юбку з одним або кількома шипами, які під час затягування входять у матеріал основи й запобігають прокручуванню цанги. Цанга може поставлятися окремо від гвинта (болта).

Анкер-шуруп, або анкерний шуруп (рис. 5.2, i), — різбовий кріпильний виріб, призначений для безпосереднього бездюбельного закручування в кам'яні матеріали. Його застосовують для кріплення в бетон, камінь, суцільну цеглу, мармур, а також для закручування в деревину. Головка буває шестигранна, напівкругла або заглиблена із шлицом, рідше — з внутрішнім шестигранником. Стрижень потовщений, різьба низька, однозахідна або двозахідна, кінець тупий або загострений. Анкер-шуруп із малою заглибленою головкою, який використовують для встановлення вікон, часто помилково називають *нагелем*. Залежно від розмірів анкер-шуруп закручують гайкокрутом або шурупокрутом. Під час закручування в просвердлений отвір кромки профілю різьби врізаються в бетон. Анкер-шурупи витримують великі навантаження на зріз і розрив.

Забивні анкери (сталеві), або **цанги** (рис. 5.2, й), замість гвинтів, болтів і шпильок мають метричну різьбу. Розтискне зусилля в них створює спеціальний клиноподібний елемент, що міститься всередині анкера, під час укрупчування в нього метричного кріплення. Забивні анкери використовують для надійного кріплення великовагових конструкцій.

Латунні анкери (рис. 5.2, к) дуже подібні до забивних, але мають конструкційну відмінність: розтискне зусилля в них створює елемент, що вкручується. Анкер має конусоподібну внутрішню поверхню з метричною різьбою. Завдяки такій конструкції в міру того, як кріплення вкручується в анкер, його пелюстки розкриваються, забезпечуючи розтискний тиск на стінки основи. Застосовують такі анкери в приміщеннях з високою вологістю, тому що латунь корозійно-

стійка. Спосіб їхнього встановлення такий самий, як і забивних анкерів, окрім того, що ці анкери не потрібно попередньо розклинювати.

На основі анкерного болта з гайкою створено ще кілька різновидів **анкерних болтів** — *із кільцем, півкільцем і гаком* (рис. 5.2, л–н; с. 36). Їх використовують, коли потрібно зацепити шнур, трос або мотузку, приєднати ланцюг до стінки, підвісити щось до стелі.

Фундаментні анкерні болти (рис. 5.2, о; с. 36) призначені для забезпечення надійного зчеплення стін будівлі з фундаментом. Їх зазвичай встановлюють двома способами: забиванням у попередньо висвердлений отвір і закладенням на етапі заливки фундаменту. Другий спосіб є надійнішим, але вимагає уважного підходу до монтажу, тому що потрібно враховувати не тільки відстань між анкерами та глибину їхнього залягання, а й точність встановлення щодо вертикальної осі. Крім того, ці анкери застосовують для кріплення верстатів до основ. Тут найголовніше — зняти навантаження з бетону, яке створює вібрація верстата. Таке кріплення має дещо іншу конструкцію, а монтують його на етапі заливки фундаменту як заставку або в просвердлені отвори.

5.3. Способи кріплення анкерів

Кріплення анкерів здійснюють за допомогою: *сили тертя* — анкер своїми стінками притискається до несучої основи; *різної форми анкера й отвору* в матеріалі основи — конусна частина анкера більша за вхідний отвір; *хімічним способом* — вільний простір між анкером та основою заповнюють рідким компонентом, що твердне.

Спосіб анкерування вибирають залежно від матеріалу основи. У міцних основах анкери утримуються силою тертя, а в пористих — за допомогою форми анкера. Це пояснюється тим, що суцільний бетон стійкий до руйнування і здатний витримувати високі напруження, тоді як пористий бетон схильний до руйнування. Анкер, зафіксований силами тертя, здатний сприймати прийнятне навантаження протягом 3000 годин. У разі фіксації анкера за допомогою його форми навантаження на основу зменшується.

Розрізняють **2 види монтажу анкерів**: *попередній*, коли анкер встановлюють у несучу основу на всю довжину, і *наскрізний*, коли частина анкера проходить через закріплювану конструкцію (анкер для цього виду монтажу має подовжену нерозпірну частину).

Є кілька нескладних **правил монтажу металевих анкерів**, дотримання яких дасть змогу забезпечити кріпильний елемент потрібним рівнем надійності та довговічності.

У конструкції, у якій потрібно виконати монтаж кріплення, свердлять отвір (рис. 5.3, а). Діаметр отвору має бути таким, щоб розтискна втулка входила в нього з деяким натягом. Для виконання цієї операції потрібні перфоратор і бур відповідного діаметра.

Щоб анкерний болт розтискного типу, оснащений гайкою, утворив надійне з'єднання, отвір, у який його встановлюють, треба ретельно очистити від будівельного пилу та шматочків стружки під час свердління матеріалу (рис. 5.3, б).

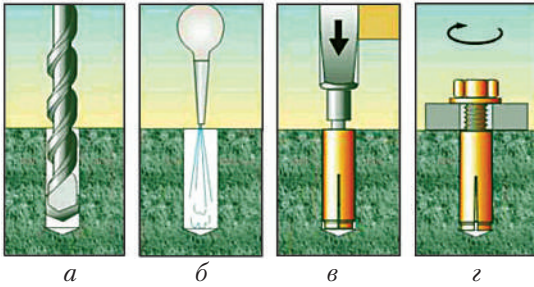


Рис. 5.3. Етапи встановлення анкерного болта: а – просвердлювання отвору; б – продування від пилу; в – установлення болта; г – фіксування кріпильного елемента

Після того як отвір підготовлено, встановлюють анкерний болт (рис. 5.3, в). Багато фахівців рекомендують монтувати анкерні болти разом із фіксованим предметом. На анкерному болті, установленому в отвір, затягують гайку – доти, поки розпірна втулка не розтиснеться до такого стану, щоб надійно зафіксувати кріпильний елемент. Потім, коли анкер надійно зафіксований в отворі, з нього потрібно скрутити гайку, залишивши його різьбовий кінець вільним (рис. 5.3, г).

Розміри анкерних болтів для бетону визначають за маркуванням. Наприклад, М8 10/35×90 розшифровують так: буквено-цифрове позначення М8 – діаметр різьби; цифра 10 – діаметр свердла для виконання порожнини в бетоні; цифра 35 – максимальна товщина матеріалу, що приєднується; цифра 90 – мінімальна глибина отвору для монтажу анкера.

Знаючи маркування анкерних болтів, нескладно підібрати кріплення для виконання конкретного завдання.

5.4. Хімічні анкери

Хімічні анкери – анкери, що утворюють зчеплення з матеріалом основи за допомогою сил *адгезії* та *когезії*, тобто взаємного прилипання двох різнорідних твердих тіл або частин того самого твердого тіла чи рідин під час їхнього контакту. Хімічні анкери застосовують для скріплення та фіксації будівельних матеріалів, виробів і конструкцій з різних матеріалів (бетону, цегли, каменю, деревини, сталі тощо). Таке кріплення здатне витримувати десятки тонн без виникнення напруження в матеріалі, у якому вони закріплені.

Хімічний анкер ін'єкційного типу призначений для кріплення в легких бетонах. Його виготовляють із цинко-алюмінієвого сплаву, але є і вироблені з безусадкового поліаміду. Незважаючи на відсутність розтискних зусиль, такий анкер забезпечує досить міцне кріплення. Його встановлюють за допомогою спеціального пристрою (рис. 5.4). Відмінною особливістю хімічного анкера є те, що несучу здатність кріплення забезпечують завдяки не його формі, а тверднучому ін'єкційному складу, яким заповнюють монтажний отвір. Навантажувати вузол з'єднання можна тільки після закінчення часу затвердіння хімічного складу (не менше 30 хв).



Рис. 5.4. Пристрій для з'єднання хімічним анкером ін'єкційного типу

Хімічні анкери складаються зі спеціального клейового складу та металевої кріпильної вставки-втулки з внутрішньою різьбою, шпильки чи арматурного стрижня, які виготовляють з оцинкованої або нержавіючої сталі різної міцності (рис. 5.5).

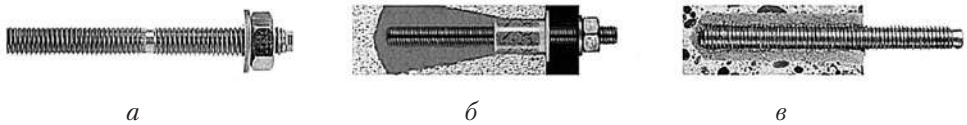


Рис. 5.5. Хімічний анкер і його використання:
а – шпилька з різьбою; б – анкерування в пористий бетон;
в – анкерування у важкий бетон

Анкерування здійснюють спеціальним хімічним складом – клеєм, який нагнітають у попередньо просвердлений отвір потрібного діаметра. Після полімеризації клей міцно з'єднує анкер і бетон. Хімічний склад у пропорціях компонентів клею є комерційною таємницею компанії-виробника. Загалом клей може містити такі компоненти: штучні смоли на основі поліуретану, поліефіру й акрилу; кварцовий пісок і в'язучі суміші (цемент) як наповнювач для забезпечення міцності клею та отверджувач.

Клеї для хімічних анкерів випускають двокомпонентними. Їх готують безпосередньо перед монтажем анкерів. Зазвичай клейовий склад продають або в ампулах під відповідний діаметр і глибину отвору (одна ампула під один отвір), або в картриджах і тубах різного об'єму, що мають два відсіки: в одному – клейовий склад, у другому – отверджувач.

Під час монтажу хімічного анкера за допомогою ампул у попередньо просвердлений отвір спочатку вставляють ампулу, а потім стрижень, який розчавлює ампулу з клейовим складом. Відбувається полімеризація клею, що забезпечує міцне з'єднання анкера й матеріалу конструкції.

Монтаж за допомогою картриджів і туб відбувається шляхом витиснення в посудину клею та отверджувача в потрібних пропорціях з одночасним перемішуванням, після чого суміш нагнітається в отвір під анкер.

Застосування хімічних анкерів має такі переваги: простота встановлення (не потрібно великого досвіду, виконують уручну) й широка сфера застосування; під час установа анкера в бетоні не виникають напруження розтягу; отвір під анкер після встановлення герметично закритий; анкер має високу міцність, витримує високі напруження розтягу (велика несуча здатність); клеїть хімічно, корозійно- й атмосферостійкі матеріали; один із різновидів анкерів придатний для встановлення на вологі поверхні й навіть для роботи під водою; висока довговічність (понад 50 років); багато фірм-виробників пропонують клеї, які не містять токсичного компонента (стиролу); коефіцієнт температурного розширення – у тих самих межах, що й матеріал конструкції, а це забезпечує спільну роботу з'єднання, без виникнення внутрішніх напружень.

До недоліків хімічних анкерів належать: висока вартість; короткий термін зберігання як відкритої упаковки спеціального клейового складу, так і закритої упаковки клею (до 12 міс.); тривалий час твердіння.

Швидкість твердіння клею залежить від температури. За температури 20 °С час твердіння становить 20–40 хв, за –5 °С твердіння триває 5–6 год, за більш низьких температур полімеризація (твердіння) практично не відбувається.

Запитання та завдання

1. Що таке *анкер*?
2. Назвіть основні види анкерів.
3. Охарактеризуйте застосування анкерів.
4. Що таке *хімічні анкери*?

Розділ 6. З'ЄДНУВАЛЬНІ ДЮБЕЛІ

6.1. Загальні відомості про дюбелі

Дюбель — кріпильний елемент для монтажу, з'єднання різних матеріалів з несучими основами, зведення теплоізоляційних та інших будівельних конструкцій. Їх установлюють у матеріал основи для вкручування, уклеювання або забивання в нього іншого кріпильного елемента (наприклад, шурупа, саморіза або цвяха).

У дюбеля, як і в саморіза, розрізняють дві основні частини: *нерозпірну*, яка не бере участі в закріпленні, і *розпірну* (робочу), яка під час монтажу змінює форму й розширюється, утискаючись в отвір у стіні. Саме робоча частина забезпечує надійне кріплення матеріалу до стін. Деякі моделі дюбеля мають *манжету* — кайму навколо отвору, яка не дає дюбелю западати в отвір основи або закріплюваного матеріалу. За формою манжета може бути потайною, округлою або циліндричною.

Розрізняють **2 способи кріплення дюбеля** в матеріалі: за допомогою *сили тиску* — дюбель своїми стінками притискається до основи та *різної форми дюбеля й отвору в основі* — задня частина дюбеля не поміщається в отвір.

Монтаж дюбеля, залежно від його конструкції, здійснюють забиванням або закручуванням. Типи монтажу дюбелів: *наскрізний з використанням дюбель-цвяха* (глухаря); *попередній* — дюбель установлюють в основу на всю довжину; *наскрізний* — частина дюбеля проходить крізь конструкцію, яку потрібно закріпити. Дюбель для цього типу монтажу має подовжену нерозпірну частину.

Залежно від матеріалу виготовлення дюбелі бувають (*рис. 6.1, а–г; с. 42*): *дерев'яні* (чопики або шканти), *пластмасові* (з поліпропілену, поліетилену або нейлону) й *металеві* (латунні, з вуглецевої або нержавіючої сталі та інших сплавів).

За матеріалом основи дюбелі поділяють на види: дюбель посередині — для суцільних матеріалів, по краях — зі збільшеною розпірною частиною для порожнистих і пористих матеріалів (*рис. 6.1, г; с. 42*); дюбелі для газобетону (*рис. 6.1, д; с. 42*); дюбелі із зовнішньою різьбою зі вставленою насадкою до шурупокрута (спеціальне свердло-викрутка) — для гіпсокартону (*рис. 6.1, е; с. 42*); універсальні дюбелі — для листових матеріалів (*рис. 6.1, є; с. 42*); дюбель-цвяхи з різьбою (*рис. 6.1, ж; с. 42*) — для кріплення предметів до щільних суцільних матеріалів, зокрема цегли, бетону, каменю; дюбель-цвяхи без різьби

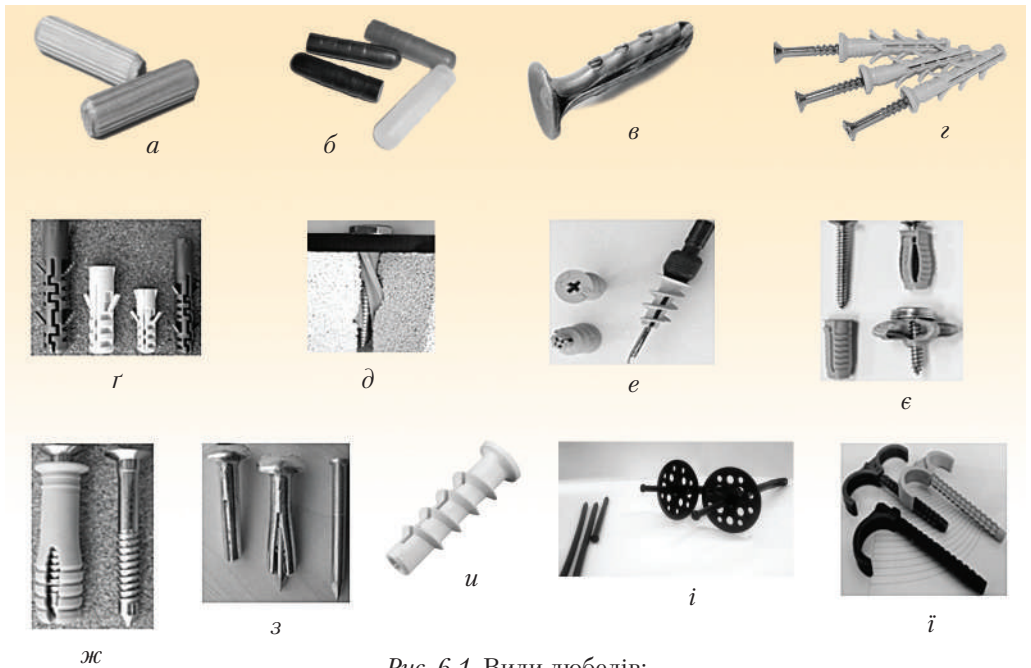


Рис. 6.1. Види дюбелів:

- а* – дерев’яні; *б* – пластмасові; *в* – дерев’яний із металевим корпусом;
г – пластмасові із шурупами; *р* – дюбелі посередині й по краях; *д* – для газобетону;
е – із зовнішньою різьбою; *є* – універсальний; *ж* – дюбель-цвях із різьбою;
з – дюбель-цвях без різьби; *и* – спіральний пластмасовий для піноблоків;
і – тарілчастий; *ї* – дюбель-гаки для монтажних робіт

(рис. 6.1, з); спеціальні (рис. 6.1, *и*); тарілчасті – дюбелі з головкою для кріплення теплоізоляції (рис. 6.1, *і*); дюбель-гаки для монтажних робіт (рис. 6.1, *ї*).

За сферою застосування дюбелі бувають: *рамні (фасадні)* – мають подовжену нерозпірну частину, використовують для наскрізного монтажу різних конструкцій; *для теплоізоляційних матеріалів* – вирізняються збільшеною манжетою (тарілкою), використовують для наскрізного монтажу; *меблеві*.

6.2. Види дюбелів і їхнє встановлення

Для кращого зчеплення дюбеля з основою отвір після просвердлювання потрібно очистити від стружки. Крім того, шуруп має трохи виходити за межі дюбеля до свого номінального діаметра, щоб уся розпірна частина брала участь у закріпленні.

Дюбель-цвяхи (рис. 6.1, *ж*, *з*) – пристосування для кріплення, яке поєднує в собі дюбель і цвях, тобто «два в одному». Дюбель виготовлений із пластмаси (поліпропілен або нейлон), а цвях – оцинкований шуруп із різьбою. Причому різьба зроблена так, щоб можна було його забити в дюбель. Після встановлення дюбель не підлягає демонтажу, а ось сам цвях (шуруп) можна витягти.

Дюбель-цвяхи набули широкого застосування серед будівельників. Їх використовують під час встановлення рам для вікон, коробок для дверей і металевих профілів.

Є два різновиди дюбель-цвяхів: *монтажний* (голий цвях без нейлону), його використовують разом із монтажним пістолетом і патронами; *дюбель-цвях* (крім цвяха з круговими насічками, має ще й пластмасовий дюбель із нейлону або поліпропілену з потайною манжетою). Використовувати такі дюбелі дуже зручно й просто — і дюбель, і цвях забивають молотком. Коли виникає потреба витягти цвях (шуруп), то його просто викручують викруткою.

Дюбель-цвяхи з поліпропілену використовують для швидкого встановлення, а з нейлону — для карнизів, віконних рам, під час монтажу на будівельний камінь, для дверних блоків тощо. Дюбель-цвяхи можуть мати грибоподібну, циліндричну або потайну головку.

Рамні (фасадні) дюбелі (рис. 6.2) складаються з довгого дюбеля та довгого саморіза, який може мати шестигранну головку. Їх застосовують для кріплення вікон, дверей, різних дерев'яних і металевих конструкцій тощо.



Рис. 6.2. Рамні (фасадні) дюбелі

Забивні дюбелі для піноблоків (рис. 6.3, а) — найпростіший пластмасовий забивний варіант зі спеціальною геометрією, яка забезпечує щільну посадку в пористому бетоні й витримує навантаження до 90 кг. Дюбель здатний сприймати навантаження відразу після встановлення. За допомогою таких дюбелів можна монтувати підвісні стелі, вішати полиці, закріплювати труби.



Рис. 6.3. Забивні та різьбовий дюбелі:

а — пластмасовий для піноблоків; б — латунний типу «ялинка»; в — різьбовий

Забивні дюбелі типу «ялинка» (рис. 6.3, б) виготовляють із латуні або оцинкованої сталі. Їх застосовують в основному для кріплення інженерних комунікацій. Під час укручування в нього шурупа стінки дюбеля розширюються, зовнішні зубці входять у бетон, тим самим забезпечуючи надійну фіксацію.

Різьбові дюбелі (рис. 6.3, в) призначені для кріплення в легких бетонах. Їх виготовляють із цинк-алюмінієвого сплаву або безусадкового поліаміду, а установлюють за допомогою спеціального інструменту. Незважаючи на відсутність розтискних зусиль, такі дюбелі забезпечують досить міцне кріплення.

Тарілчасті дюбелі (див. рис. 6.1, і) призначені для кріплення м'яких і твердих ізоляційних матеріалів у формі плит і смуг, зроблених із мінеральної вати, скловати, полістиролу, пінопласту та інших утеплювальних і звукоізолювальних матеріалів. Матеріалами основи можуть бути бетон, суцільна й порожниста цегла, пінобетон і деревина, а розтискними елементами — металеві цвяхи або пластмасові елементи.

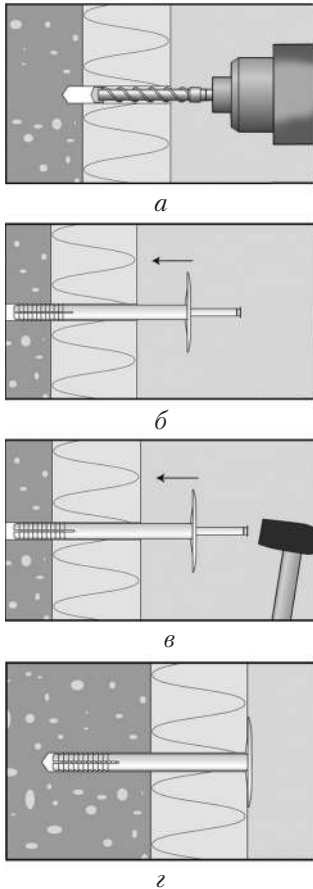


Рис. 6.4. Послідовність встановлення тарілчастого дюбеля

Перед початком монтажу тарілчастих дюбелів розмічають місця їхнього встановлення. Потім у матеріалі основи (стіни) через теплоізоляційний матеріал просвердлюють отвір діаметром 10 мм (рис. 6.4, а). Глибина свердління має дорівнювати довжині дюбеля плюс 5–10 мм. Розраховуючи глибину свердління, зважають на товщину прикріплюваного матеріалу.

Після цього тарілчастий дюбель встановлюють в отвір і втискають доти, поки його головка не дотикатиметься до ізоляційного матеріалу, без використання металевого молотка (рис. 6.4, б). У дюбель уставляють цвях або пластмасовий розпірний елемент (рис. 6.4, в) і забивають молотком для остаточної фіксації в матеріалі основи (стіни). Насамкінець закривають теплоізоляційний шар (рис. 6.4, г).

6.3. З'єднання дюбель-гаками

Дюбель-гаки використовують під час виконання ремонтних і будівельних робіт. Ними з'єднують між собою або з основою конструкції різні матеріали — гіпсокартон, метал, деревину, пластмасу.

Такий кріпильний гак виготовляють у формі циліндричного стрижня, що складається з двох частин — розпірної та нерозпірної. Розпірний елемент під час монтажу розширюється в отворі — саме ця частина стрижня забезпечує надійну фіксацію та кріплення. Нерозпірна частина не змінює свою форму. Цьому виду кріплення виробів властиві надійність, тривалий термін експлуатації, міцність і зносостійкість, забезпечення міцного та стійкого з'єднання між елементами кріплення.

Для виготовлення дюбель-гаків використовують **полімерні матеріали**:

нейлон (поліамід) — один із найбільш жорстких і міцних матеріалів, стійкий до деформації та вібрації, зносостійкий. Недоліком поліаміду є те, що кріплення, виготовлене з нього, не рекомендовано застосовувати в морозну або дощову погоду;

поліетилен — в'язкий матеріал, якість і властивості якого зберігаються навіть в умовах деформації, морозостійкий, проте термін експлуатації порівняно малий;

поліпропілен — стійкий до високих температур, твердий та надійний матеріал, якісніший за поліетилен, але з часом розклеюється.

Однак найвищі технічні параметри з-поміж матеріалів, з яких виготовляють дюбель-гаки, має метал. Для виготовлення таких дюбелів використовують нержавіючу або оцинковану сталь. Металеві дюбель-гаки мають велику

перевагу над аналогами завдяки своїй здатності витримувати дуже великі навантаження.

Залежно від призначення розрізняють такі **види дюбель-гаків**:

пружинний (рис. 6.5, а) — для з'єднання легких конструкцій із гіпсокартонними або деревостружковими плитами, а також із будь-яким іншим порожнистим будівельним матеріалом;

подвійний та *одинарний* (рис. 6.5, б, в) — для кріплення трубопроводів;

розпирний (рис. 6.5, г) — для з'єднання легких конструкцій із бетонною, цегляною або кам'яною основою;

з прямим гаком (рис. 6.5, г) — для кріплення до стіни обладнання, на зворотному боці якого є спеціальні скоби (наприклад, водонагрівальних агрегатів до стіни);

півкільцевий (рис. 6.5, д) — завдяки сталевому оцинкованому півкільцю використовують для кріплення під час роботи із щільними матеріалами, суцільною силікатною та керамічною цеглою, гіпсовою плитою, бетоном, натуральним і штучним каменем.

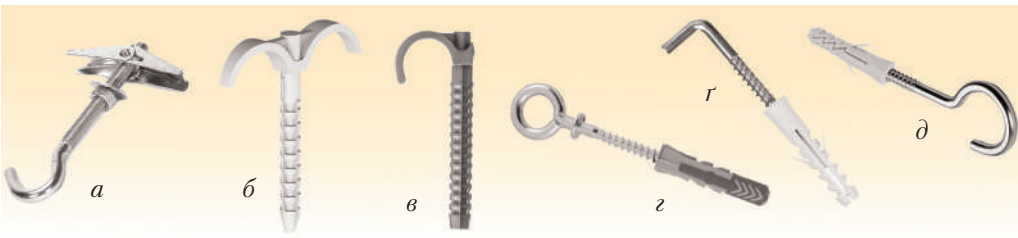


Рис. 6.5. Види дюбель-гаків:

а — пружинний; б — подвійний; в — одинарний; г — розпирний;
г — з прямим гаком; д — півкільцевий

Сфери застосування дюбель-гаків: кріплення водонагрівальних та опалювальних приладів до стін практично з будь-якого матеріалу (крім металу); монтаж трубопроводів (за допомогою цих дюбелів труби фіксують на певній висоті від підлоги й на потрібній відстані від стін); монтаж сантехнічного устаткування; монтаж електричної проводки й установлення приладів освітлення (наприклад, для підвішування світильників на стелі).

Монтаж дюбель-гаків здійснюють поетапно. Для цього треба:

- підготувати потрібний інструмент, а саме: електричний дріль, свердло, ізоляційну стрічку, молоток;
- позначити на поверхні місце встановлення кріплення;
- зробити невелике заглиблення на мітці, скориставшись кернером, ножем або цвяхом;
- установити в електричний дріль свердло залежно від матеріалу поверхні (для бетону або деревини) і діаметра кріпильної деталі;
- просвердлити в позначеному місці отвір під дюбель-гак (глибина отвору має бути трохи більшою, ніж довжина самого дюбеля);
- установити дюбель-гак у заглиблення та закрутити за допомогою гака до упору (рис. 6.6, а–в; с. 46).

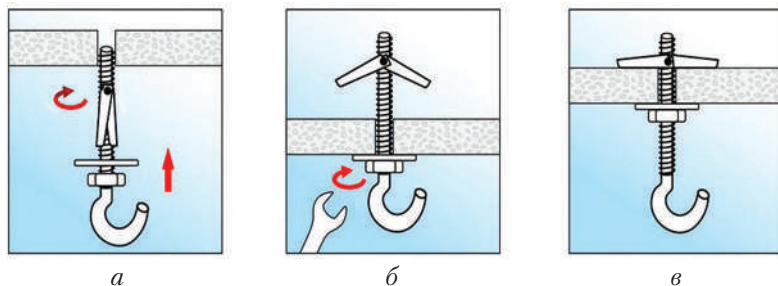


Рис. 6.6. Послідовність монтажу дюбель-гаків



Рис. 6.7. Дюбель-центри

Дуже важливо правильно експлуатувати кріплення в подальшому, зважаючи на його граничні паспортні характеристики.

Дюбель-центри (рис. 6.7) використовують для точного вирівнювання з'єднаних деталей і правильного розміщення дюбелів. Їх виготовляють зі сталі, використовують для м'якої і твердої деревини. Дюбель-центри бувають тверді (суцільні) й порожнисті. У просвердлений отвір однієї деталі вставляють дюбель-центр, прикладають другу деталь і стискають з'єднання разом. Вершина на дюбельному центрі залишить ум'ятину (заглибину) і точно позначить місце отвору на деталі, що приєднується.

Запитання та завдання

1. Для чого призначені дюбелі?
2. З яких частин складається дюбель?
3. Охарактеризуйте способи монтажу залежно від конструкції дюбеля.
4. Які є види дюбелів?
5. Для чого призначені дюбель-центри?

Розділ 7. З'ЄДНАННЯ ШКАНТАМИ (НАГЕЛЯМИ)

7.1. Види шкантів

Шкант — кріпильний виріб, що має форму циліндричного стрижня (або фасонні) з фасками або закругленими кінцями. Шкант у професійному сленгу може мати назви, які не вживають у технічній документації: *чопик* — для визначення шканта, виготовленого кустарним способом; *нагель (цвях)* — у разі використання шканта як дерев'яного цвяха, який забивають у попередньо просвердлений отвір уже відпозиціонованих (відповідно розташованих) деталей; *дюбель* — для вкручування саморізів і шурупів.

Залежно від матеріалу виготовлення шканти бувають дерев'яні, металеві та пластмасові. **Дерев'яні шканти** (рис. 7.1, а) використовують у виробництві меблів для позиціонування та з'єднання між собою деталей із ДСП, фанери, суцільної деревини та інших матеріалів. Для забезпечення більш



Рис. 7.1. Шканти: а – дерев'яні; б – металеві; в – пластмасові

жорсткого з'єднання, здатного протидіяти великим навантаженням, використовують **металеві шканти** (рис. 7.1, б). Основна сфера застосування **пластмасових шкантив** (рис. 7.1, в) – з'єднання деталей збірно-розбірних корпусних щитових меблів та інших конструкцій.

У масовому виробництві дерев'яні шканти виготовляють із твердолистяних порід деревини на універсальних деревообробних або на спеціалізованих шкантинарізних верстатах. У невеликих кількостях (наприклад, під час реставрації меблів, коли потрібні дерев'яні шканти різних параметрів) їх виготовляють калібруванням колотих заготовок крізь металевий шаблон.

Пластмасові шканти виготовляють литтям із міцної пластмаси.

Дерев'яні й металеві шканти бувають з гладкою поверхнею (рис. 7.2, з, є) або з поздовжніми пазами на бічній поверхні, їх називають **рифлі**. Деякі види пластмасових шкантив мають на бічних поверхнях підвищену шорсткість (так звані «Йоржі»). Рифлі слугують для виходу повітря під час установа шкантив у деталь, а також для проходження та кращого зчеплення клею у з'єднанні «на шканти». «Йоржі» шканта запобігають його випаданню із з'єднаних деталей.

Залежно від призначення шкантив на їхні бічні поверхні наносять рифлі: прямі (рис. 7.2, а) – рифлення шкантив універсального призначення; гвинтові (рис. 7.2, б) – рифлення шкантив, призначених для клейового з'єднання; складні (рис. 7.2, в) – для посиленого клейового з'єднання; гладкі (рис. 7.2, з) – для безклеювого з'єднання; поперечні (рис. 7.2, г, д) – додаткове рифлення для шкантив, призначених для посиленого клейового з'єднання.

Шканти можуть бути різного перерізу (рис. 7.3, а–д; с. 48). Пластинчасті, квадратні, прямокутні та круглі шканти щільно затискаються в деревині й запобігають зсуву окремих елементів конструкцій один щодо одного. Шканти шестигранного або зірчастого перерізу (шканти-метелики) використовують



Рис. 7.2. Види бічних поверхонь шкантив:

а – прямі дерев'яні; б – гвинтові дерев'яні; в – складні гвинтові дерев'яні;
 з – гладкі дерев'яні; г – складні поперечні пластмасові; д – поперечні різні металеві;
 е – гладкі нерознімні металеві; є – гладкі металеві

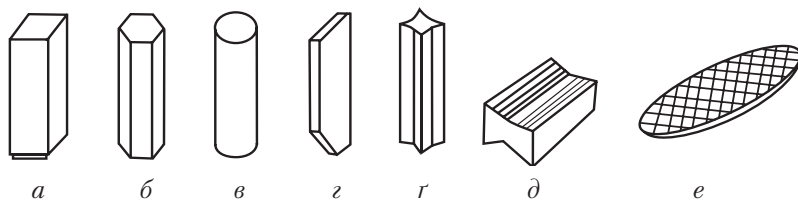


Рис. 7.3. Шканти (нагелі) різного перерізу:

- a* – дерев’яний квадратного перерізу; *б* – дерев’яний шестигранного перерізу;
в – дерев’яний круглого перерізу або металевий; *г* – дерев’яний пластинчастий;
г – металевий хрестоподібного перерізу; *д* – шканти-метелик;
е – ламель дерев’яний (шканти-рибка)

рідко. Є ще плоский шканти, який частіше називають **ламель** (рис. 7.3, *е*). Його кріплять також за допомогою спеціально зроблених пазів на клей. Отвори роблять не дрилем, а спеціальною фрезою. Ламель використовують тоді, коли потрібно запобігти скручуванню деталей щодо осі шканти.

Для забезпечення жорсткого з’єднання, здатного протистояти великим навантаженням, потрібний матеріал більш міцний, ніж дерев’яні шканти. Під час будівництва стін великих споруд для скріплення колод і бетонних конструкцій використовують металеві шканти (див. рис. 7.2, *д–е*).

Металеві шканти (нагелі) мають більше видів за розмірами та формами залежно від призначення: *порожнисті усередині* – прутки круглого перерізу, подібні за формою до дерев’яних шкантив, але меншого діаметра; *пластинчасті* – призначені для кріплення відразу кількох деталей; *прутки шестигранного або зірчастого перерізу* (шканти-метелики) – кріплення спеціального призначення; *підпружинені глухарі* –



a



б

Рис. 7.4. Металеві шканти:

- a* – пружинний;
б – безпружинний

вид оцинкованих саморізів діаметром 10 мм, завдовжки від 20 до 28 см, конструкція кріплень передбачає використання затиснутих шайбами пружин, завдяки чому елементи витримують навантаження в місцях з’єднань понад 150 кг/см².

Часто як шканти (нагелі) застосовують звичайні відрізки арматури або труб діаметром 10–12 мм.

Металева кріплення більш міцне та довговічне й перешкоджає викривленню з’єднаних деталей, не випадає з просвердлених отворів. Недоліком металевих шкантив є занадто жорстке кріплення. Через це з часом бруси й колоди можуть підвисати, між ними утворюються щілини. Залізні рифлені шканти нерідко розщеплюють і псують поверхню деревини, різна теплопровідність металу й деревини призводить до накопичення конденсату.

Верхні деталі з’єднань іноді «не відчувають» навантажень і також можуть підвисати. Щоб цього не сталося, верхні деталі складають на пружинних (рис. 7.4, *a*) і безпружинних (рис. 7.4, *б*) шкантах. Укручуючи шканти

через наскрізний отвір верхньої деталі в нижню, їх притягують одну до одної, а пружина стягує їх ще сильніше й не дає розходитися. Недоліком такого з'єднання є наявність металу в деревині, що призводить до іржавіння шканта й появи гнилі в дерев'яній конструкції.

7.2. Складання деталей меблів шкантами

Для з'єднання деталей меблів шкантами потрібні отвори. Їх виконують за допомогою свердла відповідного діаметра шканта. Діаметр отворів має становити 0,4 товщини деталі. Глибина отвору дорівнює половині довжини шканта із запасом у 2–3 мм.

Поверхні з'єднаних деталей щільно підганяють одну до одної, а отвори під шканти розміщують співвісно — навпроти один одного.

Для точного розмічання використовують спеціальний металевий маркер — *шкантирозмічальник*. Спочатку свердлять отвори під шканти на одній деталі. Потім вставляють в отвори маркери загостреним кінцем уверх, накладають зверху другу деталь і щільно притискають. На другій деталі утвориться мітка, у якій свердлять отвір. Для підвищення точності розмічання та свердління отворів використовують спеціальні шаблони й кондуктори-шкантовачі (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Розмічальні пристрої:
а — спеціальний шаблон; б — кондуктор-шкантовач

Після свердління шканти спочатку змащують клеєм, потім уставляють їх в отвори й притискають вантажем на час висихання клею.

Квадратні, плоскі та фігурні шканти вставляють в отвір і забивають молотком. Верх шкантів має заглибитися на 2–3 см в деревину. Від торця деталей потрібно робити відступ приблизно 20–30 см. Вологість шкантів й основного матеріалу має бути однаковою.

Запитання та завдання

1. Що називають *шкантом*?
2. Які є види рифлення поверхні шкантів?
3. Якого перерізу бувають шканти?
4. Охарактеризуйте послідовність з'єднання деталей шкантами.

Розділ 8. З'ЄДНАННЯ ХОМУТАМИ

8.1. Види та класифікація хомутів

Хомут — з'єднувальний елемент (скоба), який застосовують для кріплення і герметизації з'єднань шлангів, патрубків та інших жорстких і гнучких трубопроводів, кабелів тощо. Хомути для кріплення використовують у роботі практично з усіма видами труб — як гнучкими, так і жорсткими. Також трубний хомут застосовують під час монтажу каналізаційних і газових труб. Нині хомути мають велику кількість конфігурацій (рис. 8.1). Відмінними ознаками моделей є форма, метод фіксації, матеріали тощо.

За призначенням розрізняють хомути: металеві трубні, для сталевих труб, швидкознімні, універсальні, сантехнічні, кріпильні (з накладками зі сталі з гумою), ремонтні, будівельні, монтажні та хомути-стяжки пластмасові.

За виконанням хомути бувають: *рознімні* і *нерознімні*; *спіральні* — для армованих шлангів із виступною назовні спіраллю; *спеціальні* — для армованих і товстостінних шлангів, дюритових шлангів гідро- й пневматичних систем машин, дренажних насосів; *силові* — стрічка й замок зварені або склепані в єдину конструкцію, що забезпечує витримування значних зусиль (тиску); *дротяні* — для товстостінних шлангів і з'єднань за експлуатації в умовах високої вібрації; *черв'ячні* — стрічкові хомути із черв'ячним гвинтом, що передає зусилля затягування черв'ячним механізмом; розрізняють просічні, накатні та штамповані хомути для різних діаметрів і матеріалу труб; *трубні* — для кріплення труб до стін, несучих конструкцій; *пружинні* — два кільця, виготовлені з пружинної сталі, для кріплення еластичних патрубків в охолоджувальних й опалювальних системах; завдяки пружності не потребують підтягування й автоматично компенсують теплове розширення труби; *кабельні* (кабельні стяжки)

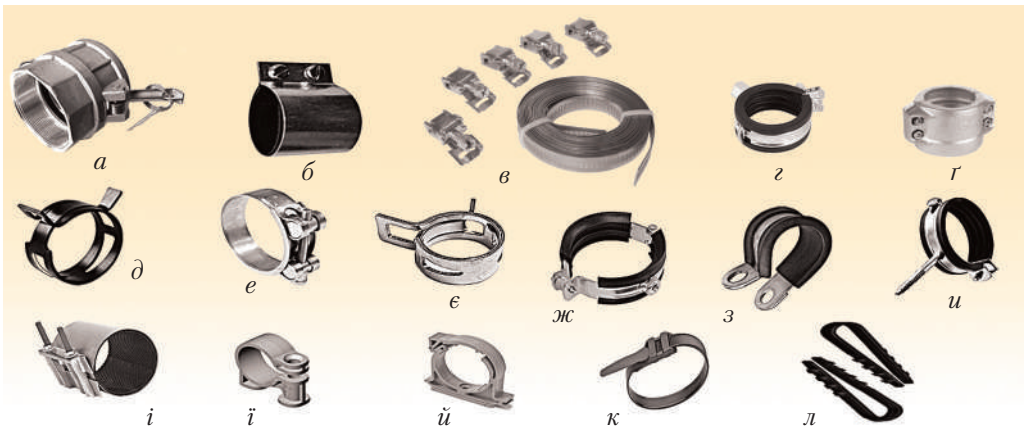


Рис. 8.1. Види хомутів:

- а — швидкознімний; б — ремонтний; в — стрічковий; г — із замками; ґ — обтискний; д — пружинний; е — силовий; є — пружинний сталевий; ж — трубний із гвинтом; з — R-хомут трубний; и — сантехнічний; і — обтискний із гумовою прокладкою; ї, й — пластмасові; к — для пильників автомобіля; л — дюбель-хомути

— відрізняються за розмірами (довжиною і шириною), кольоровою гамою та матеріалом виготовлення, а отже, і за максимальним навантаженням, яке вони здатні витримати. Також є хомути *стяжні, стрічкові, врізні, подвійні, затискні, гнучкі та поворотні*.

За матеріалом виготовлення хомути бувають: *сталеві* — оцинковані, з нержавіючої сталі; *металогумові* — оцинковані й нержавіючі з гумовою прокладкою; *пластмасові* (нейлонові) — призначені для збирання кількох електричних проводів, кабелів в один джгут, а також кріплення зібраних джгутів на конструкціях.

Металевий хомут має набагато більший запас міцності, ніж пластмасовий, тому його вважають універсальним і застосовують практично для будь-яких типів трубних з'єднань. Пластмасові хомути використовують як для жорсткого типу фіксації трубного з'єднання, так і для рухомого (завдяки своїм особливостям вони забезпечують відносну рухливість труб у з'єднанні).

Нержавіючі хомути застосовують для механізмів і гнучких шлангів, що працюють у вологих середовищах. Разом з тим потрібно пам'ятати про електрохімічну корозію нержавіючої сталі з різними металами. А отже, конструкція з оцинкованим гвинтом і замком може спричинити інтенсивну корозію та руйнування, що для відповідальних вузлів матиме дуже сумні наслідки.

8.2. Монтаж, обмеження та характерні особливості хомутів

Основними технічними характеристиками, за якими розрізняють кріплення хомутами, є розмір, товщина та ширина, робоче й руйнівне навантаження і маса хомутів.

Розмір — це, мабуть, першорядний параметр, оскільки саме він визначає діаметр труби, яка може бути закріплена за допомогою хомути.

Для монтажу потрібні такі інструменти та пристосування: рулетка або інший досить довгий вимірювач, дріль, будівельний рівень, олівець або маркер, викрутка й молоток.

Найважливіше завдання під час монтажу — правильний вибір кроку встановлення хомутів і їхній розмір. Розрахунок кількості хомутів можна робити як за кресленням, так і вручну на місці.

Наявність різних способів кріплення зумовлена тим, що хомути використовують для різних цілей.

Установлення хомути на сталеву трубу допускається навіть за наявності корозії та невеликих тріщин. Особливо вони незамінні в разі виникнення переломів трубопроводу. Хомути встановлюють на будь-які типи трубопроводів (залізобетонні, чавунні, поліпропіленові, сталеві) і навіть на мідні труби, завдяки цьому не потрібно виконувати зварювальні роботи.

Обмеження, пов'язане з можливістю використання хомутів, у цілому одне — їх практично не встановлюють на хрестовинні стики або там, де трубопровід має викривлення. Застосування їх на такій ділянці неефективне.

Головна відмінність хомутів від, наприклад, фітингів або будь-яких інших складових частин трубопроводу — монтаж уже по завершенні складання всієї конструкції.

Хомути мають важливу експлуатаційну властивість, яка багато в чому зумовила їхнє використання саме під час монтажу трубопроводів. Певні типи виробів, незважаючи на поперечне зміщення труби, допускають поздовжній рух. Таке лінійне розширення є невід’ємною частиною експлуатації трубопроводів, завдяки чому хомут реагує на перепади температури мережі без загрози пошкодження цілісності конструкції.

Запитання та завдання

1. Що таке хомут?
2. Назвіть види хомутів за призначенням.
3. З яких матеріалів виготовляють хомути?

Розділ 9. ШПОНКОВІ З’ЄДНАННЯ

9.1. Загальні відомості про шпонкові з’єднання

Шпонковими називають з’єднання, призначені для закріплення на валах і осях зубчастих коліс, зірочок, шківів та інших деталей за допомогою шпонок для передавання крутного моменту від вала до маточини насадженої деталі або навпаки. Крім того, шпонками на валу фіксують розміщення деталей в осьовому напрямку.

Шпонка — це деталь, яку вставляють у пазах вала й насадженої на нього деталі. За характером роботи розрізняють *ненапружені* (призматичні й сегментні) і *напружені* (клинові й тангенціальні) *шпонки*, а також *нерухомі* і *рухомі шпонкові з’єднання*.

Шпонкові з’єднання прості й зручні для складання та розбирання. Їхнім недоліком є те, що шпонкові пази послаблюють переріз деталей і зменшують жорсткість під час кручення, а це може призвести до руйнування деталей.

Призматичні шпонки (рис. 9.1, а) бувають звичайні та високі з округленими або плоскими кінцями. Вони призначені для нерухомих з’єднань маточин з валами й забезпечують добре центрування вала із спряжуваними деталями. Призматичні шпонки встановлюють у пазах із натягом по бокових (вузьких) сторонах і з обов’язковим зазором між широкими гранями шпонки та дном паза маточини, тобто в них має бути радіальний зазор. У перерізі вони мають форму прямокутника із взаємно паралельними протилежними гранями. Крутний момент передають бокові грані.

Сегментні шпонки (рис. 9.1, б) використовують тільки для нерухомих з’єднань. Вони, як і призматичні, передають крутний момент боковими гранями. Перевагою сегментних шпонок є простота виготовлення, а недоліком — необхідність виготовлення глибоких пазів у валах, що знижує їхню міцність. Тому сегментні шпонки використовують для передавання невеликих крутних моментів. За потреби на валу встановлюють дві або більше сегментних шпонок.

Напрявні шпонки (рис. 9.1, г) — це призматичні шпонки, які використовують у рухомих з’єднаннях для переміщення охопленої (зовнішньої) деталі вздовж вала. Їх кріплять за допомогою гвинтів. Під час з’єднання шпонку вставляють у паз із менш щільною посадкою, але з додатковим

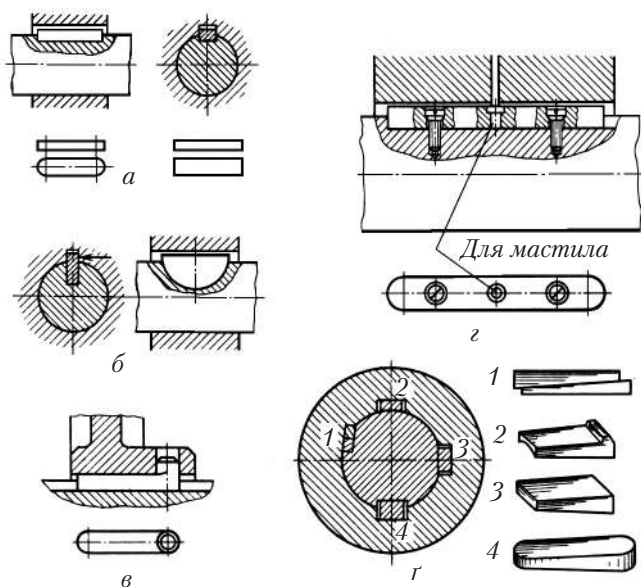


Рис. 9.1. Види шпонок:

a – призматичні із заокругленими та прямими торцями; *б* – сегментні;
в – ковзні; *г* – напрямні; *г* – клинові: 1 – тангенціальні, 2 – з головкою,
 3 – з плоскими торцями, 4 – з круглими торцями

кріпленням гвинтом, а в пазу охопленої деталі роблять вільну посадку (для переміщення).

Ковзні шпонки (рис. 9.1, *в*) використовують замість напрямних, коли потрібно перемістити охоплену деталь уздовж вала на значну відстань. Такі шпонки рухаються разом із цими деталями й з'єднуються між собою за допомогою спеціального виступу циліндричної форми.

Клинові шпонки (рис. 9.1, *г*) – це клин із нахилом 1 : 100, який запресовують між валом і маточиною. Вони мають прямокутний переріз і широкі робочі грані. Для звичайних клинових шпонок на валу роблять паз без нахилу, а на маточині – нахил щодо осі. Клинові шпонки використовують для складання вузлів, які не вимагають високої точності, оскільки вони зміщують вісь маточини щодо осі вала й у разі короткої маточини можуть спричинити перекоси з'єднання. Залежно від виду посадкового місця на валу (паз або лиска) з'єднання називають *врізним* або *клиновим на лисці*.

Врізні шпонки встановлюють у пази вала й маточини. Такі шпонки забезпечують передавання значних крутних моментів і надійність з'єднання, але знижують міцність вала на 6–10 %.

Шпонки на лисці встановлюють на спеціальний зріз (*лиска*), виконаний на валу. Такі шпонки значно гірше утримують маточину з валом, але лиска менше послаблює вал.

Фрикційні шпонки мають сферичну опорну поверхню, яка відповідає діаметру вала. Їх використовують у приладобудуванні. Такі шпонки не можуть передавати значні крутні моменти, хоча міцність вала не знижується.

Тангенціальні шпонки (рис. 9.1, г, поз. 1; с. 53) складаються з двох клинів із нахилом 1 : 100, які мають загальний поперечний переріз у формі прямокутника. Кліни встановлюють назустріч один одному в паз вала, забезпечуючи передавання крутного моменту тільки в один бік. За потреби реверсивного руху встановлюють дві шпонки під кутом 120°, які передають значні крутні моменти, але знижують міцність вала. Є два виконання тангенціальних шпонок: нормальні (для діаметрів 60–100 мм) і підсилені (для діаметрів 100–1000 мм).

9.2. Складання шпонкових з'єднань

Шпонкове з'єднання складається з вала (осі), зовнішньої деталі (маточини) і шпонки. Під час складання шпонкових з'єднань важливо дотримуватися посадок у спряженні шпонки з валом і маточиною. Основною причиною порушення правильності розподілу навантаження та зминання або руйнування шпонки є збільшення зазору в з'єднанні. Зміщення осей шпонкових пазів призводить до неправильного розміщення шпонки й незбігу бокових поверхонь пазів. Це утруднює складання через деформацію стінок паза й перекіс маточини на валу.

З'єднання з призматичними шпонками виконують у такій послідовності:

- знімають задирки й зачищають гострі грані шпонок і пазів;
- приганяють шпонку за пазом вала;
- приганяють шпонковий паз маточини за шпонкою;
- встановлюють шпонку в паз вала за допомогою мідного молотка, струбцин або під пресом;
- перевіряють відсутність бокового зазору між пазом і шпонкою за допомогою щупа;
- перевіряють наявність радіального зазору між маточиною і шпонкою за допомогою щупа (розмір зазору стандартизований). Коли неможливо перевірити радіальний паз, до складання треба детально перевірити розміри пазів вала й маточини за допомогою шаблонів.

Призматичні шпонки вставляють без зазору по бокових гранях. У зібраному з'єднанні між верхньою гранню шпонки й основою паза маточини має бути зазор (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Залежність діаметра вала й зазору між поверхнями шпонки та паза

Діаметр вала, мм	25–90	90–170	Понад 170
Зазор, мм	0,3	0,4	0,5

З'єднання призматичними шпонками буде ненапруженим і може передавати тільки крутний момент, але не осьові сили.

З'єднання з клиновими шпонками не забезпечують високої точності складання. Клинові шпонки запресовують (забивають) у пази вала й маточини молотком через м'яку прокладку. Під час складання потрібно стежити за тим, щоб шпонка щільно прилягала до дна (основи) паза вала й маточини та мала зазори на своїх бокових гранях. Розміри цих зазорів наведено в таблиці 9.2.

Залежність зазору між пазом і шпонкою від номінальних розмірів шпонок

Номінальні розміри шпонок, мм		Зазор, мм
Ширина	Висота	
12–18	5–11	0,35
20–28	8–16	0,4
32–50	11–28	0,5
60–100	32–50	0,6

Клинові шпонки створюють напружене з'єднання, яке може передавати не тільки крутний момент, а й осеві сили. Кути нахилу на робочій поверхні шпонки й у пазу маточини мають збігатися, бо інакше деталь розміщуватиметься на валу з перекосом. Точність посадки й відсутність зазору між дном паза маточини та поверхнею шпонки перевіряють щупом з обох боків маточини. Наявність зазору вказує на незбіг кута нахилу шпонки з нахилом паза в маточині. За механічної обробки паза маточини не завжди можливо забезпечити точність посадки, тому під час складання доводиться припилювати або шабрувати паз.

З'єднання з тангенціальними й сегментними шпонками виконують так само, як і з клиновими.

Пригінку та контроль шпонкових з'єднань здійснюють в умовах одиничного й дрібносерійного виробництва, коли до з'єднання ставлять вимоги підвищеної точності.

Технологія пригінки:

- установлюють вал у призмах на плиті горизонтально;
- шабрують бокові стінки паза, стежачи за тим, щоб вони були паралельні до його осі (допускається відхилення від паралельності не більше 0,01 мм на 200 мм довжини паза);
- перевіряють паралельність стінок паза індикатором, а його ширину — калібром;
- перевіряють висоту виступної частини шпонки за допомогою мікрометричної головки й мостика, а взаємне розміщення шпонок на валу контролюють індикатором.

Особливу увагу приділяють точності центрування шпонкового з'єднання та щільності посадки на валу маточини.

Витягування шпонок із пазів вала й маточини виконують м'якими вибивачами (рис. 9.2, а, б). Для розбирання з'єднань зовнішню деталь зсувають із посадкового місця, а коли деталь закріплена на кінці

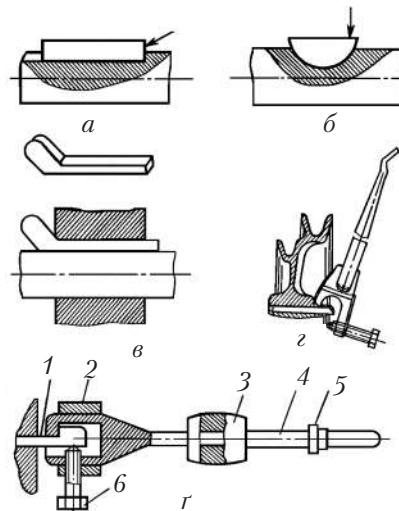


Рис. 9.2. Способи витягування шпонок:

- а — призматичної;
- б — сегментної; в — клинової з головкою; з — важільним інструментом; г — спеціальним пристосуванням: 1 — шпонка, 2 — кільце, 3 — вантаж, 4 — стрижень, 5 — упор, 6 — гвинт

вала — шпонку видаляють із паза. Шпонку з головкою витягують спеціальними пристосуваннями. Якщо до клинової шпонки є доступ з боку, протилежного головці, то її виштовхують спеціальним вибивачем (рис. 9.2, в; с. 55). Коли ж доступу немає, для витягування клинової шпонки використовують прості важільні інструменти (рис. 9.2, г; с. 55) або спеціальне пристосування, яке ще називають *зворотний молоток* (рис. 9.2, г; с. 55).

Спеціальне пристосування встановлюють на головку шпонки 1 і закріплюють за допомогою кільця 2 і гвинта 6. Вантаж 3 може вільно переміщатися вздовж стрижня 4, на кінці якого є упор 5. Ударяння вантажем 3 в упор 5 створює осьові сили, які забезпечують витягування шпонки з паза.

Категорично заборонено для витягування клинових шпонок користуватися молотком і зубилом, яке забивають між головкою шпонки й маточиною, через можливість викривлення шпонки та пошкодження торцевих поверхонь маточини, а також викривлення вала.

Запитання та завдання

1. Для чого призначені шпонкові з'єднання?
2. Які є види шпонок?
3. Охарактеризуйте технологію складання шпонкових з'єднань.
4. Як виконують пригінку та контроль шпонкових з'єднань?
5. Назвіть основні способи витягування шпонок.

Розділ 10. ШЛІЦЬОВІ ТА ПРОФІЛЬНІ З'ЄДНАННЯ

10.1. Загальні відомості про шліцьові з'єднання

Шліцьовими називають з'єднання, які використовують для передавання значних крутних моментів і точного центрування деталей на валах. У таких з'єднаннях виступи на валу, які називають *шліцями*, входять у відповідні пази в маточині.

Шліцьові з'єднання бувають *рухомі*, коли охоплені (зовнішні) деталі можуть переміщатися вздовж вала, і *нерухомі*, коли ці деталі закріплені на валу. Шліцьові з'єднання забезпечують більшу міцність, тому що шліци менше послаблюють вал, ніж гнізда під шпонки.

Шліцьові з'єднання мають певні переваги над шпонковими, а саме: деталі на валах краще центруються; збільшується площа поверхні змінання на гранях шліців; зменшується ослаблення міцності вала; забезпечується передавання великих крутних моментів.

Профілі шліців поділяють на прямобічні, евольвентні й трикутні (рис. 10.1).

Прямобічні шліцьові з'єднання використовують із центруванням по зовнішньому D і внутрішньому d діаметрах (рис. 10.2, а, б), а також по бокових гранях шліців (рис. 10.2, в).

Евольвентні шліцьові з'єднання використовують із центруванням по бокових гранях шліців і зовнішньому діаметру. Такі з'єднання забезпечують високу міцність шліців.

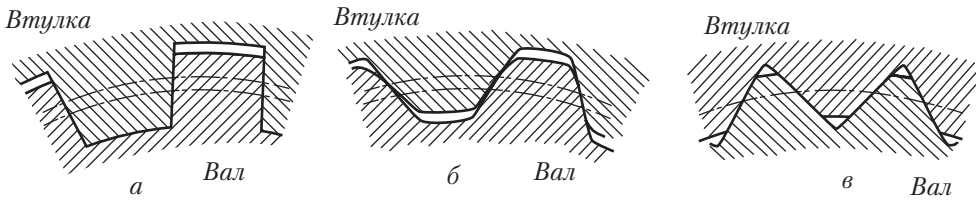


Рис. 10.1. Профілі шліців:
а – прямобічні; б – евольвентні; в – трикутні

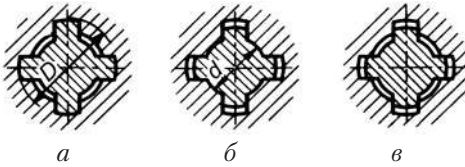


Рис. 10.2. Способи центрування шліцевих з'єднань: а, б – по зовнішньому і внутрішньому діаметрах; в – по бокових гранях шліців

Трикутні шліцеві з'єднання використовують із центруванням тільки по бокових гранях шліців для передавання невеликих крутних моментів.

Залежно від посадки центрувальних поверхонь шліцеві з'єднання бувають *тугорознімні*, *легкорознімні* й *рухомі*.

10.2. Складання шліцевих з'єднань

Шліцеві з'єднання зазвичай складають без слюсарних і припасовувальних робіт, тому що після механічної обробки деталей з'єднання має забезпечувати їхню повну сумісність. Підготовку до складання шліцевих з'єднань починають із візуального огляду деталей щодо відсутності на них задирок, забоїв та інших дефектів. Для запобігання можливому заїданню шліців необхідно, щоб були правильно виготовлені зовнішні фаски на торцях деталей та заокруглення шліців. Під час складання тугорознімних (нерухомих) шліцевих з'єднань, які мають глуху, тугу або щільну посадку, зовнішню деталь напресовують на вал за допомогою спеціального пристосування або на пресі.

Не рекомендовано складати з'єднання за допомогою молотка або кувалди, тому що від різних за силою ударів утворюються задирки на шліцах або перекіс насадженої деталі. Коли за допомогою преса важко отримати потрібну посадку, зовнішню деталь перед напресуванням нагрівають до температури $+100\text{--}120\text{ }^{\circ}\text{C}$, а після посадки й охолодження на повітрі перевіряють точність складання.

Для складання легкорознімних і рухомих шліцевих з'єднань прикладають незначні зусилля. Насаджені деталі перевіряють на биття та хитання (*люфт*). Причиною перекоосу спряжених деталей у легкорознімному з'єднанні є зазори. Залежно від потрібної точності й довжини шліцевого з'єднання відхилення допускається в межах $0,01\text{--}0,02\text{ мм}$ на довжині $100\text{--}200\text{ мм}$. Велике значення має збіг осей отвору насадженої деталі та шліцевого вала. Коли осі збігаються, то всі шліци вала контактують із шліцами отвору, а якщо ні, то такого контакту не буде. Це значно погіршує умови експлуатації з'єднання.

Для перевірки співвісності вала й маточини використовують фарбу, за відбитками якої встановлюють правильність складання.

Нерухомі шліцьові з'єднання перевіряють тільки на биття.

10.3. Профільні з'єднання

Профільними називають з'єднання, у яких поверхні складових частин виробів, що сполучаються, мають форму певного профілю (рис. 10.3). Прикладом найпростішого профільного з'єднання є посадка ручок або маховиків на осі й вали з кінцями квадратного перерізу. Більш досконалими є **профільні з'єднання з овальним контуром**, які бувають *циліндричними* (рис. 10.3, а) або *конічними* (рис. 10.3, б). Конічні з'єднання застосовують для передавання не тільки крутного моменту, а й осьового навантаження.

Профільні з'єднання мають певні переваги над шпонковими та шліцьовими: у з'єднаннях з овальним контуром практично немає концентрації напружень, забезпечується краще центрування деталей; відсутність різких переходів у формі перерізу знижує небезпеку появи тріщин під час термооброблення. Недоліком профільних з'єднань порівняно зі шліцьовими є виникнення розпірних сил, що діють на маточину, і значно більші напруження зминання, унаслідок чого несуча здатність профільних з'єднань є нижчою; складність і трудомісткість виготовлення фасонних поверхонь.

Розрахунок профільних з'єднань полягає в перевірці міцності робочих поверхонь на зминання, а також міцності й радіальної деформації маточини.

З'єднання деталей машин з овальним контуром поверхні контакту, яка не має зубів, шпонок і клинів, має краще порівняно зі шпонковим з'єднанням центрування, а також вищу міцність, бо відсутні концентратори напружень.

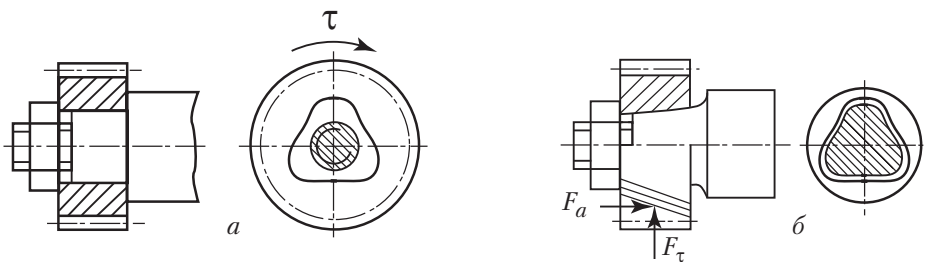


Рис. 10.3. Профільне з'єднання:

а – циліндричне; τ – напрямок обертання; б – конічне; F_a – осьове зусилля; F_τ – зусилля крутного моменту

Запитання та завдання

1. Що таке шліцьове з'єднання?
2. Які є профілі шліців?
3. Охарактеризуйте складання шліцьових з'єднань.
4. Що називають профільним з'єднанням?

Розділ 11. КОНУСНІ З'ЄДНАННЯ

Конусними називають з'єднання, які використовують для насадження шківів, зубчастих коліс, муфт та інших деталей на кінці валів. Насаджені деталі закріплюють шайбою та гайкою, яку накручують на хвостовик вала з різьбою (рис. 11.1, а), або за допомогою гвинта, який укручують у різьбовий отвір вала.

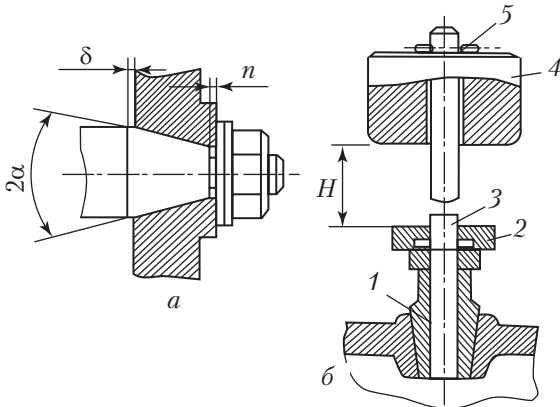


Рис. 11.1. Конусні з'єднання:
а – з'єднання, закріплене гайкою;
 2α – кути конусів, δ – різниця розміщення конуса до і після затягування, n – зазор між торцями вала й маточини; б – з'єднання за допомогою ударного зусилля:
1 – напресована деталь, 2 – накладка, 3 – стрижень, 4 – вантаж, 5 – штифт;
 H – висота піднімання вантажу

Конусні з'єднання є нерухомими і мають переваги над циліндричними: краще самоцентрування вала й маточини (втулки), що запобігає перекосам деталей; спрощується складання та розбирання з'єднань.

Конусні з'єднання складають кількома способами: затягуванням на різьбі, ударним зусиллям, запресовуванням або за допомогою нагрівання.

Дотримуючись заданих вимог до натягу, під час складання використовують спеціальні пристосування, за допомогою яких контролюють зусилля запресовування. Для цього наносять удари певної сили (рис. 11.1, б) або використовують прес із тарованим зусиллям на штоці. Вантаж 4 вільно переміщується по стрижню 3. Довжину стрижня вибирають так, щоб висота H була достатньою для створення потрібної сили удару, яка передається через накладку 2 до напресованої деталі 1. Обмежувачем піднімання вантажу є штифт 5. Сила удару тарована залежно від висоти H , її регулюють перестановкою штифта 5. Прес має бути оснащений пристроєм для забезпечення стабільності потрібного зусилля на штоці.

Під час складання конусних з'єднань необхідно перевірити: кути конусів 2α (рис. 11.1, а); щільність прилягання конусних поверхонь на фарбу й на хитання (*люфт*); розмір зазору n між торцями вала й маточини, що потрібний для створення натягу під час запресовування деталей (кінець вала не повинен дотикатися до торця маточини); правильність розміру δ , який дорівнює різниці розміщення конуса до й після затягування.

Для надійного передавання великого крутного моменту конусне з'єднання доповнюють шпонковим. Якщо під час складання кількох однакових комп-

лектів конусних з'єднань виявляють невідповідність кутів спряжуваних конусів, спряжувані пари підбирають і маркують їх.

Запитання та завдання

1. Для чого використовують конусні з'єднання?
2. Назвіть способи складання конусних з'єднань.

Розділ 12. КЛИНОВІ З'ЄДНАННЯ

Клиновими називають рознімні з'єднання, призначені для встановлення (фіксації) деталей у потрібному положенні. Вони складаються з клина, втулки та стрижня. Клин вставляють у наскрізні прорізи стрижня та втулки як кріпильну деталь.

Залежно від призначення клинові з'єднання поділяють на *силові* (рис. 12.1, а) і *встановлювальні* (рис. 12.1, б). Клини забезпечують міцність з'єднання, фіксацію деталей у потрібному положенні й регулювання їхнього розміщення.

За способом складання розрізняють *ненапружені* (без попереднього натягу) і *напружені* (з попереднім натягом) клинові з'єднання. Ненапружені з'єднання використовують для сприйняття постійних за знаком зусиль, напружені — за знакозмінних навантажень. Попередній натяг у них створюють за допомогою заплечиків на стрижні 1 або посадкою хвостовика у втулці 2 на конус. Клин 3 утримується в прорізах стрижня та втулки тільки завдяки силі тертя. Для забезпечення надійного утримування клина в силових з'єднаннях його нахил має бути невеликим — 1 : 100, 1 : 40 або 1 : 30.

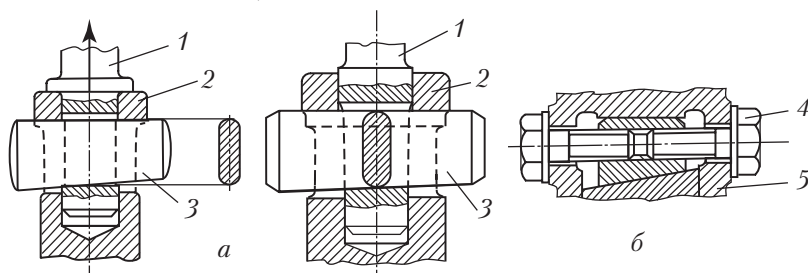


Рис. 12.1. Клинові з'єднання:

а — силові; б — встановлювальні; 1 — стрижень; 2 — втулка;
3 — клин; 4 — гвинт; 5 — корпус

Перевагами клинових з'єднань є простота конструкції, зручність і простота складання та розбирання; вони забезпечують центрування з'єднуваних деталей і можливість передавати великі навантаження. Недоліки клинових з'єднань: складність обробки деталей з'єднання, послаблення з'єднуваних деталей прорізами для встановлення клина й необхідність застосовувати пристрої, що стопорять клин.

Запитання та завдання

1. Для чого призначені клинові з'єднання?
2. Які бувають клинові з'єднання за способом складання?
3. Де використовують напружені клинові з'єднання?

Розділ 13. ШТИФТОВІ З'ЄДНАННЯ

Штифтовими називають з'єднання, які використовують для точної взаємної фіксації деталей (за відсутності інших фіксувальних або центрувальних деталей), обмеження переміщення однієї деталі щодо іншої, передавання невеликих навантажень, а також як упори.

За формою штифти поділяють на циліндричні й конічні.

Циліндричні штифти (рис. 13.1, а) встановлюють в отворі з натягом, вони утримуються силою тертя. Під час розбирання з'єднання посадка може змінюватися. **Конічні штифти** забезпечують щільні безлюфтові з'єднання деталей.

Для з'єднань, які не піддаються великим зусиллям на зріз (здебільшого всі штифтові з'єднання працюють на зріз), використовують прості **трубчасті розрізні штифти** з пружної листової сталі. Для того щоб штифти не випадали, їх накернюють або встановлюють спеціальні пружинні кільця, які виготовляють із дроту діаметром 0,5–0,8 мм.

Для з'єднання деталей штифтами застосовують спеціальні оправки. Коли треба отримати щільне безлюфтове з'єднання, дві деталі одночасно розсвердлюють і в отримані отвори вставляють штифти. Повністю штифти встановлюють на потрібне місце ударами молотка.

Отвори для встановлення конічних штифтів просвердлюють у процесі складання: спочатку — циліндричний отвір в одній половині маточини деталі, а потім, після її встановлення на вал, — наскрізний отвір у валу й у другій половині маточини. Насамкінець конічною розверткою розвертають отвори й уставляють штифт (рис. 13.1, б).

Конічні штифти (рис. 13.2, а–в) бувають гладкі, розвідні та з різьбою. **Гладкі штифти** використовують тільки для фіксації деталей, які не піддаються вібраціям. Коли з'єднання зазнають поштовхів або вібрацій, застосовують **розвідні штифти**. Щоб запобігти випаданню штифта, його розрізані кінці розводять. **Штифти з різьбою** використовують для встановлення в глухий отвір, з якого їх неможливо вибити. Для витягування таких штифтів на кінець із різьбою накручують гайку.

Надійність штифтових з'єднань залежить від правильності підбирання конічного штифта до отвору. Нормальний натяг буде тоді, коли штифт входить в отвір під час установлення на 70–75 % від його

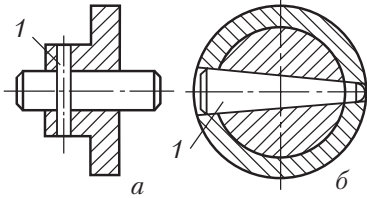


Рис. 13.1. Штифтові з'єднання:
а — із циліндричним штифтом 1;
б — з конічним штифтом 1

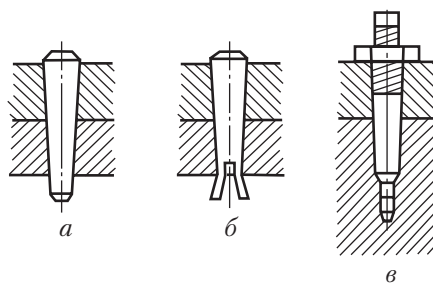


Рис. 13.2. Типи конічних штифтів:
а — гладкий; б — розвідний;
в — з різьбою

довжини. На решту довжини штифт забивають молотком із використанням оправки або запресовують пресом.

Рекомендовано для кращого розбирання штифтових з'єднань залишати незначний виступ кінця штифта над поверхнею деталі. Штифтові з'єднання розбирають за допомогою спеціальних вибивачок з відповідними підставками.

Запитання та завдання

1. Для чого використовують штифтові з'єднання?
2. Як виконують складання штифтових з'єднань?

Розділ 14. БАЙОНЕТНІ З'ЄДНАННЯ

14.1. Загальні дані про байонетне (штикове) з'єднання

Байонетне з'єднання — з'єднання деталей за допомогою осьового переміщення та прокручування (іноді бічного зсуву) однієї деталі щодо іншої.

Байонетні з'єднання застосовують у часто з'єднуваних і роз'єднуваних деталях і в умовах вібрації. Вони забезпечують легке складання та розбирання з'єднання без використання інструментів шляхом уведення однієї деталі в іншу з подальшим її прокручуванням. Під час складання штифти або гвинти, закріплені в одній деталі, входять у пази іншої деталі (рис. 14.1). Для запобігання самовільному роз'єднанню деталей під час вібрацій застосовують пружинні засувки або стопорні гвинти.

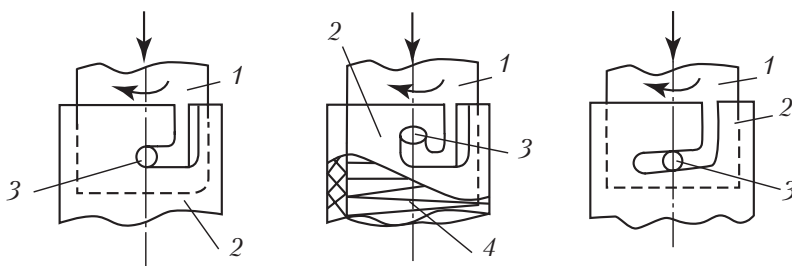


Рис. 14.1. Схеми байонетних з'єднань:

1 — рухома деталь; 2 — нерухома деталь; 3 — штифт; 4 — пружина

Сучасні байонетні з'єднання помітно змінилися й удосконалилися. Це один з основних компонентів у створенні електронних інтерфейсів на різному обладнанні, у кабельних мережах, зварювальних апаратах. Поступово байонетні роз'єми завойовують автомобільний ринок.

За конструктивними особливостями байонетні з'єднання бувають прості і складні.

Простим байонетним з'єднанням (рис. 14.2, а, б) називають рознімне з'єднання, яке отримують шляхом примусового введення штифта (штиря або гвинта), закріпленого в одній деталі, у спеціальний проріз (паз) іншої деталі.

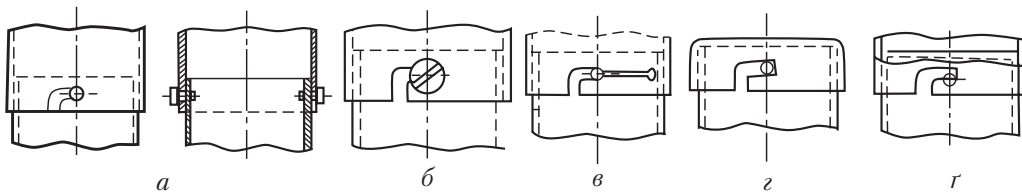


Рис. 14.2. Типи байонетних з'єднань:

a – просте без забезпечення взаємного розміщення деталей; *б* – просте із забезпеченням взаємного розміщення деталей гвинтом; *в* – складне з'єднання затискачем; *г* – складне з'єднання заціпкою; *г* – складне з'єднання із затягуванням за допомогою клина

Штифти, штири або прорізи можуть бути розміщені на площинах по прямій, по колу або на циліндричних поверхнях. Їхня кількість коливається, в основному, від 1 до 3 і навіть до 35. У з'єднанні є 1 штир, розміщений на циліндричній частині однієї з деталей, в інших конструкціях може бути по 2 штири, розташовані в площині, – такі з'єднання іноді називають *штиковими*.

Міцність простого байонетного з'єднання залежить від сили тертя з'єднуваних деталей або від напруження, що створюється через заклинювання штирів у прорізах. *Прості* байонетні з'єднання не запобігають самовільному роз'єднанню деталей. Для забезпечення більш надійного з'єднання та взаємного розміщення з'єднуваних деталей використовують *складні* байонетні з'єднання із застосуванням гвинтової нарізки, засувок, пружин або пазів спеціальних профілів.

Конструкції *складних байонетних з'єднань* (рис. 14.2, *в–г*) можуть мати різьбу, яка в з'єднуваних деталях виконана не по всій довжині кола, а має вирізи по всій довжині нарізки в трьох місцях під кутом 120° . Для з'єднання вставлену деталь потрібно повернути на $40\text{--}80^\circ$.

До переваг байонетного з'єднання над іншими рознімними з'єднаннями належать безпечно й швидко з'єднання, висока міцність, оптимальна фіксація, простота монтажу, відмінне струмопроходження (в електричних з'єднаннях).

14.2. Види байонетних з'єднань

Завдяки використанню сучасних технологій байонетні з'єднання досить поширені (рис. 14.3; с. 64).

Кабельні роз'єми (кабельні з'єднувачі, байонетні роз'єми, штекери, швидкокорознімні з'єднання) використовують для легкого й швидкого приєднання кабеля до джерела живлення або для його подовження (рис. 14.3, *а*; с. 64). Спеціальні роз'єми роблять зварювальне обладнання мобільнішим і значно розширюють його можливості.

Байонетне кільце (рис. 14.3, *б*; с. 64) є складовою частиною байонетного рознімного герметичного з'єднання. У кільці зверху виконані пази для проходження виступів поворотної кришки. Під час затягування кришка повертається і виступи кришки й кільця збігаються. Таке байонетне з'єднання застосовують під досить високим тиском. У цьому випадку кільце складається з двох півкільць, що з'єднані між собою.



Рис. 14.3. Види байонетних з'єднань:

а – роз'єми для зварювального кабеля; *б* – байонетне кільце; *в* – лампа з байонетним цоколем; *г* – карабін автомат із байонетною муфтою; *р* – повітряний клапан водяного насоса з байонетною муфтою; *д* – однобічний байонетний штуцер; *е* – байонетне з'єднання автомобільних щіткотримачів; *є* – фільтр із байонетним з'єднанням; *ж* – електричні високочастотні роз'єми з байонетним з'єднанням; *з* – двобічний штуцер із байонетним з'єднанням

Лампи з байонетним цоколем (рис. 14.3, *в*) застосовують в освітлювальних приладах, що експлуатуються в умовах вібрації (на залізничному, автомобільному та морському транспорті), а також у проєкційних лампах діапроекторів і кінопроекторів для точного позиціонування нитки розжарення.

Карабін автомат із байонетною муфтою (рис. 14.3, *г*) призначений для використання на пасах самостраховки. Щоб його відкрити, потрібно повернути муфту на 90° і відкрити засувку, щоб закрити – відпустити муфту.

Повітряний клапан водяного насоса з байонетною муфтою (рис. 14.3, *р*) входить до комплекту механічного ножного насоса та слугує для приєднання шланга до повітряного клапана човна.

Однобічний байонетний штуцер (рис. 14.3, *д*) використовують для приєднання шланга до трубопровода. Це з'єднання також відоме під назвою *шланговий наконечник*. Виготовляють методом лиття з латуні та інших матеріалів.

Байонетне з'єднання автомобільних щіткотримачів (рис. 14.3, *е*) використовують для приєднання щіток очищення скла до щіткотримачів автомобілів.

Фільтри з байонетним з'єднанням (рис. 14.3, *є*) використовують у захисних масках для захисту органів дихання, обличчя та очей людини від впливу шкідливих речовин у вигляді газів і парів, присутніх у повітрі виробничих приміщень.

Електричні високочастотні роз'єми з байонетним з'єднанням (рис. 14.3, *ж*) призначені для з'єднання кабелів радіоелектронних пристроїв (вимірюваль-

них генераторів, осцилографів та інших приладів). З'єднувач має 2 співвісні контакти: внутрішній і зовнішній. Залежно від форми внутрішнього контакту з'єднувачі поділяють на 2 види: вилка й розетка. Внутрішнім контактом вилки є штир. У розетки контактом є гніздо.

Двобічний штуцер із байонетним з'єднанням (рис. 14.3, з) застосовують для безрізьбового з'єднання труб і шлангів у системах зрошення і подачі води.

Запитання та завдання

1. Що таке байонетне з'єднання?
2. Які бувають байонетні з'єднання за конструктивними особливостями?
3. Назвіть переваги байонетного з'єднання.

Розділ 15. ШПЛІНТОВІ З'ЄДНАННЯ

15.1. Загальні відомості про шплінтові з'єднання

З'єднання шплінтом — одне з найзатребуваніших способів з'єднання різних деталей та вузлів механізмів, що не зазнають великих механічних навантажень. За допомогою шплінтів здійснюють швидку фіксацію деталей.

Шплінт — металеве, іноді пружне кріплення у формі дротяного стрижня напівкруглого перерізу, зігнутого навпіл з утворенням вушка в місці згину. Його застосовують для з'єднання малонавантажених деталей, для запобігання самовідгвинчуванню корончастих і прорізних гайок, випаданню розміщених на гладких валах чи осях деталей. Часто їх використовують із різними штифтами, пальцями тощо. Для з'єднання шплінт уставляють у призначений для нього наскрізний отвір, після чого загинають кінці.

Однак якщо шплінт може зазнавати великого поперечного навантаження, то замість нього краще встановлювати сталевий штифт, який має вищі міцність і стійкість до механічних зусиль. Водночас, за дії на нього невеликих сил, шплінт є досить ефективним і раціональним інструментом для фіксації всіляких типів з'єднань, особливо в умовах невеликого простору.

Саме з цієї причини в багатьох видах транспортних засобів тяги скріплені з важелями осей, які фіксують шплінти й спеціальні шайби, займаючи тим самим набагато менший простір, ніж аналогічні різьбові елементи (рис. 15.1).

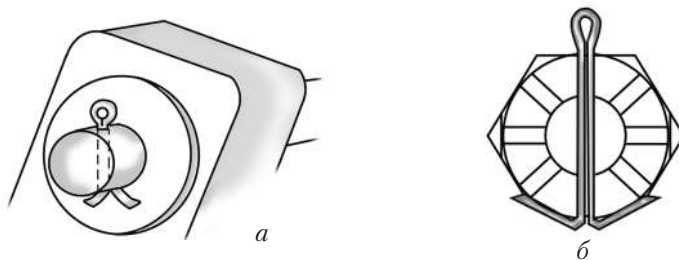


Рис. 15.1. Використання шплінтів для запобігання:
а — самовільному висуванню осі; б — саморозгвинчуванню гайки

Шплінти виготовляють із низьковуглецевих сталей, корозієстійкої сталі або сплавів кольорових металів. За потреби можуть мати покриття завтовшки 6–12 мкм.

В умовному позначенні шплінтів указують назву, умовний діаметр шплінта, позначення марки матеріалу, виду покриття і його товщину. Наприклад, шплінт з умовним діаметром 4 мм, завдовжки 32 мм з латуні марки Л63 з покриттям 03 завтовшки 9 мкм позначають так: *Шплінт 4×32.3.039*.

Довжину шплінта L (рис. 15.2) задають від точки отвору вушка до кінця короткого хвоста стрижня.

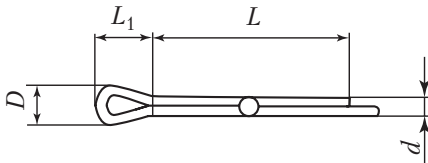


Рис. 15.2. Визначення розмірів елементів шплінта:

L_1 – довжина вушка; L – довжина шплінта;
 D – ширина вушка; d – загальна товщина хвостів стрижня

15.2. Види шплінтів

Правильний вибір шплінта залежить від призначення виробу і його складових частин. Шплінти класифікують за матеріалом виготовлення, розмірами перерізу, довжиною і товщиною стрижня, формою вушка, конфігурацією тощо.

За формою та конструктивними особливостями шплінти поділяють на такі види:

прямий, або звичайний розвідний (рис. 15.3, а), – використовують для фіксації і запобігання саморозгвинчуванню гайок та інших деталей під час сильної і тривалої вібрації, динамічних навантажень. Виготовляють із гнучкого відрізка дроту так, щоб у точці згину вийшло округле вушко;

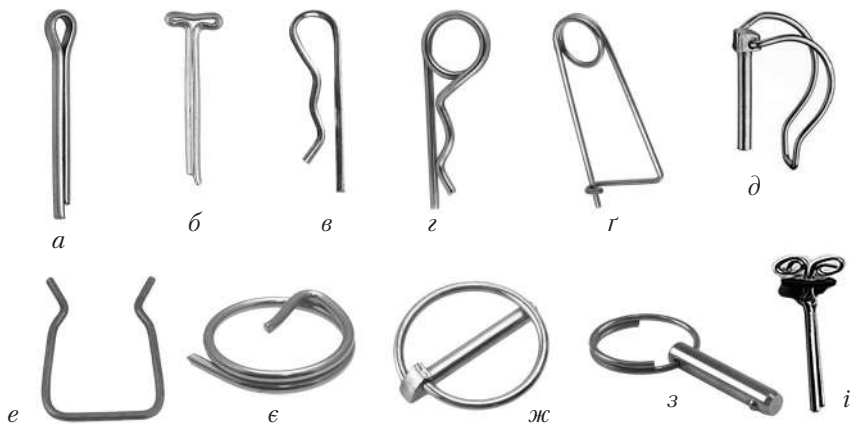


Рис. 15.3. Види шплінтів:

a – прямий (звичайний розвідний); $б$ – Т-подібний; $в$ – голчастий пружинний R-подібний; $г$ – голчастий пружинний подвійний R-подібний; r – пружинний із заціпкою; $д$ – для труб; e – пружинний у формі скоби; e – кільцевий із виступом; $ж$ – швидкознімний із кільцем (чека); $з$ – швидкознімний із кулькою-фіксатором; i – декоративний іграшковий

T-подібний (рис. 15.3, б) — застосовують в іграшковому виробництві для з'єднання рухомих деталей. Шплінт дає змогу обертати деталі виробів на 360° в одній площині. Виготовляють із дроту, а в місці згину роблять не вушко, а перемичку;

голчастий пружинний R-подібний (рис. 15.3, в) — зігнутий навпіл дріт, один кінець якого прямий, інший — хвилястий. Вушко подібне до незавершеного кільця. Така конфігурація допомагає швидше вставити або вибити шплінт. Шплінти використовують для фіксації та запобігання самовідгвинчуванню гайок;

голчастий пружинний подвійний R-подібний (рис. 15.3, з) — широко застосовують у конструкціях різних пристроїв і машин. Пряма частина проходить в отвір, а зігнута — автоматично заціплюється, причому в кількох місцях одночасно, і створюється ефект пружини;

пружинний із заціпкою (рис. 15.3, р) — призначений для запобігання випаданню або відгвинчуванню різних деталей у процесі експлуатації;

для труб (рис. 15.3, д) — призначений для фіксації круглих трубчастих деталей;

пружинний у формі скоби (рис. 15.3, е) — використовують для заміни спрацьованих або пошкоджених деталей під час ремонтно-відновлювальних робіт;

кільцевий з виступом (рис. 15.3, є) і *швидкознімний із кільцем, або «чека»* (рис. 15.3, ж), — призначені для поперечної фіксації деталей на осях з отвором. Виготовляють двох видів: скручене кільце з виступом або з прямим стрижнем і закріпленим на ньому кільцем;

швидкознімний із кулькою-фіксатором (рис. 15.3, з) — призначений для фіксації деталей і запобігання випаданню шплінта в процесі експлуатації;

декоративний іграшковий (рис. 15.3, і) — застосовують для фіксації елементів дитячих іграшок.

Для шплінтування часто використовують диски й шайби (рис. 15.4). Диски виготовляють із пластмаси, щільного картону, іноді фанери. Розмір диска потрібно добирати чітко під розміри виробів. Крім дисків, застосовують металеві шайби (рис. 15.4, а, у центрі). Шайба потрібна, щоб закручені вусики шплінта впиралися в неї, а не в диск. Це запобігає стиранню диска. Розмір шайби добирають під розмір шплінта — він має проходити у внутрішній отвір шайби, але не вивалюватися з нього (головка шплінта не повинна бути меншою за отвір шайби). Інколи металевими шайбами великого діаметра замінюють диски, тобто використовують не кріплення шплінт — шайба — диск, а шплінт — шайба.

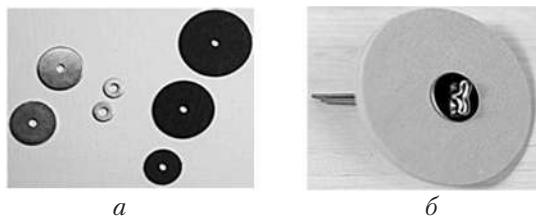


Рис. 15.4. Диски й шайби:

а — великі металеві шайби (ліворуч), малі металеві шайби (в центрі), диски (праворуч);
б — розміщення дисків і шайб

15.3. Установлення шплінтів

Установлення шплінтів в отвір є нескладною операцією та не потребує великого досвіду. Єдина вимога — дотримання правил техніки безпеки. Такий процес називають *шплінтуванням*. Його виконують двома способами: установленням шплінтів паралельно осі болта або перпендикулярно до осі болта.

Найчастіше застосовують перший спосіб. Це зумовлено тим, що він зручніший для монтажу й забезпечує компактність усієї конструкції. У разі застосування другого способу процес шплінтування триває довше. В обох випадках кінці шплінта треба протягнути в отвір і відігнути стрижні у два протилежні напрямки.

Іноді доводиться розбирати з'єднання та просвердлювати отвір. А іноді є можливість висвердлити на деталі отвір без її розбирання. У такому випадку місце отвору на болті накернюють, орієнтуючись безпосередньо на розміщення гайки.

Установлення шплінтів накернюванням виконують у певній послідовності:

- передусім накернюють місце отвору на самому болті;
- використовуючи дріль, просвердлюють отвір для шплінта;
- шплінт уставляють кінцями в отвір до прорізу гайки;
- кінці шплінта розгинають у різні боки й притискають;
- наносять на з'єднання тонкий шар безбарвного лаку (за потреби).

Щоб уникнути поломок шплінта від надмірних навантажень, отвір для нього потрібно свердлити тільки через вісь болта. Однак у разі, коли шплінт все ж зламався, то, щоб запобігти його випаданню, треба встановити шплінт головкою вгору. А зламатися він може через слабо притиснуті або недостатньо розведені кінці, які здатні перешкодити переміщенню деталей у з'єднаннях.

Необхідно пам'ятати, що шплінт не забезпечує високої міцності з'єднань, тому його не використовують для кріплення деталей, що зазнають великого навантаження.

Шплінти застосовують за наявності спеціальних пазів у верхній частині гайок, які використовують для кріплення. У пази вводять стрижні шплінтів, після цього їхні кінці загинають.

Голчастий шплінт прямим кінцем уставляють в установлювальний отвір осі або вала із загином, хвилясту частину притискають до закріпленої деталі із зовнішнього боку. Так створюють пружинний ефект.

Типові види шплінтів зазвичай використовують один раз. Виняток становлять кільцеві шплінти, вони належать до групи кріпильних деталей багаторазового використання. Під час розбирання з'єднання шплінт можна вибити або висвердлити. Спочатку треба спробувати випрямити загнуті кінці або відламати їх. Якщо шплінт не піддається вийманню, то його вибивають із зворотного боку молотком і зубилом. У складних випадках застосовують свердлильний інструмент.

Якщо параметри кріпильних деталей підібрані неправильно, то кріпити шплінти буде складно, а фіксація вийде слабкою та ненадійною.

Запитання та завдання

1. Для чого використовують шплінти?
2. Які є види шплінтів?
3. Охарактеризуйте технологічну операцію встановлення шплінтів.

16.1. Загальні відомості про пружні з'єднання

Пружиними називають з'єднання, які використовують для швидкої фіксації деталей та швидкокорознімних з'єднань.

У машинобудуванні й інших галузях промисловості застосовують різні вироби, які мають пружні властивості. Це пружинні фіксатори, хомути, запірні пристрої, електричні клеми, засувки, защіпки тощо. Під час експлуатації через вплив зовнішніх навантажень з'єднання можуть послаблюватися, а деталі — від'єднуватися.

Запобігти саморозгвинчуванню з'єднання можна багатьма способами. Усі вони зводяться або до збільшення сили тертя між з'єднуваними елементами, або до використання спеціальних додаткових деталей. Вибір того чи іншого способу залежить від конструкції виробу, матеріалу деталей, умов складання та експлуатації виробу, потрібного ступеня надійності з'єднання. Щоб уникнути саморозгвинчування з'єднання, часто використовують гумові чи спеціальні пружинні шайби, які підкладають під головку гвинта або гайки. Деякі пружинні шайби, перебуваючи в дуже напруженому стані, нерідко ламаються і цим не тільки порушують різьбове з'єднання, а й можуть спричинити замикання електричних кіл в електро- й радіоапаратурі.

Хороших результатів досягають застосуванням спеціальних пружинних гайок (рис. 16.1).

Шайби з гуми або кремнійорганічних матеріалів одночасно можуть захистити з'єднання від пилу, води тощо. Шайби з відігнутими вусиками треба використовувати, якщо діаметр різьби перевищує 6 мм. У разі стопоріння з'єднань за допомогою лаків і фарб перевагу надають нітроемалі. Якщо з'єднання розбирають рідко, то нітроемаллю покривають і всю нарізану частину гвинта. Це також забезпечує надійну герметизацію з'єднання. Під час конструювання гвинтових з'єднань, що зазнаватимуть частого розбирання та збирання (кріплення лицьових панелей, кришок та інших елементів виробів), доцільно запобігти можливій втраті кріпильних деталей через саморозгвинчування. Оскільки під час розбирання з'єднання вони залишаються в кришці виробу чи в його корпусі, для запобігання випаданню гвинта або застосовують додаткові деталі (шайби, штифти, шплінти), або виготовляють гвинти з частково знятою різьбою (так звані невідпаді гвинти).

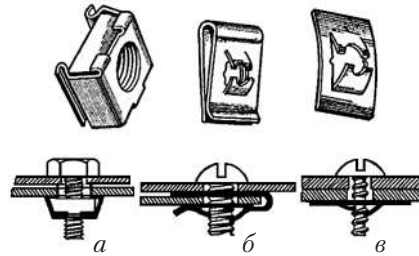


Рис. 16.1. Спеціальні пружинні гайки: а — плоскі; б — R-подібні; в — дугові

16.2. Види пружних з'єднань

У з'єднаннях із пружинно-затяжними кільцями (рис. 16.2; с. 70) конічні пружинні кільця попарно вільно вставляють у простір між гладким циліндричним валом і маточиною та затягують в осьовому напрямку гайкою. Під дією осьового зусилля, створюваного гайкою, відбувається пружна деформація

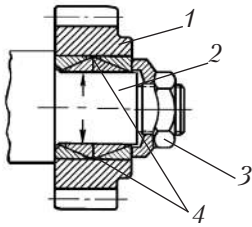


Рис. 16.2. З'єднання з пружинно-затяжними кільцями:
1 – маточина; 2 – вал;
3 – гайка; 4 – пружинні кільця

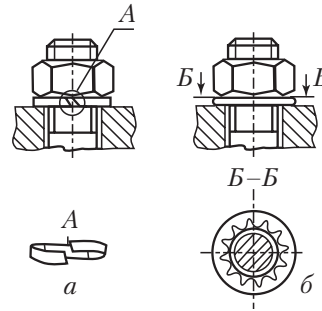


Рис. 16.3. Способи стопоріння пружинними шайбами:
а – гровером; б – симетричною пружинною шайбою;
А – гровер до і після з'єднання; Б-Б – поперечний розріз (вигляд симетричної пружинної шайби)

кільце: діаметр зовнішнього кільця збільшується, а діаметр внутрішнього – зменшується. Утворений при цьому високий радіальний тиск спричиняє значні сили тертя на поверхнях контакту (вал – внутрішнє кільце, зовнішнє кільце – маточина), що забезпечує передавання навантажень. Кільця виготовляють зі спеціальної сталі й піддають термічній обробці.

Під впливом вібрації та коливань з'єднання з пружинно-затяжними кільцями втрачають міцність і герметичність. Проте з появою пружинних шайб – **гровера** й **симетричної пружинної шайби** (рис. 16.3) – ситуація значно покращилася. Для цих деталей характерні міцність і надійність, що зберігаються навіть за різних навантажень і вібрацій. Недоліком таких шайб є неможливість повторного використання через їхню деформацію.

Пружинні шайби гровери з квадратним поперечним перерізом поділяють на 4 види, кожний з яких має своє маркування: нормальні, легкі, важкі й дуже важкі. Їх виготовляють із високоякісної сталі марок 65Г або 70, із бронзи БрКМц3-1 і різних сплавів із кольорових металів.

Широко застосовують також пружинні фіксатори, хомути, запірні пристрої, електричні клєми різних конструкцій та призначення (рис. 16.4).

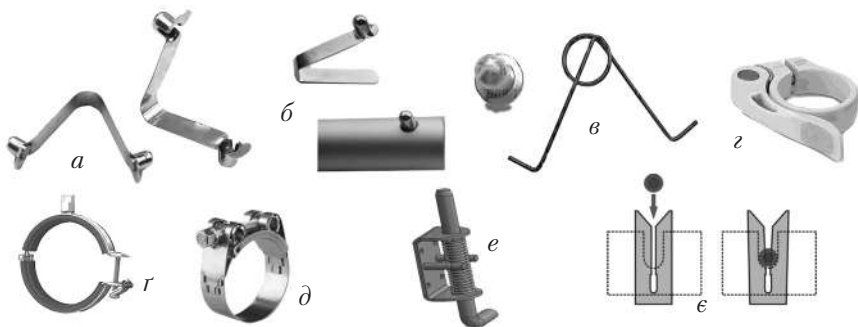


Рис. 16.4. Пружинні вироби:

- а – фіксатор пружинний двокноповий; б – фіксатор пружинний однокноповий;
- в – пружинна кнопка-фіксатор; з – підсідельний швидкокознімний хомут; r – хомут трубний із звукоізолювальними вставками та швидкокознімним замком;
- д – сталевий силовий пружинний хомут; е – пружинний запірний пристрій для дверей вантажного фургона; е – електричні пружинні клєми

Запитання та завдання

1. Як можна запобігти саморозгвинчуванню з'єднань?
2. Які пружинні гайки застосовують у з'єднаннях?
3. Назвіть види пружних з'єднань.
4. Які бувають пружинні фіксатори?

Розділ 17. ДЕМПФЕРНІ З'ЄДНАННЯ

17.1. Застосування демпферних з'єднань

Демпфер — пристрій для гасіння (демпфірування) або зменшення амплітуди механічних, електричних та інших коливань, що виникають у машинах, приладах, системах або спорудах під час їхньої роботи.

Демпферні з'єднання, як і саме поняття «демпфер», використовують у різних галузях господарства. До основних видів демпферів належать: демпферні пристрої — амортизатори, демпфери для дисків зчеплення та глушників (рис. 17.1, а) — їх застосовують у підвісках автомобілів та інших транспортних засобів; амортизаційні демпферні балки (рис. 17.1, б) — у конвеєрних стрічках у місцях завантаження матеріалу; демпферні трубки (рис. 17.1, в) — для підключення манометрів.

Гідравлічні та пневматичні демпфери застосовують у гідравлічних системах, автоматичних регуляторах і вимірювальних приладах. Гідравлічні демпфери поділяють на демпфери пульсацій, стабілізатори потоків, гасники пульсацій та гасники гідроударів. Також як гідравлічні демпфери використовують стандартні поршневі, балонні й мембранні гідроаккумулятори.

В *електричних машинах* демпфер (демпферна обмотка) — це котушки індуктивності, які запобігають різкому збільшенню комутаційних струмів або напруг в електричних колах (наприклад, у разі короткого замикання).

У *струнних музичних інструментах* демпфер — пристосування для припинення коливань струн. Воно складається з окремих колодок (у фортепіано) або планок (в арфі), обклеєних м'якою повстю.

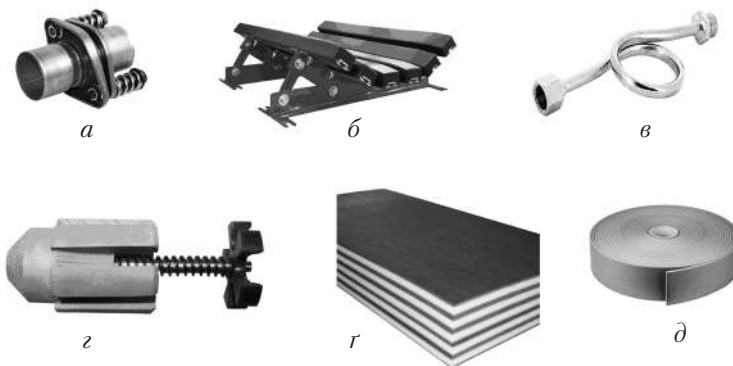


Рис. 17.1. Види демпферів:

а — для глушників; б — конвеєрна демпферна балка; в — демпферна трубка;
г — демпферний клапан; г — демпферний амортизаційний мат; д — демпферна стрічка

В *акустичних системах* (так званих колонках) демпфер — ободок, що кріпить мембрану звукового елемента до рами. Зазвичай їх виробляють із полімерних матеріалів (для високочастотних елементів), гуми або поролону (для середньо- й низькочастотних елементів) і використовують для гасіння залишкових коливань мембрани.

В *авіації* демпфер аеропружних коливань літального апарату — самостійна бортова електронна система або підсистема в складі системи автоматичного керування польотом, призначена для автоматичного гасіння короткоперіодичних коливань літака в польоті, які неминуче виникають під час зміни польотних режимів і, що особливо важливо, для запобігання самовільному розгойдуванню літака, що може призвести до значних перевантажень і руйнування конструкції. Практично всі великі пасажирські літаки мають курсові автомати демпфірування.

У *програмуванні* демпфер — система балансування навантаження на компоненти системи в разі стрибків швидкості надходження даних.

17.2. Демпферні вироби

У місцях завантаження сипучого й кускового матеріалу на транспортері для захисту конвеєрної стрічки в зоні завантаження матеріалу рекомендовано використовувати амортизаційні **демпферні балки** (рис. 17.1, б; с. 71), які об'єднують у *демпферну станцію* — пристрій, що складається з рами, телескопичних напрямних, несучих опор й амортизаційних демпферних балок.

Кінетична енергія матеріалу, що падає на конвеєрну стрічку, негативно впливає на неї та на ролики. Вібруючи під навантаженням потоку матеріалу, конвеєрна стрічка просідає, унаслідок чого між стрічкою та бічними напрямними утворюються щілини, що, у свою чергу, призводить до виходу з ладу конвеєрних роликів, пошкодження та стирання стрічки й збивання прямолінійності ходу, знижується ефективність використання гумових ущільнень.

Демпферні балки встановлюють на конвеєрах у зонах завантаження та перевантаження матеріалів. Гумова основа балок дуже добре поглинає енергію удару матеріалу, що падає на конвеєрну стрічку, тим самим запобігаючи розривам і пошкодженням транспортерних стрічок і роликів конвеєра. Амортизаційні балки легко монтувати за допомогою Т-подібних болтів. Основою є гума, яка гасить кінетичну енергію завантаженого на стрічку матеріалу. Поверхня має зносо- й ударостійкий поліетиленовий шар з низьким коефіцієнтом зчеплення і забезпечує зменшення сили тертя між стрічкою та амортизаційною балкою, а також захист стрічки від стирання.

Демпферні трубки (рис. 17.1, в; с. 71) використовують у системі охолодження або мащення двигунів. Така трубка амортизує зміщення або рух вузлів двигуна.

Демпферний клапан (рис. 17.1, г; с. 71) призначений для недопущення зміни напрямку промивної рідини в корпусі розширювача в разі тимчасового припинення подання тиску у свердловину. Це запобігає всмоктуванню дрібного шламу в промивні канали корпусу через монітори і їхньому подальшому забиванню. Такі клапани застосовують у пристроях, що працюють у сипучих ґрунтах, районах вічної мерзлоти, пісковиках.

За конструкцією демпферний клапан — замикальний пристрій на пружині з проточками для безперешкодного проходження промивної рідини (бентоніту). Під час подання тиску в розширювач пружина стискається і демпферний клапан відкривається: здійснюється промивання свердловини. За відсутності тиску пружина розтискається і механізм замикає отвір між штангою та переходником. Це нівелює зворотний тиск у розширювачі й запобігає всмоктуванню бентоніту та дрібного шламу зі свердловини в корпус або промивний канал.

Амортизаційний мат (рис. 17.1, г; с. 71) — міцна й еластична пластина чорного кольору з гладкою поверхнею і рівними краями, виготовлена із двокомпонентного полімерного заливного складу. Амортизаційні мати застосовують для виготовлення гумових виробів, гідроізоляції елементів складної конфігурації, ущільнення нерухомих з'єднань, запобігання тертю між металевими поверхнями. Їх використовують як демпфувальні елементи для усунення вібрації промислового обладнання, у будівництві транспортних комунікацій тунелів, метро тощо. Технологія виробництва забезпечує виготовлення пластин різної товщини й розміру.

Універсальна **демперна стрічка** (рис. 17.1, д; с. 71) виконує функцію вузького вібродемперувального покриття. Її застосовують для металевих, дерев'яних та інших елементів конструкцій облицювань і перегородок з несучими та зведеними будівельними конструкціями в місцях примикання, а також як кромочну стрічку, що компенсує зміщення «плаваючих стяжок», для звукоізоляції, зокрема під час улаштування «теплої підлоги».

Перед укладанням цементно-піщаної стяжки, напівсухої стяжки й наливних підлог роблять **демперне з'єднання для стяжки** — шар стяжки ізолюють від стін і кутових стиків стіни й підлоги. Воно виконує 3 призначення: герметизація стиків, тобто встановлення на стиках плит стіни й підлоги, а також на стиках плит перекриттів смужок гідроізоляційного матеріалу; ізолювання стяжки від зіткнення зі стіною, щоб упродовж висихання стяжки в ній була відсутня горизонтальна напруга і її не розривало в напрямку до стін; компенсація температурних і вологісних змін стяжки під час її експлуатації.

Демперне з'єднання складається з двох частин: гідроізоляції та температурно-об'ємного компенсатора. Як гідроізоляційний матеріал для демпера використовують будівельні гідроізоляційні матеріали: руберойд, гідроізол, поліетиленову плівку завтовшки від 200 мкм, а для компенсації температурно-об'ємного розширення — рулонний утеплювач «Ізолон» завтовшки 1 см.

Демперне з'єднання устанавлюють у такій послідовності:

- спочатку нарізають гідроізоляційний матеріал смугами по 35–45 см й укладають нарізані смуги по периметру кімнати, піднявши по стіні трохи вище, ніж висота майбутньої стяжки, а в місці стикування двох смуг роблять напуск 15–20 см;
- піднятий по стіні край закріплюють рідкими цвяхами або скотчем через кожні 40 см, щоб він не падав під час укладання стяжки;
- для компенсації теплового розширення стяжки зверху гідроізоляційних смуг по стіні укладають утеплювач типу «Ізолон» завтовшки 1 см, нарізавши його смугами завдовжки 9–16 см. М'який утеплювач буде гасити зміни стяжки через коливання температури й вологості повітря.



Рис. 17.2. Установлення демпферної стрічки до стіни й підлоги

Функції демпферного з'єднання виконує спеціальна демпферна стрічка. Її випускають у бухтах, ширина — від 10 см. На одну сторону демпферної стрічки нанесено склеювальний шар, захищений технологічною плівкою. На самій стрічці є місце згину.

Під час установлення демпферну стрічку приклеюють до стіни, а поліетиленову — укладають на підлогу (рис. 17.2). Для надійності стик поліетиленову та стіни промазують рідким гідроізолятором.

Технологія установлення демпферної стрічки дуже проста. Її відмотують від бухти, знімають захисну плівку й приклеюють стрічку до стіни та підлоги, згинаючи її за місцем технологічного згину. Стикують стрічку внапуск. На кутах розрізають тільки нижню частину стрічки й також клеять унапуск. Після повного висихання стяжки краї демпферного з'єднання підрізають по краю стяжки.

Запитання та завдання

1. Що таке *демпфер*?
2. Де використовують демпферні з'єднання?
3. Які є види демпферів?
4. Охарактеризуйте технологію встановлення демпферної стрічки.

Розділ 18. З'ЄДНАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ КРОНШТЕЙНІВ

18.1. Застосування кронштейнів

Кронштейн — опорна деталь або конструкція для кріплення на вертикальній площині (стіні або колоні) деталей і вузлів, що виступають або висувані в горизонтальному напрямку. Французька назва — *консоль*.

Сучасні кронштейни широко використовують у різних галузях промисловості та приватних господарствах. Їх застосовують у будівництві, автомобілебудуванні, монтажних роботах тощо. Кронштейни часто потрібні для улаштування водостоків, проведення трубопроводних комунікацій. У побуті цей виріб використовують для установлення раковин, світильників, телевізорів, камер спостереження. Великі кронштейни застосовують для улаштування риштовань.

В *архітектурі* кронштейн найчастіше є підтримувальним елементом виступних частин будівлі. Це виступ у стіні, утворений виходом консольної балки, замковим каменем, «унесений плитою» карниза або цеглою «з напуском». Кронштейни підтримують карнизи, балкони, цоколі декоративних виробів.

У *будівельних конструкціях* кронштейни використовують для кріплення облицювальної кладки під час зведення різних споруд. Кронштейн кріплять до монолітного перекриття, на нього укладають лицьову (облицювальну) цеглу або інший елемент кладки. Виходить багатошарова конструкція: несуча

ча основа, утеплювач, повітряний прошарок, облицювальна кладка. Матеріал виготовлення кронштейнів — нержавіюча сталь марки 10X17H13M.

У *техніці* кронштейн застосовують для закріплення на вертикальних площинах деталей та вузлів машин і пристроїв (зокрема, підшипників). Конструктивно кронштейн виготовляють як самостійну деталь, або багатодетальну конструкцію з розкосом, або як значне потовщення в базовій деталі. Також кронштейни використовують для кріплення тролейбусних проводів, кабелів й антен.

В *автомобілебудуванні* кронштейн є однією з найпоширеніших деталей, тому що саме за допомогою кронштейнів до кузова автомобіля кріплять основне й додаткове обладнання (наприклад, є кронштейни для кріплення звукових сигналів, освітлювальних приладів, номерних знаків).

18.2. Види кронштейнів і способи їхнього кріплення

За способом виготовлення кронштейни бувають зварені, литі та гнуті. Найпоширенішим є *зварений кронштейн*, він має велику несучу здатність і невисоку ціну. *Литий кронштейн* виготовляють методом лиття у форми, *гнутий* — із листового металу. Також є *комбіновані металеві кронштейни*, які поєднують особливості зварних і гнутих.

За зовнішнім виглядом розрізняють кронштейни: **П-подібні** — застосовують у будівництві, під час проведення ремонтних робіт, для кріплення електрообладнання, рекламних банерів і вивісок; **Г-подібні** (рис. 18.1, а) — одна з найзатребуваніших форм, використовують для кріплення телевізійних, радіо- й інтернет-антен, полиць, світильників, відеокамер; **Т-подібні** (рис. 18.1, б) — кронштейни підвищеної міцності, застосовують для кріплення електричних та інших комунікацій; **Z-подібні** — кронштейни нестандартної конструкції, застосовують для монтажу вентиляційних виробів, кондиціонерів, повітряозабірників та інших предметів, які працюють із газами в побуті або на виробництві; **V-подібні** — зручні для закріплення профнастилу та профілів; **X-подібні** — використовують для огороження місць, де не проводять зварювальні роботи.

За типом конструкції кронштейни поділяють на такі види: *кутник* — належить до Г-подібних видів. Вертикальну частину кріплять до стіни, а горизонтальну — до монтажного виробу. Для збільшення жорсткості кутник додатково оснащують діагональною перемичкою; *прямокутник* — подібний до кутника, відрізняється функціональністю: прямокутник здатний фіксувати відразу дві полиці; *пелікан* — конструкція передбачає збільшення розміру нижнього елемента порівняно з верхнім, за формою подібний до дзьоба птаха пелікана; *прихований* — такий кронштейн візуально непомітний. Найчастіше приховані вироби виготовляють на замовлення, під певну форму, колір, дизайн. Застосовуючи прихований кронштейн, створюють ілюзію, що поличка або телевизор просто висить на стіні.

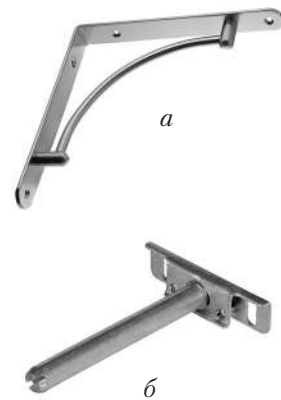


Рис. 18.1. Кронштейни:
а — Г-подібний (кутовий);
б — Т-подібний (тавровий)

За призначенням кронштейни бувають: *силові* — такі конструкції беруть на себе все навантаження, яке створює закріплюваний предмет. Їх використовують для кріплення силових кабелів та елементів технологічного обладнання; *регульовані* — застосовують, коли основа має нахил. На них монтують елементи вентилязованих фасадів, за потреби можна відрегулювати розміщення конструкції в конкретному місці; *сполучні* — використовують під час складання металоконструкцій: каркасів, парканів, огорож.

За способом застосування розрізняють кронштейни: *стельові* — їх часто застосовують для кріплення телевізорів, різних панелей; *настінні* — можуть бути нерухомими, похилими й поворотно-похилими; *підлогові* — установлюють на підлогу, використовують у виставкових залах для монтажу експозицій і стендів тощо.

Кронштейни виготовляють з алюмінію, силуміну, сталі, чавуну та пластику. Товщину стінки варіюють у межах 2–8 мм, це залежить від передбачуваних навантажень. Можливе нанесення на поверхню антикорозійного покриття, що покращує стійкість до утворення корозії під час експлуатації в умовах високої вологості. Мінімальний рівень захисту забезпечують грунтуванням, кращий спосіб захисту — гаряче цинкування. Крім того, застосовують технологію порошкового нанесення фарби, це надає кронштейну привабливого вигляду.

Кріплення кронштейнів має певні особливості. Для фіксації конструктивного елемента до вертикальної поверхні використовують якісні металопродукти, зазвичай це анкери, дюбелі, саморізи, шурупи, цвяхи тощо. Анкерне кріплення необхідно, якщо на кронштейні буде закріплений об'єкт із досить великою масою. У проектуванні водозливів можуть застосовуватися пластикові кронштейни. Особливості встановлення кронштейнів залежать від матеріалу поверхні, на яку їх кріплять. За фіксації в бетонні або кам'яні стіни проблем із надійністю з'єднання не виникає.

Не рекомендовано для гарантування безпеки кріплення кронштейнів у місцях, де проходять проводи, кабелі, газопровід.

Визначаючись із видом кронштейна, насамперед потрібно враховувати особливості конструкції монтажного виробу, кут стіни й місце встановлення.

Залежно від монтажного виробу розрізняють кронштейни для кріплення телевізорів, жолобів, водостічних систем тощо.

Кронштейни для телевізорів бувають кількох видів. *Поворотно-похилі кронштейни* (рис. 18.2, а) дають змогу відрегулювати вертикальне і горизонтальне розміщення плоского телевізора. *Кутовий кронштейн* (рис. 18.2, б) — спеціальна конструкція, призначена тільки для регулювання горизонтального розміщення телевізора. *Поворотно-висувні кронштейни* призначені для збільшення відстані між телевізором і стіною.



Рис. 18.2. Кронштейни для телевізорів:
а — поворотно-похилі;
б — статичний зі зміною кута

Кронштейни для водостічних систем бувають довгі і короткі. Довгий кронштейн (рис. 18.3, а) монтують тільки перед монтажем покрівлі, його ще називають *гак довгий*. Довгі кронштейни мають довжину від 200 до 350 мм. Короткий кронштейн, або *гак короткий* (рис. 18.3, б), монтують до і після монтажу покрівлі.



Рис. 18.3. Кронштейни для водостічних систем:
а — довгі; б — короткі

Кронштейни розрізняють не тільки за довжиною, а й за способом кріплення. Довгі кронштейни монтують до крокви або до настилу (рис. 18.4, а, б), а короткі — тільки до фронтоної дошки або до карниза (рис. 18.4, в).

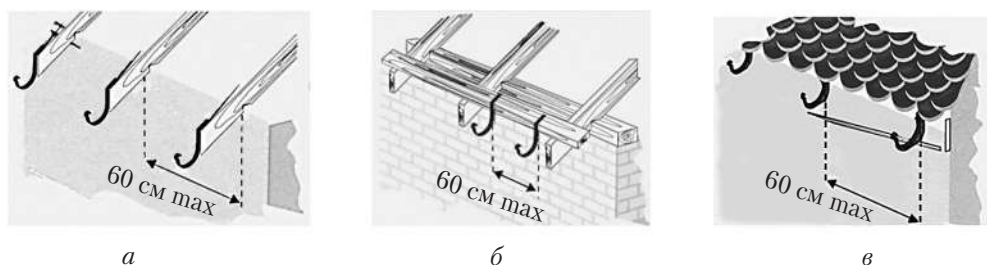


Рис. 18.4. Кріплення кронштейнів:

а — до крокви; б — до настилу; в — до фронтоної дошки

Найчастіше водостічні кронштейни кріплять тоді, коли покрівля вже змонтована і її звис становить від 8 до 15 см (рис. 18.5). Монтувати короткі кронштейни неможливо, тому що вода не потраплятиме навіть у $\frac{2}{3}$ ринви. У цій ситуації є 2 способи вирішення проблеми. *Перший спосіб* — ножицями для металу зрізати зайвий вихід покрівлі, щоб потім кріпити короткі кронштейни. *Важливо*: покрівлю ні в якому разі не можна різати болгаркою, щоб уникнути корозії на лінії зрізу. *Другий спосіб* — використовувати довгі кронштейни, але кріпити їх під покрівлю (на настил або кроквину). Для цього потрібно відкручувати покрівельні саморізи, піднімати покрівлю та кріпити кронштейн, через покрівлю просвердлювати нові отвори й закручувати шурупи.

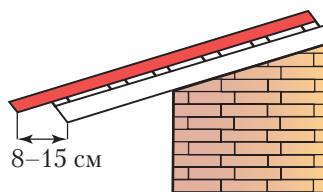


Рис. 18.5. Покрівельний звис

Багато виробників пропонують додаткові елементи для кріплення кронштейнів.

Подовжувач кронштейна прямий (рис. 18.6, а; с. 78) для коротких гаків призначений для кріплення кронштейна до настилу. Їх використовують для



Рис. 18.6. Додаткові елементи для кріплення кронштейнів:
а — подовжувач кронштейна прямий; *б* — подовжувач кронштейна бічний

покрівель із великим кроком лат. Лінії згинів усіх подовжувачів розташовані на однаковій відстані, ухил забезпечують переміщенням пластикового кронштейна по подовжувачу.

Подовжувач кронштейна бічний (рис. 18.6, *б*) — елемент, за допомогою якого короткий кронштейн кріплять до кроков збоку. Їх використовують для кріплення короткого кронштейна до готової покрівлі, де немає фронтоної дошки.

Можливі помилки й наслідки:

- збільшений крок між кронштейнами призводить до провисання ринв, тому в інструкції з монтажу водостічної системи від кожного виробника вказують крок кріплення кронштейнів;
- розбіжність краю даху із серединою ринви призводить до переливу, тому край покрівлі має потрапляти в $\frac{2}{3}$ середини ринви;
- збільшення зазору між лінією ринви та краєм покрівлі призводить до розбризкування та переливання води.

Кронштейни-гаки для кріплення ринв водостоку відрізняються розмірами та формою, а також місцем кріплення, від якого й залежить їхня форма.

Фронтальні кронштейни прикручують шурупами до противітрової дошки, що прибіта вздовж схилу даху. Вони мають механізм регулювання.

Плоскі вигнуті кронштейни закріплюють до крокви (рис. 18.7, *а*), якщо крок між кроквами не перевищує допустиму відстань між кронштейнами для ринви, а також до крайньої рейки лат або до суцільного дощатого настилу. Плоскі вигнуті кронштейни кріплять і до бічної частини кроков, тільки попередньо їх потрібно вигнути.



Рис. 18.7. Кріплення кронштейнів:
а — плоского вигнутого до нижнього торця крокви;
б — універсального до суцільного настилу

Універсальні кронштейни можна кріпити куди завгодно: до противітрової дошки, до крайньої рейки лат, до кроков у фронтальній частині або збоку, а також до суцільного дощатого настилу. Ці пристосування складаються з гака й монтажної планки, що з'єднані між собою рухомим кріпленням, а саме болтом (рис. 18.7, б). У гаці зроблено отвір під болт, у планці — паз, по якому гак можна зміщувати вгору або вниз. Установивши кронштейн у потрібне місце, гак і планку скріплюють болтовим з'єднанням.

Правила встановлення кронштейнів під ринви водостоку

Система водостоку має самопливну циркуляцію, тому її монтують під невеликим кутом у межах 3–7°. Це означає, що один кінець водостічної ринви має бути вищим за другий на 3–7 мм на 1 м довжини горизонтальної частини водостоку. А отже, насамперед визначають місце кріплення двох крайніх кронштейнів, які формують цей кут нахилу. Суть у тому, що один із крайніх елементів, він же самий високо встановлений, має певне точне місце встановлення — біля краю схилу даху на відстані від кута даху 30 см так, щоб кінець його гака розміщувався нижче від покрівельного покриття приблизно в межах 3–4 см (рис. 18.8).

Другий крайній кронштейн розміщують біля ливникової лійки, яка з'єднує жолобчасту частину водостоку з трубою на відстані 30 см. Ця ливникова лійка може міститися біля протилежного краю карниза даху, а може — посередині, тому що відстань між ливниковими лійками не повинна перевищувати 12 м. Якщо довжина карниза будинку велика, то на цій стіні доведеться встановлювати два або три ливникові стояки. Отже, необхідно правильно сформувати кут нахилу.

Наприклад, відстань між крайніми кронштейнами дорівнює 10 м. Значить, на кожний метр треба опустити вниз 3–7 мм, на 10 м виходить 3–7 см. Інакше кажучи, місце кріплення другого кронштейна, у якого місце встановлення вже визначено, треба змістити вниз на відстань 3–7 см і там закріпити його саморізами. Після цього між двома кріпильними виробами натягують міцну нитку, яка і сформує кут нахилу жолобчастої частини водостоку. Залишиться тільки по цій нитці встановити й прикріпити проміжні кронштейни через кожні 50–60 см або відстань, яку рекомендує виробник водостічної системи.

Зазвичай кронштейни йдуть у комплекті з ринвами та всією водостічною системою, тому вони точно відповідають формі й кольору ринви. Наприклад, для трапецієподібних ринв використовують кронштейни спеціальної трапецієподібної форми. Те саме стосується й інших видів.

Матеріал кронштейнів залежить від матеріалу ринв. Для мідних виробів використовують мідні або сталеві кронштейни, для титан-цинкових — тільки титан-цинкові кріплення. А для ринв із ПВХ або оцинкованої сталі, покритої полімером, використовують металеві кронштейни, які покриті композитною оболонкою або пофарбовані під колір водостоку.

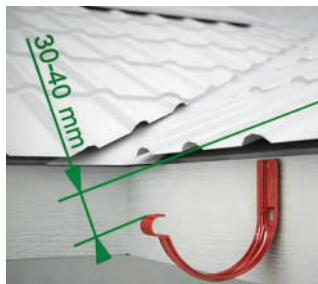


Рис. 18.8. Установлення кронштейнів під ринви водостоку

Розміри кронштейнів мають відповідати розмірам ринв. Хоча є універсальні моделі, які можна регулювати, тому вони підійдуть для ринв і труб будь-якого діаметра.

Вибираючи гаки для ринв, важливо зважати на такі критерії.

Тип матеріалу — максимально міцними є сталеві гаки з додатковим захисним покриттям або просто оцинковані. Вони однаково добре утримують і металеві, і полімерні лотки. Гаки з пластика можна брати під таку саму водостічну систему.

Товщина виробів — оптимально, якщо вона становитиме 2,5 мм.

Діаметр вигину (радіус) має повністю відповідати перерізу й розмірам ринв.

Тип кронштейна (короткий, довгий, універсальний) вибирають залежно від доступного способу кріплення.

Кількість гаків підбирають залежно від передбачуваної відстані між ливниковими стояками під час монтажу. Для розрахунку потрібно протяжність одного схилу даху поділити на запланований крок фіксації. Наприклад, якщо довжина одного схилу дорівнює 700 мм, а передбачувана відстань між гаками — 70 см, то отримаємо 10 кронштейнів. Так само обчислюють кількість гаків для другого схилу. Або можна підсумувати протяжність обох сторін покрівлі, а потім поділити на крок кріплення.

Колір гаків має бути таким самим, як і колір ринв.

Важливо звертати увагу на наявність і цілісність захисного покриття, яке захистить метал від корозії, що виникає під впливом вологи. Якщо на виробі є відколи чи тріщини, такий виріб краще замінити.

Запитання та завдання

1. Для чого призначені кронштейни?
2. Які є види кронштейнів за зовнішнім виглядом?
3. Охарактеризуйте способи кріплення водостічних кронштейнів.

Розділ 19. З'ЄДНАННЯ ПЕТЛЯМИ (ЗАВІСАМИ)

19.1. Загальні відомості про шарнірні петлі

Шарнірна петля (завіса) — циліндричне шарнірне з'єднання, призначене для навішування дверей, воріт, хвірток або відкидних деталей у меблях, холодильниках, кухонних плитах, кузовах автомобілів і корпусах механізмів.

Завісам властиві не тільки захисні, а й декоративні функції. Дизайн вибирають відповідно до інтер'єру. Великого значення надають вибору видів дверних петель, оскільки невдалий підбір завіс здатний зіпсувати зовнішній вигляд усього дверного отвору, спровокувати перекіс або просідання дверного полотна тощо.

Матеріали виготовлення петель відрізняються широким розмаїттям. Сталеві вироби без будь-якого декоративного або антикорозійного покриття зараз уже не практикують, їх частіше застосовують на вуличних огорожах або в нежитлових приміщеннях. Для встановлення у квартирах використовують ковани завіси «під старовину» або з нержавіючої сталі.

Головна перевага сталевих виробів — високі показники механічної міцності та стійкості проти спрацювання. Петлі з нержавіючої сталі стійкі до негативного впливу вологи й перепадів температур, тому їх використовують для вхідних дверей. Широкого застосування набули завіси, покриті емаллями або спеціальними сумішами «під золото», «під бронзу», хромовані або покриті латунню.

Сучасні петлі (завіси) класифікують за кількома визначальними ознаками: місце встановлення, рознімність механізму, спосіб кріплення, матеріал виготовлення та тип конструкції.

Залежно від місця встановлення дверні петлі поділяють на 2 типи: для вхідних і для міжкімнатних дверей. Вхідні двері міцніші й масивніші порівняно з міжкімнатними, а отже, і завіси для вхідних моделей відрізняються від своїх аналогів міжкімнатного призначення більшими розмірами. Головною конструктивною відмінністю завісової фурнітури для вхідних дверей є оснащення завіс спеціальним механізмом протизнімання дверного полотна, що перешкоджає несанкціонованому підніманню дверей. Для цього на крилах петель зроблені виступи й западини, що суміщаються за закритих дверей, перешкоджаючи вертикальному руху крила під час підйому.

Петля складається з двох деталей (*карт*) для кріплення до дверей і до місця встановлення та сполучної осі (*стрижня*). У картах зазвичай є отвори для кріплення.

Рознімна петля (рис. 19.1, а) дає змогу зняти дверне полотно без відкручування самої петлі.

Універсальну, або нерознімну, петлю (рис. 19.1, б) попередньо потрібно відкрутити, лише тоді можна зняти двері з дверної коробки. Універсальні петлі придатні для будь-яких дверей, що відкриваються як усередину, так і назовні. Але вони мають великий недолік — у разі потреби зняти двері це вдасться зробити тільки після відкручування від неї всіх петель.

За типом конструкції виокремлюють такі види петель: накладні, врізні, кутові, вкрутні, приховані, двобічні, напівшарнірні, рояльні тощо.

Основні деталі **накладних і врізних петель** одні й ті самі. Обидві модифікації — це карткові петлі, які прикручують до дверного полотна й коробки. Відмінність лише в способі попередньої підготовки поверхонь дверей та отвору: для накладних моделей підготовка не потрібна, а для врізних у торці дверей та в коробці потрібно вирізати отвори, щоб у них заглибити пластину карти.

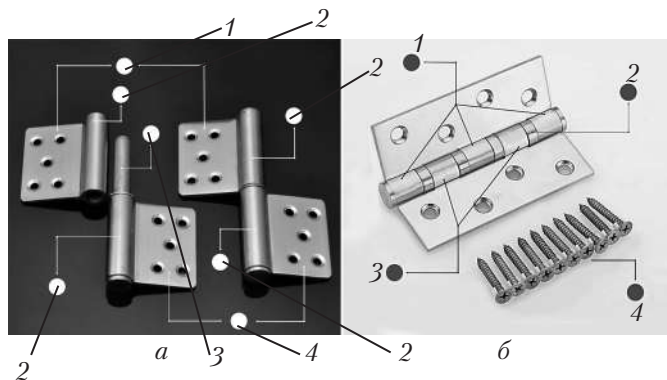


Рис. 19.1. Петлі:
а — рознімна: 1 — дверне крило, 2 — кулак, 3 — посилений сталевий палець, 4 — рамне крило;
б — нерознімна: 1 — рамне крило (має три шарніри), 2 — втулка, 3 — дверне крило (має два шарніри), 4 — саморізи для кріплення

19.2. Різновиди петель (завіс)

Цікавим конструкторським рішенням є накладна петля, що отримала назву **петля-метелик** (рис. 19.2, а). Така петля здатна складатися до товщини однієї карти завдяки вирізу особливої форми, що подібний до крила метелика. А отже, під цю модель завіс немає потреби робити заглибину ні на дверному полотні (стулці), ні в отворі на дверній коробці.

Врізні моделі завіс за конструкцією ідентичні накладним, однак для їхнього встановлення петлі врізають у торець дверей та прикручують шурупами. Коли двері зачинені, видно тільки закривальну поворотну вісь частини пластин.

Рознімні врізні петлі називають *врізними завісами*, а універсальні — *врізними петлями*.

Головна відмінність накладних рознімних петель від універсальних полягає в жорсткості конструкції універсальної петлі, завдяки чому за меншого розміру така петля витримує більше навантаження. У разі використання універсальних петель менша ймовірність несанкціонованого провисання в отворі.

Інша принципова відмінність цих двох модифікацій накладних петель — поділ рознімних завіс на право- й лівосторонні механізми. Для універсальних петель такого поділу немає. Їх установлюють, не зважаючи на напрямок відкривання стулки.

Вкрутні (вкручувані) петлі (рис. 19.2, б) — це дві симетрично розташовані частини циліндричної форми з отворами для кріпильних шурупів. Вкрутні петльові механізми є універсальними, і не потрібно підбирати праві або ліві петлі. Залежно від конструкції (кількості штирів) завіси поділяють на дво-, три- й чотириштирові петлі.

Штирові петлі (рис. 19.2, в) використовують для встановлення на легкі двері, маса яких не перевищує 20 кг. На важчі двері (30–40 кг і більше) ставлять чотириштирові петлі. Вони бувають регульовані і нерегульовані. Регульовані петлі коригують за трьома напрямками: за висотою, у напрямку притискання та горизонталі. Це дає змогу досягти максимальної точності під час встановлення дверей.

Куткові петлі (кутові карткові завіси) відрізняються від накладних кріпленням до осевого стрижня не двох плоских пластин-крил, а двох профільних кутників (рис. 19.2, г). Завдяки кутовій формі карт їх монтують на дверях із прикриванням. До торця дверей їх кріплять врізним способом на шурупах.

Приховані (потайні) петлі (рис. 19.2, г) займають особливе місце завдяки естетичному вигляду дверного отвору (коли двері закриті, потайних петель зовсім не видно). Вони універсальні, і не має значення — праві чи ліві. Конструкція прихованих петель передбачає наявність як мінімум трьох поворотних осей.

Двобічні петлі (рис. 19.2, д) належать до категорії критичних завіс. Їхнє головне призначення — забезпечити вільне відкривання або закривання стулок в обидва боки — або назовні, або всередину.

Рояльні петлі (рис. 19.2, е) — одношарнірний багатотрубчастий механізм, що складається з двох пластин: одна з них кріпиться на внутрішню частину фасаду, друга — на торець бічної стінки корпусу меблевого виробу. У вироб-

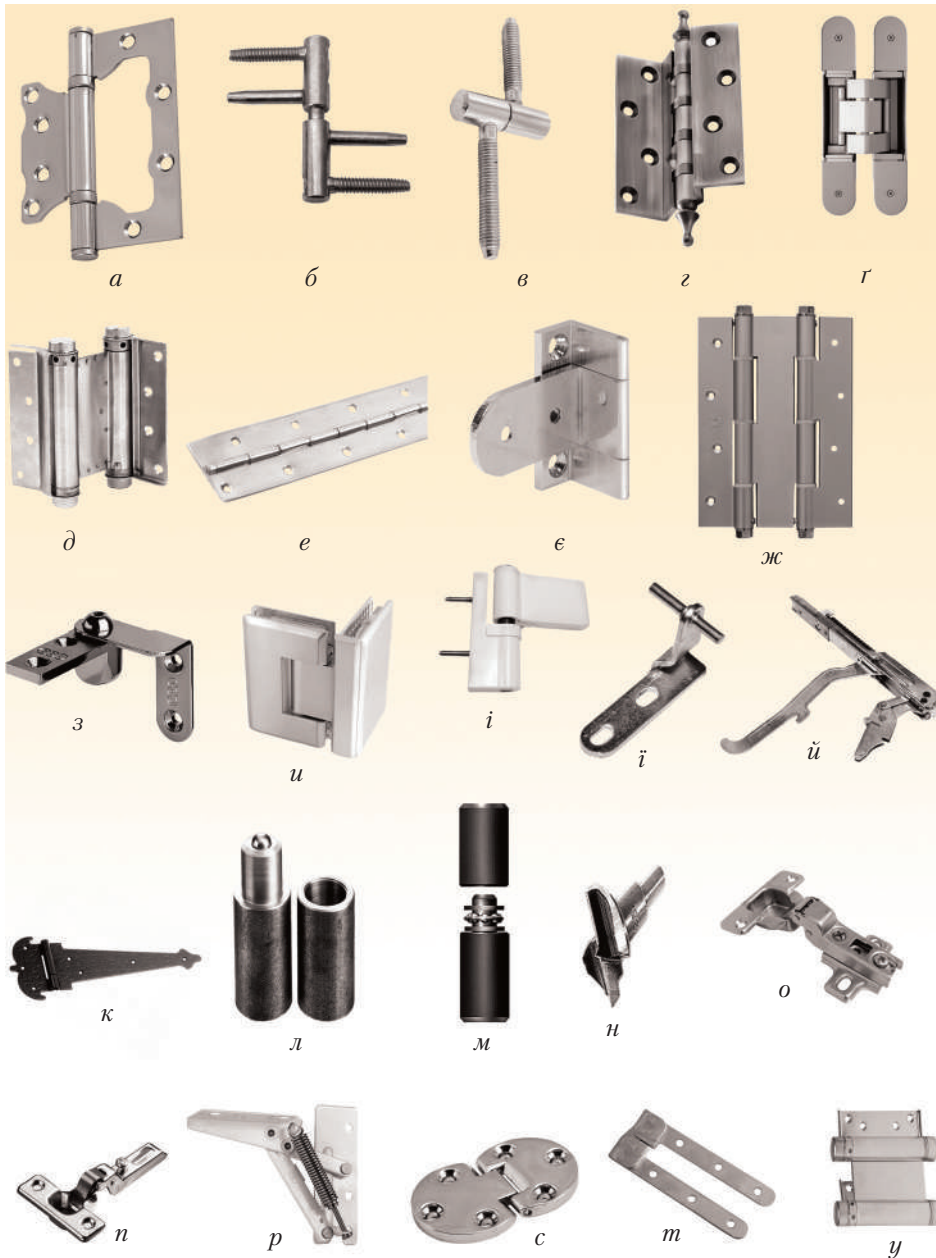


Рис. 19.2. Види петель:

а – петля-метелик; *б* – вкрутна; *в* – штирова; *г* – кутова; *г* – прихована;
д – двобічна; *е* – рояльна; *е* – шарнірна; *ж* – маятникова двобічна; *з* – торцева;
и – для скла; *і* – для металопластикових вікон; *ї* – для холодильника; *й* – для кухонної
 плити; *к* – петля-стріла; *л* – петлі на кульці; *м* – на упорно-торцевому підшипнику;
н – врізна; *о* – напівнакладна; *п* – штольна; *р* – антресольна; *с* – секретерна;
т – ломберна; *у* – барна меблева

ництві меблів петлі рояльного типу зазвичай використовують як приховане кріплення та за великих навантажень на дверці. Оскільки їх кріплять уздовж усього торця, то, відповідно, вони краще тримають дверці.

Шарнірні петлі (рис. 19.2, є; с. 83) утворюють циліндричне шарнірне з'єднання, призначене для навішування дверей або відкидних деталей у меблях, кузовах машин і корпусах механізмів. **Напівшарнірні петлі** складаються з двох деталей (карт) для кріплення до дверей та до місця встановлення і сполучної осі (стрижня). У картах зазвичай є отвори для кріплення. У так званій напівшарнірній петлі стрижень закріплений в одній із двох карт-половинок, а в іншій розміщений шарнір у формі ковпачка. Така конструкція забезпечує знімання дверей. Для зменшення тертя в напівшарнірні петлі між картами на стрижень часто встановлюють кільце з малим тертям, зазвичай бронзове, і наносять густе мастило.

Маятникові двобічні петлі (рис. 19.2, ж; с. 83) забезпечують рух дверей в обидва боки. У конструкцію карткових петель додана ще одна, третя пластина, яка не має отворів для кріплення й утворює додаткову вісь згину. Вона забезпечує підвищену рухливість петлі.

Торцеві петлі (рис. 19.2, з; с. 83) добре підходять для міжкімнатних дверей в інтер'єрах, де небажано показувати наявність завіс та іншої фурнітури. Їх кріплять угорі й унизу дверного полотна з торця. Залежно від розміру завіси і її матеріалу можна застосовувати для стулок з малою та середньою масою.

Петлі для скла (рис. 19.2, и; с. 83) використовують для закріплення стекол у душових кабінах, скляних меблях, вітражах тощо.

Петлі для металопластикових вікон (рис. 19.2, і; с. 83) використовують для кріплення віконних рам до основи.

Петлі для холодильника (рис. 19.2, ї; с. 83) призначені для кріплення знизу і зверху дверей холодильника.

Петлі для кухонної плити (рис. 19.2, й; с. 83) мають притискну пружину, їх використовують для з'єднання дверець кухонної плити з корпусом.

Петлі-стріла (рис. 19.2, к; с. 83) призначені для кріплення воріт, дверей і хвірток до дверних коробок (одвірків) і стовпців.

Петлі на кульці (рис. 19.2, л; с. 83) — точені, призначені для кріплення гаражних воріт і хвірток. Прості циліндричні петлі можна підсилити за допомогою невеликих металевих пластин. Усі петлі приварюють до основи воріт так, щоб вони були розташовані на одній лінії та в одній площині. Дві складові частини петлі з'єднують простим навішуванням однієї частини на штир іншої. Зварні шви перед подальшою обробкою вирівнюють і зачищають.

Петлі на упорно-торцевому підшипнику (рис. 19.2, м; с. 83) — точені, призначені для кріплення воріт і хвірток. Такі петлі забезпечують менше тертя рухомих частин виробів. Сталеві внутрішні петлі складаються з двох частин, з'єднаних між собою штирем. Спочатку приварюють частину петлі, призначену для встановлення на ворота або хвіртку. Зварений шов має проходити по всій довжині зіткнення петлі та фасаду воріт.

Врізні петлі (рис. 19.2, н; с. 83) на нижньому торці мають різальну кромку, якою петлю за допомогою дреля врізають безпосередньо в дерев'яну основу.

Напівнакладні петлі (рис. 19.2, о; с. 83) мають невеликий вигин основи. Фасад приєднуваної деталі перекриває лише половину торцевого зрізу. Ці петлі застосовують для дверної тумбочки.

Штольні петлі (рис. 19.2, п; с. 83) зазвичай використовують для складання кухонних гарнітурів, а саме — шаф під мийку. Також їх монтують до основи, розміщеної прямо під стіною, до «глухих» стінок тумб і шаф.

Антресольні петлі (рис. 19.2, р; с. 83) призначені для кріплення горизонтальних фасадів, що відкриваються вгору. Механізм має пружини. Такі петлі застосовують і для кухонних шаф.

Секретерні петлі (рис. 19.2, с; с. 83) подібні до звичайної карткової петлі. Секретерний варіант застосовують для кріплення горизонтальних фасадів, що відкриваються вниз. Назва походить від секретера — невеликої шафи з відкидною вниз кришкою-столом.

Ломберні петлі (рис. 19.2, т; с. 83) — меблеві петлі, які використовують для з'єднання відкидних фасадів. Їх прикріплюють до обох площин конструкції так, щоб уможливити їхнє розгортання на кут 180° — в одну лінію. Застосовують для розкладних столів.

Барні меблеві петлі (рис. 19.2, у; с. 83) забезпечують відкривання дверей в обидва боки. Вони подібні до карткової петлі й уможливають повертання дверного полотна на кут 180° .

Запитання та завдання

1. З яких частин складається петля?
2. Для чого призначені шарнірні петлі?
3. Які є види петель?
4. Назвіть основні відмінності накладних рознімних петель від універсальних.

Розділ 20. ЗАМКОВІ З'ЄДНАННЯ

20.1. Загальні відомості про замкові з'єднання

Для виконання замкових з'єднань на одній із спряжених деталей формують виступ, який під навантаженням входить у порожнину іншої деталі, що має подібну форму виступу. З'єднання між деталями забезпечують їхні конструктивні особливості (рис. 20.1; с. 86). Якість замкових з'єднань залежить від деформівних властивостей матеріалів і їхнього коефіцієнта тертя.

Використання замкових з'єднань пришвидшує складання виробів і є економічно вигідним, оскільки потрібні замки відливають разом із деталлю і немає потреби використовувати кріпильні деталі. Замкові з'єднання сконструйовані так, що їх можна використовувати багаторазово. Складання за допомогою замкових з'єднань досить просте й універсальне.

Принцип дії замкового з'єднання не залежить від форми деталі: виступний елемент однієї деталі, наприклад гачок, на короткий час відхиляється в процесі складання, після чого повертається в початкове положення завдяки

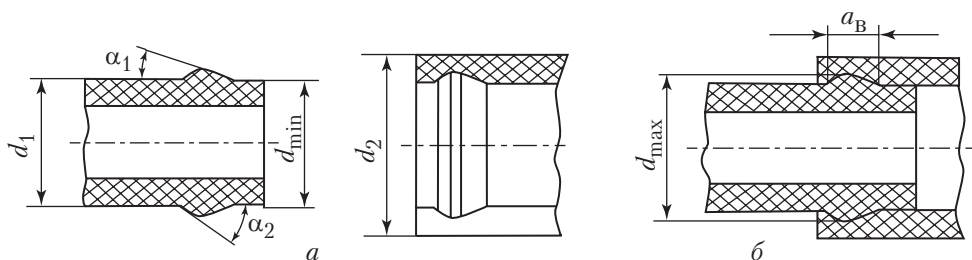


Рис. 20.1. З'єднання двох деталей замком:

a – деталі циліндричної форми; *б* – замкове з'єднання;

α_1 – вхідний кут (зустрічний); α_2 – стопорний кут (кут утримування);

a_B – ширина виступу; d_1 – діаметр внутрішньої деталі; d_2 – діаметр зовнішньої деталі;

d_{\min} – діаметр заходу внутрішньої деталі без виступу; d_{\max} – діаметр внутрішньої деталі з виступом

пружності (*релаксації*). Прогин під час складання може бути значним, але коли складання завершується, то напруженість з'єднання зникає (на відміну від фіксації з використанням пресового з'єднання).

Одним із серйозних недоліків використання замкових з'єднань є можливість руйнування деталей під час складання або розбирання виробів. Складальні вузли з такими кріпленнями можуть руйнуватися через втомні напруження. Це особливо важливо для складальних вузлів, виготовлених із тонких та армованих волокнами пластмас. Відремонтувати замки дуже складно або взагалі неможливо. Ще одним недоліком замкових з'єднань є необхідність точного дотримання допусків на деталі. Контролюють геометрію замків і напруженість з'єднання після складання. Надмірний натяг або напруженість можуть призвести до руйнування з'єднання, а недостатній натяг – до неточного розміщення деталей або ослаблення їхньої фіксації.

20.2. Види замкових з'єднань

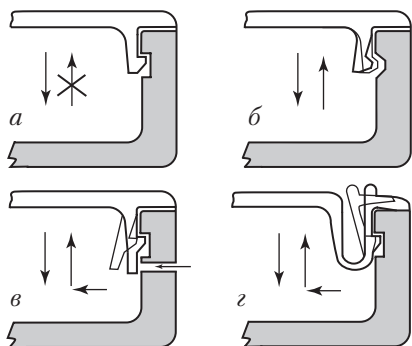


Рис. 20.2. Гачки для складання замкових з'єднань:

a – нерознімного; *б* – рознімного;

в, г – з додатковими елементами для полегшення розбирання виробів

Замкові з'єднання виконують за допомогою гачків (рис. 20.2), кільцевих виступів і заглибин – для складання виробів циліндричної форми (рис. 20.3, *a*), кульової п'яти та сферичного заглиблення (рис. 20.3, *б*).

З'єднання з натискною кнопкою (рис. 20.3, *в*) використовують у механізмах релейного кнопкового вимикача.

З'єднання болта зі сферичною головою та втулки (рис. 20.3, *г*) – простий спосіб вставного з'єднання, яке забезпечує кріплення й одночасно демпфірування вібрацій. У втулці є сферичний вкладиш, у якому замикається головка болта. Втулку встановлюють у спеціально підготовлене місце й

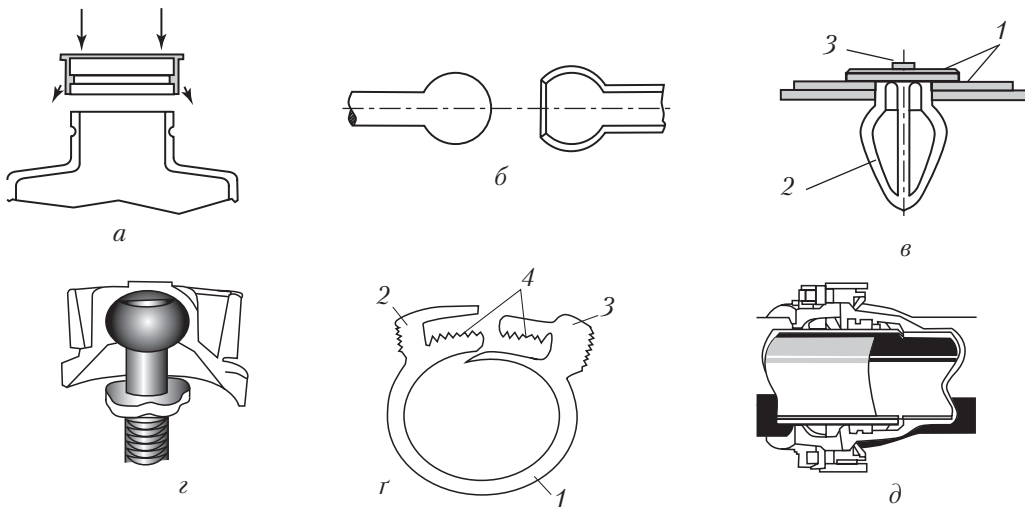


Рис. 20.3. Види замкових з'єднань:

a – кільцеве (посадка кришки на посудину); *б* – сферичне; *в* – з'єднання з натискною кнопкою: 1 – з'єднані деталі, 2 – хвостовик-фіксатор, 3 – натискна кнопка; *z* – з'єднання болта зі сферичною головкою та втулки; *г* – з'єднання хомутом: 1 – пружне кільце хомута, 2 і 3 – защіпні скоби, 4 – зубчасті виступи; *д* – розтрубно-замкове

утримують у ньому, утворюючи з'єднання з геометричним замиканням. Залежно від конструкції болт зі сферичною головкою може закручуватися, наклеюватися або встановлюватися шляхом замикання на відповідний компонент. З'єднання виконують насадженням, а роз'єднання – шляхом витягування.

Болти зі сферичною головкою виготовляють зі сталі або з високоякісної пластмаси, із вмістом 30 або 50 % скловолокна. Болт зі сферичною головкою із пластмаси забезпечує теплову й електричну ізоляцію.

Якщо напрямок установлення з'єднання й рівень кріплення розташовані під кутом, відмінним від прямого, виникають кутові розбіжності. Цю розбіжність компенсують установленням кутових з'єднань і з'єднань для плоских кріплень у листовий матеріал. Тому складання в напрямку встановлення можна виконати повторно.

Замкове з'єднання хомутом (рис. 20.3, *г*) без деформування елементів замка використовують для швидкого кріплення труб та інших циліндричних деталей.

Розтрубно-замкові з'єднання (рис. 20.3, *д*) – спеціальні з'єднання, здатні запобігти осьовому зсуву труб. Гнучкі розтрубно-замкові з'єднання також використовують за різкого похилу ділянки прокладання трубопроводу або в місцях, де передбачено горизонтальний або вертикальний рух виробу.

Крім того, замкові з'єднання поділяють на рознімні і нерознімні. Конструкцію з'єднання, що дає змогу застосовувати повторне складання та розбирання, називають *рознімною*. У рознімних з'єднаннях використовують настановні та зворотні кути, що забезпечує можливість уведення однієї деталі в іншу і їхнє з'єднання. Нерознімні з'єднання самофіксуються, оскільки в них зворотний кут дорівнює 90° . Ці кути – єдиний засіб для керування

зусиллями під час установлення та знімання деталей. Способи з'єднань деталей замками зображені на *рис. 20.4–20.6*.

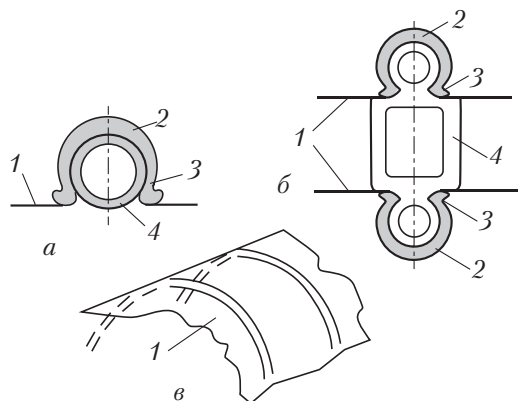


Рис. 20.4. Замкове з'єднання елементів каркаса:

a – одношарового покриття:
 1 – плівка покриття, 2 – пружинна скоба, 3 – замок, 4 – труба циліндрична; *б* – двошарового покриття: 4 – прямокутний профіль з овальними виступами; *в* – загальний вигляд одношарового покриття

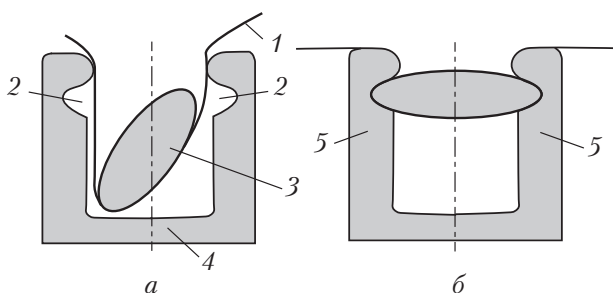


Рис. 20.5. Закріплення деталі в каркасі за допомогою замкового з'єднання:

a – перед складанням; *б* – після складання;
 1 – стрічка; 2 – пази (заглибини); 3 – приєднувана деталь; 4 – днище каркаса; 5 – бокові стояки каркаса

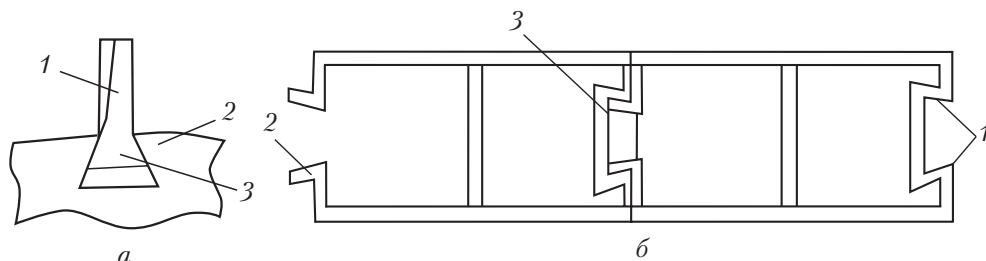


Рис. 20.6. Замкові з'єднання за допомогою замка «ластівчин хвіст»:

a – лопатки з диском: 1 – лопатка, 2 – диск, 3 – трапецієподібний хвостовик;
б – пазове з'єднання пластикових профілів: 1 – виступи, 2 – замкове з'єднання, 3 – трапецієподібна заглибина

Проектуючи замкові з'єднання, потрібно враховувати не тільки експлуатаційні вимоги, а й можливості виготовлення. Особливу увагу треба приділяти конструкційним вимогам, оскільки елементи замка:

- зазнають значного вигину в процесі складання та розбирання;
- забезпечують механічну цілісність складального вузла.

Замкові з'єднання складають уведенням виступної частини (буртика, потовщення, кулачка або шипа) однієї з деталей, що заходить у порожнину (заглибину, виточку) або за виступ іншої деталі. За принципом утворення з'єднання між деталями, а саме за особливостями форми їхніх сполучних

ділянок, вони подібні до різьбових з'єднань, у яких витки різьби (виступи) на одній з деталей або на гвинті входять у міжвиткові порожнини іншої деталі або гайки.

Різновидом замкових легкорознімних з'єднань є *байонетне з'єднання* (див. розділ 14).

Запитання та завдання

1. Назвіть особливості замкових з'єднань.
2. Які є види замкових з'єднань?
3. Який принцип дії замкового з'єднання?
4. Коли використовують замкове з'єднання болтом зі сферичною головкою та втулкою?

Розділ 21. МЕХАНІЧНІ З'ЄДНАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВИРОБІВ

21.1. Загальні відомості про механічні з'єднання

Хоча відомо чимало механічних з'єднань конструкцій виробів, широкого застосування набули не всі. Зокрема, для зниження собівартості й маси виробів уникають використання гвинтових і болтових з'єднань. Найпоширенішими способами є з'єднання лапками, спеціальними вирубками, шляхом деформації матеріалу, ударне витискання та безпідшипникове з'єднання поворотних деталей.

З'єднання лапками (виступами) застосовують для кріплення таких вузлів і деталей, як планки з пелюстками та гніздами, розетки тощо. Лапки або розвертають під кутом і кріплення відбувається завдяки розклинюванню та деформації металу, або відгинають шляхом розклинювання лапок. Обидва способи кріплення, хоча й належать до нерознімних з'єднань, все ж забезпечують дво-триразове роз'єднання без порушення міцності кріплення, якщо кріпильні деталі виготовлені з матеріалу з незначною залишковою деформацією. Кріплення цим способом доцільне, якщо деталі мало коли знімають під час ремонту.

Для з'єднання лапками на одній із деталей, що з'єднуються, роблять один або кілька виступів. В іншій спряженій частині пробивають пази, які трохи перевищують ширину виступів. Обидві частини з'єднання виготовляють на пробивному пресі (рис. 21.1, а).

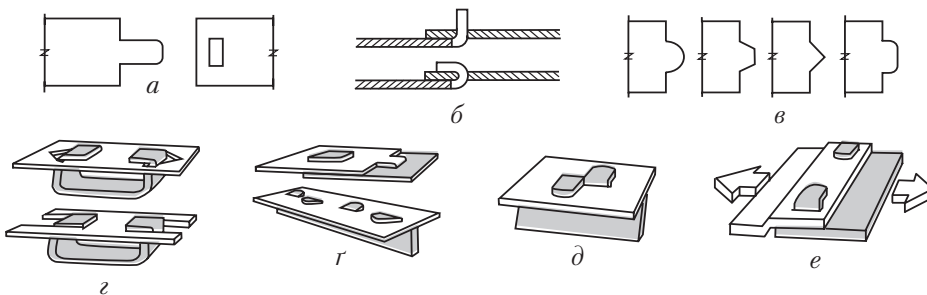


Рис. 21.1. Послідовність з'єднання лапками

Після цього лапку загинають угору під кутом, відповідним для складання (зазвичай 90°), уставляють у паз і згинають, щоб сформувати з'єднання (рис. 21.1, б).

Лапки можуть відрізнятись за розміром і формою для візуального ефекту, а також для того, щоб полегшити складання (рис. 21.1, в).

Пази необов'язково мають бути вузької прямокутної форми. Насправді краще вибирати пази трикутної та круглої форми або ж прості виїмки (рис. 21.1, г). Кріплення з подібними формами тримаються довше й міцніше.

Кріплення також можна зміцнити, якщо кілька опор будуть загнуті в різних напрямках (рис. 21.1, г).

Якщо простір обмежений, пази розділяють на дві опори (рис. 21.1, д).

Кріплення буде міцнішим, якщо опори навантажені вздовж свого ребра, а не на розгинання (рис. 21.1, е).

Складання не завжди передбачає дві або більше двох частин. Одна частина може бути скріплена сама із собою, одним кінцем до іншого, із загином лапок. Наприклад, із листа можна зробити трубу (рис. 21.2, а).

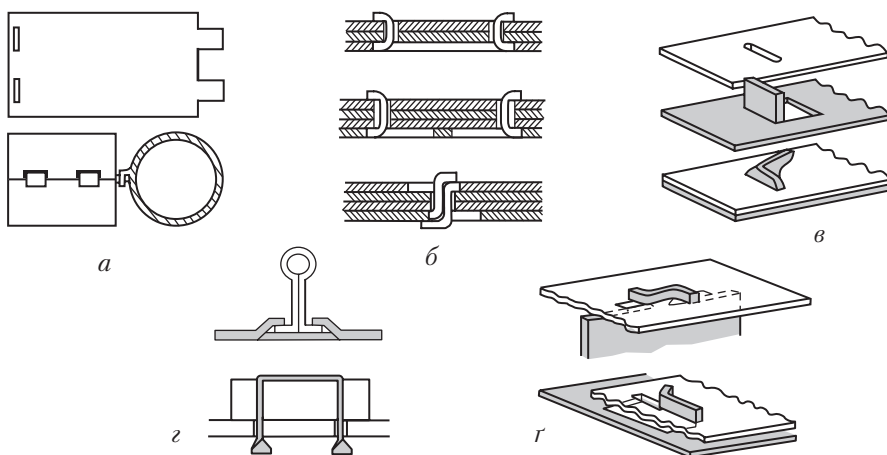


Рис. 21.2. Послідовність виготовлення з'єднання додаванням однієї або більше частин

Якщо потрібно, три або більше листові деталі можна скріпити «бутербродом» (рис. 21.2, б).

У разі з'єднання порівняно товстих листових деталей можна застосовувати скручування опор замість їхнього згинання, до того ж взаємна фіксація буде кращою (рис. 21.2, в). Однак треба мати на увазі, що скручування збільшує висоту потрібного зазору, а гострі кути можуть бути небезпечними для людей.

Громіздки або нелістові металеві частини конструкції скріплюють із листовою основою за допомогою зігнутих опор або металевої скоби, зігнутої з боків (рис. 21.2, г).

Щоб зменшити висоту скручених опор, використовують подібні варіанти (рис. 21.2, г). Вони ефективніші, але коштують дорожче за вирубування отворів.

З'єднання спеціальними вирубками та **шляхом деформації матеріалу** застосовують для кріплення деталей, що не зазнають великого механічного

навантаження. На *рис. 21.3, а* показано вирубку, за допомогою якої кріплення відбувається внаслідок деформації перемичок вирубок. Подібне кріплення зображено на *рис. 21.3, б*. На таких вирубках кріплять зазвичай допоміжні косинці, стояки й екрани.

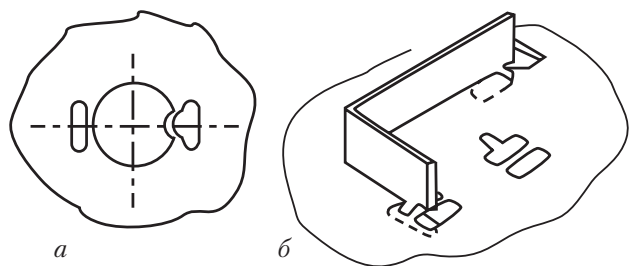


Рис. 21.3. З'єднання за допомогою вирубок:
а – форма вирубок; б – спосіб кріплення деталей

За допомогою **фігурних вирубок** завжди кріплять допоміжні стояки, штепсельні роз'єми тощо. Форма вирубок і спосіб кріплення деталей зображено на *рис. 21.4, а*. Кріплення здійснюють розклинюванням фігурної вирубки, яка притискає вставлену деталь до отвору. Фігурний виріз вирубки під час уставляння деталі відгинають на кут, що приблизно становить 30° , тим самим створюючи кріпильне зусилля. Таке кріплення деталей є надійним, проте їхнє знімання утруднене.

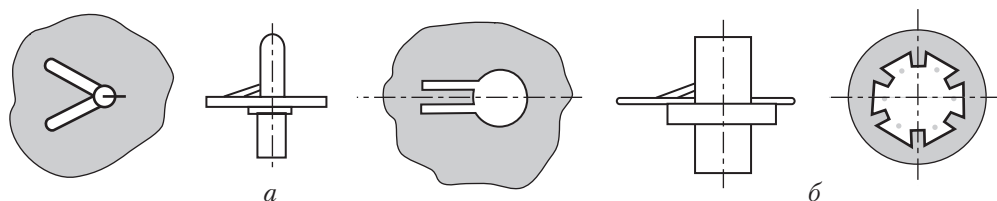


Рис. 21.4. Кріплення за допомогою фігурних вирубок і шайб:
а – форма вирубок; б – спосіб кріплення деталей фігурними пружинними шайбами

Досить часто круглі деталі кріплять за допомогою **фігурних пружинних шайб** (*рис. 21.4, б*), які також працюють на заклинювання корпусу деталі з виступами шайби; утворюється міцне та надійне кріплення. З використанням фігурних пружинних шайб кріплять декоративні решітки й напрямні ролики.

Широкого застосування набули **з'єднання, виконані методом ударного витискання** на листових матеріалах завтовшки не менше 1,5 мм. На штампі в матеріалі витискають отвори (переважно круглого перерізу), і внаслідок плинності матеріалів зі зворотного боку деталі утворюється виступ, висота якого становить не більше 70 % від товщини матеріалу. Виступи, утворені шляхом ударного витискання, замінюють заклепочні з'єднання. Вони слугують не тільки для обмеження (фіксатори розміщення), а й для напрямлення руху деталей (*рис. 21.5; с. 92*).

Часто виступи використовують для зменшення поверхні тертя дотичних під час роботи деталей. Матеріалами для виконання з'єднань ударним витис-

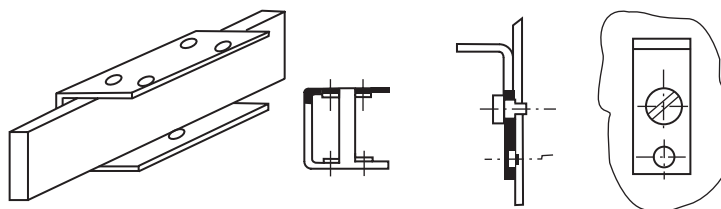


Рис. 21.5. Кріплення методом ударного витискання

канням є низьковуглецеві конструкційні листові сталі марок 10 і 20, які мають високу пластичність. Деталі з виступами, що працюють на тертя, виготовляють із конструкційної сталі 20, тому що цю сталь можна зміцнювати шляхом цементації та гартування. Зручність такого методу кріплення полягає в тому, що обмеження руху спряжених деталей забезпечують без застосування додаткових конструкційних пристосувань.

21.2. Безпідшипникові з'єднання

Характерною особливістю *безпідшипникових з'єднань поворотних осей* (рис. 21.6) є те, що роль підшипника відіграє фігурний або круглий отвір, виштампуваний у листовому матеріалі, а роль осі — плоский виступ штамповано-поворотної деталі. Отже, у цих з'єднаннях відсутні точені деталі, чим досягається простота й дешевизна конструкції.

Безпідшипникові з'єднання застосовують тоді, коли тертя, що виникає під час зміни кута повороту деталі, не впливає на працездатність і надійність виробу. Наприклад, у кріпленні поворотного важеля (рис. 21.6, а), який застосовують для додаткових (допоміжних) перемикачів: рух важеля здійснюється від однієї з клавіш кнопкового (або клавішного) пристрою перемикача; у кріпленні поворотного кутника (рис. 21.6, б), який застосовують для фіксації важелів перемикачів.

У деяких випадках деталі виробів з'єднують рухомо й вони здійснюють поступальний або обертовий рух (рис. 21.5, в). Знімання та встановлення деталей прості й не викликають технічних труднощів. Розмір зазору h між

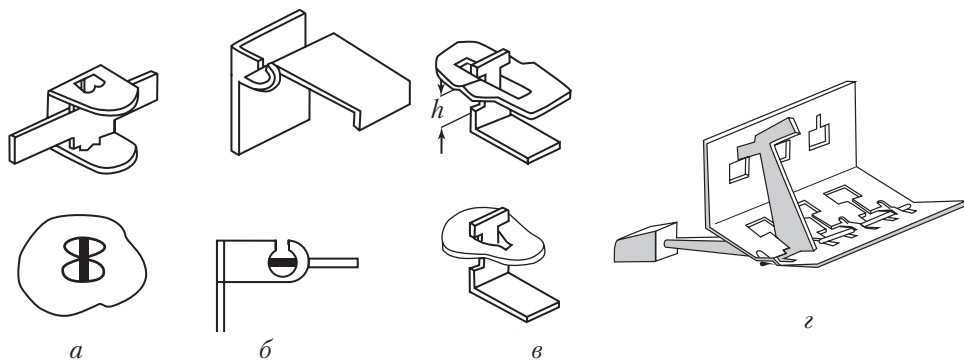


Рис. 21.6. Безпідшипникові з'єднання:

а — кріплення поворотного важеля; б — кріплення поворотного кутника; в — кріплення для поступального (*угорі*) й обертового (*унизу*) руху; г — конструкція деталей клавішного перемикача; h — зазор між кінцем важеля та вирізом

кінцем важеля та вирізом вибирають або за системою допусків, якщо потрібна висока точність з'єднання деталей, або з конструктивних міркувань.

Ще одним прикладом безпідшипникового з'єднання є **конструкція деталей клавійного перемикача** (рис. 21.6, г), зібраного без гвинтових кріпильних деталей. Характерною особливістю цієї конструкції є те, що на корпусі пристрою передбачені всі отвори для встановлення вертикально розміщених важелів перемикача й обмеження їхнього руху без застосування додаткових деталей. Вісь обертання важелів також кріпиться шляхом обтискання перемичок корпусу перемикача.

Наведені конструкції механічних з'єднань призначені переважно для пристроїв, які під час експлуатації не зазнають значного механічного впливу (вібрацій, ударних зрушень). Такі вироби транспортують у спеціальній упаковці, яка захищає їх від механічних впливів під час перевезення на будь-якому виді транспорту. Однак треба враховувати, що ці з'єднання схильні до впливу зовнішнього середовища. Поява корозії спричиняє ослаблення з'єднань, а отже, порушує їхню надійність.

Запитання та завдання

1. Назвіть способи механічних з'єднань конструкцій виробів.
2. За допомогою чого виконують кріплення лапками?
3. Як виконують кріплення за допомогою вирубків?
4. Коли використовують з'єднання, виконані методом ударного витискання?
5. Коли застосовують безпідшипникові з'єднання?

Розділ 22. З'ЄДНАННЯ ДРОТОМ

22.1. Історія виготовлення виробів із дроту

Створення виробів із дроту — стародавнє мистецтво, яке виникло в Єгипті приблизно за 3000 років до н. е. Археологічні знахідки вказують на те, що дріт використовували для виготовлення кольчуг, щіток для чесання вовни, для кінської зброї, ланцюгів, золотих і срібних виробів. У наш час із дроту в'яжуть арматуру, виготовляють плетені та кручені дротяні сітки й паркани, віники й кошики, балконні огорожі, рибальські гачки й голки, предмети домашнього вжитку (рис. 22.1).



Рис. 22.1. Вироби з дроту:

- а — пряжка оцинкована для пакувальних стрічок; б — кошик із петлями й ручкою;
в — підставка для книг; з — підставка кухонна; г — колючий захисний дріт

Нині дрiт виготовляють волочiнням – протягуванням металевих прутiв крiзь конiчнi звужувальнi отвори.

Для виготовлення виробiв застосовують рiзнi способи з'єднання деталей дротом – скручування, плетiння, в'язання, гачками, скобами тощо (рис. 22.2).

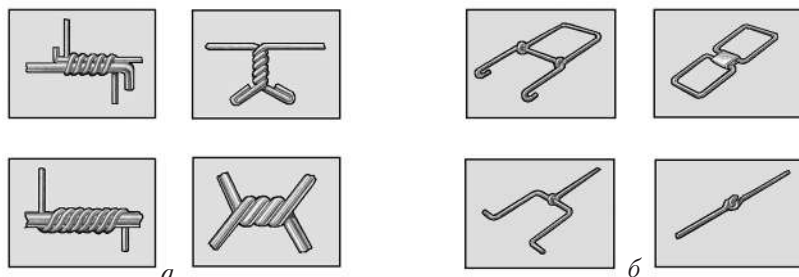


Рис. 22.2. Способи з'єднання деталей дротом:
а – скручуванням; б – гачками та скобами

22.2. Матерiали для виготовлення дротяних виробiв

Найчастiше дрiт буває круглого перерiзу, рiдше – квадратного, шестикутного або напiвкруглого. Його виготовляють iз рiзних металiв без покриття i з покриттям, наприклад емалевим або полiмерним. Дiаметр дроту вимiрюють у мiлiметрах. Також дрiт для плетiння рiзниться жорсткiстю (м'який, напiвжорсткий та жорсткий) залежно вiд матерiалу, з якого вiн виготовлений.

Мiдний дрiт буває рiзної твердостi й дiаметра. З м'яким мiдним дротом легко працювати, його використовують для виготовлення бiльшостi виробiв iз дроту: посрiблений мiдний дрiт – для виготовлення прикрас i дрiбних, витончених дротяних виробiв; емальований – рiзноманiтних кольорових виробiв. Луджений мiдний дрiт блищить i не окиснюється, його використовують для кухонного приладдя.

Латунний дрiт вiдрiзняється кращими показниками корозiйної стiйкостi, хорошою мiцнiстю i пружнiстю; буває м'який, напiвтвердий та твердий.

Алюмiнiєвий дрiт дуже м'який та гнучкий i з ним легко працювати.

Оцинкований сталевий дрiт не iржавiє, його використовують для застосування на вiдкритому повітрі. Вiн твердий i не так легко гнеться, як багато iнших видiв дроту, але пружинить, тож працювати з ним потрібно обережно.

Тонкий сталевий трос – це звитi у джгут тонкi жили оцинкованого сталевого дроту. Вiн має красиву текстуру й дуже високу мiцнiсть. Працювати з ним потрібно обережно.

Дротяна сiтка – унiверсальний матерiал для виготовлення виробiв iз дроту, з нею легко працювати, вона недорога. Сiтку виготовляють переважно з оцинкованого сталевого дроту, випускають рiзної ширини й з комiрками рiзного розмiру. Зазвичай з неї роблять огорожi й вольєри для тварин.

Сiтку з нержавiючої сталi використовують у рiзних галузях господарства: для будiвництва огорожень, клiток i загонiв – плетену, зварену або кручену сiтку; у штукатурних роботах – ткану сiтку й рабицю з малим розмiром комiрок; як арматуру – нержавiючу зварну. Щiлинну сiтку застосовують для фiль-

трації та сушіння, а складену — для просіювання породи та інших сипучих речовин. Для ландшафтних і садових робіт використовують плетену сітку.

22.3. Типи сіток

Сітки виготовляють різних типів:

ткани (рис. 22.3, а), у яких перехресно переплітаються різні тонкі дроти-ни, із зовсім дрібними комірками;

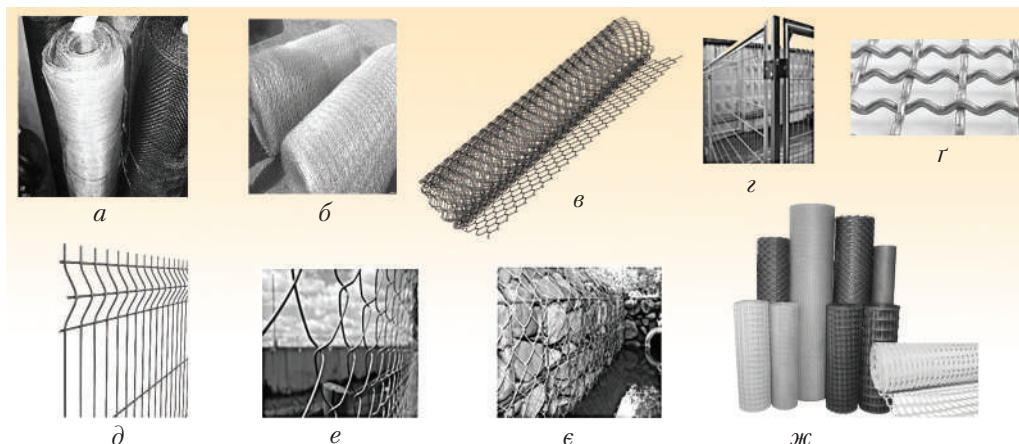


Рис. 22.3. Типи сіток:

а — ткани; б — кручена; в — рабиця; г — зварна; р — рифлена; д — з полімерним покриттям (евросітка); е — полегшена; є — габіонна; ж — полімерна

кручені (рис. 22.3, б), у яких унаслідок скручування дротів, що перехрещуються під кутом 120° , утворюються шестигранні комірки великого розміру (25–100 мм). Мають велику ширину (до 3 м);

рабиця (рис. 22.3, в) — із плетеного сталевого дроту круглого перерізу;

зварні (рис. 22.3, г) — випускають у картах (секціях у формі квадрата);

рифлені (рис. 22.3, р) — із чорної вуглецевої сталі. Профіль дроту згинають, надаючи йому хвилеподібної форми. Потім прутки переплітають між собою як нитки у виробництві тканини. Має високу міцність і твердість, через це її випускають не в рулонах, а в картах;

з полімерним покриттям (евросітка) (рис. 22.3, д) — виготовляють переплетенням сталевого дроту, зверху покривають шаром ПВХ. Полімер наносять способом запікання;

полегшені (рис. 22.3, е) — із тонкого дроту, подібного до нитки. Поперечні та поздовжні прутки скріплюють шарнірним вузлом. Розмір комірок у межах одного рулону змінюється: спочатку йдуть комірки заввишки від 15 см і зменшуються з кожним рядом до 5 см, потім знову збільшуються. Цей тип плетіння забезпечує сітці достатню міцність, хоча дріт тонкий;

габіонні (рис. 22.3, є) — таку огорожу роблять із прямокутних, квадратних, циліндричних зварних або кручених коробів дроту, комірки сітки можуть мати різні форми й розміри. Короби не залишають порожніми, а наповнюють природними матеріалами (дерев'яними брусками, камінням, щебенем);

полімерні (рис. 22.3, ж) — з екструдованих полімерних волокон, які переплітаються між собою, формуючи сітку. Часто застосовують як садову огорожу, щоб відокремити зони клумби або палісадника, як основний паркан для дачної ділянки, в окремих випадках — для аварійної конструкції.

22.4. Ручне в'язання вузлів арматурних виробів

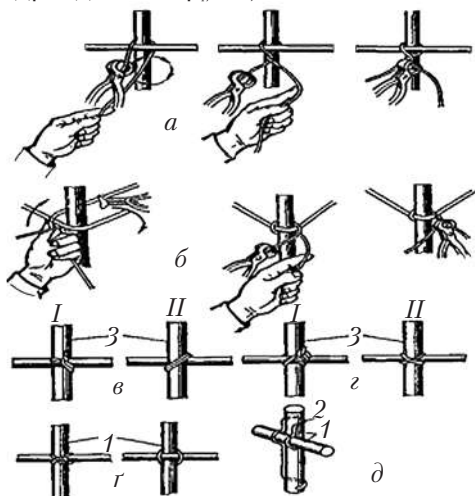
Ручне в'язання вузлів арматурних виробів застосовують у разі малого обсягу арматурних робіт. Дротові вузли в'язуть арматурними кусачками. Однією рукою тримають кінець в'язального дроту, що обгинає перетин (місце схрещування) арматурних стрижнів, які потрібно зв'язати, захоплюють кінці в'язального дроту й закручують їх двічі. Перетин кінців дроту має бути близько від перетину стрижнів, щоб після другого оберту вийшов міцно стягнутий вузол. Під час останнього повороту дріт підламують кусачками. Після закручування дріт у вузлі з м'якого робиться твердим і ламається. Відкушувати дріт кусачками не треба. Якщо перетин кінців дроту підходить упритул до стрижнів, то сильно закручений дріт ламається до кінця скрутки, а коли перетин кінців дроту міститься далеко від стрижнів, треба збільшувати кількість обертів кусачок. Закінчуючи в'язання вузла, не розкриваючи кусачок, дріт трохи підгинають, щоб його звільнений кінець був загнутий гачком для подальшого в'язання. Під час в'язання кінці дроту закручують зліва направо.

У разі в'язання заготовленими відрізками дріт не треба відламувати й підготовляти кінець, роблячи гачок для в'язання наступного вузла.

Вузли перетинів арматурних стрижнів можна в'язати з підтягуванням і без підтягування стрижнів (рис. 22.4).

Для **в'язання простих вузлів без підтягування дроту** (рис. 22.4, а) застосовують такі прийоми:

- гачком в'язального дроту потрібно зачепити через лівий верхній кут перетин з'єднаних стрижнів;
- кінець в'язального дроту захопити кусачками;
- різким рухом перенести праву руку з кусачками ліворуч під в'язальний дріт до лівої руки;



- розкрити кусачки, перенести праву руку вгору над лівою та захопити кусачками перетин обох кінців дроту;
- кусачки закрити й повернути двічі зліва направо, не відкусуючи дріт;

Рис. 22.4. Прийоми в'язання дротом перетинів арматурних стрижнів:

а — в'язання дротом у пучках без підтягування; б — в'язання кутових вузлів; в — дворядний вузол; г — хрестовий вузол; д — мертвий вузол; е — скріплення стрижнів з'єднувальним елементом; 1, 3 — стрижні; 2 — з'єднувальний елемент; I — вид спереду; II — вид ззаду

- лівою рукою відвести кінець дроту, що йде від мотка, щоб він не намотався на кусачки й не заважав скручуванню.

Прості **вузли з підтягуванням дроту з мотка** потрібно в'язати так:

- зачепити перетин стрижнів гачком і кінець гачка з правого боку захопити зубцями кусачок, які тримають у правій руці;

- різким рухом правої руки з кусачками підтягнути цей кінець дроту ліворуч під інший кінець, а лівою рукою дріт підтягнути спочатку вліво, потім підняти вгору і праворуч (під кусачками);

- кусачки звільнити, провести їх зубцями по в'язальному дроту до упору в перетині стрижнів і захопити обидва кінці в'язального дроту;

- кусачки закрити і, не відкушуючи в'язальний дріт, повернути ними двічі лівою рукою, відвести кінець в'язального дроту вбік, щоб він не намотувався на кусачки.

В'язання без підтягування вузлів каркасів за використання дроту в пучках треба виконувати так:

- лівою рукою вийняти відрізок дроту з пучка й вказівним пальцем обернути перетин стрижнів;

- захопити зубцями кусачок кінці відрізка дроту і, підтягнувши трохи стрижні до себе, повернути кусачками двічі.

Спосіб **в'язання хомутів зі стрижнями дротом у пучках** більш легкий і його виконують так:

- кінець в'язального дроту потрібно просунути за поздовжній стрижень під хомут, направити великим пальцем лівої руки, загнути вгору за хомут біля стрижня та захопити кусачками;

- кусачки із захопленим кінцем дроту підтягнути під дріт у лівій руці, перенести праворуч і захопити ними перетин обох кінців в'язального дроту близько біля вузла;

- підтягнути кусачки до себе й повернути на два оберти.

Залежно від діаметрів і розміщення вузлів їхнє в'язання буває просте, кутове, дворядне, подвійне, хрестове, мертве. На *рис. 22.4* зображені основні типи дротяних вузлів (перетинів), які застосовують для ручного в'язання арматурних виробів.

Під час ручного в'язання сіток, каркасів колон, балок та інших конструкцій використовують пристосування, що сприяють підвищенню продуктивності праці арматурників. Для складання та в'язання каркасів застосовують гаки (*рис. 22.5, а*), кондуктори, шаблони, в'язальні пістолети (*рис. 22.5, б*). Кондуктори застосовують також і для складання каркасів за допомогою зварювання та для складання каркасів частково зварюванням і частково в'язанням.

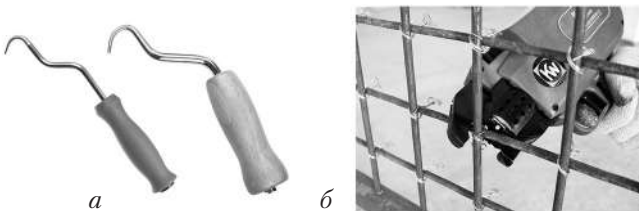


Рис. 22.5. Пристосування для в'язання:

а — гаки для в'язання дротом;

б — в'язальний пістолет

Плетіння з дроту — популярний вид творчості. Вироби, які отримують із дроту різної товщини, мають різноманітні сфери застосування: це можуть бути деталі декору, елементи інтер'єру, садові конструкції і частини меблів. І дотепер у моді ювелірні прикраси із золотого та срібного дроту, декоративні вироби з ажурним плетінням із дроту (рис. 22.6).

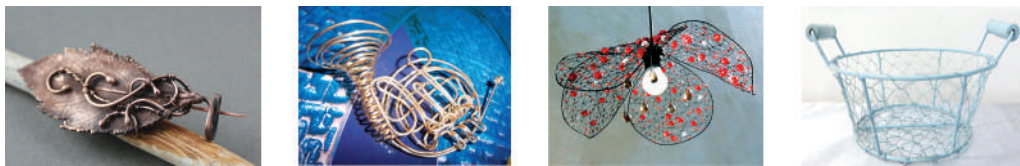


Рис. 22.6. Декоративні вироби з дроту

Професійно освоїти техніку плетіння з дроту досить важко, адже для виготовлення по-справжньому прекрасних виробів із дроту потрібна не тільки майстерність, а й інструменти та професійне обладнання.

Запитання та завдання

1. Які матеріали використовують для виготовлення дротяних виробів?
2. Охарактеризуйте типи дротяних сіток.
3. Які є способи з'єднання деталей дротом?

Розділ 23. З'ЄДНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВОДІВ

23.1. Способи з'єднання проводів

Під час розведення або ремонту електропроводки, підключення побутової техніки й інших робіт виникає потреба з'єднувати проводи. Щоб з'єднання було надійним і безпечним, необхідно знати особливості кожного з них, де і коли, за яких умов їх можна використовувати.

Застосовують різні **способи з'єднання проводів** (рис. 23.1). Вибираючи певний спосіб з'єднання, потрібно зважати на багато факторів. Зокрема, на

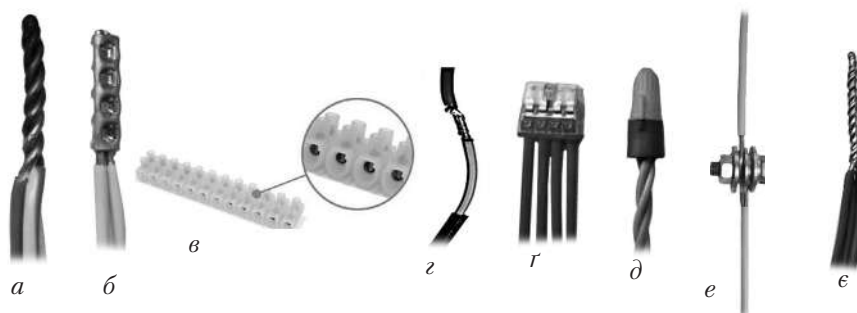


Рис. 23.1. Основні способи з'єднання проводів:

- a* — зварюванням; *б* — обпресуванням гільзою; *в* — клемними колодками;
г — паянням; *г* — клемником; *д* — ковпачком; *е* — болтове;
є — скручуванням

матеріал проводу, площу його перерізу, кількість жил, тип ізоляції, кількість проводів, що з'єднуюватимуться, а також на умови експлуатації.

Під час **з'єднання проводів зварюванням** (рис. 23.1, а) їх скручують, а кінець заварюють. Утворюється кулька з металу, яка в будь-яких умовах забезпечує стабільне й дуже надійне з'єднання — не тільки струмових, а й міцнісних характеристик: метал з'єднаних проводів після розплавлення утворює моноліт і вичленити окремий провід неможливо. У процесі зварювання важливо нагріти метал, але не оплавити ізоляцію. Недолік цього з'єднання проводів — воно на 100 % нерознімне.

Для **з'єднання проводів обпресуванням** (рис. 23.1, б) потрібна спеціальна алюмінієва або мідна гільза чи наконечник — їх підбирають, зважаючи на розміри діаметра пучка, а матеріал беруть такий самий, як і проводи. Оголені й зачищені до блиску проводи скручують, на них надівають трубку-гільзу й затискають її спеціальними кліщами.

Гільзи й наконечники застосовують різні, їх є кілька видів (рис. 23.2). Гільзи для з'єднання проводів обпресуванням бувають мідні, алюмінієві й мідно-алюмінієві, тобто обпресуванням можна з'єднувати проводи з міді й алюмінію.

Технологія обтискання проводів:

- обрізують провід різакон, забезпечуючи дуже точний зріз: що він точніший, то легше буде надіти гільзу, не зім'явши проводи;

- відміряють і зачищають від ізоляції частину проводу на довжину гільзи так, щоб не пошкодити провід (у гільзи є невелике розширення, яке допоможе насадити її на провід);

- насаджують гільзу на зачищену частину проводу;

- уставляють у затискач відповідного розміру й стискають.

Для виконання з'єднання використовують ніж для знімання ізоляції, бокорізи й пасатижі для відрізання проводу, обпресувальні кліщі класичного типу для ручного використання, потужні кліщі з довгими ручками або з гідропресом та ізоляційну стрічку.

З'єднання проводів у клемних колодках (рис. 23.1, в) — одне з найпростіших і надійних з'єднань проводів. Клемні колодки є кількох типів, але практично скрізь використовують гвинтове з'єднання. Клемні колодки бувають із гніздами різних розмірів — під різні розміри проводів, з різною кількістю пар — від 2 до 20 і більше.

Клемна колодка — це пластиковий корпус, у якому запаяно металеве гніздо або пластина. У це гніздо або між пластинами вставляють оголений провід і затискають його гвинтом. Затягнувши гвинт, треба посмикати провід — переконатися, що він добре затиснутий.

Перевагами такого з'єднання є швидкість і простота з'єднання, можна з'єднувати проводи різних діаметрів, одно- й багатожильні, мідні й алюмінієві.



Рис. 23.2. Різновиди гільз і наконечників

Недолік з'єднання — через пластичність металів, особливо алюмінію, з часом контакт слабшає.

З'єднання проводів паянням (див. рис. 23.1, г; с. 98) потребує підготовки. Спочатку проводи зачищають від ізоляції й окисидної плівки до чистого металу, скручують, після цього лудять. Луджені дроти скручують спочатку пальцями, потім дотискають, використовуючи пасатижі.

Місце з'єднання розігрівають паяльником або вузькофакельним пальником. Коли каніфоль або флюс закипає, беруть на жало паяльника деяку частину припою і вносять у зону паяння, притискаючи жало до проводів. Припій розтікається і заповнює проміжки між проводами, забезпечуючи добре з'єднання.

Після охолодження місця паяння потрібно змити залишки флюсу (вони прискорюють окиснення), просушити з'єднання, після чого ізолювати за допомогою ізоляційної стрічки або термоз'єднувальних трубок.

Цей спосіб з'єднання проводів має як переваги, так і недоліки. У слабкострумних системах паяння — один із найнадійніших способів. Однак за розведення електропроводки в будинку або квартирі в разі періодичного проходження через з'єднання великих струмів (це буває, якщо захисні автомати неправильно підібрані або несправні) припій поступово розплавляється та випаровується. Контакт стає дедалі гіршим і з'єднання гріється, що може призвести до пожежі. Ще один негативний момент — низька механічна міцність паяння через м'якість олова. Якщо проводів у паяному з'єднанні багато і вони жорсткі, під час спроби упакувати їх проводи часто вивалюються — занадто велика сила пружності, яка вириває їх. Тому **не рекомендовано використовувати з'єднання проводів паянням для розведення електрики: незручно, довго й ризиковано.**

23.2. Пружинні затискачі для з'єднання проводів

Один із найпоширеніших способів з'єднання проводів — за допомогою **пружинних затискачів**. Вони є кількох типів, але найчастіше застосовують два — клемники й ковпачки (див. рис. 23.1, г, д; с. 98). Зовні та за способом монтажу вони відрізняються, але за основу обох конструкцій взято пружину, яка створює міцний контакт із проводом.

Нещодавно з'явилися нові види затискачів для проводів, за допомогою яких з'єднання відбувається дуже швидко й легко та має при цьому високу надійність (рис. 23.3). Такі затискачі відрізняються механізмами затискних клем.

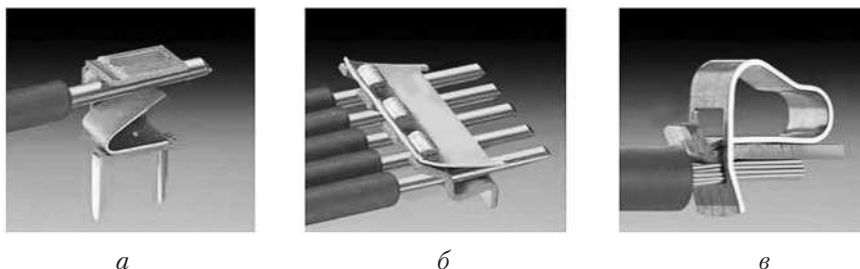


Рис. 23.3. Види пружинних затискачів для з'єднання проводів:

а — з листовою пружиною; б — плоско-пружинний; в — із фіксатором

Пружинні клеми виготовляють з різних полімерних матеріалів. Контактна частина складається з однієї або двох латунних пластин, одна з яких має жорстку основу, а друга закріплена на рухомій частині затискача. Під час монтажу проводів рухому частину піднімають, установлюють провід і закривають її на спеціальну засувку. Під час закривання пружина стискається, забезпечуючи належний тиск на провід і, відповідно, надійний контакт.

Перевагами такого виду клем є простота роботи й заміни проводу, ізоляція проводу від випадкового дотику, можливість обладнання виносним заземлювальним контактом.

Недолік таких клемників — можливість використовувати провід із площею перерізу до 2,5 мм² і номінальний струм не більше за 25 А, імовірність послаблення металу пружини із часом або внаслідок нагрівання.

Для монтажу електропроводки або підключення домашньої побутової техніки й освітлювальних приладів використовують 2 варіанти затискачів для проводів: рознімні (з можливістю замінити з'єднання) і нерознімні.

Рознімні затискачі, або **пружинні затискачі для електропроводки** (рис. 23.4), мають кілька контактних майданчиків — від двох до п'яти — і таку саму кількість прапорців-фіксаторів. Перед початком з'єднання прапорці піднімають угору, у них уставляють зачищені від ізоляції проводи (до упору), після чого прапорець опускають. За потреби таке з'єднання можна пере-з'єднати — підняти прапорець-фіксатор і вийняти провід.



Рис. 23.4. Способи підключення проводів рознімними затискачами: *a* — підключення проводів до універсальних клем із прапорцями-фіксаторами; *б* — підключення гнучких проводів у розподільній коробці; *в* — петльове підключення освітлювального пристрою гнучкими проводами; *г* — внутрішні елементи пружинного затискача

Також використовують **кнопкові рознімні затискачі**, які розблоковують контакт і мають більше п'яти майданчиків.

За використання **нерознімних затискачів** (рис. 23.5) зачищений провід уставляють в отвір для нього, наявна там пружина затискає провід, забезпечуючи контакт із пластиною. Перез'єднати проводи в цьому випадку неможливо.

Не рекомендовано з'єднувати за допомогою таких затискачів м'які багатожильні проводи.

Для поліпшення контакту перед з'єднанням дроти необхідно зачистити від оксидної плівки.

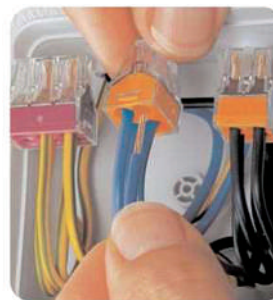


Рис. 23.5. Підключення проводів нерознімними затискачами

Для з'єднання проводів у світильниках використовують спеціальні клеми, за допомогою яких можна з'єднувати алюмінієві або мідні проводи різного перерізу й типу (одно- або багатожильні із жорсткими дротами). Номінальна напруга такого з'єднання становить 400 В, номінальний струм для мідних проводів – 24 А, для алюмінієвих – 16 А (рис. 23.6).

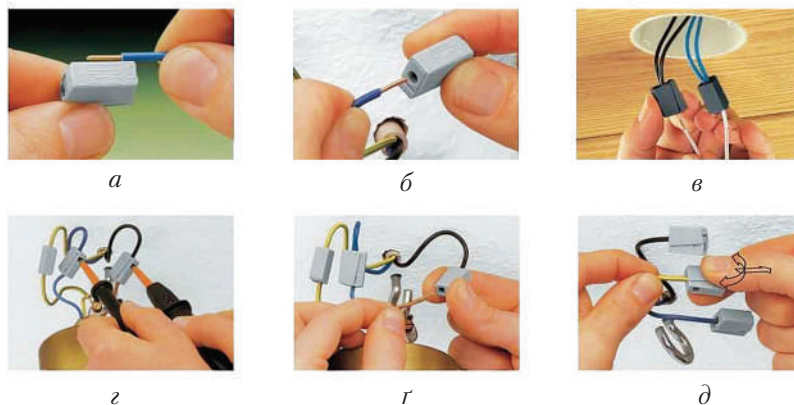


Рис. 23.6. Способи з'єднання проводів у світильниках за допомогою клем: а – зняття ізоляції; б – підключення провода з монтажного боку; в – підключення з боку світильника; г – перевірка електричних параметрів через отвори в корпусі клеми; р – відключення з боку світильника; д – відключення з монтажного боку

23.3. З'єднання проводів ковпачками СІЗ

Ковпачки СІЗ (сполучні ізолювальні затискачі) – пристрої, дуже прості у використанні. Це пластиковий корпус, усередині якого є пружина конічної форми (рис. 23.7). У ковпачок уставляють зачищені від ізоляції проводи, потім його прокручують за годинниковою стрілкою кілька разів. З'єднання завершено, коли ковпачок перестає прокручуватися.

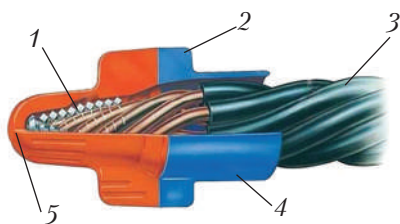


Рис. 23.7. Будова ковпачка СІЗ:
1 – рухома пружина із загостреними кінцями;
2 – виступи для зручності закручування;
3 – проводи; 4 – фіксувальна частина подовженої ділянки провода; 5 – ізолятор

Такі ковпачки випускають різних розмірів, під різні діаметри й кількість з'єднуваних проводів (рис. 23.8). Щоб з'єднання проводів було надійним, треба правильно підібрати розмір, а для цього необхідно знати маркування.

Так, маркування СІЗ-1 2,0–4,0 означає, що корпус з'єднувального ковпачка звичайний, конусоподібний. За його допомогою можна з'єднати 2 проводи з площею перерізу не менше за 0,5 мм² (у сумі вони дають 1 мм, що відповідає мінімальним вимогам). Максимально в такий ковпачок входять проводи, загальна площа перерізу яких не повинна перевищувати 4 мм².

Ковпачками СІЗ можна з'єднувати тільки про-
води з міді — алюмінієві жили зазвичай більш тов-
сті, ніж максимально допустимі для цих з'єднувачів.

23.4. Болтове з'єднання проводів

Болтове з'єднання містить болт, гайку й кілька шайб.

Спочатку проводи зачищають від ізоляції, за потреби знімають верхній окиснений шар. Далі із зачищеної частини проводу формують петлю, вну-
трішній діаметр якої дорівнює діаметру болта (рис. 23.9, а). Щоб було простіше, провід можна обкрутити навколо болта й закрутити (рис. 23.9, б, посередині). Після цього складання виконують у такому порядку (рис. 23.9, а): на болт насаджують шайбу, установлюють один із проводів, другу шайбу, інший провід, третю шайбу й гайку.

З'єднання затягують спочатку руками, а потім — за допомогою ключів або пасатижів. Цей спосіб використовують, якщо треба з'єднати мідний та алюмі-
нієвий проводи, а також для з'єднання проводів різного діаметра.

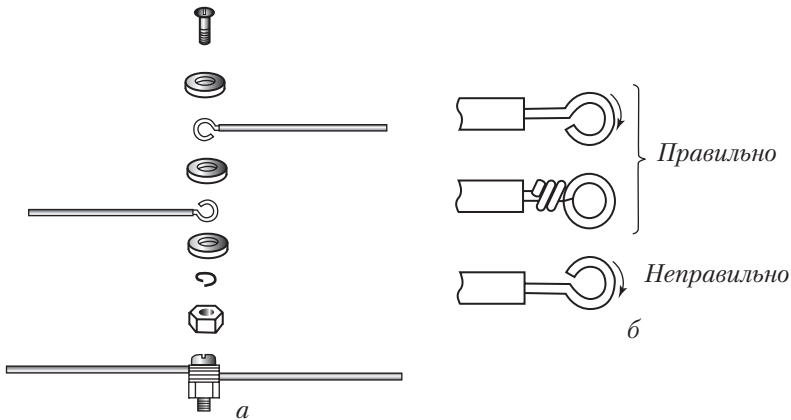


Рис. 23.9. Болтове з'єднання проводів:
а — послідовність складання; б — формування петлі

З'єднання за допомогою муфт застосовують для з'єднання силових електромереж різного призначення (рис. 23.10). Крім надійного стикування проводів, за допомогою муфт забезпечують додаткову ізоляцію та надійну герметизацію місця з'єднання. На вибір комп-
лектації кожного виду муфти впливають електричні параметри з'єднуваних проводів.

За призначенням муфти бувають з'єднувальні, кінцеві, стопорні, перехідні й відгалужувальні.



Рис. 23.8. Види ковпачків СІЗ



Рис. 23.10. З'єднувальні муфти

З'єднувальні муфти є найпоширенішим видом муфт. Основна вимога до них — висока герметичність. Муфти можуть бути нерозбірні і розбірні. *Кінцеві муфти* замикають електричне коло. Їхньою особливістю є наявність компаунду — термопластичної, термоактивної полімерної смоли або матеріалів із домішками для затвердіння складу. *Перехідні муфти* застосовують для забезпечення герметичності кабелів різного перерізу.

За конструктивним виконанням муфти поділяють на одно- й трифазні.

Залежно від матеріалу виготовлення муфти бувають свинцеві, епоксидні, чавунні й латунні. За типом діелектричної ізоляції розрізняють муфти гумові, пластикові й паперові з просоченням.

23.5. З'єднання електропроводів скручуванням

Для цієї операції досить взяти 2 проводи, зняти ізоляцію (для надійного скручування ізоляцію видаляють на довжині не менше ніж 5 см), а оголені жили проводів потім скрутити між собою. Місце скручування обмотують звичайною ізоляційною стрічкою ПВХ. Замість неї можна використати спеціальні ковпачки для скручування, які кріплять до фрагмента електропроводки, тим самим ізолюючи оголені частини електричного контакту.

Заборонено з'єднувати скручуванням проводи різнорідних металів. Як виняток, можна скрутити мідний та алюмінієвий проводи, але тільки тоді, коли мідна жила попередньо буде залужена припоєм. Для підключення електричних проводів необхідно використовувати клемні колодки.

Перш ніж з'єднувати проводи в загальний електричний вузол, їх потрібно зачистити від верхнього ізоляційного шару. Це можна зробити за допомогою монтерського ножа (рис. 23.11, а).

Електрики застосовують **стрипер** (рис. 23.11, б) — багатофункціональний інструмент, за допомогою якого можна зняти ізоляцію з проводу або обробити кабель. Стрипер буває простий, напівавтоматичний та автоматичний.

Для з'єднання проводів використовують різноманітні способи скручування (рис. 23.12).

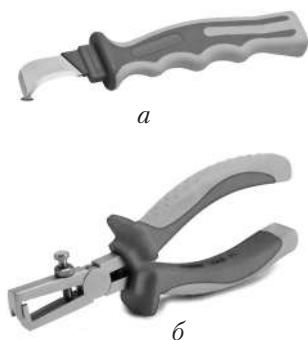


Рис. 23.11. Монтерські інструменти:
а — ніж; б — стрипер

Відповідно до правил улаштування електроустановок скручування взагалі заборонене, хоча ще півстоліття тому його застосовували повсюдно. Нині ж скручування є основним етапом з'єднання зварюванням і паянням.

Скручуванням можна одночасно з'єднувати кілька проводів, але їхня загальна кількість не повинна перевищувати шести.

Основним недоліком скручування є ненадійність з'єднання, із часом воно слабшає. Це пов'язано з тим, що в жилах проводів присутня залишкова пружна деформація. У місці скручування збільшується перехідний опір, що загрожує порушенням контакту й нагріванням, яке може спричинити пожежу.

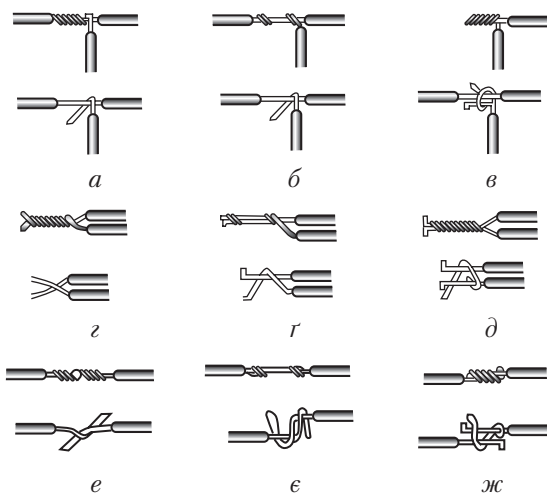


Рис. 23.12. Способи скручування проводів:

- a* – відгалуження просте;
- б* – відгалуження жолобком;
- в* – відгалуження бандажне;
- г* – паралельне просте;
- г* – паралельне жолобком;
- д* – паралельне бандажне;
- е* – послідовне просте;
- е* – послідовне жолобком;
- ж* – послідовне бандажне

Якщо скручування зроблене правильно (рис. 23.13, *a, в*), є імовірність того, що воно слугуватиме довго, за умови нормального навантажувального струму в мережі. Проте краще зміцнити місце з'єднання зварюванням, паянням, клемними колодками тощо.

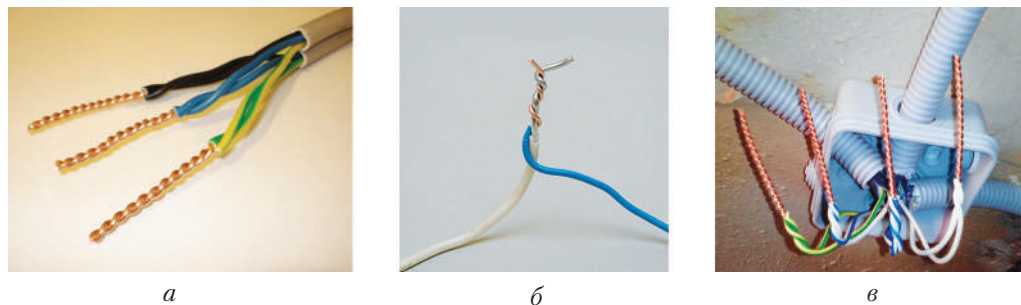


Рис. 23.13. Скручування проводів:

a – правильне; *б* – неправильне; *в* – скручування проводів, розміщених в ізолювальних трубках у розподільній коробці

23.6. З'єднання струмопровідним клеєм

У разі пошкодження доріжки на друкованій платі найчастіше виникають труднощі з її відновлення. Якщо, наприклад, стався обрив доріжки на платі клавіатури ноутбука, яку здебільшого роблять із плівки, а доріжки – алюмінієвим напilenням, то паяння взагалі неможливе.

Розв'язати цю проблему найкраще допоможе спеціальний струмопровідний клей, призначений для виконання струмопровідних комунікацій на діелектриках. Він може містити порошок графіт або наповнювач із срібного чи іншого струмопровідного порошку. Такий клей часто застосовують

для ремонту ниток обігріву заднього скла автомобіля, тому що клей стійкий до температури й має високу провідність за малого питомого опору.

Найпопулярнішою маркою є струмопровідний клей «*Контактол*». Його застосовують для установлення електронних елементів, мікросхем, усунення пошкоджень контактів, відновлення доріжок монтажних плат. Висока електропровідність цього клею робить його незамінним, коли не можна застосувати паяльник. Виробляють 3 марки цього клею.

«*Контактол на сріблі*» — в'язко-текуча композиція, яка проводить електричний струм і призначена для утворення електропровідних доріжок на основах, виготовлених із діелектричного матеріалу (скло, текстоліт, гетинакс тощо). Сполучним елементом клею є синтетична модифікована смола, струмопровідним наповнювачем — порошок дрібної фракції із срібла.

«*Контактол радіо*» призначений для формування провідникових доріжок на діелектричних матеріалах під час виготовлення радіотехнічних вузлів. Сполучним елементом клею є модифікована смола. Властивості провідності струму надає графітовий порошок.

«*Маркер контактол*» — клей, сполучною речовиною у якому є полівінілхлоридна смола. Матеріал струмопровідного порошку — срібло. Корпус тюбика клею виконаний як маркер. Клей застосовують для нанесення струмопровідних доріжок на плати, виконання перемичок та інших робіт.

Автомобілісти часто самостійно виготовляють пасту або клей, які мають струмопровідні властивості. Для цього беруть клей і графітовий порошок, зроблений із осердя простого олівця, у співвідношенні 1 : 1. Далі все перемішують.

23.7. З'єднання алюмінієвих і мідних проводів

У багатьох квартирах застарілого житлового фонду електрична енергія розподіляється по проводах, зроблених з алюмінію.

Іноді виникає потреба в безпечному з'єднанні алюмінієвих і мідних проводів, наприклад для підключення розеток, електроприладів. Однак безпосередньо з'єднувати їх не можна, оскільки таке з'єднання дуже нагрівається і з часом контакт між проводами послаблюється. Це відбувається тому, що алюміній має нижчу електропровідність, ніж мідь. Через це під час проходження струму він гріється сильніше, а внаслідок нагрівання розширюється сильніше, відтискаючи мідний провід.

Руйнуванню контакту сприяють і водяні пари, які неминуче присутні в атмосфері. За законами фізики, навіть якщо захистити з'єднання від вологості, довговічність прямого скручування мідного й алюмінієвого проводів недостатня.

Мідну й алюмінієву жили можна з'єднати за допомогою паяння кінців проводів, але таке з'єднання є ненадійним і не запобігає утворенню гальванічної пари.

Кращим способом з'єднання є використання клемних колодок. Для цього досить зачистити провід на довжину 5 мм, заправити в клему й затягнути гвинт.

Надійним способом з'єднання мідних та алюмінієвих проводів є з'єднання за допомогою болта, гайки і трьох шайб, одна з яких — пружинна (див. рис. 23.9, а; с. 103). Для цього потрібно зачистити з'єднувані дроти, на болт насадити гроверну шайбу, потім просту. Після цього установити зігнутий кільцем алюмінієву жилу й просту шайбу, потім — зігнутий кільцем мідний провід і затягнути з'єднання гайкою до повного випрямлення пружинної шайби.

Запитання та завдання

1. Назвіть способи з'єднання проводів.
2. Які є способи скручування проводів?
3. Як з'єднують алюмінієві й мідні проводи?

Розділ 24. З'ЄДНАННЯ СКОБАМИ

24.1. Загальні відомості про скоби

Скоби — це кріпильні деталі, які застосовують для отримання високоміцних з'єднань деталей, що мають різну жорсткість. Скоби виготовляють із різних марок сталей і пластмас. Ними з'єднують кабелі, електричні проводи, труби, плівки, підвісні коробки, стрічки конвеєрів, будівельні конструкції тощо (рис. 24.1).

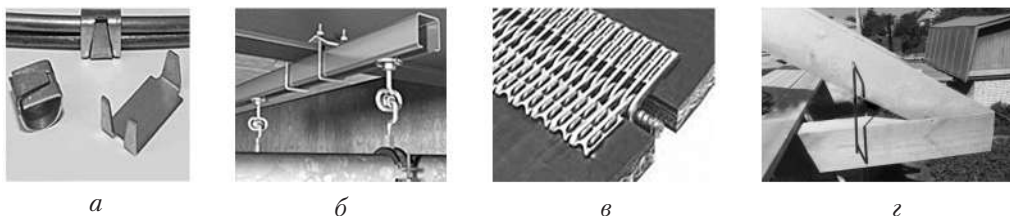


Рис. 24.1. Види з'єднання скобами деталей:

а — кабелів, проводів, труб; б — підвісних коробів; в — стрічок конвеєрів;
г — будівельних конструкцій

Залежно від призначення скоби бувають різної конструкції (рис. 24.2; с. 108).

За формою скоби поділяють на 3 види: П, U й Т-подібні (рис. 24.2, а–в; с. 108). *П-подібні скоби* використовують для з'єднання будь-яких матеріалів. Основні параметри: висота скоби, довжина ніжки, ширина скоби та її товщина. Від довжини ніжки залежить глибина занурення скоби в матеріал, від ширини скоби — наскільки буде помітним кріплення, товщина визначає міцність. *U-подібні скоби* застосовують для кріплення кабелів, проводів і труб, для спеціалізованих робіт із меблями; *Т-подібні скоби* — для кріплення фанери, ДСП, бляхи.

Скоби виготовляють зі сталі, міді або алюмінію.

Матеріал виготовлення скоб визначає їхнє призначення. Наприклад, сталеві скоби застосовують для роботи з деревиною, алюмінієві й мідні — із плівками, шкірою, тканинами, картоном або папером.

Скоби забивають за допомогою спеціальних механічних і пневматичних пістолетів — **степлерів**. Однією рукою притримують матеріал, який потріб-

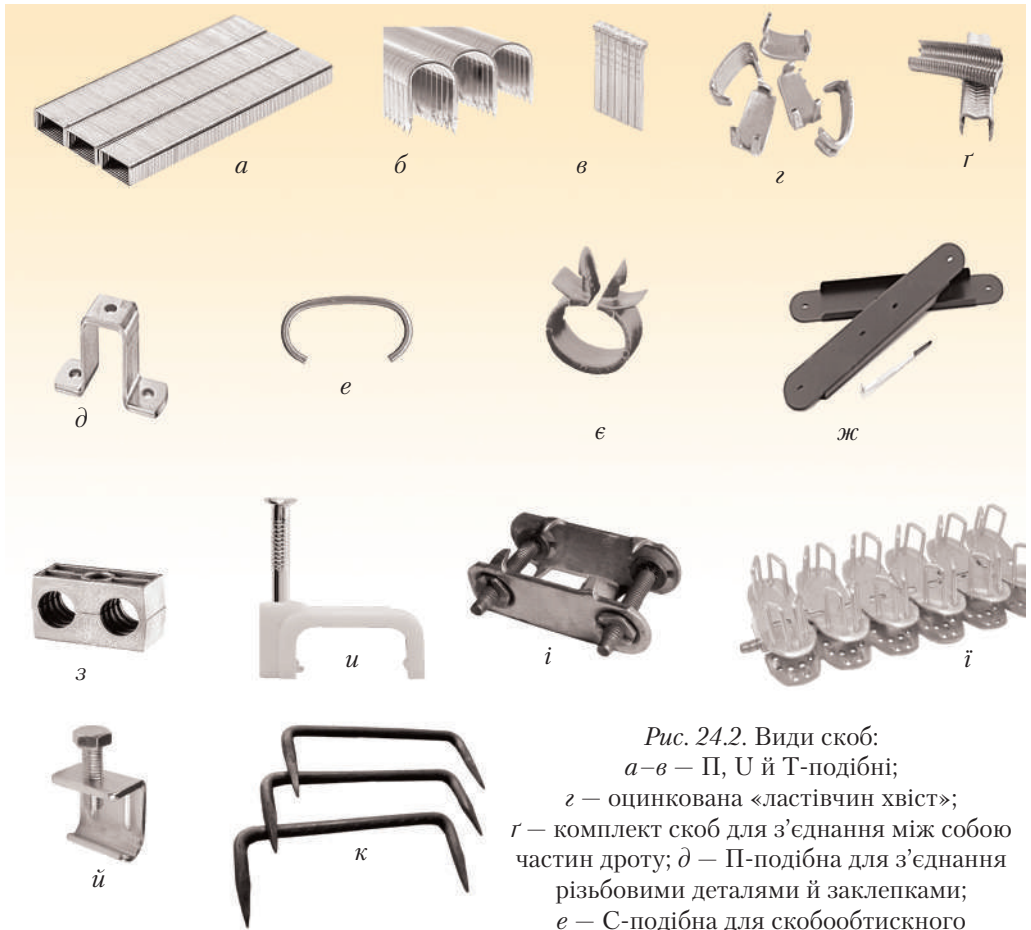


Рис. 24.2. Види скоб:
 а-в – П, U й Т-подібні;
 г – оцинкована «ластівчин хвіст»;
 г – комплект скоб для з'єднання між собою частин дроту; д – П-подібна для з'єднання різьбовими деталями й заклепками;
 е – С-подібна для скобообтискного інструмента; є – пластмасова скоба-кліпса;
 ж – спеціальна кріпильна; з – для кріплення труб і шлангів; и – пластикова із цвяхом;
 і – з болтовим кріпленням; ї – з наколотими скобами; й – для стягування фланців;
 к – будівельні

но закріпити, а іншою притискають пістолет до місця забивання скоби (рис. 24.3). Легким натисненням на важіль пістолета скобу вбивають у намічене місце. Зусилля вбивання скоби регулюють натиском на рукоятку пістолета (у деяких конструкціях пістолетів).



Рис. 24.3. Ручний степлер

24.2. Види скоб і їхнє застосування

Стикові з'єднання П-подібними скобами застосовують для з'єднання суцільнотканинних конвеєрних стрічок.

З'єднання скобами із з'єднувальним стрижнем (див. рис. 24.1, в; с. 107) для високоміцних конвеєрних стрічок є низькопрофільним і має гладку поверхню. Використання

цих скоб забезпечує сумісність із пристроями очищення стрічки й іншими вузлами конвеєра.

Скоба оцинкована «ластівчин хвіст» (див. рис. 24.2, г) призначена для з'єднання між собою частин колючого дроту в спеціальний «замок».

Комплект скоб (див. рис. 24.2, г) застосовують для з'єднання між собою частин дроту під час виготовлення сітки.

Оцинковані П-подібні скоби для з'єднання різьбовими деталями й заклепками (див. рис. 24.2, д) використовують для з'єднання профілів різних конструкцій.

С-подібними скобами (див. рис. 24.2, е) кріплять до дротяних або пруткових каркасів панелі або формовані деталі з прогумованого кокосового волокна чи пінополіуретану, армованого тканиною, а також тканини, покриті пластиком або плівками. Їх можна закріплювати ручними кліщами — **кліпсаторами** (рис. 24.4). Для цього щоразу потрібно вкласти скобу в кліщі, потім, натягнувши матеріал, устроїти скобу, відпустити натягнутий матеріал і зігнути кінці скоби.

Скоби пластмасові омегаподібні, або скоби-кліпси (див. рис. 24.2, є), застосовують для кріплення кабелів та електричних проводів до тонкостінних поверхонь деталей.

Спеціальні кріпильні скоби (див. рис. 24.2, ж) призначені для з'єднання плоских деталей між собою. Днища двох частин скоби з'єднують у місцях, призначених для кріплення ніжок. Процес з'єднання деталей скобами дуже простий: за допомогою викрутки потрібно відкрутити всі 4 ніжки в кожній частині скоби, далі на місце ніжок установити кріпильні скоби й тими самими болтами, якими кріпилися ніжки, прикрутити. Далі на сторонах кріпильних пластин прикріпити 4 ніжки, тобто по 2 з кожного боку.

Скоби для кріплення труб і шлангів (див. рис. 24.2, з) застосовують так, щоб вони проходили на певній відстані від стін. Завдяки цьому уникають зіткнення трубопроводу з горючими поверхнями, а також забезпечують вхід труби в коробку на деякій відстані від її основи.

Скоби пластикові із цвяхом (див. рис. 24.2, и) використовують для кріплення кабелів та електропроводки до поверхонь і виготовляють із поліпропілену, а цвях — зі сталі із цинковим покриттям.

З'єднання з болтовим кріпленням (див. рис. 24.2, і) із **наколотими скобами** (див. рис. 24.2, і) застосовують для кріплення стиків дуже навантажених конвеєрних стрічок. Такі скоби ще називають **шахтовими** через використання в гірничодобувній промисловості.

Скоби для стягування фланців (див. рис. 24.2, й) застосовують під час монтажу прямокутних повітропроводів вентиляційних систем і систем кондиціонування. Вони забезпечують підвищену герметичність вентиляційної системи. Скобу виготовляють з оцинкованої сталі.

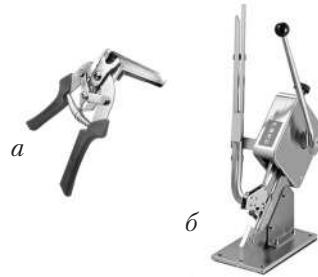


Рис. 24.4. Кліпсатори:
а — для обтискання скоб;
б — для шкіри, тканини, сіток,
мішків

Скоби будівельні (див. рис. 24.2, к; с. 108) застосовують традиційно в будівництві будинків на основі дерев'яних конструкцій. Ними фіксують балки й лаги на несучих стінах (див. рис. 24.1, г; с. 107). Скоби для кріплення кроков часто випускають із додатковими насічками на вістрях, щоб знизити ймовірність розхитування скоби під впливом вітрового навантаження на покрівлю. Будівельні скоби виготовляють методом гарячого кування із сталевого дроту або профілю. Скоби незамінні під час улаштування дощатих підлог, де дошки необхідно постійно підclinювати, щоб максимально згуртувати їх між собою.

Такелажні (вантажні) скоби (рис. 24.5) застосовують для з'єднання елементів такелажних деталей, частин такелажу між собою, для тимчасової фіксації частин вантажозахоплювальних пристроїв, приєднання такелажних пристроїв до інших частин вантажного оснащення.

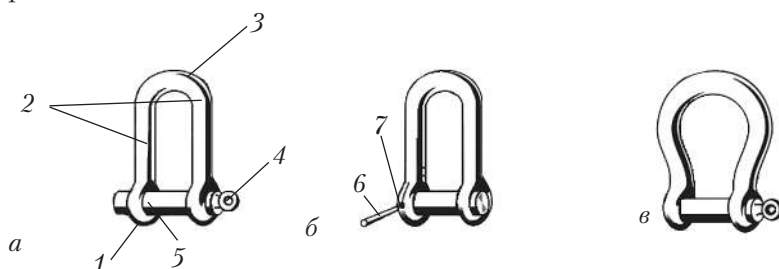


Рис. 24.5. Такелажні скоби:

a — пряма з обухом; *б* — пряма зі шплінтом; *в* — закруглена;
1 — вушко; 2 — лапки; 3 — спинка; 4 — обух; 5 — штир; 6 — шплінт; 7 — отвір

Залежно від форми такелажні скоби бувають омегоподібні (закруглена, дугоподібна, якірна) й прямі. За типом з'єднання розрізняють скоби з гайкою та шплінтом і з гвинтом, який укручують у тіло скоби. Скоби з гвинтовими штифтами частіше використовують для тимчасової фіксації, а із запобіжним болтом — для довгострокових або постійних робіт чи там, де вантаж може насуватися на штифт, спричиняючи його обертання.

Здійснюючи монтаж водяної підлоги, важливо якісно закріпити труби, щоб вони не зсунулися під час заливання стяжки. Це запобігає не тільки їхньому передчасному руйнуванню, а й нерівномірному розподілу тепла в процесі експлуатації теплої підлоги. Для установалення труб теплої підлоги використовують кріпильні скоби — якірні або планки-скоби монтажні.

Якірні скоби (рис. 24.6, *a*) ще називають *кліпсами*, *гарпун-скобами* або *фіксаторами*. Їх виготовляють із пластика у формі напівкруглої або квадратної скоби. На кінці виріб має спеціальні виступи — зачіпки. Це досить надійне



Рис. 24.6. Кріпильні скоби:

a — якірна; *б* — планка-скоба монтажна; *в* — скоба-кляймер

кріплення для будь-яких видів труб теплої підлоги. Якірними скобами трубу кріплять до ізоляційного покриття через кожні 20–40 см. На 50-метрову трубу витрачають одну упаковку кліпс (100 шт.).

Планки-скоби монтажні (рис. 24.6, б) виготовляють із пластика завдовжки 1–2 м. Планка має спеціальні виступи для кріплення труб діаметром від 14 до 22 мм. Спочатку її закріплюють на основу, зазвичай верхній шар із фольги.

Для кріплення вагонки й панелей застосовують **скоби-кляймери** (рис. 24.6, в).

Запитання та завдання

1. Для чого використовують з'єднання скобами?
2. Які є види скоб?
3. Скоби якої форми застосовують у степлерах?
4. Якими інструментами закріплюють скоби?
5. Охарактеризуйте будову такелажних скоб.
6. Які скоби використовують для кріплення кабелів, проводів і труб?

Розділ 25. З'ЄДНАННЯ СТЯЖКАМИ

25.1. Загальні відомості про з'єднання стяжками

Стяжка — кріпильний виріб для зв'язування різних деталей в один пучок. Здебільшого це смужка з гнучкого міцного полімеру або металу. Від ширини стяжки залежить максимально допустиме навантаження. Стяжки поділяють на *одноразові* (призначені для швидкого кріплення та бандажування пучків деталей) і *багаторазові*. Через невисоку вартість і простоту використання стяжки набули широкого застосування в різних галузях промисловості.

Звичайна стяжка зроблена з нейлону. Її гнучка ділянка має зубці, які входять у зачеплення із собачкою в головці й утворюють храповик, так що під час натягування вільного кінця ділянки стрічки стяжка затягується і не розв'язується. Деякі стяжки мають язичок, на який можна натиснути, щоб звільнити храповик. Таку стяжку можна послабити або видалити й використати повторно.

Стяжки з нержавіючої сталі, без покриття або з покриттям із міцного пластику використовують поза приміщеннями й у небезпечних середовищах. Щоб підвищити стійкість до ультрафіолетового випромінювання на повітрі, для захисту та продовження терміну експлуатації стяжки застосовують нейлон, що містить не менше 2 % технічного вуглецю. Сині кабельні стяжки поставляють для харчової промисловості й роздрібною торгівлі. Вони містять металеву домішку, щоб її могли виявити промислові металешукачі. Червоні кабельні стяжки використовують для прокладання кабелів. Кабельні стяжки з нержавіючої сталі придатні й для вибухобезпечних застосувань, із покриттям — для запобігання гальванічному впливу різнорідних металів. Стяжки також застосовують, щоб запобігти випадінню ковпаків із коліс рухомого транспортного засобу. Окрема група стяжок — стяжки для стягування пружин під час складання та розбирання виробів.

25.2. Види стяжок

Кабельні стяжки є пристроями одноразового використання. Проте деякі моделі мають кнопку для звільнення собачки, що уможливує їхнє повторне використання.

Кабельні стяжки з нержавіючої сталі (рис. 25.1, а) призначені для застосування у важких експлуатаційних умовах, у місцях підвищеної вологості, вібрації, різких перепадів температур (від -80 до $+538$ °С) й агресивних середовищах. Такі стяжки застосовують для фіксації та з'єднання гнучких повітропроводів, проводів і кабельних джгутів. Вони забезпечують надійну й довговічну фіксацію навіть у масляному середовищі завдяки замковому механізму, оснащеному роликовим механізмом однобічного ходу. Металеві стяжки витримують навантаження у 2–3 рази більше, ніж звичайні стяжки з нейлону, і мають підвищену корозійну стійкість до хімічних розчинів і солоної води.

Стяжки сталеві східчастого типу (рис. 25.1, б) призначені для бандажування та кріплення в умовах агресивних середовищ, підвищених механічних навантажень, вібрації, радіації, вологості й екстремального перепаду температур. Їх виготовляють із нержавіючої сталі. Конструкція замка «Multilock» є унікальною: кілька додаткових механізмів фіксації, східчаста затяжка з кроком перфорації на стрічці, замковий механізм однобічного ходу, нерознімний. Такі стяжки використовують для зовнішнього і внутрішнього встановлення. Під час затягування пружинна засувка із зубцями входить у зачеплення з отворами в стрічці, блокуючи зворотний хід.

Стяжки пластикові з металевим зубом (рис. 25.1, в) призначені для кріплення, бандажування та маркування деталей. Їх виготовляють із нейлону, а замок-вставку – з нержавіючої сталі. Температура експлуатації: від -40 до $+85$ °С. Сталевий зуб залишається гнучким і стійким за низьких температур і за будь-якої вологості повітря. Стяжки стійкі до впливу ультрафіолетових променів. Замковий механізм – однобічного ходу й нерознімний, завдяки чому кріплення такими стяжками є міцним, надійним і довговічним. Внутрішня поверхня стрічки хомута має рельєфні виступи, які забезпечують міцне захоплення без прослизання.

Широкого застосування набули **стяжки з дроту** (рис. 25.1, з), **стяжки-хомути** з регульовальним гвинтом (рис. 25.1, р), **пластикові стяжки з ярлика-ми** для нумерації посилок і контейнерів (рис. 25.1, д).

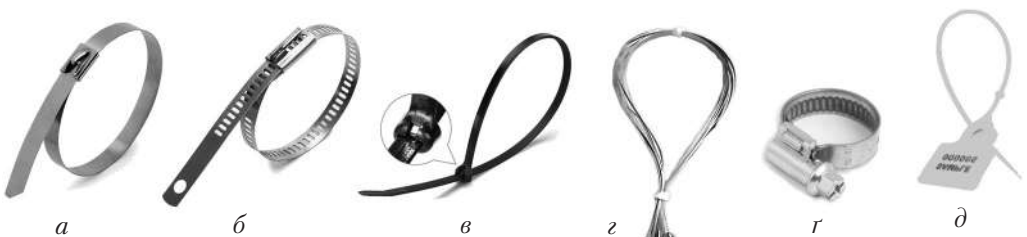


Рис. 25.1. Види стяжок:

а – кабельна з нержавіючої сталі; б – сталева східчастого типу; в – пластикова з металевим зубом; з – з металевого дроту; р – стяжка-хомут із регульовальним гвинтом; д – пластикова з ярликом

Стяжки «талреп» – спеціальне технічне пристосування, яке використовують під час монтажних, будівельних та інших видів робіт. За допомогою талрепа натягують сталеві канати, троси, кабелі тощо й регулюють натяг. Особливо поширені талрепи під час вантажно-розвантажувальних робіт, коли необхідно забезпечити потрібний натяг сталевих канатів, які використовують для кріплення вантажів. Залежно від виконання талрепи поділяють на такі модифікації: гак–кільце, гак–гак, кільце–кільце (рис. 25.2, а–в).

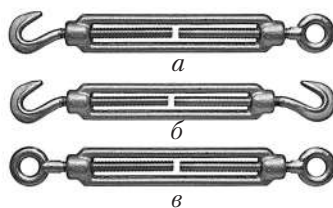


Рис. 25.2. Стяжки «талреп»

Окрему групу становлять **стяжки для дерев'яних виробів**. Проста **ексцентрикова стяжка** складається із цинк-алюмінієвого ексцентрика, футорки та сталевго дюбеля (рис. 25.3, а). Також використовують стяжки для ДСП із сталевим зацепом (рис. 25.3, б), для стягування дерев'яних виробів (рис. 25.3, в) і з двома ексцентриками (рис. 25.3, г).



Рис. 25.3. Стяжки для дерев'яних виробів:

- а – ексцентрикова: 1 – футорка, 2 – литий ексцентрик, 3 – сталевий дюбель;
 б – для ДСП із сталевим зацепом; в – для стягування дерев'яних виробів;
 г – з двома ексцентриками

Існують також різні типи спеціальних металевих стяжок **для стягування пружин і знімання підшипників** (рис. 25.4).



Рис. 25.4. Стяжки для стягування пружин і знімання підшипників:
 а – для стягування пружин; б – установлення стяжок на пружину;
 в – для знімання підшипників

Запитання та завдання

1. Що таке стяжка? Для чого вони призначені?
2. Охарактеризуйте основні види стяжок.
3. Які стяжки використовують для дерев'яних виробів?

26.1. Загальні відомості про з'єднання застібками

Застібка — пристрій для з'єднання різноманітних елементів (рис. 26.1, а). Принцип з'єднання запозичений від способу зачеплення кулястих суцвіть-кошиків реп'яхів. Різновидом застібки є пара текстильних стрічок, на одній з яких розміщені мікрогачки, на іншій — мікропетлі (рис. 26.1, б). Під час стикування поверхонь двох стрічок мікрогачки чіпляються за мікропетлі й міцно тримають одна одну («прилипають»). Мікропетлі мають набагато коротший термін експлуатації, ніж мікрогачки. Застібка перестає працювати, коли мікропетлі розтягуються. У разі частого щоденного використання застібки термін її експлуатації обмежений. Застібки-липучки широко використовують у різних галузях промисловості для з'єднання деталей (рис. 26.1, в). Наприклад, цей спосіб кріплення застосовують для установаження шліфувального й полірувального оснащення на ексцентрикові, вібраційні та шліфувальні машини.

Різновид застібок-«реп'яхів» із найбільшим зусиллям відриву площею поверхні 5–6 см² здатний витримувати масу дорослої людини (за умови рівномірного розподілу навантаження).

Щоб швидко роз'єднати частини застібки, потрібно рухатися як під час відривання скотчу — від вільного краю. У стандартах такі дії називають *розшаруванням*. Застібки в промислових умовах виготовляють із нейлону, оскільки структура цього матеріалу є найбільш вдалою для «витягування» мікрогачків, а «ворсиста» частина може бути тканинним, трикотажним або в'язаним полотном.

Нині на ринку трапляються такі **види липучок**: *пришивні* — найзатребуваніші серед споживачів. Різняться за розмірами, щільністю нейлонової основи, здатністю до навантаження, розміщення гачкової та ворсисті частин (наприклад, на застібках кільцевого типу обидва елементи містяться на поверхні однієї стрічки); *самоклейкі* — мають спеціальну клейову основу; *для гарячого кріплення* — їх фіксують до тканини за допомогою праски; *спеціальні* (інтер'єрні); *металеві* — застосовують у будівельній галузі, витримують навантаження до 35 т/м².

М'які стрічки й панелі використовують для оснащення вигнутих поверхонь.

Під час кріплення панелей до тканини за допомогою ниткових швів не рекомендують перетинати робочу поверхню шовними лініями, якщо зниження здатності навантаження не передбачено в технологічних вимогах.

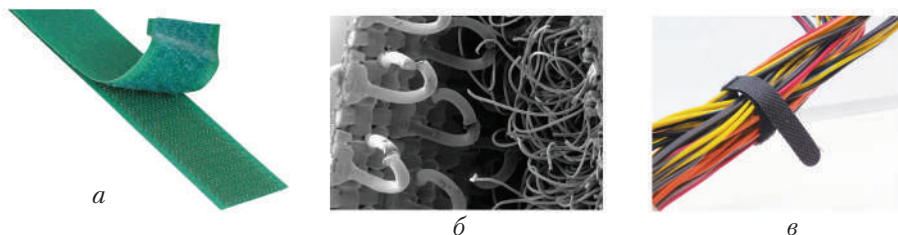


Рис. 26.1. Застібки-липучки:

а — застібка; б — мікрогачки та мікропетлі; в — з'єднання липучками проводів

Текстильні стрічки-застібки різної ширини здебільшого використовують як альтернативу блискавкам і гудзикам. Найзатребуванішими є елементи з шириною 20, 25, 30, 50 і 100 мм.

Текстильні застібки широко застосовують у швейній та взуттєвій промисловості, медицині, будівництві, авіації і космонавтиці, а також під час пошиття армійської форми, сумок, рюкзаків, тактичного спорядження й аксесуарів. Такі елементи здатні забезпечити швидке регулювання розміщення розвантажувальних систем, надійну фіксацію клапанів сумок, кишень рюкзаків тощо. Гнучкі стрічки не утруднюють рухів, що робить їх вдалим рішенням для оснащення спорядження й одягу, які використовують у польових умовах тощо. Відкривання-закривання текстильної застібки займає частки секунди, що в екстремальних і наближених до екстремальних ситуаціях стає особливо актуальним.

26.2. Самоклеїкі застібки

Самоклеїкі застібки (рис. 26.2) — стрічки з поліолефінового пластика, одна сторона яких покрита клейовим складом, а на іншій розміщені грибоподібні з'єднувальні елементи, так звані грибки. Саме вони забезпечують багаторазовий цикл відкривання-закривання: стиснення двох стрічок застібки зумовлює зчеплення грибоподібних елементів, яке супроводжує характерне клацання. Отже, для того щоб з'єднати між собою дві поверхні, досить просто прикріпити на них липучки та притиснути їх одна до одної.

Самоклеїкі застібки вирізняються довговічністю та функціональністю, забезпечують відмінну адгезію, розраховані щонайменше на 1000 циклів відкривання-закривання. Липучки цього типу застосовують як для різних, так і нероз'єднаних з'єднань.



Рис. 26.2. Самоклеїкі застібки:
а — зовнішній вигляд; б — збільшений вигляд «грибків»

Залежно від клейового складу, нанесеного на зворотну поверхню застібок, бувають липучки на основі спіненого акрилового полімеру (мають відмінну адгезію до нерівних і текстурованих поверхонь) і застібки з каучуковим адгезивом (забезпечують високу міцність з'єднання з різними поверхнями, зокрема поліпропілен і поліетилен).

За щільністю розміщення грибків самоклеїкі застібки поділяють на 3 типи: тип 170, тип 250, тип 400 — відповідно 170, 250 і 400 елементів (грибків) на один квадратний дюйм. Природно, що більша щільність сполучних елементів, то більшу міцність забезпечують самоклеїкі застібки.

Технологічний процес нанесення застібки складається з кількох етапів:

- підготовка поверхні, а саме очищення, знежирення (ізопропіловим спиртом) і в деяких випадках ґрунтовка й шліфування поверхні;
- позиціонування та нанесення застібки — після того як визначили, де міститиметься липучка, потрібно її «приклеїти». Для цього досить зняти із застібки захисну плівку й прикласти її до підготовленої поверхні, по змозі уникаючи утворення повітряних бульбашок і хвиль. Короткий відрізок липучки можна наносити одномоментно. Якщо ж застібка довга, треба видалити захисний шар на 3–5 см, позиціонувати застібку, після чого поступово видаляти захисну плівку, одночасно притискаючи липучку;
- фіксація липучки за допомогою додаткового тиску (рис. 26.3) — нанесену застібку потрібно як слід притиснути. Для цього використовують технологічний шматок липучки — відрізок застібки, на кілька сантиметрів довший за вже приклеєний до поверхні. Технологічний відрізок з'єднують з основним, після чого під тиском прокочують його ролик (валиком) по захисному шару. Далі технологічний шматок акуратно від'єднують.

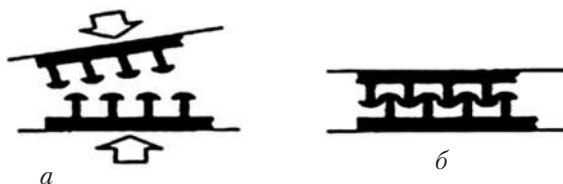


Рис. 26.3. Фіксація липучки:

а — розміщення для стискання; *б* — готове з'єднання грибками

Самоклейкі застібки застосовують для: кріплення дашків, клапанів, облицювання та будь-яких елементів, які в разі потреби можна легко й швидко зняти та знову встановити; фіксації рекламної продукції — табличок, панелей, стендів, плакатів; кріплення компонентів під час складання електронної техніки; фіксації знімних деталей у найрізноманітніших ситуаціях (кришки люків, короба, що приховують комунікації, тощо). Також їх використовують у побуті: фіксують годинник і картини (без свердління стін), кріплять до монітора комп'ютера тримачі для документів, роблять на панелі автомобіля підставки для мобільних телефонів.

Самоклейкі застібки є універсальним кріпленням, яке можна використовувати практично на будь-яких поверхнях без додаткових маніпуляцій (свердління, механічного монтажу болтами).

Запитання та завдання

1. Який принцип кріплення застібок?
2. Які є види застібок-липучок?
3. Що забезпечує з'єднання самоклеючими застібками?
4. Охарактеризуйте етапи нанесення застібок.

27.1. Характеристика з'єднувальних стрічок

З'єднувальна стрічка (рис. 27.1, а) — тонка плівка, на яку нанесене клейове покриття. Її виробляють у вузьких рулонах різної товщини. Стрічку виготовляють із паперу, поліетилену, ПВХ, фольги та інших матеріалів. Для герметизації з'єднань використовують безклейові ущільнювальні стрічки.

З'єднувальні стрічки забезпечують паро- й повітронепроникне з'єднання плівок у вертикальних і горизонтальних перекриттях. Завдяки властивостям вихідного матеріалу (спеціального складу бутилкаучуку) ці стрічки забезпечують не тільки відмінне з'єднання плівок та інших матеріалів, а й довговічну паронепроникність стику. Стрічки використовують для з'єднання поліетиленових і поліпропіленових матеріалів, а також з'єднання цих матеріалів з іншими (наприклад, з металом, склом, деревиною) за умови, що їхні поверхні не кришаться та знежирені. Крім того, їх застосовують для з'єднання гідроізоляційних поліетиленових геомембран, особливо в структурах промислових підлог (з'єднувальна стрічка захищає стик тільки від проникнення вологи, але не від тиску води).

Зважаючи на двосторонню адгезію стрічки, її прокладають між двома плівками або плівкою та іншим матеріалом і закріплюють без великого напуску двох склеюваних поверхонь. Стрічку розмотують і приклеюють прямо з рулону. Після наклеювання на перший матеріал видаляють захисний шар і наклеюють другий склеюваний матеріал (рис. 27.1, б).

27.2. Види з'єднувальних стрічок і їхнє застосування

З'єднувальні стрічки використовують під час ремонту підпокрівельних і пароізоляційних плівок.

Правила, що діють для всіх видів плівок і мембран:

- у разі невеликого (до 1 см) отвору (наприклад, отвір від цвяха) матеріал можна відремонтувати за допомогою сполучної стрічки як із нижньої, так і з верхньої сторони плівки або мембрани;
- якщо отвір не перевищує 15 см, необхідно накласти латку на верхню (зовнішню) сторону гідроізоляції. Для ремонту використовують такий самий матеріал і повертають тією ж стороною, що й ремонтований матеріал. Латку вирізають у формі квадрата, що перевищує відповідний отвір з кожного боку

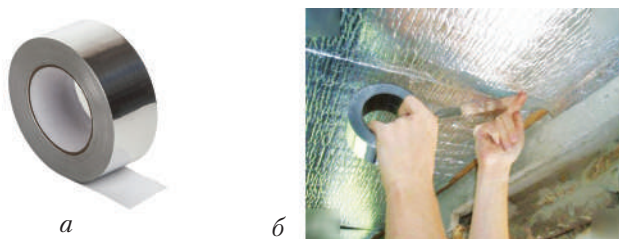


Рис. 27.1. З'єднувальна стрічка (а) та її монтаж (б)

щонайменше на 5 см і щонайбільше на 10 см. За периметром латку підклеюють з'єднувальною стрічкою;

- якщо отвір більший за 15 см, потрібно все полотно гідроізоляції між двома кроквами демонтувати й замінити новим полотном такої самої гідроізоляції;
- пароізоляцію можна відремонтувати за допомогою з'єднувальних стрічок незалежно від розміру отвору.



Рис. 27.2. Накладні з'єднувальні стрічки

Накладні з'єднувальні стрічки (рис. 27.2) застосовують для з'єднання як стрічок із компонентами, так і їхньої захисної плівки. Вони мають відмінні властивості: забезпечують збільшення продуктивності завдяки скороченню технологічних перерв; зменшують втрати компонентів; уможливають відокремлення захисної плівки повністю, без розриву в місці з'єднання; не утруднюють відокремлення захисної плівки від стрічки з компонентами поверхневого монтажу.

Для з'єднання полотен мембран гідро- й пароізоляційних матеріалів і їхнього щільного прилягання до конструкцій покрівлі використовують спеціальні з'єднувальні стрічки (рис. 27.3). Їх виготовляють кількох видів.

Бутил-каучукову двосторонню стрічку (рис. 27.3, а) застосовують для з'єднання полотен мембран і плівок між собою. З'єднувальні стрічки з бутилу мають гранично низьку густину — усього 1,7 г/м². Температурний режим експлуатації для них такий самий, як і для бутил-алюмінієвих — від -30 до +80 °С.

Бутил-алюмінієві стрічки (рис. 27.3, б) забезпечують щільне прилягання мембран до покрівельних конструкцій (люків, камінних труб тощо), а також до горизонтальних і вертикальних поверхонь. Такі стрічки стійкі до високих температур (до +80 °С) і вирізняються більш високою щільністю (маса рулону досягає 0,54 кг). Однак вони мають вагому перевагу над акрил-алюмінієвими — товщина полотна становить всього 0,6 мм (проти 3,0 мм в акрил-алюмінієвих).

Односторонньою акрил-алюмінієвою стрічкою (рис. 27.3, в) проклеюють місця кріплень до несучих елементів конструкції та з'єднань полотен алюмінієвої пароізоляції. Ці стрічки стійкі до перепадів температури, зберігають свої характеристики навіть за температури +100 °С. Крім того, вони мають невелику масу — один рулон важить 0,18 кг.

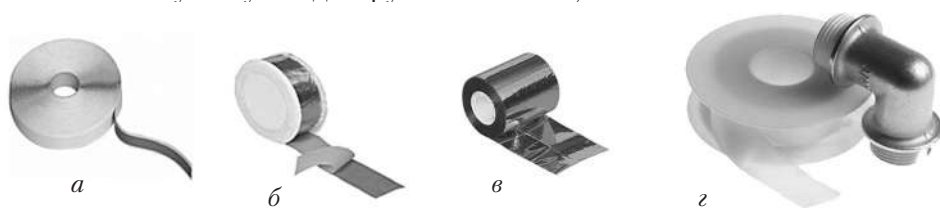


Рис. 27.3. Спеціальні з'єднувальні стрічки:

а — бутил-каучукова; б — бутил-алюмінієва; в — акрил-алюмінієва; г — фум-стрічка

Фум-стрічка — стрічка з фторопластового ущільнювального матеріалу (рис. 27.3, г), яку застосовують для герметизації різних з'єднань. Її виготовляють із фторопластового джгута, намотують на котушку. Застосовують під час монтажу конструкцій, які перебувають під певним тиском (водо- й газопостачання або центральна система опалення). Стрічка є деформівним наповнювачем, а також різьбовим мастилом — завдяки цьому з'єднання герметизується.

Залежно від призначення стрічки бувають трьох видів: *фум-1* — для подання герметичності трубопроводам, які прокладають в агресивному середовищі, містять мастило — вазелінове масло; *фум-2* — для конструкцій, які контактують із сильними окиснювачами, у її складі немає мастила; *фум-3* — для конструкцій, що контактують із чистим середовищем, не містить мастила.

Фум-стрічки також поділяють на види залежно від розмірів. Різними бувають товщина, ширина й довжина. Товщина може починатися від 0,075 і досягати 0,25 мм. Початкова ширина становить 10 мм, а довжина — 100 см.

Також є *газова фум-стрічка* спеціального призначення. Вона має жовтий колір, максимальна товщина — 0,25 мм. Таку стрічку застосовують для системи газопостачання, яка працює під низьким тиском. Хоча для газопостачання можна застосувати і звичайну фум-стрічку.

Фум-стрічки мають низький рівень тертя. Вони слизькі, що спрощує герметизацію різних з'єднань, забезпечують кращу посадку й ущільнення.

Сантехнічна фум-стрічка має високий рівень термостійкості (стійкість до різних температур), тобто вона здатна витримувати високу температуру — понад 300 °С. Однак використовувати її можна за температури не більше 250 °С, тому що за вищої температури утворюються токсичні речовини, які можуть завдати шкоди організму людини. Такі стрічки є відмінними електричними ізоляторами. Фум-стрічки міцні й пластичні, досить інертні до різних хімічних засобів. Матеріал має високий рівень стійкості проти дії лугів і кислот. Також сантехнічна стрічка має високу стійкість до гниття.

Фум-стрічку треба намотувати на різьбу зовнішньої з'єднувальної частини трубопроводу (*фітінг*). Якщо з'єднання старе, то потрібно обов'язково очистити його від корозії, а після цього — знежирити поверхню. Роблять це за допомогою розчинника. Як тільки поверхня висохне, проводять підмотування: фторопластову стрічку ущільнювача натягують і суцільно намотують, повністю покриваючи різьбу.

Провідникові стрічки (рис. 27.4) застосовують для електромагнітного екранування. Найдоступніший варіант — алюмінієва самоклеїтка фольга-стрічка (рис. 27.4, а), яку використовують для заклеювання стиків у тепло- й пароізоляції. Іноді її армують скловолокном. Така стрічка має відмінну світлостійкість.

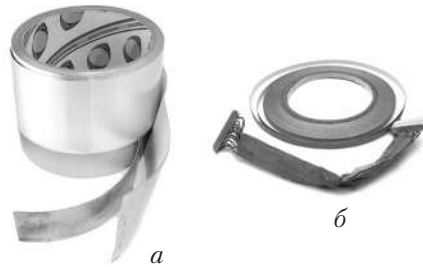


Рис. 27.4. Провідникові стрічки:
а — рулон алюмінієвої клейкої стрічки; б — рулон металізованої тканини зі шлейфом, екранованим наклейками

Також є самоклеючі стрічки з мідної фольги. Щоб запобігти утворенню гальванічних парів, застосовують стрічки з того самого матеріалу, що й проводи.

За потреби забезпечити гнучкість екранувального покриття використовують стрічку з металізованої тканини: волокна в такій стрічці покриті тонким шаром металу (рис. 27.4, б).

Запитання та завдання

1. Що таке з'єднувальна стрічка?
2. Охарактеризуйте види з'єднувальних стрічок.
3. Що таке фум-стрічка?

Розділ 28. З'ЄДНАННЯ ІЗОЛЯЦІЙНИМИ СТРІЧКАМИ ТА ТРУБКАМИ

28.1. Загальні відомості про ізоляційні стрічки та трубки

Електроізоляційна стрічка — витратний матеріал, призначений для обмотування проводів і кабелів з метою їхньої електроізоляції та рідше — для з'єднання джгутів проводів тощо.

Ізоляційні стрічки різноманітні за властивостями й особливостями застосування. Типів ізоляційної стрічки багато.

Стрічки зі склотканини — одні з кращих за стійкістю до високих температур. Вони легко витримують нагрівання середовища до температури +200 °С. Крім того, добре поглинають різні смоли та просочення.

Стрічки з армуванням скловолокном — міцні та стійкі до механічних впливів, малорозтяжні.

Стрічки з основою з ацетатної тканини — еластичні, добре поглинають смоляні й лакувальні речовини, стійкі до тепла й нагрівання до температури +100–105 °С. Завдяки цим властивостям їх широко застосовують для обкладання трансформаторних котушок.

Стрічки епоксидні — еластичні, термостійкі; їх часто використовують для захисту від відкритого полум'я.

Стрічки паперові застосовують, коли потрібно створити ефект амортизації; вони досить міцні, стійкі до різких направлених ударів.

Слюдяні стрічки використовують для ізолювання різних елементів і деталей, в обмотках електрокабелів. Стійкі до впливу високих температур і вогню.

Також стійкі до впливу підвищених температур стрічки, матеріалом основи яких є різноманітні плівки — поліефірні, поліамідні, етиленові тощо. Зокрема, *стрічки з основою з поліефірної плівки* — тонкі, але міцні, мають довгий термін придатності, зносостійкі, стійкі до впливу різних середовищ, вологи, агресивних хімічних речовин.

Ізоляційна стрічка ПВХ — з основою із полівінілхлоридної плівки, на яку нанесено клейовий шар. Різновиди й типи ізоляційної стрічки ПВХ визначають властивості та характеристики її складових частин — ПВХ-плівки,

клеєвого складу, особливостей і технології виробничого процесу. За характеристиками ізоляційні стрічки ПВХ поділяють на класи. Найвищий — клас А. Клейовий шар тут містить гумову складову. Стрічка цього класу еластична, з хорошою адгезією. Плівки, які застосовують у виробництві ізоляційної стрічки ПВХ, розрізняють за товщиною. Також виготовляють ізоляційні стрічки ПВХ з домішками, що не здатні горіти й стійкі до сильного вогню. Ізоляційна стрічка ПВХ буває двох видів — пластикова й картонна. У магазинах найчастіше пропонують ізоляційну стрічку у двох варіантах: бавовняну і ПВХ (рис. 28.1).



Рис. 28.1. Ізоляційні стрічки:
а — чорна тканинна; б — синя з ПВХ

Сировиною для чорної тканинної стрічки є натуральні тканини, бязь, міткаль та інші матеріали. Однак частіше застосовують ізоляційну стрічку на основі ПВХ як більш універсальну. Основні кольори — синій, чорний та червоний. Ізоляційна стрічка має клейовий шар — каучукове або акрилове покриття і не містить токсичних речовин.

Ізоляційна стрічка ПВХ не втрачає своїх властивостей за температури від -30 до $+50$ °С. Гранична електрична напруга для неї становить 5000 В. Також цей ізоляційний матеріал здатний до розтягування, однак така деформація призводить до серйозного зниження його ізоляційних характеристик. Тому для якісного виконання робіт ізоляційну стрічку потрібно кріпити до поверхні в кілька шарів.

Бавовняна ізоляційна стрічка здатна з'єднувати за взаємодії з дуже гарячими поверхнями. Її використовують для обмотування проводів електричних плит, духовок та інших предметів, які постійно зазнають впливу високої температури. Цей варіант ізоляційного матеріалу починає виявляти свої властивості за температури від -30 до $+300$ °С і напруги в 1000 В.

28.2. Види ізоляційних стрічок і трубок

Прогумована тканинна ізоляційна стрічка (рис. 28.2, а; с. 122) — артефакт радянської епохи. З переваг — під час нагрівання не плавиться, а обвуглюється; згодом висихає, втрачаючи клейкість. Прогумована тканинна ізоляційна стрічка сучасного виробництва також не забезпечує герметичність ізоляції, бо містить пори. Її не використовують для електричної ізоляції, а тільки для кріплення проводів.

Стрічка зі щільного синтетичного тканого полотна (рис. 28.2, б; с. 122) досить міцна завдяки переплетенню ниток. Її використовують для шлейфа, зібраного в джгут за допомогою стрічки. Висока гнучкість цієї стрічки дає змогу зберегти високу гнучкість джгута, уникаючи заломів і бульбашок.

Пухка тканинна стрічка для джгутування проводів (рис. 28.2, в; с. 122) в автомобілях забезпечує цілісність джгута і, на відміну від ізоляційної стрічки ПВХ, під час вібрації не «тримить», оскільки тканина добре гасить звуки від зіткнень.

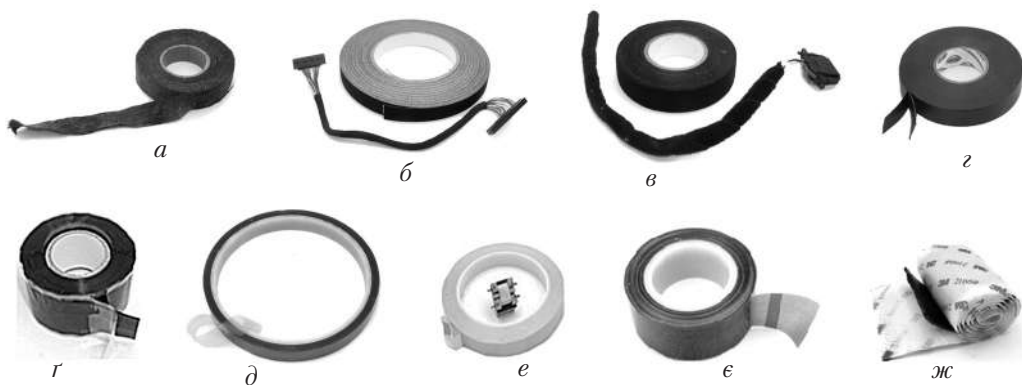


Рис. 28.2. Види ізоляційних стрічок:

- а* – прогумована тканинна; *б* – із щільного синтетичного тканого полотна;
в – пухка тканинна для джгутування проводів; *г* – гумова самовулканізована;
г – силіконова самозлипна; *д* – поліамідна; *е* – поліефірна;
є – склотканинна з фторопластовим просоченням; *ж* – гумовомастикова

Гумові самовулканізовані ізоляційні стрічки (рис. 28.2, *г*) іноді називають *самозлипними*. Це товста (0,5–1 мм) гумова стрічка із захисним шаром. Для ізоляції з'єднання захисну стрічку видаляють, а ізоляційну стрічку з натягом намотують унапуск. Від контакту з повітрям місця з'єднання «самозварюються», утворюючи монолітний шар. Таке намотування неможливо розмотати, тільки розрізати.

Силіконові самозлипні стрічки (рис. 28.2, *г*) аналогічні гумовим, але виготовлені із силіконового полімеру. Це вітчизняні стрічки ЛЕТСАР (РЕТСАР – з армувальним шаром зі склотканини). Після намотування внапуск за кілька днів міцно злипаються. Силікони, на відміну від гуми, більш термостійкі, стійкі до хімічних впливів, на морозі зберігають еластичність. Захисний тонкий шар видаляють під час намотування, а стрічку натягують і щільно обвивають з'єднання.

Поліамідна стрічка (рис. 28.2, *д*) відома також як *термоскотч*, *каптон-стрічка*. Жовту й прозору термостійку стрічку часто можна побачити в телефонах і ноутбуках – нею закріплюють шлейфи, дроти. Поліамідна стрічка – термостійка (не плавиться паяльником), не тягнеться, на морозі не дубіє, як ПВХ. Крім електронної техніки, її використовують рідко, зокрема під час ремонту апаратури, паяння феном; такою стрічкою можна заклеїти деталі, які не підлягають паянню. Відмінна термостійкість (до температури +260 °С) дає змогу застосовувати ці стрічки замість слюди для ізоляції нагрівальних елементів від корпусу.

Поліефірні стрічки (рис. 28.2, *е*) виготовляють із плівки поліетилентерефталату (ПЕТ). Їх часто використовують як ізоляційну стрічку в трансформаторах побутового призначення (зазвичай має жовтий колір). Така стрічка практично не розтягується, має більшу термостійкість, ніж ПВХ (130–160 °С проти 90–105 °С у ПВХ). Для збільшення міцності її армують скловолокном.

Склотканинна стрічка з фторопластовим просоченням (рис. 28.2, *є*) має відмінну термостійкість (до температури 260 °С), завдяки покриттю із фторопласту добре ковзає, до її поверхні нічого не прилипає, стійка до агре-

сивних реагентів. Її застосовують для покривання нагрівальних поверхонь пакувальних машин та ізоляції там, де важлива хімічна стійкість.

Гумовомастикові стрічки (рис. 28.2, ж) — стрічки з товстим шаром смоли (мастики), які застосовують для ізоляції, набивання та вирівнювання ізоляції. Товстий шар липкої пластичної мастики дає змогу заповнити великі зазори меншою кількістю шарів ізоляційної стрічки, до того ж мастика добре злипається, забезпечує герметичне з'єднання без нагрівання. Ця мастика не висихає, і ізоляція не схильна до утворення тріщин і щілин. Вона подібна до бітумної стрічки, яку використовують у покрівельній справі.

Замість ізоляційної стрічки через трудомісткість використання під час масового складання апаратури, для гарантованої герметичності, у разі недоступності з'єднання для намотування ізоляційної стрічки іноді як діелектрик використовують ізоляційні трубки. Інша назва ізоляційних трубок — **кембрік**.

Ізоляційна трубка з ПВХ (рис. 28.3, а) має низьку еластичність, тому потрібно вживати заходів, щоб вона не зіскакувала й не ковзала по дроту. У певних випадках як ізоляційні трубки використовують різні ПВХ-шланги, зокрема для компресорів й акваріумів. На жаль, від вимочування в ацетоні ПВХ втрачає пластифікатор і стає жорсткішим.

Фторопластові трубки (рис. 28.3, б) використовують як термостійку ізоляцію. Як і фторопласт, вони не здатні витримувати тривалі механічні навантаження, але досить термостійкі. Трубка слизька й нееластична.

Трубку з просоченої лаком бавовни (рис. 28.3, в, зверху) ще називають *ліноксинова трубка*, *трубка ізоляційна лакова*. Вона має характерний жовтий колір з видимою текстурою плетіння. Такі трубки використовують для ізоляції місць з'єднань обмоток електричних машин із багатожильними проводами.

Там, де є постійний нагрів: чайники, праски тощо — використовують більш **термостійкі склоармовані ізоляційні трубки** (рис. 28.3, в, знизу). Це силіконові трубки, покриті зовні склотканиною або тканиною, просоченою силіконом. Силікон є термостійким матеріалом і достатній для ізоляції, але склотканина додає міцності й перешкоджає прилипанню.

Термоусадкові трубки (рис. 28.3, г) широко застосовують для ізоляції з'єднань, вони практично повністю витіснили трубки з ПВХ. Це полімерна трубка з пам'яттю форми — після виготовлення вона розтягується в холодному стані, створюючи внутрішнє напруження. Під час нагрівання до температури розм'якшення (але не плавлення) полімер прагне відновити свою



Рис. 28.3. Ізоляційні трубки:

а — із ПВХ; б — фторопластова; в — із просоченої лаком бавовни (зверху) і термостійка склоармована (знизу); г — термоусадкові трубки; г — термоусадкові муфти

форму й трубка звужується, зменшуючись у діаметрі. Для забезпечення герметичного з'єднання випускають *термоусадкові трубки з клейовим шаром* — вони покриті зсередини шаром клею, який під час нагрівання й осадження міцно приклеює трубку до поверхні проводу. Якщо термоусадкову трубку сильно нагріти й «защипнути» кінець, то вона злипнеться; так можна заглушити кінці кабелів, щоб запобігти потраплянню вологи.

Для герметизації складних з'єднань, наприклад під час оброблення силового кабеля, використовують *термоусадкові муфти* (рис. 28.3, г; с. 123), їх ще називають *рукавички*. Така муфта перешкоджає потраплянню вологи в зазор між зовнішньою і внутрішньою ізоляцією кабеля.

Запитання та завдання

1. Охарактеризуйте призначення ізоляційних стрічок і трубок.
2. Які є види ізоляційних стрічок?
3. Які є види ізоляційних трубок?

Розділ 29. З'ЄДНАННЯ СКОТЧЕМ

Клейка стрічка, або скотч, — це плівкова стрічка з клейовим покриттям для з'єднання деталей і предметів між собою. Її також застосовують як захисне чи декоративне покриття в побуті й на виробництві. Принцип з'єднання ґрунтується на явищі адгезії — ступені прилипання клейкої стрічки до предмета. Її виготовляють, як правило, у формі рулону із зовнішньою неклеюю поверхнею, рідше — із двостороннім нанесенням клею. Клейкість залежить від товщини клейового шару (10–30 мкм). Клей застосовують акриловий або каучуковий. Його наносять на плівку з різного матеріалу — фольги, паперу, поліетиленової плівки, плівки ПВХ.

Скотчем зазвичай називають поліпропіленову стрічку.

Клейку стрічку випускають у різних модифікаціях залежно від сфери її застосування. Різновидів скотчу досить багато: канцелярський, пакувальний, технічний, малярський, медичний тощо. Кожна модифікація призначена для певної мети і не є універсальною. Тому потрібно орієнтуватися залежно від того, що саме треба виконати з використанням клейкої стрічки.

Канцелярський скотч (рис. 29.1, а) — найпоширеніша клейка стрічка. Зазвичай такий скотч прозорий, але може бути кольоровим. Товщина його плівки становить приблизно 25 мкм. Клею, нанесеному на плівку, властива середня адгезія, що цілком достатньо для з'єднання паперу, але мало для інших матеріалів. Використання прозорого скотчу дає змогу відновити пошкоджені паперові аркуші, залишивши склеєну частину прозорою. За допомогою скотчу можна провести невеликий ремонт пошкоджених деталей, коли потрібно забезпечити стискання.

Пакувальний скотч (рис. 29.1, б) дуже подібний до канцелярського, але має значно більшу ширину і товщину шару клею. Його застосовують для заклеювання коробок та інших видів пакування. Основа стрічки — прозора

або кольорова. Пакувальний скотч часто використовують як пломби: завдяки потужній адгезії клею неможливо непомітно від'єднати та знову приклеїти скотч. Так запобігають несанкціонованому розпакуванню.

Найпотужніше з'єднання забезпечують технічні види скотчу. Цей різновид клейкої стрічки буває в чотирьох виконаннях: армований, алюмінієвий, металізований та двосторонній скотч.

Армований скотч (рис. 29.1, в) має дуже високу міцність. Його основою є полівінілхлорид, у якому застосовано армування з тканинних волокон. Поверх них нанесено поліетилен, який забезпечує захист від проникнення вологи. Для таких стрічок використовують дуже потужний клей. Армований скотч стійкий до розтягування та складний у демонтажу. Його важко зірвати, тому цей скотч застосовують для фіксації вантажів під час їхнього перевезення. Є модифікації армованого скотчу з особливим клеєм, який забезпечує надійне склеювання з поверхнею, навіть коли вона гаряча або мокра. Його застосовують для оперативного ремонту течі в трубах.

Алюмінієвий скотч (рис. 29.1, г) зроблений із фольги. Акриловий клей створює достатню адгезію для приклеювання до шорстких поверхонь. Подібні матеріали застосовують для ремонту металевих виробів і герметизації швів, коли необхідно досягти високої надійності з'єднання, а також як відбиваючий екран від проникнення тепла й холоду.



Рис. 29.1. Види скотчу:

a – канцелярський; *б* – пакувальний; *в* – армований; *г* – алюмінієвий;
р – металізований; *д* – двосторонній; *е* – малярний; *є* – медичний;
ж – манікюрний; *з* – декоративний; *и* – захисний; *і* – від комах і гризунів

Металізований скотч (рис. 29.1, г; с. 125) є найблискучішим. Матеріал основи — поліпропілен із дрібним металевим напиленням. Цей скотч застосовують у тих самих випадках, що й алюмінієвий, але за температури не вище 80 °С.

Двосторонній скотч (рис. 29.1, д; с. 125) застосовують для склеювання деталей між собою (наприклад, за потреби закріпити ковролін до підлоги або провести надійний монтаж дзеркала до стіни без класичного кріплення). У цієї стрічки клейкий шар нанесено з двох сторін. Щоб змотана в рулон стрічка могла розкручуватися, її зовнішня поверхня захищена шаром вощеного паперу. Після приклеювання потрібної довжини стрічки на поверхню ізолювальний шар зривають, після чого можна приклеювати інші деталі.

Маллярний скотч, або крeп (рис. 29.1, е; с. 125), — клейка стрічка, яку застосовують для тимчасового приклеювання. Клей має помірну адгезію, тому маллярний скотч легко зривається, не залишаючи на поверхні слідів клею (він залишається на самому скотчі). Крeп виготовляють із паперу з рельєфною поверхнею. Основне призначення цього скотчу — захист поверхні, на яку він нанесений, від проникнення фарб і лаків. Наклеївши крeп на підготовлену поверхню, можна фарбувати навіть поверх стрічки. Після завершення роботи, поки фарба свіжа й не затверділа, потрібно зірвати скотч, тим самим відкривши незафарбовану частину поверхні. Рельєфна текстура стрічки має зупинну дію, тому крeп затримує патьоки фарби.

Маллярний скотч випускають різної ширини. Його часто застосовують для проведення складного фарбування. Наприклад, за допомогою маллярного скотчу можна створювати ідеально рівні смужки на бічній поверхні автомобіля. Якщо наклеїти смужки й пофарбувати автомобіль основним кольором, то після зривання скотчу проглядатиме нижній шар, на який не потрапила свіжа фарба.

Медичний пластир (рис. 29.1, є; с. 125) — клейка стрічка, призначена для надання першої допомоги в разі пошкодження шкіри, фіксації катетера тощо. Пластир повністю стерильний і виконаний із нейтральних матеріалів, тому його безпечно застосовувати для захисту відкритих порізів. Пластир має хорошу адгезію, тож надійно фіксується до шкіри.

Манікюрний скотч (рис. 29.1, ж; с. 125) — клейка стрічка з блискучою поверхнею різних відтінків, ширина якої становить кілька міліметрів. Її застосовують для оформлення манікюру. Відрізки стрічки клеять на пофарбовані лаком нігті, після чого фіксують згори фінішним покриттям.

Декоративний скотч (рис. 29.1, з; с. 125) — різновид клейкої стрічки, яку застосовують для декорування, а не з'єднання деталей. Така стрічка буває кольорова, глянцева або з рельєфним напиленням шматочками золотистого, сріблястого або інших відтінків металу. Її застосовують для оформлення букетів, подарунків, різних виробів і прикрас. Здебільшого ширина декоративного скотчу є такою самою, як і ширина канцелярського.

Захисний скотч (рис. 29.1, и; с. 125) — зносостійка клейка стрічка з камуфляжним забарвленням. Її застосовують для зовнішнього армування різних предметів. Зазвичай такий матеріал використовують рибалки й мисливці, щоб підвищити захисні функції своїх снастей і зброї, а також прибрати з їхньої поверхні відблиски, що виникають у яскравий сонячний день.

Стрічка від комах і гризунів (рис. 29.1, і; с. 125) — паперова стрічка, покрита з обох сторін клейким складом. Виготовляють у циліндричній захищеній упаковці. Скотч розгортають і підвішують до стелі. Усі комахи, які на нього садуться, прилипають і не зможуть злетіти. Стрічка від гризунів приклеює лапки тварин, тому вони не можуть звільнитися без сторонньої допомоги. Такий скотч допомагає зловити тварину живою і безпечно від'єднати її від стрічки, щоб випустити за межами приміщення, не заподіявши шкоди.

Запитання та завдання

1. Що таке *скотч*?
2. Які є види скотчу?
3. Охарактеризуйте технічні види скотчу.

Розділ 30. З'ЄДНАННЯ ЦВЯХАМИ

30.1. Загальні відомості про цвяхи та з'єднання ними

Цвях — кріпильний виріб у формі стрижня з головкою та гострим кінцем. Залежно від форми стрижень може бути циліндричним, паралелепіпедним, конусоподібним або пірамідальним. Цвяхи використовують для кріплення деталей з різних матеріалів (здебільшого дерев'яних) між собою. Унаслідок забивання молотком цвях проникає в тіла з'єднаних деталей та утримується в них силою тертя.

У сучасному цвяховому виробництві зазвичай застосовують ротаційні преси, більшість етапів процесу виготовлення автоматизовано. Довжина цвяхів фабричного виробництва може бути від 6 до 250 мм, а товщина — від 0,8 до 8 мм.

З появою цвяхозабивних пістолетів (*нейлерів*) виник новий формат цвяхів — у касеті. Кілька десятків будівельних цвяхів збирають разом на паперовій або пластиковій стрічці за допомогою верстата. Для зручності такі касети зроблені під нахилом 21 або 34°.

Залежно від призначення цвяхи бувають будівельні, фінішні, покрівельні, із гвинтовою поверхнею, шпалерні, звичайні, різьбові (гвинтові), шиферні, для бетону й металу, тарні, формовочні, оздоблювальні, декоративні. Є також спеціальні цвяхи: *шевські* — для взуття; *ухналь* — плоский цвях для прикріплення підков до копит (складається з головки, шийки, штифта або клинка й вістря); *нагель* — дерев'яний цвях; *дюбель-цвях* — для закріплення різних за властивостями матеріалів, у які забити цвях або шуруп досить важко.

З'єднання цвяхами застосовують для отримання з'єднань великої міцності з деталей та матеріалів, що мають різну жорсткість. Залежно від призначення цвяхи виготовляють із різних сортів сталі, міді, латуні й різної конструкції.

Кріплення цвяхами роблять тоді, коли потрібно додатково зміцнити клейове з'єднання або як самостійне кріплення деталей із деревини між собою.

Залежно від довжини стрижня (40, 50, 100 мм і т. д.) цвяхи в побуті часто називають *сороківками*, *п'ятдесятками*, *сотками* тощо.

Перш ніж забивати цвяхи, визначають місця, де вони будуть міститися. З'єднуючи деталі, завжди тоншу деталь прибивають до більш товстої. Якщо під час забивання цвях увійшов криво або зігнувся, його висмикують кліщами або обценьками. Щоб не пошкодити поверхню виробу, під інструменти підкладають невелику дощечку.

30.2. Види та характерні особливості цвяхів

Будівельні цвяхи (рис. 30.1, а) — вироби циліндричної форми з круглою головкою на кінці. Їх використовують для різноманітних робіт не тільки на будівельних майданчиках, а й для проведення ремонту в домашніх умовах. Будівельний цвях — прямий стрижень, у якого біля головки є кілька насічок. Під час експлуатації ці насічки збільшують силу тертя, що покращує якість з'єднання. Будівельні цвяхи розрізняють за довжиною, товщиною та матеріалом виготовлення. Довжина — від 12 до 250 мм.

Фінішні цвяхи (рис. 30.1, б) мають невелику овальну головку, яку практично непомітно під час кріплення. Їх часто застосовують для з'єднання різних дерев'яних деталей (наприклад, для кріплення паркету, вагонки, лиштви, декоративного оздоблення). Фінішні цвяхи використовують, коли потрібно заглибити головку цвяха в деревину. Цвяхи цього виду виробляють із низьковуглецевої сталі без подальшого покриття, а також з оцинкованої, латунованої та обмідненої сталі.

Покрівельні цвяхи (рис. 30.1, в) мають велику головку й призначені для надійного кріплення поверхонь матеріалів. Покрівельні цвяхи круглого перерізу з конічною головкою використовують для кріплення металевих листів до дерев'яних конструкцій. Особливості кріплення — наявність збільшеної головки з рифленою поверхнею і менша, порівняно з будівельними цвяхами, довжина (від 20 до 60 мм). Покрівельні цвяхи виготовляють зі звичайного термічно необробленого сталевих дроту (марки сталі — Ст2кп, Ст3кп). Зазвичай вони мають цинкове покриття, що забезпечує антикорозійну стійкість.

Цвяхи з гвинтовою поверхнею (рис. 30.1, г) — вироби, робоче тіло яких подібне до гвинтового стрижня. Такі цвяхи дуже міцні. Найчастіше їх застосовують для роботи з конструкціями, які можуть зазнавати подальшої деформації під впливом різних факторів (наприклад, вологості або великих механічних навантажень). У разі з'єднання такими цвяхами різних настилів зовнішньої оббивки будівель або підлог міцність конструкцій збільшиться щонайменше в 4 рази порівняно зі звичайними цвяхами.

Шпалерні цвяхи (рис. 30.1, г) — короткі, з декоративною широкою головкою, цільною або накладною. Їх використовують як кріпильний та декоративний елемент під час оббивання дерев'яних поверхонь м'яким матеріалом (внутрішня сторона вхідних дверей, часткове оббивання м'яких меблів).

Звичайні цвяхи з гладкою головкою (рис. 30.1, д) використовують для з'єднання дерев'яних планок і тонких рейок.

Звичайні цвяхи з рифленою головкою (рис. 30.1, е) призначені для кріплення дерев'яних балок або конструкцій. Вони витримують потужні удари молотком.

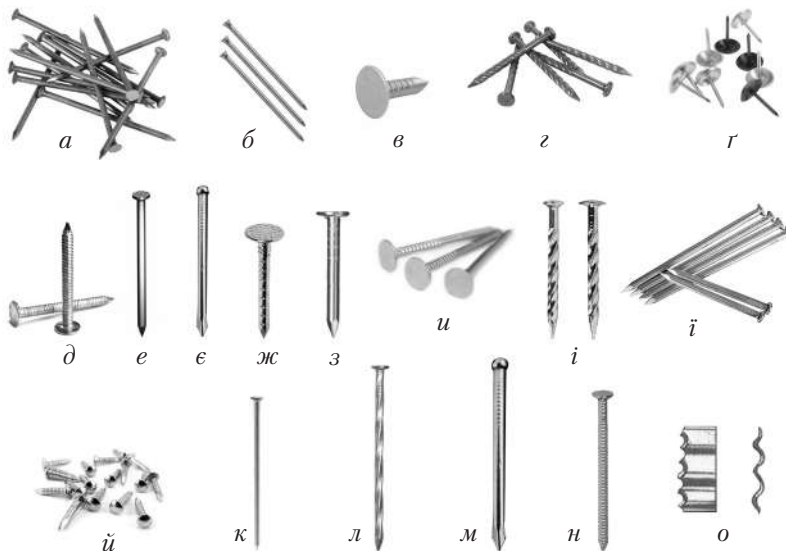


Рис. 30.1. Види цвяхів:

а – будівельні; б – фінішні; в – покрівельний; г – із гвинтовою поверхнею; ґ – шпалерні; д – звичайні з гладкою головкою; е – звичайний із рифленою головкою; є – звичайний без головки; ж – звичайний із плоскою головкою; з – звичайний із широкою головкою; и – рейкові; і – різьбовий (гвинтові); ї – загартовані; к – оцинкований нержавіючий; л – різьбовий; м – для підлоги без головки; н – для балок; о – хвилястий

Звичайні цвяхи без головки (рис. 30.1, є) призначені для з'єднання дерев'яних деталей так, щоб не було видно головки цвяха на їхній поверхні.

Звичайні цвяхи з плоскою головкою (рис. 30.1, ж) забезпечують підвищену міцність з'єднання деталей та площинність поверхні.

Звичайні цвяхи із широкою головкою (рис. 30.1, з) утримують на стіні толь, бляху, рейки.

Рейкові цвяхи (рис. 30.1, и) використовують для кріплення ізолювальних пластин. Вони стійкі до корозії.

Різьбові (гвинтові) цвяхи (рис. 30.1, і) призначені для закріплення ДСП та столярних плит.

Загартовані цвяхи (рис. 30.1, ї) застосовують для бетону й металу, під час убивання в стіни вони не гнуться.

Оббивні цвяхи (рис. 30.1, к) призначені для кріплення оббивних матеріалів на дверях, меблях.

Оцинковані нержавіючі цвяхи (рис. 30.1, л) – для робіт на вулиці.

Різьбові цвяхи (рис. 30.1, м) використовують для кріплення обрешітки.

Цвяхи для підлоги без головки (рис. 30.1, н) добре закріплюються всередині підлоги.

Цвяхи для балок (рис. 30.1, о) призначені для зовнішніх робіт.

Хвилясті цвяхи (рис. 30.1, о) використовують для простих Т-подібних або Л-подібних з'єднань, що не зазнають великих навантажень.

30.3. Технологія забивання цвяхів

Технологія забивання цвяхів зводиться до кількох простих правил (рис. 30.2).

1. Попередньо на заготовці роблять розмітку під цвяхи (рис. 30.2, а).
2. Перед забиванням цвях, притримуючи рукою, наживляють, тобто забивають на невелику глибину (рис. 30.2, б).
3. Після цього роблять два-три сильні удари по головці цвяха молотком (рис. 30.2, в). Не потрібно дуже розмахувати молотком, достатньо невеликої амплітуди — так удари будуть точнішими.



а



б

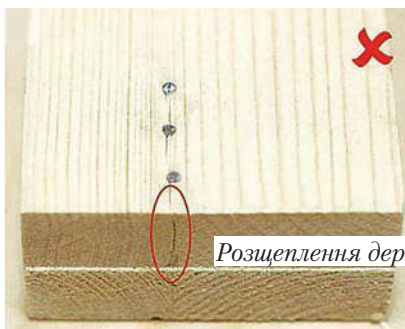


в

Рис. 30.2. Технологія забивання цвяхів

З'єднання цвяхами має певні **особливості**.

- Міцність з'єднання залежить від кількості вбитих цвяхів, їхньої довжини і товщини, якості й матеріалу деревини.
- Під час з'єднання цвяхами потрібно враховувати деякі тонкощі. Наприклад, кілька забитих цвяхів, близько розміщених один до одного вздовж волокна, можуть розщепити деревину (рис. 30.3, а). Щоб такого не відбувалося, треба витримувати відстані між цвяхами або забивати цвяхи по діагоналі один щодо іншого. Забивання цвяхів близько до торця також може розколоти заготовку, тому треба відступати від краю щонайменше на 1–2 см (рис. 30.3, б).
- Потрібну товщину цвяха вибирають залежно від товщини дошки. Це запобігає розщепленню деревини.
- Тонку заготовку завжди прибивають до товстішої, довжину цвяха вибирають більшу у 2–4 рази, ніж товщина тоншої заготовки.



Розщеплення деревини

а



б

Рис. 30.3. Неправильне (а) і правильне (б) забивання цвяхів

- Коли потрібно зберегти естетичний зовнішній вигляд виробу, беруть фінішні цвяхи. Якщо їх немає, можна забити цвях не до кінця, відкусити головку пасатижами чи кусачками і забити залишок урівень.

- Забитий цвях можна заглибити за допомогою іншого цвяха. Для цього його прикладають до головки й забивають молотком, а отримане заглиблення зашпакльовують.

- Коли цвях виходить з іншого боку дошки, його загинають спочатку гачком, а потім роблять урівень. Для цього кладуть поруч із виступним кінцем цвяха цвях більшого діаметра (рис. 30.4, а) і загинають навколо нього молотком виступний кінець цвяха (рис. 30.4, б). Якщо діаметра цвяха не вистачає, то гачок виходить маленьким, недостатньо загнутим для подальшого забивання (рис. 30.4, в). Тоді потрібно взяти більший циліндричний предмет, наприклад викрутку (рис. 30.4, г); отримують загнутий гачок, який можна забити врівень у дошку (рис. 30.4, д, е).

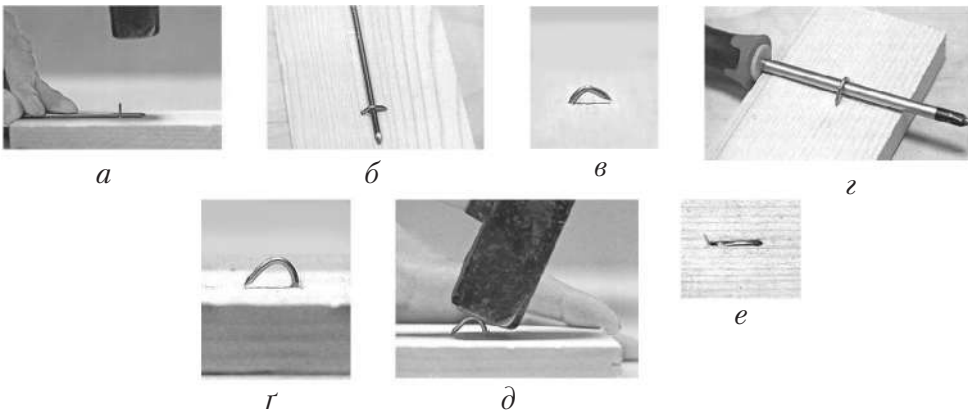


Рис. 30.4. Порядок загинання кінця цвяха

Іноді буває так, що під час ремонту виробів, щоб видалити й замінити старі деталі, цвях потрібно витягнути. Роблять це кліщами, цвяходерами, ріжками будівельного молотка або обценьками. Зазвичай головку цвяха не виходить захопити відразу, тому треба зробити зазор між головкою та поверхнею. Для цього навколо цвяха стамескою роблять невелике заглиблення, яке має бути достатнім для захоплення головки кліщами.

Запитання та завдання

1. Що таке *цвях*?
2. Які за формою бувають стрижні цвяхів?
3. Що таке *нейлери*?
4. Охарактеризуйте основні види цвяхів.

31.1. Рідкі цвяхи і їхні види

Рідкі цвяхи — різновид будівельного клею. Незважаючи на специфічну назву, цей вид з'єднання не має нічого спільного зі звичайними цвяхами.

Основою рідких цвяхів є синтетичний каучук з додаванням полімерів. Як наповнювач у класичному варіанті таких цвяхів використовують особливий вид глини з підвищеною пластичністю. Таку глину видобувають у штаті Техас (США), де й зосереджені основні виробничі потужності американських виробників цього виду будівельних матеріалів. Останнім часом деякі виробники почали замінювати особливий вид глини крейдою (карбонат кальцію), що не найкраще позначилося на якості продукції (міцності). Унаслідок застосування крейди замість глини виробники домагаються білого кольору готової продукції. У класичному варіанті для отримання клею білого кольору використовують діоксид титану. Ще один важливий аспект — наявність у складі рідких цвяхів толуолу й ацетону. Толуол покращує адгезію клею, але повільно сохне, ацетон же прискорює висихання. Сучасні види рідких цвяхів не містять цих речовин через їхню токсичність і шкідливість для людського організму.

Розрізняють два види рідких цвяхів:

неопренові (рис. 31.1, а), основою яких є органічні розчинники — уайт-спірит, ацетон, бензин. Проте вони небезпечні й мають різкий запах, що тримається в приміщенні кілька днів після монтажу;

водоемульсійні акрилові (рис. 31.1, б) — воднодисперсійні. Вони нешкідливі й екологічно чисті, але придатні лише для пористих матеріалів (наприклад, кахлю), неякісні за високої вологості, їх потрібно наносити за температури вищої за 0 °С (щоб уникнути замерзання води).

Рідкі цвяхи застосовують для приклеювання керамічної плитки, пробкових панелей, більшості пластиків, деревини, гіпсокартонних конструкцій, алюмінію, кераміки, стекол і дзеркал. Також їх застосовують для герметизації ванно-душових кімнат, дверних і віконних рам, вентиляційних отворів і прорізів, раковин, щілин у стінах, штукатурці, антресолей, кутових стиків, стільниць тощо. Їх наносять на суху знежирену чисту поверхню, але не одним суцільним шаром, а точками або змійкою (якщо матеріал важкий). Вони висихають за 12–24 год залежно від температури, вологості й товщини шару; повна полімеризація відбувається через 7 днів.



Рис. 31.1. Види рідких цвяхів:
а — неопренові; б — водоемульсійні акрилові

Не рекомендовано застосовувати рідкі цвяхи для склеювання матеріалів, які тривалий час перебувають під водою.

Водоемульсійні (акрилові) рідкі цвяхи мають більш екологічну водну основу, що не виділяє токсинів і різких запахів, практично нешкідливу для здоров'я людини. Міцність склеювання досить висока, але поступається здатністю до склеювання рідким цвяхам на основі органічних розчинників. Тому цей вид цвяхів не потрібно застосовувати для склеювання поверхонь із металевою основою та поверхонь з високими вимогами до сили скріплення.

Недоліками рідких цвяхів на водній основі є їхня низька морозостійкість. У разі зниження температури нижче за 0°C здатність до склеювання істотно зменшується, а в разі заморожування нанесеного клею з подальшим його розморожуванням він руйнується зовсім.

Важливим параметром для будь-яких клейких матеріалів є час схоплення їх з поверхнями. За цим показником водоемульсійні цвяхи також поступаються цвяхам на органічних розчинниках.

Рідкі цвяхи (неопренові) на органічному розчиннику мають більшу ефективність, їхня здатність до склеювання набагато вища. До того ж вони без втрат адгезії та своїх первинних властивостей витримують низькі температури (-20°C). Часу на схоплення та полімеризацію цього будівельного клею потрібно менше. Перед використанням рідких цвяхів важливо вивчити інструкцію щодо застосування.

Під час нанесення органічних рідких цвяхів необхідно бути акуратним і дотримуватися всіх запобіжних заходів. Оскільки в їхньому складі є агресивні хімічні компоненти, то неправильна робота з матеріалом може призвести до погіршення стану здоров'я: запаморочення, блювотні рефлексії, загальне отруєння організму. Навіть після повної полімеризації органічний розчинник даватиме про себе знати насамперед різким та отруйним запахом. Тому рідкі цвяхи цього виду не потрібно застосовувати в житлових приміщеннях.

Витрату рідких цвяхів визначають залежно не тільки від їхнього виду, а й від типу з'єднуваних поверхонь. Для пористих і шорстких поверхонь витрата може становити, залежно від марки, від 200 до 500 г/м². Для металевих, скляних, пластмасових або дерев'яних — відповідно менше.

Час висихання становить 15–30 хв, процес полімеризації може тривати 20–24 год. Надійному з'єднанню сприятиме фіксація під час склеювання.

Для нанесення будь-якого виду рідких цвяхів використовують спеціальне пристосування для таких робіт — **монтажний пістолет**.

Застосування рідких цвяхів у будівництві зумовлено значними перевагами цього матеріалу: утримують навантаження до 1000 кг/м²; адгезія практично з будь-якими поверхнями; безшумний монтаж; швидке схоплення; відсутність токсичних складових; волого- й морозостійкість; нейтральний запах у більшості хімічних складів; економна витрата.

Для рідких цвяхів характерні й недоліки: складне видалення патьоків і крапель цього матеріалу; складність демонтажу склеєних конструкцій.

Інформацію про силу склеювання (у кілограмах на квадратний метр) виробники зазвичай вказують на лицьовій частині труби з рідкими цвяхами. Слабкі клеї утримують навантаження 30 кг/м². Цього досить для приклею-

вання багетів під стелею. Більш міцні хімічні склади розраховані на навантаження 50, 80, 100 кг/м². Кілька виробників пропонують клей для екстремального склеювання — із навантаженням 1000 кг/м².

31.2. Правила користування рідкими цвяхами

Перед нанесенням клею потрібно підготувати поверхню. Для цього її очищають від пилу, а гладкі матеріали додатково знежирюють. Рідкі цвяхи наносять смугами, змійкою або краплями (рис. 31.2). Після цього деталі швидко прикладають одну до одної і притискають. Використовуючи клей швидкого схоплювання зі спеціальною позначкою, досить натиснути на з'єднання і відпустити. Для звичайних хімічних складів важливо тиснути не менше 1–2 хв.



Рис. 31.2. Нанесення клею:
а — краплями;
б — змійкою

Під час роботи з рідкими цвяхами можливе їхнє потрапляння на зовнішні поверхні з'єднаних деталей. У цьому випадку краплі потрібно відразу витерти. Краще це робити ганчіркою, змоченою в розчиннику, що містить ацетон. Він придатний для всіх типів цвяхів і швидко вивірюється, тому не можна зволікати. Якщо клей уже висох, то розчинник застосовують одночасно з механічним зачищенням. Хороший результат дає розігрівання застиглого клею за допомогою звичайного або будівельного фена. За нагрівання поверхні до температури 50–60 °С цвяхи стають м'якшими, що полегшує їхнє відривання.

Якщо рідкі цвяхи потрапили на одяг, то для очищення тканини можна скористатися спеціальним «Антиклеєм». Недолік цього способу — імовірність зміни відтінку тканини. Тому краще спочатку розігріти цвяхи феном або праскою, після чого покласти одяг у морозильну камеру. Унаслідок різкої зміни умов клей втратить свої властивості і його буде легше віддерти. Однак такий спосіб малоефективний на в'язаних речах.

Якщо потрібно очистити руки, забруднені клеєм на акриловій основі, їх просто миють із милом. Клеї зі штучним каучуком змивають зі шкіри вазелином або олією. З огляду на всі труднощі з очищенням набагато простіше, використовуючи рідкі цвяхи, захищати краї деталей малярним скотчем.

Запитання та завдання

1. Що таке *рідкі цвяхи*?
2. Назвіть основні види рідких цвяхів.
3. Які є способи нанесення на поверхні деталей рідких цвяхів?
4. Як видаляють клей, що потрапив на лицьову поверхню деталі?

Розділ 32. З'ЄДНАННЯ ЗАМАЗКАМИ

32.1. Загальні відомості про замазки

Замазка — спеціально виготовлена в'язка речовина для замазування щілин і тріщин. Їх застосовують як додатковий матеріал для отримання з'єднань деталей і їхньої герметизації. Цей вид з'єднань дає змогу з'єднувати метали з металами, метали з неметалами й неметали з неметалами. Типові з'єднання деталей замазкою показано на *рисунку 32.1*.

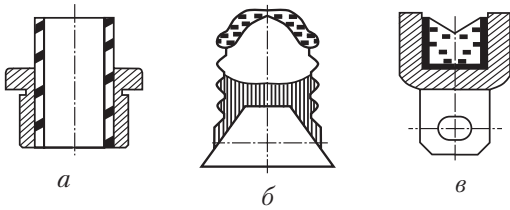


Рис. 32.1. Типові з'єднання замазкою:
a — з'єднання скляної та металеві трубок; *б* — скляного балона електроосвітлювальної лампи із цоколем; *в* — закріплення агатової подушки опори на ножах у металевій оправці

Замазки поділяють на 3 групи: замазки, що висихають унаслідок видалення розчинника; затверділі внаслідок охолодження після розплавлення; затверділі внаслідок хімічних процесів.

Розрізняють тверднучі та нетверднучі (невисихаючі) замазки. *Тверднучі замазки* найчастіше застосовують для з'єднання кераміки та скла з металами й іншими матеріалами, а *нетверднучі* — здебільшого як герметики. З'єднання замазкою не витримують механічних навантажень, тому в конструкціях виробів потрібно передбачати додаткові способи кріплення, які зміцнюють з'єднання.

За певної температури сушіння протягом певного часу замазки твердіють й утворюють нерознімне з'єднання. Також замазки використовують як ізолятор струмопровідних деталей.

Найпоширенішими є кілька типів замазок: герметик, епоксидна смола, бакеліто-лужна мастика, свинцево-гліцериновий цемент.

Замазки забезпечують високу герметичність і достатню міцність з'єднання. Способи з'єднання швидкоотверднучими замазками показано на *рисунку 32.2*.

Тверднучі замазки (сургуч, каніфоль) за нормальних температур тверді, тому перед застосуванням їх розігрівають до пластичного стану. Для надій-

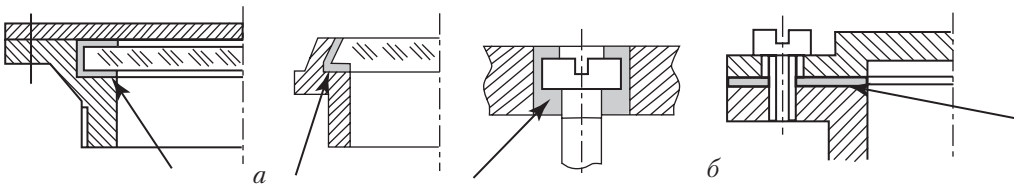


Рис. 32.2. З'єднання швидкоотверднучою замазкою:
a — скла з металом; *б* — кріпильних деталей із неметалевими деталями (стрілками вказані місця нанесення замазки)

ності ущільнення на поверхнях деталей роблять спеціальні насічки (канавки), які заповнюють замазкою (рис. 32.3).

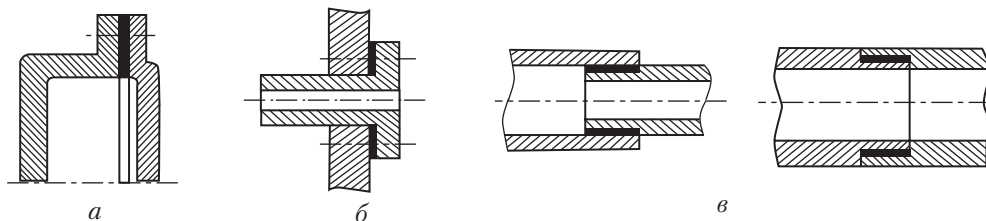


Рис. 32.3. Розрізи з'єднань тверднучою замазкою:
а – стикові; б – кутові; в – трубні

З'єднання замазкою часто підсилюють додатковою фіксацією деталей. Поверхня деталей для з'єднання замазкою має бути шорсткою, добре очищеною та знежиреною.

Тверднучі замазки застосовують для з'єднання порцеляни та скла з металом, порцеляни з порцеляною та іншими матеріалами. Висихаючі замазки використовують для ущільнення фланцевих і різьбових з'єднань, скла та інших деталей (за відсутності різниці тисків усередині та зовні виробу).

Замазка вакуумна (вакуумне мастило, віск, залишок вазелінового медичного масла, каолін косметичний) призначена для ущільнення розбірних з'єднань вакуумних установок.

Порожнини розміром понад 3 мм ремонтують установленням *танталової пломби*. Чистий тантал стійкий до багатьох хімічних сполук, крім 40%-ї плавикової кислоти й концентрованої димної сірчаної кислоти за температури 20–100 °С, їдких лугів концентрацією 30–40 % за температури 100 °С. Танталова пломба – це гвинт із танталу, який укручують в основний метал. Під головку гвинта встановлюють шайбу із фторопласту. У місці дефекту, що підлягає ремонту, вишліфовують емаль на поверхні, яка на 2–4 мм перевищує діаметр отвору під гвинт. Потім свердлять отвір і нарізають різьбу. Отвір під гвинт і вишліфоване місце очищають від стружки та промивають спиртом. Гвинт і шайбу перед установленням покривають кислототривкою замазкою на основі епоксидної смоли.

За ущільнення більшості робочих рідин (масел, нафтопродуктів) може спостерігатися *явище облітерації*, що полягає в зарощуванні щілин розміром менше за 0,5 мкм плівками поверхнево-активних речовин. Використовуючи це явище, у деяких випадках можна домогтися герметичності шляхом точного оброблення та взаємного припасування деталей.

Для герметизації з'єднань, що працюють за високих температур, застосовують замазки, які витримують термічні напруги й не відокремлюються від ущільнюваних поверхонь. В умовах різких змін температури добре зарекомендували себе *замазки із силікону* та *фторосилікону*, що витримують зміни температури від –50 до +650 °С.

Цілковито стійкі з'єднання труб на *фаолітовій замазці* або *арзаміті*. Труби, з'єднані цими замазками, витримують тиск до 4 атм. Здійснюючи монтаж

апаратури й комунікацій з отверділого фаоліту, потрібно враховувати значний коефіцієнт лінійного розширення та низьку стійкість до викришування.

У парогенераторах використовують *вогнетривку замазку*.

Мінеральні в'язучі матеріали — досить велика група неорганічних сполук, здатних твердіти внаслідок заповнення водою, водними розчинами солей та кислот. На основі мінеральних в'язучих отримують замазки, розчини й бетони з різним розміром наповнювача.

Замазки на основі гуми є рідкими або в'язкотекучими композиціями (замазки, пасти), які в процесі вулканізації перетворюються на еластичні газо- й гідронепроникні гумоподібні маси, що добре заповнюють ущільнювані ними з'єднання. Їх виготовляють із використанням рідких каучуків — наїріта, полісілоксану й поліуретану. Найпоширенішими є тіоколові герметики.

Нетверднучі (невисихаючі) термопластичні невулканізовані замазки призначені для ущільнення розбірних з'єднань. Під час герметизації, а також розбирання їх нагрівають до температури 30–50 °С. Границя витривалості — не вище за температуру 70 °С.

32.2. Сучасні види та призначення замазок

Силіконові замазки, або *силікони* (рис. 32.4, а), використовують для заповнення щілин між різними матеріалами й покращення герметичності з'єднань. Вони здатні зберігати еластичність з'єднання протягом тривалого часу, а герметичність — навіть за невеликих зміщень поверхонь (до 25 %). Деякі силіконові замазки мають і клеючу здатність.



Рис. 32.4. Види замазок:

а — силіконові; б — будівельні; в — сантехнічні; г — універсальні; д — скляні;
е — нейтральні; ж — спеціальні; з — для пластику

Однокомпонентні силіконові замазки (герметики), для затвердіння яких потрібна волога, що міститься в повітрі, поділяють на 2 групи: кислотні та нейтральні. У *кислотних силіконових замазках* у процесі вулканізації утворюється оцтова кислота, яка спричиняє руйнування деяких металів (міді, цинку, свинцю) і бетону, вони мають слабку адгезію до пластмас. У *нейтральних силіконових замазках* як каталізатор затвердіння застосовують металоорганічні сполуки олова або титану. Нейтральні замазки більш еластичні, відмінно взаємодіють із будь-якими матеріалами, але дорожчі за кислотні.

Будівельні замазки (рис. 32.4, б; с. 137) застосовують для будівельних матеріалів: бетону, цементу, гіпсокартону, штукатурки. Вони дуже чутливі до впливу кислот. Тому, працюючи з ними, потрібно використовувати тільки нейтральні силікони («Stayer Master», «Krass прозорий», «Soudal білий»).

Сантехнічні, або санітарні, замазки (рис. 32.4, в; с. 137) призначені для застосування в приміщеннях із підвищеною вологістю. Відрізняються вмістом фунгіцидних домішок, що запобігають розвитку бактерій, цвілі та грибків. Замазки кислотного затвердіння з протигрибковими властивостями не повинні контактувати з акриловими ваннами й піддонами («Ceresit CS 25», «Bau Master» санітарний, «Penoseal»).

Універсальні замазки (рис. 32.4, г; с. 137) найширше застосовують для заповнення будівельних і конструкційних швів, герметизації з'єднань на кухні й у ванній кімнаті, ущільнення віконних рам і дверних коробок, вентиляційних систем тощо. Їм властива хороша адгезія до скла й погана — до пористих матеріалів, тому перед накладанням на них універсального силіконового герметика потрібна попередня обробка ґрунтом («Soudal Primer 150»).

Скляні замазки (рис. 32.4, г; с. 137) бувають кислотні та нейтральні. Кислотні скляні, або акваріумні силіконові, замазки «Mastersil» серії 881 вирізняються високою міцністю створюваних з'єднань. Їх застосовують для жорсткого кріплення великих вітражів. Через їхню кислотність такі замазки не використовують для герметизації склопакетів. Для з'єднань скла та пластмаси ідеально підходить герметик «Dow Corning 7091».

Нейтральні замазки (рис. 32.4, д; с. 137) призначені для герметизації стиків між елементами конструкцій, зроблених практично з будь-яких матеріалів. Виняток становлять матеріали, що виділяють масла й розчинники («Mastersil нейтральний», «Tytan»).

Спеціальні замазки (рис. 32.4, е; с. 137) зберігають свої властивості в найнесприятливіших умовах експлуатації: за високої температури («Пентеласт-1110», «MQS-191»), підвищеної вібрації, впливу агресивних середовищ, частих і значних перепадів температур. Існують замазки із специфічними властивостями, наприклад електроізоляційними, для захисту електроприладів, що працюють у вологому середовищі («Mastersil» серії 817), або для герметизації стиків у пневмо- й гідросистемах («Пентеласт-1159»).

Замазки для пластику (рис. 32.4, є; с. 137) вибирають з урахуванням того, що більшість пластмас містять пластифікатори. Наприклад, нейтральний герметик «Dr. Schenk» має хорошу адгезію до багатьох пластмас, зокрема й до

твердого ПВХ, але не придатний для пластмас, що містять пластифікатори. Тому потрібно вибирати герметик для конкретного типу пластику: «Tytan» — для акрилових ванн, «Tekasil Acetat» — для полікарбонатних виробів.

Використання силіконових замазок має певні **особливості**.

- Розміри шва, що підлягає заповненню замазкою, мають бокові розміри: ширина 5–30 мм, глибина — у пропорції до ширини 1 : 2 (рис. 32.5). У разі значно більших початкових розмірів шва його заповнюють до рекомендованих розмірів ущільнювальною стрічкою зі спіненого поліетилену.

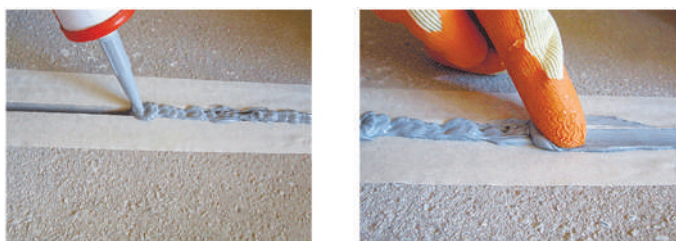


Рис. 32.5. Нанесення замазки на поверхню деталей

- Чистий силікон не можна фарбувати. Домішки, що дають змогу фарбувати силіконовий герметик, погіршують механічні властивості й зменшують термін експлуатації.

- Змінювати форму й розміри нанесеного шару можна тільки протягом перших 5–20 хв.

- Добова швидкість твердіння становить 2 мм. Тривалість вулканізації залежить від температури й відносної вологості повітря. Так, зниження температури до +5 °С за відносної вологості повітря 50 % сповільнить процес затвердіння втричі.

- Більшість силіконових замазок не деформує і не змінює об'єм під час вулканізації.

- Незатверділі надлишки силікону видаляють розчинником, тверді — механічним способом за допомогою ножа та бритви. Для розм'якшення можна використовувати спеціальні розчини.

32.3. Ремонт покрівель замазками

Паяння на даху — дуже складна операція і нині її замінюють на більш сучасний варіант — проклеювання матеріалу основи різними замазками, герметиками та клеями (наприклад, епоксидними автомобільними замазками та шпаклівками). Замазки й герметики, які використовують для ремонту покрівель, здебільшого випускають у тубах (рис. 32.6).

Принцип зароблювання невеликих тріщин і дірок полягає в очищенні від іржі та встановленні латок з оцинкованої сталі того самого типу, що й дах. Латка за площею поверхні має дорівнювати розмірам площі пошкодженої



Рис. 32.6. Застосування замазки для покрівлі

ділянки з доданням припусків. Інакше кажучи, латка має повністю покривати пошкодження, а припуски — накривати неушкоджену частину покриття, що забезпечує міцне з'єднання латки з дахом. Перед нанесенням латки місця з'єднання знежирюють, а потім поверх латки наносять шар замазки. Це може бути сурикова замазка, розплавлений бітум або ж спеціальна замазка для ремонту металевої покрівлі. Під час проведення локальних відновлювальних робіт пошкоджене місце обробляють з обох сторін — по поверхні даху та з боку горища. Локальне відновлення раціонально робити, якщо пошкодження займають менше за 40–50 % від площі поверхні даху, в іншому випадку доцільніше замінити покриття. Металеві латки кріплять також герметиками та клеями. У разі дуже малих пошкоджень (до 5 см) латки на них узагалі не ставлять.

На покрівлю найпростіше наносити замазки, які не потребують попереднього змішування, — так звані *однокомпонентні склади*. Вони готові до використання, мають прекрасні властивості, їх випускають для різних типів робіт. *Багатокомпонентні герметики* вимагають змішування компонентів.

Для ремонту покрівель використовують акрилові, силіконові, бітумні й поліуретанові замазки (герметики).

Акрилові замазки містять у своєму складі акрил і належать до пластичних. Цей тип замазок використовують для заповнення швів, виправлення тріщин, під час монтажу покрівель, які можуть бути деформовані через температуру або вітер. Акриловий герметик прозорий, подібний до силіконового. Він добре стикується з бетоном, керамікою, цеглою, пористими матеріалами тощо. Термін полімеризації становить 21 день, тужавіє за 20 хв.

Основними перевагами акрилових замазок є такі: здатність приклеюватися на практично всі поверхні, але найкраще адгезія проявляється до деревини, цегли, бетону та штукатурки; водостійкі акрилові герметики можна використовувати у внутрішніх кімнатах будівлі з підвищеною вологістю (кухня і ванна кімната), а також із зовнішнього боку будинку; широкий спектр кольорів; не містять розчинників, завдяки чому не мають запаху; можна покривати лакофарбовими матеріалами. Основний недолік — неможливість використання за мінусових температур і на вологій поверхні.

Силіконові замазки мають певні переваги: універсальні для застосування як усередині будівлі, так і зовні; приклеюються на будь-який матеріал, крім пластику; стійкі до ультрафіолетових променів; біологічно стійкі, здатні зберігати еластичність з'єднання протягом тривалого часу. Недоліками є неможливість покривати їх фарбами й наносити на вологі поверхні.

Бітумні замазки для покрівлі містять бітум, який завдяки несхильності до розчинення водою має кращі якості. Ці замазки застосовують на поверхнях, що регулярно зволожуються, і вони запобігають шкідливому впливу зовнішнього середовища протягом тривалого часу (до 20 років). Накладаючи бітумну замазку (герметик), треба робити шар завтовшки не більше 1 мм — це забезпечить найкраще зчеплення між матеріалом основи і замазкою. Якщо покрівля має пористу структуру поверхні, її краще погрунтувати. Після нанесення замазки потрібно близько пів години для висихання, але час набирання міцності становить 2–4 год. Належать до еластичних замазок.

Перевагами бітумних замазок є: висока адгезія до різних будівельних матеріалів; здатність протистояти атмосферним впливам (ультрафіолетові промені, вода, хімічні речовини, низькі температури); широка кольорова палітра; не боїться вологих поверхонь. Недолік — нестійкі до дії високих температур.

Поліуретанові замазки для покрівлі застосовують тільки для ремонтних робіт зовні будинку.

Основні переваги: незамінні для оброблення вертикальних швів завдяки консистенції; підвищена адгезія; протягом усього терміну експлуатації відмінно протистоять водному й сонячному впливу; об'єм після нанесення та швидкого висихання залишається незмінним; може піддаватися фарбуванню.

Основний недолік — містять шкідливі для людини речовини, але під час проведення зовнішніх робіт це має не настільки серйозне значення, як при внутрішніх роботах.

Запитання та завдання

1. Для чого використовують замазки?
2. На які групи поділяють замазки?
3. Охарактеризуйте основні види покрівельних замазок.

Розділ 33. З'ЄДНАННЯ МОТУЗКАМИ

33.1. Основні відомості про мотузки, їхня характеристика

Застосування канатів і мотузок увійшло в життя людей багато століть тому, проте ці вироби активно використовують донині. Основні сфери застосування — промисловість і будівництво, авіа- й автомобілебудування, судноплавство й корабельна справа, спорт, дизайн інтер'єрів, а також для господарсько-побутових потреб. Нові матеріали (поліпропілен, кевлар) створюють ще більшу різноманітність канатів і мотузок.

Існує різна термінологія цих виробів: *мотузка* — гнучкий та тонкий виріб із натуральних або синтетичних волокон (витих або кручених), призначений для побутових потреб; *канат* — міцна товста мотузка, зроблена з переплечених рослинних, синтетичних або металевих волокон; *шнур* — досить тонка мотузка або дріт; *шпагат* — тонка міцна нитка, виготовлена з луб'яних, хімічних волокон або ниток, а також їхніх поєднань, або скручуванням паперу; *трос* — канатно-мотузковий виріб витої або крученої форми (рис. 33.1).



Рис. 33.1. Види мотузок:
а — мотузка; б — канат; в — шнур; г — шпагат; r — трос

Назви канатів, мотузок і шнурів для різних сфер застосування функціонально практично не відрізняються. Наприклад, трос для буксирування автомобілів можна використовувати як мотузку для зв'язування вантажів.

Вибираючи мотузку або канат, потрібно враховувати основні їхні характеристики: питому вагу (щільність), міцність, еластичність і товщину, а також стійкість до стирання (механічних пошкоджень під час тертя), до впливу температур й ультрафіолетового випромінювання та вологопоглинання. Ці характеристики, а також фізико-хімічні властивості й, відповідно, сфери застосування визначають матеріали, з яких виготовлені канати й мотузки.

Основні матеріали для виготовлення канатів і мотузок поділяють на 2 класи: рослинні та синтетичні. До *рослинних матеріалів* належать сизаль, конопля (прядиво), волокна кокоса, бавовни, джуту, льону тощо; до *синтетичних* — поліпропілен, поліамід, поліестер, поліетилен, поліефір, поліпропен і кевлар.

33.2. Класифікація та види вузлів

Вузол — спосіб з'єднання мотузок за допомогою зв'язування і переплетення.

Вузли класифікують на такі види: *основні* — незатягувані петлі на кінці або посередині мотузки для страхування (вісімка); *допоміжні* — затягують для потовщення мотузки (подвійний простий вузол як контрольний, що запобігає розв'язуванню основного вузла); *спеціальні* — гальмують вузли для спуску або страховки.

Залежно від призначення вузли поділяють на 4 види: для потовщення мотузки (простий вузол); для прив'язування мотузки до предмета (вибленочний вузол, вибленка — відрізок просмоленого троса, призначений для підйому на щогли); для обв'язування предметів під час підйому руками або за допомогою вантажопідйомного механізму (бочковий вузол); для зв'язування двох мотузок разом.

Один і той самий вузол, але зав'язаний по-різному чи на різних матеріалах або для різних цілей, відрізняються один від одного. Тому залежно від застосування вузли класифікують так:

- використовуючи один вузол, зав'язаний по-різному на різних матеріалах для різних цілей, утворюють два вузли: (ткацький вузол, шкотовий вузол);
- використовуючи один вузол, утворюють два вузли (подвійний простий вузол, кривавий вузол);
- використовуючи один вузол, утворюють три вузли (булинь, шкотовий вузол, бекетовий вузол).

За різномістністю вузли бувають: *швидкорозв'язувані* (рифовий вузол); *дистанційно розв'язувані* — один кінець мотузки витримує чимале навантаження, але коли потягнути за другий, вузол розв'яжеться (відерний вузол); *легко розв'язувані* (булинь); *важко розв'язувані* (констріктор — важко розв'язується, його зав'язують один раз і за потреби звільнити предмет вузол розрізають).

Вузли мають 2 елементи: *корінний кінець* — кінець мотузки, закріплений нерухомо, або той, який не використовують для зашморгування петлею; *ходовий кінець* — незакріплений вільний кінець мотузки, яким починають рух під час в'язання вузла.

Для декоративних вузлів є окрема класифікація краваткових вузлів (віндзор).

Простий вузол (рис. 33.2, а) застосовують для з'єднання мотузок. Він є складовим елементом багатьох вузлів, також його зав'язують на кінці мотузки, щоб запобігти її розпусканню. Це самий простий з усіх вузлів і найменший. Однак унаслідок натягу мотузки вузол затягується і з часом його важко розв'язати. Простий вузол дуже згинає мотузку, що зменшує її міцність більш як у 2 рази. Але, тим не менш, це найпопулярніший вузол.

Прямий вузол (рис. 33.2, б) використовують для з'єднання мотузок приблизно однакового діаметра. Пов'язувати цим вузлом мотузки різного діаметра небезпечно, тому що тонкий трос рватиме більш товсту мотузку. У прямого вузла є 4 способи в'язання, але досить знати й уміти в'язати один із них. На корінних кінцях треба обов'язково робити контрольні вузли.

Мисливський, або вузол Хантера (рис. 33.2, в), відмінно тримається на тросах і навіть на синтетичній волосині. По суті, це вдале сплетіння двох про-

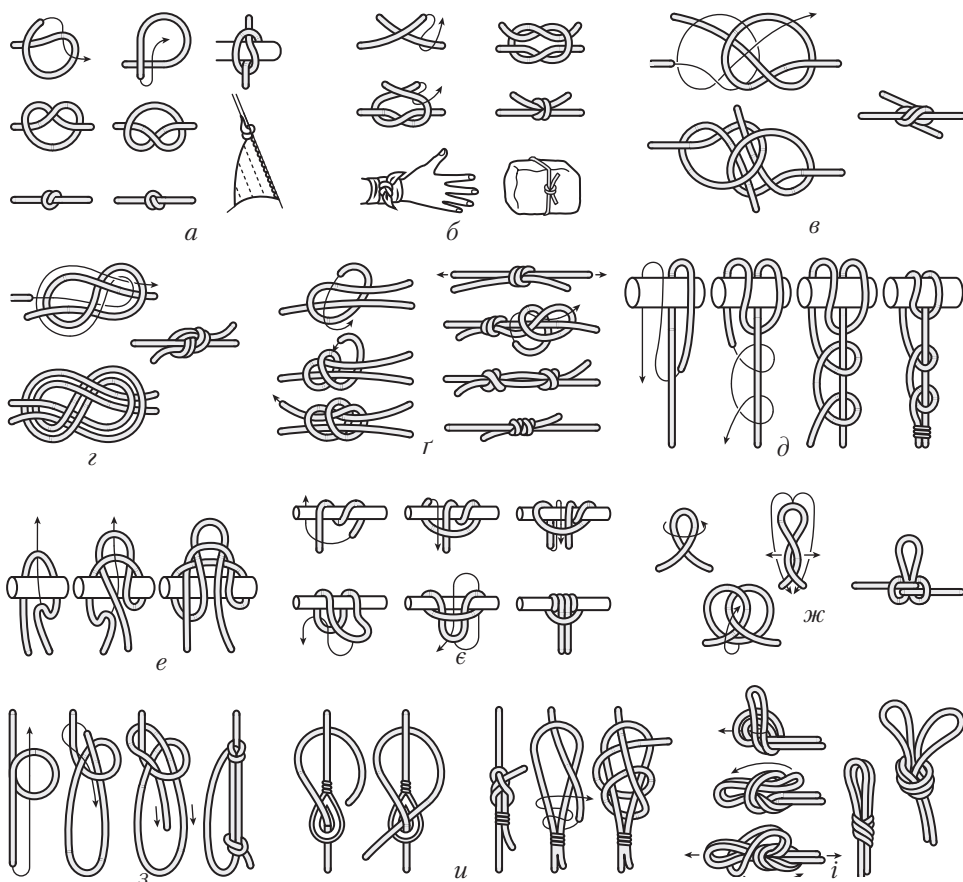


Рис. 33.2. Види вузлів:

- а – простий; б – прямий; в – мисливський; г – зустрічна вісімка; р – грейпвайн;
 д – штик; е – швидкорозв'язуваний; є – скріплювальний; ж – австрійський провідник;
 з – булинь; и – шкотовий та брамшкотовий; і – заячі вуха

стих вузлів, зав'язаних на кінцях двох мотузок. Вузол Хантера тримається на всіх мотузках, особливо на м'яких, а також на стрічках.

Зустрічна вісімка, або **фламандський вузол** (рис. 33.2, г; с. 143), — один із найдавніших вузлів для з'єднання двох мотузок. Це надійний і міцний вузол, він практично не зменшує міцність мотузки. Спочатку на кінці однієї з мотузок в'яжуть вісімку, потім ходовим кінцем іншої мотузки повторюють усі вигини вісімки на першій мотузці й пропускають його в бік корінного кінця, після цього затирають. Зустрічну вісімку порівняно легко розв'язати.

Вузол грейпвайн (рис. 33.2, г; с. 143) — найміцніший із вузлів, призначених для зв'язування мотузок однакового діаметра. Це вузол із найменшим коефіцієнтом ослаблення мотузок (5 %), таких показників не має жоден з інших вузлів. Під час в'язання вузла грейпвайн можна обійтися без контрольних вузлів, він все одно залишається досить безпечним.

Вузол штик (рис. 33.2, д; с. 143) являє собою незатирану петлю, яка може тримати навантаження, що діє майже в будь-якому напрямку. Ще одна вагома перевага цього вузла полягає в тому, що його можна легко розв'язати навіть під навантаженням, що дуже зручно. Щоб зав'язати вузол штик, роблять півтора оберта мотузки навколо дерева, стовпа або навіть каменю. Ходовий кінець проводять поверх корінного кінця, заводять його вниз і пропускають через корінний кінець в утворену петлю, затирають і роблять ще один шлаг. На завершення обов'язково в'яжуть контрольний вузол.

Вузол швидкорозв'язуваний (рис. 33.2, е; с. 143) інакше називають *піратський*, або *відерний*, вузол. Він досить надійний, якщо правильно зав'язаний, також його можна дуже легко й швидко розв'язати, потягнувши за ходовий кінець. Використовують для тимчасового кріплення, коли потрібно швидко розв'язати вузол, або в ситуаціях під час спуску, якщо треба повернути мотузку після спуску, смикнувши за ходовий кінець.

Скріплювальний вузол (рис. 33.2, е; с. 143) головним чином застосовують як страховку під час спуску або підйому по мотузці. Якщо людина під час спуску зривається, то вузол затирається і запобігає її падінню. Вузол добре зарекомендував себе в альпінізмі й гірському туризмі, але він погано працює на мокрій і зледенілій мотузці.

Вузол австрійський провідник (рис. 33.2, ж; с. 143) застосовують тоді, коли потрібно зробити петлю на середині мотузки, для створення точки кріплення в разі страховки або якщо треба відокремити перетертий шматок мотузки. Цей вузол має інші назви: *альпійський метелик*, *вузол середнього*.

Вузол булинь (рис. 33.2, з; с. 143) — один із найпопулярніших вузлів, простий та безпечний. Цей вузол в'яжуть на кінці мотузки, він є надійною незатираною петлею. Вузол застосовують у морській справі, альпінізмі й туризмі. Також дуже корисно буде вміти зав'язувати цей вузол однією рукою, що може стати в нагоді в екстремальній ситуації.

Шкотський та брамикотовий вузли (рис. 33.2, и; с. 143) застосовують для зв'язування мотузок як різного, так і однакового діаметра. Їх швидко та просто в'язати, але для них обов'язкові контрольні вузли.

Заячі вуха, або **подвійний провідник** (рис. 33.2, і; с. 143) — вузол, подібний до подвійного буліня. Заячі вуха утворюють дві незатягвані петлі. Цей вузол не вимагає контрольних вузлів, але після великого навантаження його складно розв'язати. Застосовують в основному в альпінізмі й тоді, коли потрібно транспортувати потерпілого вниз на невелику глибину.

33.3. Зшивні з'єднання

Ниткове, або **зшивне, з'єднання** — вид механічного кріплення деталей або матеріалів. Незважаючи на явні відмінності цвяхових та ниткових з'єднань і кріпильних елементів за сферою застосування та властивостями, у них є загальна ознака — отвори для кріпильних елементів (жорсткого цвяха або гнучкої нитки) створюють одночасно з уведенням елемента в матеріал деталей.

Утворення зшивних з'єднань залежить від здатності матеріалів проколюватися голкою. З полімерних матеріалів таку здатність мають плівки, м'які пінопласти, а також ткани, неткані й плетені матеріали. З-поміж плівок краще зшивати плівки з високою стійкістю до розтріскування, критерієм якої може бути міцність на розривання. Перевагами цього способу з'єднання деталей і напівфабрикатів є висока продуктивність, можливість отримувати шви різної (зокрема, і просторової) конфігурації, простота технологічного процесу, доступність обладнання. Однак цей метод з'єднання не забезпечує герметичність швів, через що утворюються перфорації, і високу міцність виробів унаслідок послаблення перерізу з'єднувальних плівок отворами й концентрації напружень у зонах навколо них.

Зшивне з'єднання застосовують здебільшого для з'єднання м'яких матеріалів (тканини, шкіри, інколи деревини) за допомогою нитки або шнура (з бавовни, капрону тощо). Схему стикування й обрамлення полотен показано на *рисунку 33.3*.

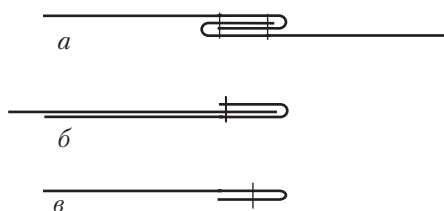


Рис. 33.3. Схема зшивних з'єднань:
а — стикування двох полотен; б — Т-подібне з'єднання; в — обрамлення полотна

Запитання та завдання

1. Де використовують мотузки?
2. З яких матеріалів виготовляють мотузки?
3. Назвіть та охарактеризуйте основні види вузлів.
4. Для чого призначені зшивні з'єднання?

34.1. Загальні відомості про канати та троси

Канатом називають дуже міцну грубу мотузку із волокна або дроту. Їх використовують для тягових органів у вантажопідійомних пристроях, утримування конструкцій вишок, стовпів тощо. Найчастіше застосовують сталеві канати, а прядив'яні, бавовняно-паперові й волокнисті — тільки для обв'язування і кріплення до гака вантажопідійомного пристрою.

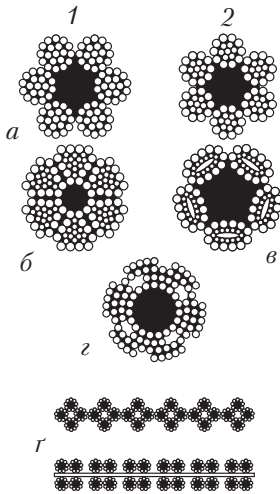


Рис. 34.1. Перерізи сталевих канатів:

- а — круглопрядні;
- 1, 2 — з дроту однакового й різного діаметрів;
- б — тригранопрядні;
- в — овальнопрядні;
- з — плоскопрядні;
- г — плоскі

Сталеві канати виготовляють із високовуглецевого високої міцності сталевому дроту діаметром 0,2–3 мм. Використовують канати подвійного сплітання. Дроти сплітають у пряжу, навиваючи їх на сталеве осердя.

Сталевими канатами обладнують вантажопідійомні механізми — крани, лебідки, поліспасти, талі, тельфери.

Сталеві канати різняться за конструкцією, формою поперечного перерізу, кількістю пряжі й кількістю дротів, за типом осердя та напрямком сплітання (рис. 34.1). Щоб надати канатам більшої гнучкості, між сталевими пасмами ставлять осердя — прядив'яне або азбестове. Канати з азбестовим осердям застосовують у гарячих цехах і на пожежонебезпечних ділянках.

За способом навивання сталевих канатів з окремих дротів їх поділяють на троси й кабелі. **Трос** — це канат, у якому з дротів спочатку звивають пряжу, а з пряжі — канат. Канат, звитий із тросів, називають **кабелем**; його застосовують для переміщення важких вантажів.

За напрямком сплітання канати бувають односторонні, хрестові й комбіновані. В **односторонніх канатах** напрямком сплітання дротів у пряжі відповідає напрямку сплітання пряжі в канаті. У **хрестових канатах** напрямком сплітання дротів у пасмі протилежний напрямку сплітання пряжі в канаті. Канати бувають одинарного, подвійного й потрійного звивання (рис. 34.2).



Рис. 34.2. Звивання сталевих канатів:
а — одинарне; б — подвійне; в — потрійне

Звивання канатів може бути лівого або правого спрямування. У канатах правого звивання пучки пряжі спрямовані вгору праворуч, а в канатах лівого — від низу до верху ліворуч. У комбінованих канатах частина пряжі має лівий напрямок сплітання дротів, а інша частина — правий.

Канати одностороннього сплітання гнучкіші, однак більше, ніж хрестові, схильні до розкручування під навантаженням і сплющування, тому для кранів, лебідок і вантажно-розвантажувальних робіт застосовують канати хрестового сплітання. Останнім часом почали випускати нерозкручувані сталеві канати, виготовлені з дротів, форма яких відповідає їхньому положенню у пряжі. Це створює умови для рівномірного розподілу навантажень на дроти, канат стає гнучкішим і не розкручується. Підбір сталевих канатів для виконання монтажних робіт проводять з урахуванням розривного зусилля.

Щоб продовжити термін використання каната, визначають мінімально допустимий діаметр блока D_6 , який обмежує напругу згину каната, за умови $D_6 > Kd_k$, де K — коефіцієнт запасу міцності, який вибирають залежно від типу вантажопідйомного пристрою та режиму його роботи; d_k — діаметр каната. У вантажопідйомних пристроях із ручним приводом використовують канати з $K = 4,5$, з машинним приводом — 5–6. Для канатів, які використовують у поліспадах, $K = 6$.

Під час експлуатації канатів потрібно постійно стежити за їхнім станом. Придатність каната до експлуатації визначають за ступенем його зносу, по обривах окремих дротів на довжині кроку сплетіння та корозії. Навіть за незначної кількості обривів дротів у канаті його міцність знижується, що є підставою для заміни каната.

Пряжі каната мають бути без заломів і випинів. Спрацювання канатів визначають вимірюванням за допомогою мікрометра або штангенциркуля (рис. 34.3, а). Крок сплетіння (звивання) канатів визначають так: на поверхню пряжі наносять мітку, від якої відлічують уздовж центральної осі каната стільки пряжі, скільки їх є у перерізі каната (у даному випадку на сьомій) і наносять другу мітку (рис. 34.3, б). Відстань між мітками А і Б приймають за крок сплетіння. Якщо спрацювання (або корозія) дорівнює 40 % і більше від початкового діаметра, канат выбраковують.

До введення в експлуатацію сталеві канати мають бути змащені, причому мастилом покривають усю поверхню канатів — як простих, так і оцинкованих. Неякісне мащення канатів найчастіше призводить до їхнього псування та корозії. Для мащення канатів використовують технічний вазелін, солідол і канатну мазь. Зберігають канати в закритому, сухому й теплому приміщенні.

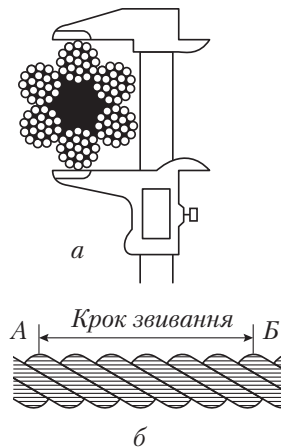


Рис. 34.3. Вимірювання:
а — діаметра каната штангенциркулем;
б — кроку звивання каната;
А і Б — мітки

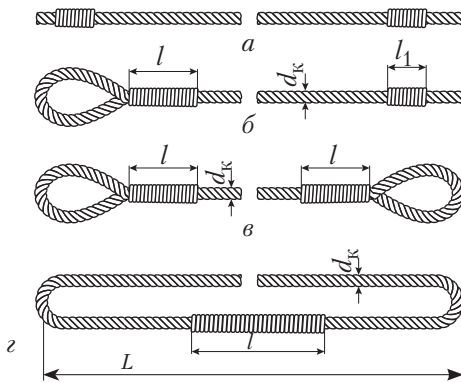


Рис. 34.4. Стропи:
 а – простий; б – з однією петлею;
 в – з двома петлями; г – універсальний;
 L – довжина стропа; l – довжина
 скрутки; d_k – діаметр каната

Для монтажу дерев'яних конструкцій, підйому й підтягування вантажів застосовують прядив'яні або сталеві канати. Останнім часом також використовують канати, виготовлені з капрону.

Прядив'яні канати здебільшого слугують для ручного піднімання вантажів через блоки, зокрема дощок для риштування, елементів конструкцій. Їх випускають двох видів – смольні й кабельні. *Кабельні канати* більш гнучкі та зручніші в роботі, але в разі зволоження вони втрачають свою міцність і схильні до загнивання. *Смольні канати*, просочені гарячою смолою, більш міцні й довговічні, менше схильні до руйнівної дії вологи; їх застосовують переважно під час монтажних робіт.

Стропи – пристосування для підвішування вантажу до гака, кільця або траверси. Їх виготовляють із відрізків канатів (рис. 34.4, а–г). Довжина строп коливається від 5 до 12 м. Усі стропи мають легко встановлюватися на гак, зніматися з нього й легко звільнятися від вантажу.

За конструкцією стропи поділяють на *універсальні* (замкнена петля), *полегшені* (петлі тільки на кінцях) і *багатогілкові* (можуть мати від двох до восьми гілок).

34.2. Кріплення канатів

Застосування *сталевих канатів* як гнучких несучих елементів у конструкціях вантажопідйомних пристроїв неможливо без виконання на них кінцевих кріплень, призначених для з'єднання з елементами підйомних механізмів і вантажем. Під час монтажних і такелажних робіт використовують 2 види кінцевих кріплень – рознімні і нерознімні (рис. 34.5).

Нерознімні кінцеві кріплення канатів застосовують для виготовлення вантажозахоплювальних пристроїв. Петлі на кінцях канатів роблять шляхом сплітання, установлення сталеві або алюмінієвої обтискнутої втулки, заливання легкоплавкими сплавами тощо.

Сплітання є поширеним способом кріплення кінців. Однак цей спосіб має недоліки, а саме: висока трудомісткість; більша витрата каната, тому що кінці, які залишаються після сплітання, відрубують; порушення цілісності каната в зоні сплітання і внаслідок цього зниження його міцності на 5–15 %.

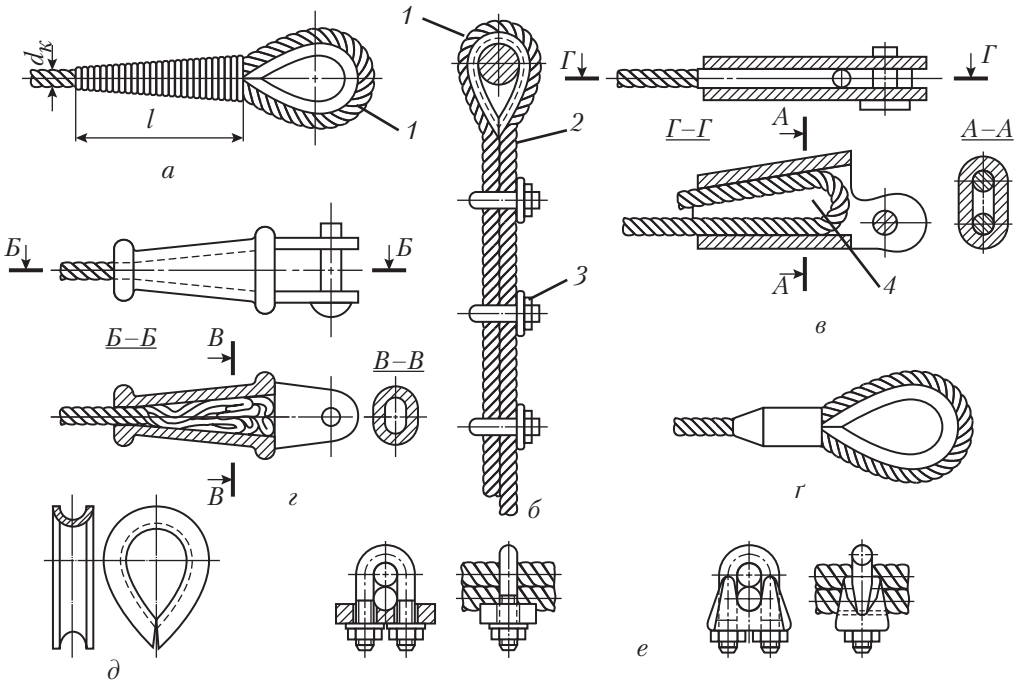


Рис. 34.5. Кріплення кінців каната:

a – сплітанням; *б* – гвинтовими затискачами; *в* – клинвою втулкою; *г* – заливанням; *г* – обтисковою втулкою; *д* – на коуш; *е* – болтовими затискачами; *1* – коуш; *2* – гілка каната; *3* – гвинтовий затискач; *4* – клин; d_k – діаметр каната; *l* – довжина скрутки

Канати сплітають за допомогою слюсарних лещат і комплекту простих інструментів. Технологія сплітання така: на відстані 500–700 мм від обох кінців каната накладають перев'язки, потім кінець каната до перев'язки розпускають на пасма, вирізають пряжне осердя і, щільно обтягнувши коуш петлею каната, закріплюють канат на коуші м'яким дротом і вплітають його пасма.

Кінцеву петлю в *конопляних канатах* також утворюють сплітанням: розплетений кінець каната вплітають у нерозплетений, який попередньо проколюють спеціальним інструментом. Кількість проколів каната залежить від його діаметра. Розплетений кінець каната перев'язують з основним канатом у місці, де буде починатися проколювання.

Широкого застосування для виготовлення стропів набув **спосіб нерознімного кінцевого кріплення каната** – закладення його кінця в обтискну сталеву або алюмінієву втулку. Розрізняють 3 методи обтискання: поперечне, поздовжнє і в закритій матриці (забезпечує хорошу якість виробу й високу продуктивність).

До нерознімних з'єднань належить також **кріплення канатними вузлами**. Для виконання разових підйомів і переміщень окремих вантажів здебільшого використовують відрізки канатів або універсальні стропи, застосовуючи для обв'язування вантажів різні вузли (рис. 34.6; с. 150).

Прямий вузол (рис. 34.6, а; с. 150) застосовують під час підйому вантажу та для зв'язування стропових канатів однакової товщини. Щоб його зав'язати,

кінці канатів обводять один навколо одного, загинають у зворотних напрямках і знову обводять тим самим способом, стежачи при цьому, щоб кінці кожного каната були з одного боку. Для зручності розв'язання між петлями вузла закладають обрізок труби або дерев'яний брусок. Щоб уникнути мимовільного розв'язання вузла зрощених сталевих канатів відвідні кінці кріплять затискачами або обв'язують дротом.

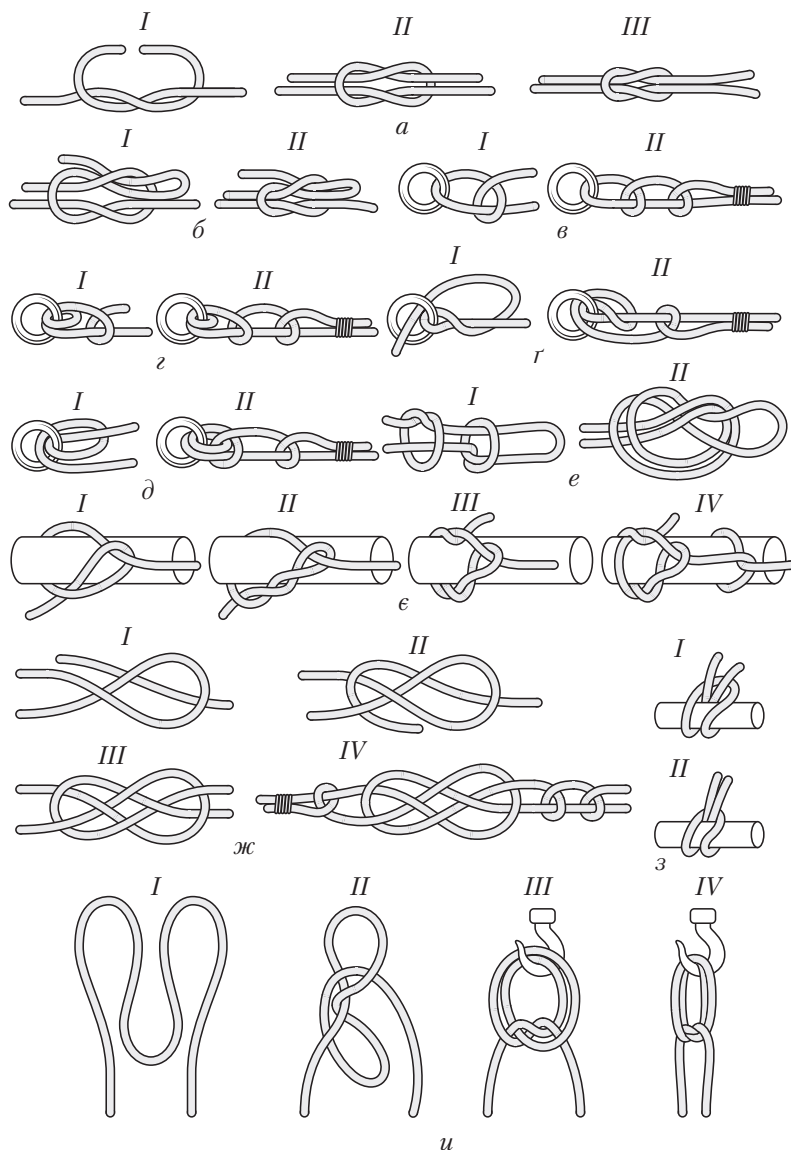


Рис. 34.6. Канатні вузли:

a – прямий; *б* – рифовий; *в* – простий штиковий; *г* – штиковий із двома кроками; *г* – штиковий з обведенням; *д* – штиковий з двома кроками й обведенням; *е* – морський; *е* – столярний (зашморг); *ж* – мертва петля; *з* – плоский; *у* – для зменшення довжини стропа; *I–IV* – послідовність в'язання вузлів

Рифовий вузол (рис. 34.6, б) є різновидом прямого, його застосовують для зв'язування конопляних і синтетичних канатів. Для підйому великовагових вантажів рифовий вузол не використовують. Зав'язують його так само, як і прямий, але при цьому один із вільних кінців каната вводять у відповідну петлю складеним удвічі, що дає змогу швидко розв'язати вузол, висмикнувши один кінець.

Штикові вузли застосовують для прив'язування як сталевих, так і конопляних канатів до вантажів, які мають рими, обухи, цапфи тощо. **Простий штиковий вузол** (рис. 34.6, в) в'язують так. Ходовий кінець, заведений за рим або обведений навколо стояка, обводять навколо корінного кінця каната й пропускають в утворену петлю. Операцію повторюють один-два рази, а потім ходовий кінець прикріплюють до корінного м'яким дротом.

Штиковий вузол з двома кроками (рис. 34.6, г) застосовують тоді, коли канат зазнає сильного натягу. **Штиковий вузол із обведенням** (рис. 34.6, г) використовують здебільшого для конопляних і синтетичних канатів. **Штиковий вузол з двома кроками й обведенням** (рис. 34.6, д) застосовують в морській справі для прив'язування якірного каната до якоря та під час роботи з тросами, коли вони схильні до великого тягового зусилля.

Морський вузол (рис. 34.6, е) застосовують для утворення незатягуваних петель під час кріплення канатів до вантажів великих розмірів.

Столярний вузол, або зашморг (рис. 34.6, є), використовують для підйому довгомірних предметів як прядив'яними, так і сталевими канатами. Він міцно зтягується, добре тримає та зручний для підйому гладких вантажів. Щоб зав'язати такий вузол, кінець каната обводять навколо вантажу, огинають корінну частину (I) і кілька разів обертають навколо покладеного на вантаж шлага — так називають оберт троса або мотузки навколо чогось (III). Для збільшення міцності вузла його доповнюють окремим шлагом (IV), такий вузол називають **зашморгом із шлагом** або **зашморгом із напуском**. Він дуже зручний для підйому вертикально розташованих вантажів великої довжини.

Мертву петлю (рис. 34.6, ж) застосовують під час стропування різних вантажів: легких і важких, малогабаритних і громіздких. Така петля міцно затискає предмет і легко розв'язується. Застосовуючи мертву петлю для стропування вантажів на одному кінці каната, його петлі треба укласти впритул, залишаючи вільний кінець завдовжки не менше 20 діаметрів каната.

Плоский вузол (рис. 34.6, з) використовують для зв'язування канатів різного діаметра. Кінці канатів розкладають на рівній поверхні, потім кінець товстішого каната укладають у формі петлі, а тонкішого — підкладають під петлю та послідовно проводять над корінним кінцем під ходовий кінець товстішого каната. Потім тонкий канат проводять під його корінною частиною над петлею товстого, зав'язують ходові кінці обох простим штиковим вузлом і закріплюють прядив'яні канати тонким ланом, а сталеві — м'яким дротом.

Вузол для зменшення довжини стропа, або укорочені петлі (рис. 34.6, и), в'язують так. Укорочуваний строп укладають на рівній поверхні й роблять дві петлі (I), потім одну петлю обводять навколо іншої (II) й обидві накладають

на гак (III), після чого строп буде укороченим на довжину однієї петлі (IV). Якщо зняти петлі з гака, вузол розв'яжеться сам.

Розрізняють також гакові вузли для приєднання кінця каната до гака.

Гакові вузли (рис. 34.7) в'яжуть так. Ходовий кінець каната обводять навколо спинки гака, закладають у зів і накривають корінною частиною каната. Обидва кінці каната скріплюють під гаком м'яким дротом. Для кращого утримання каната під час в'язання вузла ходовий кінець обводять навколо спинки гака двічі, а потім так само вводять у зів гака й накривають корінною частиною каната. Такі вузли називають *гаковими зі шлагом* або *з напуском*. Правильно зав'язаними вузлами обома способами є вузли, у яких корінна частина каната притискає ходовий кінець до гака в його зіві. У разі прив'язування вантажу на двох кінцях каната застосовують також гакові вузли (рис. 34.7, в, г, д).

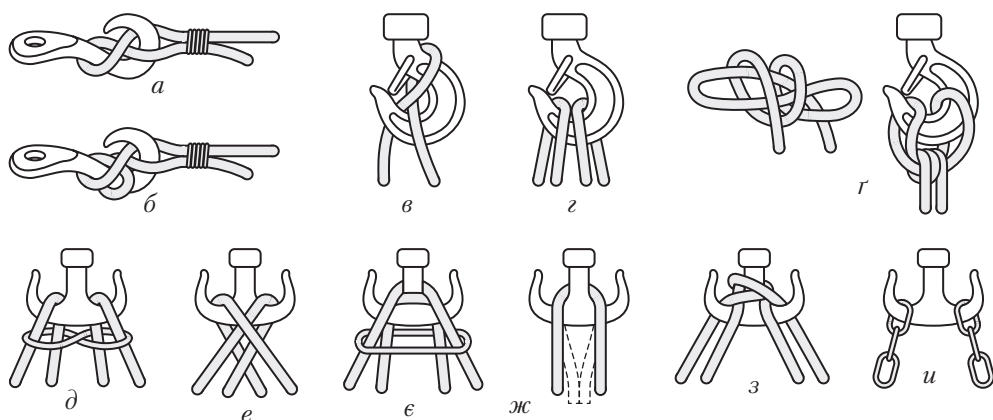


Рис. 34.7. Гакові вузли:

a – простий; *б* – гаковий із напуском; *в* – без петель із напуском; *г* – без петель; *г* – подвійний; *д* – без петель із простою накладкою на гак; *е* – без петель із перехресною накладкою; *є* – без петель із перехресною накладкою за веретено дворогога гака; *ж* – без петель із простою накладкою; *з* – без петель із перехресною накладкою; *и* – накладка ланцюгових строп

Запитання та завдання

1. Для чого використовують канати?
2. Назвіть види канатів.
3. Які є види вузлів для обв'язування вантажів?
4. Для чого призначені стропи?

Розділ 35. З'ЄДНАННЯ ТРУБОПРОВІДІВ

35.1. Загальні відомості про трубопроводи

Трубопровід – система щільно з'єднаних труб і арматури для переміщення на віддаль рідин, пари, газів, сипких тіл тощо. Трубопроводи бувають високого і низького тиску. Залежно від конструктивних особливостей їх поділяють на жорсткі і

гнучкі. *Жорсткі трубопроводи* виготовляють із чавуну, сталі, алюмінію, міді та її сплавів, пластмас. *Гнучкі трубопроводи* бувають гумові та гнучкі металеві (рукави). Найпоширенішими є сталеві труби. За способом виготовлення вони бувають суцільнотягнуті (безшовні) і зварні. Для охолоджувальних рідин використовують звичайні водогазопровідні труби, для гарячої води й пари середнього тиску — безшовні труби, для рідин гідропресів — сталеві суцільнотягнуті труби.

Для трубопроводів усіх видів загальними вимогами є чистота внутрішнього отвору, непроникність, довговічність і зручність обслуговування.

Трубопроводи складаються з труб, фітингів (муфт, кутників, трійників тощо), фланців, кріпильних деталей, арматури (кранів, вентилів). Трубопровідна арматура призначена для вмикання та регулювання подачі рідин, пари й газів.

У промисловості використовують такі **види трубопровідної арматури**: *запірну* — для регулювання потоку рідин, пари або газу (крани, вентилі, засувки); *запобіжну* — для захисту трубопроводів у разі небезпечного підвищення тиску (клапани); *регульовальну* — для впорядкування тиску й кількості подачі рідини або газу (редуктори); *контрольну* — покажчики рівня рідини, тиску газу (манометри), витратоміри.

Трубні з'єднання бувають нерухомі рознімні, рухомі рознімні й нерухомі нерознімні. *Нерухомими рознімними* є з'єднання на різьбі — за допомогою фітингів (рис. 35.1, а–е) і фланцеві (рис. 35.1, є–з). До *рухомих рознімних* з'єднань належать шлангові, а до *нерухомих нерознімних* — зварні, паяні та виконані розвальцюванням, відбортовуванням або розкочуванням.

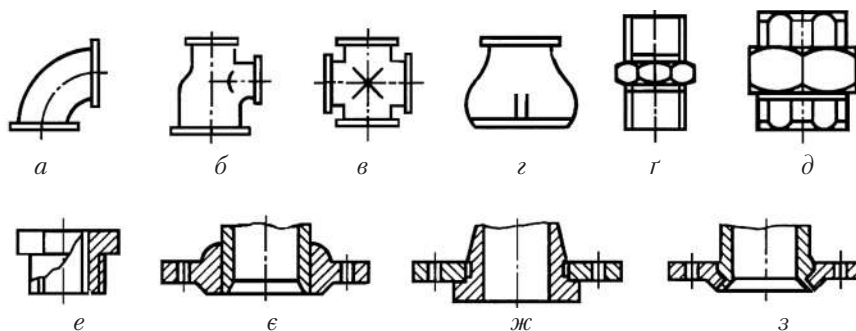


Рис. 35.1. Фітинги і фланці трубних з'єднань:

- а — кутник; б — трійник; в — хрестовина; г — перехідна муфта; р — подвійний ніпель;
 д — з'єднувальна гайка; е — футорка; є — фланець із шийкою на різьбі;
 ж — вільний фланець із бортом; з — вільний фланець на відбортованій трубі

35.2. Складання трубопроводів

Процес складання трубопроводів поділяють на *підготовчий* та *складально-монтажний*. Підготовка трубопроводів до складання (з'єднання) — це операції розмічання, відрізання, очищення, згинання, нарізання різьби, розвальцювання, відбортовування, зварювання, складання у вузли, контролю, випробування та маркування.

Складання (з'єднання) труб на фланцях здійснюють зварюванням, розвальцюванням, відбортуванням (рис. 35.1, з; с. 153), на різьбі (рис. 35.1, е; с. 153). Під час складання осі труб мають збігатися, а торці — бути паралельними.

Фланці з'єднують болтами або шпильками. Для ущільнення між фланцями встановлюють *прокладки*. Їх виготовляють за формою фланця, з обох боків промащують оліфою, білилами, клеєм, милом або пастою і насаджують на шпильки. На болти або шпильки насаджують фланець і затягують гайками хрест-навхрест так, щоб не було перекосу.

Залежно від умов роботи й призначення з'єднання використовують такі *види прокладок*: м'які еластичні з однорідного матеріалу (папір, картон, войлок, азбест, гума, пароніт, свинець); м'які еластичні комбіновані (металеві з азбестовим осердям, азбестово-гумові); пасти, мастики.

Важливим є правильний вибір матеріалу й товщини прокладки. Поверхня прокладок має бути чистою, рівною, без складок і розривів. Нерівномірність товщини прокладок не повинна перевищувати 0,10–0,15 мм за всією довжиною. Гуму й картон використовують для ущільнення водяних трубопроводів, папір — для маслопроводів, фібру — для паливо- й маслопроводів, пароніт — для водяних і парових трубопроводів, свинець — для кислотних трубопроводів. Азбест у стані картону, шнура й ниток використовують для ущільнення парогазопроводів. Папір для паливопроводів просочують гасом або нафтою.

Складання труб на фітингах дає змогу з'єднувати труби під різними кутами, облаштовувати гілки трубопроводів, переходи з одного діаметра на інший тощо. *Фітинги* — фасонні з'єднувальні деталі, які виготовляють із сталей, чавунів, кольорових металів і сплавів, пластмас.

Міцність з'єднання забезпечують затягуванням, за якого нитки різьб деталей щільно прилягають (притискаються) одна до одної. Герметичність забезпечують, змащуючи перед складанням з'єднувані частини білилами, свинцевим суриком тощо. Для надійного з'єднання використовують ляну або конопляну підмотку із суриковою замазкою, яку виготовляють із сурику й перевареного масла в співвідношенні 2 : 1. Під час приготування цю суміш ретельно розтирають.

Труби з'єднують за допомогою муфт, на зовнішній поверхні яких є ребра для захоплення ключем під час закручування. На трубах може бути коротка або довга різьба. За **короткої різьби** (рис. 35.2, а) на кінцях труб нарізають різьбу такої довжини, щоб вона не доходила до середини муфти на 2–3 витки.

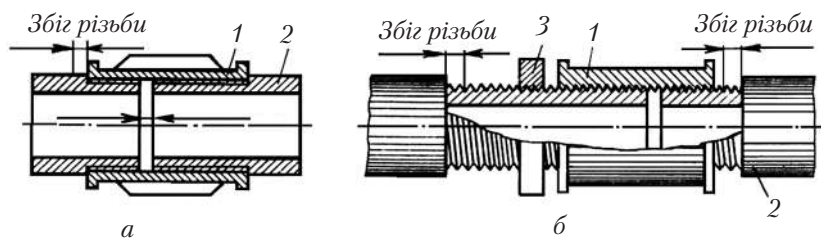


Рис. 35.2. Трубні з'єднання:

а — з короткою різьбою; б — на згоні; 1 — муфта; 2 — труба; 3 — контргайка

Збіг наприкінці різьби створює заклинювання, яке забезпечує щільність з'єднання. Цей спосіб з'єднання труб є нерознімним. Коли ж потрібно забезпечити рознімність з'єднання, використовують труби з довгою різьбою, які називають **з'єднаннями на згоні** (рис. 35.2, б). За такого способу з'єднання одна труба має коротку різьбу, а інша — довгу. Ділянку з довгою різьбою називають **згоном**. Його довжину вибирають так, щоб на ньому розмістилася муфта з контргайкою і ще залишилося не менше двох витків різьби.

35.3. З'єднання пластмасових труб

З'єднання пластмасових труб класифікують за двома категоріями: за наявністю роз'ємів (рознімні і нерознімні з'єднання) і залежно від температури процесу (гарячі і холодні). Виокремлюють такі **типи з'єднання** (рис. 35.3):

розтрубне — кінець однієї труби вставляють у розтруб іншої, міцність і герметичність конструкції забезпечують використанням гумового ущільнювального кільця. Такий тип є найпростішим, його застосовують під час монтажу каналізації;

фланцеве — використовують втулки під фланці, які приварюють до торців, а також накладних сталевих фланців (їх накручують на втулки). Цей спосіб застосовують, якщо потрібно з'єднати пластмасові ділянки із сталевими (наприклад, з'єднання пластмасових труб із кранами під час монтажу водопровідних систем). Такий спосіб можна використовувати для монтажу квадратних конструкцій, але тоді будуть потрібні кутові муфти;

цангове — доцільне тоді, коли потрібно з'єднати деталі малого діаметра. Для монтажу використовують з'єднувальні фітинги (з'єднувачі), які дуже прості в експлуатації (не треба ніяких спеціальних інструментів). Такі з'єднання є герметичними, тому що фітинг має гумовий ущільнювач. Конструкція буде дуже міцною, оскільки в трубу врізаються зуби пластикової втулки;

зварювання в стик — використовують під час монтажу водопровідних систем, але якщо немає високого тиску чи його перепадів (інакше місця стиків зазнаватимуть деформації і незабаром розійдуться) або немає квадратних ділянок конструкції. Цей спосіб зазвичай застосовують, якщо діаметр труби перевищує 50–60 мм; до того ж потрібен спеціальний зварювальний апарат.

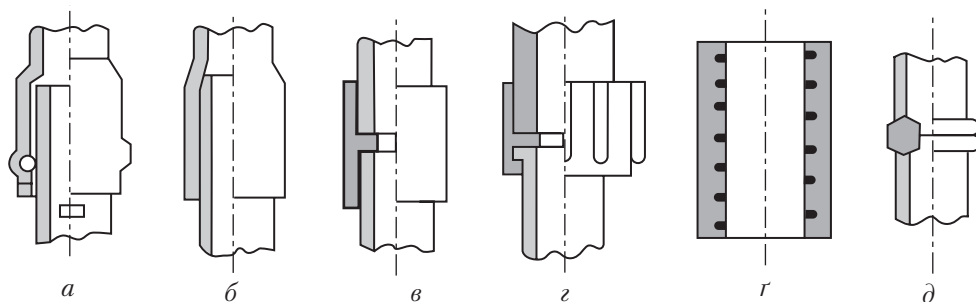


Рис. 35.3. Схеми з'єднання пластмасових труб:

a — розтрубне; *б* — склеюванням; *в* — контактним розтрубним або розтрубно-стиковим зварюванням; *г* — за допомогою накидної гайки; *р* — за допомогою муфти з вкладною електроспіраллю; *д* — контактним стиковим зварюванням

Труби очищують і поміщають в центратор, перевіряють стикування і паралельність деталей. Потім підключають нагрівальну плиту. Нагрівши труби, їх стикують. При цьому тиск має поступово зростати;

з'єднання труб електричною муфтою — деталі спочатку готують до складання (очищують, знежирюють) і розміщують в одній площині, а потім установлюють на них електромufту. Далі підключають електричний струм, унаслідок чого мufта і труби розігріваються. Через певний час обладнання знімають, а труби залишають до охолодження. Після цього монтаж вважають закінченим. Подібні способи (з розігріванням) не використовують для обладнання системи опалення, тому що стик буде нестійким (рис. 35.4);

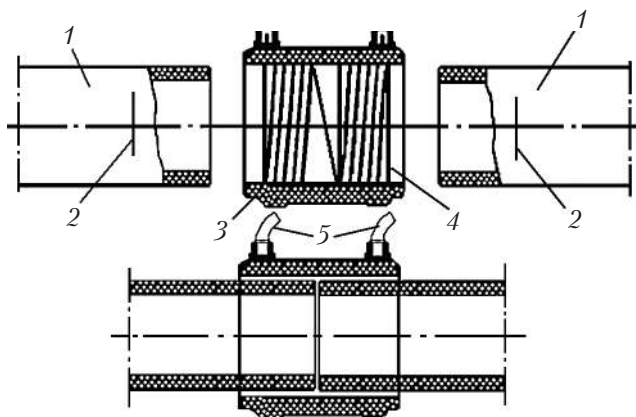


Рис. 35.4. З'єднання труб мufтою із закладним нагрівачем:

1 — труба; 2 — мітка посадки мufти й механічної обробки поверхні труби; 3 — мufта; 4 — закладний нагрівач; 5 — струмопідвідний (зварювальний) кабель

склеювання — такий монтаж здійснюють із використанням звичайних клеїв або ж за допомогою «холодного зварювання» (склад клею призводить до розчинення ділянки труби, тобто з'єднання відбувається на молекулярно-му рівні);

різьбове з'єднання — застосовують під час монтажу водопровідних труб і тоді, коли потрібно з'єднати пластикові й металеві деталі.

Запитання та завдання

1. Що таке *трубопровід*?
2. Назвіть види трубопроводів.
3. Із чого складаються трубопроводи?
4. Для чого призначена трубопровідна арматура?
5. Які є види з'єднань трубопроводів?
6. Як з'єднують труби на фланцях?
7. Укажіть особливості складання труб на фітингах.
8. Охарактеризуйте способи з'єднання пластмасових труб.

36.1. Характеристика ковзних з'єднань

Ковзне з'єднання — механічне кріплення між двома деталями, яке забезпечує рух, але не роз'єднання між ними. Ковзні з'єднання використовують у багатьох виробках.

Ще одна функція, для виконання якої використовують ковзні з'єднання, полягає в тому, щоб деталі або вузли, прикріплені за допомогою змінного з'єднання, можна було відрегулювати з одного положення в інше фіксоване положення. Такі з'єднання також забезпечують автоматичне регулювання розміщення двох деталей.

Найпростіші типи ковзних з'єднань зазвичай використовують, щоб спростити транспортування механічного пристрою, запобігаючи роз'єднанню його елементів і зменшуючи їхній загальний розмір. Прості ковзні з'єднання застосовані в таких пристроях, як ніжки штатива, або таких предметах, як телескоп.

Більш складні ковзні з'єднання використовують набагато ширше. Наприклад, у будівельних проектах під час складання даху стадіону, щоб панелі покрівлі взаємодіяли між собою, не будучи нерухомо з'єднаними. Ковзні з'єднання можуть використовуватися, коли два будинки побудовані на фундаментах, де земля часто зсувається або відчуває землетруси. У таких умовах завдяки ковзним з'єднанням будівлі зазнаватимуть незначного зміщення, не створюючи розрив у будь-якій структурі. Це може бути пов'язане з «плаваючим» пішохідним переходом, який з'єднують легкими конструкціями. Незалежно від розміру конструкції або задіяних елементів, ковзне з'єднання залишається затребуваним за своєю основною функцією та призначенням, уможливаючи переміщення двох елементів і не допускаючи їхнього роз'єднання.

36.2. Ковзні з'єднання елементів даху

Жорстке кріплення кроков до балок перекриття за допомогою цвяхів, скоб та інших кріпильних елементів не завжди виправдане. Якщо коробка будівлі схильна до усадки, потрібно залишити кроквам можливість зміщуватися щодо опори. Традиційно для цього використовували скручений дріт, міцний на розрив, за допомогою якого забезпечувалося надійне з'єднання кроков із верхнім вінцем зрубу, але передбачався певний ступінь вільності елементів конструкції. Нині з цією метою застосовують кріпильний елемент — *ковзну опору* (рис. 36.1, а; с. 158). Такий вид кріплення простий у монтажі, надійний і довговічний.

Ступінь усадки будівельних конструкцій залежить від матеріалу, з якого вони виготовлені, і ступеня вологості деревини. Найменше схильний до усадки клеєний брус, значно більше деформуються стіни із суцільної деревини природної вологості. Перекіс даху може утворитися і в процесі експлуатації споруди. Підвищена вологість у дощовий сезон призводить до розбухання деревини, узимку дерев'яний матеріал природним чином втрачає вологу й помітно всихає, унаслідок чого геометричні розміри зрубу постійно змінюються.



а



б

Рис. 36.1. Ковзні з'єднання:
а — кріпильний елемент;
б — ковзні опори даху

Уникнути подібних складнощів можливо за допомогою особливої конструкції вузлів кріплення в місцях сполучення кроків зі стінами — *ковзної опори* (рис. 36.1, б). Завдяки спеціальному кріпленню дах може зміщуватися без зміни своїх геометричних параметрів. Цей кріпильний елемент складається з двох частин: *напрямної* (металева планка, яку кріплять на крокви) і *кутника* з опорною площадкою (монтують на балку перекриття). У верхній частині кутника є петля, яку накидають на напрямну. Таке конструктивне рішення залишає крокви певний ступінь вільності в одному напрямку й обмежену відстань, яку визначають довжиною напрямної.

Розрізняють ковзні опори двох типів: відкриті і закриті. Конструкція *опори відкритого типу* складається з двох окремих елементів. Сталева вигнута пластина (напрямна) має 2 або 3 кріпильні отвори на кожному кінці. Нерухома частина (кутник) може мати до 5 отворів в опорній площадці. Довжина ходу кріплення зале-

жить від моделі й становить 60–160 мм.

Закрита опора — це нерозбірна конструкція, яку монтують у повністю зібраному стані. Її нерухомою частиною є кутник, на довгій стороні якого зроблено отвір і в нього протягнута кріпильна планка.

Для виготовлення ковзної опори використовують сталь, товщина якої має бути не менше 2 мм. Ширина пластин становить 40 мм, а висота кутника — 90 мм. Опори виготовляють із застосуванням технології холодного штампування. Захист матеріалу від корозії забезпечують методом цинкування — це дає змогу запобігти передчасному руйнуванню кріплення та підвищує його довговічність.

36.3. Ковзні електричні контакти

Ковзні контакти здійснюють електричний контакт під час ковзання однієї контакт-деталі по іншій, при цьому обриву електричного кола не відбувається. Їх можна виконувати з важільним, містковим, роликковим та іншими контактами. Ковзні контакти широко застосовують в апаратах низької напруги — реостатах і контролерах.

Ковзні контакти призначені для контакту рухомих деталей комутаторів, струмоприймачів, контактних кілець, датчиків розміщення, потенціометрів тощо. Як матеріали виготовлення використовують мідь і її сплави та графіт, а також сплави благородних металів.

Простою конструкцією взаєморухомих контактних з'єднань є **ковзні пальцьові контакти** (рис. 36.2). Вони мають хороше притирання, але внаслідок тертя ковзання пальця по ізоляційній або мідній поверхні створюють великі зусилля, що призводить до спрацювання. Гасіння дуги ковзні пальцьові контакти не забезпечують, тому їх застосовують в апаратах, пермикання контактів яких відбувається без струму й досить рідко. Матеріал виготовлення – мідь, на невеликі струми палець часто виготовляють сталевим (рис. 36.2, в). Контактне натискання здійснюють або спеціальною пружиною (рис. 36.2, б), або плоскою, що одночасно є тримачем контакту – сухаря (рис. 36.2, а, в).

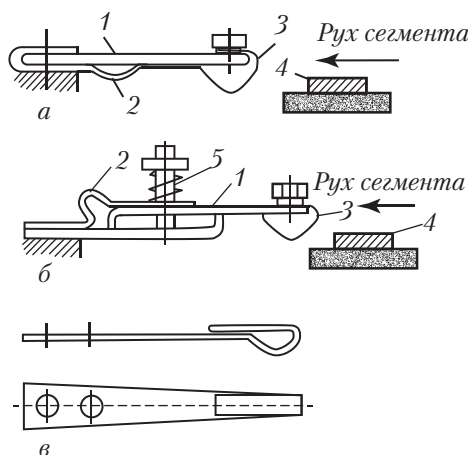


Рис. 36.2. Ковзні пальцьові контакти:
 а, б – складові на великі струми;
 в – сталевий на невеликі струми;
 1 – сталева пружина; 2 – гнучке з'єднання; 3 – мідний сухар;
 4 – мідний сегмент; 5 – спеціальна пружина

36.4. Ковзні опори різного призначення

Ковзні опори для трубопроводів використовують для кріплення труб, що зазнають теплового розширення. Вони забезпечують вільний рух (зміщення) труб під час їхнього розширення внаслідок нагрівання та звуження внаслідок охолодження.

Такі опори бувають різної конструкції (рис. 36.3, а–в).



Рис. 36.3. Ковзні опори:
 а–в – для трубопроводів; з – напрямні; r – ковзний кутник

Ковзні напрямні опори (рис. 36.3, з) призначені для кріплення різних кронштейнів і деталей, які в процесі експлуатації можуть зміщуватися. Монтаж виконують безпосередньо до перекриття (підвішування) і до підлоги (жорстка фіксація) з використанням системи монтажних профілів. Виготовляють їх зі сталі й застосовують для монтажу всередині та зовні будівель.

Ковзні кутники (рис. 36.3, r) використовують для кріплення пластикових труб та інших виробів з великим лінійним розширенням. Застосовують на стояках, для стельового або підлогового монтажу.

Ковзні шпонкові з'єднання (рис. 36.4) використовують для з'єднання валів зі шківками, зірочками й зубчастими колесами, які в процесі роботи зміщуються в осьовому напрямку.

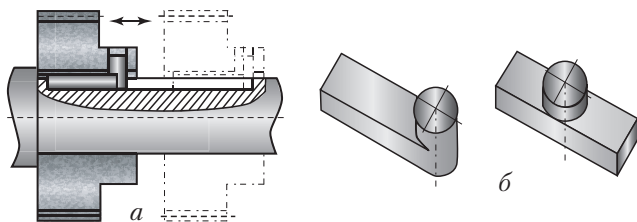


Рис. 36.4. Ковзні шпонкові з'єднання:
а — з'єднання ковзними шпонками; б — конструкції ковзних шпонок

Запитання та завдання

1. Що таке ковзне з'єднання?
2. Які функції виконує ковзне з'єднання?
3. Назвіть види ковзних опор.

Розділ 37. ПІДШИПНИКОВІ З'ЄДНАННЯ

37.1. Загальні відомості про підшипники

Підшипниками називають опори валів та осей, призначених для сприйняття радіальних та осьових навантажень. Радіальне навантаження діє перпендикулярно до осі вала, осьове — уздовж осі вала.

Відомо, що під час переміщення деталей виникає тертя ковзання та кочення. Під час тертя ковзання поверхня, лінія або точка дотику однієї деталі, що переміщується по іншій, залишається весь час незмінною (переміщення поршня в циліндрі, рух каретки по напрямних станини верстата). Унаслідок тертя кочення деталі перекочуються одна по іншій без ковзання, а їхні поверхні дотикаються по лінії або в одній точці. У міру перекочення деталей лінія або точка дотику весь час змінюється новою (подібно до кочення коліс по рейках). За однакового навантаження опір тертя кочення значно менший від опору тертя ковзання, тому спрацювання деталей під впливом сили тертя кочення також буде меншим. Найпомітнішою є робота сил тертя в підшипниках (нерухомих опорах), у яких обертаються шипи (цапфи) валів.

За видом тертя підшипники поділяють на *підшипники ковзання*, *суцільно-пресовані*, *рідинного тертя* та *кочення*. Найбільшого застосування набули підшипники ковзання та кочення, хоча й підшипники рідинного тертя використовують дедалі частіше.

Підшипники є невід'ємною частиною сучасних машин. Без них неможливе обертання деталей. Вибір типу підшипника залежить від призначення машини, її технічних характеристик, зручності складання та розбирання, регулювання тощо.

37.2. Підшипники ковзання

Підшипниками ковзання називають деталі, між внутрішньою поверхнею яких і шийкою вала виникає тертя ковзання. Їх поділяють на дві групи: нерознімні (суцільні) і рознімні (рис. 37.1).

Нерознімні підшипники складаються з корпусу, що має вертикальну або горизонтальну базову поверхню та отвір, у який запресована втулка з антифрикційного матеріалу.

Рознімні підшипники складаються із з'єднаних болтами чи шпильками основи й кришки, у які встановлені нижній і верхній вкладиші (або без них).

Втулки та вкладиші виготовляють із різних антифрикційних матеріалів: чавуну, олов'яних та алюмінієвих бронз, латуні, бабіту, текстоліту, деревних пластиків, капрону, металокераміки тощо. Підшипникові втулки та вкладиші, залежно від діючих на них навантажень, виготовляють простими (з однієї марки матеріалу) і біметалевими (чавунну або сталеву основу покривають шаром антифрикційного металу шляхом наплавлення, металізації, заливання тощо).

Нерознімні підшипники можуть бути *нерегульованими*, у яких неможливо регулювати розмір зазору між шийкою вала та внутрішньою поверхнею підшипника, і *регульованими*, у яких зазор можна підтримувати постійним, незалежно від спрацювання шийки вала й підшипника.

Основна вимога до підшипників ковзання — мінімальне тертя за рівномірно розподіленого навантаження. Тому на опорних поверхнях втулок і вкладишів передбачені масляні канавки, форма й розміри яких залежать від матеріалу втулок (вкладишів), навантаження, виду мащення та способу подавання мастила. Крім канавок, роблять кишені та входні отвори, до яких під'єднують трубопроводи системи мащення.

Залежно від зусилля, що діє у вузлах, підшипники поділяють на: *радіальні* — сприймають навантаження, перпендикулярні до осі вала; *упорні* — сприймають осьові навантаження (під'ятники); *радіально-упорні* — одночасно сприймають радіальні й осьові навантаження.

Для підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) і зменшення тертя, спрацювання та нагрівання поверхонь підшипника й шийки вала використовують **мастильні матеріали** різних типів. Їх поділяють на рідкі, густі (консистентні), тверді й газоподібні. *Рідкі мастила* добре розподіляються по спряжених поверхнях, мають мале внутрішнє тертя та добре працюють у великих діапазонах температур. *Густі мастила* використовують за потреби надійної гермети-

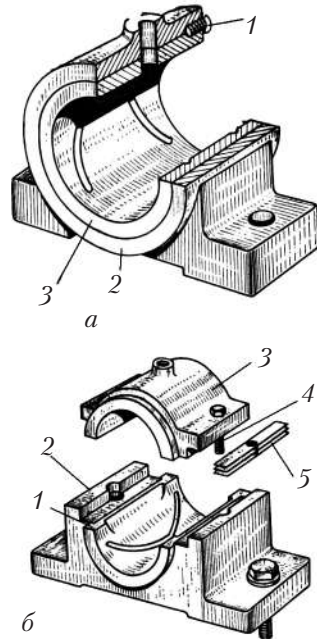


Рис. 37.1. Підшипники ковзання:

a — нерознімний: 1 — стопорний гвинт, 2 — корпус, 3 — втулка; *б* — рознімний: 1 — вкладиш, 2 — корпус, 3 — кришка, 4 — болт, 5 — прокладки

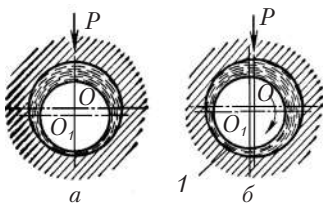


Рис. 37.2. Розташування вала в підшипнику ковзання:

- a* – у стані спокою;
- б* – під час обертання;
- 1* – масляний клин;
- P* – навантаження;
- O* – центр осі;
- O*₁ – зміщений центр осі

зації підшипникового вузла. *Тверді мастила* застосовують для експлуатації підшипникового вузла за високих температур. *Газоподібне (повітряне) мащення* використовують у підшипниках швидкохідних і малонавантажених валів.

Залежно від товщини масляного шару розрізняють такі **режими роботи підшипників ковзання**: *рідинного тертя*, коли поверхні вала й підшипника розділені шаром мастила; *напіврідинного тертя*, де переважає рідинне тертя, а на деяких ділянках спостерігається сухе тертя (сухе тертя виникає між немашеними поверхнями); *напівсухого тертя*, де переважає сухе, а на певних ділянках – рідинне тертя.

Найсприятливішим є режим рідинного тертя, для забезпечення якого необхідно створювати надлишковий тиск гідростатичним (насосом) або гідродинамічним (обертанням вала) шляхом. Коефіцієнт рідинного тертя дорівнює 0,001–0,008, напіврідинного – 0,008–0,08, сухого – 0,1–0,8. Для порівняння: коефіцієнт тертя підшипників кочення становить від 0,002 до 0,02. Виникнення рідинного тертя залежить від відносної швидкості поверхонь, що труться, способу подавання мастила і його в'язкості.

У стані спокою, коли вал у підшипнику не обертається, його цапфа під впливом власної маси й направлено зверху вниз навантаження притискається до нижньої частини підшипника (рис. 37.2, *a*). Зазор між підшипником і валом має серпоподібну форму. Під час обертання вала мастило заповнює зазор і підтікає під цапфу, яка ніби спливає (піднімається), утворюючи на найвузчій ділянці зазору масляний клин *1* (рис. 37.2, *б*). З підвищенням швидкості обертання вала збільшується товщина масляного клина та створюється надлишковий гідродинамічний тиск, який забезпечує рідинне тертя.

Коли поверхні вала й підшипника розділені дуже тонким шаром мастила завтовшки в кілька молекул, таке тертя називають **граничним**. Йому властива особлива фізико-хімічна взаємодія мастила з поверхнею тертя. Характер спрацювання здебільшого залежить від навантаження і температури. Завдяки мащенню дрібні нерівності (шорсткість) не дотикаються між собою. Зменшенню тертя сприяє рухомість мастила. Крім того, мастило добре відводить тепло й виносить частинки металу, які мають абразивні (стираючі) властивості, а також захищає деталі від корозії.

37.2.1. Складання нерознімних підшипників ковзання

Складання нерознімного підшипника здійснюють за кілька переходів:

- запресовування втулки в корпус підшипника;
- закріплення втулки в корпусі від прокручування;
- підгінка отвору втулки за шийкою вала;
- перевірка рівномірності прилягання втулки до шийки вала.

Для встановлення втулки в отвір корпусу підшипника з натягом по 2–3-му квалітету застосовують такі способи: запресовування молотком за допомогою спеціальних оправок, запресовування на пресі, запресовування способом глибокого охолодження (для встановлення тонкостінних втулок у корпус великої маси) і за допомогою клею (для встановлення втулок у корпус із зазором).

Щоб уникнути перекосів під час запресовування, втулки потрібно точно відцентрувати щодо отвору в корпусі. Для цього використовують спеціальні пристрої (рис. 37.3, а). Втулку 1 установлюють на оправку 2, що центрується у стояку 3. Коли шток преса опускається, оправка 2 переміщується разом із втулкою, яка запресовується в отвір корпусу 4.

Після запресовування внутрішній діаметр втулки може зменшитися. Тому його перевіряють по валу або калібром. За потреби внутрішню поверхню втулки піддають тонкому розточуванню ущільнювальними оправками або кульками, розкочуванню та шабруванню.

Під час автоматизованого запресовування втулки подають у пристрій із бункера (рис. 37.3, б). Деталь 6 установлюють на палець 7, а втулку 5 подають із бункера на менший ступінь напрямного пальця, який має відповідне заокруглення.

Втулки перед запресовуванням ретельно оглядають, протирають спряжувані поверхні, зачищають гострі кути на торцях, а за великих натягів змащують чистим машинним мастилом. Під час охолодження втулки рідким азотом або нагрівання корпусу підшипника спряжувані поверхні очищають від мастила. Охолодження або нагрівання деталей має бути рівномірним. Маслопідвідні отвори втулки й корпусу підшипника суміщають.

Після встановлення в корпус втулку додатково закріплюють від прокручування за допомогою гвинтів, штифтів або гладких стопорів. Для закріплення різьбовим стопором (рис. 37.4, а; с. 164) у втулці просвердлюють глухий або наскрізний отвір. Якщо втулку кріплять штифтом (рис. 37.4, б; с. 164), то по буртику втулки просвердлюють отвір у корпусі, у який з натягом уставляють штифт і з торця розкернують. Щоб закріпити втулку гвинтом (рис. 37.4, в; с. 164), спочатку свердлять отвір під різьбу й зенкують під головку гвинта, яка має бути заглиблена щодо торця на 0,2–0,3 мм. Так само виконують кріплення різьбовим штифтом (рис. 37.4, г; с. 164). Для кріплення гладким стопором (рис. 37.4, г; с. 164), який тримається в корпусі завдяки обтисканню металу й натягу, раніше просвердлюють отвір у корпусі, а отвір у втулці

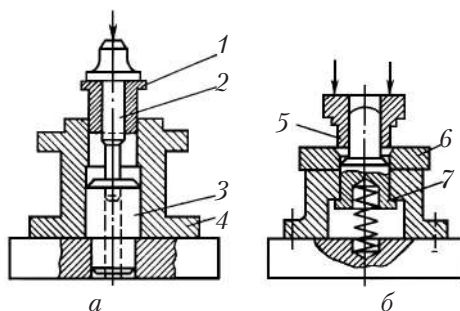


Рис. 37.3. Схема запресовування підшипникових втулок:

- а – на центрувальному пристрої;
 б – під час автоматизованого запресовування; 1, 5 – втулки; 2 – оправка;
 3 – стояк; 4 – корпус; 6 – деталь;
 7 – палець

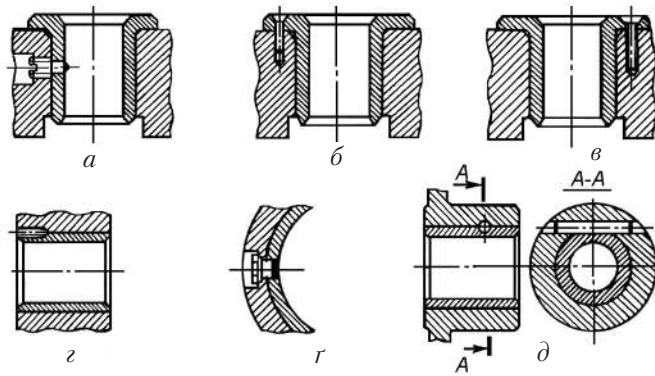


Рис. 37.4. Способи закріплення втулок у корпусі підшипника:

a – різбовим стопором; *б* – штифтом; *в* – гвинтом; *г* – різбовим штифтом; *г* – гладким стопором; *д* – штифтом по дотичній

свердлять після її запресовування. У разі кріплення втулки штифтом по дотичній (рис. 37.4, *д*) отвір під штифт у втулці обробляють за отвором у корпусі. Штифт запресовують легкими ударами молотка, щоб втулка не деформувалася. Після запресовування підшипника перевіряють стан його робочої поверхні, форму отвору, розміри, збіг осей тощо. Якщо втулка після встановлення деформувалася та набрала овальної або конусної форми, якщо є перекоси або пошкодження робочої поверхні, то в підшипнику може утворитися місцеве сухе тертя, що призведе до швидкого спрацювання деталей. На робочій поверхні не має бути подряпин, тріщин, відшарування антифрикційного матеріалу тощо. Щільність посадок перевіряють під час попереднього контролю розмірів спряжуваних деталей або за силою запресовування.

37.2.2. Складання рознімних підшипників ковзання

За конструкцією рознімні підшипники (див. рис. 37.1, *б*; с. 161) поділяють на товсто- й тонкостінні. Співвідношення між товщиною стінки S і зовнішнім діаметром у товстостінних підшипниках становить 0,065–0,095, у тонкостінних – 0,025–0,045.

Товстостінні підшипники (вкладиші) виготовляють із низьковуглецевої сталі, чавуну, бронзи й заливають бабітом або іншим антифрикційним сплавом завтовшки $0,01d$ (d – внутрішній діаметр вкладиша).

В одиничному й дрібносерійному виробництві процес складання вкладишів починають із припасування. Спочатку їх приганяють по зовнішньому діаметру до корпусу підшипника за фарбою і щупом (щуп завтовшки 0,25 мм не повинен проходити в місці дотику), а потім – по шийках вала. Під час шабрування плями фарби мають рівномірно покривати 75–80 % від площі поверхні вкладиша. На кожному квадратному сантиметрі для навантажених вкладишів має бути не менше п'яти плям, а для ненавантажених – не менше чотирьох. У відповідальних підшипниках якість припасування перевіряють за блиском поверхні вкладишів після затягування підшипника й обертання вала на 2–3

оберти. Кінцеве припасування виконують після встановлення кришок підшипників. Гайки затягують динамометричним ключем: вал прокручують на 2–3 оберти, послаблюють гайки кріплення першого підшипника й затягують гайку наступного підшипника, прокручують вал знову і т. д. Після цього розбирають усі підшипники та пришарбовують верхні і нижні вкладиші.

Масляний зазор контролюють щупом, латунними вкладишами потрібної товщини або свинцевими дротиками, які вставляють між вкладишами та шийками вала вздовж і впоперек його осі в кількох місцях. Зазор регулюють набором прокладок завтовшки 0,05–0,8 мм, які розміщують між кришками підшипника.

У масовому виробництві складання виконують без припасувальних робіт, тому що вкладиші виготовляють взаємозамінними. Послідовність складання така: укладання нижнього вкладиша в корпус; мащення поверхонь ковзання вкладиша; установлення вала; установлення верхнього вкладиша; установлення прокладок для забезпечення потрібного зазору (або без прокладок); установлення кришок підшипника; попереднє затягування гайок; кінцеве затягування гайок динамометричним ключем; перевірка легкості обертання вала; шплінтування гайок від саморозгвинчування.

Тонкостінні підшипники (вкладиші) виготовляють із низьковуглецевої сталі й заливають бабітом, свинцевою бронзою, алюмінієм або стрічковими біметалами. У швидкохідних двигунах використовують біметалеві вкладиші із сталеву основою, металокерамічним або мідно-нікелевим шаром і бабітовим заливанням. Від переміщення вкладиші фіксують шпорами, вусиками або виступами, які входять у відповідні заглибини гнізд спряженої деталі. Конусність та овальність гнізд не повинна перевищувати 0,01–0,015 мм на 100 мм діаметра. Правильність форми вкладишів перевіряють за фарбою в спеціальному пристосуванні під навантаженням. Поверхню середньої частини фарбують на 90 %, а решту — на 75–80 %. Натяг створюють шляхом затягування гайок під час складання підшипника. Недостатня висота тонкостінних вкладишів не забезпечує щільного прилягання до поверхні гнізда, а велика висота призводить до їхньої деформації.

Для запобігання зміцненню вкладишів товстостінних підшипників використовують установлювальні штифти, які кріплять у корпусі підшипника з натягом 0,04–0,07 мм. Між отвором у вкладиші та штифтом має бути зазор 0,1–0,3 мм. Отвір під штифт роблять овальним, завдяки чому вкладиш у разі перекоосу самоустановлюється.

Після встановлення валів вкладиші припрацьовують, подаючи в них мастило: спочатку з малими навантаженнями й малою частотою обертання, а потім — з великими. Унаслідок цього зменшуються (згладжуються) мікронерівності й ущільнюється поверхня вкладишів.

Якість складання визначають за характером обертання вала й температурою нагрівання. Якщо вал прокручується важко, то це вказує на занижені зазори в з'єднанні. Підвищення температури вказує на неякісне складання та шабрування, незадовільне мащення або утворення задирок, нагару тощо. У цьому випадку припрацьовування припиняють й усувають дефекти.

Нормальна робота машини залежить від правильності встановлення підшипників ковзання. Збіг осей підшипників перевіряють еталонним валом, контрольною лінійкою та щупом, струною та штихмасом, а також оптичним способом. Осьові зазори контролюють щупом або індикатором.

37.3. Суцільнопресовані підшипники

Суцільнопресовані підшипники — це підшипники, виготовлені з обрізків тканини, які розкладають шарами, та із крихт деревного шпону. Матеріали просочують смолою, просушують і пресують під тиском 40–60 МПа, нагріваючи до температури +155–165 °С.

Для виготовлення втулок підшипників ковзання широко використовують спечені втулки, які виготовляють із матеріалів марки ЖГр1,5Д2,5 (1,5 % графіту, 2,5 % міді, решта — залізо). Такі втулки мають високу пористість, добре просочуються мастилом і можуть тривалий час працювати без додаткового мащення.

Під час складання суцільнопресованих підшипників зазор між вкладишем і шийкою вала роблять більшим, ніж у вузлах із бронзовими або чавунними вкладишами. Через розбухання матеріалу можливе затискання вала. Рекомендовано залишати зазори 0,003–0,004 діаметра, а в склеєних із пластин підшипниках — 0,002–0,004 діаметра підшипника.

37.4. Складання підшипників рідинного тертя

Підшипник рідинного тертя з подачею рідкого мастила під тиском (рис. 37.5) складається з двох основних деталей: масивної конічної втулки 9 і вкладиша 8 із тонким шаром бабіту. Мастило в підшипник підводиться через отвір 7, а відводиться через отвір 12. Під час роботи втулка 9, яка встановлена на шийці вала й обертається у вкладиші 8, затягує мастило у клиновий зазор між ними. Осьові зусилля передаються через притискне кільце 5 на упорне кільце 6. Втулка 9 кріпиться на валу шпонкою 11 і кільцем 1. Кільце 1 накручується на різьбове кільце 2, що складається з двох половин. Кільце 2 вставлено в кільцевий паз і зафіксовано штифтом 3. Щоб запобігти забрудненню, установлюють ущільнювальні кільця 10. Подушку 15 фіксують у станині 14 приливком 16 та ексцентрик 13, який прокручує валик 17. Валик приводять у рух рукояткою 18.

Перед складанням перевіряють якість виготовлення всіх деталей. Їх промивають у маслі та бензині, просушують і покривають тонким шаром мастила.

Складання підшипника рідинного тертя виконують у такій послідовності:

- запресовують у подушку 15 штифт;
- вкладиш 8 установлюють у подушку 15 так, щоб паз вкладиша збігся зі штифтом 3;
- у подушку встановлюють втулку-цапфу з півкільцями, використовуючи технологічну шайбу;
- установлюють упорне кільце 6;
- установлюють кришку 4 із запресованим у ній штифтом так, щоб штифт потрапив в отвір гайки та зафіксував її;
- прокручують складений вузол на 180° і кріплять до задньої кришки.

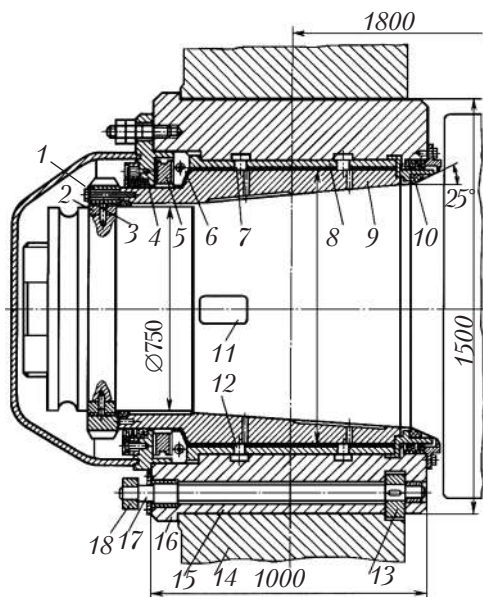


Рис. 37.5. Підшипник рідинного тертя:

1, 2, 5, 6, 10 — кільця; 3 — штифт; 4 — кришка; 7 і 12 — отвори для підведення і відведення мастила; 8 — вкладиш; 9 — конічна втулка; 11 — шпонка; 13 — ексцентрик; 14 — станина; 15 — подушка; 16 — приливок; 17 — валик; 18 — рукоятка

Після складання підшипник встановлюють на вал, попередньо встановивши шпонку 11, а в кільцевий паз — різьбове кільце 2, зафіксувавши його штифтом 3. Після цього контролюють рівномірність прилягання ущільнювальних кілець 10 і прокручують вал у підшипниках. Після випробування під навантаженням підшипник розбирають і перевіряють робочі поверхні. Потім промивають деталі й виконують остаточне складання, регулювання та обкатування під навантаженням.

37.5. Підшипники кочення

Підшипники кочення (рис. 37.6, а; с. 168) — готові складальні одиниці, основним елементом яких є тіла кочення — кульки й ролики 3, що встановлені між зовнішнім 1 і внутрішнім 2 кільцями. Тіла кочення знаходяться один від одного на певній відстані завдяки сепаратору 4. У процесі роботи кульки або ролики 3 котяться по доріжжках кочення кілець 1 і 2, одне з яких розміщене в механізмі нерухомо. За тертя кочення втрати потужності значно менші, ніж за тертя ковзання. У підшипниках кочення цапфа вала впирається на поверхню внутрішнього кільця й обертається разом з ним відносно зовнішнього кільця. Підшипники кочення більш стійкі проти спрацювання, ніж підшипники ковзання.

Залежно від форми тіл кочення підшипники бувають *роликові* та *кулькові*. Ролики поділяють на циліндричні (короткі і довгі), конічні, виті, бочкоподіб-

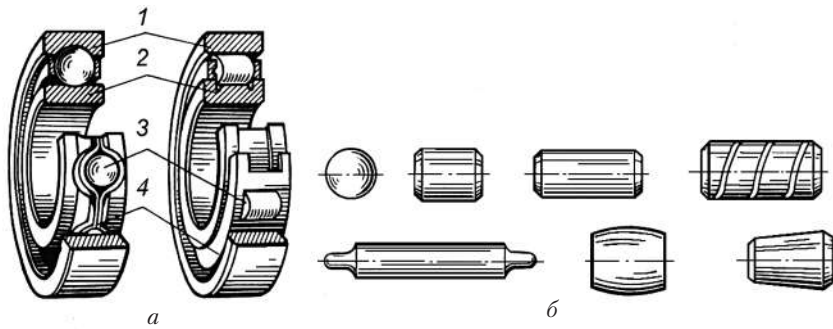


Рис. 37.6. Підшипники кочення:

a — конструкція: 1 і 2 — зовнішнє і внутрішнє кільця, 3 — тіла кочення, 4 — сепаратор; *б* — форми тіл кочення

ні й голчасті (рис. 37.6, б). На великих кутових швидкостях кулькові підшипники працюють краще, ніж роликові, але роликові сприймають більші навантаження. За кількістю рядів тіл кочення підшипники поділяють на *одно-* й *багаторядні*.

Залежно від напрямку сприйняття навантаження підшипники кочення бувають: *радіальні* — сприймають навантаження перпендикулярно до осі обертання; *упорні* — уздовж осі обертання; *радіально-упорні* — перпендикулярно й уздовж осі обертання одночасно.

За способом компенсації перекосів вала підшипники кочення поділяють на *самоустановлювані* й *несамоустановлювані*. Самоустановлюваними є сферичні підшипники, у яких доріжка кочення зовнішнього кільця виконана у формі сфери. Завдяки сферичній формі проходить вільне самоустановлення підшипника в разі перекосів гнізд підшипників, для вала — у корпусній деталі. У звичайних підшипниках кочення перекоси вала не допускаються.

Залежно від габаритів за однакового внутрішнього діаметра підшипники поділяють на серії: *надлегкі* (2 серії), *особливо легкі* (2 серії), *легкі*, *середні* й *важкі* (7 серій).

За шириною підшипники кочення бувають *вузькі*, *нормальні*, *широкі* й *особливо широкі*.

За точністю виготовлення розрізняють 5 класів підшипників — 0, 6, 5, 4 і 2 (у порядку підвищення точності). На точність впливають розміри: внутрішній і зовнішній діаметри, ширина кілець. Найчастіше застосовують невисокі класи точності через вартість їхнього виготовлення. Підшипники 2-го класу приблизно в 10 разів дорожчі за підшипники класу 0.

Кульки, ролики й кільця підшипників виготовляють із спеціальних підшипникових сталей марок ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ, 18ХГТ; сепаратори — із м'якої вуглецевої сталі, бронзи, алюмінієвих сплавів і пластмас.

Позначення підшипника наносять на кільце. Перші дві цифри (справа наліво) означають внутрішній діаметр підшипника. У підшипниках із внутрішнім діаметром від 20 до 495 мм його знаходять множенням числа з цих двох цифр на 5.

Для підшипників діаметром від 10 до 20 мм прийняті такі позначення:

- маркування – 00 01 02 03;
- внутрішній діаметр, мм – 10 12 15 17.

Третя цифра праворуч вказує на серію підшипника: 8 і 9 – надлегка; 1 і 7 – особливо легка; 2 – легка; 3 – середня; 4 – важка; 5 – легка широка; 6 – середня широка.

Четверта цифра означає тип підшипника: 0 – кульковий радіальний однорядний; 1 – кульковий радіальний сферичний дворядний; 2 – роликовий радіальний із короткими циліндричними роликами; 3 – радіальний сферичний дворядний із бочкоподібними роликами; 4 – роликовий радіальний із довгими циліндричними роликами й голчастий; 5 – радіальний із витими роликами; 6 – кульковий радіально-упорний; 7 – роликовий конічний радіально-упорний; 8 – кульковий упорний; 9 – роликовий упорний.

П'ята й шоста цифри праворуч вказують на конструктивні особливості підшипника. Сьома цифра означає серію підшипника за шириною: 1 – нормальна; 2 – широка; 3, 4, 5 і 6 – особливо широка; 7 – вузька.

Цифра перед тире означає клас точності підшипника (клас 0 не маркують).

37.5.1. Види підшипників кочення і їхні характеристики

Підшипники кочення розрізняють залежно від конструктивних особливостей та навантаження.

Кульковий радіальний однорядний підшипник (рис. 37.7, а) сприймає радіальне навантаження й одночасно може сприймати осьові навантаження, які не повинні перевищувати 70 % від невикористаного радіального навантаження.

Кульковий радіальний сферичний дворядний підшипник (рис. 37.7, б) забезпечує самоустановлення, що дає змогу використовувати його в разі перекосу вала на 2–3°. Підшипник сприймає радіальне навантаження, але одночасно може сприймати й осьове навантаження, яке становить до 20 % від невикористаного радіального навантаження.

Кульковий упорний однорядний (рис. 37.7, в) і **подвійний** (рис. 37.7, г) підшипники сприймають тільки осьові навантаження: однобічні (у разі використання однорядного) і знакозмінні (у разі використання подвійного підшипника).

Кульковий радіально-упорний однорядний підшипник (рис. 37.7, р) одночасно сприймає осьове й радіальне навантаження. Осьове навантаження не повинне перевищувати невикористане радіальне більше ніж у 2 рази.

Кульковий радіально-упорний дворядний підшипник (рис. 37.7, д) забезпечує сприйняття значних радіальних і знакозмінних осьових навантажень і високу жорсткість опор.

Роликовий радіальний із короткими циліндричними роликами підшипник (рис. 37.7, е) сприймає великі радіальні навантаження та має вантажопідйомність, яка в 1,7 рази перевищує вантажопідйомність кулькового підшипника. Конструкція забезпечує легке розбирання в осьовому напрямку й допускає зміщення кілець в осьовому напрямку, що сприяє самоустановленню вала в осьовому напрямку.

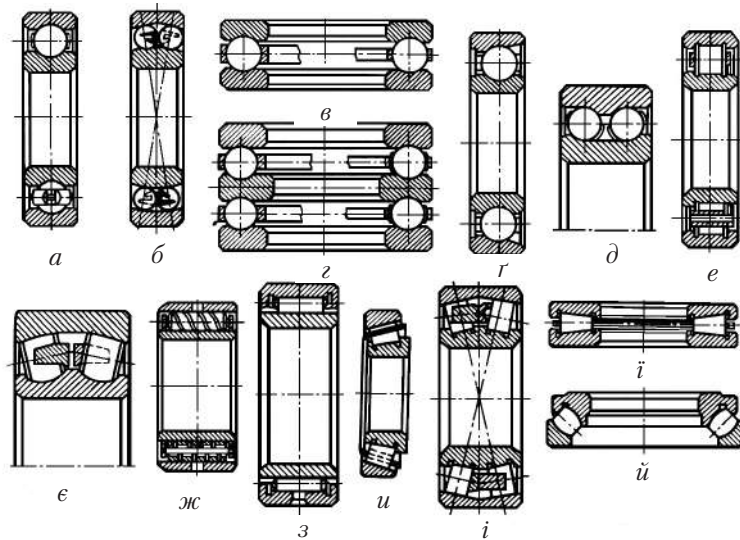


Рис. 37.7. Види підшипників кочення:

a – кульковий радіальний однорядний; *б* – кульковий радіальний сферичний дворядний; *в* – кульковий упорний однорядний; *г* – кульковий упорний подвійний; *г* – кульковий радіально-упорний однорядний; *д* – кульковий радіально-упорний дворядний; *е* – роликівий радіальний із короткими циліндричними роликами; *є* – роликівий радіально-упорний сферичний дворядний; *ж* – роликівий із витими роликами; *з* – роликівий голчастий; *и* – роликівий конічний однорядний; *і* – роликівий конічний дворядний; *ї* – роликівий упорний із конічними роликами; *й* – роликівий упорний сферичний

Роликівий радіально-упорний сферичний дворядний підшипник (рис. 37.7, *є*) має 2 ряди бочкоподібних роликів, розташованих у шаховому порядку. Доріжка кочення сферична, завдяки чому підшипник може самоустановлюватися. Сприймає радіальне навантаження, але одночасно може сприймати осьове, яке становить до 25 % від невикористаного радіального.

Роликівий із витими роликами підшипник (рис. 37.7, *ж*) сприймає великі тільки радіальні навантаження, однак може сприймати й ударні навантаження. Віті ролики виготовляють із стрічки прямокутного перерізу.

Роликівий голчастий підшипник (рис. 37.7, *з*) сприймає значні тільки радіальні навантаження. Дуже малі габарити. Сепаратор відсутній.

Роликівий конічний однорядний підшипник (рис. 37.7, *и*) одночасно сприймає значні радіальні й однобічні осьові навантаження. Вантажопідйомність на 90 % перевищує вантажопідйомність кулькового радіально-упорного однорядного підшипника.

Роликівий конічний дворядний підшипник (рис. 37.7, *і*) сприймає великі радіальні та знакозмінні осьові навантаження.

Роликівий упорний із конічними роликами підшипник (рис. 37.7, *ї*) сприймає тільки осьові навантаження.

Роликівий упорний сферичний підшипник (рис. 37.7, *й*) сприймає осьове та невелике радіальне навантаження.

37.5.2. Монтаж підшипників кочення

Перед складанням необхідно підібрати розміри зовнішнього і внутрішнього кілець так, щоб вони входили в поля допусків для вибраного підшипника й типу його посадки. Таку операцію називають *селекцією підшипників*. Посадку зовнішніх кілець підшипників кочення в корпус виконують за системою вала, а внутрішнього кільця на вал — за системою отвору.

Підготовка до складання полягає в розконсервуванні підшипника — знятті антикорозійного мастила. Підшипники кочення виймають з упакування тільки перед монтажем, а перед складанням промивають у бензині (гасі), суміші бензину з мінеральним маслом, у гарячому маслі або в гарячих антикорозійних водних розчинах за температури +75–85 °С.

Нові підшипники, якщо упакування не пошкоджене й антикорозійне мастило не затверділо, установлюють без промивання.

Призначені для складання підшипники мають бути чистими, без слідів іржі, задирок, подряпин, тріщин і відшарувань матеріалу; обертатися рівномірно, без заїдання, з майже нечутним шумом.

Монтаж підшипників виконують тільки після підготовки й перевірки посадкових місць на валу й у корпусі, циліндрична поверхня яких має бути чисто оброблена. Посадкові місця корпусу й вала, торці запlechників, галтелей і спряжених із підшипником деталей (фланці, втулки) детально перевіряють. Якщо посадкові місця неправильно оброблені, мають овальність чи конусність, то підшипники не встановлюють. Також перевіряють усі мастильні канали на валу й у корпусі, прочищають і продувають їх стисненим повітрям.

Після виправлення дефектів механічної обробки посадкові місця та спряжені з ними деталі очищають від стружки, ошурків і піску, промивають гасом і протирають. Перед монтажем посадкові місця вала й корпусу, а також спряжені з ними деталі покривають тонким шаром мастила, щоб захистити від забруднення.

З'єднання підшипників кочення в складальній одиниці здійснюють із натягом на вал, із натягом у корпус або з натягом на вал і в корпус.

Для запресовування необхідно забезпечити співвісність розміщення підшипників і вала. Перекоси внутрішнього кільця щодо вала утруднюють посадку, призводять до утворення задирок і викривлення посадкової шийки, а інколи й до розривів внутрішніх кілець підшипників.

Під час **ручного запресовування підшипників** за допомогою труби зусилля прикладають тільки до того кільця, яке встановлюють із натягом. Недопустимим є передання зусилля через кульки або ролики. Внутрішній діаметр труби має бути трохи більшим за діаметр шийки вала, а торець — рівно підрізаним. Удари молотком наносять по центру труби, щоб не виникали перекуси кілець і не руйнувалися кульки, канавки й сепаратор.

Кращим способом запресовування підшипників на вал є **запресовування за допомогою преса з використанням оправок**. У разі застосування оправок зусилля має передаватися безпосередньо на торець внутрішнього кільця 2 під час напресування на вал 3 (рис. 37.8, а; с. 172) і зовнішнього кільця 1 під час запресовування в корпус 4 (рис. 37.8, б; с. 172). Коли підшипники напресовують

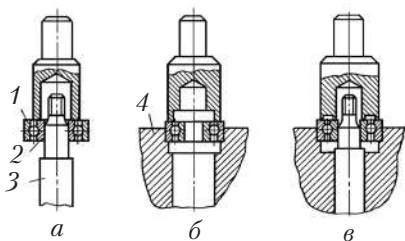


Рис. 37.8. Використання оправок під час монтажу підшипників кочення:

a – напресування внутрішнього кільця на вал; *б* – запресування зовнішнього кільця в корпус; *в* – одночасне запресування двох кілець; 1 – зовнішнє кільце; 2 – внутрішнє кільце; 3 – вал; 4 – корпус

ють до такої самої температури в масляній ванні, а за великих розмірів – у муфельній печі. Для теплової обробки підшипників замість масляної ванни використовують нагрівання за допомогою індукційних установок.

Для встановлення **роликів підшипників із витими роликами** й розрізними зовнішніми кільцями використовують спеціальні пристрої, що стискають зовнішнє кільце підшипника. Після входження підшипника в корпус пристрою підшипник знімають й остаточно допресовують.

Великогабаритні підшипники запресовують спеціальними пристосуваннями з гідроприводом (рис. 37.9). Вони складаються з корпусу 1 і поршня 2, який має канавки для ущільнювальних кілець і переміщується в корпусі під тиском масла. Масло подається ручним насосом 4 через трубопровід 3.

Монтаж **роликів упорних конічних підшипників** (рис. 37.10, *a*) виконують окремо: спочатку внутрішнє кільце 2 з роликом 1 напресовують на вал 3, а зовнішнє кільце 4 встановлюють окремо в корпус. Характерною особливістю цих підшипників є регульовані зазори *C*, які не залежать від посадки підшипників на валу або в корпусі, а тільки від того, наскільки близько міститься зовнішнє кільце 4 до ролика 1. Радіальний зазор регулюють шляхом осьового зміщення зовнішнього і внутрішнього кілець.

Для регулювання зазору зовнішнім кільцем (рис. 37.10, *б*) з-під кришки 5, у яку впирається торець зовнішнього кільця, видаляють усі прокладки 6, а гайки, якими закріплюють кришку, затягують до упору. При цьому зазор дорівнюватиме нулю. У такому положенні вимірюють

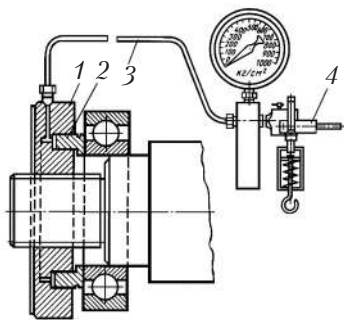


Рис. 37.9. Пристосування для запресування великогабаритних підшипників:

1 – корпус; 2 – поршень; 3 – трубопровід; 4 – насос

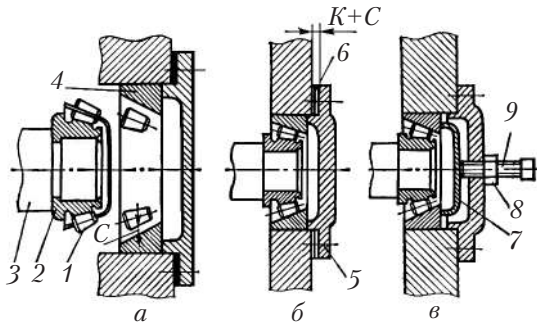


Рис. 37.10. Монтаж роликового конічного підшипника:

a – установлення підшипника; *б* – регулювання зазору зміщенням зовнішнього кільця; *в* – регулювання зазору за допомогою гвинта; 1 – ролик; 2 – внутрішнє кільце; 3 – вал; 4 – зовнішнє кільце; 5 – кришка; 6 – прокладки; 7 – чашка; 8 – гайка; 9 – гвинт; *C* – зазор; *K* – щілина

розмір щілини K між фланцем кришки 5 і корпусом. До отриманого розміру додають розмір C потрібного зазору (0,3–0,5 мм). Отримана сума дорівнюватиме загальній товщині прокладок 6, які потрібно підкласти під кришку 5 для забезпечення зазору в підшипнику.

Регулюючи зазор за допомогою гвинта 9 (рис. 37.10, *в*), його затягують до упору й закріплюють гайкою 8. Чашка 7 притисне зовнішнє кільце до роликів, і зазор буде відсутній. Якщо гвинт 9 відкрутити на півоберта або на повний оберт (залежно від кроку різьби), то чашка 7 відійде від зовнішнього кільця на половину кроку або на повний крок різьби гвинта 9. Це забезпечить наявність зазору в підшипнику.

Якщо вал установлюють на двох підшипниках і один з них закріплюють від осевих переміщень і на валу, і в корпусі, то другий підшипник можна закріпити тільки на валу, зовнішнє кільце якого має бути плаваючим.

Голчасті підшипники використовують у складальних одиницях, на які впливають великі інерційні сили, для зменшення їхніх габаритів і маси. Підшипники складаються з внутрішньої і зовнішньої робочих поверхонь, комплекту голчастих роликів і бокових обмежувачів. Робочі поверхні утворюють поверхні спряжуваних деталей – вала (зовнішня поверхня) і втулки (внутрішня поверхня). Боковими обмежувачами можуть бути кільця й заплечики. Такі підшипники виготовляють без сепаратора. Щільне прилягання між собою голок (роликів) не допускає перекосу під час роботи. Радіальний зазор у них значно більший, ніж у роликових і кулькових підшипниках.

Голчастий підшипник монтують у процесі складання вузла (рис. 37.11, *а*; с. 174). На поверхню проточки валика 1 наносять густе мастило, установлюють валик у монтажне півкільце 2 і в утворену щілину вводять голчасті ролики, поступово прокручуючи валик. Після цього на валик насаджують деталь, зміщуючи монтажне півкільце.

Коли голчастий підшипник складають на монтажному валу 4 (рис. 37.11, *б*; с. 174), зовнішній діаметр якого на 0,1–0,2 мм менший за діаметр дійсної осі,

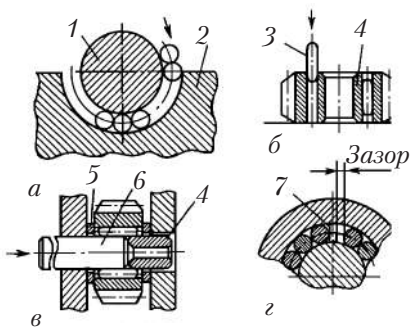


Рис. 37.11. Монтаж голчастих підшипників:

- a* – на монтажному півкільці;
- б* – на монтажному валу;
- в* – установа вала;
- г* – регулювання зазору;
- 1 – валик; 2 – півкільце;
- 3 – голка; 4 – монтажний вал;
- 5 – обмежувальне кільце;
- 6 – робочий вал; 7 – прокладка

щоб голки не розсипалися, поверхню отвору змащують тонким шаром густого мастила. Інколи голчасті ролики можуть бути намагнічені. Голки 3 вставляють у зазор між валом і втулкою (чи обоймою) послідовно по 2–3 одиниці. Остання голка має входити в підшипник вільно. Після встановлення голок і обмежувальних кілець 5 (рис. 37.11, *в*) вставляють робочий вал 6, який витискає монтажний вал 4, а голки й обмежувальні кільця залишаються на місці.

У деяких голчастих підшипниках можливе регулювання зазору під час складання (рис. 37.11, *г*). Між голками вимірюють сумарний зазор і шліфують прокладку 7 так, щоб різниця сумарного зазору й товщини прокладки після її встановлення дорівнювала зазору, потрібному за кресленням.

Монтаж спарених **однорядних радіально-упорних підшипників** використовують при значних осьових навантаженнях на підшипниковий вузол. Такі підшипники встановлюють на одній загальній шийці вала так, щоб широкі торці зовнішніх кілець були направлені один до одного. Осьовий зазор регулюють за допомогою дистанційних кілець: зовнішнє виготовляють за заданим розміром, а внутрішнє добирають з урахуванням потрібного осьового зазору.

Під час складання прецизійних підшипникових вузлів для підвищення їхньої жорсткості та зменшення осьового й радіального биття в них створюють попередній натяг. Роблять це, прикладаючи постійне осьове навантаження, під впливом якого одне з кілець зміщується щодо іншого на величину, що дорівнює заданому попередньому натягу. Таке зміщення усуває осьовий зазор і створює початкову пружну деформацію в місцях контакту робочих поверхонь кілець підшипника з тілами кочення. Попередній натяг забезпечують шляхом закручування регульовальної гайки або кришки, а також двома прокладками між кільцями підшипника, за допомогою пружин, розпірних втулок тощо.

Внутрішні кільця підшипників фіксують за допомогою посадки, але це не гарантує уникнення осьового зміщення підшипника під час експлуатації. Для надійного кріплення застосовують пружинні стопорні кільця, торцеві шайби з гвинтами, упорні гайки із стопорними шайбами, розпірні втулки з гайками. Для додаткового кріплення підшипників у корпусі використовують виступи, заплечики або буртики в корпусі, стакані чи кришці корпусу.

Для встановлення в корпус плаваючих або радіально-упорних підшипників, які в процесі регулювання здійснюють осьові переміщення, використовують посадки із зазором або перехідні.

Радіальні зазори в підшипниках кочення перевіряють після з'єднання з валом і корпусом на хитання та прокручуванням рукою.

Осьові зазори перевіряють осьовим зміщенням одного кільця підшипника щодо іншого.

Кільця упорних підшипників перевіряють на осьове биття. У радіально-упорних підшипниках зазори регулюють осьовим переміщенням одного з кілець. Найзручніший спосіб регулювання — установлення змінних регулювальних прокладок різної товщини (від 0,05 до 0,5 мм).

Правильно змонтований підшипник працює рівно, без шуму й поштовхів. Глухий, переривчастий шум указує на забрудненість; свистячий звук — на недостатнє мащення або тертя між деталями; скрегіт і різке постукування — на руйнування сепаратора або тіл кочення. Нагрівання до температури вище за $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ призводить до відпускання підшипника й зменшення терміну його експлуатації.

37.6. Ущільнення підшипників

Якщо підшипник потрібно захистити від твердих частинок або рідин, а також утримати всередині нього консистентне мастило, використовують ущільнення. Закритий підшипник оснащений ущільненнями, які закривають простір між кільцями підшипника, забезпечуючи його захист. Їх поділяють на підшипники, закриті з одного боку, і підшипники, закриті з обох боків.

Ущільнення застосовують для запобігання витіканню мастила з корпусу підшипника й захисту його від бруду, пилу, вологи, пари, кислот та інших речовин, які можуть проникнути в корпус підшипника й призвести до його швидкого спрацювання. Для ущільнення підшипників використовують фетрові (повстяні) кільця, кільцеві зазори та проточки, захисні шайби та фланці, маслорозбивні кільця і канавки, манжетні й лабіринтні ущільнення.

Фетрові (повстяні) кільця (рис. 37.12, *a*) призначені для захисту підшипників, які працюють в умовах низької забрудненості зі швидкістю обертання вала 4–5 м/с (якщо вал шліфований) і 7–8 м/с (якщо вал полірований). Перед установленням фетрові кільця просочують технічним жиром або сумішшю технічного жиру (60 %) і рицинової олії (40 %).

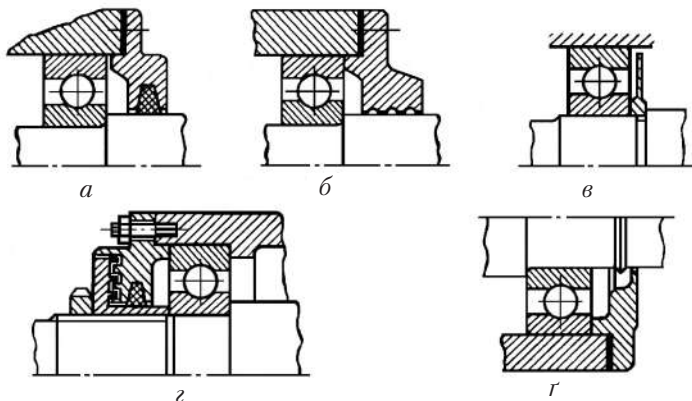


Рис. 37.12. Ущільнювальні пристрої:

a — фетрові кільця; *б* — кільцеві зазори та проточки; *в* — захисні шайби;
г — маслорозбивні кільця і канавки; *д* — лабіринтні ущільнення

Кільцеві зазори та проточки (рис. 37.12, б; с. 175), які заповнені консистентним мастилом, запобігають потраплянню пилю й вологи в корпус підшипника.

Захисні шайби (рис. 37.12, в; с. 175) та **фланці** працюють у будь-яких мастилах і бувають рухомі та нерухомі. Ефективнішими є обертові шайби та фланці, а нерухомі використовують у консистентних мастилах.

Масловідбивні кільця і канавки (рис. 37.12, з; с. 175) запобігають витіканню мастила з корпусу підшипника. Найефективніше вони працюють у рідко-масляній мастилі, на валах із великими швидкостями обертання.

Манжети використовують для ущільнення валів, які працюють у мінеральних маслах, воді, дизельному паливі під тиском до 50 МПа, на швидкості до 20 м/с і за температури від -45 до $+150$ °С. Манжети виготовляють для валів діаметрами 6–500 мм із зовнішніми діаметрами від 16 до 550 мм і завширшки 5–22 мм.

Лабіринтні ущільнення (рис. 37.12, г; с. 175) створюють малий зазор складної форми між обертовими й нерухомими деталями з'єднання. Зазор заповнюють консистентним мастилом. Такі ущільнення добре працюють у важких умовах експлуатації підшипників.

В ущільненнях із фетрових кілець, що встановлені в кільцевих проточках, перевіряють кільцеві зазори між циліндричною частиною ущільнювача й валом. Щільність прилягання фетрового кільця перевіряють щупом завтовшки 0,1 мм. В ущільненнях манжетного типу перевіряють щільність контакту манжети з валом. Щуп завтовшки 0,1 мм має туго входити в зазор, але великого натягу з валом манжета давати не повинна: це запобігатиме нагріванню та руйнуванню матеріалу. У лабиринтних ущільненнях перевіряють зазори між обертовою та нерухомою деталями.

37.7. Мащення підшипників

Довговічність і надійність підшипників значною мірою залежать від їхнього мащення. Мастила захищають підшипники від потрапляння в них бруду, пилю тощо, запобігають утворенню на їхніх поверхнях корозії, охолоджують деталі та зменшують шум під час роботи. Зазор, за якого товщина шару мастила достатня для того, щоб воно не витискалося, називають *мастильним*. Він становить 0,005–0,025 мм і досягає 0,05 мм.

У підшипниках із рідким мастилом на горизонтально розташованих валах, які працюють на великих швидкостях, мастильні канавки *K* розміщують усередині малонавантаженої ділянки підшипника (рис. 37.13, а). У разі великого навантаження підшипників у місцях рознімання, крім канавок, роблять спеціальні заглибини (кишені) *1*, які називають *холо-*

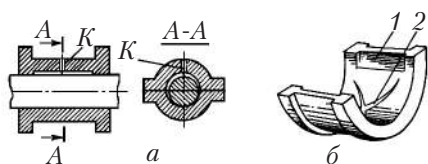


Рис. 37.13. Мастильні канавки в підшипниках ковзання:

а – розміщення канавок *K* усередині підшипника; б – мастильні кишені; 1 – кишеня; 2 – розподільна канавка; *K* – мастильна канавка

У підшипниках із рідким мастилом на горизонтально розташованих валах, які працюють на великих швидкостях, мастильні канавки *K* розміщують усередині малонавантаженої ділянки підшипника (рис. 37.13, а). У разі великого навантаження підшипників у місцях рознімання, крім канавок, роблять спеціальні заглибини (кишені) *1*, які називають *холо-*

дильниками (рис. 37.13, б), що сприяє потраплянню мастила, розподіленого канавкою 2, у навантажене місце з'єднання.

Довжину канавок і кишень роблять не більше 0,8 від довжини робочої поверхні підшипника, інакше мастило буде витискатися з торців.

За походженням мастильні матеріали поділяють на 3 групи: мінеральні мастила, рослинні та тваринні, напівсинтетичні й синтетичні.

Мінеральні мастила отримують із нафти або кам'яного вугілля. Їм властива в'язкість, температура спалаху парів, температура застигання, вміст води, кислот і лугів. Зі збільшенням температури в'язкість мастила різко зменшується. У швидкохідних машинах в'язкість має бути низькою. У тихохідних і навантажених машинах використовують в'язкі або густі мастила.

Мінеральні мастила бувають індустріальні, турбінні, автотракторні, циліндрові, веретенні тощо. Суміші мінеральних мастил із милом утворюють тверді мастила: солідол, технічний вазелін.

До **рослинних мастил** належать бавовняна, рицинова, лляна олії та ін., до **тваринних** — риб'ячий, тюленевий та китовий жири, сало тварин різних видів.

Напівсинтетичні мастила — мастильні матеріали, які отримують із базових мастил нафти. Вони хімічно змінені й гідроізомеризовані, щоб створити синтетичну основу, і за своїми мастильними характеристиками перевершують інші мастила на нафтовій основі. Однак, порівняно із синтетичними базовими мастилами, можуть не дуже добре працювати за екстремальних температур.

Синтетичні мастила — синтезовані із сирової нафти полімери, які мають високу продуктивність, високий індекс в'язкості, низьку корозійну активність, сумісність із мінеральними мастилами й широкий діапазон робочих температур. Синтетичні мастила, що містять складні поліефіри, складні діефіри й силікони, використовують для промислового й авіаційного застосування, зокрема за високих температур.

Подачу мастил у підшипник виконують за допомогою маслянок, пресмаслянок, ручного шприца або *дублікатора* (плунжерний насос для подавання мастила порціями).

Для безперервного мащення без тиску призначені гнітові, голчасті й автоматичні маслянки. Самопливом мастило надходить із кишень, порожнин, трубок та інших пристроїв. Ванне мащення застосовують для редукторів, різних передач, механізмів тощо.

Мащення окремого вузла називають *індивідуальною системою мащення*, а спосіб примусового мащення всієї машини — *централізованою системою мащення*.

У системі мащення можуть бути очисні пристрої — фільтри (тканинні, повстяні, паперові, магнітні) та відстійники.

Запитання та завдання

1. Назвіть основні види підшипників.
2. Яка будова підшипників ковзання?
3. Як складають вузли з нерознімними підшипниками ковзання?
4. Яка технологія складання вузлів із нерознімними підшипниками ковзання?

5. Вкажіть особливості складання підшипників рідинного тертя.
6. Як контролюють якість складання вузлів із підшипниками ковзання?
7. Як класифікують підшипники кочення?
8. З яких частин складаються підшипники кочення?
9. Назвіть види підшипників кочення.
10. Вкажіть особливості монтажу підшипників кочення на вал.
11. Як установити підшипники кочення в корпус?

Розділ 38. ПАСОВІ З'ЄДНАННЯ

38.1. Загальні відомості про пасові з'єднання

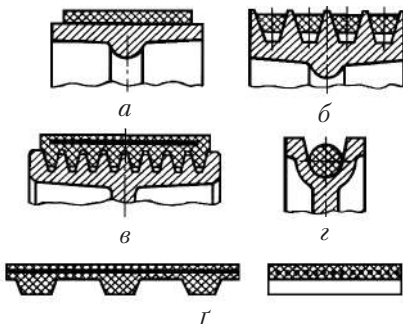


Рис. 38.1. Профілі пасів:

- a* – плоский; *б* – клиновий;
в – поліклиновий; *г* – круглий;
г – зубчастий

Пасові з'єднання — з'єднання, що передають крутний момент від двигуна до робочого органу виробу завдяки силі тертя між шківом і пасом.

За формою поперечного перерізу паси бувають *плоскі, клинові, поліклинові, круглі й зубчасті* (рис. 38.1).

Плоскопасові з'єднання використовують для передавання руху на великі відстані. Клинопасові з'єднання застосовують на малих міжосьових відстанях, коли потрібно передати рух із великим передаточним відношенням або від одного ведучого шківів до кількох ведених.

Плоскопасові з'єднання залежно від розміщення валів поділяють на відкриті, перехресні й напівперехресні (рис. 38.2, *a–в*). У *відкритій передачі* вали розміщені паралельно і шківів крутяться в одному напрямку. У *перехресній передачі* вали теж паралельні, а шківів обертаються врізнобіч. У *напівперехресній передачі* вали розміщені в різних площинах. Для зменшення ковзання паса використовують натяжні ролики (рис. 38.2, *г*).

Плоскі паси виготовляють шкіряними, прогумованими, бавовняно-паперовими шитими, тканинними, вовняними, шовковими й гумовими.

Клинові паси виготовляють прогумованими трапецієподібної форми з кутом профілю 40° . Вони складаються з кількох рядів прогумованої тканини 1

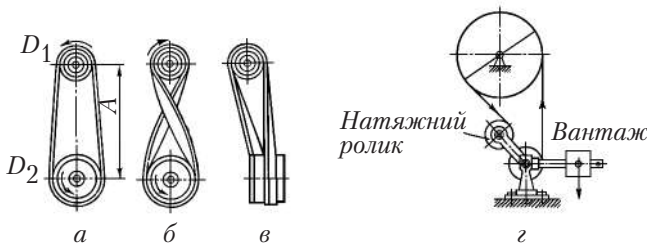


Рис. 38.2. З'єднання з плоским пасом: *a* — відкрите; *б* — перехресне; *в* — напівперехресне; *г* — з натяжним роликом; D_1, D_2 — діаметри шківів; *A* — відстань між осями шківів

(рис. 38.3), кількох рядів корда 2 (корд – товсті кручені бавовняно-паперові нитки), шару гуми 3 та обгортки 4 з прогумованої тканини. Пас укладають у канавку на ободі 7 шків так, що він не дотикається до дна 6 шків своєю поверхнею 5.

Клинові паси не можна укорочувати, їх використовують певної довжини. Номінальна довжина клинових пасів (за внутрішнім периметром) становить від 500 до 1400 мм. Стандартом передбачено 7 перерізів клинових пасів, які позначають: О, А, Б, В, Г, Д і Е (О – найменший переріз).

Шківні пасових передач виготовляють із чавуну, сталі, кольорових металів і їхніх сплавів, пластмас. Зовнішню частину шків називають *ободом*, а центральну – *маточиною*. Шківні бувають різніми і нерознімні.

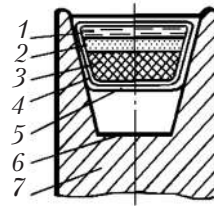


Рис. 38.3. Переріз паса і шків:

- 1 – прогумована тканина;
- 2 – корд;
- 3 – шар гуми;
- 4 – обгортка;
- 5 – поверхня паса;
- 6 – дно шків;
- 7 – обід шків

38.2. Складання пасових передач

Складання пасових передач полягає у встановленні шківів на валах, балансуванні та регулюванні передач.

Нерознімні шківні встановлюють на кінцях валів з використанням посадок із натягом. Під час установлення шків на циліндричні шийки вала використовують клинові (рис. 38.4, а) або призматичні (рис. 38.4, б) шпонки. Для встановлення шків з призматичною шпонкою на валу роблять буртик 1, який фіксує шків в осьовому напрямку. Щоб уникнути осьового зміщення, шків додатково закріплюють гайкою або шайбою 2 із стопорним гвинтом 3. Для встановлення шків на конічну шийку вала (рис. 38.4, в) використовують додаткове кріплення шайбою і гайкою.

Використання призматичних шпонок забезпечує більшу точність з'єднання та менше зміщення маточини щодо вала. Тому їх застосовують для швидкохідних передач. Клинові шпонки використовують тільки в тихохідних передачах через можливе зміщення осі маточини щодо осі вала. Для забезпечення підвищеної точності з'єднання шків з валом використовують шліцьове з'єд-

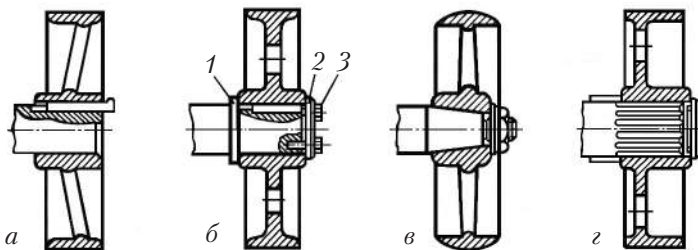


Рис. 38.4. Способи з'єднання шківів:

- а – клинковою шпонкою;
- б – призматичною шпонкою;
- в – конусним з'єднанням;
- г – шліцьовим з'єднанням;
- 1 – буртик;
- 2 – шайба;
- 3 – гвинт

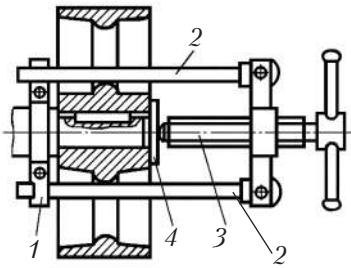


Рис. 38.5. Напресування шківа гвинтовою скобою:
1 – хомут; 2 – тяги; 3 – гвинт;
4 – прокладка

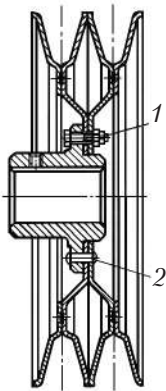


Рис. 38.6.
Рознімний шків:
1 – різбові деталі;
2 – заклепка

нання (рис. 38.4, з; с. 179). Таке з'єднання уможливило високу точність центрування та менше спрацювання посадкових місць під час експлуатації.

Для з'єднання шківів із валами використовують різноманітні пристосування, зокрема гвинтові скоби (рис. 38.5). Рознімний хомут 1 установлюють на вал і впирають у буртик. Тяги 2 просовують крізь отвори або спиці шківа, а за їхньої відсутності – зовні шківа. На маточину встановлюють прокладку 4. Коли обертають гвинт 3, шків починає напресовуватися на вал. Для з'єднання шківів із валами використовують ручні та механізовані преси й інше обладнання та інструменти.

Рознімні шків складаються з двох частин: обода й маточини. Складання починають із установлення маточини. Обід шківа опирають торцем на верстак і закріплюють маточину за допомогою різбових деталей 1 або заклепок 2 (рис. 38.6).

Потім шків установлюють на оправку й перевіряють у центрах оправки на биття за допомогою індикатора. Радіальне биття не повинне перевищувати 0,1 мм, а торцеве – 0,2 мм. Після цього обід остаточно закріплюють на маточині шляхом стопоріння і проводять балансування. Неврівноваженість шківа усувають висвердлюванням на ободі частини металу або приварюванням чи приклепуванням спеціальних вантажів. Биття шківів призводить до виникнення вібрації. Причиною биття можуть бути згин вала, неправильне встановлення шківа або його неякісне виготовлення. У швидкохідних пасових передачах допустиме радіальне биття

залежить від зовнішнього діаметра D шківа й становить $(0,00025 \div 0,0050)D$, а торцеве – у 2 рази більше.

Велике значення має взаємне розміщення шківів, яке значною мірою залежить від розташування валів. *Прямолінійність шківів* (розташування на двох паралельних валах) перевіряють за допомогою контрольно-вимірювальних інструментів.

На якість роботи пасової передачі впливають способи з'єднання кінців пасів, які можуть бути клеєні, зшиті та з металевим кріпленням (скоби, гаки й спіралі із сталевих дроту).

Паси натягують під час установлення і в процесі експлуатації. Під час передавання навантаження пас розтягується, зменшуються його натяг і сила зчеплення зі шківом, що призводить до проковзування паса. Натяг пасів виконують переміщенням ведучого шківа разом із двигуном або за допомогою натяжних роликів. Використання натяжних роликів забезпечує передавання більшої

потужності, зменшує тиск на підшипники, полегшує встановлення паса на шків, продовжує термін експлуатації паса.

Пасові з'єднання повинні працювати без поштовхів, пас має бути розміщений точно посередині шківа; зовнішня поверхня обода має бути чисто обробленою, а шків — відбалансованими.

Запитання та завдання

1. Які бувають паси за формою поперечного перерізу?
2. Охарактеризуйте будову паса.
3. Які бувають плоскостасові з'єднання?
4. Як проводять натяг пасів?

Розділ 39. ЛАНЦЮГОВІ З'ЄДНАННЯ

39.1. Загальні відомості про ланцюгові з'єднання

Ланцюгові з'єднання — з'єднання, призначені для передавання обертового руху від ведучого вала до веденого. Це замкнений металевий шарнірний ланцюг (рис. 39.1), який охоплює два зубчасті колеса (зірочки). Ланцюг, на відміну від паса, не ковзає і зберігає постійне передаточне число. Маючи більшу міцність, ланцюг і зірочка можуть передавати потужність від часток кінських сил (велосипедні ланцюги) до тисячі кінських сил — 100 кВт (багаторядні ланцюги). Ланцюги можуть працювати на великих швидкостях (до 30 м/с) і з передаточним числом $u = 15$. Коефіцієнт корисної дії в певних випадках становить 0,98. За великих навантажень і швидкостей ланцюгові з'єднання розміщують у картері двигуна, заповненому маслом, яке захищає ланцюгове з'єднання від забруднень, зменшує шум і забезпечує безпечну експлуатацію.

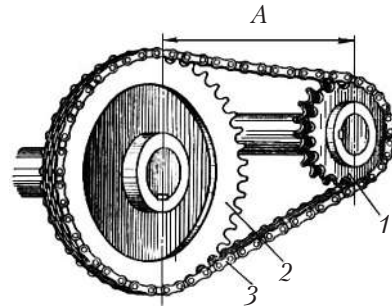


Рис. 39.1. Ланцюгове з'єднання:

- 1 — ведуча зірочка; 2 — ведена зірочка; 3 — ланцюг;
A — відстань між валами

Залежно від характеру роботи ланцюгові передачі поділяють на *вантажні* (для підйому вантажів кранами, блоками, талями), *тягові* (для переміщення вантажів на елеваторах, ескаляторах, конвеєрах) і *привідні* (для передавання руху від двигуна до механізму).

За конструкцією ланцюги бувають втулкові, роликові, зубчасті, фасонно-ланкові та ін. Основними параметрами ланцюга є *крок* (відстань між осями найближчих шарнірів), ширина та руйнівне навантаження (установлюють дослідно).

Втулковий ланцюг (рис. 39.2, а; с. 182) складається з внутрішніх пластин 3, напесованих на втулку 2, яка вільно обертається на валуку 1 із напесованими зовнішніми пластинами 4. Такі ланцюги прості, дешеві, невеликої маси,

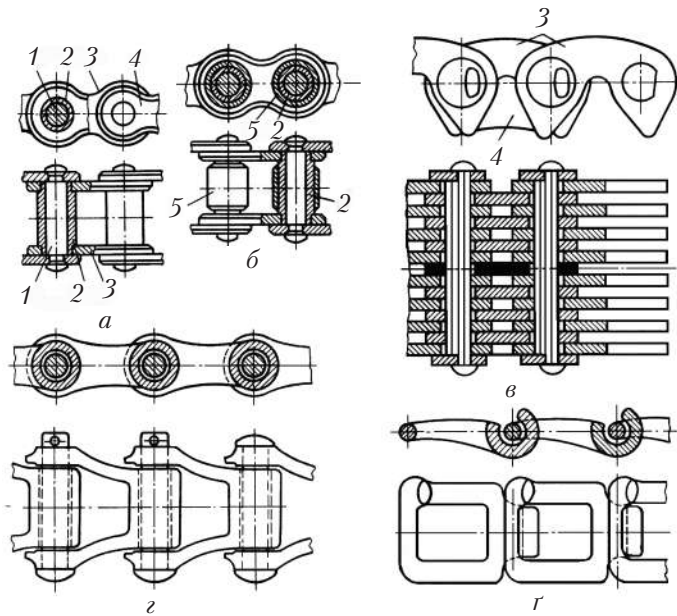


Рис. 39.2. Види ланцюгів:

a – втулковий; *б* – роликівий; *в* – зубчастий; *з* – штировий; *г* – гачковий;
 1 – валик; 2 – втулка; 3 і 4 – внутрішні і зовнішні пластини; 5 – ролик

бувають одно- й дворядні. Через недостатню стійкість проти спрацювання мають обмежене використання на швидкостях до 10 м/с.

Роликівий ланцюг (рис. 39.2, б) відрізняється від втулкового наявністю на втулках 2 обертових роликів 5, замінюючи тертя ковзання тертям кочення.

Роликіві ланцюги бувають однорядні (нормальні, довголанкові полегшені, підсилені), багаторядні, із зігнутими пластинами. Вони допускають швидкість не більше 18 м/с.

Зубчастий ланцюг (рис. 39.2, в) складається з набору пластин 3 і 4. Кількість пластин визначає ширину ланцюга. Пластини мають два виступи та заглиблення між ними для зуба зірочки. Така конструкція в шарнірах забезпечує тертя кочення. Зубчастий ланцюг має краще зачеплення із зубами зірочки, ніж роликіві та втулкові, і тому працює з меншим шумом. Недоліком є порівняно велика маса й вартість виготовлення. Зубчасті ланцюги використовують для передавання великих зусиль на швидкостях до 30 м/с.

Фасонноланкові ланцюги використовують в умовах, які не забезпечують достатнє мащення та захист від забруднення для передавання невеликих зусиль на малих швидкостях (до 3–5 м/с). Фасонноланкові ланцюги бувають штирові (рис. 39.2, з) і гачкові (рис. 39.2, г). У штирових ланцюгах чавунні ланки з'єднані штирями, виготовленими із сталі марки Ст3, які після встановлення шплінтують. Гачковий ланцюг складається із чавунних або штампованих зі сталі марки 30Г ланок, що з'єднані завдяки взаємному нахилу під кутом 60°.

У процесі роботи ланцюг спрацьовується та розтягується. Це потребує періодичного натягування ланцюга, яке виконують зміною міжцентрової відстані, зміщенням однієї із зірочок або за допомогою спеціальних натяжних зірочок і роликів.

Щоб зменшити спрацювання, ланцюгові передачі періодично змащують.

Зірочки втулкових і роликів ланцюгів мають малу ширину. Вони складаються із зубчастого диска й маточини, які з'єднують зварюванням, болтами або заклепками. Зірочки для зубчастих і фасонноланкових ланцюгів великої ширини виготовляють суцільними. У деяких зірочках зубчастий вінець виготовляють пластмасовим і з'єднують із металевою маточиною за допомогою паза у формі «ластівчин хвіст». Це дає змогу зменшити спрацювання ланцюга й знизити шум, що виникає під час експлуатації ланцюгової передачі.

39.2. Складання ланцюгових з'єднань

Складання ланцюгових механізмів полягає у встановленні та закріпленні зірочок на валах, надіванні ланцюга й регулюванні з'єднання.

Перед установленням ланцюга з нього видаляють консерваційне мастило. Для цього ланцюг очищають, промивають і сушать. Потім його підганяють за довжиною, звільняючи від шплінтів або пластин замикальної ланки. Знявши її, від'єднують зайві ланки. Монтаж ланцюга виконують за допомогою замикальної (з'єднувальної) ланки, яка має два валики. Цією ланкою можна з'єднувати ланцюги з парною кількістю ланок, а за непарної кількості використовують перехідну ланку. Потім зірочки змащують мастилом, а ланцюг — маслом із графітом. Кінці ланцюга з'єднують на верстаку або безпосередньо на складальній одиниці. Для з'єднання роликів і втулкових ланцюгів використовують важільні (рис. 39.3, а) або гвинтові (рис. 39.3, б) стяжки. Пластинчасто-зубчасті ланцюги з'єднують спеціальними гвинтовими стяжками (рис. 39.3, в).

Фасонноланкові ланцюги виготовляють із чавуну. Їх складають шляхом послідовного з'єднання ланок без використання спеціальних кріпильних пристроїв. Ланцюг установлюють на зірочки так, щоб гачки ланок були направлені в бік руху ланцюга, а не навпаки.

Ланцюг установлюють із незначним провисанням, щоб нижня ланка не була дуже натягнута. Це послаблює удари між зубами зірочки й ланками ланцюга, забезпечуючи плавну роботу та зменшуючи його спрацювання.

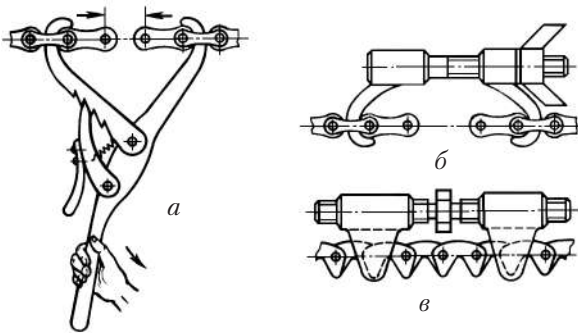


Рис. 39.3. Пристосування для з'єднання кінців ланцюгів:
а — важільне; б — гвинтове для роликів та втулкового ланцюгів; в — гвинтове для зубчастого ланцюга

Провисання ланцюга в передачах з горизонтально розміщеними осями не повинне перевищувати 0,02 міжцентрової відстані, а для передач із вертикальним розташуванням осей — 0,002 міжцентрової відстані.

Для перевірки якості складання зірочки обертають, визначаючи правильність і легкість ходу передачі. Під час обертання ланцюг не повинен вискакувати із зубів зірочки, кожна ланка має вільно сідати на зуби та вільно сходити з них. Після випробування оглядають зуби зірочок і визначають правильність зачеплення. При цьому відбитки від тертя роликів або втулок мають бути однаковими на всіх зубах і займати третину висоти зуба.

Запитання та завдання

1. З яких деталей складаються ланцюгові з'єднання?
2. Назвіть види ланцюгів.
3. У чому полягає складання ланцюгової передачі?
4. Як з'єднують кінці ланцюгів?

Розділ 40. ЗУБЧАСТІ З'ЄДНАННЯ

40.1. Загальні відомості про зубчасті з'єднання

Зубчастими називають з'єднання, призначені для передавання обертового руху між валами та зміни частоти обертання шляхом зачеплення зубчастих коліс, зубчастого колеса й рейки або черв'яка та черв'ячного колеса. На практиці менше зубчасте колесо називають *шестірнею*, а велике — *колесом*. Термін «зубчасте колесо» стосується як шестірни, так і колеса.

Зубчасте зачеплення — це взаємодія двох зубчастих ланок (колес, рейок), зуби яких під час взаємного дотику передають заданий рух від ведучої ланки до веденої. Розрізняють зачеплення *зубчасте* (якщо вали паралельні), *конічне* (пересічні) і *гіперболоїдне* (вали перехресні).

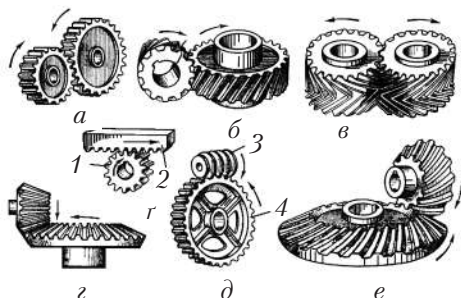


Рис. 40.1. Зубчасті з'єднання:

- a* — циліндричне з прямими зубами;
- б* — циліндричне з гвинтовими зубами;
- в* — циліндричне із шевронними зубами; *г* — конічне з прямими зубами; *д* — черв'ячне;
- е* — конічне з гвинтовими зубами;
- 1* — зубчасте колесо; *2* — рейка;
- 3* — черв'як; *4* — черв'ячне колесо

Залежно від форми профілю зуба з'єднання бувають *евольвентні*, *циклоїдні* та *із зачепленням Новікова*.

За взаємним розміщенням валів у просторі розрізняють зубчасті з'єднання:

- з паралельними осями, які виконують циліндричними зубчастими колесами (рис. 40.1, *a, в*);
- з пересічними осями, які виконують конічними зубчастими колесами (рис. 40.1, *г*);
- з перехресними осями, які виконують циліндричними зубчастими

колесами з гвинтовими зубами (рис. 40.1, б), конічними зубчастими колесами (рис. 40.1, е), черв'ячним колесом і черв'яком (рис. 40.1, д).

Залежно від розміщення зубів на ободі колеса з'єднання бувають: із прямими зубами (рис. 40.1, а, г), із косими шевронними (рис. 40.1, в) і з гвинтовими зубами (рис. 40.1, б, е).

Рейкові з'єднання складаються із зубчастого колеса 1 та рейки 2 (рис. 40, 1, r) і призначені для перетворення обертового руху на зворотно-поступальний.

Залежно від робочої швидкості розрізняють зубчасті з'єднання: *тихохідні* (колова швидкість до 3 м/с), *середньошвидкісні* (3–15 м/с) і *швидкохідні* (понад 15 м/с).

За точністю виготовлення зубчастих коліс з'єднання поділяють на 12 ступенів. Найвищими є 1-й і 2-й ступені, які вважають резервними, тому що сучасне виробництво не може забезпечити виготовлення високоточних зубчастих коліс. Резервним є і 12-й ступінь, оскільки, згідно з чинними стандартами, зубчасті колеса не виготовляють грубішими від цього ступеня. За 3–5-м ступенями точності виготовляють вимірвальні колеса. З'єднання високої точності, які працюють із коловими швидкостями, — це 6-й ступінь; з'єднання нормальної точності — 7-й; середньої точності — 8-й і тихохідні з'єднання зниженої точності — це 9-й ступінь.

Циліндричні прямозубі зубчасті колеса використовують у передачах із паралельно розміщеними осями валів і встановлюють нерухомо або рухомо. *Косозубі* зубчасті колеса використовують для передавання руху між валами, осі яких перетинаються в просторі. *Шевронні* колеса мають високу міцність, і тому їх використовують для передавання великих зусиль, коли зубчасте зачеплення сприймає поштовхи й удари. Їх установлюють на валах нерухомо, спрямовуючи вершину кута зубів у бік обертання колеса. *Конічні прямозубі* колеса використовують для передавання руху між валами, які перетинаються. *Конічні з круглим зубом* зубчасті колеса використовують у передачах для забезпечення плавності й безшумності руху.

Найширше використовують *евольвентне зачеплення*, що є лінійним: контакт зубів проходить на вузькій ділянці, розміщеній уздовж зуба.

У *зачепленні Новікова* лінія контакту зубів зосереджена в точці, а безперервність руху забезпечує гвинтова форма зубів. Таке зачеплення може бути тільки косозубим із кутом нахилу $\beta = 10\text{--}30^\circ$. У разі взаємного перекочування зубів контактна ділянка переміщується вздовж зуба з великою швидкістю, що створює сприятливі умови для утворення стійкого масляного шару між зубами. Завдяки цьому тертя зменшується у 2 рази й підвищується несуча здатність зубів. Недоліком такого зачеплення є підвищена чутливість до зміни міжосьової відстані й значні коливання навантажень.

Тихохідні зубчасті колеса виготовляють із чавуну або вуглецевої сталі, *швидкохідні* — із легованої сталі. Для підвищення міцності та стійкості проти спрацювання зубчасті колеса після нарізання зубів піддають термічній обробці. Властивості зубчастих коліс із вуглецевої сталі покращують хіміко-термічною обробкою — цементацією, а потім гартують у печах або струмами високої частоти. Зуби швидкохідних коліс після термообробки шліфують і притира-

ють. Для забезпечення плавності ходу й безшумності зубчасті колеса інколи виготовляють із текстоліту, капрону й інших матеріалів. Щоб полегшити зачеплення зубчастих коліс під час вмикання механізму шляхом переміщення на валу, торці зубів з боку передачі заокруглюють.

Черв'ячні з'єднання забезпечують малі передаточні числа, тому їх доцільно використовувати за невисоких частот обертання веденого вала. Крім того, черв'ячні з'єднання займають менше місця, ніж зубчасті.

Черв'ячне з'єднання складається (рис. 40.1, д; с. 184) із черв'яка 3, насадженого на ведучий вал або виготовленого разом із ним, і черв'ячного колеса 4, закріпленого на веденому валу. Така передача є різновидом циліндричного косозубого колеса. Черв'як — це гвинт із трапецеїдальною різьбою, а черв'ячне колесо має ввігнуті по довжині гвинтові зуби.

Основними перевагами черв'ячних передач є те, що контакт зубів проходить по лінії, а не зосереджений у точці; обід має ввігнуту форму, що сприяє збільшенню довжини лінії контакту зубів; кут перетину осей валів може бути будь-яким; плавність і безшумність у роботі. Недолік черв'ячних передач — низький коефіцієнт корисної дії та великі втрати потужності на тертя. Тому черв'як виготовляють із сталі й після гартування поверхню шліфують, а колесо — із бронзи (для економії бронзовим роблять тільки обід, який установлюють на маточину, виготовлену із чавуну або сталі).

Закількістю зубів черв'яки бувають однозахідні, двозахідні і т. д. Однозахідний черв'як за один оберт повертає колесо на один зуб, двозахідний — на два і т. д.

40.2. Складання зубчастих з'єднань

Деталі, які входять до зубчастого з'єднання, перед складанням мають бути повністю оброблені, промиті й висушені. На робочих поверхнях зубів не повинно бути задирок, подряпин та інших дефектів.

Складання **циліндричних зубчастих коліс** передбачає такі основні роботи:

- підготовка та перевірка деталей;
- складання зубчастих коліс (якщо вони не суцільні, а складені);
- установлення та кріплення зубчастих коліс на валах;
- установлення зубчастих коліс із валами в підшипниках або втулках корпусу;
- регулювання зубчастого зачеплення коліс;
- контроль якості складання зубчастої передачі.

Зубчасті колеса бувають суцільні і складені. *Суцільні зубчасті колеса* виготовляють з одного шматка металу або пластмаси. *Складені колеса* мають сталеву або чавунну маточину й зубчастий вінець із високоякісної сталі, а для пластмасових коліс — із текстоліту, бакеліту або капрону.

Після складання зубчасте з'єднання перевіряють на биття в центрах. Для цього між зубами розміщують циліндричний калібр, на який установлюють ніжку індикатора. Прокручуючи вал і перекладаючи калібр через 2–3 зуби, фіксують покази індикатора та знаходять найбільше і найменше значення. Різниця між цими значеннями характеризує радіальне биття. У передачах середньої точності допускають радіальне биття 0,02–0,05 мм на 100 мм діаметра зубчастого колеса. Торцеве биття не повинне перевищувати 0,08 мм на 100 мм діаметра колеса.

Для правильного зачеплення зубчастих коліс відстань між осями їхніх валів має дорівнювати півсумі діаметрів початкових кіл зубчастих коліс.

Особливо важливим елементом складання є перевірка зазорів у зачепленні зубів. Боковий зазор перевіряють за допомогою свинцевих пластин, щупа або індикатора. Свинцеву пластину прокатують між зубами коліс, її товщина має відповідати боковому зазору. Щуп використовують тоді, коли є вільний доступ до зубчастих коліс.

Якість зачеплення зубів перевіряють «на фарбу». Для цього поверхню зубів ведучого колеса покривають фарбою. Після повороту зубчастих коліс на зубах веденого колеса залишаються чіткі плями (відбитки) фарби. Якщо зубчасті передачі складені правильно, відбитки фарби мають покривати середню частину бокової поверхні зубів: за висотою не менше 50–60 % і за довжиною не менше 70–90 %. Зміщення плями із середньої частини за довжиною зуба в один бік указує на непаралельність і перекіс осей. Зміщення плями за висотою зуба свідчить про збільшення або зменшення міжосьової відстані, а також відхилення форми зуба від заданого профілю. У разі виявлення дефектів зубчасті передачі розбирають і після їх усунення заново складають.

Конічні зубчасті з'єднання використовують для передавання обертового руху між пересічними валами. Здебільшого вали перетинаються під кутом 90°. Такі конічні передачі називають *ортогональними*. Найпоширенішими є конічні передачі з прямими, косими та круглими зубами. Завдяки більшій міцності й плавності в роботі конічні колеса з косими та круглими зубами використовують у відповідальних передачах, коли необхідна швидкохідність у поєднанні з великим навантаженням.

Технологія складання конічної зубчастої передачі передбачає встановлення та кріплення зубчастих коліс на валах, установа валів із зубчастими колесами в підшипниках або втулках корпусу регулювання зачеплення. Установлення та кріплення конічних зубчастих коліс на валах виконують у такій самій послідовності, що й циліндричних.

Черв'ячні з'єднання призначені для передавання обертового руху між перехресними валами (в основному під кутом 90°). Залежно від форми черв'яка розрізняють передачі з циліндричним і глобоїдним черв'яками. У передачах із циліндричним черв'яком у зачеплення входить 1 або 2 зуби, а з глобоїдним (увігнутої форми) — одночасно 5–7 зубів.

Спочатку складають черв'ячне колесо. Вінець у холодному або гарячому (з температурою 120–150 °С) стані напресовують на маточину. Потім свердлять отвори, нарізають різьбу під стопорний гвинт, закручують його й накернюють. Після цього зібране колесо перевіряють на биття. Установлення та закріплення черв'ячних коліс на валах і їхню перевірку виконують так само, як і під час складання циліндричних зубчастих коліс. Складену черв'ячну передачу перевіряють на легкість прокручування.

Запитання та завдання

1. Для чого призначені зубчасті з'єднання?
2. Як класифікують зубчасті з'єднання?

3. Назвіть види зубчастих коліс.
4. З чого складається черв'ячне з'єднання?
5. Як складають циліндричні зубчасті колеса?
6. Охарактеризуйте технологію складання конічних зубчастих коліс.
7. Як складають черв'ячні з'єднання?

Розділ 41. ФРИКЦІЙНІ З'ЄДНАННЯ

41.1. Фрикційні болтові з'єднання

У *фрикційних болтових з'єднаннях* зовнішні зусилля передаються через тертя, яке виникає по дотичних поверхнях з'єднаних деталей унаслідок натягу болтів. Вони мають високу несучу здатність і відрізняються меншими затратами на виготовлення, ніж зварні, завдяки чому набули широкого застосування у виробництві будівельних металоконструкцій. Потрібних зусиль тертя в з'єднанні досягають абразивоструминною і газополуменевою обробкою, а також за допомогою клейових композицій.

У машинобудуванні виокремлюють *2 типи болтових з'єдань* за характером передачі зусилля в них: *незсувостійкі*, які найчастіше використовують на болтах грубої, нормальної і підвищеної точності (рідше високоміцні). Зусилля затягування в них не контролюють. У розрахунках беруть до уваги внутрішні напруження розтягування, зминання та зріз, але не враховують сили тертя; *фрикційні зсувостійкі* (рис. 41.1), у яких зовнішньому зусиллю протидіють сили тертя, що виникають у площинах контакту з'єднаних деталей. Тертя зумовлено

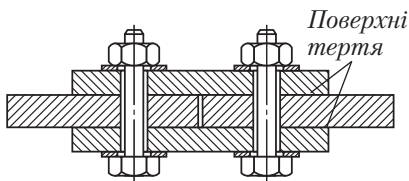


Рис. 41.1. Фрикційне болтове з'єднання



Рис. 41.2. Застосування фрикційних болтових з'єдань у металевих конструкціях

но попереднім натягом кріпильних болтів, який має бути максимальним. Тому в таких з'єднаннях застосовують високоміцні металовироби з термічною обробкою. Цей тип з'єднання поділяють на 2 підкатегорії: *фрикційні* та *фрикційно-зрізні* з'єднання, у яких одна частина зусиль передається через тертя, а інша — через зминання.

Недоліком таких з'єдань є висока вартість кріплення. З іншого боку, використання фрикційних з'єдань на високоміцних болтах дає змогу підвищити надійність і знизити кількість монтажних зварних швів, що зменшує трудомісткість складання майже втричі. Цей тип з'єдань застосовують під час будівництва промислових споруд, мостів, складання кранів та інших решітчастих конструкцій, які витримують вібрацію або динамічні навантаження (рис. 41.2).

Потрібну шорсткість поверхні, що забезпечує розрахункову силу тертя, отримують шляхом абразивної чи газополуменевої обробки з'єднаних поверхонь або застосуванням спеціальних покриттів.

41.2. Фрикційні конусні з'єднання та муфти

У *фрикційних конусних з'єднаннях* (рис. 41.3) крутний момент передається тертям, що виникає на посадкових поверхнях під час затягування маточини на валу. У разі недостатнього затягування несуча здатність з'єднання знижується, за надмірного — можуть виникнути небезпечні для міцності напруги в охоплюючій та охоплюваній деталях. Конусні з'єднання можна складати за будь-якого кутового розміщення насадженої деталі на валу. За потреби дотримуватися певного кутового положення в з'єднання вводять фіксувальні елементи (наприклад, шпонку, інсталяційний штифт). Фрикційні з'єднання забезпечують повну фіксацію співвісно розміщених деталей за допомогою сил тертя (силове замикання).

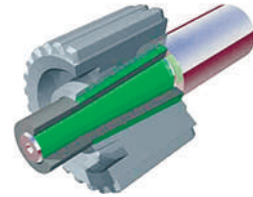


Рис. 41.3. Фрикційне конусне з'єднання

За способом створення контактного тиску (натягу), що зумовлює появу сил тертя, з'єднання поділяють на *пресові* по циліндричній та конічній поверхнях і *клемові*.

Фрикційна муфта — пристрій для передавання обертового руху за допомогою сили тертя ковзання. За призначенням вони бувають зчіпні та запобіжні. *Зчіпна фрикційна муфта* (муфта зчеплення) призначена для роз'єднання та плавного з'єднання вхідного і вихідного валів за допомогою тертя. Під час уведення в роботу зчіпних фрикційних муфт крутний момент на веденому валу зростає поступально й паралельно зі збільшенням сили взаємного притиснення поверхонь тертя. Це дає змогу з'єднувати вали під навантаженням і зі значною початковою різницею їхніх кутових швидкостей. У процесі вмикання муфта пробуксовує, а розгін веденого вала здійснюється плавно, без ударів. *Запобіжна муфта* призначена для роз'єднання вхідного і вихідного валів у разі перевищення граничного значення крутного моменту.

За типом тертя муфти бувають *дискові, конусні, барабанні, барабанно-стрічкові*. За способом створення сил тертя розрізняють муфти з пружинним, вантажним, відцентровим, кулачковим, гідравлічним, пневматичним й електромагнітним притисканням. За типом сил тертя розрізняють муфти сухого тертя і муфти, що працюють у маслі. Залежно від форми робочих поверхонь фрикційні муфти бувають дискові, робочими поверхнями яких є плоскі торцеві поверхні дисків, конусні й циліндричні.

На механічних транспортних засобах застосовують муфти зчеплення.

41.3. Фрикційні передачі

Фрикційні передачі — передачі, призначені для передавання обертового руху між валами за допомогою сил тертя. Проста фрикційна передача складається з двох коліс (ведучого і веденого), які виготовляють із фрикційних матеріалів.

За призначенням розрізняють *фрикційні передачі з постійним* (нерегульованим) і *змінним* (регульованим) *передаточними відношеннями*. Передачі з плавним регулюванням передаточного відношення називають *варіаторами*. Передачі з постійним передаточним відношенням, залежно від розміщення осей валів, поділяють на *передачі з паралельними* та *перехресними осями*. Залежно від форми коліс розрізняють *циліндричні, конічні й торцеві передачі*. Перевагами таких передач є плавність ходу, безшумність, простота конструкції та точність передавання руху; недоліками — передавання малих потужностей (до 20 кВт), низький коефіцієнт корисної дії (0,85–0,90), значний тиск на опори. Фрикційні передачі використовують у гвинтових пресах, гальмівних пристроях, з'єднувальних муфтах тощо.

Гальма — механізм або пристрій, призначений для зменшення швидкості або повної зупинки машини. Найважливішим показником гальм є час гальмування та швидкість, за якої воно починається. Час гальмування залежить від зусилля притискання гальмівної колодки або стрічки та розміру зазору між ними й обертовими частинами гальм. Тому фрикційний матеріал у гальмах має щільно прилягати до колодок або сталевих стрічки без складок і випинів, а площа поверхні його контакту з поверхнею гальмування має становити не менше ніж 80 %. Головки заклепок не повинні виступати над поверхнею фрикційного матеріалу.

Гальма бувають дискового й барабанного типів. У зібраному гальмі поверхня фрикційного матеріалу не дотикається до обертового барабана, що забезпечують певним зазором між третьюми поверхнями. Надто малий зазор спричиняє нагрівання деталей гальм і їхнє швидке спрацювання.

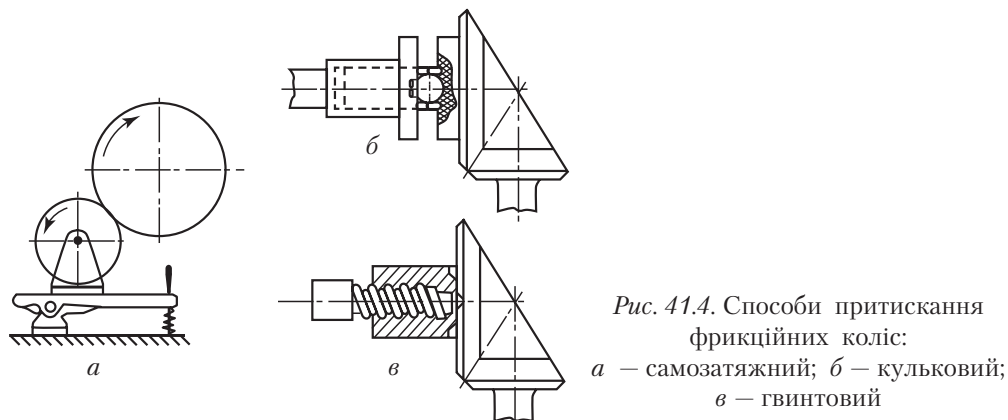


Рис. 41.4. Способи притискання фрикційних коліс:
а — самозатяжний; б — кульковий;
в — гвинтовий

Крутний момент, який передається у фрикційних передачах, залежить від зусилля притискання і коефіцієнта тертя фрикційних пар (рис. 41.4).

Складання фрикційних коліс на валу виконують так само, як і складання зубчастих коліс.

41.4. Клемові з'єднання

Клемові з'єднання (рис. 41.5) — з'єднання, які передають зовнішні навантаження через сили тертя, створені затягуванням болтів чи гвинтів. Тому їх інко-

ли називають *фрикційно-гвинтовими*. Клемові з'єднання застосовують для закріплення на валах, осях та інших циліндричних деталях кривошипів, важелів і шківів, якщо вони зазнають частих перестановок. Прикладом може бути з'єднання сидла велосипеда з рамою.

За конструктивними ознаками розрізняють **2 типи клемових з'єднань**: *клемові з'єднання з маточиною, що має розріз*, і *клемові з'єднання з рознімною маточиною*. Рознімна маточина дещо збільшує масу й вартість з'єднання, проте є можливість установлювати клему на валу незалежно від сусідніх ділянок та інших деталей, розміщених на валу.

Переваги клемових з'єднань: простота монтажу-демонтажу, самозбереження від перевантажень, можливість регулювати взаємне розміщення деталей як в осьовому, так і в радіальному напрямках.

Недоліками є утрудненість точного встановлення маточини відносно вала й обмеженість граничних навантажень силами тертя між контактними поверхнями.

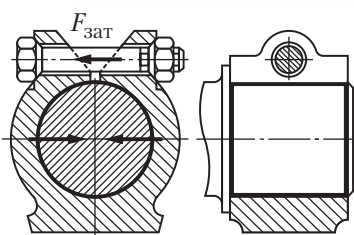


Рис. 41.5. Клемове з'єднання:
 $F_{\text{зат}}$ – напрямок сили зтягування

Запитання та завдання

1. Що таке *фрикційні зсувостійкі болтові з'єднання*?
2. Як передається крутний момент у конусних фрикційних з'єднаннях?
3. Охарактеризуйте будову фрикційних передач.
4. Як складають фрикційні передачі?
5. Де застосовують клемові з'єднання?

Розділ 42. ЦАНГОВІ З'ЄДНАННЯ

42.1. Призначення і характеристика цангових з'єднань

Цанга — пристосування для затискання в цанговий патрон циліндричних або призматичних предметів. Їх застосовують у нагрудних значках, цангових олівцях (рис. 42.1, а), скальпелях зі змінними лезами (рис. 42.1, б), електричних з'єднувачах, анкерних болтах, для з'єднання трубопроводів (рис. 42.1, в), під



Рис. 42.1. Застосування цанг:

а — у цангових олівцях; б — у скальпелях зі змінними лезами; в — для з'єднання трубопроводів; г — у затискних патронах верстатів

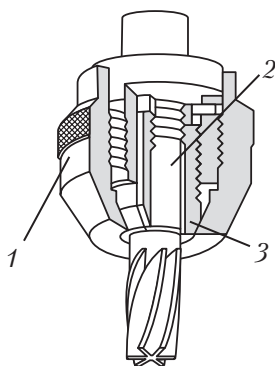


Рис. 42.2. Будова цангового патрона:
1 – цанговий патрон;
2 – фреза із циліндричним хвостовиком; 3 – цанга

час огранювання алмазів, як деталь затискних патронів на металорізальних і деревообробних верстатах (рис. 42.1, з; с. 191) тощо.

Цанга являє собою пружну розрізну втулку з усіченим конусом і отвором потрібного діаметра. Корпус цанги має спеціальні надрізи, завдяки чому під час установлення або знімання інструмента рухаються фіксувальні пелюстки. Стискальне зусилля забезпечує обертання гайки (рис. 42.2).

Машинобудівні цанги призначені для затискання інструментів або деталей циліндричної форми (наприклад, фрез із циліндричним хвостовиком). Іноді виготовляють спеціальні цанги для квадрата або шестигранника.

Цангу встановлюють у призначений для неї цанговий патрон. Патрон може бути невіддільною частиною шпинделя верстата (зазвичай це мініатюрні верстати) або самостійним виробом, який встановлюють на верстат за допомогою інструментального конуса або на посадкове місце токарного патрона.

Є багато типорозмірів цанг, що відрізняються конструктивно. Для кожного типорозміру підходить тільки свій патрон. Машинобудівні цанги загального застосування поділяють на: *цанги з однією і з двома зонами затискання* – затискання деталі у двох зонах уздовж осі унеможливує її відхилення від осі шпинделя, затискання в одній зоні менш жорстке; *цанги для токарного верстата* бувають наскрізні і глухі, наскрізні цанги не мають обмеження на довжину деталі; *цанги для мітчиків* – спеціальний вид цанг, які мають паз для квадрата на хвостовику мітчика й забезпечують осьову компенсацію.

Для роботи із заготовками на токарних верстатах-автоматах використовують *подавальні та затискні цанги*. Щоб забезпечити достатнє затискання заготовки для переміщення в осьовому напрямку, подавальні цанги застосовують разом із затискними, при розкритому положенні другої фіксуючої оснастки. Цей тип цанг має різьбове з'єднання з трубою подачі. Коли затискна цанга утримує заготовку, подавальна переміщається назад у вихідне положення. Перед подачею затискна цанга звільняє заготовку й подавальна переміщується разом з нею вперед.

Затискна цанга забезпечує автоматичну фіксацію прутка, вона розміщена в передній частині шпинделя. На токарно-револьверних верстатах найчастіше застосовують цанги зі зворотним конусом, що забезпечує більш високу жорсткість унаслідок збільшення сили затискання під час осьового різання.

Існують конструктивно герметичні цанги з можливістю подачі мастильно-охолоджувальної рідини через інструмент.

Цангові патрони широко використовують для комплектації обробного обладнання, насамперед свердлильно-розточувальних і фрезерних верстатів. Вони забезпечують кріплення інструментів на горизонтальних і вертикальних

верстатах, зокрема для фрезерування та свердління заготовок у важкодоступних місцях. Цангові патрони застосовують на всіх видах універсальних свердлильних і токарних верстатів радіального й вертикального напрямку, фрезерному та фрезерно-гравірувальному обладнанні з ЧПУ.

Цанги дають змогу швидко змінювати інструменти для виконання різних видів робіт (свердління, зняття фаски, нарізання різьби) у межах однієї операції з обробки заготовки. Перевагою є простота й надійність системи фіксації. Недолік такого принципу фіксації – потреба підбирати цанги відповідно до форми й розмірів хвостовиків інструментів.

42.2. Цангові затискачі для з'єднання труб

Пластикові труби з кожним роком набувають дедалі більшої популярності. Їх використовують для організації мереж як холодного, так і гарячого водопостачання, а також для монтажу опалювальних систем. Для з'єднання таких труб у системи та для їхнього підключення до сантехнічних пристроїв застосовують різні з'єднувальні елементи, зокрема й цанговий затискач.

Фітинги цангового типу (рис. 42.3), використання яких не потребує спеціальних інструментів і складного обладнання, забезпечують надійне й довговічне з'єднання елементів трубопроводів різного призначення. Такі затискачі застосовують як для монтажу трубопроводів, так і для під'єднання до сантехнічних пристроїв.

Конструкція цанги оптимально придатна для з'єднання деталей циліндричної форми. Завдяки наявності пружних пелюсток цанга тисне на внутрішні стінки труби, тим самим притискаючи її зовнішню поверхню до стінок фітингових патронів. Фітинги цангового типу, що діють за таким принципом, часто називають *затискними* (рис. 42.4).

Високу надійність, властиву цанговому затискачу для труб, забезпечує не тільки сама цанга, що тисне на їхні внутрішні стінки, а й зовнішня кріпильна гайка. Трубопровід, складений із використанням таких з'єднань, відрізняється надійністю, довговічністю і, що особливо важливо, герметичністю.



Рис. 42.3.
Цангові фітинги:
а – прямий;
б – кутовий

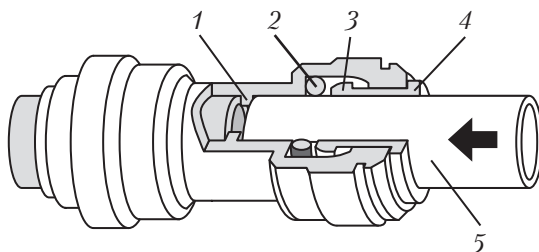


Рис. 42.4. Схема з'єднання труб цанговим фітингом:
1 – упор; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – сталеві зубці; 4 – цанга; 5 – труба

Затискачі цангового типу, залежно від їхнього призначення, поділяють на 3 основні категорії: для труб, виготовлених із твердих матеріалів; для трубних конструкцій із напівтвердих матеріалів; для труб, виконаних з м'якого пластику. Така класифікація цангових затискачів дає змогу оптимально підбирати їх для з'єднань труб різного типу. Отже, цангові з'єднання труб виконують на виробках, виготовлених із твердого металу, більш м'якого металопластику й поліпропілену.

Для неметалевих труб або шлангів використовують **пластикові фітинги із цанговими з'єднаннями без різьбової гайки** (рис. 42.5).

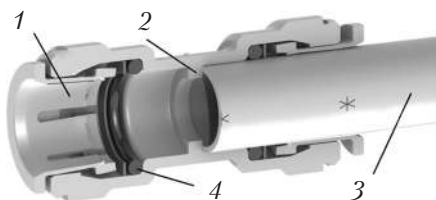


Рис. 42.5. Схема з'єднання труб цанговим пластиковим фітингом без різьбової гайки:

1 – фіксувальна цанга зі сталевими зубцями; 2 – упор для трубки; 3 – труба; 4 – ущільнювальне кільце

Підбираючи затискачі цангового типу для монтажу трубопроводу, потрібно передусім враховувати діаметр труб.

Щоб визначитися з кількістю з'єднувальних елементів і з тим, у якому місці трубопроводу використовуватиметься фітинг цанговий прямий, а у якому – кутовий, необхідно підготувати детальне креслення майбутньої трубопровідної системи.

Монтаж трубопроводу, для здійснення якого використовують фітинги цангового типу, виконують у такій послідовності: спочатку цангу поміщують у внутрішню частину труби, потім на зовнішню частину з'єднувального елемента накручують спеціальну гайку. Цангова муфта діє так: її внутрішня частина розширює трубу зсередини, а зовнішня обтискається гайкою. З наступними трубами, які використовують у з'єднанні, виконують такі самі дії.

Потрібно мати на увазі, що затискачі цангового типу діють на з'єднуванні елементи зі значним тиском і якщо перетягнути кріпильну гайку, то пластикова труба може лопнути. Саме тому, з'єднуючи за допомогою затискачів цього типу пластикові вироби, необхідно регулювати зусилля, що прикладається під час закручування кріплення гайки.

На відміну від зварних з'єднань і фітингів, які з'єднують із пластиковими трубами за допомогою нагрівання, цангові з'єднувальні елементи можуть використовуватися неодноразово. Така важлива якість цангових затискачів значно спрощує процес ремонту трубопроводів, для монтажу яких вони були використані. Крім того, можливість багаторазового використання цангових фітингів дає змогу замінювати окремі ділянки трубопроводу, не демонтуючи всю систему (рис. 42.6).



Рис. 42.6. Різноманітне з'єднання металопластикової труби за допомогою цангового фітинга

Найбільш значимим недоліком затискачів цангового типу є те, що такі з'єднувальні елементи з часом слабшають. Це призводить до утворення течі в трубопровідних системах. Разом з тим усунути протікання, що виникло з цієї причини, зовсім не склад-

но: досить підкрутити цанговий фітинг. Саме тому цангові затискачі розміщують у тих місцях трубопроводу, де до них забезпечений вільний доступ. Фітингові елементи, основою конструкції яких є цанга, не можна застосовувати всередині стін й інших будівельних конструкцій. Для покращення герметичності цангових фітингів їх підтягують, як правило, не частіше одного разу на рік.

Запитання та завдання

1. Що таке *цанга*?
2. Охарактеризуйте з'єднання за допомогою цанги.
3. Назвіть види машинобудівних цанг.
4. Як з'єднують труби цанговим фітингом?

Розділ 43. ВАКУУМНІ З'ЄДНАННЯ

Вакуумні з'єднання — з'єднання за допомогою спеціальних пристроїв, у яких створюється вакуум, необхідний для забезпечення перебігу різних технологічних процесів. За конструктивними ознаками їх поділяють на 3 групи: нерознімні, рознімні й рухомі. *Нерознімні вакуумно-щільні з'єднання* виконують зварюванням, паянням, склеюванням і герметизацією епоксидними смолами. До *рознімних вакуумних з'єднань* належать штуцерні, штуцерно-ніпельні та фланцеві з'єднання, ущільнені гумовими або металевими прокладками, а також герметичні муфтові з'єднання. У *рухомих з'єднаннях* для ущільнення використовують рідкі метали, масла, прокладки з антифрикційних вакуумно-щільних матеріалів, манжети, шліфовані та притерті контактні поверхні.

Рознімні вакуумні з'єднання призначені для забезпечення вільного доступу до внутрішніх вакуумних пристроїв установок, полегшення монтажних робіт і заміни поламаних елементів. Вони є найбільш широкозастосовуваними й відповідальними вузлами будь-якої вакуумної системи.

Залежно від ступеня розрідження застосовують ущільнення для низького, середнього, високого й надвисокого вакууму.

У металевих системах або для з'єднання металу зі склом найчастіше застосовують рознімні механічні з'єднання з гладкими металевими або пружними прокладками. Під час складання системи трубопроводів із фланцевими з'єднаннями необхідно встановлювати сільфон для компенсації можливих перекосів системи, інакше не вдається рівномірно ущільнити фланцеві з'єднання.

Сільфон (рис. 43.1, а) — тонкостінна металева трубка або камера з гофрованою (хвилеподібною) бічною поверхнею. Сільфони виготовляють із латуні,

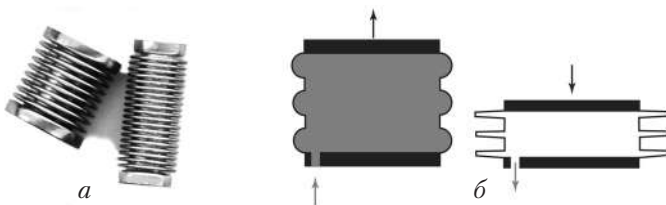


Рис. 43.1. Сільфони: а — із томпаку; б — принцип дії сільфонного привода

берилієвої бронзи або нержавіючої сталі. Найширше сільфони застосовують у пневмо- й гідроавтоматиці як чутливі елементи, що реагують (розширенням або стисканням, подібно до пружини) на зміну тиску газу або рідини, що діє на дно сільфона (наприклад, у покажчиках температури, тиску), а також як гнучкі з'єднання трубопроводів, компенсатори температурних видовжень, пружних роздільників середовищ тощо (рис. 43.1, б; с. 195). Стінки сільфона для роботи за великих різниць тиску і в агресивних середовищах виготовляють дво-, три- й чотиришаровими.

Дуже важливою умовою є рівномірне затягування болтів, щоб уникнути перекосу фланців, тому що в разі перекосу неможливо домогтися герметичності з'єднання. Сільфони для трубопроводів вакуумних систем, що не прогріваються, виготовляють із *томпаку* (85 % міді, 15 % цинку). Для трубопроводів, що працюють у високому й надвисокому вакуумі, сільфони виготовляють із корозійностійкої сталі.

Вакуумні рамки (рис. 43.2, а) призначені для вакуумно-бульбашкового пошуку дефектів – наскрізного протікання у зварних з'єднаннях. Сам профіль є цілісною конструкцією – замкнутий контур без клейових з'єднань. Вакуумну рамку розміщують на поверхні контролюваного виробу з максимальним приляганням до робочої зони (рис. 43.2, б). Перш ніж почати роботу, необхідно переконатися в герметичності з'єднань між рамкою та поверхнею об'єкта контролю. У разі відкриття запірною клапана крана 4 з порожнини, утвореної поверхнею металу, ущільнювачем і вікном, відкачується повітря з максимальним розрідженням до 0,08 МПа, потрібним для виявлення наскрізної тріщини. Вакуумні рамки не застосовують для контролю необроблених електрозварювальних швів, тому що горбиста й неоднорідна поверхня таких швів може перешкоджати створенню герметичного з'єднання між рамкою та поверхнею об'єкта контролю.

Вакуумні присоси (рис. 43.3) – елементи вакуумних пристроїв, призначені для кріплення і переміщення виробів за допомогою вакууму. Їх використовують на промислових підприємствах для підйому предметів, що мають гладкі повітронепроникні поверхні. Основним елементом у вакуумних присосах є чашка-присос, яку зазвичай виготовляють із гуми або пластмаси.

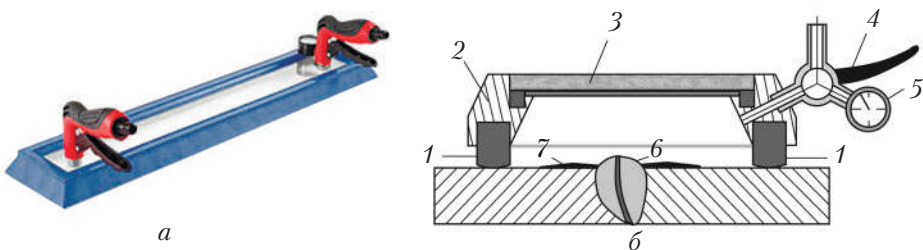


Рис. 43.2. Вакуумна рамка:

- а – вакуум-камера; б – схема вакуум-камери для контролю герметичності:
 1 – гумові ущільнювачі, 2 – корпус камери, 3 – вікно, 4 – кран, 5 – манометр,
 6 – протікання у зварному з'єднанні, 7 – піноутворювальна речовина

Форма чашок зазвичай кругла. Їхній діаметр буває різним, залежно від розміру й маси деталей. Також вони бувають овальні, якщо потрібно працювати зі смужками скла або іншого матеріалу. Їх використовують для заміни склопакетів, тому що це найбільш безпечний і ефективний спосіб для захоплення скляних деталей зі складною зовнішньою поверхнею або для захоплення кількох різних за формою, але подібних за розміром деталей. Також вакуумні присоси використовують для фіксації та переміщення матеріалів, які дуже легко пошкодити, таких як дерево, пластмаса, мармур і навіть метал. Крім того, вакуумні присоси застосовують і в промисловому альпінізмі для створення необхідних опор, які використовують для дублювання страховки, фіксації інструментів тощо.

Принцип створення *вакуумних захоплювальних пристроїв* ґрунтується на явищі вакуумного ефекту, сутність якого полягає в зниженні тиску на певній ділянці виробу. Основна деталь – вакуумний присос. Під час накладання його на виріб між поверхнею і стінками деталі утворюється замкнений простір – камера. Унаслідок створення розрідження в цій камері на поверхні, обмеженій стінками присоса, отримують позитивну різницю тисків.

Присоси поділяють залежно від їхньої форми або виду матеріалу, який вони переносять. Інакше кажучи, форму присоса визначає форма переміщуваного об'єкта. *Круглі присоси (рис. 43.3, а, б)* добре підходять для маніпулювання предметами звичайної форми або для конструювання вузлів, що складаються з безлічі присосів. *Овальні присоси (рис. 43.3, в)* використовують для переміщення довгих, вузьких предметів. Багато присосів оснащені сильфоном (рис. 43.3, г), який виконує подвійну функцію. По-перше, компенсує різницю у висоті, на якій вони будуть під'єднані до об'єкта, що важливо за переміщення предметів різної висоти, орієнтованих по-різному, з опуклими або ввігнутими деталями. По-друге, є амортизатором між маніпулятором автомата (або робота) і об'єктом у разі переміщення елементів, що вимагають обережності. Для встановлення скла автомобілів застосовують *подвійні й потрійні присоси (рис. 43.3, г)*, а для вакуумного рихтування металевих поверхонь кузовів автомобілів – *присоси з ручками (рис. 43.3, д, е)*. У побуті

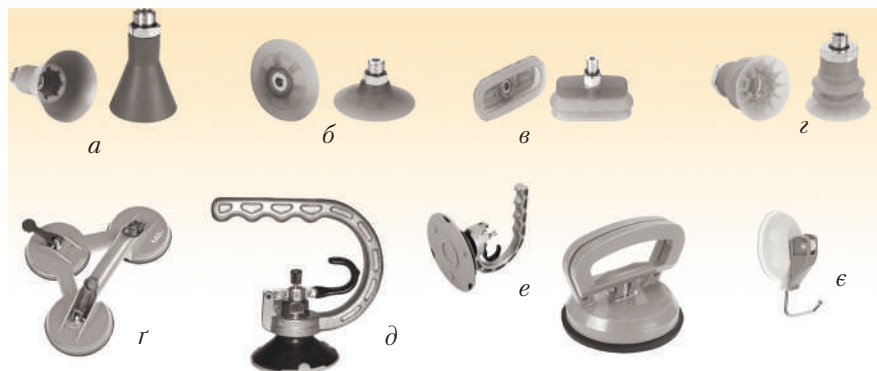


Рис. 43.3. Види захоплювачів і присосів:

- а* – вакуумні захоплювачі для вилучення деталей; *б* – плоскі присоси;
- в* – овальні присоси; *г* – сильфонні присоси; *г* – потрійний присос;
- д, е* – присоси з ручками; *е* – побутовий присос

широкого застосування набули присоси для кріплення та підвищування виробів домашнього вжитку (рис. 43.3, є; с. 197).

Запитання та завдання

1. Де використовують вакуумні з'єднання?
2. Що таке *сильфон*?
3. Охарактеризуйте види присосів.

Розділ 44. МАГНІТНІ З'ЄДНАННЯ

44.1. Загальні відомості про магніти

Термін «магніт», як правило, вживають для об'єктів, які мають власне магнітне поле, навіть за відсутності прикладеного магнітного поля, що можливо лише в деяких видах матеріалів.

Магнітні матеріали — речовини, що істотно змінюють значення магнітного поля, у якому вони знаходяться, і застосування яких у техніці зумовлене їхніми магнітними властивостями. Серед поширених елементів високі феромагнітні властивості мають залізо, кобальт і нікель, серед рідкісноземельних — диспрозій, тербій, гадоліній, гольмій. Магнітні матеріали переважно є сплавами (*феромагнетики*), хоча існують і кераміки (*ферити*), які не проводять електричний струм. Є також сплави з немагнітних елементів, які мають невеликі феромагнітні властивості, — так звані *сплави Гейслера*.

Магнітні матеріали за значенням коерцитивної сили поділяють на 2 групи: магнітно-тверді (понад 1кА/м) і магнітно-м'які.

Магнітно-твердим матеріалам властиві низька магнітна проникність і великі гістерезисні втрати. Магнітно-твердими є магнітна сталь, сплави на основі систем Fe–Co–Mo–W, Fe–Ni–Al–Co, Fe–Ni–Al, сплав Pt–Co, барієві, стронцієві й кобальтові ферити, сплави кобальту з рідкісноземельними елементами й магнітно-тверді магнітодіелектрики. Для них характерні значні коерцитивна сила ($5 \cdot 10^3 \dots 7 \cdot 10^5$ А/м), залишкова магнітна індукція (0,2... 1,2 Тл) і магнітна енергія ($10^3 \dots 10^5$ Тл·А/м). З магнітно-твердих матеріалів виготовляють переважно постійні магніти.

Магнітно-м'які матеріали мають малу коерцитивну силу, високу магнітну проникність і малі гістерезисні втрати. До магнітно-м'яких матеріалів належать: електротехнічна сталь; залізо; залізо-нікелеві сплави, леговані молібденом; залізо-кобальтові сплави з домішкою ванадію; залізонікель-кобальтові сплави; нікельцинкові й марганецьцинкові ферити й матеріали спеціального призначення — магнітно-м'які магнітодіелектрики, магніто-стрикційні матеріали, термомагнітні сплави тощо.

Відомі **магнітні рідини**, у яких завдяки поверхневому натягу перебувають у зваженому стані дрібні порошки (нанопорошки) магнітно-твердих матеріалів. Проте такі рідини є складними й дорогими у виробництві та втрачають свої магнітні властивості значно швидше, ніж справжні магнітні матеріали.

Розрізняють постійні магніти, електромагніти та надпровідні магніти. **Постійними магнітами** називають тіла, які тривалий час зберігають магнітні властивості. Постійні магніти застосовують як автономні (не споживають енергії) джерела магнітного поля. Постійний магніт має 2 полюси. Полюс, що притягається до Північного полюсу Землі, називають *північним*, інший – *південним*. Північний полюс магніту позначають латинською літерою *N*, південний – літерою *S*. Різнойменні полюси магнітів притягуються, однойменні – відштовхуються.

Електромагніт – пристрій, магнітне поле якого утворюється лише під час протікання електричного струму. Здебільшого це котушка-соленоїд, у яку вставлене феромагнітне (зазвичай, залізне) осердя з високою магнітною проникністю. Електромагніти застосовують для створення магнітних потоків в електричних машинах та апаратах, пристроях автоматики (генераторах, двигунах, реле, пускачах тощо).

Надпровідний магніт – електромагніт, у якому струм, що створює магнітне поле, протікає переважно по надпровіднику, унаслідок чого омичні втрати в обмотці надпровідного магніту дуже малі. Надпровідники застосовують на практиці як важливий елемент конструкції магнітів для створення постійних сильних полів. Надпровідний магніт набуває свої надпровідні властивості тільки за низьких температур. Для цього його вміщують у посудину Дьюара, заповнену рідким гелієм, яку так само вміщують у посудину Дьюара з рідким азотом (аби мінімізувати випаровування рідкого гелію). Найбільшим є надпровідний магніт, який використовують у центральній частині детектора Великого адронного колайдера, збудованого в Європейському центрі ядерних досліджень у Швейцарії. Також ці магніти застосовують у поїздах на магнітній подушці. Надпровідний магніт може зберігати накопичену енергію необмежений час.

44.2. Застосування магнітів

Магніти застосовують в електро- й радіотехніці, техніці зв'язку, радіолокації, пристроях автоматичного керування, у магнітній сепарації, у побуті тощо (рис. 44.1; с. 200). Чи не вперше в історії магніт застосували в магнітних компасах, стрілки яких указували напрямок до магнітних полюсів Землі.

Магнітні носії інформації – касети містять котушки з магнітної стрічки, на магнітному покритті якої закодована відео та звукова інформація. У комп'ютерних дискетах і жорстких дисках дані записують також на тонкому магнітному покритті. Кредитні йдебетові картки мають на одній стороні магнітну смугу, яка кодує інформацію, потрібну для з'єднання з фінансовою установою та зв'язку з відповідними рахунками.

Широко використовують магнітні сепаратори для вилучення магнітної стружки. Електричні двигуни функціонують завдяки електромагніту. У трансформаторах електрична енергія передається між двома обмотками дроту, що електрично ізольовані, однак зв'язані магнітним полем. Магніти використовують у поляризованих реле, які «запам'ятовують» свій стан на час вимкнення живлення.

Дуже популярна сувенірна продукція: вінілові магнітні пластини приєднують до зразків живопису, фотографій та інших декоративних виробів, які прикріплюють до холодильників та інших металевих поверхонь.

Магніти часто використовують в іграшках. Із вінілової магнітної гуми найчастіше виготовляють навчальні й розвивальні вироби для дітей: пазли, алфавіт, цифри та різні інформаційні таблиці.

Магніти можуть піднімати магнітні предмети (залізні цвяхи, скоби, кнопки, скріпки), які є або занадто дрібними, або їх важко дістати, або вони затонкі, щоб тримати їх пальцями. Можна піднімати предмети з дна колодязя, річки або озера. Із цією метою спеціально намагнічують деякі викрутки.

Магніти використовують у процесі оброблення металобрухту для відокремлення магнітних металів (заліза, сталі й нікелю) від немагнітних (алюмінію, кольорових сплавів тощо). Ту саму ідею використовують під час так званого магнітного випробування, тобто обстеження кузова автомобіля з магнітом для виявлення ділянок, відремонтованих із використанням скловолокна або пластикової шпаклівки.



Рис. 44.1. Види магнітних виробів:

- а* – для вимірювання кутів під час зварювання; *б* – для дверей; *в* – магнітні шукачі; *г* – магнітна стрічка; *р* – магнітний рулон; *д* – магнітні наклейки на автомобілі; *е* – магнітна фарба; *є* – магнітний тримач для ножів; *ж* – пристосування для миття вікон із двох сторін; *з* – тримач для штор; *и* – сувеніри для холодильника; *і* – антистресові магніти; *ї* – магнітна дитяча піраміда; *й* – неодимові магніти; *к* – магнітний фільтр; *л* – пристрій для магнітного очищення води; *м* – вантажний електромагніт; *н* – магнітний пускач

Магніти застосовують у фіксаторах меблевих дверей. Якщо помістити магніти в губки, то їх можна буде використовувати для миття тонких листових немагнітних матеріалів одразу з обох сторін, навіть коли одна з них важкодоступна (наприклад, скло акваріума або шибка застеленого балкона).

Магніти використовують для передавання обертового моменту «крізь» стіну. У такий спосіб у побутових лічильниках передають витрати води через обертання від лопаток датчика на рахунковий вузол. Магніти спільно з *герконом* (герметичним магнітокеріваним контактом) застосовують у спеціальних датчиках розміщення, зокрема дверей холодильників та охоронних сигналізацій. За допомогою магнітів спільно з датчиком Холла визначають кут розміщення або кутову швидкість вала. Магніти використовують для неруйнівного контролю магнітопорошковим методом.

Магніти містяться в приладах, показники на яких визначає стрілка, наприклад амперметр. Також магніти застосовують у конструкціях безконтактних гальм, що складаються з двох пластин, одна з яких магніт, а інша — з алюмінію. Одна з пластин жорстко закріплена на рамі, інша обертається з валом. Гальмування регулює зазор між ними.

Неодимовий магніт (рис. 44.1, й) — надзвичайно потужний магніт, зроблений із рідкоземельних металів: переважно це сплав неодиму, бору й заліза. Уперше був розроблений у 1982 р. компанією «General Motors» у партнерстві із «Sumitomo Special Metals». Це найпотужніші постійні магніти з усіх комерційно доступних, їхня магнітна енергія перевищує звичайні магніти більше ніж у 18 разів. Працювати з ними потрібно максимально обережно, дотримуючись належної техніки безпеки. Магнітні поля цих магнітів можуть впливати один на одного навіть на відстані понад 30 см. Неодимові магніти — крихкий сплав. Найчастіше вони вкриті нікельованим захисним шаром, але треба уникати зіштовхування кількох магнітів у повну силу, інакше можливе їхнє пошкодження, невеликі шматки металу можуть відколюватися внаслідок удару.

Щоб уникнути пошкодження електрообладнання та техніки магнітним полем, потрібно зберігати безпечну відстань між технікою і магнітом.

Запитання та завдання

1. Що таке *магніт*?
2. Охарактеризуйте постійний магніт.
3. Де застосовують магніти?

Розділ 45. БЛЯХАРНІ З'ЄДНАННЯ

45.1. Фальцеве з'єднання

Фальцювання — нерознімне з'єднання заготовок із тонколистового металу поздовжнім замковим швом (фальцем), який утворюється внаслідок сумісного загинання країв.

Фальцеві шви застосовують для виготовлення дахів, повітропроводів, посудин для зберігання рідин і сипучих матеріалів. За конструкцією фальцеві шви поділяють на одинарні, подвійні, полуторні (комбіновані), кутові та донні, а за видом — на стоячі й лежачі.

Одинарні лежачі фальці (рис. 45.1, а) застосовують для з'єднання повітропроводів та інших виробів, для яких не існує високих вимог щодо міцності та щільності.

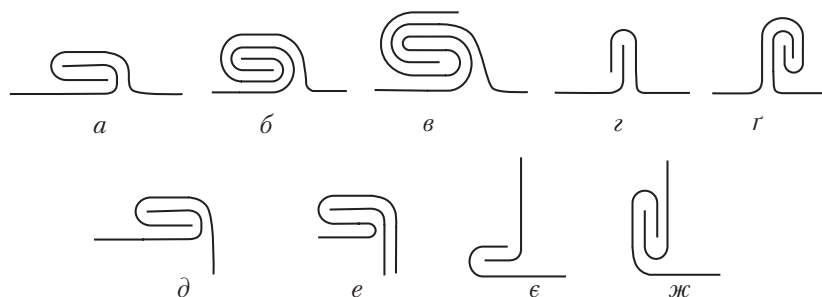


Рис. 45.1. Фальцеві шви:

а — одинарний лежачий; б — подвійний лежачий; в — полуторний;
г — одинарний стоячий; ґ — подвійний стоячий; д — одинарний кутовий;
е — кутовий комбінований; є — донний простий; ж — донний «на перекидання»

Подвійні лежачі (рис. 45.1, б) і **полуторні фальці** (рис. 45.1, в) застосовують для виробів із підвищеними вимогами щодо міцності та щільності. Коли неможливо зробити подвійний лежачий фальц, виконують полуторні фальці.

Одинарні і подвійні стоячі фальці (рис. 45.1, г, ґ) використовують для з'єднання частин повітропроводів круглого перерізу та інших виробів. Стоячі фальці додають виробам жорсткості.

Кутові одинарні і полуторні фальці (рис. 45.1, д, е) використовують для виготовлення прямокутних елементів повітропроводів.

Донні прості (рис. 45.1, є) і **донні «на перекидання» фальці** (рис. 45.1, ж) застосовують для з'єднання днищ баків, відер та інших бляшаних виробів.

Для виготовлення фальцевих швів використовують звичайні слюсарні інструменти (слюсарну лінійку, рисувалку, циркуль, ножиці для металу, молотки слюсарні й різні оправки).

Перед початком роботи кожен з'єднувану деталь розмічають (рис. 45.2, а). Потрібно пам'ятати, що ширина відгину має бути в 10 разів більшою за товщину матеріалу, який з'єднують. Отже, для тонколистового металу завтовшки 0,75 мм ширина фальця становитиме 7,5–8,0 мм. Розмічання виконують за допомогою лінійки та рисувалки.

Виготовлення одинарного лежачого фальця (замка) починають із згинання під кутом 90° кромки обох з'єднуваних деталей (рис. 45.2, б). Згинати можна як у лещатах, так і на краю верстака або на оправці. Якщо деталі в процесі з'єднання не можна довільно повертати (лицьовою або зворотною поверхнею до себе), то кромку однієї з деталей відгинають в один бік, а іншої — у

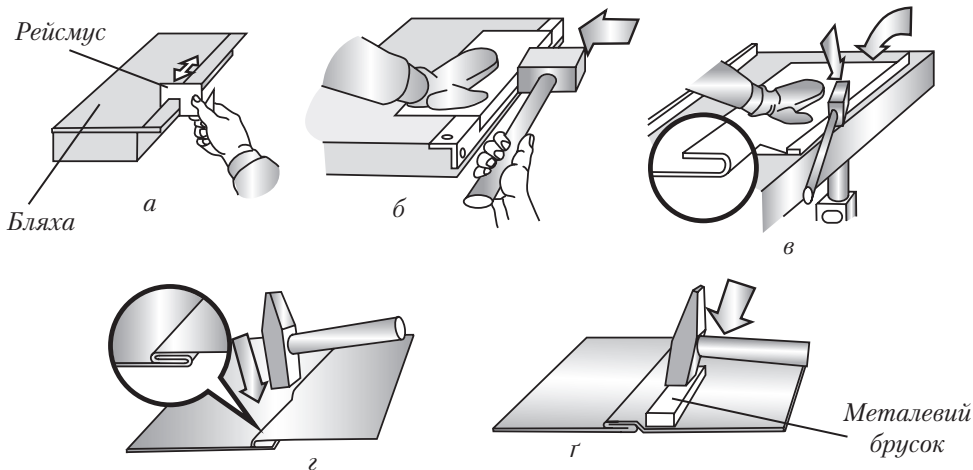


Рис. 45.2. Виготовлення одинарного лежачого фальця:

- а* — розмічання заготовки рейсмусом; *б* — згинання країв заготовки під кутом 90° ;
в — «завалювання» фальця; *г* — з'єднання фальців у замок та їхнє ущільнення;
з — підсікання фальця металевим бруском

другий. Відгинання виконують легкими ударами киянки. Спочатку згинають кромки заготовки, а потім середину, якщо довжина кромки, які треба загнути, достатньо велика. Далі рівномірними ударами киянки роблять однаковий згин по всій довжині заготовки.

Наступною операцією є «завалювання» фальця за допомогою киянки (рис. 45.2, *в*). Площина фальця має бути паралельною площині всієї заготовки, а відстань між швами — не меншою за 1,5 товщини заготовки. Після цього обидві операції повторюють із другою заготовкою. Зігнуті кромки заготовки заводять у замок і з'єднують фальці, утворивши замок. Потім потрібно ущільнити місця з'єднання фальців (рис. 45.2, *г*).

Завершальною операцією є підсікання фальця (рис. 45.2, *з*). Для цього на площину заготовки, підняту над плитою, одразу за фальцем кладуть сталеву смугу чи брусок й осаджують молотком до рівня поверхні, на якій здійснюють роботи. Після підсікання з'єднання вже не розімкнеться під дією зовнішніх сил. Насамкінець перевіряють якість фальцювання. Виявлені дефекти усувають.

Для **виготовлення подвійного лежачого фальця** (рис. 45.3; с. 204) після розмічання кромки листів їх згинають за розмічальними лініями так само, як і для одинарного. Після першого згинання на листі 1 (рис. 45.3, *а*; с. 204) з відігнутою донизу кромкою обкреслювачем роблять риску на відстані 7 мм від кромки. Потім лист розміщують так, щоб риска на ньому збіглася з кромкою кута верстака (рис. 45.3, *б*; с. 204). Ударами киянки лист із першою загнутою донизу кромкою згинають під кутом 90° (рис. 45.3, *в*; с. 204). Після цього лист перевертають і ударами киянки підгинають кромку під кутом 45° до площини листа (рис. 45.3, *г*; с. 204). На листі 2 кромки згинають так само й у такій самій послідовності. Потім загнуті кромки листа 1 всовують у кромки листа 2, водночас наносять удари киянкою по торцю листа (рис. 45.3, *г*;

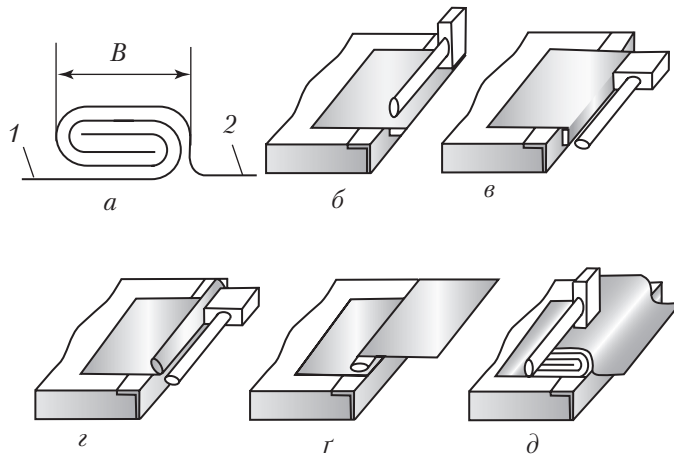


Рис. 45.3. Виготовлення подвійного лежачого фальця:
a – схема фальця; *б–д* – послідовність операцій; 1, 2 – листи бляхи;
B – ширина фальця

с. 204). Насамкінець ущільнюють і підсікають фальці ударами киянки перпендикулярно до поверхні верстака (рис. 45.3, *д*).

Механізоване виготовлення фальцевих швів здійснюють на фальцепрокатних і фальцезакатних верстатах. Фальці, виготовлені механізованим способом, міцніші за одинарні, виконані ручним способом, і здебільшого можуть замінити подвійний або полуторний фальць.

45.2. Закочування дроту

Закочування дроту необхідне для збільшення жорсткості кромки виробу. Його роблять тим самим інструментом, що і фальцювання. Закочують дріт вручну та на зикмашині. Залежно від форми виробу закочування буває прямолінійне та кільцеве.

Для виконання **прямолінійного закочування вручну** на кромках заготовки розмічають припуск на закочування – $2,5$ діаметра дроту (рис. 45.4, *a*). Загинають $1/3$ припуску під кутом 90° (рис. 45.4, *б*). За розміткою виконують

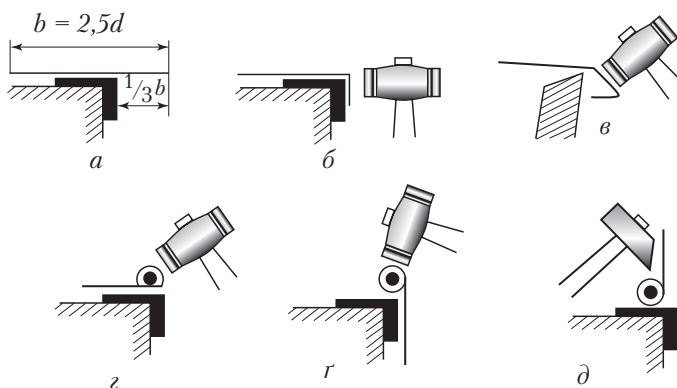


Рис. 45.4. Послідовність закочування дроту

другий загин на всю довжину припуску (рис. 45.4, в). Попередньо випрямлений дрід укладають у загин і закріплюють у кількох місцях. Ударами киянки загинають край до упору (рис. 45.4, г, r) і металевим молотком остаточно його загинають (рис. 45.4, д). Після цього обстукують дрід дерев'яною киянкою по всій довжині.

Закочування дроту на зикмашині виконують у кілька прийомів. Спочатку за допомогою роликів край заготовки вигинають, а потім, уклавши в утворений жолобок дрід, здійснюють попереднє й остаточне його закочування. Закочування дроту на зикмашині показано на рисунку 45.5.

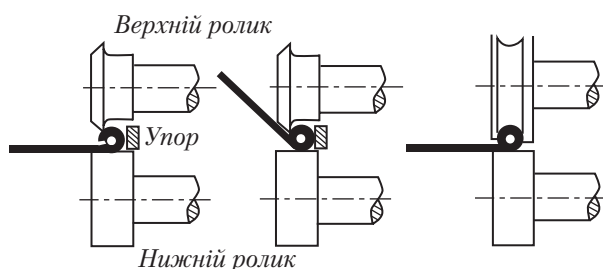


Рис. 45.5. Закочування дроту на зикмашині



Рис. 45.6. Кріплення фальців до основи за допомогою клямерів

Фальцеву покрівлю вкладають зазвичай на суцільну основу й кріплять до неї за допомогою спеціальних клямерів (рис. 45.6).

Запитання та завдання

1. Що таке фальцювання?
2. Назвіть види фальцевих швів.
3. Як виконують закочування дроту?

Розділ 46. ШПУНТОВІ ТА ШИПОВІ З'ЄДНАННЯ

46.1. Загальні відомості про шпунтові з'єднання

Шпунт — поздовжній виступ (гребінь) на ребрі дошки, бруса, металу, пластмаси, який входить у відповідний йому за формою та розмірами паз іншої деталі.

Шпунтове з'єднання — спосіб з'єднання дерев'яних і металевих деталей, коли треба розподілити навантаження в об'ємі (рис. 46.1; с. 206). У з'єднуваних площинах роблять вирізи (вибірки), у які вставляють спеціально виготовлені деталі. З'єднання на шпунтах просте, а на зсув значно міцніше, ніж на цвяхах або шурупах. Для досягнення максимальної міцності застосовують як шурупи, так і шпунти. Шпунт зазвичай повністю прихований усередині



а



б

Рис. 46.1. Шпунтові з'єднання:
а – дерев'яні; б – металеві

з'єднання, а цвях або шпонку, які можна вважати різновидами шпунтів, у з'єднанні видно.

Шпунт Ларсена (рис. 46.1, б) – металевий профіль, який є жолобом із заокругленими краями бічних стінок (пазами) або замками. Його широко використовують під час зміцнення берегів водойм та інших штучних насипів, а також для захисту схилів від обвалення, затоплення, переміщення ґрунтів усередині робочої зони будівельного майданчика тощо. Крім коритоподібного U-профілю, шпунти Ларсена бувають із різним поперечним профілем, таким як S-, Z-, L-, T- (глибокий коритоподібний) або Ω (невеликий коритоподібний). Шпунт Ларсена виготовляють із сталі або полімерних матеріалів.

Монтаж шпунта Ларсена здійснюють зануренням як одиничних шпунтів замок в замок, так і секцій, що складаються із 3–7 шпунтів (залежно від глибини занурення, характеристик ґрунту, методів занурення). Монтаж секцій здійснюють методом попереднього їхнього збирання на поверхні ґрунту, підйому за допомогою траверси на вантажопідйомному обладнанні та подальшого занурення шпунтів, починаючи від крайніх. Довжина шпунтів (глибина занурення) може досягати 34 м.

Шпунтові з'єднання використовують у процесі встановлення паркету, ламінату або керамічної плитки, виготовлення тумб із висувними ящиками на роликах, балкових перекриттів тощо.

З'єднання в шпунт і гребінь – рознімне з'єднання кількох деталей. В одній із деталей фрезерують паз, у який потім із замиканням уставляють гребінь. Гребінь може бути окремим, незакріпленим з'єднувальним елементом або однією з двох з'єднаних деталей. Таким з'єднанням шпунта й гребеня запобігають зміщенню двох прилеглих одна до одної дощок і забезпечують рівність поверхні їхнього з'єднання. До того ж краї з'єднання не пошкоджуються, а завдяки збільшенню площі з'єднуваної поверхні можна нанести більше клею і з'єднання буде надійнішим.

46.2. З'єднання металевими та пластмасовими шпунтами

Для виготовлення металевого шпунта використовують сталь із високим вмістом вуглецю марок 16ХГ, СтЗкп або S430GP. Ці види сталі мають підвищену механічну міцність і стійкість до навантажень на згин, однак схильні до корозії. Щоб запобігти цьому, шпунт перед зануренням потрібно обробити антикорозійною ґрунтовкою або емалевою фарбою типу ЕП-1155, ЕП-5116. Пластмасові шпунти виготовляють із полівінілхлориду.

У сучасному будівництві використовують різні види сталевих шпунтів і замкових з'єднань (рис. 46.2, 46.3).

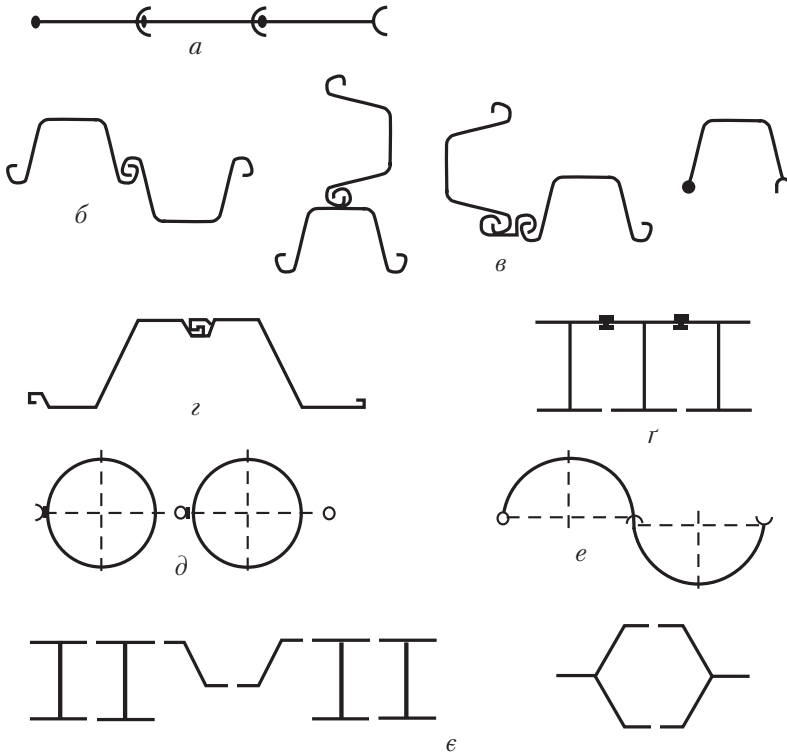


Рис. 46.2. Види сталевих шпунтів за формою поперечного перерізу:
 а – плоский; б, в – коритоподібного перерізу типу Ларсена (U-подібний);
 з, r – Z- і H-подібні; д, е – круглий і напівкруглий із труб;
 е – комбіновані системи

Останнім часом дедалі частіше застосовують полімерні шпунти. Порівняно зі сталевими, їхнє застосування має меншу вартість (у 4–6 разів), масу (у 8–10 разів), для них характерна відсутність корозії і висока хімічна стійкість. Крім того, полімерний шпунт зберігає свої фізико-механічні властивості в температурному діапазоні від -60 до $+50$ °С, потребує менших витрат на механічне оброблення, транспортування та вантажно-розвантажувальні операції; термін його експлуатації становить від 30 до 50 років. Полімерні шпунти мають різну форму й профіль поперечного перерізу (рис. 46.4; с. 208), що дає змогу виконувати різноманітні технологічні завдання.

Шпунтові F-подібні палі (рис. 46.5; с. 208) мають дуговий профіль, що збіль-

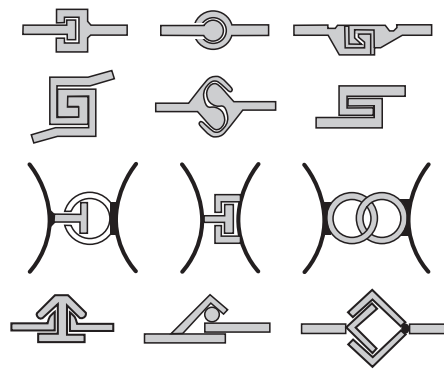


Рис. 46.3. Різновиди замкових з'єднань сталевих шпунтів

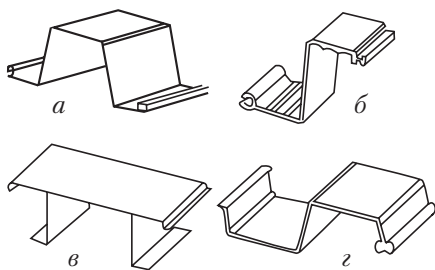


Рис. 46.4. Форми профілів полімерних шпунтів:

а – U-подібний; б – Z-подібний;
в – П-подібний; з – S-подібний



Рис. 46.5. Шпунтові F-подібні палі

занррювання відбувається з одночасним обертанням і втисканням шпунта. Перевагою цього методу є відсутність значних вібрацій і збереження довколишніх споруд від руйнування.

шує опір на одиницю маси (порівняно з іншими профілями), і замки. Завдяки застосуванню зварювальних технологій під час виготовлення паль їх роблять змінного перерізу, зменшуючи металоемність конструкції до 40 % зі збереженням потрібного моменту опору. Також це уможливорює приварювання замків тільки на потрібну робочу довжину, установлення в нижній частині палі розсічних ножів, корозійностійких вставок в уразливих частинах палі.

Основним способом установлення шпунтів є **вібраційний метод**, за якого використовують спеціальні віброзанурювачі. Під час застосування шпунтів зі сталевих труб, оснащених спіральним навиванням із арматурної сталі, процес

46.3. З'єднання шипами

Шип — це виступ, утворений на торцевій чи бічній поверхні деталі. Він може становити одне ціле з деталлю або виконуватися вставним (у цьому випадку його називають *шкант*). Шипи мають бічні грані — *щічки*; зрізані торцеві частини бруска називають *заплечиками*. Гніздо, відкрите з трьох сторін на торці заготовки, називають *вухком*. Найчастіше шипові з'єднання використовують під час виготовлення дерев'яних виробів (вікна, двері, меблі), а також ливарних форм.

Шипові з'єднання бувають *кутові кінцеві*, *кутові серединні* й *кутові ящичкові*. Шипи, які проходять наскрізь деталі, називають *відкритими* (наскрізними), а коли гніздо не наскрізне, то шип називають *глухим*. Одинарні і подвійні шипи застосовують для виготовлення вікон і дверей, «ластівчин хвіст» — для виготов-

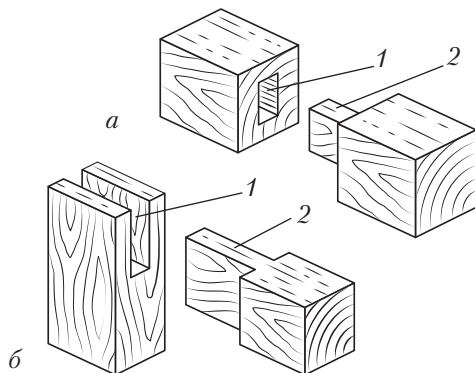


Рис. 46.6. Найпростіші шипові з'єднання:

а – у гніздо; б – у вухко; 1 – шип;
2 – гніздо, вухко

лення ящиків і шухляд, тому їх ще називають *ящикові з'єднання*. Найпростішим столярним з'єднанням є з'єднання шипа в гніздо або у вушко (рис. 46.6).

У кутових ящикових з'єднаннях шипи повторюються багаторазово. Здебільшого застосовують 3 види таких з'єднань: на шип прямий відкритий (рис. 46.7, а); на відкритий круглий вставний шип — нагель (рис. 46.7, з) і на шип відкритий «ластівчин хвіст» (рис. 46.7, г).

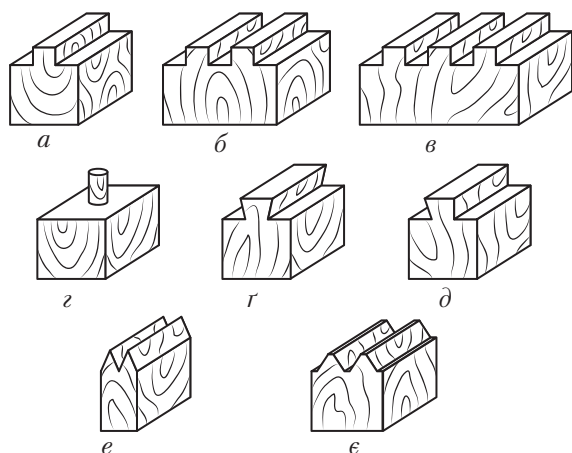


Рис. 46.7. Види шипів:
а — одинарний; б — подвійний;
в — багаторазовий; з — круглий;
г — «ластівчин хвіст»;
д — односторонній «ластівчин хвіст»; е, е — зубчасті

У серединних з'єднаннях глибину гнізда під шип роблять більшою за довжину шипа на 2–3 мм для збирання зайвого клею. На кінцях шипів зрізають фаски, щоб шип легше входив у гніздо й менше зганяв клей. Під час розмічання і випилювання шипів потрібно враховувати, що щільність з'єднання — визначальний фактор міцності.

Запитання та завдання

1. Що таке *шпунт*?
2. Де застосовують шпунтові з'єднання?
3. Назвіть види сталевих шпунтів за формою поперечного перерізу.
4. Які є види шипів?

Розділ 47. ШАРНІРНІ З'ЄДНАННЯ

47.1. Загальні відомості про шарнірні з'єднання

Шарнірні з'єднання — з'єднання, що забезпечують перенесення коливального руху разом з обертовим і поздовжнім рухом. Вони здатні сприймати радіальні, осьові та комбіновані навантаження. Шарнірні з'єднання мають властивість самоцентрування і забезпечують переміщення відразу в кількох площинах. Їх використовують за малих, середніх і великих навантажень. Виготовляють шарнірні вироби (рис. 47.1; с. 210) із зовнішньою і внутрішньою, із правою чи лівою різьбою тощо.

Шарнір рівних кутових швидкостей, або ШРУС (рис. 47.1, а; с. 210), призначений для передавання крутного моменту від однієї осі до іншої з

постійною кутовою швидкістю, навіть коли осі розміщені одна до одної під кутом. **Трубні поворотні шарніри** (рис. 47.1, б) використовують у рухомих трубопроводах. **Одноплосинні шарнірні з'єднання** (рис. 47.1, в) використовують для приєднання до стаціонарної основи деталей, які під час роботи зміщуються в одній площині. Шарнірні з'єднання використовують для **конструкційних профілів** (рис. 47.1, г) у будівництві, а також у сантехнічних виробках (рис. 47.1, р). **Важільні шарнірні з'єднання** (рис. 47.1, д) застосовують для закріплення деталей, щоб забезпечити їхній рух в одній площині. Для виготовлення гаражних завісів використовують **підшипникові шарнірні з'єднання** (рис. 47.1, е). **Шарнірні наконечники** (рис. 47.1, є) використовують у ходовій частині автомобілів. **Шарнірні підшипники ковзання** (рис. 47.1, ж) зв'язують елементи машин і механізмів, які рухаються один щодо одного в режимі ковзання, і недостатньо жорстких валів, які допускають коливання між валом і корпусом механізму, зокрема коли опори розміщені на значній відстані.

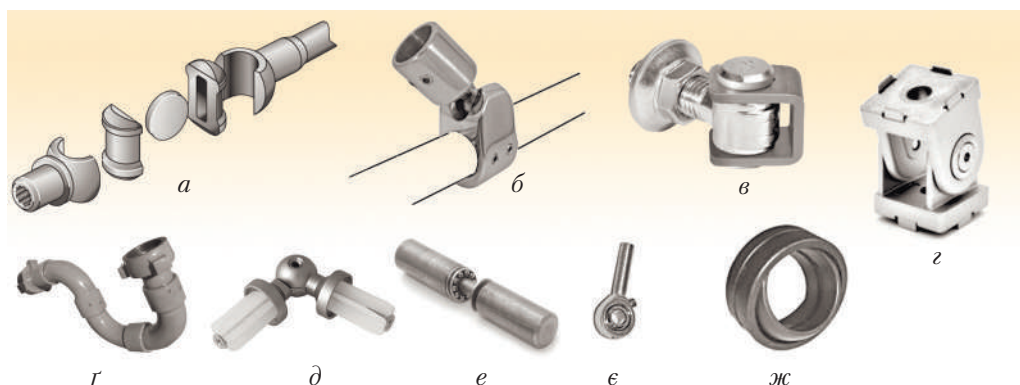


Рис. 47.1. Шарнірні вироби:

а – ШРУС; б – трубний поворотний шарнір; в – одноплосинний;
 г – конструкційний профіль; р – сантехнічний; д – важільний; е – підшипниковий;
 є – шарнірний наконечник; ж – підшипник ковзання

Одним з основних елементів будь-якого типу важеля механізму є шарнірне з'єднання його ланок. Усі шарнірні з'єднання поділяють на 2 види: *шарнірне з'єднання з рухомою віссю*, утворене двома рухомими ланками важільного механізму (колінчастий вал–станина, колінчастий вал–шатун, шатун–повзун, шатун–важіль); *шарнірне з'єднання з нерухою віссю*, утворене ланкою важільного механізму та стояком (коромисло–станина, важіль–станина).

На конструкцію як рухомих, так і нерухомих осей шарнірних з'єднань істотно впливає тип важільного механізму і його функціональне призначення, від яких залежать умови роботи ланок механізму, зокрема шарнірних з'єднань. На умовах роботи шарнірного з'єднання позначаються характер і швидкість руху деталей та рівень навантаження, які зрештою визначають конструкцію шарнірного з'єднання.

Залежно від навантаження на шарнірне з'єднання виокремлюють 2 типи, конструкції яких істотно відрізняються. Це шарнірні з'єднання несилкових і силкових механізмів.

Шарнірні з'єднання силкових механізмів є найбільш відповідальними і тому до їхньої конструкції висувають високі вимоги, зокрема щодо матеріалу та термооброблення деталей, а також їхнього змащення.

До *шарнірних з'єднань несилкових важільних механізмів* належать допоміжні механізми машин і технологічного обладнання, які працюють періодично, переміщаючись з невеликою швидкістю. Під час роботи вони не відчувають динамічних навантажень, тому схильність до спрацювання їхніх шарнірних з'єднань у процесі експлуатації здебільшого незначна й не визначає стабільну тривалу роботу механізму загалом.

47.2. Карданні з'єднання

Карданне з'єднання – шарнірний механізм, що забезпечує обертання двох валів під змінним кутом завдяки рухомому з'єднанню його ланок або пружним властивостям спеціальних елементів. Послідовне з'єднання двох карданних механізмів називають **карданною передачею**. Вона призначена для передавання крутного моменту від коробки швидкостей або двигуна до ведучої ланки машини. Карданна передача складається з карданного вала, шарнірів і проміжної опори. **Карданом** називають шарнірне з'єднання, за допомогою якого передається обертання від одного вала на інший, осі яких перетинаються.

Щоб передати обертання під невеликим кутом, застосовують *одинарні карданні передачі*, тобто такі, що мають один карданний шарнір. В автомобілях широко використовують *подвійну карданну передачу*, яка передає обертання під значним кутом нахилу валів. Нерівномірність обертання, що виникає в першому ведучому шарнірі, компенсує нерівномірність обертання другого шарніра, унаслідок чого ведений вал передачі обертається рівномірно з кутовою швидкістю ведучого вала.

Карданні шарніри бувають гнучкі і жорсткі, з неоднаковими й однаковими кутовими швидкостями.

Жорсткий карданний шарнір (рис. 47.2; с. 212) складається з вилок 2 і 10 і хрестовини 11. Шипи хрестовини входять в отвори вушок вилок і закріплені в отворах на голчастих підшипниках. *Голчастий підшипник* складається із сталевого стакану 6 і набору тонких роликів-голок 5. Стакан ізсередини ущільнений сальником 4, який затримує масло в підшипнику. Для мащення підшипників на хрестовині 11 є маслянка 12, а в шипах – канали. Щоб стакан підшипника не виходив з отвору і не прокручувався в ньому, його закріплюють кришкою 8 із гвинтами. Під головки гвинтів установлено стопорну пластину 7, яка не дає їм змоги саморозгвинчуватися. У процесі роботи карданного шарніра обидві вилки та хрестовина зміщуються, нахилиючись то в один, то в інший бік. Вал з одним жорстким шарніром обертатиметься нерівномірно (під кутом, який не перевищує 24°).

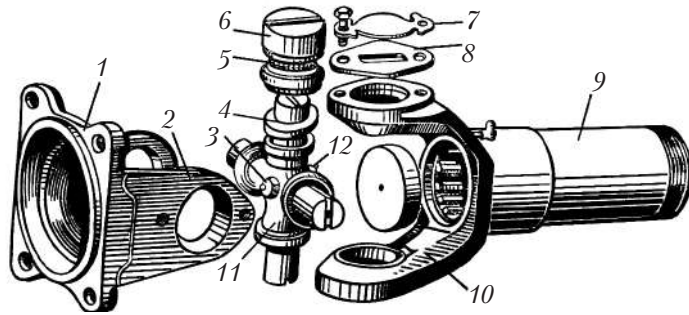


Рис. 47.2. Жорсткий карданний шарнір із неоднаковою кутовою швидкістю:
 1 – фланець вилки; 2, 10 – вилки; 3 – запобіжний клапан; 4 – сальник; 5 – ролики-голки; 6 – стакан; 7 – стопорна пластина; 8 – кришка; 9 – шліцьова втулка;
 11 – хрестовина; 12 – маслянка

Щоб уникнути нерівномірного обертання, використовують **передачу з двома карданними шарнірами** (рис. 47.3). Фланець 2 закріплюють наглухо, а фланець 3 може зміщуватися вздовж осі. До фланців кріплять болтами вилки 4 і 5. Болти передають крутний момент і повинні щільно входити в отвір, їх затягують гайками до відмови. Потім установлюють хрестовини 6 і 7, у які закручують маслянку 8 і запобіжний клапан для обмеження тиску масла в хрестовині. На 4 цапфи напресовують фетрові сальники й опорні кільця. Таку хрестовину встановлюють в отвір вилки. Складені вали баланують на спеціальній установці для забезпечення легкого й безшумного обертання.

Щоб вали оберталися рівномірно, застосовують **кульковий кардан постійної кутової швидкості**. Він дає змогу передавати крутний момент під кутом 35° . **Кульковий карданний шарнір** (рис. 47.4) складається з двох вилок 2 і 5, чотирьох ведучих кульок 4 та однієї центральної кульки 6. Кульки містяться у фігурних канавках 3 вилок. Центрувальна кулька встановлена на пальці 7, застопореному шпилькою, яка проходить крізь отвір в одній із вилок. Канавки вилок симетричні, тому під час кутового зміщення валів кульки завжди розміщуватимуться так, що відстані між осями кульок та осями валів будуть однаковими, тому й швидкості обертання валів також будуть однаковими. Кардан постійної кутової швидкості застосовують для передніх ведучих мостів автомобілів підвищеної прохідності.

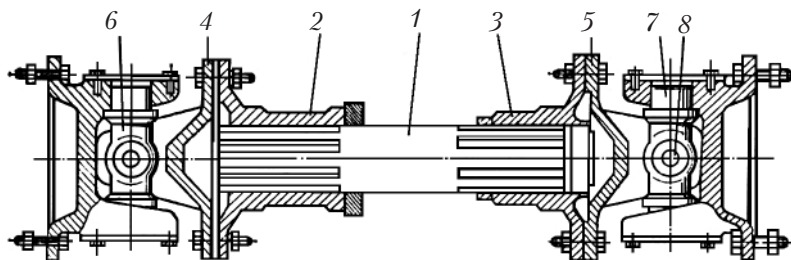


Рис. 47.3. Карданна передача з двома шарнірами:
 1 – вал; 2, 3 – фланці; 4, 5 – вилки; 6, 7 – хрестовини; 8 – маслянка

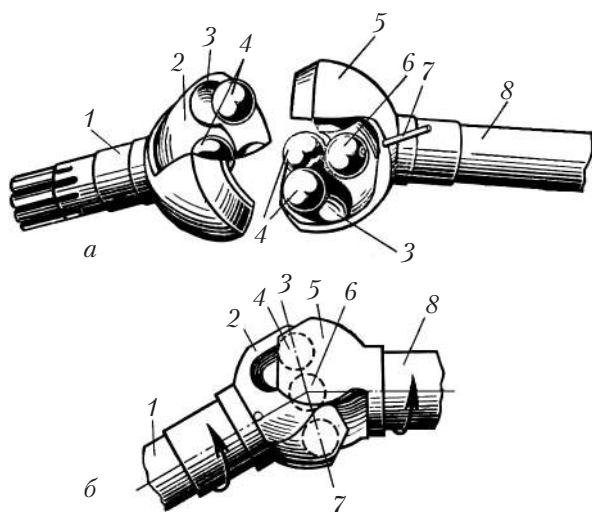


Рис. 47.4. Кульковий карданний шарнір:
 а – елементи конструкції шарніра;
 б – розміщення кульок у складеному шарнірі; 1 – ведучий вал; 2 – вилка веденого вала; 3 – фігурні канавки; 4 – ведучі кульки; 5 – вилка ведучого вала; 6 – центрувальна кулька; 7 – палець; 8 – ведений вал

Крім кулькових, використовують *кулачкові карданні шарніри однакових кутових швидкостей*. У них у вилки встановлюють спеціальні кулаки, у пази яких закладено сталевий диск. Під час роботи шарніра півосі обертаються разом із вилками навколо кулаків у горизонтальній площині, а разом з кулаками — навколо диска у вертикальній площині. Недоліком такого шарніра є підвищене тертя диска й кулаків із вилками, нагрівання та спрацювання шарніра під час роботи.

Для передавання обертового руху між валами, коли їхні осі зміщені або мають значний перекіс, використовують спеціальні проміжні *вали з кульковими цапфами* (рис. 47.5, а). Кільця 1, закріплені штифтами на кулькових цапфах 2, розміщують у діаметральних шліцах ведучої і веденої втулок 3. Кожна цапфа може повертатися у двох площинах, що компенсує незбіг осей ведучого і веденого валів. У процесі складання у валик б з одного боку запресовують нерухому кулькову цапфу 2 і закріплюють двома штифтами, а з іншого боку у валик уводять пружину 4 й установлюють рухому цапфу,

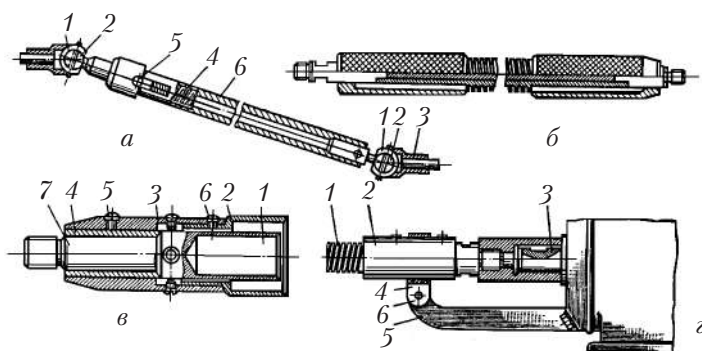


Рис. 47.5. Гнучкі карданні передачі:
 а – з кульковими цапфами; б – з гнучким валом; в – схема складання гнучкого вала;
 г – з'єднання гнучкого вала муфтами

закріплюючи її штифтом 5. Потім на цапфах установлюють кільця 1 і також закріплюють їх штифтами. Два кільця мають міститися в одній площині.

Для передавання крутного моменту між деталями, розміщення яких під час роботи може змінюватися, використовують **гнучкі вали** (рис. 47.5, б; с. 213). Вони складаються з вала, що скручений з кількох шарів дроту й установлений у гнучку захисну оболонку, яку називають **бронєю**, та арматури на кінцях для під'єднання до приводу й робочого органа. Гнучкі вали бувають **нормальні** (складаються з кількох шарів дроту) і **підсилені**, правого і лівого обертання (у вала правого обертання навивання дроту ліве й навпаки).

Броня вала — гнучкий металевий рукав зі сталеві оцинкованої стрічки з бавовняно-паперовим ущільненням у замку та внутрішньою спіраллю із сталевого сплющеного дроту. Підсилену броню покривають оцинкованим сталевим дротом, а потім наносять шар вулканізованої гуми з кордовими прошарками. Броня має вільно встановлюватися на вал, захищати його від забруднень і зберігати мастило.

Під час складання гнучкого вала (рис. 47.5, в; с. 213) його кінець вставляють в отвір шпинделя 1 і припаюють твердим припоєм. На броню насаджують муфту 3 і припаюють. У муфту запресовують бронзову втулку 4 і стопорять її гвинтами 5. Корпус муфти 2 встановлюють на кінець шпинделя 1 і закріплюють гвинтом 6. Різьбова частина 7 шпинделя призначена для закріплення вала в деталі, якій передають обертовий рух.

До вала електричного або іншого приводу гнучкий вал 1 під'єднують муфтами 2 і 3 (рис. 47.5, г; с. 213). Броню затискають хомутом 4, який прикріплюють до кронштейна 5 болтом 6. Кронштейн закріплений на корпусі приводу нерухомо.

Нормальну роботу гнучкого вала забезпечує достатньо великий радіус згину. Коли діаметр вала дорівнює 10 мм, радіус згину має становити не менше 200 мм, за діаметра 12 мм — 250 мм, за 16 мм — 300 мм і за діаметра вала 20 мм — не менше 350 мм.

У різних машинах для передавання руху, коли осі валів зміщені на невеликий кут, широко використовують **компенсувальні муфти**. В **еластичній муфті** (рис. 47.6, а) рух передається під кутом завдяки тому, що хрестовини 1 і 2, які закріплені на ведучому і веденому валах, з'єднані набором еластичних шайб 3. У **жорсткій муфті** (рис. 47.6, б) можливість кутового зміщення осей валів досягається завдяки зазорам між обоймами 1 і 2, між якими встановлені кульки 3.

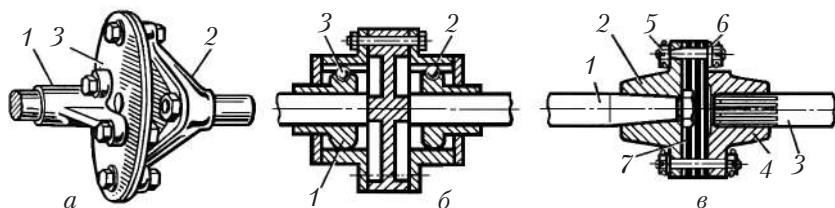


Рис. 47.6. Компенсувальні муфти:

а — еластична муфта; б — жорстка муфта; в — схема складання муфти

Під час складання муфти (рис. 47.6, в) на конусний кінець ведучого вала 1 установлюють півмуфту 2 з трьома радіальними виступами. На шліцьовий кінець вала 3 встановлюють незакріплену півмуфту 4, завдяки чому вали за нагрівання під час роботи можуть видовжуватися. Потім в отвори півмуфт уставляють пальці 5. Перпендикулярність осі пальця до торця півмуфти перевіряють кутником і щупом. Гумові диски 7 послідовно насаджують на 6 штирів. Між кожною парою дисків на кожний отвір установлюють армувальні сталеві шайби 6, які захищають диски від розбивання. Після цього диски стискають у трьох місцях струбцинами й закріплюють на трьох пальцях 5 ведучої півмуфти. В інші три отвори вводять пальці півмуфти 4 і на них закручують гайки, які шплінтують.

Компенсувальні муфти задовільно працюють тільки за незначних кутових зміщень валів (до 10°).

Запитання та завдання

1. Назвіть види шарнірних виробів.
2. Яка будова карданних передач?
3. Як складають карданні передачі?

Розділ 48. КЛЕЙОВІ З'ЄДНАННЯ

48.1. Загальні відомості про клейові з'єднання

Склеювання — процес нерознімного з'єднання деталей за допомогою клейов. Клейові з'єднання забезпечують достатню герметичність, водо- й маслостійкість, високу стійкість до вібраційних та ударних навантажень. У багатьох випадках склеювання замінює паяння, клепання, зварювання і посадку з натягом.

Клейові з'єднання порівняно з нерознімними з'єднаннями інших видів мають чимало переваг: можливість з'єднання не тільки тонких, а й різнорідних матеріалів (металів і сплавів, пластмас, скла, кераміки), зменшення маси виробу, герметичність з'єднання, атмосферостійкість і стійкість проти корозії клейового шва, зниження вартості виробництва та значне спрощення технології виготовлення виробів.

Недоліками клейових з'єднань є, зокрема, тривалі строки висихання, незначна теплова стійкість (за температури $+90^\circ\text{C}$ їхня міцність різко знижується), схильність до повзучості за тривалої дії великих статичних навантажень, потреба в нагріванні для надання стійкості й герметичності, а також низька міцність на зсув.

Розрізняють *стикові* та *напусткові* клейові з'єднання.

Технологічний процес склеювання складається з таких етапів:

- підготовка поверхонь деталей до склеювання (взаємна пригінка);
- очищення поверхонь від пилу й жиру та надання потрібної шорсткості;
- нанесення клею (помазком, шпателем, пульверизатором);

- витримування після нанесення клею (тривалість витримування, залежно від марки клею та матеріалу деталей, коливається від 5 хв до 30 год і більше);
- затвердіння клею (можуть використовуватися печі з обігріванням газами, пальники, установки з електронагрівачами, установки струмів високої частоти тощо; температурний режим коливається від +25 до 250 °С і вище);
- контроль якості з'єднання.

Клей — розчин, дисперсія чи розплав переважно високомолекулярних органічних або неорганічних речовин (природних або штучних), які застосовують для з'єднання (склеювання) матеріалів. З'єднання відбувається внаслідок утворення між склеюваними поверхнями та клейовим прошарком міцних адгезійних зв'язків, зумовлених міжмолекулярною та міжатомною взаємодією. Адгезійні зв'язки посилюються взаємною дифузією атомів матеріалів, що контактують.

Міцність склеювання забезпечують адгезія та когезія. Якщо *адгезія* (прилипання) — це здатність плівки клею міцно утримуватися на поверхні матеріалів, що склеюються, яка є наслідком дії електростатичних сил, то *когезія* — власне міцність плівки. Робота когезії — це робота, що витрачається на подолання сил зчеплення між частинками всередині однорідного тіла. Міцність склеювання можна підвищити шляхом механічного зчеплення плівки клею із шорсткою поверхнею матеріалу.

До складу клеючих матеріалів входять такі компоненти: *плівкоутворювальна речовина* — основа клею, яка визначає адгезійні й когезійні властивості клею та основні фізико-механічні характеристики клейового з'єднання; *розчинники* — для створення певної в'язкості клею; *пластифікатори* — для усунення усадкових явищ у плівці й підвищення її еластичності; *отверджувачі й каталізатори* — для переведення плівкоутворювальної речовини в термостабільний стан; *наповнювачі* — для зменшення усадки клейової плівки, підвищення міцності склеювання.

48.2. Класифікація і види клеїв

За походженням адгезиву клеї поділяють на 2 групи: синтетичні й штучні. Штучні клеї є продуктами хімічної модифікації природних речовин: крохмалю, білків, целюлози й силікатів.

Залежно від природи адгезиву *синтетичні клеї* поділяють на 2 підгрупи: клеї на основі полімерів і каучуків; *штучні* — на 4 підгрупи: крохмальні, білкові, ефіроцелюлозні й силікатні.

Залежно від властивостей адгезивів клеї поділяють на сім'ї. Наприклад, у підгрупі синтетичних полімерних клеїв виокремлюють сім'ю клеїв на основі термопластів і сім'ю клеїв на основі реактопластів.

Характер затвердіння (температура, тиск, тривалість) істотно впливає на властивості клейового з'єднання. Підвищення температури прискорює процес затвердіння, сприяє повнішому виведенню розчинника, збільшенню молекулярної маси адгезивів, більш швидкому зшиванню макромолекул і утворенню клейових швів, міцності, тепло- й водостійкості. За характером затвердіння розрізняють клеї холодного і гарячого затвердіння.

За призначенням виокремлюють 2 розряди клеїв: *одноцільові* (для паперу, шкіри, деревини тощо) і *багатоцільові*, або універсальні.

Рід клеїв відповідає роду адгезивів і об'єднує кілька видів (наприклад, рід поліамідних, поліефірних).

Вид клею визначає найменування адгезиву й нерідко доповнюється вказівкою щодо призначення (наприклад, клей конторський казеїновий). Внутрішньовидовий поділ проводять за консистенцією клеїв (рідкі і тверді, плиткові, порошкові, гранульовані, плівкові), за сортами й марками.

Клеї на основі синтетичних полімерів, або синтетичні клеї, є найрізноманітнішими і найрозповсюдженішими. Вони мають універсальне застосування, відрізняються високою стійкістю до дії різних середовищ. Чимало видів синтетичних клеїв швидко твердіють, мають високу життєздатність клейового складу, дають змогу отримувати клейові шви різного ступеня міцності й жорсткості (еластичності). Недоліком деяких видів цих клеїв є шкідливий фізіологічний вплив на організм людини через токсичність мономерів, пластифікаторів і органічних розчинників (які, зокрема, зумовлюють вогнебезпечність). Процес затвердіння синтетичних клеїв часто супроводжується усадковістю, появою крихкого клейового шва. Більшість синтетичних клеїв є композиційними: крім адгезивів, до їхнього складу входять пластифікатори, наповнювачі й інші домішки.

Групу синтетичних клеїв поділяють на 2 сім'ї: клеї на основі термопластичних полімерів і клеї на основі термореактивних полімерів.

Клеї на основі термопластичних полімерів виготовляють у вигляді готових до використання рідких сполук, клейких стрічок або плівок. Більшість термопластичних клеїв твердіють за кімнатної температури завдяки леткості розчинника або полімеризації мономера. Двокомпонентний карбонільний клей твердіє, якщо додати пероксид бензолу, поліамідний — якщо нагріти до температури вище 150 °С.

Термопластичні клеї мають досить добру адгезію, утворюють міцні й еластичні з'єднання, водостійкі, але недостатньо теплостійкі (50–60 °С). Вони придатні для склеювання неметалевих, іноді металевих поверхонь, що експлуатуються без великих навантажень. У торговельну мережу надходять здебільшого однокомпонентні, готові до використання клеї, виготовлені на основі перхлорвінілу й полівінілацетату. Залежно від роду адгезивів розрізняють клеї перхлорвінілові, полівінілацетатні, поліізобутиленові, поліакрилові, поліамідні та карбонільні.

Перхлорвінілові клеї («Марс», МЦ-І, «Вінікс», ПХВ, Ц-І) придатні для склеювання за невеликого натягнення шкіри, паперу, тканин і пластмас на основі полівінілхлориду, поліакрилату й полістиролу. Клеї «Марс» і МЦ-І, крім перхлорвінілу, містять також інші полімери, тому добре склеюють вироби зі скла, кераміки, деревини, целулоїду.

Полівінілацетатні клеї (ПВА, «Синтетичний», ЕПВА, «Полівінілацетатний») придатні для склеювання паперу, шкіри, тканин, лінолеуму, паркету, виробів зі скла, фенопластів, порцеляни. Водостійкість цих клеїв невисока, їх використовують для виробів, що не контактують із водою.

Липкі плівкові клеї (стрічки і плівки) складаються із паперової, тканинної або пластмасової підкладки, укритої клейкою композицією на основі поліізо-бутилену, перхлорвінілу, етилцелюлози та інших полімерів. Використовують для облямівки креслень, електроізоляції, маркування і пакування.

Клеї на основі термореактивних полімерів мають високу адгезію до металів і неметалів, високі теплостійкість (75–250 °С) і морозостійкість, добру стійкість до води, мастил, бензину та інших розчинників. Їх випускають як одно-, так і двокомпонентними.

Однокомпонентні клеї склеюються за гарячого затвердіння, але можуть твердіти і за кімнатної температури, для чого потрібен більший час, а сам клейовий шов набуває меншої міцності. Їх виготовляють на основі фенол-формальдегідної смоли марок БФ-2, БФ-4 (для склеювання жорстких матеріалів – металів, деревини, кераміки, скла), які експлуатують за температури від –60 до +60 °С; БФ-6 (для склеювання текстильних матеріалів).

Двокомпонентні клеї виготовляють на основі епоксидних, фенол- й аміно-альдегідних, ненасичених поліефірних, поліуретанових і кремнієорганічних смол. Одним із компонентів цих клеїв є розчин рідкої смоли, другим – отверджувачі. Змішують компоненти за місцем використання. Для широкого застосування випускають двокомпонентні епоксидні, кремнієорганічні й сечовиноальдегідні клеї.

Клеї гумові (каучукові) – це розчини каучуків і гумових сумішей в органічних розчинниках. Розрізняють клеї вулканізуючі і невулканізуючі.

Невулканізуючі клеї (торговельна назва «гумові») отримують розчиненням натурального каучуку в бензині. Вони мають добру адгезію до гуми й паперу, які склеюють за кімнатної температури, достатню водостійкість і термостійкість (можуть експлуатуватися за температури +10–80 °С), але клейовий шар недостатньо міцний. Фотографії, приклеєні гумовим клеєм, не жолобляться, а в разі потреби їх легко відокремити від підкладки.

До складу **вулканізуючих клеїв** входять синтетичні каучуки, іноді в суміші з натуральними, сірка та інші вулканізатори, прискорювачі вулканізації, наповнювачі та пластифікатори. Залежно від умов твердіння вулканізуючі клеї поділяють на клеї гарячого і холодного твердіння.

Клеї гарячого твердіння за температури близько +100 °С утворюють міцні, волого-, термо- й морозостійкі клейові плівки. Ці клеї використовують для склеювання гуми, гумотканинних матеріалів і приклеювання до металів.

Клеї холодного твердіння утворюють плівки за кімнатної температури (містять прискорювачі вулканізації).

Залежно від складу випускають *готові до споживання* одно- й двокомпонентні клеї. *Однокомпонентні клеї* («Бустилат», «88н», «88нп», «Бутилак», «Наіритовий») призначені для склеювання гуми, тканин, лінолеуму, облицювальних плиток, а також металу, скла й деревини.

Двокомпонентні клеї («Клей-герметик», «Еластосил») використовують для шпаклювання щілин, герметизації стиків, склеювання виробів з деревини, кераміки, лінолеуму, шкіри.

Клеї крохмальні містять як адгезив *крохмаль* або *декстрин*. Декстрин утворюється під час нагрівання крохмалю з невеликою кількістю кислоти. Порівняно з крохмалем декстрин розчиняється у воді без нагрівання, створює прозорий клейовий розчин.

Крохмальні клеї надходять у продаж як порошки («Обойний», «Декстриновий», для шпалер та паперу, «Конторський») або пасти («Ортофікс», «Декстриновий конторський»). Декстринові клеї, призначені для конторських і фоторобіт, мають добру адгезію до паперу, нешкідливі, але дуже гігроскопічні, неводотривкі, нестійкі до бактерій і плісняви.

Крохмальні клеї висихають через 2 год, декстринові — через 3–10 хв. Ними склеюють папір і картон, наклеюють шпалери на дерев'яну, керамічну та інші поверхні, а також склеюють шкіру й тканини.

Клеї білкові є продуктом хімічної переробки тваринних білків. Залежно від виду білків розрізняють клеї колагенові (міздровий і кістковий), казеїновий і альбуміновий.

Колагенові клеї отримують кип'ятінням знежиреної колагенової сировини. Їх випускають в формі плиток, зерен, гранул, луски й галерти (клейовий холодець), з вмістом сухого клею понад 49 %.

Казеїновий клей одержують дією мінеральних кислот на знежирене молоко.

Альбуміновий клей виготовляють на основі білка крові. Як і казеїновий, його випускають у вигляді порошку із суміші білка (альбуміну або казеїну), гашеного вапна й антисептиків.

Білкові клеї нешкідливі, мають гарну адгезію до шкіри, паперу, картону, деревини, але відрізняються низькою атмосферо- й водостійкістю, малою життєздатністю (4–12 год), за тривалішого зберігання вони розріджуються і псується. Їх застосовують у виробництві меблів, фанери, музикальних інструментів, для склеювання текстильних і шкіряних деталей, взуття, фарб.

Клеї ефіроцелюлозні надходять у продаж у вигляді рідких розчинів нітроетилцелюлози під назвами «Аго», «Рapid», «Кіноклей», «Ега».

Нітроклеї швидко висихають (15–60 хв), створюють водостійку плівку з високою клейкою здатністю, універсальні до використання, але дуже вогне-небезпечні, нестійкі до нагрівання, утримують шкідливі розчинники. Нітроклеї використовують для склеювання паперу, картону, шкіри, тканин і пластмас.

Силікатні клеї — водні розчини силікатів натрію і калію. Надходять у продаж у вигляді готових до споживання рідких клеїв. Ці клеї швидко висихають (4–12 хв), нешкідливі, негорючі, мають гарну клейку властивість, але з часом жовтіють і знижують міцність паперу, знебарвлюють фарбники. Їх використовують для приклеювання палітурок, склеювання паперу.

Запитання та завдання

1. Як складають деталі за допомогою клеїв?
2. Охарактеризуйте види клеїв.

49.1. Загальні відомості про холодне зварювання

Холодне зварювання — спеціальний вид суперміцного клею, який застосовують для з'єднання різних матеріалів, зокрема й сталі. До його складу входить епоксидний клей або смола з різними наповнювачами, що забезпечує високу міцність з'єднання деталей. Однак досягти високої якості з'єднання вдається не завжди. Причиною є не погана якість чи низька ефективність клею, а недотримання інструкції щодо застосування.

Для забезпечення надійного з'єднання потрібно насамперед з'ясувати особливості його правильного застосування. Після появи клею високої міцності його почали випускати різні виробники. Заради економії деякі з них порушують стандарти виготовлення суперміцного клею, що зрештою позначається на якості з'єднань.

Холодне зварювання призначене для склеювання, герметизації та ремонту виробів із різних матеріалів: усіх видів металу (залізо, сталь, нержавіюча сталь, алюміній, мідь, латунь, олово, свинець), кераміки, скла, скловолокна, дерева та пластику. Воно ідеально підходить для відновлення відсутніх частин, для заповнення заглибин, відколів, тріщин і різьбових з'єднань, а також для реставрації всіх видів будівельних матеріалів, плитки, мармуру, цементу, бетону, цегли, природних і штучних каменів. Застосовуючи цей вид клею, можна ліквідувати протікання рідин у трубах, резервуарах, радіаторах і бензобаках (прямо по поточному паливу); виконати ремонт у важкодоступних місцях або тоді, коли розбирання неможливе; з'єднати будь-який пластик (окрім поліетилену, поліпропілену, тefлону), килими й лінолеум.

Холодне зварювання застосовують для сантехнічних робіт. Завдяки складу клею можна склеювати поверхні, які постійно контактують із водою. Це значно знижує витрати на ремонт систем опалення, водопостачання. Сантехніки застосовують холодне зварювання «аква» для склеювання батарей, труб і виробів вентиляції. Цей клей також здатний з'єднувати швидко, не реагуючи з моторним маслом або іншими горючими елементами виробів.

Не рекомендовано холодне зварювання для склеювання посуду, який контактує з їжею.

Холодне зварювання — клей рідкої або пластилінової консистенції, з високим рівнем пластичності. Виготовляють у формі двошарового циліндра, зовнішня оболонка якого складається з отверджувача, а внутрішнє осердя — епоксидна смола, змішана з металевим пилом. Така домішка металевого пилу додає з'єднанню міцності й надійності. Основний склад таких домішок виробники тримають у секреті, хоча найвідомішою з них є сірка.

Якість проведеного ремонту зумовлюють склад клею, якість очищення склеюваних поверхонь і метод його нанесення. Від складу клею залежить і температурний максимум, який витримає шов (його вказують на упаковці). Якщо все зробити правильно, латка буде міцною і термостійкою. Для деяких

клеїв термостійкість становить 250–300 °С, але трапляються і такі, що витримують температуру 1350 °С. Особливо термостійкі суміші використовують під час ремонту деталей, які зазнають сильного тертя, дії високих температур або ж коли неможливо використовувати звичайне зварювання.

Холодне зварювання поділяють на 2 види: рідке й сухе.

У *рідкому стані* його основою є епоксидні смоли, які повільно тверднуть у поєднанні з отверджувачем (рис. 49.1, а). Рідке холодне зварювання випускають у зручних тубиках із носиками-дозаторами. Такий клей не підлягає зберіганню після відкриття. Потрібно витратити відразу весь тубик. Суміш використовують разом із металевою сіткою або склотканиною. Від нанесеного на з'єднувані поверхні клею не залишається неприємного запаху або виділень.

У *сухому (пластичному) стані* клей має вигляд густої маси, спресованої в бруски (рис. 49.1, б). Він подібний до пластиліну, його використовують як замазку. Такий клей випускають у пластикових тубусах обов'язково в герметичній упаковці, тобто в плівці або пакеті. Зберігати таке зварювання рекомендують у заводській упаковці й неодмінно в целофановому пакеті.

Клей для холодного зварювання буває одно- й двокомпонентний. *Однокомпонентне холодне зварювання* передбачає негайне застосування, оскільки клей у відкритій упаковці швидко втрачає властивості. *Однокомпонентний епоксидний клей* — це готова суміш, яку можна використовувати відразу після відкриття упаковки. *Двокомпонентне холодне зварювання* можна використовувати впродовж зазначеного виробником терміну. Такий клей складається з епоксидної смоли й металевих компонентів або отверджувача. Його випускають у стані пластиліну або рідкої консистенції. Пластичні бруски попередньо розминають у руках, а рідке холодне зварювання можна використовувати відразу.

Холодне зварювання має чимало переваг. Такий клей зручний у використанні, схоплюється і застигає за кімнатної температури, не дає усадки й не тріскається; не проводить електричний струм; забезпечує міцність і довговічність з'єднання; отриманий шов акуратний і надійний; склеювані метали не пошкоджуються, оскільки не нагріваються. Активні елементи не містять небезпечних для людини органічних або синтетичних речовин, не виділяють токсичних випаровувань. Запах, який виникає під час використання, абсолютно безпечний для дихальних шляхів. Крім того, це єдиний спосіб з'єднання м'яких металів або вибухонебезпечних елементів; після завершення ремонтних робіт не залишається металевих відходів; метод екологічний і не шкодить навколишньому середовищу; проведення робіт не потребує спеціальних навичок або інструментів; не деформує вироби в процесі склеювання; відсутні витрати електроенергії. Холодне



Рис. 49.1. Упаковки клею «холодне зварювання»: а — рідкий; б — сухий

зварювання буває різного кольору, що підвищує практичність застосування і не впливає на декоративність готових виробів.

Недоліком є небезпека потрапляння елементів клею в травну систему людини — у разі появи симптомів отруєння потрібно звернутися до лікаря. Для запобігання потраплянню суміші в організм під час шліфування або свердління затверділого клею треба використовувати спеціальні захисні засоби: маску та окуляри.

49.2. Виконання холодного зварювання

Насамперед необхідно підготувати поверхню, на яку наноситимуть клей. Для цього краще скористатися наждачним папером, за допомогою якого зачищають поверхні від бруду та іржі, поки на оброблюваній поверхні стає видно метал із нанесеними на нього подряпинами. Причому, що глибші подряпини, то надійнішим буде з'єднання. Потім потрібно ретельно просушити поверхню, наприклад за допомогою звичайного фена.

Наступний етап — знежирення поверхні. Найкраще використовувати ацетон, який усуне навіть незначні масні плями на оброблюваній поверхні.

Потім готують клейову суміш. Для цього від тубуса холодного зварювання відрізають шматок певного розміру. Дуже важливо відрізати чітко поперек тубуса, щоб зберегти пропорції отверджувача й епоксидної смоли. Відрізаний шматок потрібно ретельно розім'яти до отримання однорідної за кольором маси. Щоб засіб не прилипав до рук, їх періодично змочують водою.

Перед нанесенням на поверхню клейку масу ретельно перемішують. Міцне з'єднання елементів виробів відбувається впродовж 30 хв. Цей час необхідний для надання об'єкту певної форми. Остаточо клей затвердіває через 1,5–2,5 год.

Після того як маса стане м'якою та однорідною, її потрібно швидко нанести на з'єднувані поверхні. Згідно з технічними характеристиками багатьох видів холодного зварювання, клей починає тверднути вже за кілька хвилин після приготування, тому працювати треба швидко й акуратно. Якщо за допомогою холодного зварювання заклеюють отвір, бажано частину м'якої маси покласти всередину нього. Якщо отвір завеликий, його краще закрити металевую латкою, зафіксованою на поверхні холодним зварюванням. Після нанесення клею потрібно зачекати 1 год. Повне застигання може тривати до 24 год. Тільки після цього місце ремонту можна піддавати обробленню (зачищати, шпаклювати та фарбувати).

Холодне зварювання успішно використовують не тільки в побуті, а й для ремонту автомобілів. Оптимальне застосування *холодного зварювання металу* — для з'єднання деталей, які в процесі експлуатації не зазнають значних навантажень. Також холодне зварювання підходить для ремонту сантехнічних пристроїв, у яких необхідно оперативно усунути підтікання. Однак треба пам'ятати, що таке з'єднання усуває проблему тільки на певний час. За першої ж зручної нагоди треба провести капітальний ремонт.

Менш поширене використання цього клею для оперативного *ремонту пластмасових деталей*. Найчастіше потреба в холодному зварюванні виникає в разі оперативного ремонту пластикових труб і корпусів різних пристроїв. Для скле-

ювання пластмасових деталей краще застосовувати спеціальний клейовий пістолет, який забезпечує скріплення гарячим клеєм. Холодне зварювання знадобиться, якщо немає клейового пістолета або можливості включити його в електромережу.

Користуватися цим клеєм можна і для з'єднання виробів, виготовлених із *твердої гуми*. Широко застосовують таке «зварювання» під час виконання будівельних і ремонтних робіт. Зокрема, з'єднання лінолеуму холодним зварюванням значно краще, ніж за допомогою клею чи двостороннього скотча.

Застосовувати холодне зварювання на морозі небажано, адже на холоді значно складніше розм'якшити клей.

Метод «зварювання» можна використовувати для ремонту рухомих елементів меблів, різних виробів із кованиго й литого металу тощо. Холодне зварювання успішно пройшло перевірку під час ремонту баків для води, металевого посуду, залізних воріт і навіть пробитих бензобаків автомобілів.

Холодне зварювання для деревини застосовують будівельники або деревообробники. За допомогою такого склеювання зарівнюють утворені тріщини, щілини тощо.

Звісно, холодне зварювання не може замінити повноцінне зварювальне з'єднання, однак допоможе оперативно усунути незначні дефекти.

Запитання та завдання

1. Що таке *холодне зварювання*?
2. Для чого використовують холодне зварювання?
3. Як виконують підготовку до склеювання?
4. Назвіть переваги холодного зварювання.

Розділ 50. З'ЄДНАННЯ ЗАФОРМОВУВАННЯМ

Заформовування — з'єднання металевих елементів (арматури) зі склом, пластмасами, гумою, легкоплавкими цинковими, алюмінієвими та магнієвими сплавами шляхом занурення цих елементів у формувальний матеріал, що перебуває у в'язкотекучому пластичному або рідкому стані. Після його застигання утворюється нерознімне з'єднання. У такий спосіб отримують різні рукоятки, кришки, клеєві тримачі, деталі для електровимірювальних, оптико-механічних та електронних приладів. Заформовування — єдиний спосіб отримання газонепроникного з'єднання металевих електродів зі скляними балонами електровакуумних пристроїв.

З'єднання заформовуванням мають такі переваги: не потрібні високі точність і чистота оброблення занурюваних частин арматури; можна отримати необхідні, часто несумісні місцеві властивості елементів вузла — електро- й теплопровідність арматури водночас із збереженням ізоляційних властивостей вузла; зменшуються маса виробів і витрати металу, а також вартість.

Заформовування здійснюють занурюванням деталі в рідкий або розм'якшений матеріал з подальшим затвердінням. Температура плавлення

занурюваної деталі має бути вищою за температуру плавлення ливарного сплаву.

Для заформування деталей у метал застосовують лиття під тиском. Заформування деталей у пластмаси виконують у металевих рознімних пресформах, а в гуму — за допомогою сирової гуми з подальшою вулканізацією у спеціальних формах. Заформування в скло здійснюють обтисканням м'якої скломаси на металевих деталях.

На металевих деталях (арматурі), які запресовують у пластмаси, роблять накатування та канавки для кращого зчеплення арматури з пластмасою (рис. 50.1, а) або ребра жорсткості для запобігання осьовому зміщенню деталей (рис. 50.1, в). Щоб не виникало осьового зміщення, на металевих деталях передбачають отвори (наскрізні, глухі, відкриті) під опорні стрижні (рис. 50.1, б).

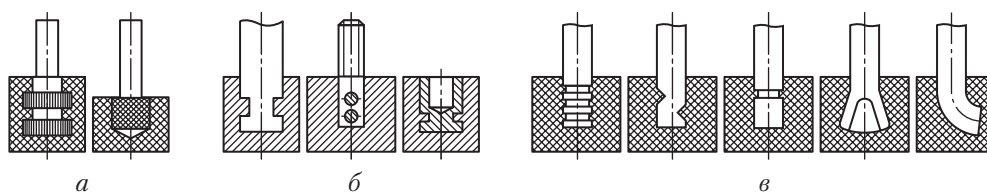


Рис. 50.1. Способи заформування:

- а — від прокручування за допомогою рифлення; б — металевих деталей у метал;
в — ребра жорсткості занурювальних частин заформовуваних деталей

Деталі розміщують в одноразових формах, виготовлених із картону, гіпсу або пластиліну, і заливають компаундом. Процес затвердіння компаунду триває 10–12 год за температури 20 °С або 4–6 год за нагрівання до температури 100–120 °С. Для підвищення міцності з'єднань додають наповнювачі (залізни порошок, скловолокно) або вводять металеву арматуру.

Деталі, які заливають епоксидними компаундами, знежирюють (промивають в ацетоні, лужних ваннах, обпалюють газовим полум'ям тощо).

Запитання та завдання

1. Що таке заформування?
2. Назвіть особливості з'єднання заформуванням.

Розділ 51. ПРЕСОВІ З'ЄДНАННЯ

51.1. Загальні відомості про пресові з'єднання

Пресовими називають з'єднання, у яких одна деталь охоплює іншу з натягом. За такого з'єднання деталі не можуть зміщуватися одна щодо одної під впливом попередніх навантажень. Натяг залежить від шорсткості поверхонь спряжених деталей. Рекомендована шорсткість $R_a = 2,500 \dots 0,063$ мкм.

Пресові з'єднання належать до нерознімних нерухомих з'єднань, у яких розміщення деталей завжди є незмінним.

Складання пресових з'єднань виконують кількома способами: із використанням пластичної деформації, за допомогою механічного та теплового впливу, методом глибокого охолодження тощо.

51.1. Складання пресових з'єднань із використанням пластичної деформації

За допомогою пластичної деформації з'єднують деталі, які мають достатню пластичність (сталь, мідь, алюміній тощо). Для створення пластичної деформації деталь піддають напругам, більших за границю її пружності, але меншим за границю міцності. У пресових з'єднаннях не можна використовувати деталі з таких крихких матеріалів, як чавун, бронза та ін.

Найпоширенішими видами з'єднання деталей із використанням пластичної деформації є розвальцьовування, відбортовування та розкатування.

Розвальцьовування – вид з'єднання, за якого натяг створюють шляхом радіального розширення труби обертовим роликівим інструментом – *вальцівкою*. Його застосовують для з'єднання труб із фланцями й іншими деталями. Вальцівки бувають ручні й машинні (рис. 51.1).

Ручна вальцівка (рис. 51.1, а) складається зі сталевого стрижня, на одному кінці якого є конус 1, а на іншому – квадратна головка 4 для захоплення воротком. Стрижень подається вперед порожнистим гвинтом 3, який укручують у корпус. Для розвальцьовування на кінець труби 5 установлюють фланець 6 із канавками в його отворі. Потім у трубу вставляють вальцівку й починають її обертати. Під час обертання ролики 2, які насаджені на конус 1, розвальцьовуватимуть трубу, втискаючи її метал у канавки фланця.

Машинні вальцівки (рис. 51.1, б) приводять у дію переносні пневматичні або електричні машини. Під час обертання стрижня 7 разом із конусом 12 роликам 8 і корпусу 9 передається обертовий рух. Стрижень 7 укручується в корпус і розсуває ролики, допоки гайка 10 не доторкнеться торцевими зубами до зубів муфти 13, яку підтискає пружина 14. Характерне потріскування вказує на закінчення процесу розвальцьовування. Натяг пружини 14 регулює гайка 10, яку застопорює контргайка 11. Для витягування вальцівки їй надають зворотного обертання. Швидкість машинного розвальцьовування становить 15–20 м/хв.

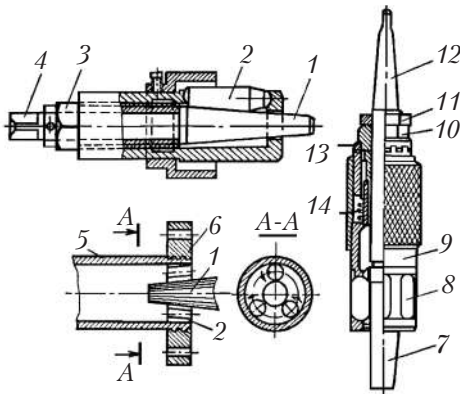


Рис. 51.1. Вальцівки:
 а – ручна вальцівка і схема розвальцьовування труби;
 б – машинна вальцівка;
 1, 12 – конуси; 2, 8 – ролики;
 3 – гвинт; 4 – квадратна головка;
 5 – труба;
 6 – фланець; 7 – стрижень;
 9 – корпус; 10 – гайка;
 11 – контргайка;
 13 – муфта; 14 – пружина

Для розвальцьовування труб використовують також метод «вибухового дроту». Трубу вільно встановлюють у фланець. Усередину труби вкладають дріт, з'єднаний із джерелом живлення. Під впливом імпульсу струму великої потужності (напругою 5–10 кВ) дріт із діелектричним покриттям миттєво (за 10–15 мкс) випаровується, утворюючи вибухову хвилю, яка розвальцьовує трубу. Механізація процесу вальцювання підвищує продуктивність праці порівняно з ручним процесом у 8–10 разів.

Кінці труб розвальцьовують і вручну. У цьому випадку гайку 1 (рис. 51.2, а) встановлюють на трубу 2 і затискають у лецатах 3. Оправкою 4 розвальцьовують торець труби та притискають її до гайки 1 (рис. 51.2, б).

Розвальцьовування зручніше виконувати за допомогою гвинтового пристосування (рис. 51.2, в). Трубку 6 уставляють в один з отворів (матрицю) між двома паралельними пластинами 3 і 4, які закріплюють гвинтами 5 і 7. Пластини укладають у прорізи стола 8 так, щоб трубка 6 містилася під центром 2. Повертаючи гвинт 1, його конусною частиною розвальцьовують трубу.

Відбортовування — це з'єднання деталей шляхом відгинання кінців труб (*бортів*) під кутом 90° до осі труби для закріплення на них фланців або інших деталей. Відбортовування роблять вручну, на пресах і відбортовувальних верстатах.

Ручне відбортовування виконують металевими, текстолітовими і дерев'яними молотками на ковадлі за допомогою оправок і розпірних кілець. У разі відбортовування на ковадлі, яке закріплюють у лецатах, удари наносять не прямо по краях, а навскіс, щоб не утворилися тріщини. Операцію здійснюють поступово за 3 переходи. Під час першого переходу кромки відгинають на кут $30\text{--}45^\circ$, під час другого — на 60° і під час третього — на 90° . Борт утворюється внаслідок розтягування металу під ударами молотка (рис. 51.3, а).

Рекомендовано, щоб не змінився основний діаметр труби, усередину вставляти (запресовувати) розпірне кільце. Фланець туго встановлюють

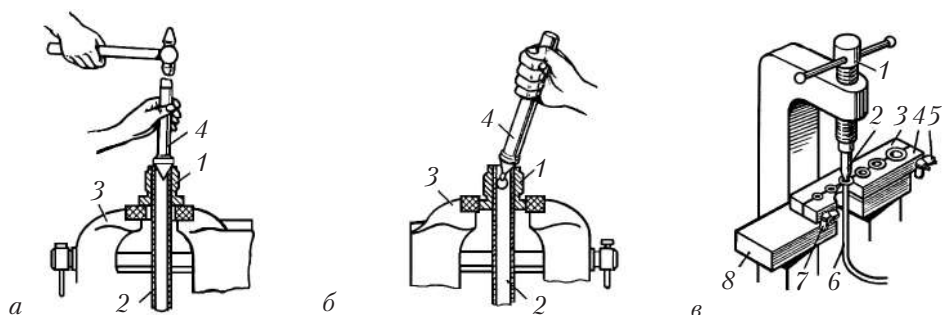


Рис. 51.2. Ручне розвальцьовування:

- а — притискання кінця труби до гайки; б — розвальцьовування кінця труби оправкою; в — за допомогою гвинтового пристосування: 1, 5, 7 — гвинти, 2 — центр, 3, 4 — пластины, 6 — трубка, 8 — стіл

на зовнішню поверхню труби й ударами молотка здійснюють відбортовування.

Під час відбортовування за допомогою оправки (або пуансона) 2 і матриці 1 удари наносять молотком або створюють осьовий тиск пуансоном (рис. 51.3, б).

Розкатування — операція, яку використовують для отримання нерухомих з'єднань тонкостінної трубки (втулки) з корпусом. Втулку, яку запресовують із невеликим натягом, розтискають роликми обертової розкатки до потрібного діаметра. Через пластичну деформацію втулки на спряжених поверхнях проходить активне зчеплення мікронерівностей і збільшується міцність посадки. Спочатку роликми надають радіальну подачу, а потім калібрують отвір за незмінного розміщення роликів. Частота обертання розкатки становить 90–120 об/хв, тривалість розкатування — 1,2–1,5 хв, зокрема калібрування — 18–20 с. Припуск на розкатування не перевищує 0,04–0,06 мм (для втулок діаметром 50 мм).

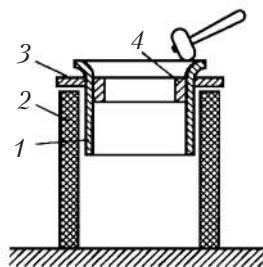
51.2. Складання пресових з'єднань за допомогою механічного впливу

Запресовування деталей, залежно від потрібного зусилля, виконують вручну молотками або на ручних, гідравлічних і пневматичних пресах та домкратах. Вручну запресовують невеликі деталі (шпінти, клини, шпонки), користуючись сталевими, мідними, свинцевими, дерев'яними молотками або кувалдами.

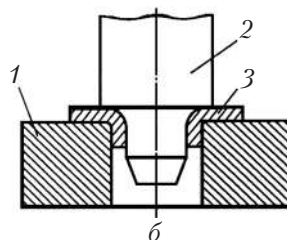
Перед запресовуванням деталі уважно оглядають, щоб на них не було гострих кромek з боку запресовуваного кінця, задирок, подряпин та інших дефектів. Придатні деталі промивають, запресовуваний кінець змащують мастилом для зменшення тертя. Як мастило використовують *сірчаний молибден* — порошок, який наносять на поверхні спряжуваних деталей. Це забезпечує відсутність задирок у разі розбирання пресового з'єднання.

Під час запресовування деталей спочатку завдають легких ударів, щоб деталь увійшла в отвір без перекосів. Потім силу ударів збільшують, а завершують запресовування різким ударом, щоб деталь щільно сіла на своє місце.

Для запресовування малих деталей використовують **молотки із вставними бойками** з м'якого металу або пластмаси (рис. 51.4, а; с. 228). Під час складання і розбирання пресових з'єднань користуються **вибивачами** (рис. 51.4, б; с. 228) зі змінними наконечниками. Для запресовування втулок молотками використовують різні **оправки** (рис. 51.4, в; с. 228). Хвостовик оправки вводять у втулку



а



б

Рис. 51.3.

Відбортовування:
а — ручне: 1 — заготовка, 2 — упор, 3 — фланець, 4 — розпірне кільце;
б — оправкою або пуансоном: 1 — матриця, 2 — оправка (пуансон), 3 — борт

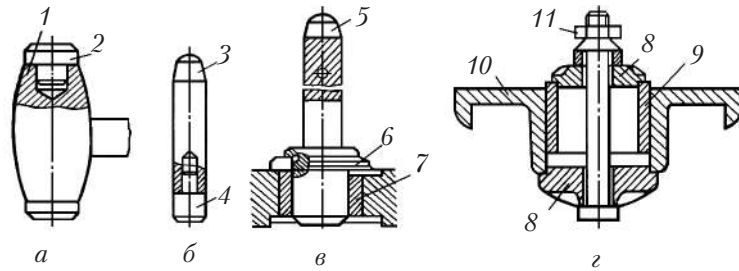


Рис. 51.4. Інструменти та пристосування для складання пресових з'єднань: а – молоток із вставним бойком; б – вибивач; в – оправка; г – гвинтове пристосування; 1 – молоток; 2 – вставний бойок; 3 – стрижень; 4 – змінний наконечник; 5 – оправка; 6 – кільце; 7, 9 – втулки; 8 – шайба; 10 – корпус; 11 – гайка

й наносять удари по головці оправки. Запресовування виконують за допомогою кільця із м'якого металу. Також застосовують **гвинтові пристосування** (рис. 51.4, г): для запресовування втулки 9 у корпус 10 закручують гайку 11.

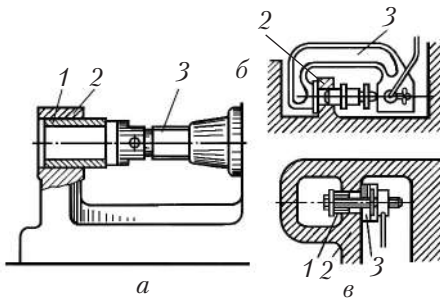


Рис. 51.5. Способи запресовування деталей:
а – ручним домкратом;
б, в – домкратом із гідравлічним і гвинтовим пристосуваннями;
1 – запресовувана деталь; 2 – корпус;
3 – домкрат

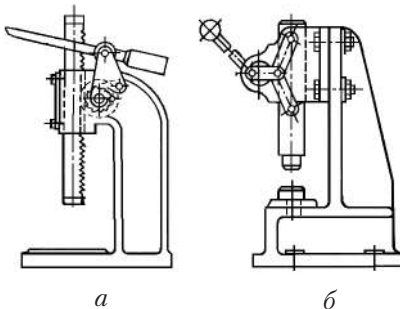


Рис. 51.6. Види ручних пресів:
а – рейково-важільний;
б – ексцентриковий

Для запресовування невеликих деталей у важкі корпусні, особливо у важкодоступних місцях, використовують **домкрати** з ручним (рис. 51.5, а) або пневматичним приводом, **гідравлічні** (рис. 51.5, б) і **гвинтові** (рис. 51.5, в) **пристосування**, які забезпечують плавність і надійність запресовування.

Механізоване запресовування виконують на пресах. Для запресовування і випресовування невеликих деталей (пальців, втулок, валиків, штифтів) використовують **ручні преси**. Вони бувають гвинтові, рейково-важільні (рис. 51.6, а) та ексцентрикові (рис. 51.6, б).

Пневматичні преси використовують для запресовування деталей із зусиллям від 420 до 3400 кгс/см² (42–340 МПа). **Гідравлічні преси** використовують для запресовування деталей із зусиллям від 3000 до 200 000 кгс/см² (300–20 000 МПа).

Запресовування спочатку роблять на малій швидкості та з невеликим зусиллям, а насамкінець різко натискають на деталь. Це забезпечує щільність її посадки. Коли деталь пройде чверть своєї довжини, її запресовують із більшою швидкістю – 3–5 мм/с.

Для визначення натягів необхідно знати діаметр з'єднання, клас точності й вид пресової посадки. Надто великі натяги викликають тріщини, а малі — недостатні для надійного з'єднання деталей.

Перед запресовуванням вимірюють спряжувані поверхні деталей і визначають **натяг** як різницю між дійсними розмірами (діаметрами) вала й отвору відповідно: $H = d - D$.

Наприклад, якщо діаметр вала становить 50,095 мм, а отвір втулки 50,035 мм, то натяг $H = 50,095 - 50,035 = 0,06$ мм.

Зусилля запресовування залежить від довжини спряжуваних поверхонь. Його визначають за формулою:

$$P = f\pi d L p,$$

де f — коефіцієнт тертя (з мащенням становить 0,85, а без мащення — 0,13);

d — зовнішній діаметр запресовуваної деталі, мм;

L — довжина спряжуваних поверхонь, мм;

p — питомий тиск на спряжуваних поверхнях, кгс/мм².

Тиск на поверхні спряження, кгс/см², визначають за формулою:

$$P = \frac{1}{d} \frac{H}{\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}},$$

де H — натяг, см;

C_1 і C_2 — коефіцієнти, що характеризують відносні діаметри спряжуваних деталей (табл. 51.1);

E_1 і E_2 — модулі пружності матеріалу вала й отвору, кгс/см² (табл. 51.2; с. 230).

Таблиця 51.1

Значення коефіцієнтів C_1 і C_2

$\frac{d_0}{d}$ або $\frac{D_1}{D}$	C_1	C_2
0,0	0,70	—
0,1	0,72	1,32
0,2	0,78	1,38
0,3	0,89	1,48
0,4	1,08	1,68
0,5	1,37	1,97
0,6	1,83	2,43
0,7	2,62	3,22
0,8	4,25	4,85
0,9	9,23	9,83

Примітка: d_0 — внутрішній діаметр втулки; d — зовнішній діаметр втулки; D_1 — внутрішній діаметр маточини (отвір); D — зовнішній діаметр маточини.

**Коефіцієнти лінійного розширення та модулі пружності
для різних матеріалів**

Матеріал	$\alpha + 1^\circ$		Модуль пружності, кгс/см ²
	за нагрівання	за охолодження	
Сталь	0,000 012	– 0,000 003 5	2 000 000–2 100 000
Чавун	0,000 010	– 0,000 008	750 000–1 050 000
Мідь	0,000 016	– 0,000 014	1 250 000
Бронза	0,000 017	– 0,000 015	850 000
Латунь	0,000 018	– 0,000 016	800 000
Алюміній	0,000 023	– 0,000 018	650 000–750 000

Товстостінні втулки вставляють у корпус зі щільною посадкою та з додатковим кріпленням (стопорінням). Стопоріння виконують по зовнішньому обводу й по торцю. Для цього просвердлюють глухий отвір, нарізають різьбу й закручують стопорний гвинт.

51.3. Складання пресових з'єднань із використанням теплового впливу

З'єднання деталей із натягом під час нагрівання зовнішньої деталі або охолодження внутрішньої ґрунтується на явищі розширення деталей під впливом нагрівання і зменшення їхнього об'єму в разі охолодження (див. табл. 51.2). Створені при цьому натяги вдвічі більші, ніж у звичайних пресових з'єднаннях, а міцність підвищується втричі. Це відбувається завдяки тому, що нерівності спряжуваних поверхонь не згладжуються, а зчіплюються, збільшуючи міцність з'єднання. Тому не потрібно додатково закріплювати деталі.

Складання з тепловим впливом виконують із загальним або місцевим нагріванням зовнішньої деталі. Цей спосіб застосовують для з'єднання деталей великого діаметра та з малою площею поверхні спряження.

Деталі малих і середніх розмірів нагрівають у водяних або масляних ваннах. Для великогабаритних деталей використовують місцеве нагрівання ділянки, яка прилягає до посадкового отвору, газовим полум'ям, електричними спіралями або індуктором струмів високої частоти. Температура нагрівання — від +75 до 400 °С. Загальне підігрівання виконують у печах або горнах. Інтенсивність і час нагрівання встановлюють залежно від потрібного натягу в межах технічних вимог.

Недоліком таких з'єднань є потреба прикладати значні зусилля під час розбирання з'єднань, особливо за великих поверхневих спряжень, і пошкодження спряжуваних поверхонь, що значно знижує міцність після повторного з'єднання деталей. Інколи в процесі розбирання одна з деталей руйнується і її доводиться замінити.

51.5. Складання пресових з'єднань методом глибокого охолодження

З'єднання деталей методом глибокого охолодження полягає в охолодженні внутрішньої деталі (вала) до температури, достатньої для вільного встановлення її в отвір зовнішньої деталі. Порівняно з іншими методами запресовування цей метод має певні переваги, а саме: зменшується деформація запресовуваної деталі, забезпечується висока міцність з'єднання, відсутні задирки й короблення від нагрівання, підвищується продуктивність праці.

Глибоке охолодження деталей виконують у рідкому азоті (температура $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) або у твердій вуглекислоті (температура $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Під час охолодження в рідкому азоті різниця температур деталей досягає $200\text{--}215\text{ }^{\circ}\text{C}$, а у твердій вуглекислоті — майже $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для охолодження деталей не використовують рідкий кисень або повітря через їхню вибухонебезпечність.

Для *охолодження деталей у рідкому азоті* використовують спеціальну посудину з подвійними стінками, кришкою з отвором для виходу газів і отвором для заливання рідини. Між стінками посудини й кришкою розміщують термоізолятор.

Складання методом охолодження виконують у такій послідовності:

- детально очищають спряжувані поверхні від бруду, пилу й мастил;
- перевіряють відсутність задирок та інших нерівностей;
- установлюють упор для правильного запресовування;
- завантажують деталі в посудину за допомогою кліщів;
- заливають у посудину охолоджувальну рідину (рівень рідини має перекивати деталі на $80\text{--}100\text{ мм}$).

Ознакою глибокого охолодження деталі є припинення бурхливого кипіння охолоджувальної рідини. Тонкостінні деталі завтовшки $7\text{--}10\text{ мм}$ витримують у рідкому азоті $8\text{--}10\text{ хв}$, завтовшки $20\text{--}30\text{ мм}$ — $15\text{--}20\text{ хв}$, завтовшки $40\text{--}50\text{ мм}$ — $25\text{--}35\text{ хв}$. Витрати рідкого азоту становлять майже $0,6\text{ л}$ на 1 кг маси зануреної в азот деталі за охолодження її до температури $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якщо температура охолодження деталі є вищою, то для охолодження 1 кг маси деталі на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ необхідно $0,003\text{ л}$ рідкого азоту.

Після охолодження деталі швидко виймають кліщами й установлюють в отвори. Бити по деталі не можна через зменшення ударної в'язкості металу й можливість виникнення тріщин.

Для *з'єднання деталей з використанням твердої вуглекислоти* (сухого льоду) застосовують спеціальний термос. Щоб покращити тепловіддачу, тверду вуглекислоту поміщають у рідину з нижчою температурою затвердіння (метиловий або денатурований спирт, ацетон). Спочатку в термос заливають розчинник, а потім додають вуглекислоту. Цей метод використовують, коли зовнішня деталь велика й нагрівати її недоцільно, а внутрішня деталь має малі розміри. Недоліком такого з'єднання є зниження ударної в'язкості металу, а після охолодження загартованих деталей натяг у з'єднанні збільшується, тому можливі поява тріщин і руйнування деталей.

Іноді для з'єднання деталей лише охолодження деталі недостатньо. Тоді використовують **комбінований метод посадки деталей** — нагрівання зовнішньої деталі й охолодження внутрішньої. Цей метод є доцільним, коли великі розміри зовнішньої деталі утруднюють її нагрівання до потрібної температури або коли зміни температури деталей мають бути обмежені.

Складання деталей із нагріванням або охолодженням потребує суворого дотримання правил техніки безпеки під час користування нагрівальними й охолоджувальними пристроями та зрідженими вибухонебезпечними газами.

Запитання та завдання

1. Що таке *пресове з'єднання*?
2. Як складають пресові з'єднання з використанням пластичної деформації?
3. Як виконують складання пресових з'єднань за допомогою механічного впливу?
4. Охарактеризуйте способи запресовування деталей.
5. Як складають пресові з'єднання з використанням теплового впливу?
6. У чому полягає складання пресових з'єднань методом глибокого охолодження?

Розділ 52. З'ЄДНАННЯ ЗАКЛЕПКАМИ

52.1. Клепані з'єднання

Клепання — процес утворення нерознімного з'єднання двох або кількох деталей за допомогою заклепок.

Клепані з'єднання широко використовують для виготовлення металевих конструкцій мостів, ферм, рам, балок, а також у літако- й суднобудуванні тощо.

Процес клепання складається з таких основних операцій:

- утворення отвору під заклепку в з'єднуваних деталях свердлінням або пробиванням;
- зенкування гнізда під закладну головку заклепки (у разі клепання заклепками з потайною головкою);
- установлення заклепки в отвір;
- утворення замикальної головки заклепки, тобто власне клепання.

Клепання буває *холодне* (без нагрівання заклепок) і *гаряче* (з нагріванням стрижня заклепки до температури 1000–1100 °С).

Для заклепок із діаметром стрижня до 8 мм застосовують лише холодне клепання, якщо діаметр стрижня в межах 8–12 мм — гаряче і холодне, якщо ж діаметр стрижня перевищує 12 мм — тільки гаряче клепання.

Утворення замикальної головки може відбуватися за швидкої (*ударне клепання*) і повільної (*пресове клепання*) дії сил.

Залежно від інструменту, обладнання, а також способу нанесення ударів або тиску на заклепку розрізняють 3 види клепання: *ручне ударне*, *механізоване ударне* і *пресове*.

Заклепка — циліндричний металевий стрижень із головкою певної форми. Головку заклепки, виготовлену разом зі стрижнем, називають *закладною*, а ту, що утворюється під час клепання, — *замикальною*.

Залежно від форми головок розрізняють такі **види заклепок**:

з **напівкруглою високою головою** (рис. 52.1, а) — зі стрижнем діаметром 1–36 мм і завдовжки 2–180 мм;

з **напівкруглою низькою головою** (рис. 52.1, б) — зі стрижнем діаметром 1–10 мм і завдовжки 4–80 мм;

з **напівплоскою головою** (рис. 52.1, в, ліворуч) — зі стрижнем діаметром 2–36 мм і завдовжки 4–180 мм і **плоскою головою** (рис. 52.1, в, праворуч);

з **потайною головою** (рис. 52.1, г) — зі стрижнем діаметром 1–36 мм і завдовжки 2–180 мм;

з **напівпотайною головою** (рис. 52.1, р) — зі стрижнем діаметром 2–36 мм і завдовжки 3–210 мм.

Заклепки виготовляють із пластичних матеріалів: сталі (Ст2, Ст3, марок 10 і 15), міді (М3, МТ), латуні (Л63), алюмінієвих сплавів (АМг5П, Д18, АД1); для відповідальних з'єднань — із нержавіючої (Х18Н9Т) або легованої (09Г2) сталі.

Вибухові заклепки (АН-1504), із осердям (АН-831) та інші (рис. 52.1, д) мають на вільному кінці стрижня заглибину (камеру), заповнену вибуховою речовиною. Від проникнення атмосферної вологи вона захищена шаром лаку. Вибухові заклепки виготовляють діаметром 3,5; 4; 5 і 6 мм із дроту марки Д18П завдовжки 6–20 мм. Їх застосовують тоді, коли неможливо зробити замикальну головку. Для розклепування використовують електричний нагрівач 1 (рис. 52.2). Протягом 2–3 с заклепку нагрівають до температури 130–160 °С і заряд вибухає, розширюючи кінець стрижня.

Під час клепаання **трубчастими заклепками** в отвір установлюють заклепку 1 (рис. 52.3, а; с. 234) з порожнистим стрижнем (*пістоном*). Після цього спеціальним інструментом (*пістонницею*) 3 заклепку осаджують, склепувані деталі підтягують одну до одної і розклепують головку 2. Якість розклепування (розвальцювання) залежить від конструкції, форми й розмірів гачка 4 пістонниці, який добирають за розмірами закладної головки з урахуванням зусилля натискання.

За іншого способу заклепку вставляють в отвір на підтримці й розтягують кінці заклепки ударами молотка по кернеру (рис. 52.3, б; с. 234).

Заклепковим швом називають місце з'єднання деталей заклепками. Залежно від характеристики та призначення з'єднання заклепкові шви поділяють на міцні, щільні й

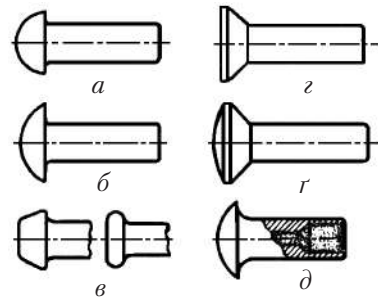


Рис. 52.1. Види заклепок:
а — з напівкруглою високою головою; б — з напівкруглою низькою головою;
в — з напівплоскою і плоскою головками; г — з потайною головою;
р — з напівпотайною головою;
д — вибухова двокамерна

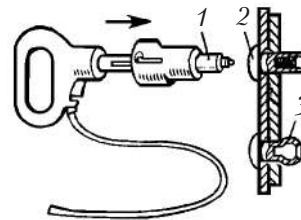


Рис. 52.2. Клепаання вибуховими заклепками:
1 — електричний нагрівач;
2 — заклепка; 3 — замикальна головка

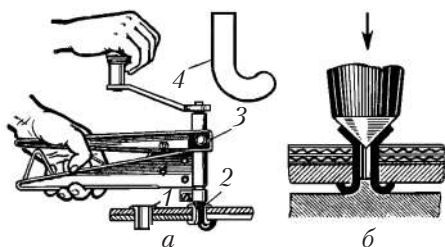


Рис. 52.3. Клепання трубчастими заклепками:
 а – робочий прийом; б – розтягування кінців заклепки кернером;
 1 – заклепка; 2 – розклепувана головка;
 3 – пістониця; 4 – гачок

міцнощільні. *Міцний шов* має кілька рядів заклепок (клепання балок, колон, мостів та інших металевих конструкцій). *Щільний шов* застосовують під час виготовлення герметичних конструкцій із використанням герметиків або прокладок з гуми, пластмаси тощо. *Міцнощільний шов* – під час виготовлення міцного з'єднання, непроникного для пари, газу, води та інших рідин (у парових котлах і різноманітних резервуарах з високим внутрішнім тиском).

Залежно від кількості рядів заклепкові шви бувають *однорядні*, *дворядні* й *багаторядні*, а від розміщення заклепок – *паралельні* й *шахові*.

Для ручного клепання застосовують слюсарні молотки з квадратним бойком, підтримки, обтискачі, натягачі й чекани.

Масу *молотка* вибирають залежно від діаметра заклепки (табл. 52.1).

Таблиця 52.1

Залежність маси молотка від діаметра заклепки

Діаметр заклепки, мм	2	2,5	3	3,5	4	5	6–8
Маса молотка, г	100	100	200	200	400	400	500

Підтримки є опорою під час розклепування стрижня заклепок. Підтримка має бути в 3–5 разів масивнішою за молоток.

Обтискачі призначені для надання замикальній головці заклепки потрібної форми. На одному кінці обтискач має заглибину за формою головки заклепки.

Натягач – бородок з отвором на кінці для осаджування листів.

Чекан – слюсарне зубило з плоскою робочою поверхнею для створення герметичності заклепкового шва.

Кількість, діаметр і довжину заклепок визначають розрахунками. Довжину стрижня заклепки вибирають залежно від товщини склепуваних листів (пакета) і форми замикальної головки.

Для утворення замикальної потайної головки довжину стрижня заклепки (рис. 52.4, а) визначають за формулою:

$$L = S + (0,8-1,2)d,$$

де L – довжина стрижня заклепки, мм;

S – товщина склепуваних листів, мм;

d – діаметр заклепки, мм.

Для утворення замикальної напівкруглої головки (рис. 52.4, б)

$$L = S + (1,2-1,5)d.$$

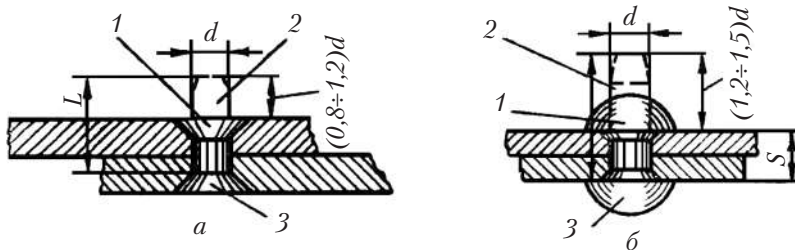


Рис. 52.4. Елементи заклепок:

a — з потайною головкою; *б* — з напівкруглою головкою;
 1 — замикальна головка; 2 — стрижень заклепки; 3 — закладна головка

Відстань від центра заклепки до крамок склепуваних листів має становити $1,5d$. Діаметр отвору має бути більшим за діаметр заклепки, його визначають за даними таблиці 52.2.

Таблиця 52.2

Залежність діаметра отвору від діаметра заклепки

Діаметр заклепки, мм	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Діаметр отвору, мм: за точного складання	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1	5,2	6,2	7,2	8,2
за чорнового складання	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7

Розрізняють 2 види ручного клепання: із *двобічним підходом*, коли є вільний доступ як до замикальної, так і до закладної головок; з *однобічним підходом*, коли доступ до замикальної головки неможливий.

Відповідно є 2 методи клепання: відкритий (прямий) і закритий (зворотний).

У разі застосування **відкритого (прямого) методу клепання** удари молотком по стрижню наносять із боку замикальної головки. Спочатку свердлять отвір під заклепку. Потім в отвір вводять знизу стрижень заклепки й під закладну головку ставлять підтримку 2 (рис. 52.5, а). Склепувані листи ущільнюють за допомогою натягача 1. Потім розклепують стрижень заклепки (рис. 52.5, б). Насамкінець обтискачем 3 остаточно формують замикальну головку (рис. 52.5, в).

Застосовуючи **закритий (зворотний) метод клепання**, удари молотком наносять по закладній головці. Цей метод є доцільним, коли доступ до замикальної головки ускладнений. Стрижень заклепки

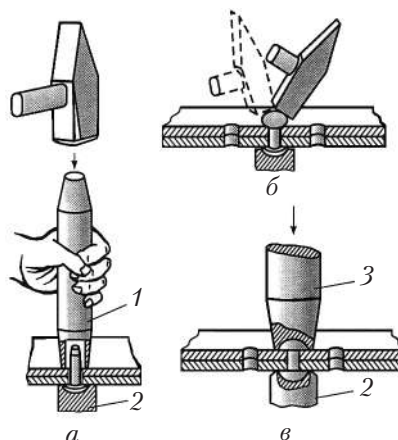


Рис. 52.5. Прийоми клепання:
a — ущільнювання; *б* — формування головки; *в* — надання форми замикальній головці; 1 — натягач; 2 — підтримка; 3 — обтискач

вводять зверху, а підтримку ставлять під стрижень. Молотком б'ють по закладній головці через оправку, формуючи за допомогою підтримки замикальну головку.

У процесі клепаання можуть виникнути дефекти (рис. 52.6).

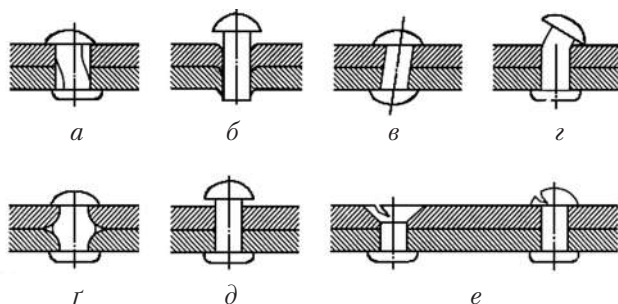


Рис. 52.6. Види дефектів клепаання:

- a* – прогинання стрижня через великий діаметр отвору; *б* – прогинання деталей через малий діаметр отвору; *в* – отвір, просвердлений навскіс; *г* – вигинання утвореної головки; *р* – розтискання стрижня між деталями через слабке стискання; *д* – недотягнута головка через нещільну посадку; *е* – рвані краї головки через крихкий матеріал заклепки

Клепаання великогабаритних деталей здійснюють за допомогою пневматичних та електричних молотків. Значний обсяг клепаання виконують на спеціальних клепальних машинах, пневматичних і гідравлічних пресах. Клепальні машини виготовляють стаціонарними й переносними. Стаціонарні машини мають вищу продуктивність, але їхнім недоліком є те, що виріб треба переміщувати в міру клепаання, а за громіздких конструкцій де потребує спеціальних конвеєрів і додаткових площ.

52.2. З'єднання різбовими та витяжними заклепками

Різбові заклепки (рис. 52.7) подібні до витяжних тільки певними нюансами фіксації. Їх використовують, коли потрібно здійснити монтаж будь-якого виробу на метал, але товщини металу недостатньо, щоб нарізати різьбу, або неможливо підставити зі споду гайку. Конструктивно це невеликий порожнистий циліндр, у якому вже є різьба. Заклепку надійно фіксують на металевій або іншій заготовці, що надає можливість монтажу болта для фіксування будь-якого модуля.



Рис. 52.7. Конструкція різбової заклепки

Витяжні заклепки – різновид кріплення, за допомогою якого створюють нерознімне з'єднання деталей високої міцності. Їх застосовують для кріплення профільного листа й металочерепиці.

Витяжна заклепка складається з трубчастого корпусу й цільного стрижня, уставленого

всередину. Їх називають *складовими*, оскільки це дві незалежні частини. Таке кріплення є посиленним, адже після встановлення частина стрижня залишається всередині, що підвищує міцність і надійність з'єднання.

Витяжні заклепки розрізняють за розміром і типом матеріалу, з якого їх виготовляють.

Надзвичайно важливим фактором є *матеріал заклепки*. Вибір заклепок за матеріалом безпосередньо залежить від матеріалу з'єднуваних деталей та умов експлуатації виробу. Матеріалом виготовлення заклепок можуть бути: оцинкована сталь; алюміній (чистий алюміній і його варіанти: анодований, лакований); мідь (мідні заклепки застосовують для скріплення матеріалів із міді); мідно-нікелевий сплав – монель-метал (містить 70 % нікелю, 30 % міді); нержавіюча сталь (А2 – стійка до іржавіння, А4 – стійка до корозії та кислотного середовища, її застосовують у хімічній промисловості, або імпорتنі аналоги, наприклад DIN 7337). Нержавіюча сталь – один з найпоширеніших і найміцніших матеріалів.

Сучасні види витяжних заклепок виготовляють із різних матеріалів. Найпопулярнішими комбінаціями (поєднаннями) тіло – хвостовик є такі: сталь (оцинкована) – сталь (оцинкована), алюміній – сталь (оцинкована), алюміній – алюміній, алюміній – нержавіюча сталь, нержавіюча сталь – сталь (оцинкована), нержавіюча сталь – нержавіюча сталь, мідь – сталь (оцинкована), мідь – бронза, пластик – пластик.

Найкраще витяжні заклепки й з'єднувані виготовлені з одного металу. Це запобігає утворенню гальванічного процесу (прискорене руйнування більш активного металу) і продовжує термін експлуатації металів з'єднуваних деталей і самого з'єднання.

Стрижень, що входить в отвір, може бути як гладким, так і рифленим. Дрібні виступи зминаються в процесі монтажу (наприклад, від легкого удару молотком), що забезпечує слабкий і щільний натяг.

Витяжна заклепка має 2 елементи: стрижень і тіло заклепки (рис. 52.8). Через поєднання різних матеріалів такий вид кріплення вважають комбінованим.

Стрижень – витягнута деталь циліндричної форми з головкою. Його виготовляють із міцного дроту. Важливий конструкційний елемент на стрижні – потовщення, за допомогою якого дрот фіксують у тілі заклепки. Кінець стрижня зазвичай має форму затупленого конуса, але трапляються долотоподібні й точкові типи.

Тілом заклепки зазвичай називають корпус, гільзу, втулку або циліндр. Саме тіло є кріпильним елементом, який

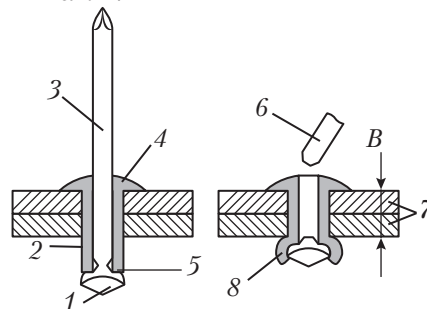


Рис. 52.8. Конструкція витяжної заклепки:

- 1 – головка стрижня; 2 – корпус;
- 3 – стрижень; 4 – бортик; 5 – місце відриву; 6 – відірваний стрижень;
- 7 – скріплюваний матеріал;
- 8 – замикальна головка;
- B – товщина пакета

виконує несучу функцію. Тіло складається з головки (бортика) і плоского порожнистого циліндра. За типом головки (бортика) заклепки бувають з високим, широким і потайним бортиками. *Широкий бортик*, як і *високий*, забезпечують здійснення міцного клепаного з'єднання. Такі кріплення видно збоку, вони утворюють «опуклості» на поверхні деталі. *Потайний бортик* забезпечує майже гладку поверхню в місці з'єднання, проте він менш надійний. Потайний бортик має рівну плоску поверхню завтовшки до 1 мм, у цьому випадку вставляють в кріпильний отвір основну масивну частину головки.

Заклепки ставлять рядами. Мінімальна відстань між сусідніми рядами має становити 4 діаметри заклепки, від краю листа до центра стрижня заклепки — не менше ніж 1,5 діаметра заклепки. Для кріплення профільних листів заклепки ставлять у виїмку, а не у хвилю.

Установлення витяжних заклепок здійснюють у кілька етапів. Спочатку роблять отвір, у який вставлятимуть вставку елемента. Майже всі типи заклепок установлюють у нішу з діаметром, на 10–15 % більшим за товщину стрижня. Щільність занурення не важлива. Їх заклепують в отвір так, щоб головка опинилася зі зворотного боку конструкції. *Різьбові заклепки* встановлюють за допомогою ручного клепальника. *Заклепки вибухового виду*, або *розпірні*, установлюють спеціальним клепальником (електричним або пістонним).

Розміри заклепок добирають з урахуванням товщини з'єднуваних металів (важливими є параметри закладної головки й діаметр стрижня). За діаметром стрижня визначають діаметр свердла, яке використовують для підготовки отворів у з'єднуваних деталях (*див. табл. 52.2; с. 235*). Орієнтовно діаметр заклепки визначають, подвоївши товщину з'єднуваних деталей. Довжина стрижня має становити не менш як 2 діаметри заклепки, причому виступна частина — не менше 1,25–1,5 діаметра.

Діаметр стрижня заклепки може бути від 1 до 36 мм, довжина — від 2 до 180 мм. Однак більший діаметр не гарантує міцнішого з'єднання. Має значення матеріал, з якого виготовлений стрижень, а також його тип (порожнистий чи суцільний).

Добираючи розмір заклепки, користуються правилом: $A + B = C$, де A — діаметр заклепки; B — товщина деталей; C — довжина заклепки.

Процес клепання проходить 2 етапи: підготовчий і власне установлення заклепки. Підготовка включає свердління отворів, а за потреби — зенкування під потайні головки. Потайні головки можуть бути з одного або з двох боків.

Для виконання клепання потрібно: вставити заклепку; стягнути з'єднувані деталі; сформувані за допомогою інструмента замикальну головку; перевернути й зачистити з'єднання.

Стрижень з міцного дроту розміщений у тілі заклепки. Цей готовий кріпильний виріб вставляють у клепальник (*рис. 52.9, а, б*). Інструмент підносять до підготовленого отвору, діаметр якого відповідає діаметру заклепки (*рис. 52.9, в, г*). Доклавши певні зусилля, стрижень проштовхують крізь трубку заклепки, а його міцна головка розвальцьовує (розплющує) тіло заклепки,

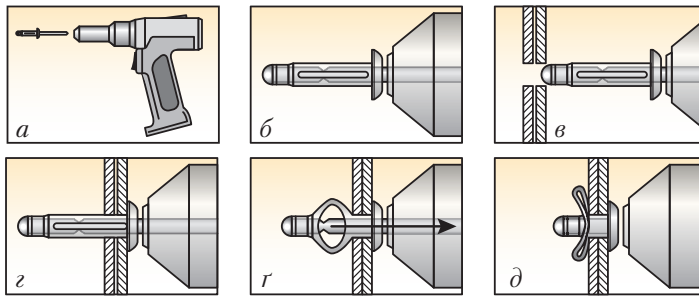


Рис. 52.9. Послідовність з'єднання витяжною заклепкою

допоки не нашттовхнеться на з'єднуваний матеріал (рис. 52.9, г). Зайву частину дроту відкушують клепальником.

Отже, тіло заклепки залишається розвальцьованим, заповнивши в отворі весь можливий простір (рис. 52.9, д). На встановлення кріплення потрібні лічені секунди.

Якщо раніше з'єднання заклепками виконували за допомогою громіздких інструментів, то нині, завдяки західним технологіям кріплення, з'явилися ручні клепальники.

Клепальник (рис. 52.10) — ручний важільний інструмент, який використовують для нерознімного кріплення і фіксування елементів із листових металів за допомогою заклепок. Він зручний і досить простий у застосуванні.

У момент установа цанговий механізм захоплює стрижень заклепки і, упираючись на широку головку тіла заклепки, витягує її на себе до упору; потім обриває залишок дроту. Під час роботи з клепальником не потрібний доступ до обох поверхонь з'єднаних деталей. Досить просвердлити в потрібному місці отвір, а потім зафіксувати заклепку. Завдяки цьому процес клепання швидкий і простий.

Клепальник має змінні головки, які відповідають типорозмірам заклепок. За допомогою плоскогубців можна замінити одну складову частину на іншу. Невикористані в певний момент роботи інші змінні насадки розміщені на корпусі ручного інструмента.

Для скріплення елементів у важкодоступних місцях передбачені поворотні головки, які роблять інструмент універсальним і незамінним.

За видом пристрою приводу клепальники бувають пневматичні, механічні (ручні), електричні, акумуляторні й пневмогідрравлічні. Найбільш затребувані пристрої з механічним приводом. Такі інструменти мають 2 модифікації виконання: одна передбачає роботу за допомогою однієї руки, інша — обох рук.

Для встановлення різьбових заклепок насамперед визначають тип металу, на який здійснюватиметься монтаж заклепки. Також потрібно знати діаметр болта або модуля, який фіксуватиме ця заклепка. Залежно від обраного діаметра добирають відповідну заклепку, вимірюють її зовнішній діаметр і



Рис. 52.10. Клепальник

добирають свердло, діаметр якого на $\frac{1}{10}$ перевищуватиме діаметр заклепки. Це необхідно для того, щоб заклепка легко встала на своє місце.

Дрилем свердлять метал у потрібному місці і кріпильний елемент устанавлюють на посадкове місце. Після цього добирають осердя клепальника, різьба якого підходить до встановлюваного елемента, і виконують зведення рукояток або обертання болта, щоб частина заклепки деформувалася та зафіксувалася в отворі.

Переваги з'єднань заклепками актуальні за дотримання певних умов устанавлення і вимог до кріплення: висока гідроізоляція і вібростійкість, завдяки чому заклепки використовують у корабельній авіабудуванні; можливість монтажу, навіть коли доступ до конструкції тільки з одного боку; висока міцність з'єднання тонколистових деталей; монтаж металопрофілю будь-якої складності у важкодоступних місцях; з'єднувані метали не зазнають великих навантажень, які можуть спричинити деформацію.

Запитання та завдання

1. Як виконують з'єднання за допомогою заклепок?
2. Як визначають довжину стрижня заклепки?
3. Назвіть види заклепок.
4. Яка будова витяжної заклепки?
5. З яких матеріалів виготовляють заклепки?
6. Які особливості будови різьбової заклепки?
7. Опишіть послідовність з'єднання витяжною заклепкою.
8. Які є види клепальників?
9. Назвіть переваги з'єднань заклепками.

Розділ 53. ПАЯНІ З'ЄДНАННЯ

53.1. Загальні відомості про паяні з'єднання

Паяння — технологічний процес отримання нерознімних з'єднань металів нагріванням до розплавлення більш легкоплавкого присаджувального металу — *припою*, що заповнює зазор між з'єднуваними деталями. Основний метал не плавлять, а нагрівають до температури плавлення припою. Завдяки цій особливості паяння використовують для з'єднання різнорідних металів.

До переваг паяння належать: незначне нагрівання з'єднуваних частин, що зберігає структуру й механічні властивості металу; чистота з'єднання, яка зазвичай не потребує подальшого оброблення; збереження розмірів і форми деталі; міцність з'єднання. Сучасні способи дають змогу паяти вуглецеві, леговані й нержавіючі сталі, кольорові метали та пластмаси.

Недоліком паяння є застосування переважно з'єднань унапуск і використання дефіцитних компонентів (срібло, олово, мідь тощо).

Розрізняють 2 види паяння: *високотемпературне* (температура плавлення припою вища за $550\text{ }^{\circ}\text{C}$) і *низькотемпературне* (температура плавлення припою нижча за $550\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Паяння здійснюють завдяки здатності припою змочувати поверхні з'єднаних деталей і проникати в них з утворенням тонкого шару припою, який забезпечує міцність і щільність паяного з'єднання.

Якість, міцність та експлуатаційна надійність паяного з'єднання насамперед залежать від правильного вибору припою. Не всі метали та сплави можуть бути припоями.

Припої (табл. 53.1, 53.2) випускають у формі дроту, дротиків, смуг, порошкового дроту, порошоків і пасти. Мідно-цинкові припої через підвищену крихкість поставляють у формі зерен різної грануляції: А — 0,2–3 мм; Б — 3–5 мм.

Таблиця 53.1

Припої для низькотемпературного паяння

Марка або склад	Застосування	Примітка
Олов'яно-свинцеві		
ПОС–90	Лудіння та паяння внутрішніх швів харчової та медичної апаратури	—
ПОС–61	Лудіння та паяння електрої радіоапаратури	Для паяння високогерметичних швів, що не допускають перегрівання
ПОС–40	Лудіння та паяння деталей з оцинкованого заліза, латуні й мідних проводів	—
ПОС–10	Лудіння та паяння контактних поверхонь електричних апаратів, приладів, реле	—
ПОСС _у – 4–6	Лудіння та паяння заліза, латуні, міді, свинцю	За наявності клепаних замкових швів, ум'ятин у кузовах автомашин
Олов'яно-цинкові		
Олово 45 %, цинк 50 %, алюміній 5 %	Паяння алюмінію	Паяні шви схильні до корозії

Таблиця 53.2

Припої для високотемпературного паяння

Марка або склад	Застосування	Примітка
Срібні		
ПСр–10	Паяння деталей, які піддають нагріванню до температури 800 °С	—
ПСр–12	Паяння міді й латуні з вмістом міді 58 %	—
ПСр–25	Паяння дрібних деталей	Для деталей, які потребують чистоти шва й високих пластичних властивостей

Марка або склад	Застосування	Примітка
ПС _р -45	Паяння відповідальних мідних і бронзових деталей	Для збереження високої електропровідності й пластичності шва
ПС _р -65	Паяння стрічкових пил	–
ПС _р -70	Паяння струмопровідних частин	–
Мідно-цинкові		
ПМц-36	Паяння латуні Л59, легованих латуней	–
ПМц-48	Паяння латуні Л62	–
ПМц-54, Л62	Паяння міді, бронзи, сталі	–
ЛОК62-06-04	Паяння деталей зі сталі й чавуну	–
Л63, Л68	Паяння вуглецевих сталей та міді	–
МЦН 48-10, ЛК 62-05, ЛОК 59-1-03	Паяння сірого чавуну	–
Мідно-фосфорні		
ПМФОЦ _р 6-4-0,03	Паяння міді і її сплавів	Замінник на основі срібла типу ПС _р -40 та ін.
Кремнемідноалюмінієві		
№ 34 (кремній 6 %, мідь 28 %, алюміній 66 %)	Для паяння алюмінію і його сплавів	Задовільна стійкість швів проти корозії

Покривання поверхні виробів тонким шаром припоїв на основі олова називають **лудінням**, а шар, який наносять, – *полудою*. Лудіння застосовують для підготовки деталей до паяння, а також для захисту виробів від корозії та окиснення.

Процес лудіння складається з підготовки поверхні, виготовлення полуди і її нанесення на поверхню. Перш ніж покривати поверхню припоєм, її обробляють щітками, шліфують, знежирюють і травлять. Хімічне знежирювання поверхонь здійснюють у водному розчині каустичної соди (на 1 л води 10 г соди).

Лудіння припоями на основі олова здійснюють зануренням у полуду (невеликі вироби) або розтиранням (великі вироби).

Лудіння зануренням здійснюють у чистій металевій посудині, до якої закладають, а потім розплавляють полуду, насипаючи на поверхню дрібні шматки деревного вугілля для запобігання окисненню. Виріб повільно занурюють у розплавлену полуду й тримають у ній до прогрівання, а потім виймають і швидко обтрушують. Залишки полуди знімають, протираючи ганчіркою, обсипаною порошкоподібним нашатирем. Потім виріб промивають у воді й сушать у тирсі.

Лудіння розтиранням виконують після попереднього нанесення на очищене місце волосяною щіткою або ганчіркою хлористого цинку. Потім поверхню виробу рівномірно нагрівають до температури плавлення полуди,

яку наносять дротиком. Обсипають ганчірку порошкоподібним нашатирем і розтирають нагріту поверхню так, щоб полуда розподілялася рівномірно. Після цього нагрівають і так само лудять інші місця.

Флюси (табл. 53.3; 53.4) — хімічно активні речовини, які застосовують для очищення поверхонь деталей від оксидів і забруднень, а також для запобігання утворенню оксидів у процесі паяння, зниження поверхневого натягу припою тощо.

Таблиця 53.3

Флюси для низькотемпературного паяння

Склад флюсу	Застосування
Каніфоль	Паяння міді і її сплавів
Хлористий цинк 25–30 %, хлористий амоній 5–20 % (нашатир), вода 50–70 %	Паяння заліза, сталі, міді, мідних сплавів
Насичений розчин хлористого цинку в соляній кислоті	Паяння нержавіючої сталі
Хлористий цинк 85 %, хлористий амоній 10 %, фтористий натрій 5 %	Паяння алюмінію

Таблиця 53.4

Флюси для високотемпературного паяння

Склад флюсу	Застосування	Примітка
Бура 100 %	Паяння міді, латуні, бронзи, сталі, чавуну	Припої мідно-цинкові й срібні
Бура 50 %, борна кислота 50 %	Паяння нержавіючої сталі	Флюс у стані пасти
Бура 40 %, борна кислота 40 %, сода 20 %	Паяння латуні та міді	Припої срібні
Борна кислота 50–60 %, вуглекислий літій 50–40 %	Паяння чавуну	Припої латунні
Борна кислота 55–45 %, калій фтористо-водневий 45–55 %	Паяння надтвердих сплавів і високовуглецевої інструментальної сталі	—
Борна кислота 80 %, бура, фтористий калій, літій 20 %	Паяння міді з нержавіючими сталями	Флюс у стані пасти
Фтористий натрій 8–10 %, хлористий барій 10–15 %, хлористий натрій 15–20 %, хлористий цинк 30–40 %, решта — хлористий кальцій	Паяння алюмінієвого лиття	Для паяння тріщин
№ 34	Паяння алюмінію	—

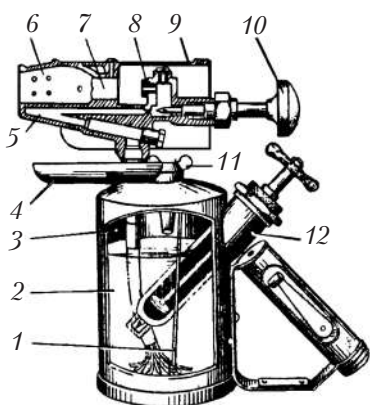


Рис. 53.1. Паяльна лампа:
 1 – запобіжний стрижень;
 2 – резервуар для палива;
 3 – повітряний простір;
 4 – нагрівальна ванночка
 (чашечка); 5 – канали
 змішувача; 6 – труба;
 7 – змішувальна труба;
 8 – сопло; 9 – захисний
 пристрій від вітру; 10 – вентиль;
 11 – кришка заливного отвору;
 12 – насос

Для нагрівання деталей, які паяють, і розплавлення припою використовують паяльні лампи та паяльники.

Паяльні лампи найчастіше використовують для паяння легкоплавкими припоями, але іноді застосовують і під час паяння тугоплавкими припоями з відносно невисокою температурою плавлення (наприклад, срібними). Паяльні лампи працюють на бензині, спирті або гасі. Газові лампи відрізняються від бензинових розміщенням змішувача (у газових лампах він знаходиться всередині труби, а в бензинових – зовні).

Паяльна лампа (рис. 53.1) складається із запобіжного стрижня 1, резервуара 2, у який через заливний отвір із кришкою 11 наливають паливо на $\frac{3}{4}$ об'єму, щоб залишився повітряний простір 3. Лампа має бути холодною.

Перед розпалюванням лампи вентиль 10 закривають, наливають у нагрівальну ванночку (чашечку) 4 паливо, запалюють його й підігривають канали змішувача 5. До моменту повного вигорання палива в чашечці треба відкачати повітря насосом 12 до резервуара, ледь відкрити вентиль 10 і паливо підніметься по каналах змішувача 5, де буде нагріватися й випаровуватися. Надійшовши по трубопроводу в сопло 8, паливо спалахує, концентрується в змішувальній трубі 7 і виходить із труби 6, яка має отвори для надходження свіжого повітря. Полум'я, що виникає, спрямовують на цеглини або кам'яну стінку на відстані 10–15 мм від торця труби 6. Це прискорює нагрівання та випаровування палива й появу синюватого полум'я. Після цього вентилем 10 регулюють інтенсивність горіння полум'я. Зверху паяльної лампи розміщений захисний пристрій від вітру 9.

Щоб погасити паяльну лампу, потрібно закрутити регульовальний вентиль і випустити повітря з резервуара, відкрутивши кришку заливного отвору 11.

Неправильна експлуатація паяльної лампи може призвести до нещасного випадку.

Основним інструментом для паяння є *паяльник*. За способом нагрівання їх поділяють на 2 групи: паяльники періодичного і безперервного (газові, бензинові) підігрівання. Застосовують також паяльники спеціального призначення: ультразвукові з генератором ультразвукової частоти (УП-21), з дуговим підігріванням, з вібруючими пристроями тощо.

Основне призначення паяльника полягає в нагріванні припою до розплавлення і нанесенні його на з'єднання, прогріванні металу в місці паяння та видаленні залишків розплавленого припою.

Паяльники періодичного підігрівання поділяють на *кутові*, або *молоткові* (рис. 53.2, а), і *прямі*, або *торцеві* (рис. 53.2, б). Це шматок міді 3 певної форми, закріплений на сталевому стрижні 2 з дерев'яною рукояткою 1 на кінці.

Паяльники безперервного підігрівання бувають газові й бензинові.

Газовий паяльник (рис. 53.3) складається з ацетиленокисневого пальника 4, до якого на стрижні 2 за допомогою хомутика 3 прикріплено мідну головку 1. Ніпелі 7 і 8 під шланги прикріплені до рукоятки 6. Кисень й ацетилен подають по шлангах ніпелів 7 і 8. Подавання до пальника ацетиленокисневої суміші регулюють за допомогою вентилів 5 і 9. Її запалюють на виході із сопла 10 і цим полум'ям нагрівають робочу частину паяльника.

Бензиновий паяльник (рис. 53.4) має мідну головку 1, яку безперервно підігріває полум'я бензинового пальника 2. Рукоятка 3 одночасно є резервуаром для бензину. Резервуар заповнюють неповністю, залишаючи трохи вільного простору. Після заповнення резервуара бензином міцно закручують вентиль на кінці рукоятки.

Заборонено заповнювати резервуар бензином поблизу вогню!

Електричні паяльники прості за конструкцією і зручні в користуванні. Під час паяння ними не утворюються шкідливі гази, що роз'їдають полуду на мідному стрижні; нагрівання здійснюється рівномірно за постійної температури, що значно підвищує якість паяння. Електропаяльники бувають *прямі* (рис. 53.5, а) і *кутові* (рис. 53.5, б).

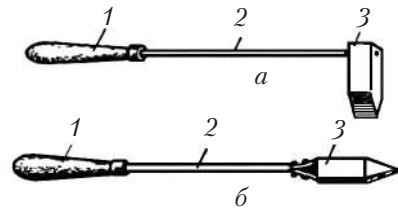


Рис. 53.2. Паяльники періодичного підігрівання:

- а – кутовий; б – прямий;
- 1 – рукоятка; 2 – стрижень;
- 3 – мідна головка

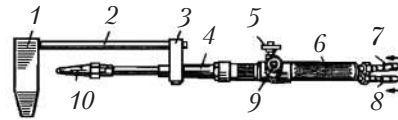


Рис. 53.3. Газовий паяльник безперервного підігрівання:

- 1 – мідна головка; 2 – стрижень;
- 3 – хомутик; 4 – пальник;
- 5 – кисневий вентиль; 6 – рукоятка; 7 – кисневий ніпель;
- 8 – ацетиленовий ніпель;
- 9 – ацетиленовий вентиль;
- 10 – сопло (мундштук)

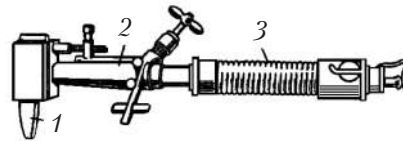


Рис. 53.4. Бензиновий паяльник безперервного підігрівання:

- 1 – мідна головка; 2 – бензиновий пальник; 3 – рукоятка

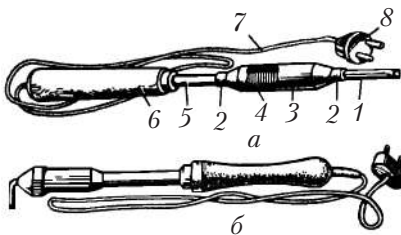


Рис. 53.5. Електричні паяльники:

- а – прямий: 1 – мідний стрижень (теплопередавач), 2 – хомутик, 3 – накладні боковини, 4 – нагрівальний елемент, 5 – сталева трубка, 6 – рукоятка, 7 – шнур, 8 – штепсельна вилка; б – кутовий

Технології паяння різних металів і сплавів мають свої особливості.

Процес паяння складається з таких етапів: підготовка виробу до паяння; підготовка паяльника; розплавлення припою (паяння); охолодження та очищення шва.

Під час *підготовки виробу до паяння* спочатку очищають поверхню від бруду, жирів, продуктів корозії та оксидних плівок, які дуже заважають розтіканню припою і його проникненню в шов. Для цього використовують наждачний папір, напилки, металеві щітки та шліфувальні круги.

Ефективним способом очищення є хімічне знежирювання в лужних ваннах і в органічних розчинниках (ацетон, бензол, скипидар, бензин, метиловий та етиловий спирт тощо).

Якщо оксидні плівки не видаляються знежирюванням, застосовують травлення у розчинах сірчаної, соляної, фосфорної та інших кислот. Ультразвукове очищення застосовують тоді, коли інші способи не забезпечують потрібну чистоту поверхні.

Підготовка паяльника полягає в доведенні робочої частини під кутом 30–40° й очищенні її від залишків окалини. Потім обушок паяльника нагрівають до температури 250–300 °С для паяння дрібних деталей і до 340–400 °С — для великих.

Для розплавлення припою нагрітій паяльник очищають від окалини зануренням у хлорид цинку, набирають із дротика 1–2 краплі припою і проводять паяльником по шматку нашатиру, допоки кінець паяльника не покриється рівним шаром припою. Після цього протравлюють місце паяння. Паяльник накладають на місце спаювання, трохи затримують його на одному місці для прогрівання деталі, потім повільно й рівномірно переміщують по лінії спаювання. Розплавлений припій стікає з паяльника і заповнює зазори шва (0,05–0,15 мм). Після завершення паяння зі шва знімають залишки припою, виріб промивають і висушують стисненим повітрям.

Паяння м'якими припоями буває кислотне й безкислотне. За *кислотного паяння* використовують хлористий цинк або технічну соляну кислоту; за *безкислотного* — каніфоль, стеарин, паяльну пасту тощо (які не містять кислот).

Паяння твердими припоями застосовують для виготовлення міцних і термостійких швів. Підігнані поверхні в місці паяння покривають флюсом, а на місце спаювання накладають припій. Потім деталь повільно охолоджують на повітрі (охолоджувати деталь у воді не можна, бо це послабить міцність з'єднання). У міру охолодження спаяні деталі промивають у воді, протирають сухими ганчірками й просушують. Шов зачищають наждачним папером або обпилюють напилком.

Робочі місця, призначені для виконання паяльних робіт і лудіння, необхідно обладнати місцевими витяжними пристроями.

53.2. Паяння газовим полум'ям

Перед паянням деталі очищають від бруду, окалини, оксидів і жиру.

Порошкові флюси насипають тонким шаром на кромки, причому часто застосовують попереднє підігрівання, щоб крупинки флюсу плавилися, прилипали до металу і їх не здувало полум'ям пальника. Порошкоподібний флюс

також наносять на кінець дротика припою. Пасту й розчини наносять помазками або змочують у них припої.

Під час паяння використовують з'єднання внапуск, стикові, з відбортовкою, втулочні, трубчасті та спеціальні.

Після очищення поверхні деталей лудять і закріплюють у пристосуваннях, установивши потрібний зазор. Використовують нормальне полум'я (з однаковим вмістом горючого газу й кисню), але можливе з невеликим надлишком горючого газу. Для мідно-цинкових припоїв використовують полум'я з надлишком кисню.

Потужність полум'я для паяння на 1 мм товщини: *вуглецевої сталі* – 100–200 л/год ацетилену, *нержавіючої сталі* – не більше 70 л/год ацетилену, *міді* – 150–200 л/год ацетилену, *латуні* – 100–120 л/год ацетилену.

Використовуючи гази-замінники, треба враховувати коефіцієнт заміни для відповідного газу й витрати кисню.

Деталі нагрівають *факелом полум'я* – зоною, що міститься на відстані 20–30 мм від торця мундштука пальника, аби не допустити перегрівання металу. Полум'я завжди направляють на деталь більшої товщини й теплопровідності (у разі паяння різнорідних матеріалів).

Діаметр або ширину припою добирають так, щоб його діаметр або площа перерізу дорівнювали від однієї до трьох товщин найтоншого елемента паяних деталей.

Після розплавлення флюсу розплавляють і припій за рахунок тепла нагрітих деталей, дотикаючись дротиком припою кромки деталі.

Паяння виконують, розплавляючи дротик його тертям об нагріту поверхню до заповнення зазору й утворення шва з періодичним набиранням флюсу кінцем припою.

Після паяння полум'я відводять убік і деталь повільно охолоджується. Шов очищають від флюсу промиванням у теплій воді, а флюси з бурою – травленням у 10%-му розчині сірчаної кислоти з подальшим промиванням водою та протиранням ганчіркою. За потреби проводять термооброблення виробу.

Запитання та завдання

1. Що називають *паянням*?
2. Назвіть види припоїв.
3. Для чого виконують лудіння?
4. Як виконують паяння газовим полум'ям?

Розділ 54. ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ

54.1. Загальні відомості про зварні з'єднання

Зварювання – процес отримання нерознімного з'єднання шляхом установлення міжатомних зв'язків між зварюваними частинами під час їхнього місцевого або загального нагрівання, пластичною деформацією або їхньою спільною дією.

Зварним з'єднанням називають нерознімне з'єднання, виконане зварюванням. Залежно від виду зварні з'єднання бувають *стикові, кутові, таврові, унапуск, торцеві й точкові*.

Зварні шви за видом зварного з'єднання та геометричними параметрами перерізу шва поділяють на стикові й кутові. *Стикові шви* використовують для виконання стикових, торцевих і відбортованих з'єднань; *кутові шви* – у таврових, кутових і з'єднаннях унапуск.

До основних геометричних параметрів зварного шва (рис. 54.1) належать: s – товщина зварюваного металу; e – ширина стикового шва; q – підсилення шва; h – глибина провару; t – товщина стикового шва ($t = h + q$); b – зазор між кромками; k – катет кутового шва; p – розрахункова висота кутового шва; a – товщина кутового шва.



Рис. 54.1. Основні геометричні параметри зварного шва:
а – стикового; б – кутового

Зварні шви класифікують (рис. 54.2):

за типом з'єднання – стикові (1), кутові (2), таврові (3), унапуск (4), торцеві (5);

за протяжністю – непереривчасті (6), переривчасті (7), переривчасті ланцюгові (8), переривчасті шахові (9);

за кількістю шарів – одношарові (10), багатошарові (11);

за формою зовнішньої поверхні – нормальні (12), увігнуті (13), випуклі (14);

за відношенням до навантажень – робочі стикові (15), кутові (16), флангові (17), лобові (18), комбіновані (19), косі (20), зв'язуючі (21);

за довжиною – короткі, до 300 мм (22), середні, до 1000 мм (23), довгі, понад 1000 мм (24);

за характером виконання – однобічні (25), двобічні (26);

за розміщенням у просторі – нижні (27), горизонтальні (28), вертикальні (29), стельові (30), «у човник» (31);

за конфігурацією – прямолінійні (32), криволінійні, або фігурні (33), кільцеві (34), кільцеві спіральні (35);

за способом утримування зварювальної ванни – у висячому положенні (36), на підкладці (37).

Зварюваність – це придатність матеріалів для виготовлення зварних конструкцій. Зварюваність вважають кращою, коли технологія зварювання є простою, широкі межі режимів зварювання, у швах немає тріщин, пор, неметалевих вкраплень та інших дефектів.

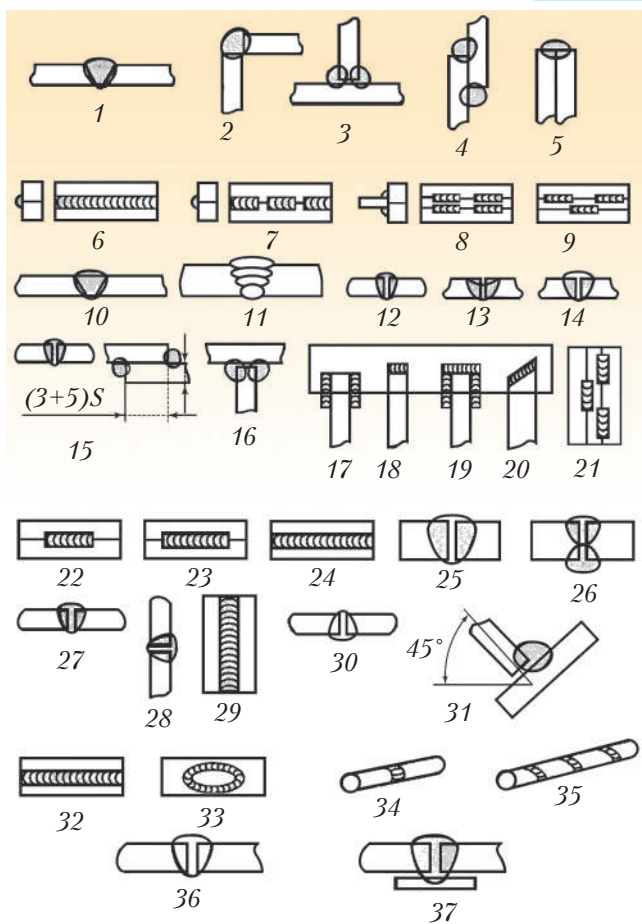


Рис. 54.2. Види зварних швів

Сталі за зварюваністю поділяють на 4 групи: добре зварювані сталі, задовільно зварювані сталі, обмежено зварювані сталі й погано зварювані сталі.

54.2. Газове зварювання

Газовим зварюванням називають спосіб з'єднання деталей плавленням, під час якого нагрівання здійснюють теплом високотемпературного газового полум'я.

Для забезпечення процесу газового зварювання необхідні кисень і горючі гази (ацетилен, водень, нафтові гази, природний газ), а також присаджувальні матеріали та за потреби флюси.

Для організації газозварювального поста потрібні: кисневий балон із редуктором; ацетиленовий генератор із запобіжним затвором або ацетиленовий балон із редуктором; гумові рукави (шланги) для подавання кисню та горючого газу в пальник або різак; зварювальні пальники з набором наконечників, для різання — різак з комплектом мундштуків і пристосувань для різання; присаджувальний дріт для зварювання, паяння та наплавлення; флюси, якщо вони потрібні для зварювання певного металу; зварювальний стіл і пристосування для складання;

приладдя для зварювання та різання: окуляри з темним склом, набір ключів, молоток, зубило, сталеві щітки, лінійка, кутник, рисувалка тощо; система вентиляції; протипожежні засоби; відро з водою для охолодження пальників; контейнер для відходів.

Зварювальним полум'ям називають полум'я, що утворюється під час згоряння горючого газу або парів рідини в кисні. Найчастіше використовують ацетиленокисневе полум'я, тому що воно має найвищу температуру (+3150 °С). У полум'ї розрізняють 3 зони: ядро, відновну зону й зону повного згоряння, або факел. Температура ядра становить +1000 °С. Відновна зона має найвищу температуру (+3150 °С) на відстані 3–6 мм від кінця ядра. Цією зоною полум'я здійснюють зварювання. Температура факела становить від +1200 до 2500 °С.

Залежно від співвідношення між киснем і ацетиленом розрізняють 3 види полум'я.

Нормальне полум'я теоретично отримують, коли в пальник на один об'єм кисню надходить один об'єм ацетилену. Його використовують для зварювання сталі.

Окиснювальне полум'я утворюється, коли в пальник на один об'єм ацетилену подається понад 1,3 об'єму кисню. Його використовують для зварювання латуні та паяння твердими припоями.

Навуглецьовувальне полум'я утворюється за надлишку ацетилену. Його використовують для зварювання чавуну й для наплавлення твердими сплавами. Потужність полум'я пропорційна товщині металу.

На практиці розрізняють 2 способи зварювання: лівий і правий. *Лівий спосіб* зварювання проводять справа наліво; полум'я направляють на ще не зварювані кромки, а присаджувальний дріт переміщують попереду полум'я. Цей спосіб використовують для зварювання тонких і легкоплавких металів. *Правий спосіб* зварювання проводять зліва направо; полум'я спрямовують на зварену ділянку шва, а присаджувальний дріт переміщують за пальником. Тепло розсіюється менше, тому кут розчищення кромки становить не 90°, а 60–70°, що зменшує кількість наплавленого металу та короблення. Правий спосіб доцільно використовувати для зварювання деталей завтовшки понад 5 мм і металів із високою теплопровідністю.

Підготовка деталей до зварювання полягає в очищенні, випрямлянні, розмічанні, різанні та складанні.

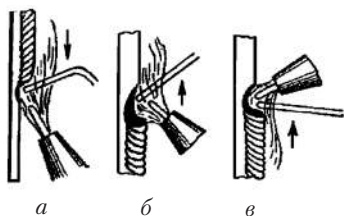


Рис. 54.3. Зварювання вертикальних швів:

а — зверху вниз; б, в — знизу вверх

Нижні шви зварювати легше, тому що метал під силою земного тяжіння скапує в *кратер* (заглиблення в металі шва під тиском полум'я) і не витікає із зварювальної ванни.

Вертикальні шви за малої товщини металу зварюють зверху вниз правим способом або лівим способом знизу вверх (рис. 54.3).

Горизонтальні шви (рис. 54.4, а) зварюють правим способом, тримаючи кінець присаджувального дроту зверху, а мундштук знизу.

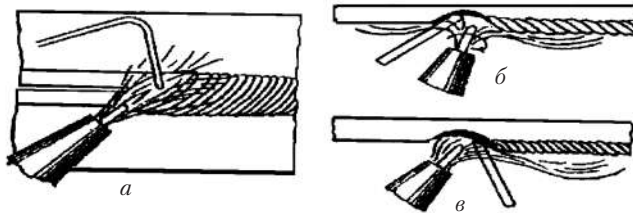


Рис. 54.4. Зварювання швів: *а* — горизонтальних; *б* — стельових лівим способом; *в* — стельових правим способом

Стельові шви (рис. 54.4, б, в) зварюють лівим і правим способами. Під час зварювання необхідно утримувати розплавлений метал від стікання вниз рухом пальника й тиском газів полум'я.

Газозварювальні роботи потрібно проводити на відстані не менше 10 м від пересувних генераторів, 5 м — від балонів і баків із рідким паливом, 1,5 м — від газопроводу.

54.3. Ручне дугове зварювання покритими електродами

Зварювання покритим електродом — дугове зварювання із застосуванням електродів із спеціальним покриттям, яке покращує запалювання і стабільне горіння дуги й захищає метал від впливу навколишнього середовища.

Для живлення зварювальних процесів (дуги) постійним струмом застосовують зварювальні випрямлячі, перетворювачі й генератори, а змінним струмом — зварювальні трансформатори.

Електричною дугою називають тривалий розряд електричного струму між двома електродами в іонізованій суміші газів і компонентів, які входять до складу покриття електродів і флюсів. Залежно від роду струму зварювальна дуга буває постійного і змінного струмів.

За **зварювання дугою постійного струму** розрізняють пряму і зворотну полярності. Для **прямої полярності** електрод (катод) необхідно під'єднати до негативної клеми джерела живлення, а виріб (анод) — до позитивної. У цьому разі більше тепла виділятиметься на виробі, тому пряму полярність використовують для зварювання товстих металів. За **зворотної полярності** катодна й анодна плями поміняються місцями, тобто катодом буде виріб, а анодом — електрод. Цю полярність використовують для зварювання тонких металів, щоб уникнути пропалів, і високолегованих сталей, щоб зменшити вигоряння легувальних елементів.

Коли зварюють **дугою змінного струму**, полярність змінюватиметься із частотою 50 Гц, тобто 100 разів за секунду. Під час переходу синусоїди струму через нульове значення дія струму в дузі припиняється, тому дуга змінного струму менш стійка порівняно з дугою постійного струму. Кількість тепла, що виділяється на електроді й виробі, під час зварювання змінним струмом буде однаковою.

Зварювальний пост — це робоче місце зварника, обладнане всім необхідним для виконання зварювальних робіт. Зварювальний пост укомплектовують джерелом живлення (трансформатор, випрямляч), зварювальними кабелями,

електродотримачем або пальником, пристосуваннями, інструментами й засобами захисту.

Для захисту очей та шкіри обличчя зварника від променів електричної дуги та бризок розплавленого металу застосовують *щитки* або *маски* із спеціальними світлофільтрами.

Електрод — металевий або неметалевий стрижень, призначений для підведення струму до зварювальної дуги.

Електроди бувають плавкі і неплавкі. *Плавкі електроди* виготовляють із сталі, чавуну, міді, алюмінію і їхніх сплавів; *неплавкі* — із вольфраму та його сплавів, вугілля і графіту. Плавкі електроди одночасно є і присаджувальним матеріалом. Неплавкі електроди тільки підводять зварювальний струм до дуги, а присаджувальний метал за потреби подають окремо.

Для ручного дугового зварювання та наплавлення сталей, чавунів, кольорових металів і сплавів використовують *покриті електроди*. Це металеві стрижні круглого перерізу різного діаметра з нанесеним на них покриттям, які під час зварювання плавляться. Покриття призначене для стабілізації горіння дуги, захисту зварювальної ванни від повітря, легування та розкиснення металу.

Режими зварювання — сукупність різних факторів зварювального процесу, які забезпечують стійке горіння дуги й отримання швів заданих розмірів, форми і якості. До таких факторів належать: діаметр електрода, сила зварювального струму, тип і марка електрода, напруга на зварювальній дузі, рід і полярність зварювального струму, швидкість зварювання, розміщення шва в просторі, попереднє підігрівання та наступна термічна обробка.

Для *запалювання дуги* застосовують 2 способи: *впритул* — короткочасним дотиком кінця електрода до поверхні виробу й прямим відривом електрода після короткого замикання; *чирканням* — рухом кінця електрода як сірником.

Стикові з'єднання без скосу кромки зварюють однією швами за товщини металу 4 мм. Листи без скосу кромки завтовшки 4–8 мм зварюють двобічним швом. Метал понад 8 мм зварюють із розчищенням кромки.

Залежно від товщини металу шви виконують одно- й багатошаровими, багатопрохідними.

Куткові шви зварюють похилим електродом і «у човник».

Для виготовлення відповідальних виробів застосовують куткові шви з однією або двобічним скосом кромки.

За розміщенням швів у просторі в момент їхнього виконання розрізняють нижні, горизонтальні, вертикальні та стельові шви.

Нижні шви найзручніші для зварювання, тому що краплі електродного металу під впливом власної маси легко переходять у зварювальну ванну; крім того, зварнику зручно спостерігати за процесом зварювання.

Вертикальні шви зварюють знизу вгору і зверху вниз. Тому під час вертикального зварювання зварювальний струм зменшують на 10–15 % порівняно зі зварюванням у нижньому положенні, а діаметр електрода не повинен перевищувати 4–5 мм. Щоб метал не витікав із зварювальної ванни, потрібно підтримувати дуже коротку дугу (рис. 54.5).

Горизонтальні шви (на вертикальній площині) зварювати складніше, ніж вертикальні. Тому зварювання ведуть короткою дугою та електродами діаметром до 4–5 мм. Сила зварювального струму зменшується на 10–15 % порівняно з нижнім положенням (рис. 54.6).

Стельові шви зварювати найважче. Труднощів можна уникнути, зменшуючи силу зварювального струму на 15–20 % порівняно з нижнім положенням; для цього використовують електроди діаметром до

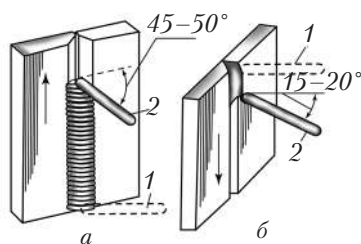


Рис. 54.5. Зварювання вертикальних швів:
а – знизу вгору; б – зверху вниз

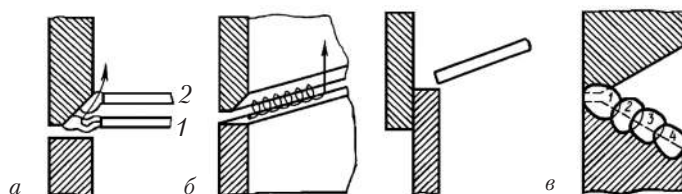


Рис. 54.6. Зварювання горизонтальних швів:

а – стикового з'єднання із скосом однієї кромки: 1 і 2 – послідовність руху електродів; б – з'єднання внапуск; в – стикового з'єднання із скосом двох кромок: 1–4 – порядок накладання швів

4 мм. Основною умовою отримання якісного шва є підтримування дуже короткої дуги шляхом періодичних замикань електрода з металом зварювальної ванни (рис. 54.7).

54.4. Зварювання в захисних газах

Зварювання в захисному газі — це дугове зварювання, за якого у зварювальний простір подають газ (вуглекислий газ, аргон, гелій) для захисту дуги та зварювальної ванни від зовнішнього середовища. Зварювання здійснюють плавкими і неплавкими електродами.

Захисні гази призначені для захисту зварювальної дуги й ванни від шкідливого впливу навколишнього середовища. Як захисні гази використовують інертні й активні гази, а також їхні суміші.

До **інертних захисних газів** належать аргон і гелій. Вони хімічно не взаємодіють із металом і не розчиняються в ньому та забезпечують захист дуги й металу шва від повітря.

До **активних захисних газів** належать вуглекислий газ, азот, водень та ін. Вони хімічно взаємодіють із зварюваним матеріалом і розчиняються в ньому.

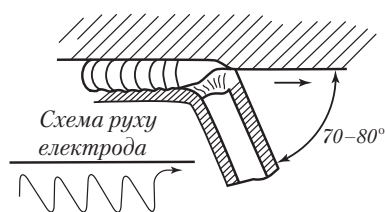


Рис. 54.7. Зварювання стельових швів

Під час використання вуглекислоти можуть виникнути перепади тиску, що призводить до утворення «сухого льоду». Для запобігання цьому явищу між балоном і редуктором установлюють підігрівач.

Зварювання неплавким (вольфрамовим) електродом (рис. 54.8) здійснюють на постійному струмі прямої полярності. Це забезпечує стабільність зварювальної дуги, незначні витрати вольфрамового електрода й можливість зварювання на великих струмах. Дуга зворотної полярності добре очищає поверхню металу, який зварюють, від оксидів і забруднень. Змінний струм використовують для зварювання алюмінію, магнію, берилію і їхніх сплавів. Він руйнує оксидні плівки, що утворюються на поверхні цих металів.

Зварювання плавким електродом на постійному струмі зворотної полярності забезпечує високу стабільність зварювальної дуги.

Установки для напівавтоматичного зварювання (рис. 54.9) складаються з балона з редуктором, механізму подачі електродного дроту, газопідвідного шланга, пальника (електродотримача) і джерела живлення.

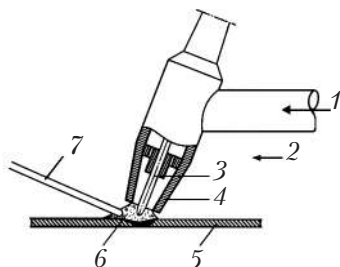


Рис. 54.8. Схема зварювання неплавким електродом:

- 1 — подавання зварювального струму, захисного газу, охолоджувальної рідини;
- 2 — напрямок зварювання;
- 3 — неплавкий електрод;
- 4 — наконечник пальника;
- 5 — основний метал;
- 6 — захисний газ;
- 7 — присаджувальний дріт

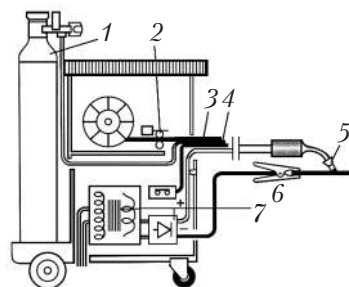


Рис. 54.9. Установка для напівавтоматичного зварювання в захисному газі:

- 1 — балон із захисним газом;
- 2 — механізм подавання електродного дроту з регулятором швидкості;
- 3 — електродний дріт;
- 4 — газопровід;
- 5 — пальник;
- 6 — заземлення основного металу;
- 7 — джерело живлення

Відстань між мундштуком пальника та поверхнею металу має становити 8–10 мм.

Перед початком зварювання потрібно включити газ і зачекати кілька секунд, щоб із шлангів повністю вийшло повітря. Потім обдути місце зварювання захисним газом. Наприкінці процесу заварюють кратер, виключають подачу дроту та зварювальний струм, на 1–2 с затримують пальник над кратером, щоб захистити метал зварювальної ванни від окиснення, а потім забирають пальник від місця зварювання.

Запитання та завдання

1. Які є види зварювання?
2. Як класифікують зварні шви та з'єднання?
3. Які особливості дугового зварювання?

4. Як виконують газове зварювання?
5. Назвіть способи запалювання дуги покритим електродом.
6. Охарактеризуйте будову зварювального напівавтомата.

Розділ 55. ОСОБЛИВОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ ЗВАРЮВАННЯ

55.1. Плазмове зварювання

Плазмове зварювання — зварювання плавленням, за якого деталі, що з'єднуються, нагріває плазмова дуга, стиснена струменем газу (аргоном, гелієм, воднем і їхніми сумішами). Його особливістю є висока температура (10 000–30 000 °С) стовпа дуги. Унаслідок стискання та великої густини струму матерія переходить у четвертий агрегатний стан, який називають *плазмою*.

Плазма являє собою оголені ядра атомів і відірвані від них електрони. Розрізняють 2 *види дугової плазми*: плазма, виділена із стовпа дуги (рис. 55.1, а), і плазма, яка збігається зі стовпом дуги (рис. 55.1, б). Відповідно є 2 види зварювальних пальників — **плазмотронів**. У плазмотронах із плазмою, виділеною із стовпа дуги, дуга горить між неплавким вольфрамовим електродом, що є катодом, і охолоджуванім водою соплом. У цьому випадку плазмова дуга є незалежною від виробу, тому що виріб не під'єднаний до зварювального кола. У плазмотронах із плазмою, яка збігається зі стовпом дуги, дуга горить між вольфрамовим електродом (катод) і виробом, що під'єднаний до позитивного полюса джерела струму.

Електрод перед зварюванням загострюють на конус під кутом 28–30 °С. Довжина конуса має становити 5–6 діаметрів електрода. Конус притуплюють із діаметром 0,2–0,5 мм. Електрод установлюють так, щоб його вісь збігалася з віссю плазмотворювальної насадки. Для зварювання використовують *плазмотворювальні гази*: аргон і його суміші з воднем і гелієм та *захисні гази*: суміш аргону з 5–8 % водню — для зварювання легованих сталей, міді й нікелю та вуглекислий газ — для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей.

Кромки деталей перед зварюванням зачищають щітками від бруду й масла на ширину 30 мм і обезжирюють розчином. Стики складають без зазорів. Максимальний зазор не повинен перевищувати 1,5 мм. Прихватки викону-

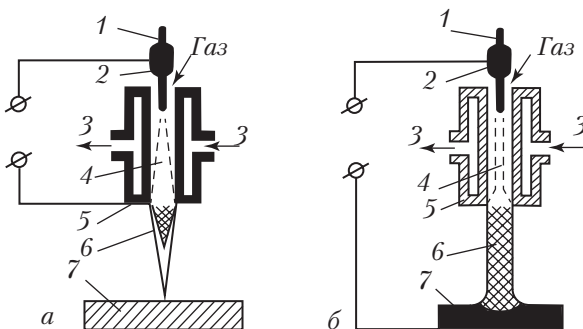


Рис 55.1. Схема устаткування плазмового зварювання:
 а — плазмою, виділеною із стовпа дуги; б — плазмою, яка збігається зі стовпом дуги;
 1 — вольфрамовий електрод;
 2 — струмопідвідний мундштук;
 3 — охолоджувальна вода; 4 — стовп дуги; 5 — мідне сопло; 6 — плазмовий струмінь (дуга); 7 — основний метал

ють покритими електродами, аргано-дуговим або ручним плазмовим зварюванням.

Плазмові зварювання проводять на постійному струмі прямої полярності. Щоб шов набув потрібної форми, для зварювання використовують присаджувальний метал діаметром не менше за 1,5 мм. У процесі зварювання пальнику й дроту надають коливальних рухів з амплітудою 2–4 мм. До того ж кінець присадки має завжди знаходитись у зоні захисного газу.

Плазмові зварювання використовують для стикових з'єднань завтовшки до 10–15 мм без розчищення кромки. За більшої товщини з'єднання виконують V- або U-подібний скіс кромки з кутом розкриття 30° і притупленням 7–10 мм.

Плазмовою дугою можна зварювати з'єднання завтовшки 0,1 мм і менше. У цьому випадку вже за сили струму 1 А утворюється плазмова дуга, яка має голчасту форму. Плазмотрони для зварювання тонких матеріалів розраховані на силу струму до 7 А.

Дугову плазму використовують для зварювання, різання і наплавлення металів. Зварювання може бути ручне, напівавтоматичне й автоматичне.

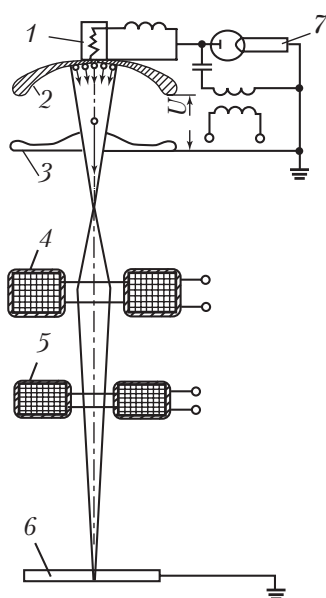


Рис. 55.2. Схема електронної гармати:

- 1 – катодна спіраль;
- 2 – фокусувальна головка катода; 3 – перший анод з отвором; 4 – фокусувальна магнітна котушка для регулювання діаметра плями нагрівання на виробі;
- 5 – магнітна система відхилення променя; 6 – зварюваний виріб;
- 7 – високовольтне джерело постійного струму для живлення катода;
- U – електрична напруга

55.2. Електронно-променеве зварювання

Електронно-променеве зварювання – зварювання, під час якого кромки з'єднуваних частин розплавляють пучком прискорених електронів.

Електронний промінь отримують у вакуумному пристрої – **електронній гарматі** (рис. 55.2). У вакуумі з розжареного катода виділяються електрони, які рухаються до анода – зварюваної деталі. Електричне поле, створюване спеціальним пристроєм, прискорює ці електрони, і вони набирають значної швидкості й енергії. Щоб отримати електронний промінь, електрони фокусують магнітним полем, створюваним спеціальним пристроєм. Сфокусовані в щільний пучок електрони, ударяючись у зварювані деталі, віддають їм свою енергію, яка плавить і зварює метал. Вакуум усередині камери потрібний для того, щоб енергія електронів не витрачалася на іонізацію газу в камері й отриманий шов не мав газових вкраплень. Високий вакуум (10^{-4} мм рт. ст.) створюють насосною системою зварювальної установки.

Електронний промінь подають безперервно або імпульсами за допомогою переривника, який умикають у коло живлення керуючого електрода. Густина енергії променя регулюють зміною напруженості магнітного поля фокусувальної лінзи, що дає змогу керувати температурою нагрівання матеріалу.

Теплова потужність електронного променя в тисячі разів більша за потужність звичайної зварювальної дуги. Це забезпечує високу швидкість зварювання, вузькі та глибокі шви, малу пришовну зону й низькі деформації.

Електронно-променеве зварювання застосовують в електронній та атомній промисловості, у літако- й ракетобудуванні: виготовляють зварні шестірні, різальні інструменти, відповідальні будівельні конструкції (балки, колони), вузли парогенераторів і двигунів внутрішнього згорання. Цим способом зварюють тугоплавкі (тантал, ніобій, вольфрам, молібден) і легкоокиснювані (цирконій, берилій, титан, алюміній, магній) метали і їхні сплави.

55.3. Лазерне зварювання

Лазерне зварювання — зварювання плавленням, за якого джерелом тепла для розплавлення частин з'єднання є енергія світлового променя, отримана від оптичного квантового генератора — **лазера** (рис. 55.3).

Лазери бувають таких типів: *твердотільні, газові, рідкі й напівпровідникові*. Лазерна установка складається із джерела світла високої інтенсивності, умонтованого всередині камери рубінового стрижня, зокрема з рожевим рубіном, який містить оксид алюмінію з домішкою хрому до 0,05 %. На кінцях рубінового стрижня є паралельні дзеркала: одне дзеркало з відбивною здатністю 100 %, друге — меншою за 100 % з отвором для виходу променя.

Під час роботи рубіновий стрижень поглинає біле світло високої інтенсивності, доки не досягне максимального насичення. Потім із нього починають випромінюватися короткі імпульси нової енергії у вигляді червоного світла крізь отвори в частково відбивному дзеркалі. Після кожного випромінювання енергія в стрижні зменшується і цикл знову повторяється. Кожний цикл триває мікросекунди. Хвиля випромінюваного променя може збігатися із хвилею падаючого світла білого кольору, підсилюючи випромінювання. Таке підсилення за допомогою примусового випромінювання має назву «лазер».

Для охолодження лазерної установки використовують рідкі гази — азот і гелій. Промінь лазера фокусують оптичною лінзою у пляму діаметром від 0,01 до 0,1 мм. Густина теплової енергії не зменшується, незалежно від того, що знаходиться на шляху променя — повітря, інертний газ, скло, вакуум чи інші прозорі речовини.

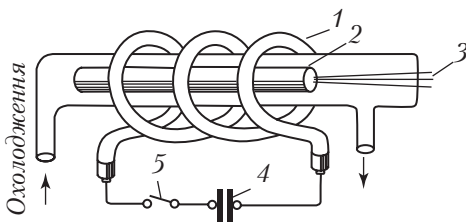


Рис. 55.3. Схема устаткування лазерного зварювання:

- 1 — газорозрядна лампа з кварцової трубки;
- 2 — рубіновий стрижень;
- 3 — світловий промінь; 4 — високовольтний конденсатор; 5 — вимикач

Лазерне зварювання має такі переваги: низьке поглинання виробом теплової енергії, завдяки чому зменшується зона термічного впливу; висока густина енергії уможлиблює з'єднання різномірних металів; шов формується за тисячні частки секунди, що позитивно впливає на хімічний склад зварюваних металів; можливість автоматизації процесу зварювання.

Широко використовують лазерне різання металів із піддуванням повітря, кисню або аргону. Лазером ріжуть низьковуглецеві сталі завтовшки до 10 мм, леговані сталі до 6 мм, нікелеві сплави до 5 мм, тантал і ніобій — до 3 мм, а також дерево, скло, кераміку, азбоцемент і гуму.

55.4. Термітне зварювання

Термітне зварювання (рис. 55.4) — вид зварювання плавленням із використанням *терміту* — порошкової суміші алюмінію з окалиною. Алюміній в окалині згорає:

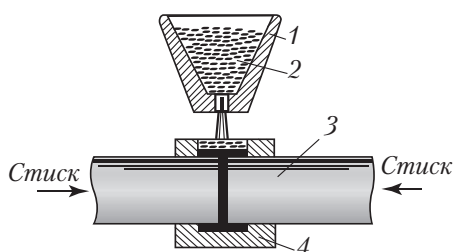


Рис. 55.4. Термітне зварювання:

1 — тигель; 2 — термітна суміш;

3 — кінці рейок; 4 — вогнетривка форма

Алюмінієвий терміт широко використовують для зварювання рейок на трамвайних і залізничних коліях, стрижнів і валів великого діаметра. Крім алюмінієвого, застосовують також магнієвий терміт, наприклад для зварювання сталевих проводів зв'язку, причому зварювані кінці не оплавляються і зварювання відбувається в пластичному стані під час стискання. За цього виду зварювання використовують спеціальні тиглі

для спалювання терміту. Термітну суміш підпалюють спеціальними термічними сірниками (магнієвий терміт). Суміш горить завдяки кисню окалини й не потребує кисню повітря. Горіння відбувається рівномірно, без вибухів, температура сягає 3000 °С і вище. У тиглі від згоряння терміту утворюються розплавлений метал і шлак, їх через отвір на дні тигля виливають у заформоване й попередньо нагріте місце зварювання. Розплавлений метал підігріває кромки металу до розплавлення і після охолодження утворює шов. Рознімну форму знімають, а шлак зачищають. Щоб збільшити кількість наплавленого металу, у терміт додають до 50 % сталевий стружки та цвяхів, а для легування — феросплави.

Для з'єднання рейок їх складають із зазором і вміщують кінці в рознімну вогнетривку форму, після чого з тигля заливають рідкий терміт. Після розігрівання торців рейок їх стискають спеціальним пресом. У цьому випадку термітне зварювання класифікують як зварювання плавленням із застосуванням тиску.

55.5. Контактне зварювання

Контактне зварювання — основний вид зварювання термомеханічного класу, за якого нагрівання металу проходить унаслідок виділення тепла в зоні контакту зварюваних деталей під час пропускання крізь них високого зварю-

вального струму. Під час проходження струму в місці дотику деталей виникає високий електричний опір і виділяється тепло, яке нагріває метал до пластичного стану. Після цього деталі стискають і утворюється нерознімне з'єднання. Способами контактного зварювання є стикове, точкове й шовне (рис. 55.5).

Під час **стикового зварювання** (рис. 55.5, а) деталі закріплюють у затискачах і пропускають струм від трансформатора, зближуючи кінці деталей. У площині дотику деталі швидко нагріваються до зварювальної температури. Струм вимикають, а деталі стискають. Цим способом зварюють рейки, труби, стрижні, свердла, ланцюги, різці тощо.

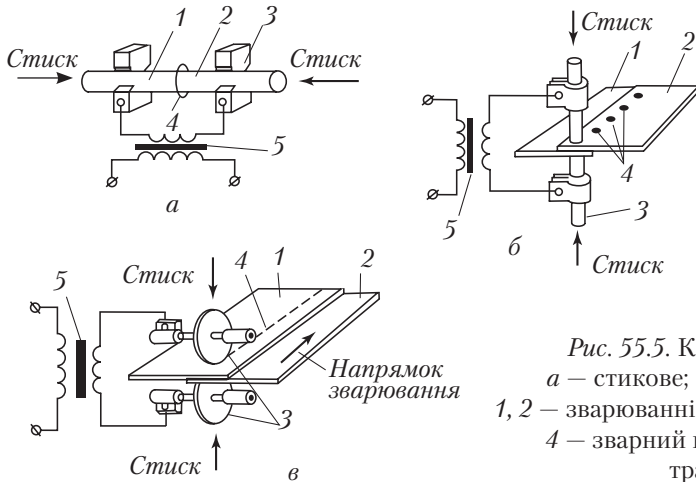


Рис. 55.5. Контактне зварювання:
а – стикове; б – точкове; в – шовне;
1, 2 – зварювані деталі; 3 – мідні електроди;
4 – зварний шов; 5 – зварювальний трансформатор

Є 2 способи стикового зварювання: *зварювання опором*, за якого торці деталей нагрівають до пластичного стану, а потім стискають; *зварювання оплавленням*, коли поверхні торців доводять до стану плавлення, після чого їх стискають. Розрізняють зварювання *безперервним* і *перервним* (імпульсним) *оплавленням*, а також *оплавленням із підігріванням*.

Для захисту металу від взаємодії з газами під час стикового зварювання хімічно активних металів використовують захисні інертні гази. Проблемою стикового зварювання є потреба у видаленні *задирок* – металу, що видавлюється внаслідок стиснення. Їх зачищають вручну або механічним способом одразу після зварювання.

Під час **точкового зварювання** (рис. 55.5, б) листи з'єднують унапуск і затискають між мідними електродми, через які пропускають струм від трансформатора. Метал у точці дотику дуже нагрівається внаслідок підвищення опору під час проходження струму (0,01–0,5 с). Потім струм вимикають і деталі стискають за допомогою спеціального механізму.

Для виготовлення багатьох конструкцій (вагонів, кузовів автомобілів та ін.) використовують різні способи точкового зварювання: *рельєфне* (пресо-ве), *автоматичне багатоточкове*, *однобічне точкове* тощо.

Точкове зварювання проводять на м'яких і жорстких режимах. Для *м'якого режиму* характерні відносно мала густина струму (70–160 А/мм²), велика

тривалість циклу (0,5–3 с) за порівняно низького тиску (15–40 МПа); за *жорсткого режиму* густина струму становить 160–360 А/мм², тривалість зварювання – 0,2–1,5 с і тиск – до 150 МПа. М'які режими застосовують для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей, а жорсткі – для корозійностійких сталей, алюмінію та мідних сплавів.

Шовне зварювання (рис. 55.5, в; с. 259) здійснюють на шовних зварювальних машинах, де замість стрижневих електродів використовують ролики. Під час зварювання листів утворюється суцільний шов. За допомогою дискових роликів передається зусилля до деталей, подається струм і переміщуються деталі.

Використовують такі способи шовного зварювання: *безперервне, перервне з безперервним обертанням роликів, перервне з періодичним обертанням роликів*. Шовне зварювання застосовують під час виготовлення місткостей із товщиною стінки 0,3–3 мм, де необхідна герметичність швів.

Недоліком контактного зварювання є значна короткочасна потужність, яка споживається від живильної мережі в момент зварювання. Для накопичення запасної енергії застосовують електростатичний, або конденсаторний, електромагнітний, інерційний та акумуляторний способи.

Для контактного зварювання використовують спеціальні машини, які складаються із зварювального трансформатора, переривача зварювального струму, регулятора струму первинного кола трансформатора, струмопідвідних пристроїв, а також механізмів для створення потрібного тиску під час стискання деталей.

55.6. Дифузійне зварювання

Дифузійне зварювання – зварювання тисненням із нагріванням, спільна дія яких достатня для взаємної дифузії твердих частинок металів під час дотику їхніх поверхонь після стискання. *Дифузія* – це проникнення молекул

однієї речовини (газу, рідини, твердого тіла) в іншу. Рух молекул зумовлений нагріванням зварюваних металевих частин. Щоб уникнути окиснення зварюваних поверхонь і підсилення дифузії, зварювання здійснюють у вакуумі. Для нагрівання використовують контактний або індукційний нагрівач.

Установка для дифузійного зварювання (рис. 55.6) складається з мідної охолоджуваної камери 1, усередині якої розміщені пристрій для кріплення зварюваних деталей 2 і молібденовий нагрівач або індуктор 3. Через сальник 4 камери проходить шток 5, який передає на деталі 2 стискальне зусилля від навантажувального пристосування 6 або від гідравлічного пристрою, який допускає в широких межах зміну питомого тиску під час зварювання.

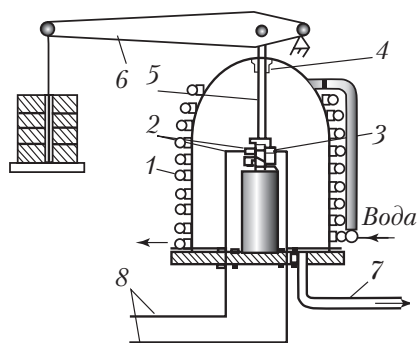


Рис. 55.6. Схема установки для дифузійного зварювання:
1 – камера; 2 – зварювані деталі;
3 – нагрівач або індуктор;
4 – сальник камери;
5 – шток; 6 – навантажувальне пристосування; 7 – трубка;
8 – проводи

Деталі нагрівають у вакуумі за залишкового тиску $10^{-3} \dots 10^{-5}$ мм рт. ст. під камерою 1 або в контрольованому середовищі водню, аргону, гелію чи вуглекислого газу, якими заповнюють камеру 1. За таких умов вільний кисень, який може окиснювати поверхні зварюваних деталей, відсутній. Трубка 7 з'єднує камеру 1 з вакуумним насосом або балоном із захисним газом. Проводи 8 з'єднують індуктор 3 із джерелом струму.

Питомий тиск під час зварювання становить від 0,03 до 1,0 МПа залежно від температури зварювання і роду зварюваних матеріалів. Перед зварюванням поверхні деталей очищають від бруду, жиру, фарб, вологи й оксидної плівки точінням, поліруванням або протиранням хлористим вуглецем. Температуру нагрівання задають електронним терморегулятором, а час зварювання — електронним реле часу.

Зростання тиску від 0,05 до 0,2 МПа призводить до збільшення дифузії і підвищення міцності зварного з'єднання. За надто високого тиску кристалічні ґратки металів спотворюються і міцність шва зменшується.

Зі збільшенням температури нагрівання з 800 до 1100 °С міцність зварного з'єднання підвищується, а подальше зростання температури призводить до зменшення його міцності.

Збільшення вакууму й часу зварювання підвищує міцність з'єднання. Тривалий час витримування знижує міцність з'єднання через ріст зерен у металі.

Дифузійне зварювання використовують для з'єднання однорідних і різно-рідних металів, сплавів і різнорідних матеріалів, зокрема тугоплавких (наприклад, мідь із молібденом, вольфрамом, ренієм; сталь із чавуном, алюмінієм, вольфрамом, титаном, металокерамікою, графітом, склом; цирконій із латунями). Цей вид зварювання застосовують для отримання високоточних виробів і виробів, які працюють у складних умовах, деталей із великою різницею коефіцієнтів лінійного розширення, а також для з'єднання матеріалів, які не піддаються зварюванню плавленням.

55.7. Дугопресове зварювання в магнітному полі (обертовою дугою)

Дугопресове зварювання — вид зварювання, що ґрунтується на використанні тепла електричної дуги, яка переміщається по колу вздовж стика за допомогою обертового магнітного поля. Магнітні поля створюють котушки електромагніта. Унаслідок взаємодії магнітного поля зі струмом дуги вона крутиться з великою швидкістю по колу кромки, утворюючи суцільне кільце дугової плазми. Кромки швидко нагріваються до оплавлення і під час стискання зварюються. Рідкий метал і шлаки витискаються назовні, завдяки цьому утворюється високоякісне зварне з'єднання. Зварювання виконують постійним струмом.

Застосовують 2 способи зварювання обертовою дугою. За першого способу (рис. 55.7, а; с. 262) дуга збуджується між торцями кромок труб і після їхнього оплавлення труби стискаються; за другого (рис. 55.7, б; с. 262) дуга горить між стиками труб і внутрішньою поверхнею мідного сопла, яке охолоджується

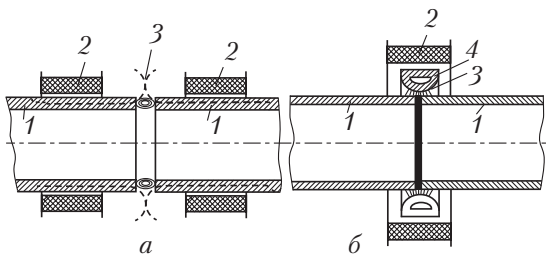


Рис. 55.7. Зварювання труб обертовою дугою:

а – дугою, яка горить між торцями кромки; *б* – дугою, яка горить між кромками й мідним кільцем; 1 – кінці труб; 2 – котушка електромагніта; 3 – зварювальна дуга; 4 – мідне кільце

водою. У разі щільного складання без зазорів стискання труб не потрібне. Цей спосіб використовують для зварювання неповоротних стиків труб.

55.8. Індукційне зварювання

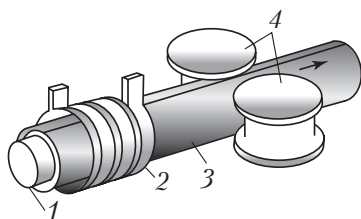


Рис. 55.8. Схема індукційного зварювання:
1 – феритове осердя; 2 – високочастотний індуктор; 3 – заготовка труби;
4 – обтискні ролики

Індукційне зварювання – вид зварювання, що ґрунтується на розігріванні струмами високої частоти торців деталей до пластичного стану з подальшим їх стисканням. Цим способом зварюють поздовжні шви труб (рис. 55.8) у процесі їхнього виготовлення на прокатних станах і наплавляють твердими сплавами різальні кромки інструментів (зуби бурових доліт і т. ін.).

Кромки труби, заформовані в обтискних роликах, безперервно нагрівають високочастотним індуктором до зварювальної температури, а потім стискають. Кромки зварюються, утворюючи шов.

Цей спосіб придатний для зварювання тонкостінних труб. Швидкість зварювання труби діаметром 50 мм із товщиною стінки 1,65 мм становить 45,5 м/хв. Для зварювання труб із низько- й середньовуглецевої сталі використовують струм частотою 4000–100 000 Гц, а для труб з алюмінію, латуні й нержавіючої сталі – 450 000 Гц. Для зварювання застосовують різні типи індукторів: багатовиткові, плоскі, петльові тощо. Щоб зменшити шунтування зварювального струму, через стінку труби всередину вводять феритове осердя.

55.9. Зварювання тертям

Зварювання тертям – один із видів зварювання плавленням. Цей спосіб зварювання (рис. 55.9) полягає в тому, що внаслідок тертя торця одного із зварюваних стрижнів об торець другого місце з'єднання нагрівається до пластичного стану. Наприклад, під час зварювання сталі торці деталей нагріваються до температури близько 1200 °С. Крім нагрівання, сили тертя руйнують поверхневі плівки оксидів. Унаслідок застосування осьового зусилля стрижні стискаються і з'єднуються. Для обертання та стискання зварюваних деталей використовують спеціальні верстати, які за своєю механічною схемою подібні до токарних. Одна деталь нерухома, а інша, притиснута до пер-

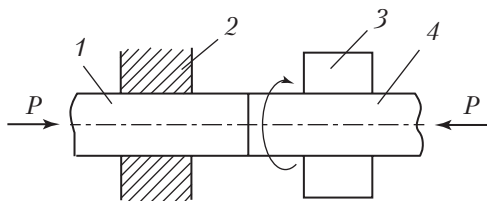


Рис. 55.9. Зварювання тертям:
1 – нерухомий стрижень; 2 – нерухомий затискач; 3 – обертовий патрон верстата; 4 – обертовий стрижень

шої, – обертається. Коли температура в стику досягає температури зварювання, тертя різко припиняється, а осьове зусилля зростає.

Зварювання тертям застосовують для з'єднання труб, стрижнів, різально-го інструменту (свердел, різців, розверток), деталей із різнорідних матеріалів (наприклад, алюмінію із сталями), а також різних деталей круглого перерізу із сталі, чавуну, латуні, міді й алюмінію.

55.10. Холодне зварювання

Холодне зварювання – один із видів зварювання тиском. Його здійснюють без нагрівання металу зовнішнім джерелом тепла, але з утворенням пластичної деформації в місці зварювання. Сутність цього виду зварювання полягає в тому, що атоми металу біля поверхні дотику з'єднаних частин під великим тиском зближуються приблизно на такі самі відстані, за яких вони перебувають усередині металу. Холодне зварювання може бути *точковим* (рис. 55.10), *стиковим* і *шовним*. Такому зварюванню піддають тільки пластичні матеріали: алюміній, мідь, свинець, цинк, титан, нікель і різнорідні метали: алюміній з міддю або свинцем, мідь із нікелем, латунню, нержавіючими сталями тощо.

Холодне зварювання широко застосовують в електротехнічній промисловості для з'єднання проводів і шин, армування контактних з'єднань спеціальними кліщами.

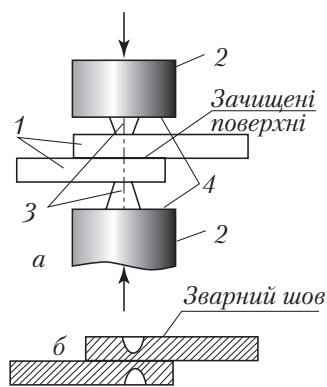


Рис. 55.10. Схема холодного зварювання:

- a – процес зварювання:
- 1 – зварювані деталі,
- 2 – пуанسونи,
- 3 – робочі частини пуансонів, 4 – опорні поверхні пуансонів;
- б – готове з'єднання

55.11. Зварювання вибухом

Зварювання вибухом – вид зварювання тиском, за якого з'єднання плоских поверхонь металевих заготовок утворюється внаслідок їхнього співудару під час вибуху заряду вибухової речовини (рис. 55.11; с. 264). Цей спосіб зварювання ґрунтується на впливі направленого короткочасного надвисокого тиску на зварювані деталі. Одну із зварюваних деталей (пластину) кладуть на жорстку основу, а іншу – під кутом $2-7^\circ$ до неї і на відстані 2–3 мм. Заряд вибухової речовини насипають рівномірним шаром безпосередньо на верхній пластині. Вибух проводить детонатор, розміщений над вершиною кута.

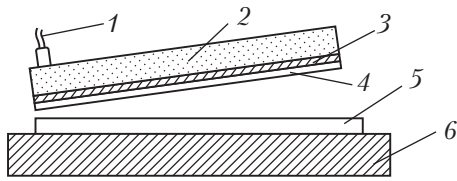


Рис. 55.11. Схема зварювання вибухом:
1 – детонатор; 2 – вибухова речовина; 3 – шар гуми; 4, 5 – зварювані деталі; 6 – основа

Унаслідок вибуху верхня деталь потоком продуктів детонації з великою швидкістю вдаряється в нижню. У момент вибуху між деталями створюється велика стискаюча сила й направлений струмінь повітря, який очищає поверхню листових деталей. У зоні дотику метал з'єднаних пластин тече подібно до рідини й зливається в одне ціле, утворюючи монолітне зварне з'єднання. Зона з'єднання становить 0,3–0,4 мм.

Зварювання вибухом використовують для отримання біметалевих заготовок, виробів трубчастого перерізу тощо. Цим способом можна з'єднувати деталі площею поверхні 15–20 м². Зварне з'єднання утворюється протягом мільйонної частки секунди, що унеможливорює виникнення дифузійних процесів. Тому цим способом можна з'єднувати такі різні метали, які під час зварювання плавленням утворюють крихкі з'єднання.

55.12. Ультразвукове зварювання

Ультразвукове зварювання (рис. 55.12) – зварювання тисненням із прикладенням ультразвукових коливань. Воно подібне до зварювання тертям. Нерознімне з'єднання утворюється внаслідок спільної дії на зварювані деталі механічних коливань високої (ультразвукової) частоти й відносно невеликих стискаючих зусиль. Сили тертя виникають під впливом на заготовки, які стиснуті осью силою, механічних коливань ультразвукової частоти (20–30 кГц). Такі коливання утворюються в спеціальних генераторах потужністю 3–10 кВт і магнітострикційних перетворювачах (*магнітострикція* – зміна розмірів тіла під час намагнічування). Коливання і тиск передаються зварюваним деталям через спеціальний пристрій. Коливання спричиняють зсув частин металу, руйнування плівки й розігрівання зварюваних поверхонь,

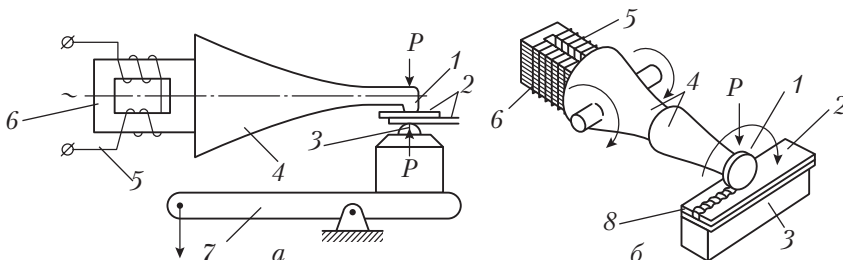


Рис. 55.12. Схема ультразвукового зварювання:

a – точкового; *б* – шовного; 1 – верхній електрод; 2 – зварювані деталі; 3 – нижній електрод; 4 – хвилевід; 5 – обмотка струму високої частоти; 6 – вібратор; 7 – механізм передавання стискаючого зусилля; 8 – зварний шов; *P* – стискаюче зусилля

а тиск — потрібну пластичну деформацію. Елементом коливальної системи є електромагнітний перетворювач. Змінна напруга створює в обмотці перетворювача намагнічувальний струм, який збуджує змінне магнітне поле в матеріалі перетворювача. Зі зміною напруженості магнітного поля в матеріалі періодично змінюються його розміри, при цьому частота пружних коливань дорівнює подвійній частоті струму. Амплітуда коливань на кінці хвилеводу на холостому ходу становить 20–40 мкм.

Унаслідок ультразвукових коливань у тонких шарах поверхонь деталей створюються деформації зсуву, які руйнують поверхневі плівки. Утворюються вузли зчеплення, поверхневі шари нагріваються і під дією стискального зусилля пластично деформуються. Зварювані поверхні наближаються до відстані дії міжатомних сил, і утворюється міцне зварне з'єднання.

Переваги ультразвукового зварювання: незначний тепловий вплив на зварювані деталі, що забезпечує мінімальну зміну їхньої структури; застосування невеликих стискальних зусиль (0,1–2,5 кН) спричиняє утворення малих ум'ятин (5–10 %); зварювання у твердому стані без істотного нагрівання дає можливість зварювати хімічно активні матеріали й дуже тонкі деталі; низька потужність зварювального обладнання і простота конструкції.

Недоліками ультразвукового зварювання є обмеження товщини зварюваних деталей, вплив високої частоти на організм людини й висока вартість генераторів високої частоти.

Цей спосіб зварювання використовують у приладобудуванні, радіоелектроніці для з'єднання двох металів: хромель — алюмель (за температури 350 °С), мідь — константан (450 °С), алюміній — алюміній (200–300 °С), мідь — мідь (600 °С), а також термопластиків, поліетиленових плівок, скла завтовшки 0,05–0,5 мм.

55.13. Імпульсно-магнітне зварювання

Імпульсно-магнітне зварювання — вид зварювання тисненням, за якого тиск електрода підсилюється імпульсним магнітним полем від розряду батареї конденсаторів. Зварювальний процес проходить за короткий час — 0,01с. Зона термічного впливу в стиковому з'єднанні становить 0,01 мм. Зварювання здійснюють тиском на спеціальних машинах. Від початку зварювання тиск верхнього електрода підсилюється імпульсним магнітним полем. Завдяки цьому подача верхнього електрода прискорюється настільки, що набирає ударного характеру. Тривалість імпульсу й швидкість співударяння близькі до зварювання вибухом.

Перевагою імпульсно-магнітного зварювання є легке керування параметрами процесу. Міцність зварного з'єднання за будь-якого навантаження наближається до міцності основного металу.

55.14. Ковальське (горнове) зварювання

Ковальське зварювання — з'єднання двох або більше металевих деталей в одне ціле за високої температури й тиску. Воно відбувається за температу-

ри, близької до точки солідуса (1400–1450 °С), під час проковування накладених одна на одну деталей. У цьому процесі міцне зчеплення з'єднаних поверхонь є наслідком взаємодії атомів.

За допомогою ковальського зварювання здійснюють різноманітні з'єднання деталей, виготовляють знаряддя праці, зброю. Особливо широке використання має художня обробка металів, де ковальське зварювання займає провідне місце у виготовленні декоративних решіток, огорожі, навісів, підставок тощо. Ковальським зварюванням виготовляють вироби з поперемінними шарами твердої і «м'якої» сталі, які мають самозагострювальні властивості. Ще в давні часи ковалі робили мечі з візерункової сталі, східна назва якої «дамаск».

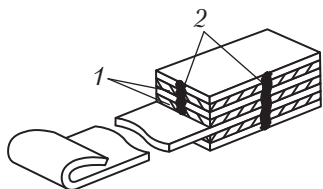


Рис. 55.13. Схема ковальського зварювання:
1 — інструментальна сталь;
2 — зварні прихватки

Деталі під зварювання нагрівають у горні на кам'яному й деревному вугіллі, на коксі, у газовій печі або з використанням електронагрівання. Для виготовлення композиційної деталі пластини або листи з низьковуглецевої сталі вкладають поперемінно з пластинами інструментальної сталі (рис. 55.13). Одну з пластин роблять довшою, щоб її можна було використати як рукоятку. Пакет деталей на торцях прихвачують дуговим зварюванням і встановлюють у печі так, щоб нагрівання було рівномірним. Для цього пакет у печі повер-

тають, інколи вимикаючи дуття, тобто збільшують або зменшують інтенсивність горіння вугілля навколо деталі. Такий процес називають *томлінням у горні*. Нижня частина деталі нагрівається сильніше за верхню, тому її повертають на 180° і посипають кварцевим піском (флюсом). Коли пісок прилипне до поверхні, деталь знову повертають і покривають флюсом іншу сторону.

За температури 1230–1250 °С флюс починає плавитися, а деталь — «потіти». У цей момент її потрібно крутити, при цьому температура досягне 1300–1400 °С і вирівняється по всій довжині поковки. Важливо її прогріти так, щоб білий колір поверхні був чистим, без темних плям. Потім пакет витягують із горна й проковують, легкими ударами повертаючи пакет на 180°. Процес зварювання проходить доти, доки поверхня пакета буде «мокрою». Якщо зварювання погане, на поковці з'явиться вздуття і розшарування. У такому разі зварювання потрібно повторити.

Для перевірки якості зварювання застосовують 2 способи: торці деталі зачищають на точилі й виявляють тріщини (поверхня має бути суцільною без тріщин); деталь швидко охолоджують і знову нагрівають (якщо є неспроби, з'являться пухирці).

55.15. Воднево-кисневе зварювання

Воднево-кисневе зварювання — зварювання, за якого використовують суміш кисню з горючими газами.

В Україні з 1992 р. запроваджено виробництво газозварювальних установок, у яких воднево-кисневу газову суміш отримують електrolітичним роз-

кладанням дистильованої води. В установках для воднево-кисневого зварювання між бічними платами розміщені металеві пластини-електроди, розділені гумовими кільцями. Внутрішня порожнина такої батареї на $1/2 \dots 3/4$ об'єму заповнено слабким водним розчином лугу (KOH або NaOH). Прикладена до пластин напруга від джерела постійного струму викликає розкладання (електроліз) розчину, що супроводжується виділенням водню і кисню. Ця суміш газів, пройшовши через спеціальний рідинний затвор, надходить далі на пальник і, згоряючи, утворює потрібну для різання та зварювання металів високу температуру — близько 1800°C .

До комплекту установок входять зварювальний пальник ГС-2, комплект мундштуків, шланги з ніпелями завдовжки 6 м, луг натрій гідроксид NaOH для первинної заправки й запасні частини.

Для запуску установки потрібно виготовити й залити електроліт у бак (4 л), залити воду в гідрозатвор (4 л) і бензин — у барботер (0,4 л). Після вмикання установка виходить на робочий режим через 5–10 хв. У міру витрат дистильовану воду й бензин доливають до рівня, зазначеного на індикаторі.

Температуру полум'я регулюють, збагачуючи суміш вуглеводними сполуками.

Застосування воднево-кисневого зварювання забезпечує високу міцність і якість зварного з'єднання.

Установки використовують для зварювання труб діаметром до 30 мм із конструкційних сталей, листового й сортового прокату завтовшки до 3 мм із низьковуглецевої сталі, міді, латуні, алюмінію і їхніх сплавів. Надійність і простота в обслуговуванні дають змогу застосовувати установки під час ремонту складної побутової техніки, автомобілів, виготовлення ювелірних і художніх виробів, зубних протезів, запаювання ампул для медичних препаратів тощо.

55.16. Комбіноване лазерно-дугове зварювання

Лазерно-дугове зварювання — вид зварювання, що поєднує принципи лазерного та дугового зварювання. Розрізняють гібридний і комбінований лазерно-дугові процеси. За гібридного способу лазерне випромінювання й електрична дуга сфокусовані в одній точці зварювальної ванни, а за комбінованого — у різних.

Лазерне випромінювання стабілізує горіння дуги й дає змогу збільшити швидкість зварювання або різання до кількох сотень метрів за годину, сприяє додатковому стисканню дуги та глибокому проплавленню металу. До того ж електрична дуга покращує термічний цикл лазерного зварювання, знижує імовірність утворення крихких загартованих структур у шві й зоні термічного впливу, зменшує частку дорогої лазерної потужності.

Для швидкісного зварювання тонких металів використовують комбінацію лазерного випромінювання з дугою неплавкого електрода (рис. 55.14, а; с. 268). Під час зварювання товстих металів можливе зварювання кореневого шва лазерним випромінюванням з одночасним заповненням розчищених кромок металом плавкого електрода (рис. 55.14, б; с. 268).

Сумісна дія лазерного випромінювання і дуги плавкого електрода в середовищі захисного газу забезпечує якісне формування шва, зменшує потрібну потужність лазерного випромінювання через заміну її потужністю електричної дуги, запобігає утворенню тріщин, збільшує глибину проплавлення і в 1,5–2 рази — швидкість зварювання. Геометрія і якість швів, зроблених лазерно-дуговим зварюванням, наближається до геометрії і якості швів, виконаних лазером, за меншої собівартості погонного метра шва.

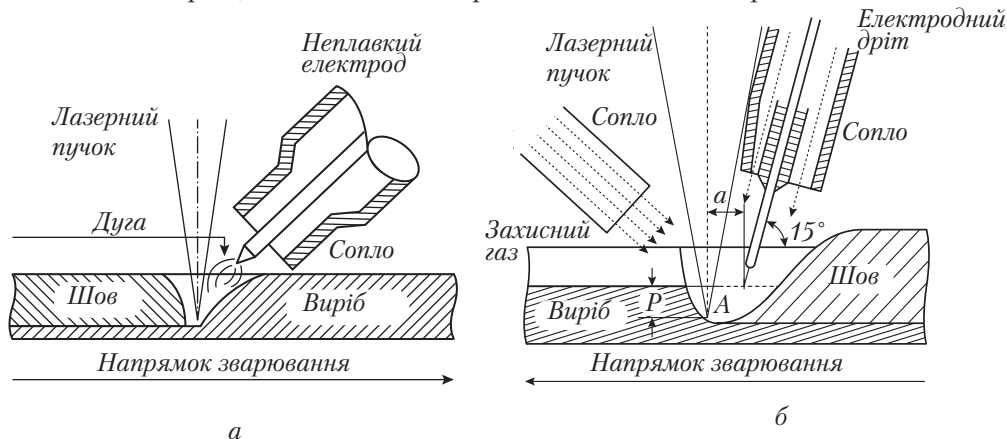


Рис. 55.14. Лазерно-дугове зварювання за використання електричної дуги:
а — з неплавким електродом; б — з плавким електродом

55.17. Підводне зварювання

Підводне зварювання — дугове зварювання металів під водою. Його застосовують під час будівництва гідротехнічних споруд, ремонту кораблів і підводних частин портових і нафтопромислових металевих конструкцій.

Зварювання під водою здійснюють плавкими штучними електродами, неплавкими електродами й порошковим дротом. Для дугового підводного зварювання використовують електроди з товстим покриттям і гігроскопічною ізоляцією. Стрижень виготовляють із низьковуглецевої сталі, а в склад покриття входять оксид титану, залізна руда, польовий шпат, феротитан, феромарганець, крохмаль і рідке скло. Гідроізоляцію роблять парафіном, розчином целулоїду в ацетоні або спеціальними лаками. Коефіцієнт покриття має бути в межах 0,35–0,40, а коефіцієнт наплавлення — 8–9 г/(А • год).

Суть процесу підводного зварювання полягає в тому, що теплота дуги випаровує і розкладає воду, створюючи навколо дуги газову порожнину. На стійкість горіння дуги впливає втулка, яка утворюється через запізнєння плавлення електродного покриття порівняно з плавленням стрижня. Вона сприяє збереженню газової порожнини, у якій горить дуга.

Під час зварювання відбувається поглинання теплоти дуги та зниження термоелектронної емісії, що утруднює запалювання дуги. Тому потрібно використовувати джерела живлення дуги змінного й постійного струму з вищою напругою холостого ходу (70–85 В). Сила зварювального струму має

бути на 10–25 % вищою, а напруга дуги — на 6–7 В більшою, ніж під час роботи на повітрі.

Техніка підводного зварювання штучними електродами й порошковим дротом подібна до зварювання на повітрі. Зварюють у всіх просторових положеннях і на всіх досяжних глибинах, обмежених можливостями людського організму й водолазним спорядженням. Зі збільшенням глибини тиск води на газову порожнину та стовп дуги зростає, що сприяє збільшенню глибини проплавлення металу. Шви, зроблені штучними електродами, — пористі, з низькою пластичністю і в'язкістю через негативний вплив водню. У разі зварювання порошковим дротом щільність і міцність шва відповідає вимогам відповідальних виробів. Унаслідок важких умов роботи за підводного зварювання виникають дефекти: пропуски, зміщення осі шва, нерозплавлення однієї із кромки.

Для зварювання під водою використовують спеціальні електродотримачі з детально ізолюваною поверхнею. Перед роботою зварник повинен ретельно перевірити водолазне спорядження. Передній ілюмінатор водолазного шолома має на $\frac{2}{3}$ закриватися знизу світлофільтром. Зварювання починають тільки за присутності над водою чергового — проінструктованого робітника з двостороннім телефонним зв'язком із зварником. Поблизу чергового має бути телефон, автоматичний вимикач напруги джерела живлення і рубильник для вимикання зварювальної установки від електромережі. Найперспективнішими видами підводного зварювання є дугове напівавтоматичне, плазмово-дугове й електронно-променеве.

Зварювання під водою дуже небезпечне через великий ризик ураження електричним струмом зварника.

Запитання та завдання

1. Які особливості плазмового зварювання?
2. Які переваги електронно-променевого зварювання порівняно з дуговим?
3. Охарактеризуйте використання лазерного променя у зварювальному виробництві.
4. Які є види контактного зварювання?
5. Назвіть сфери застосування дифузійного зварювання.
6. На чому ґрунтується дугопресове зварювання?
7. Як відбувається індукційне зварювання?
8. Охарактеризуйте зварювання тертям.
9. Як здійснюють холодне зварювання?
10. На чому ґрунтується зварювання вибухом?
11. Які особливості ультразвукового зварювання?
12. Що таке *імпульсно-магнітне зварювання*?
13. Де використовують ковальське зварювання?
14. Як здійснюють воднево-кисневе зварювання?
15. Охарактеризуйте лазерно-дугове зварювання.
16. Що таке *підводне зварювання*?

З М І С Т

<i>Від авторів</i>	3
Розділ 1. Основні поняття про з'єднання	4
Розділ 2. Різьбові з'єднання	5
Розділ 3. З'єднання шурупами	20
Розділ 4. З'єднання саморізами	25
Розділ 5. Анкерні з'єднання	33
Розділ 6. З'єднувальні дюбелі	41
Розділ 7. З'єднання шкантами (нагельми)	46
Розділ 8. З'єднання хомутами.....	50
Розділ 9. Шпонкові з'єднання	52
Розділ 10. Шліцьові та профільні з'єднання.....	56
Розділ 11. Конусні з'єднання.....	59
Розділ 12. Клинові з'єднання	60
Розділ 13. Штифтові з'єднання	61
Розділ 14. Байонетні з'єднання.....	62
Розділ 15. Шплінтові з'єднання.....	65
Розділ 16. Пружні з'єднання	69
Розділ 17. Демпферні з'єднання.....	71
Розділ 18. З'єднання за допомогою кронштейнів.....	74
Розділ 19. З'єднання петлями (завісами)	80
Розділ 20. Замкові з'єднання	85
Розділ 21. Механічні з'єднання конструкцій виробів	89
Розділ 22. З'єднання дротом	93
Розділ 23. З'єднання електричних проводів	98
Розділ 24. З'єднання скобами	107
Розділ 25. З'єднання стяжками.....	111
Розділ 26. З'єднання застібками (липучками)	114
Розділ 27. З'єднувальні стрічки	117
Розділ 28. З'єднання ізоляційними стрічками та трубками.....	120
Розділ 29. З'єднання скотчем	124
Розділ 30. З'єднання цвяхами.....	127

Розділ 31. З'єднання рідкими цвяхами	132
Розділ 32. З'єднання замазками	135
Розділ 33. З'єднання мотузками.....	141
Розділ 34. З'єднання канатами	146
Розділ 35. З'єднання трубопроводів	152
Розділ 36. Ковзні з'єднання.....	157
Розділ 37. Підшипникові з'єднання	160
Розділ 38. Пасові з'єднання.....	178
Розділ 39. Ланцюгові з'єднання	181
Розділ 40. Зубчасті з'єднання	184
Розділ 41. Фрикційні з'єднання.....	188
Розділ 42. Цангові з'єднання.....	191
Розділ 43. Вакуумні з'єднання	195
Розділ 44. Магнітні з'єднання.....	198
Розділ 45. Бляхарні з'єднання.....	201
Розділ 46. Шпунтові та шипові з'єднання	205
Розділ 47. Шарнірні з'єднання	209
Розділ 48. Клейові з'єднання.....	215
Розділ 49. Холодне зварювання (клейове).....	220
Розділ 50. З'єднання заформовуванням	223
Розділ 51. Пресові з'єднання.....	224
Розділ 52. З'єднання заклепками.....	232
Розділ 53. Паяні з'єднання.....	240
Розділ 54. Зварні з'єднання.....	247
Розділ 55. Особливості різних видів зварювання.....	255

Навчальне видання

ГУМЕНЮК Ігор Всеволодович,
ГУМЕНЮК Ольга Василівна,
ПАРЖНИЦЬКИЙ Віктор Валентинович

ВИДИ З'ЄДНАНЬ

Навчальний посібник для здобувачів професійної
(професійно-технічної) освіти

Схвалено для використання в освітньому процесі

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено.

Посібник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

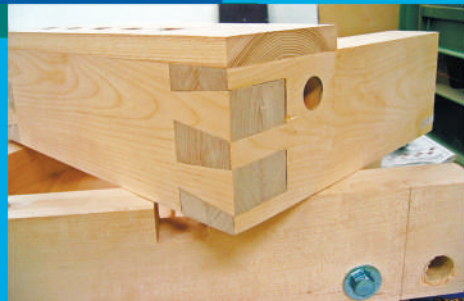
Редактор *С. Кашка*
Художній редактор *Т. Канарська*
Комп'ютерна верстка *Л. Ткаченко*
Коректор *І. Барвінок*

Формат 70×100/16.
Ум. друк. арк. 22,032. Обл.-вид. арк. 23,73.
Тираж 15 277 прим.
Зам. №

Видавництво «Грамота»,
вул. Паньківська, 25, оф. 15, м. Київ, 01133.
E-mail: info@gramota.kiev.ua;
www.gramota.kiev.ua

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України
суб'єктів видавничої справи ДК № 341 від 21.02.2001 р.

Віддруковано у друкарні ТОВ «КОНВІ ПРІНТ».
03680, м. Київ, вул. Антона Цедіка, 12.
Свідоцтво ДК № 6115 від 29.03.2018 р.



ISBN 978-966-349-888-1



9 789663 498881 >