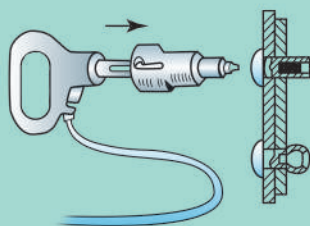




І. В. ГУМЕНЮК
О. В. ГУМЕНЮК
В. В. ПАРЖНИЦЬКИЙ



ТЕХНОЛОГІЯ БЛЯХАРНИХ РОБІТ



І. В. Гуменюк,
О. В. Гуменюк,
В. В. Паржницький

ТЕХНОЛОГІЯ БЛЯХАРНИХ РОБІТ

Навчальний посібник для здобувачів професійної
(професійно-технічної) освіти

Схвалено для використання в освітньому процесі

Київ
«ГРАМОТА»
2023

УДК 683.1(075)
Г93

*Схвалено для використання в освітньому процесі
[рішення експертної комісії з професій машинобудування, метало-
обробки, електротехнічного виробництва від 16 лютого 2022 року
(протокол № 4) та рішення експертної комісії з проведення
антидискримінаційної експертизи від 15 липня 2022 року (протокол № 6)],
№ 5.0004–2022 у Каталозі надання грифів навчальній літературі
та навчальним програмам*

Цей навчальний посібник надруковано за фінансової підтримки Європейського Союзу та його держав-членів Німеччини, Фінляндії, Польщі та Естонії у межах програми «EU4Skills: кращі навички для сучасної України». EU4Skills виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH та Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Зміст цієї публікації є виключною відповідальністю її авторів та не може жодним чином сприйматися як такий, що відображає погляди Європейського Союзу, його держав-членів та Програми.

Рецензенти:

В. Н. Волошин — кандидат технічних наук, доцент, заступник директора з навчальної роботи Технічного коледжу Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя;

В. П. Дзюблюк — завідувач кабінету Навчально-методичного центру професійно-технічної освіти в Тернопільській області.

Гуменюк І. В.

Г93 Технологія бляхарних робіт : навч. посібн. для здобувач. проф. (проф.-тех.) освіти / І. В. Гуменюк, О. В. Гуменюк, В. В. Паржницький. — Київ : Грамота, 2023. — 272 с. : іл.

ISBN 978-966-349-923-9

Матеріал посібника відповідає навчальній програмі та переліку професійних компетентностей Державного стандарту професійно-технічної освіти ДСПТО 7213. С.29.00–2016 для підготовки (підвищення кваліфікації) робітників із професії «Бляхар» 2–5 розрядів.

У посібнику розглянуто різні види слюсарних, бляхарних і складально-монтажних робіт, які виконують під час виготовлення бляхарних виробів. Наведено відомості про матеріали, інструменти, кріпильні деталі, пристосування та обладнання, що використовують для виконання бляхарних робіт.

УДК 683.1(075)

ISBN 978-966-349-923-9

© Гуменюк І. В., Гуменюк О. В., Паржницький В. В., 2022
© Видавництво «Грамота», 2022

ПЕРЕДМОВА

Бляхарні роботи виконують у різних галузях промисловості, сільськогосподарства й побуті. Велике значення для підвищення продуктивності праці, економії матеріалу та покращення якості бляхарних робіт має підвищення професійної майстерності робітників.

За ринкових відносин динамізм соціально-економічного й науково-технічного розвитку України вимагає всебічної активізації інтелектуального потенціалу суспільства, докорінного покращення підготовки й перепідготовки кваліфікованих робітників для всіх галузей промисловості. Швидкий розвиток техніки й технологій та рухливість і змінність характеру праці визначають потребу в постійному оновленні технічних знань, необхідності підтримувати на високому рівні готовність виконувати складні соціальні та професійні функції, оперативно враховувати зміни соціальної практики.

Робітник нового типу повинен володіти широким професійним кругозором і майстерністю з глибоким знанням політехнічних основ сучасного виробництва, бути здатним швидко освоювати новітні техніку та технології. Він має знати виріб у цілому й окремі складальні одиниці, правильно підбирати інструменти, пристосування та обладнання, володіти прийомами й технікою виконання бляхарних операцій.

Бляхар — одна з найдавніших, а нині — дуже затребуваних професій.

Основними технологічними операціями бляхаря є розмічання, розкроювання та згинання матеріалу, вальцювання циліндричних деталей, паяння, свердління та вибивання отворів, виготовлення сферичних і фігурних поверхонь. Роботи виконують на спеціальних пресах, прес-ножицях, вальцях та інших верстатах, а також уручну. Бляхар перевіряє виготовлені вироби на герметичність і міцність, використовуючи спеціальні контрольно-вимірювальні інструменти та пристосування. Його обов'язками також є налагодження обладнання та усунення дрібних несправностей. У бляхаря має бути хороший окомір, що необхідно для точного розмічання та розкроювання металу. Виконуючи цю операцію, він подумки уявляє форму майбутнього виробу, і це допомагає йому вибирати найраціональніший спосіб розкроювання та економити матеріал. Рухи рук бляхаря мають бути точними й скоординованими, адже від цього залежить не лише якість розкроювання, а і якість з'єднання виробів та їхніх вузлів.

Основними вимогами до бляхарних виробів є висока надійність, мінімальні габаритні розміри й маса, технологічність та економічність, зручність і безпека обслуговування, пожежна безпека, транспортабельність та естетичність.

Покращення якості бляхарних робіт неможливе без удосконалення методів виконання заготівельних, складальних і монтажних робіт із широким застосуванням прогресивних способів розкроювання матеріалу, виготовлення та монтажу виробів.

Автори

Розділ 1. БЛЯХАРНІ ВИРОБИ

1.1. Класифікація типових бляхарних виробів

У процесі виготовлення систем вентиляції, покрівель дахів, різних виробничих і побутових виробів значне місце належить бляхарним роботам, тому що більшість їхніх елементів виготовлені з листової сталі.

Бляхарні вироби класифікують: *за призначенням* — вироби систем вентиляції та кондиціонування повітря; металеві покриття для ізоляції трубопроводів та обладнання; бляхарні вироби металевої покрівлі; пристрої для транспортування сипучих вантажів; вироби просторово-обтічної форми (деталі кузова автомобіля); господарсько-побутові (циліндричні й конічні відра, лійки, бідони тощо); *за конструкцією* — цілісні та збірні (складені); *за формою* — плоскі (деталі покрівель) і просторові (повітропроводи); *за формою поперечного перерізу* — круглі (для циліндричних і конічних поверхонь) і прямокутні або квадратні (для плоских поверхонь); *за видом утворюваного контуру* — прямо- й криволінійні; *за призначенням деталей технічних конструкцій* — прямі ділянки й фасонні частини (переходи, відводи, трійники, хрестовини), фасонні частини поділяють на переходи з одного за формою та розмірами перерізу на інший; *за конструкцією переходів* — циліндричні, конічні та прямокутні відводи; трійники (прямі й штаноподібні) і хрестовини із циліндричними, конічними та прямокутними відводами; *за розгортанням на площину* — розгортвані й нерозгортвані; *за видами з'єднань окремих деталей у складальні одиниці* — фальцеві, зварні, клепані, паяні; *деталей та складальних одиниць у пристрій* — фланцеві, безфланцеві, унапуск самонарізними гвинтами, клепанням, зварюванням; *за технологією виготовлення* — вироби, отримані ручним або механізованим способом; *за видом поверхні* — рівні й гофровані; *за видом використаного матеріалу* — листові, профілі та труби.

Головними перевагами бляхарних виробів є довговічність, екологічність, стійкість до агресивних речовин і висока механічна міцність за невеликої маси виробів.

1.2. Вироби систем вентиляції та кондиціонування повітря

У системах штучної вентиляції застосовують повітропроводи, повітроприймальні й повітророзподільні пристрої, а також витяжні шахти, оснащені дефлекторами й зонтами, і пристрої для очищення повітря. У системах місцевої вентиляції використовують витяжні шафи та просочувальні камери, витяжні зонти, козирки (піддашки), панелі, а також бортові, кільцеві й інші відсмоктувачі, патрубки та пристінні розподільники повітря. Конструкції бляхарних виробів вентиляційних систем показано на *рисунку 1.1*.

Найхарактернішими бляхарними виробами в системах вентиляції та кондиціонування повітря є *повітропроводи* — спеціальні канали, при-

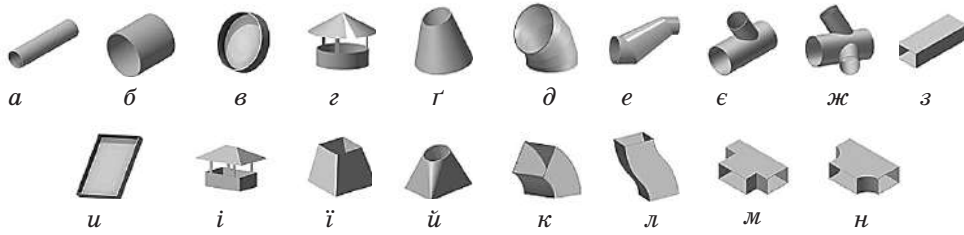


Рис. 1.1. Конструкції бляхарних виробів систем вентиляції:

а — повітропровід круглий; *б* — ніпель круглий; *в* — заглушка кругла;
г — зонтик круглий; *ґ* — перехід із круглого перерізу в круглий; *д* — відвід круглий;
е — утік круглий; *є* — трійник круглий; *ж* — хрестовина кругла;
з — повітропровід прямокутний; *и* — заглушка прямокутна; *і* — зонтик
 прямокутний; *ї* — перехід із прямокутного перерізу в прямокутний;
й — перехід із прямокутного перерізу в круглий; *к* — відвід прямокутний;
л — утік прямокутний; *м* — трійник прямокутний; *н* — трійник прямокутний із
 заокругленням

значені для переміщення повітря або суміші повітря з випарами, газами й пилом під дією різниці тисків на кінцях каналу. Повітропроводи залежно від форми поперечного перерізу бувають круглі та прямокутні.

Круглі повітропроводи за витратою металу та трудовими витратами за однакових аеродинамічних показників більш економічні й жорсткі порівняно з прямокутними. Але зручнішими є *прямокутні повітропроводи*, оскільки вони краще вписуються в обмежений простір приміщень і займають менше місця. Повітропроводи складаються з прямих ділянок, які називають *ланками*, і фасонних частин.

У системах вентиляції також використовують повітряні заслінки, клапани, решітки, дефлектори, адаптери тощо (рис. 1.2, а–л).



Рис. 1.2. Елементи системи вентиляції:

а — заслінка; *б* — клапан; *в* — решітка; *г* — дефлектор; *ґ* — конфузор;
д — адаптер; *е* — витяжний зонтик; *є* — димар; *ж* — поворотно-витяжний пристрій;
з — вентиляційна шахта; *и* — вентиляційний відсмоктувач; *і* — шибер;
ї — кожух комина; *й* — вершина димоходу; *к* — флюгарка; *л* — флюгер

Повітряна заслінка призначена для регулювання витрати повітря у вентиляційних каналах круглого перерізу. Корпус і поворотна пластина виготовлені з оцинкованої сталі. Клапан має важіль із металевою рукояткою та стопор для фіксації розміщення. Герметичне з'єднання заслінки з повітропроводами забезпечують гумові ущільнювачі.

Зворотний клапан із пружними лопатями призначений для автоматичного перекриття круглих повітропроводів і запобігання руху повітря у зворотному напрямку, коли система вентиляції вимкнена. Лопаті клапана відкриваються під тиском, що створює потік повітря, і закриваються пружиною. Корпус клапана виготовлений з оцинкованого листа, лопаті — з листового алюмінію. Клапан має два пружні зонти.

Вентиляційна решітка призначена для декоративного оформлення виходів припливних або витяжних вентиляційних систем побутових, громадських і промислових будівель. Їх використовують у системах вентиляції, кондиціонування та опалення, для настінного та стельового монтажу всередині або зовні будівель. Такі решітки сприяють розподілу повітряного потоку всередині приміщень. Їх виготовляють зі сталі, оцинкованої сталі й алюмінію. Правильно спроектована система вентиляції забезпечує доступ повітря всередину приміщення. Основним критерієм її роботи є наявність доброї тяги. Однак пил і сміття, що потрапили в систему, здатні порушити її роботу. Щоб уникнути цього, на вентиляційну трубу встановлюють **вентиляційний дефлектор** — пристрій, що відхиляє повітряні маси, утворюючи на виході вентиляційної шахти зону зі зниженим тиском. Це збільшує тягу та запобігає виникненню зворотної тяги під дією вітру.

Конфузор — частина вентиляційного каналу, у якому утворюється з'єднання і плавний перехід труби більшого перерізу в менший. Рух потоку повітря в конфузорі зумовлений тим, що динамічний тиск у потоці прискорюється, а статичний, навпаки, сповільнюється, збільшуючи швидкість руху повітря.

Адаптер — система кріплення вентиляційних решіток і повітропроводів, за допомогою якої повітропроводи герметично приєднують до вентиляторів, повітророзподільних пристроїв та інших подібних вузлів системи. Адаптери виготовляють з оцинкованої сталі.

Витяжний зонт — елемент вентиляційної системи, що забезпечує витяжку та збір повітря.

Димар — труба, яку використовують для встановлення димоходів і підключення газових опалювальних приладів. Димарі виготовляють одно- й двостінні.

Поворотно-витяжний пристрій використовують для видалення масляного туману, пилу, газоподібних домішок, випарів розчинників та інших шкідливих речовин, які утворюються в процесі виробничої діяльності.

Вентиляційна шахта — труба або технічна споруда, призначена для забезпечення ефективного повітрообміну між приміщенням та атмосферою.

Вентиляційний відсмоктувач призначений для видалення з приміщення зайвої вологи, тепла та продуктів згоряння.

Шибєр використовують для регулювання тяги в димоходах. У вентиляційних системах він регулює швидкість руху повітря в повітропроводах.

Кожух комина охоплює димову трубу й слугує для додаткового термозахисту комина.

Флюгарка — захисний пристрій, що запобігає потраплянню у вентиляційну трубу (або димохід) атмосферних опадів, задуванню вітру й виникненню зворотної тяги в димоході.

Вершина, або **оголовок димоходу**, або **навершя** — завершення вентиляційного виходу каналів на покрівлі, пристрій ефективного повітрообміну в будинку з припливно-витяжною вентиляцією приміщень.

Флюгер — ковпак вентиляційної труби (або димоходу), що захищає трубу та приміщення від дощу та снігу.

1.3. Вироби металевої покрівлі даху

Металева покрівля — верхній водонепроникний шар даху, який виконують із різних матеріалів, зокрема з листової сталі. Металеві покрівлі застосовують в основному на будівлях із підвищеним тепловідділенням. Покрівлю укладають на різні за формою дахи — одно- й двосхилі, вальмові й напіввальмові, шатрові тощо.

Покрівля будівлі складається з таких елементів (рис. 1.3): похилих площин, які називають *схилами*; похилих ребер, утворених перетином схилів; горизонтальних ребер, утворених теж перетином схилів, які називають *гребенем*. Перетини схилів створюють *розжолобки* й *жолоби*. Краї покрівлі над стінами будівлі називають *карнизними звисами* (у разі їх горизонтального розміщення) або *фронтонними звисами* (за похилого). Воду, що збирається схилами, відводять настінні жолоби у водостічні труби й далі в зливну каналізацію.

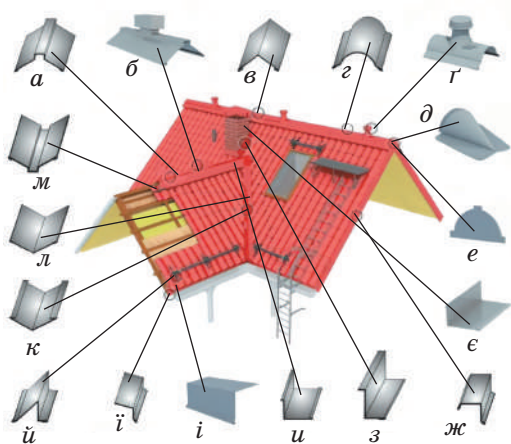


Рис. 1.3. Елементи покрівлі та їхнє розміщення:

а — гребінь фігурний; б — аератор фігурного гребеня; в — гребінь плоский; г — гребінь напівкруглий; д — аератор напівкруглого гребеня; е — заглушка гребеня конусна; ж — заглушка гребеня плоска; з — планка прилягання верхня; и — планка прилягання нижня; й — карниз; і — карнизна планка; у — снігозатримувач; ф — розжолобок нижній; л — розжолобок верхній; м — розжолобок верхній фігурний

1.4. Елементи водостічної системи покрівлі

Водостічна система покрівлі (рис. 1.4) призначена для відведення талої та дощової води, захисту стін і цоколя будівлі від вологості. Відливи, парапети, прогонові планки, гребені виготовляють такої конфігурації, яка повністю накриває поверхню та відводить вологу, що на них потрапляє.

Водостічна система містить такі елементи, як *водостік* — спеціальний жолоб, по якому й відводять воду. Зазвичай довжина елементів водостоку не перевищує 2 м. Для їх з'єднання використовують *сполучні коліна* — елементи, що забезпечують надійне з'єднання відрізків жолоба. Для стікання води у водостічні труби встановлюють лійки. Деталі водостічної системи фіксують до покрівлі та стін будівлі за допомогою *кріпильних елементів* — кронштейнів, штирів, гаків.

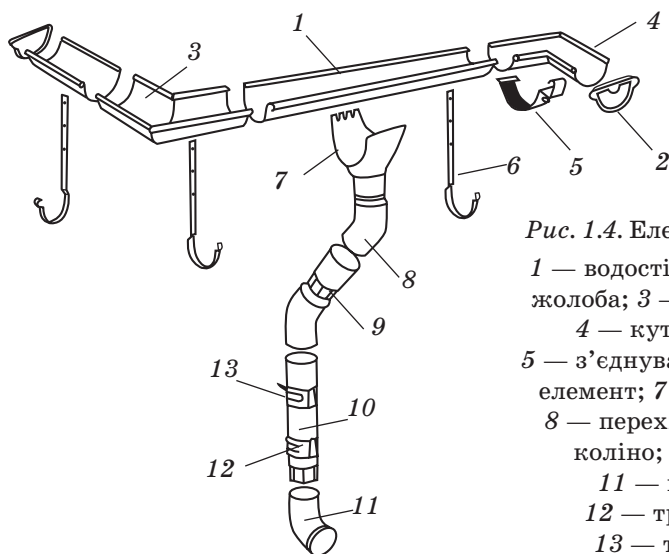


Рис. 1.4. Елементи водостічної системи:

- 1 — водостічний жолоб; 2 — заглушка жолоба; 3 — кутик жолоба зовнішній;
- 4 — кутик жолоба внутрішній;
- 5 — з'єднувач жолоба; 6 — кріпильний елемент; 7 — водоприймальна лійка;
- 8 — перехідне коліно; 9 — сполучне коліно; 10 — водостічна труба;
- 11 — нижнє зливне коліно;
- 12 — тримач труби на дерево;
- 13 — тримач труби на цеглу

1.5. Покрівельні бляхарні вироби

Цоколь фундаменту будинку, цоколь фундаменту паркану, нижня частина віконного отвору, ліпнина вздовж периметра будинку, прогін огорожі — це ті поверхні, які потребують захисту від впливу навколишнього середовища. Для цього використовують покрівельні вироби — парапети, ковпаки, прогонові планки й відливи.

Конфігурація покрівельних виробів містить: *основну частину*, розташовану під кутом до площини; *відгини*, у які вставляють кріплення; *крапельники*, що відводять вологу.

Парапет — це накладка, яка захищає основу або стовпці огорожі чи стіни будинку від вологи та механічних впливів. Вони бувають П-подібні, напівкруглі, одно- й двосхилі, прості та фігурні, з крапельником (рис. 1.5).

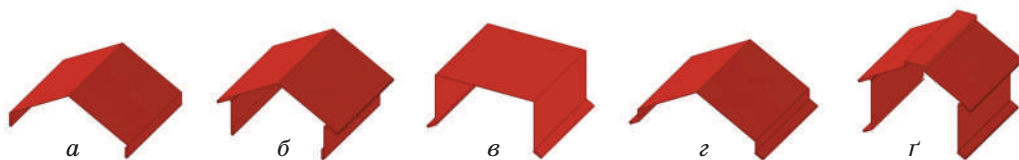


Рис. 1.5. Види парапетів:

a — простий; *б* — фігурний; *в* — плоский із крапельником; *г* — простий із крапельником; *г* — фігурний із крапельником

Парапет для будівлі й паркану встановлюють як знизу, так і зверху прогону. Їх викладають із натурального каменю, цегли (рис. 1.6), деревини або бетону.

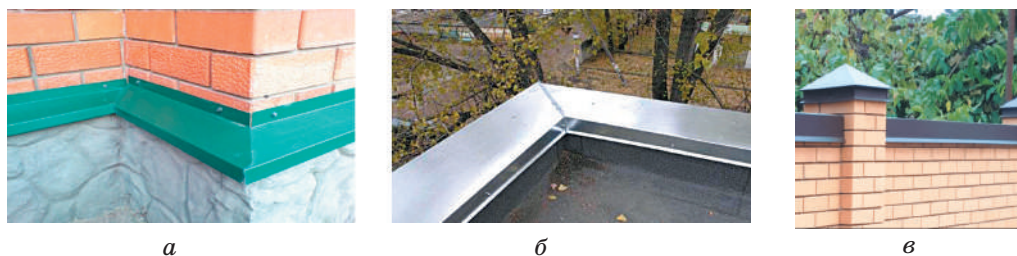


Рис. 1.6. Парапети:

a — на цоколі фундаменту; *б* — на даху будівлі; *в* — на паркані

Ковпак декоративний призначений для захисту стовпів паркану та його основи від впливів зовнішнього середовища (рис. 1.7). Він виконує важливу естетичну функцію. Завдяки звисам у верхній частині ковпака, що виступають на кілька сантиметрів із кожного боку, волога стікає з ковпака не на стовп паркану, а на відливи цоколя.

Якщо в будинку є вікна, потрібно захистити їхні отвори й нижні скоси зовні від впливу різних погодних факторів, особливо від стікання дощової або талої води та снігу. Для цього із зовнішнього боку вікна, нижня кромка коробки якого має бути не нижче від зовнішнього краю віконного прорізу, встановлюють **відлив** (рис. 1.8). Зробити це потрібно для того, щоб не перекрити спеціальні отвори, виконані на зовнішньому боці коробки для відведення води. Відлив потрібно встановлювати під вікно, щоб запобігти просочуванню води в місці їхнього з'єднання.

Широкі відливи виконують і функцію парапетів — захищають цоколь фундаменту будинку від руйнування.



Рис. 1.7. Ковпак парканний



Рис. 1.8. Відлив віконний

1.6. Вироби для транспортування сипучих вантажів

У пристроях для транспортування сипучих вантажів (подрібненої породи, зерна, солі, вугілля, цементу, тирси та стружки, сухих порошкоподібних і дрібнокускових хімікатів тощо) на навантажувальних, розвантажувальних і перевантажувальних пунктах використовують жолоби (лотки), бункери, пічки й ковші, зроблені з листової сталі.

Жолоби (рис. 1.9, а) виготовляють відкритими й закритими (типу труби) прямокутного, круглого чи фасонного перерізу. Для подавання вантажу в кілька місць розвантаження в жолобах і трубах передбачають відгалуження або виконують їх поворотними. Для переміщення вантажів вертикально вниз застосовують різні **спуски** (рис. 1.9, б).

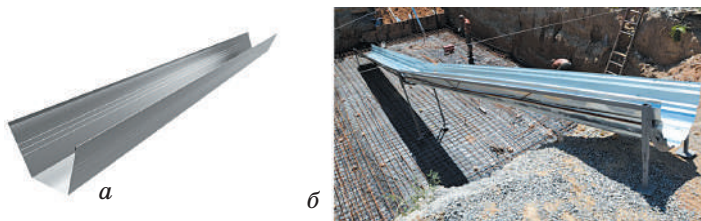


Рис. 1.9. Вироби для транспортування сипучих вантажів:
а — жолоби; б — спуски

У транспортному й технологічному обладнанні встановлюють проміжні сховища — **бункери** (рис. 1.10), призначені для певної кількості насипних вантажів. Вони складаються з двох частин: верхньої та нижньої. Отвори для розвантаження бункера — **люки** — розташовують у центрі днища й на бічних стінках з одного чи обох боків.



Рис. 1.10. Бункери:

а — для накопичення і короткочасного зберігання сипучих кормів; б — для зерна;
в — пічка-бункер для зварювальних флюсів

1.7. Господарсько-побутові бляхарні вироби

У всьому світі для виготовлення упаковок і консервних банок використовують 77 % від загального обсягу виробленої бляхи. Решта — на виготовлення побутових товарів, зокрема посуду, світлотехніки, будівельних конструкцій, труб, а також рекламних щитів. Головні переваги бляхарних виробів — їхня легкість, міцність і довговічність. Так, якщо це розбірна конструкція, її легко взяти із собою, вона займає мало місця

та неважка. Міцність і довговічність бляхи теж складно переоцінити — якісно виготовлені вироби з неї можна використовувати до 50–60 років.

Без сучасного листового металу чимало побутових виробів коштували б набагато дорожче й виготовляли б їх значно довше. У повсякденному житті неможливо обійтися без господарсько-побутових бляхарних виробів (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Господарсько-побутові бляхарні вироби:
 а — відро; б — пожежне відро; в — лійка; з — лійка-відро; г — бідон;
 д — банка; е — совок;
 є — лопатка; ж — совок для вугілля; з — тертка;
 и — підставка під паяльник; і — підставка для книг; ї — настільна телескопічна підставка;
 ѳ — ящик для сміття

Бляхарні роботи широко застосовують під час ремонту кузовів автомобілів і виготовленні декоративних виробів (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Декоративні бляхарні вироби

Запитання та завдання

1. Як класифікують бляхарні вироби?
2. Які вироби застосовують у системах вентиляції та кондиціонування повітря?
3. З яких елементів складається покрівля даху?
4. Які є елементи водостічної системи?
5. Які покрівельні бляхарні вироби використовують для захисту від впливу навколишнього середовища?
6. Назвіть вироби для транспортування сипучих вантажів.
7. Які бляхарні вироби належать до господарсько-побутових?
8. За конструкцією бляхарні вироби класифікують на
 - А плоскі та просторові
 - Б цілісні та збірні
 - В круглі й прямокутні або квадратні
 - Г прямо- й криволінійні

Розділ 2. МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БЛЯХАРНИХ ВИРОБІВ

2.1. Основні відомості про бляху

Бляха — матеріал, що набув широкого застосування в різних галузях господарства України. Нині неможливо знайти будівлю, у якій не було б практичних або декоративних елементів із цього матеріалу.

Бляху (жерсть) отримують із тонкого сталевих листа. Вона буває чорна й біла. *Чорна бляха* — це тонкий лист сталі, отриманий за допомогою технології прокатування. Її використовують також як заготовки для виготовлення білої бляхи. *Біла бляха* — матеріал із додатковим покриттям, що захищає від впливу корозії. Вона зазвичай містить цинк, олово або інші елементи.

Бляха — дуже простий в обробленні матеріал, який має високу пластичність, довговічність і міцність. Тому з нього можна створювати вироби яких завгодно форм і розмірів. Для виробництва бляхарних виробів зазвичай використовують ручну працю із застосуванням спеціальних верстатів та інструментів.

Листи оцинкованої сталі поділяють на 4 категорії: ПК — для фарбування, ОН — загального призначення, ХП — для холодного профілювання, ХШ — для холодного штампування.

Одна з основних технічних характеристик листа оцинкованої сталі — здатність до механічного витягування. Її позначають так: Н — нормальне витягування, Г — глибоке, ВГ — дуже глибоке витягування.

Технологія оброблення впливає на *тип отримуваної поверхні листа*: ультрагладка — для полімерного покриття, КР — поверхня з кристалічним візерунком, МТ — без візерунка кристалізації.

Застосовують такі технології: *пасивування* — утворення на поверхні металу тонких поверхневих шарів сполук, що перешкоджають корозії; *дресирування листів* — холодне прокатування листів із малим ступенем обтискання для поліпшення площинності, мінімізації утворення ліній ковзання та отримання певної твердості.

Залежно від *призначення, стану поверхні, вимог до якості та властивостей* жерсть (бляху) поділяють на марки: ЧЖК, ЧЖР, ГЖК, ГЖР, ЕЖК, ЕЖКД, ЕЖР, ЕЖР-Д. У позначенні марок букви означають: Ч — чорна, ЖК — жерсть (бляха) консервна, ЖР — жерсть (бляха) різного призначення (крім виробництва тари для харчових продуктів і закупорювальних виробів), Г — гарячого лудіння, Е — електролітичного лудіння, Д — жерсть (бляха) з диференційованим покриттям.

За *видами* розрізняють бляхи: чорна (ЧЖК, ЧЖР), біла гарячого лудіння (ГЖК, ГЖР) і біла електролітичного лудіння (ЕЖК, ЕЖК-Д, ЕЖР, ЕЖР-Д).

За *ортаментом* — лист і рулон.

За *ступенем твердості* бляху поділяють на такі види: А1, А2, В, С, Д.

Залежно від *маси покриття оловом*: для білої бляхи гарячого лудіння — І і ІІ класів; для бляхи електролітичного лудіння з однаковим покриттям — І, ІІ, ІІІ класів; з диференційованим покриттям — ДІ, ДІІ, ДІІІ.

Залежно від товщини основного металу бляху виготовляють таких номерів: 18, 20, 22, 25, 28, 32 і 36 (0,18–0,36 мм) і розмірами, наведеними в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Розміри бляхи

Вид бляхи	Номер бляхи	Ширина полоси в рулоні, мм	Розмір листів, мм	
			Ширина	Довжина
Чорна	18, 20, 22, 25, 28, 32, 36	712, 724, 820, 836, 910, 965, 1000, 1024	712 724 820 836 1000 1024	512, 635, 724, 743, 820, 910 658, 820 712, 724 716, 820, 910 820, 910 712
Біла гарячого лудіння	20, 22, 25, 28, 32, 36	—	712	512
Біла електролітичного лудіння	18, 20, 22, 25, 28, 32, 36	712, 724, 820, 836, 1000, 1024	712 724 770 810 820 836 1000 635, 1024	512, 635, 724, 743, 794, 820, 910 658, 820 642, 648 910 658, 712, 716, 724, 844, 910 716, 820, 910 820, 910 712

2.2. Матеріали для бляхарних робіт

Сталі — це чорні метали, яким властиві висока міцність (особливо після механічного, термічного та термомеханічного оброблення), жорсткість, зносо-, вогне- й морозостійкість, невисока вартість. Крім того, вони мають хороші технологічні властивості. Основними недоліками чорних сплавів є висока густина й порівняно низька корозійна стійкість (окрім спеціальних сталей). Тому в бляхарному виробництві використовують низьковуглецеві сталі. Також широкого застосування набули нержавіючі сталі.

Круглу, квадратну й шестигранну сталі використовують для виготовлення кріпильних деталей. Прокат у формі двотаврових балок або швелерної сталі може бути використаний під час виготовлення металоконструкцій, до яких кріплять бляхарні вироби.

Листову сталь для бляхарних виробів поставляють у формі листів, рулонів, смуг і стрічки. Тонколистова сталь є напівфабрикатом для виготовлення всіляких штампованих деталей: кузовів і кабін автомобілів, холодильників, електрошаф, основ приладів, посуду тощо.

Тонколистову вуглецеву якісну та звичайної якості сталь (автолист) виготовляють у листах і рулонах із товщиною листа 0,2–3,9 мм зі сталі таких марок: 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, Ст0, Ст1, Ст2.

Корозійностійку сталь марки 1Х13 та інші застосовують для виготовлення вентиляційних систем або окремих повітропроводів, якими переміщують корозійні середовища. Кислотостійка сталь марок 1Х18Н9, 1Х18Н9Т має підвищений вміст хрому й інших добавок, стійких до різних кислот. Таку сталь використовують для повітропроводів, що транспортують газоподібні корозійні середовища.

Кольорові метали та їхні сплави застосовують насамперед для бляхарних виробів, до яких ставляться вимоги вибухопожежної безпеки й високої корозійної стійкості в різних середовищах. Більшість сплавів кольорових металів мають хороші або задовільні технологічні властивості. Основний недолік кольорових металів та їхніх сплавів — порівняно висока вартість.



Рис. 2.1. Дах, покритий міддю

Мідь — найблагородніший та найдорожчий метал, який використовують для профілювання металочерепиці. Покрівельні матеріали з міді не фарбують, але з часом вона змінює колір, покриваючись шаром оксиду (рис. 2.1).

Широко використовують деформівні мідні сплави — *бронзу* (сплав міді й олова) і *латунь* (сплав міді та цинку).

Натуральний метал нині дедалі частіше замінюють на імітацію зі сталі з полімерним покриттям. Наприклад, сталь із двостороннім покриттям «Agneta» відтворює колір і блиск міді завдяки додаванню в склад барвника мікрочастинок, утримуючи дешевше за мідь і не втрачає привабливості протягом усього терміну експлуатації.

Алюміній — метал, легший від сталі, корозієстійкий. Деформівні сплави алюмінію з міддю, магнієм і марганцем (наприклад, дюралюміній Д1 і Д16) досить міцні, їхні технологічні властивості задовільні. Соляна кислота й луги руйнують алюміній. Тому застосовувати алюмінієві сплави для виготовлення повітропроводів, якими переміщуються випари соляної кислоти й лугів, не рекомендовано. Треба також мати на увазі, що згинання дюралюмінію у твердому стані призводить до утворення тріщин. Через це, перш ніж згинати, деталі гартують і згинання виконують протягом 2–3 год, поки метал не встиг зміцнитися.

Деформівні алюмінієві сплави застосовують для виготовлення бляхарних виробів у формі листів, стрічок і фасонних пресованих профілів. Їх використовують тоді, коли вироби призначені для роботи в корозійних і вибухонебезпечних середовищах, а також для переміщення газів (насамперед з оксидами азоту). Разом із тим алюміній має два основні недоліки: висока ціна й обмежена гама кольорів, у які його можна пофарбувати.

Титан — тугоплавкий метал сріблясто-блискучого кольору, не тьмяніє на повітрі, удвічі легший від заліза. Його легко обробляти й штампувати.

Титан використовують для виготовлення бляхарних виробів, призначених для роботи в агресивних середовищах: за наявності в повітрі випарів сірчаної, соляної та азотної кислот, оксидів азоту, випарів розчинів хлористих солей. Титан має високу корозійну стійкість. Для виготовлення повітропроводів, місцевих відсмоктувачів і деталей вентиляційних систем використовують технічно чистий титан марок ВТ1-00, ВТ1-0 або низьколеговані сплави підвищеної пластичності марок ОТ4-0, ОТ4-1, ОТ4, ВТ5.

Сплави титану, які застосовують у вентиляційних системах, мають високу пластичність. Їх можна штампувати, вальцювати та гнути в холодному стані на тому самому обладнанні, що й сталеві заготовки. За товщини листа до 1,2 мм застосовують фальцеві з'єднання, за більшої товщини — зварні.

Свинець — метал, поширений у минулому через його низьку температуру плавлення. До кінця XIX ст. зі свинцю виготовляли водопровідні труби, доки не стало відомо, що це негативно впливає на здоров'я людей. Як і мідь, свинець був популярним покрівельним матеріалом; одночасно з нього виробляли водостічні жолоби, труби й димоходи.

Терн, або «тернплате», — ще один матеріал, який увійшов у будівельний ужиток на початку XIX ст. Це були сталеві або залізні листи, покриті свинцево-олов'яним сплавом, подібні до білої бляхи.

Олово — метал, який у бляхарних роботах зазвичай застосовували в сплавах (наприклад, з міддю для висвітлення бронзи), а також для покриття більш жорстких металів (наприклад, лудженої сталі).

Нікель, як і олово, періодично використовували як гальванічне покриття будівельних деталей. Завдяки йому ми маємо нейзильбер, монель-метал і нержавіючу сталь. Нейзильбер містить 75 % міді, 20 % нікелю та 5 % цинку. Різні відсоткове відношення дає різні кольори: сріблясто-білий, жовтий, блакитний, зелений або рожевий.

Цинк у чистому вигляді використовували як покрівельний матеріал у Бельгії, Франції та Німеччині, де він замінив дорожчі мідь і свинець. У 1837 р. незалежно французькою компанією «Sorel» і бізнесменом В. Кроуфордом в Англії була запатентована технологія антикорозійного цинкування як процес «гарячого занурення» для покриття заліза цинком.

Нітрид титану застосовують в унікальній технології нанесення матеріалів під золото. Для покривання куполів (рис. 2.2) використовують матеріал «Златовест» — листи нержавіючої сталі із золотим блискучим, синім блискучим, зеленим блискучим або «під мідь» напиленням. Також як покрівельний матеріал застосовують листовий гладкий оцинкований метал із поліестеровим покриттям RANILLA («Ранілла») світло- й темно-зеленого,



Рис. 2.2. Покриття нітрид титаном

блакитного, світло- й темно-синього, коричневого або червоного відтінків. За своїми спектрально-оптичними характеристиками покриття нітрид титану подібне до натурального золота й характеризується високою атмосферостійкістю та механічною міцністю. Воно довговічніше й набагато дешевше за покриття, нанесене методом сусального золочення.

Технологічні прийоми, які застосовують під час вакуумно-плазмового оброблення, забезпечують високу адгезію нанесеного шару до основи. Листи витримують багаторазові вигини без відшаровування покриття, їх використовують у бляхарних роботах і штампуванні для виконання покрівельних та облицювальних робіт. Покриття має високу однорідність товщини й рівномірність заданого кольору на всій поверхні великогабаритних виробів.

Виготовляють також листи «Булат» — це нержавіючий лист із нітридтитановим покриттям, який має кольори під золото, мідь і синій відтінок (розмір листа $2000 \times 1000 \times 0,4$ мм).

Золото — метал, який використовують для золочення церковних куполів. Основою є сусальне золото. Золото — дуже м'який метал, тому його потрібно додатково захистити, щоб збільшити термін придатності виробу. Для цього поверх шару золота наносять спеціальний прозорий лак.

Неметалеві матеріали — пластмаси, гуму, азбест, синтетичні плівки тощо широко використовують для виготовлення вентиляційних систем і дахів. Пластмасам властиві легкість, міцність, тепло- й електроізоляційна здатність, стійкість проти дії агресивних середовищ; вони мають хороші технологічні властивості. Ці матеріали формують за невисоких температур і тисків, що дає змогу отримати з них вироби будь-якої складної форми штампуванням, витягуванням тощо. Заміна металу пластмасами значно знижує трудомісткість і собівартість виробів. Основним недоліком пластмас є їхня схильність до «старіння», що виявляється в поступовій зміні механічних характеристик і розмірів виробів у процесі експлуатації.

Матеріали для покриття теплової ізоляції — це покривні матеріали, які захищають теплоізоляційний шар від механічних пошкоджень, впливу атмосфери, агресивних середовищ і забезпечують гарний зовнішній вигляд об'єкта в цілому. Найкращі якості мають металеві, особливо алюмінієві покриття, поширені також фольговані (на основі алюмінієвої фольги) покривні матеріали.

Дротяні сітки застосовують для огороження отворів у повітропроводах усередині приміщень і поза ними, причому використовують як сталеві сітки, так і сітки з кольорових металів. Сталеві плетені одинарні сітки виготовляють із ромбічними та квадратними комірками. Для їхнього вироблення використовують низьковуглецеву сталь або оцинкований дріт. Дротові ткані сітки виготовляють із м'якого відпаленого латунного дроту марки Л80.

Ущільнювальні прокладки застосовують для забезпечення герметичності фланцевих і безфланцевих з'єднань повітропроводів. Їх виготовляють із різних матеріалів, зокрема прокладного картону, пароніту, листової пористої або монолітної гуми завтовшки 4–5 мм або полімерного мастикового джгута ПМЖ-1 (використовують у повітропроводах для переміщення повітря, пилу або відходів матеріалів за температури не вище +70 °С), азбестового шнура або картону (використовують у повітропроводах для переміщення повітря, пилу або відходів матеріалів за температури понад +70 °С), вулканізованої гуми або кислотостійкого прокладного пластикату (використовують у повітропроводах для переміщення повітря з випарами кислот).

Прокладний картон є бензо- й маслостійким матеріалом. Його застосовують як прокладки у фланцевих з'єднаннях. Для більшої еластичності й міцності прокладку з картону просочують оліфою. Зберігають картон у сухому місці, щоб на нього не потрапила волога.

Пароніт — гнучкий листовий матеріал сірого кольору, що містить азбестове волокно, гуму й інші домішки. Він витримує високі температури, тому з нього виготовляють прокладки для повітронагрівачів.

Пориста гума — матеріал на основі твердих каучуків. Має амортизаційні, герметизувальні й інші властивості.

Листову технічну гуму, яку застосовують для виготовлення прокладок, випускають п'яти видів (кислотолуго-, тепло-, морозо- й маслобензостійкі, харчову) у формі листів або стрічок завтовшки 0,5–50 мм. Гума всіх видів має бути термостійкою за температур від –30 до +50 °С.

Полімерний мастиковий джгут ПМЖ-1 — еластичний матеріал діаметром 8–10 мм, що добре прилягає до торця фланця. Його виготовляють із поліізобутилену, нафтового бітуму, парафіну, азбесту й масла. Для зберігання джгут намотують на котушки й пересипають тальком.

Полімерний матеріал ПРК-2 за хімічним складом такий самий, як і ПМЖ-1. Його випускають у формі плоскої стрічки завширшки 400–500 мм і завтовшки 5–6 мм. Стрічку укладають на фланець і роблять отвори для болтів. Під час затягування болтів стрічка створює надійне герметичне з'єднання.

Прокладки з профільованої гуми випускають у формі стрічки завширшки 17 і 27 мм, завтовшки 2 мм з потовщенням на краях до 4 мм. Прокладку укладають на поверхню фланця і в тонкій її частині роблять отвори для болтів. Недоліком цих прокладок є велика, порівняно із джгутами ПМЖ, жорсткість, унаслідок чого отвори для болтів доводиться робити за допомогою бородка, а в разі з'єднання фланців невеликих розмірів у стрічці потрібно вирізати сегменти для кращого її прилягання до поверхні фланця.

Сполучні термоусадкові ущільнювальні манжети виготовляють методом зварювання поліетиленового листа. Їх виробляють діаметром 130–355 мм. Умовне позначення містить три цифри, наприклад:

130/90–100. Перші дві цифри вказують умовний діаметр манжети до (130 мм) і після (90 мм) усадки, третя цифра — довжину манжети (100 мм). Температура застосування таких манжет — від -40 до $+60$ °С.

Азбест — вогнетривкий матеріал із дуже тонких і пружних волокон із шовковистим блиском. Азбест випускають у формі листів, з яких виготовляють прокладки для з'єднання повітропроводів гарячого повітря, а також у формі азбестового шнура й азбестового картону.

Азбестовий шнур, який застосовують для фланцевих з'єднань, виробляють завтовшки 3–25 мм. Для виготовлення прокладок відрізають шнур заданої довжини (залежно від діаметра або периметра повітропроводу) і вкладають його на поверхню фланця. Потім крізь шнур пропускають болти так, щоб азбестові нитки обмотували болт з обох боків.

Азбестовий картон виробляють у формі листів розмірами від 780×460 до 1000×1000 мм, завтовшки 2–10 мм. Листи картону мають бути рівними, без тріщин, заглибин і сторонніх механічних укралень. Прокладки для фланцевих з'єднань з азбестового картону виготовляють так само, як і прокладки з листової гуми. Під час зберігання і транспортування азбестовий картон необхідно захищати від зволоження.

Нетверднуча герметизуюча мастика «Бутепрол-2М» — полімерний матеріал, який застосовують у вентиляційних системах для бандажних з'єднань повітропроводів.

Нетверднучу герметизуючу еластичну стрічку «Герлен» використовують для фланцевих з'єднань повітропроводів за температури не вище $+40$ °С, довжина стрічки 12 м, ширина 80–200 мм, товщина 3 мм.

Під час виготовлення і монтажу бляхарних виробів використовують *допоміжні матеріали*: кріпильні деталі, зварювальний дріт, електроди, припої, лакофарбові матеріали тощо.

2.3. Різновиди бляхи

Є кілька видів бляхи. *Біла* — це бляха, покрита оловом. Її ще називають *лудженою*. За способом нанесення верхнього захисного шару білу бляху поділяють на луджену способом електролітичного осадження (шар покриття оловом 0,34–1,56 мкм) і гарячелуджену (шар покриття 1,6–2,5 мкм).

Білу бляху виготовляють у формі сталевого низьковуглецевого холоднокатаного листа або стрічки, захищених із двох боків оловом. Вона поєднує гнучкість, міцність та антикорозійні властивості. Найбільш застосовна в різних галузях господарства біла бляха завтовшки 0,13–0,5 мм.

Залежно від призначення бляху покривають шаром однакової або різної товщини, до того ж з різних боків може бути різне покриття. Бляху пасивують у потрібному режимі, щоб закріпити поверхню та стабілізувати адгезію (зчеплення) до лаків.

Бляха консервна (харчова) призначена для виготовлення закупорованих виробів і для харчових продуктів. Її наприкінці процесу пасивування покривають маслом, безпечним для продуктів.

Чорна бляха є матеріалом для виготовлення консервної банки методом двостороннього покриття. Якщо олово наносять електролітичним або гарячим лудінням, то отримують, відповідно, бляху марок ЕЖК і ГЖК. Покриваючи поверхню бляхи оксидом хрому або хромом, отримують бляху європейського класу ECCS. Бляху такої якості покривають лаком.

Чорну бляху виготовляють із сталі марок 05кп, 08пс, 08кп, 10пс, 10кп. Це холоднокатана тонколистова (0,1–0,5 мм) сталь без захисного шару. Її застосовують в електротехнічному виробництві у формі листів і рулонів.

Бляха одноразового прокатування — це стрічка з низьковуглецевої нелегованої сталі, виготовленої методом холодного прокатування до потрібної товщини, дресирована й відпалена. Її застосовують як самостійний виріб або для подальшого нанесення захисного шару.

Бляху дворазового прокатування використовують для виготовлення консервної бляхи в усьому світі.

Тонка й міцна біла бляха більш ефективна та затребувана в консервній промисловості. Коли провели перше холодне прокатування, потім відпалювання без дресировання, металевий лист удруге прокатують холодним методом із використанням мастила, товщина покриття стає меншою на 10–50 %.

Унаслідок прокатування сталевий лист стає міцним і водночас зберігає пластичність, потрібну для виробництва корпусів банок. Найменша товщина становить 0,12 мм. Звичайно товщини бувають у межах від 0,14 до 0,24 мм. У бляхи з дворазовим прокатуванням добре видно *анізотропію* (різноспрямованість). Тому, застосовуючи цю бляху, потрібно враховувати напрямок прокатування. Наприклад, у разі виготовлення зварної банки згортання банки має бути за напрямком прокатування.

Лакована бляха — це біла бляха в листах. Лакування і літографування білої бляхи здійснюють для захисту внутрішньої та зовнішньої поверхонь і покращення зовнішнього вигляду матеріалу. Лакові покриття наносять на автоматичному обладнанні. Нанесення покриття на листи здійснюють за допомогою валків. Покриті лаком листи бляхи сушать у печах.

На сучасних літографічних машинах бляху фарбують у будь-які кольори. Друк на металевих листах (*літографування*) виконують офсетним способом із використанням фарб, які твердіють у сушильних печах за високої температури. Друк за допомогою фарб з отвердінням під дією ультрафіолетового випромінювання має переваги над традиційним способом: економія площі, часу та фарб і вища швидкість друку. Але за цієї технології адгезія до металу гірша, що призводить до відшарування фарби за сильної деформації бляхи в подальшому.

2.4. Оцинкування металу

Оцинкування металу — нанесення на поверхню металу тонкого цинкового покриття, яке в подальшому виконує функцію захисного шару.

Шар цинку наносять на метал із двох боків. Цинкове покриття забезпечує фізичний та електрохімічний захист сталі. Фізичний захист полягає в тому, що шар цинку створює бар'єр і запобігає контакту між сталевую основою та навколишнім середовищем. Електрохімічний захист сталі цинк забезпечує у вологому середовищі, а для оцинкованої сталі з полімерним покриттям — на кромках листа й отворів під саморізи.

Використовують такі **способи оцинкування металу**:

гальванічний спосіб — електрохімічне осадження цинку на поверхні металу в електроліті, що містить цинк;

гаряче цинкування — покриття металу шаром цинку для захисту від корозії шляхом занурення виробу у ванну з розплавленим цинком за температури близько $+460\text{ }^{\circ}\text{C}$ (забезпечує найвищі захисні властивості);

термодифузійне цинкування — оброблення з використанням цинкового порошку за температури $+290\text{--}450\text{ }^{\circ}\text{C}$ або випарів цинку за температури $+800\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$;

шоопірування — оброблення поверхні розплавленим цинком за допомогою напilenня зі спеціального пістолета;

холодне цинкування — нанесення на підготовлену поверхню способами, застосовуваними для звичайних полімерних фарб, спеціального складу з вмістом цинкового порошку, унаслідок чого утворюється покриття з властивостями, характерними для гарячеоцинкованого й полімерного покриття;

газодинамічне цинкування — нанесення надзвуковим потоком на поверхні будь-якої конфігурації, що забезпечує високу адгезію (зчеплення, прилипання та злипання) між з'єднуваними матеріалами.

У процесі гарячого цинкування під атмосферним впливом чистий цинк Zn реагує з киснем O_2 , утворюючи оксид цинку ZnO , з подальшою взаємодією з діоксидом вуглецю CO_2 й утворенням карбонату цинку ZnCO_3 — зазвичай сірого матового, досить твердого матеріалу, який запобігає корозії матеріалу.

Гаряче цинкування вважають одним із найнадійніших та економічних, а тому поширених методів захисту сталі від корозії. Товщина цинкового шару коливається від 30 до 100 мкм, зазвичай — від 45 до 65 мкм.

2.5. Види та структура полімерного покриття бляхи

Полімерне покриття — це матеріал, виготовлений з органічних полімерів, у які також додають пігменти, присадки й розчинники, що утворюють покриття із захисними властивостями. Полімерне покриття не тільки ефективно захищає метал від механічних і кліматичних впливів, а й надає виробам особливої виразності.

Для полімерного покриття характерним є міцне зчеплення окремих шарів один з одним, нижнього шару — з підкладкою. Воно також дуже тверде та міцне, вологонепроникне й атмосферостійке. Щоб отримати багатшарові покриття, використовують ґрунтовку, фарбу й емаль.

Метал із полімерним покриттям має металеву основу, що складається з шару обробленої поверхні, шару ґрунтовки й шару полімерного покриття. Іноді застосовують самоклеїну полімерну плівку, а також тимчасову захисну плівку.

Полімерне покриття — це плівка на основі високомолекулярних сполук на поверхні прокату, яку формують у процесі гарячої сушки й наносять на неї ґрунтовки, оздоблювальні та захисні емалі, пластизолі. Плівка має комплекс захисних, декоративних, фізико-механічних та інших спеціальних властивостей. У разі використання порошкової фарби застосовують електростатичний метод нанесення покриття.

Ґрунтове покриття — один із нижніх шарів, який входить у систему двошарового полімерного покриття. Його наносять на металеву поверхню. Такий шар забезпечує міцне зчеплення і високу корозійну стійкість усієї системи покриття.

Для виготовлення попередньо пофарбованого прокату застосовують різні види полімерних покриттів.

У процесі фарбування рулонного полотна використовують термореактивні й термопластичні фарби, які поділяють на 8 типів залежно від того, який тип смоли був використаний: алкідне покриття, акрилове, епоксидне, поліефірне, поліуретанове, а також покриття, модифіковане силіконом, на основі ПВХ (полівінілхлориду) і на основі фторполімерів.

Обираючи метал для металочерепиці або профнастилу, дуже важливо приділити увагу полімерному покриттю. Ідеться не тільки про зовнішній вигляд продукції. Тип полімерного покриття помітно впливає на властивості металу та його ціну. Тож потрібно знайти баланс між ціною, привабливістю та експлуатаційними властивостями сталі.

Стандартний поліестер — базове покриття із широким вибором стійких глянцевих кольорів на основі поліефірних фарб, стійке до різних погодних умов і незначних механічних пошкоджень (гілки, град, ожеледь тощо).

Матовий поліестер — покриття з подібними до стандартного поліестеру властивостями, але з матовою та фактурною поверхнею.

«*DecoPrint*» — декоративне покриття металу. Найчастіше воно імітує дерево або камінь, але можливі будь-які варіанти декоративного покриття за індивідуальним замовленням.

Виробляють кілька видів полімерного покриття підвищеної міцності до механічних пошкоджень і стійкості до факторів зовнішнього середовища.

«*PU-Rock*» — покриття з приємною шовковистою поверхнею та красою, порівняно з поліестером, еластичністю. Гнучкість матеріалу дає змогу створювати більш складні профілі й використовувати металочерепицю для покриття покрівлі зі складною геометрією.

RWS — дуже міцне полімерне покриття для експлуатації в будь-яких кліматичних умовах й агресивному зовнішньому середовищі (промислове виробництво, сільське господарство, автомобільні викиди в місті тощо).

PVDF — металочерепиця із цим типом покриття більш стійка до ультрафіолетового випромінювання та різких перепадів температур.

Структуру сталевого листа з полімерним покриттям зображено на *рисунку 2.3*.

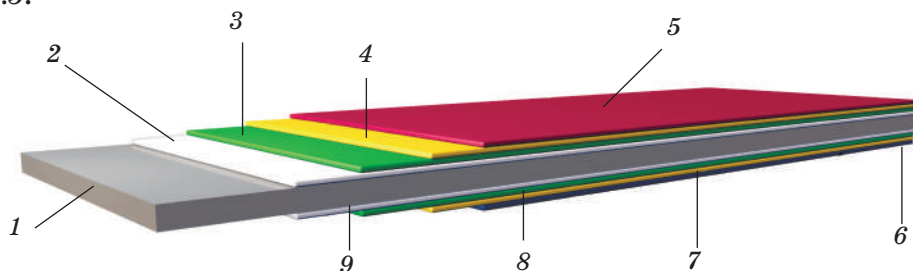


Рис. 2.3. Структура сталевого листа з полімерним покриттям:
1 — сталевий лист; 2, 9 — шари цинку; 3, 8 — пасивувальні шари;
4, 7 — ґрунтовки; 5 — покриття; 6 — емаль зворотного боку

Сталевий лист є основою виробу, його товщина визначає міцність і гнучкість готової продукції.

Шар цинку в структурі сталевого листа з полімерним покриттям забезпечує захист від наскрізної корозії: що більший шар цинку, то довший термін експлуатації оцинкованої сталі.

Пасивувальний шар захищає цинкове покриття металу, є підготовчим шаром для полімерного покриття.

Ґрунтовка — підготовчий шар для нанесення кольорового покриття.

Кольорове покриття — декоративно-захисний шар із полімерних матеріалів для додаткової антикорозійної стійкості та формування зовнішнього вигляду готової продукції з урахуванням кольору й фактури поверхні.

Товщина сталевого листа для металочерепиці та профнастилу визначає стійкість до наскрізної корозії, міцність конструкції готової продукції та її застосування.

- **Сталевий лист із мінімальною товщиною 0,3–0,4 мм**

Переваги: низька ціна, мала маса, простота оброблення та монтажу.

Недоліки: низький вміст цинку (до 100 мкм), порівняно низька корозійна стійкість; розрахований на незначні механічні навантаження, особливі умови для зберігання і транспортування. *Застосування:* декоративне оформлення інтер'єрів, тимчасова покрівля невеликих будівель, низькі або тимчасові паркани.

- **Максимальна товщина фарбованої сталі 0,6–0,7 мм**

Переваги: висока міцність, високий вміст цинку (понад 225 мкм), найбільш стійкі типи полімерних покриттів, високий рівень захисту від наскрізної корозії. *Недоліки:* велика маса, висока ціна, потрібні професійні навички для монтажу. *Застосування:* покрівельний та несучий профнастил і фальцеві панелі для несучих конструкцій.

- **Оптимальна товщина сталі для металочерепиці та профнастилу 0,5 мм**

Переваги: висока міцність, широкий діапазон за вмістом цинку (140–275 мкм) і типів полімерного покриття, високий рівень захисту від наскрізної корозії. *Недоліки:* профнастил зі сталі такої товщини не можна використовувати як несучі конструкції. *Застосування:* основний тип сталі для профілювання металочерепиці, стіновий та покрівельний профільований лист для фасадів, покрівлі й огорож.

2.6. Основні нормативні документи у сфері виробництва листових матеріалів

В Україні основними документами щодо виробництва бляхи є Державні стандарти, зокрема: ДСТУ 2924-94. Прокат чорних металів; ДСТУ ISO 11949:2019. Електролітична луджена бляха, обтиснута в холодному стані; ДСТУ ISO 11951:2019. Чорна бляха, обтягнута в холодному стані, у рулоні для виготовлення білої бляхи або сталі з покриттям хромом/оксидом хрому; ДСТУ 4481:2005. Бляха біла й алюміній у листах літографовані; ДСТУ 7771:2015. Банки металеві для консервів.

• *Гарячеоцинкований лист за європейськими й українськими стандартами*

Сталь оцинковану листову, згідно зі стандартом EN 10346 і його українським аналогом ДСТУ EN 10346, поставляють із покриттям із цинку, цинку із залізом, цинк-алюмінієвого, алюмінієво-цинкового або алюмінієво-кремнієвого сплаву:

- цинкове покриття (Z) отримують зануренням підготовленої стрічки у ванну з розплавом, що містить не менше 99 % цинку;
- покриття цинк–залізо (ZF) утворюється під час занурення стрічки у ванну з розплавом цинку (не менше 99 %) із подальшим відпалюванням, яке утворює цинково-залізне покриття з вмістом заліза від 8 до 12 %;
- цинк-алюмінієве покриття (ZA) наносять під час занурення у ванну, що містить цинк і близько 5 % алюмінію, а також незначну кількість мішметалу (суміш металів);
- алюмінієво-цинкове покриття (AZ) отримують зануренням у ванну з розплавом із 55 % алюмінію та 1,6 % кремнію (решта — цинк);
- алюмінієво-кремнієве покриття (AS) формують під час занурення у ванну з розплавленим металом, що містить алюміній та від 8 до 11 % кремнію.

Оцинкований лист, за стандартом EN 10346 і ДСТУ EN 10346, виготовляють із таких видів сталей:

- сталі для будівництва та конструювання: S220GD–S550GD;
- сталі з високою межею плинності для холодного оброблення тиском: HX160YD, HX180YD, HX180BD, HX220YD, HX300LAD та ін.;
- багатофазні сталі для холодного оброблення тиском: HDT450F, HCT490X, HDT590X, HCT780X, HCT980X, HCT780T, HDT580X та ін.

Одиницею маси є грам на квадратний метр. Вона характеризує масу захисного шару, нанесеного з обох боків стрічки. У позначенні покриття

листа оцинковки вказують його тип (Z, ZF, ZA, AZ, AS) і номінальну масу. Для оцинкованої продукції, залежно від класу захисного шару, мінімальна маса на обох поверхнях виробу може становити від 100 до 600 г/м² (середнє значення за трьома точками).

Оцинковану сталь, згідно з EN 10346 і ДСТУ EN 10346, також поділяють: *за якістю поверхні*: А — поверхня безпосередньо після нанесення покриття; В — поліпшена поверхня, яку отримують обробленням у дресирувальній кліті (вирівнювання металевої штаби витягуванням); С — найвища якість поверхні, яку теж отримують обробленням у дресирувальній кліті;

за видом оброблення поверхні: С — після хімічної пасивації; О — після промаслювання; СО — після пасивації та промаслювання; Р — фосфатування; S — нанесення ізоляційного органічного покриття;

за видом візерунку кристалізації: N — стандартний візерунок кристалізації (звичайний блиск) отримують, якщо цинкове покриття залишають тверднути природним шляхом; М — мінімальний візерунок кристалізації (мінімізований блиск) забезпечують коригуванням складу цинкового розплаву, спеціальним впливом на процес затвердіння та/або подальшим обробленням поверхні.

Геометричні розміри й допуски листа оцинковки, отриманого методом гарячого занурення, мають відповідати вимогам стандарту EN 10143 та його українського аналогу ДСТУ EN 10143.

• *Гарячеоцинкований лист за американськими стандартами*

Основним стандартом США у сфері виробництва прокату з покриттям, отриманим методом гарячого занурення, є ASTM A653/A653M. Він описує вимоги до листової сталі із цинковим і цинково-залізним покриттям.

Оцинкований прокат випускають із таких видів сталі: комерційні сталі (CS, типи А, В і С); формовані сталі (FS, типи А і В); сталі для глибокого витягування (DDS); сталі для надглибокого витягування (EDDS); конструкційні сталі (SS); високоміцні низьколеговані сталі (HSLAS, типи А і В); сталі, зміцнювані на твердий розчин (SHS); сталі, зміцнювані під час сушіння лакофарбового покриття (BHS).

Залежно від обраного класу цинкового покриття (G01-G360 для англійської системи мір або Z001-Z1100 для міжнародної системи CI), мінімальна маса захисного матеріалу може варіюватися від 90 до 1100 г/м² з обох боків виробу.

Геометричні розміри та допуски оцинкованої рулонної сталі, виготовленої за ASTM A653/A653M, мають відповідати вимогам стандарту ASTM A924/A924M.

2.7. Сучасні бляхарні матеріали

З кожним роком ринок покрівельних матеріалів поповнюють нові види покриттів, проте металочерепиця є найпоширенішим.

Металочерепиця — повна імітація зовнішнього вигляду натуральної черепиці. Її виготовляють із сталевого оцинкованого або алюмінієвого листа, попередньо пасивованого, заґрунтованого й покритого пластиком. Товщина

металочерепиці коливається в діапазоні 0,4–0,5 мм. Унаслідок прогонки металу через виробничу лінію листи набувають специфічну хвилястість, яка не тільки відіграє декоративну роль, а й формує міцнісні характеристики виробу та його жорсткість. Структуру металочерепиці показано на *рисунку 2.4*.

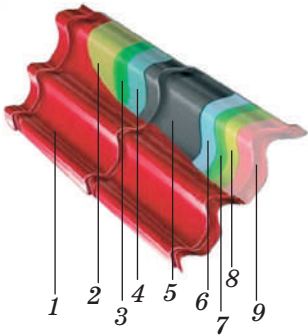


Рис. 2.4. Структура металочерепиці:
1 — полімерне покриття;
2, 8 — ґрунтовки; 3, 7 — пасивувальні шари;
4, 6 — шари цинку;
5 — сталевий лист; 9 — захисна фарба

Як полімерне покриття застосовують спеціальні матеріали.

Поліестер — відносно недороге покриття металевої черепиці з глянцевим відблиском завтовшки 25 мкм. Має відмінну стійкість до впливів навколишнього середовища й широку палітру кольорів. Орієнтовний термін експлуатації становить 5–10 років.

Матовий поліестер має подібні властивості з глянцевим покриттям, однак більшої товщини (35 мкм) і до складу додано напilenня тефлону, завдяки чому поверхня є матовою. Матеріал досить довговічний.

Пурал — у складі напilenня наявний поліуретан, який надає поверхні стійкість до ультрафіолетового випромінювання, механічних пошкоджень і коливань температури. Товщина покриття становить 50 мкм.

Матовий пурал за властивостями подібний до звичайного пуралу, шовковистий на дотик. Покриття завтовшки 27 мкм, складається з полівінілфториду й акрилу у відношенні 80 : 20 відповідно. Напilenня стійке до атмосферних впливів і корозії, а також має красивий зовнішній вигляд.

Пластизол — сплав полівінілхлориду та пластикатів. Текстура імітує кору берези, товщина покриття становить 100 або 200 мкм. Така черепиця має дуже високу стійкість до несприятливих зовнішніх впливів.

Призма — найбільш стійка до подряпин і корозії металочерепиця, виконана в широкій колірній гамі.

Металочерепицю також класифікують за типом і параметрами профілю. Стандартна хвиля зазвичай заввишки 23–25 мм із кроком 350 мм. Товщина становить 40–45 мм. Види профілю також різноманітні. У продажу наявна металочерепиця «Монтеррей», «Classic», «Kredo», «Kamea», «Максі» тощо.

Переваги: простота монтажу, тривалий термін експлуатації, легкість, екологічність, стійкість до зміни температур, пожежеобезпечність, конкурентоспроможна ціна, багата кольорова гама матеріалу й різноманітність профілів, можливість швидкого сходження опадів (завдяки гладкості покрівлі), невелика маса. *Недоліки:* висока звукопровідність (щоб її усу-

нути, потрібно зробити звукоізоляцію), висока витрата будівельного матеріалу під час монтажу даху складної конструкції, можливість поступового блякнення матеріалу, схильність до подряпин, висока теплопровідність, необхідність улаштування громовідводу.

Композитна металочерепиця — багат шаровий покрівельний матеріал, основою якого є сталевий лист, покритий алюмоцинковим сплавом. Зовнішня сторона композитної покрівлі вкрита гранулами з натурального каменю, що надає покриттю презентабельного вигляду. Завдяки якій структурі покрівлі з композитної металочерепиці витримує будь-які опади, зберігаючи свій зовнішній вигляд і надійність.

Перевагою такого виду покрівлі є не тільки практичність, а й зовнішні характеристики. Цей покрівельний матеріал можна монтувати на дахах із великими кутами нахилу та з великою кількістю зовнішнього декору. Термін експлуатації композитної металочерепиці становить 40–50 років. Крім того, плюсами композитної металочерепиці є естетичність, практичність, довговічність, екологічність, звукоізоляція, простота монтажу, можливість використання матеріалу на нестандартних конструкціях, висока стійкість до ультрафіолетового випромінювання (блякнення), атмосферних опадів і зміни температур, пожежобезпечність. **Недоліки:** висока вартість, теплопровідність, паронепроникність (щоб уникнути цього, потрібно встановити в будинку хорошу систему вентиляції).

Профнастил — універсальний будівельний матеріал. Його використовують у різних сферах: як покрівельний матеріал для дахів, як огороження (паркани, хвіртки, ворота), як незнімну опалубку для монолітних перекриттів, а також для обшивання стін. Завдяки ребрам жорсткості профнастил здатний витримувати значні навантаження, завдяки чому його використовують для дахів. Як покрівельну обшивку застосовують тонколистову оцинковану сталь із полімерним покриттям або без нього. За декоративно-захисними властивостями профнастил поділяють на оцинкований та кольоровий (використовують фарбу на основі полімерів).

Профлист здебільшого виготовляють гофрованим. Цей матеріал класифікують за профільною шириною та висотою.

Щоб не помилитися з вибором матеріалу, потрібно добре знати його маркування, що складається з набору символів літер і цифр.

Несучий профлист позначають літерою Н. Його основою є найтовстіший метал із високою хвилю, він стійкий і міцний. У такому профнастилі для більшої жорсткості посередині хвилі виконано додаткову заглибину.

Несуче-стіновий профлист має маркування НС. Він є проміжним між несучим і звичайним настилами. Це більш дешевий, але менш жорсткий матеріал, яким обшивають монолітні перекриття, дахи, паркани, стіни, навіси й ворота.

Стіновий профлист позначають літерою С. Він зроблений із тонкої сталі, має привабливий вигляд. Ширина й висота його хвиль невеликі.

Металополімерний профнастил із маркуванням МП подібний до хвилястого полікарбонатного профнастилу. Найчастіше цей матеріал використовують для дахів із мансардами. Захисне полімерне покриття стійке до механічних пошкоджень (подряпин, сколів).

Окрім букв, у маркуванні ще є цифри. Перші цифри означають хвилюву висоту, а ті, що стоять через тире, указують на ширину сталі; за ними зазначені листові габарити.

Профнастил поділяють на покрівельний та стіновий різних марок і розмірів. Він завжди покритий захисним шаром. Найпростішим за цією характеристикою вважають оцинкований профільований лист, потім — цинкове покриття з домішками кремнію та алюмінію. Вище — профлист із фарбуванням на основі поліестеру, потім — тefлоново-поліестерне покриття, далі — ПВХ з різними домішками. Структуру профлиста зображено на *рисунку 2.5*.

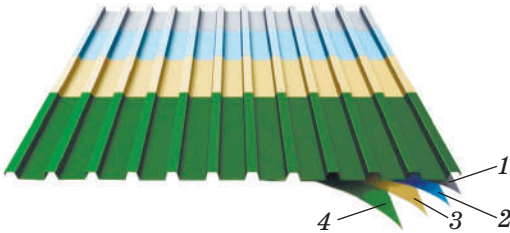


Рис. 2.5. Структура профлиста:

- 1 — оцинкована сталь;
- 2 — пасивувальний шар;
- 3 — ґрунтовка (5–10 мк);
- 4 — полімерне покриття (25–100 мк)

Фальцева покрівля (*рис. 2.6*) — покрівельне покриття, виготовлене з міді, алюмінію, оцинкованої чи листової сталі або з кольорових металів. Фальцевою покрівля названа через те, що листи покриття (картини) з'єднують між собою за допомогою особливого виду швів — фальця. Цей вид облицювання найчастіше влаштовують на латах із кроком в 25 см або на суцільній основі. *Переваги*: щільність покриття, стійкість до корозії, невелике навантаження на несучу конструкцію (вага — від 3,5 до 7,0 кг/м²), стійкість до займання і гладка поверхня, що забезпечує швидке стікання опадів. *Недоліки*: трудомісткість монтажу (облицювання виконують висококваліфіковані монтажники/монтажниці), невисокі естетичні якості, низька шумоізоляція; має тенденцію зберігати статичну електрику (покрівлю потрібно обладнувати заземленням). Структуру листа для фальцевої покрівлі показано на *рисунку 2.6*, де *картина* — частина покриття, підготовлена для з'єднання (лист із кромками); *фальць* — спосіб з'єднання картин між собою; *клямра* — цвяхові полиці для з'єднання і фіксації фальців.

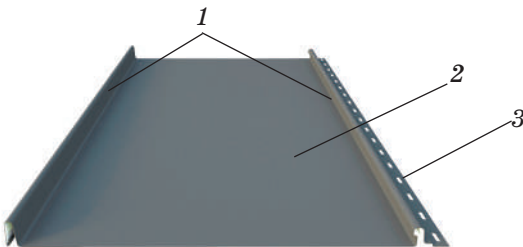


Рис. 2.6. Структура листа для фальцевої покрівлі:

- 1 — фальць; 2 — картина;
- 3 — клямра

2.8. Упакування, транспортування та зберігання бляхи

Умови зберігання металопрокату мають відповідати нормативним вимогам зберігання виробів, тобто оцинковану сталь у рулонах і листах необхідно зберігати в приміщеннях без опалення та прямого впливу сонячних променів і дощу.

Листову бляху упаковують у пачки. Пачку складають із листів, кількість яких кратна 50, укладених на одному піддоні. Кількість листів у пачках однієї партії має бути однаковою. Маса однієї пачки не повинна перевищувати 1,5 т — у разі транспортування в критих транспортних засобах і 15 т — за транспортування на відкритих товарних поїздах.

Внутрішній діаметр рулонів завширшки 712–1024 мм становить 400 і 500 мм. Максимальний зовнішній діаметр — до 1200 мм.

Маркування бляхи виконують нанесенням поздовжніх смужок на товстому покритті. До кожного рулону або пачки прикріплюють ярлик, у якому вказують: товарний знак підприємства-виготовлювача; назву бляхи; марку; номер і розмір; клас покриття (для білої бляхи); ступінь твердості; кількість листів у пачці або кількість метрів стрічки в рулоні; площу поверхні листів; масу; номер партії; номер сортувальника/сортувальниці, контролера/контролерки відділу технічного контролю; номер пакувальника/пакувальниці або номер бригади; дату виготовлення; позначення стандарту. Із зовнішнього боку пакувальної тари незмивною фарбою наносять дані з ярлика або прикріплюють другий (металевий) ярлик із цими даними. На бляху, призначену для тривалого зберігання, із зовнішнього боку маркування додатково наносять слово «зберігання» і масу. У разі транспортування водним транспортом із зовнішнього боку пакувальної тари наносять знак «Боїться вогкості».

Бляху зберігають у сухих закритих приміщеннях в умовах, що запобігають потраплянню на неї вологи. На підприємствах, що здійснюють тривале зберігання, бляху зберігають за температури повітря не нижче +4 °С і відносній вологості повітря не більше 80 %.

Запитання та завдання

1. Які є види бляхи?
2. З яких металів і сплавів виготовляють бляхарні вироби?
3. З яких марок сталі виготовляють чорну бляху?
4. Назвіть способи оцинкування металу.
5. Охарактеризуйте структуру сталевого листа з полімерним покриттям.
6. Які переваги бляхи?
7. Які сучасні бляхарні матеріали вам відомі?
8. Розшифруйте марку сталі 08кп.
9. Згідно з ДСТУ EN 10346, оцинковану сталь найвищої якості поверхні позначають літерою
А А
Б В
В С
Г Д

Розділ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ БЛЯХАРНИХ РОБІТ

3.1. Організація робочого місця

Робоче місце — ділянка виробничої площі цеху, закріплена за одним робітником/робітницею або бригадою, оснащена необхідним обладнанням, пристосуваннями, інструментами й матеріалами та призначена для виконання операцій виробничого процесу (рис. 3.1).



а



б

Рис. 3.1. Бляхарна дільниця (а) і навчальна бляхарна майстерня (б)

Правильна організація робочого місця полягає в забезпеченні його високопродуктивним обладнанням, пристосуваннями, інструментами, інвентарем, підйомно-транспортними засобами й допоміжними пристроями, у найбільш доцільному плануванні елементів робочого місця, створенні безпечних умов праці, забезпеченні порядку та чистоти, у безперебійному обслуговуванні робочого місця.

Розташування обладнання, пристосувань та інструментів має сприяти зменшенню втомлюваності робітника/робітниці, забезпечувати виконання різних рухів найкоротшим шляхом. Для створення зручних умов праці робоче місце має відповідати таким вимогам: деталі й інструменти треба розміщувати на відстані витягнутої руки (ближче розміщують інструменти та деталі, які потрібні найчастіше); предмети розміщують у чіткій послідовності їхнього використання; предмети, які беруть правою рукою, розташовують праворуч, а ті, що беруть лівою, — ліворуч; предмети, які беруть обома руками, кладуть спереду; різальні інструменти необхідно класти на дерев'яні підставки; кожний предмет повинен мати постійне місце; на робочому місці мають міститися тільки ті інструменти й обладнання, які необхідні для виконання роботи.

Рухи робітника/робітниці умовно поділяють на п'ять груп: перша група — рухи, які виконують тільки пальці; друга — рухи, які виконують пальці й кисть руки; третя — рухи, які виконує вся рука; четверта — рухи, які виконує рука з нахилом плеча; п'ята група — рухи, які виконує одна або обидві руки з нахилом тулуба.

Доведено, що продуктивність праці протягом робочої зміни різна. Її умовно поділяють на три етапи: перший — робітник/робітниця звикає до роботи, другий — період високої продуктивності, третій — початок утомлюваності та її зростання. Продуктивність праці впродовж перших двох годин підвищується, потім півтори години підтримується на високому рівні, а після цього поступово знижується. Після перерви на обід продуктивність праці знову підвищується, але не досягає початкового рівня. Наприкінці зміни вона різко знижується.

Разом з організаційно-технічним забезпеченням робочих місць особливу увагу необхідно приділяти стану підлоги, чистоті приміщення, температурі й вологості повітря, освітленню, рівню шумів, кольору стін приміщення тощо.

3.2. Охорона праці під час виконання бляхарних робіт

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Метою охорони праці є створення безпечних умов праці, гарантування безпечної експлуатації обладнання, зменшення впливу шкідливих і небезпечних виробничих чинників на організм людини, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Основна умова безпечної роботи — правильна організація робочого місця, використання справного інструменту, дотримання виробничої дисципліни та суворе виконання вимог безпеки.

ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ДЛЯ БЛЯХАРЯ

1. Загальні положення

1.1. «Примірні інструкція з охорони праці для бляхаря» (далі — Інструкція) поширюється на осіб, які працюють за професією бляхар, і встановлює правила й вимоги безпеки під час виконання бляхарних (покрівельних) робіт.

1.2. До виконання бляхарних робіт допускають осіб чоловічої статі віком не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд у встановленому на підприємстві порядку відповідно до вимог «Положення про порядок проведення медоглядів працівників певних категорій», професійне навчання і навчання з питань охорони праці під час виконання робіт із підвищеною небезпекою, а також вступний, первинний інструктаж і стажування на робочому місці. Допуск до самостійної роботи проводять за наказом керівника підприємства або структурного підрозділу.

1.3. Технологічний процес бляхарних робіт складний і різноманітний. Разом із використанням ручного інструменту, застосуванням різноманітного технологічного устаткування (механічні ножиці, правильно-розтяжні машини, стрічково-пилні верстати, профілезгинальні верстати, зикмашини та ін.) бляхар виконує паяльні роботи.

1.4. У технологічному процесі бляхарних робіт організація робочого місця повинна становити найважливішу ланку, щоб забезпечити необхідні умови для високопродуктивної та безпечної праці з найменшою витратою сил і часу, без зайвих або незручних рухів.

1.5. Робоче місце бляхаря — ділянка виробничої площі, яка призначена для виконання певної роботи (операції) та оснащена всіма необхідними пристосуваннями й устаткуванням.

1.6. Робоче місце бляхаря може бути постійним або непостійним, але воно має відповідати вимогам нормативних актів з охорони праці та санітарним нормам.

1.7. Бляхар під час виконання робіт зобов'язаний: знати та виконувати вимоги правил внутрішнього трудового розпорядку, з питань охорони праці; знати та виконувати вимоги технологічної документації щодо безпечних методів роботи з використанням інструментів, пристосувань та устаткування; знати технологію виготовлення виробів із бляхи, механічні властивості металів і сплавів; знати способи з'єднання та паяння складних деталей; знати рецептуру й призначення різних припоїв; знати правила електробезпеки під час роботи на технологічному устаткуванні та з електроінструментом.

1.8. Під час виконання роботи бляхар повинен дотримуватися вимог: Правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства; Інструкції з охорони праці бляхаря; Інструкції з охорони праці під час роботи з пневматичними й електричними інструментами; Інструкції з охорони праці під час роботи на технологічному устаткуванні та користування вантажопідійомними механізмами; Правил користування засобами колективного захисту та засобами індивідуального захисту; Правил пожежної безпеки; Правил електробезпеки; Правил особистої гігієни.

1.9. У процесі виконання бляхарних робіт можливий вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів на бляхаря: підвищений рівень шуму; підвищений рівень вібрації; обертових елементів устаткування; гострих країв, задирок на поверхні заготовок; імовірність падіння заготовок, деталей, пристосувань; розташування робочого місця на висоті; випари реактивів, які виділяються під час паяння; високий рівень напруги в електричному колі, замикання якого може пройти крізь тіло людини.

1.10. Для виконання робіт бляхар отримує спеціальний одяг та інші засоби індивідуального захисту: костюм віскозно-лавсановий, фартух брезентовий, рукавиці комбіновані й захисні окуляри.

Крім того, у разі виконання робіт ручним пневматичним інструментом бляхаря забезпечують віброзахисними рукавицями (напіврукавицями, напіврукавичками) і засобами захисту органів слуху (протишумові навушники, вкладиші у вушні раковини «беруші»), а для виконання паяльних робіт — респіратором.

1.11. Бляхар під час виконання робіт зобов'язаний дотримуватися правил особистої гігієни: розпочинати роботу в засобах індивідуального

захисту; утримувати протягом зміни робоче місце в чистоті й порядку; їсти та зберігати продукти харчування тільки в спеціально відведених місцях; по закінченні роботи вимити забруднені частини тіла.

1.12. Порухення бляхарем вимог цієї Інструкції розглядається як порушення трудової дисципліни, за яке на нього може бути застосоване стягнення згідно із чинним законодавством України.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед тим як приступити до роботи, бляхар зобов'язаний: одягнути спецодяг і підготувати засоби індивідуального захисту з урахуванням майбутньої роботи; забрати з робочого місця все, що не потрібно для виконання роботи (змінного завдання); перевірити наявність і стан ручного інструменту.

2.2. Упевнитися, що ручний інструмент відповідає таким вимогам:

а) молотки мають поверхню бойка злегка опуклу, гладку, без задирок, вибоїв і вм'ятин і заклинені на дерев'яній ручці;

б) ручки молотків із сухого дерева твердих і в'язких порід, овального перерізу зі стовщенням до вільного кінця, інший кінець обшитий жерстю на довжину не менше 100 мм;

в) ударні інструменти (зубила, крейцмейсели, борідки, керни, просічки й т. п.) не мають скошених або збитих частин із наклепами;

г) усі інструменти із загостреними кінцями під кріплення ручок (напилки, ножівки й т. п.) мають ручки завдовжки не менше 150 мм, стягнуті металевим кільцем проти розколювання;

д) робочі поверхні кернів без тріщин і вибоїв;

г) губки лещат і струбцин мають неспрацьовану насічку.

2.3. Потрібні під час роботи інструменти, пристосування, оснащення, матеріали розкласти відповідно до технологічного процесу в зручному та безпечному для використання порядку.

2.4. Випробувати на холостому ходу роботу устаткування (згинальної машини, гільйотинних ножиць та ін.) і переконаватися в наявності й справності огорожень привідних пасів, зубчастих передач та інших обертових елементів.

2.5. Перевірити роботу вентиляційної системи й освітлення робочого місця.

2.6. Перевірити наявність і справність заземлення устаткування.

2.7. У разі виявлення будь-яких неполадок або недоліків, що впливають на безпечне виконання роботи, повідомити керівника робіт для вживання заходів щодо їх усунення.

2.8. Якщо передбачено виконання будь-якої нової або незнайомої операції, отримати в керівника робіт інструктаж для безпечного виконання дорученої роботи.

2.9. Інструктаж із питань охорони праці фіксують у журналі реєстрації з обов'язковим підписом особи, яка інструктує (керівника робіт), та особи, яку інструктують.

2.10. Роботи з підвищеною небезпекою на висоті, у замкнутому просторі, у разі концентрації вогнєнебезпечних і вибухонебезпечних речовин треба виконувати за нарядом-допуском.

2.11. Приступати до роботи тільки після усунення всіх недоліків, які впливають на безпечне виконання роботи.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Бляхар повинен виконувати тільки роботу, доручену йому керівником, не передоручати її виконання іншим особам.

3.2. Усі роботи з листовим металом (перенесення, укладання, порізки на механічних і гільйотинних ножицях, згинання на згинальних і вальцювальних верстатах тощо), за винятком робіт на свердлильних верстатах, виконувати в рукавицях.

Працювати на свердлильному верстаті в рукавицях заборонено.

3.3. Під час роботи з інструментом ударного типу (зубило, крейцмейсель, вибивач, молоток і т. ін.) і для відрізання заготовок ручними ножицями бляхар повинен користуватися закритими окулярами.

3.4. Під час роботи електричними ручними ножицями з робочою напругою понад 36 В, щоб уникнути ураження електричним струмом, потрібно використовувати гумові рукавички й гумовий килимок, ножиці мають бути заземлені. Без заземлення ножицями працювати заборонено.

3.5. Під час роботи з пневматичним інструментом (ножові пневматичні ручні ножиці, дискові ручні пили) бляхар зобов'язаний дотримуватися таких вимог безпеки: не допускати падіння інструменту; прокладати повітряні шланги так, щоб уникнути наїзду транспорту й не наступали люди, не допускати їхніх переломів, заплутування та перетинання з тросами, ацетиленовими й кисневими шлангами; приєднання шланга до пневмоінструменту й до повітряної мережі, а також його від'єднання виконувати за повного закриття вентиля на магістралі.

3.6. У разі виявлення несправності електричного або пневматичного інструменту негайно припинити роботу та здати інструмент для перевірки й ремонту. Самому розбирати та ремонтувати інструмент заборонено.

3.7. Під час роботи на технологічному устаткуванні бляхар повинен виконувати тільки доручену йому роботу за обов'язкового отримання інструктажу з безпечних методів роботи на цьому устаткуванні.

3.8. Перед пуском устаткування бляхар зобов'язаний: перевірити наявність і справність всіх захисних пристроїв, кожухів, огорожень, блокування, заземлювального пристрою тощо; переконатися в тому, що пуск устаткування не наражає на небезпеку оточення; не обпиратися на устаткування, що не працює, і не класти інструмент і деталі на нього.

3.9. Не допускати різання на механічних ножицях і згинання на згинальних верстатах металу, товщина якого більша від зазначеної в паспорті цього устаткування.

3.10. Під час різання металу на листових ножицях стежити за наявністю та справністю огороження притискачів і ножів.

3.11. Під час роботи на механічних ножицях, на згинальних і вальцювальних верстатах необхідно тримати руки на безпечній відстані від небезпечної зони.

3.12. Під час вирізання заготовок та обрізання деталей більших розмірів на роликових і вібраційних ножицях, а також згинання заготовок і деталей на зикмашині потрібно застосовувати підтримувальні пристрої (столи з піднімальною або відкидною кришкою, роликові підставки тощо).

3.13. Під час роботи на зикмашині необхідно: перевіряти правильність і надійність кріплення роликів та упорів; не подавати заготовки в ролики з прикладанням зусилля, ролики мають самі захоплювати й тягти заготовку.

3.14. Перед початком різання металу на гільйотинних ножицях установити запобіжну лінійку на потрібній висоті, залежно від товщини металу, дотримуючись зазору між лінійкою та металом, тощо. Наявність заблокованого огороження притискачів і ножів обов'язкова. Працювати в разі несправного блокування заборонено.

3.15. Під час роботи на згинальних верстатах необхідно перевіряти наявність і справність огороження противаги й надійність кріплення на ньому вантажу, а також дію обмежника руху противаги.

3.16. Під час роботи на стрічкопилних верстатах потрібно: перевірити, чи добре натягнуте пиляльне полотно; переконатися, що пилка не має тріщин і зламаних зубців; верхнє огороження стрічкової пили встановити трохи вище від закріпленого матеріалу, який розпилюють; подавати матеріал, який розпилюють, на пилу плавно без поштовхів, не допускаючи перекосів пили; починати розпилювання матеріалу тільки коли шків обертатимуться на повній швидкості; порізку дрібних заготовок робити з обов'язковим застосуванням спеціального пристосування, що запобігає травмуванню рук; забирати обрізки металу та стружки з робочої зони пили обережно й тільки гачком.

3.17. Під час роботи на ручному або механізованому вальцювальному верстаті: не подавати метал у валки з великим зусиллям, валки самі мають його захоплювати; не поправляти листи металу й не очищувати їх уручну, коли верстат працює; у разі потрапляння між валками сторонніх предметів негайно вимкнути верстат, і тільки після повної зупинки видалити сторонній предмет.

3.18. Під час роботи на гофрувальному верстаті потрібно переконатися у відсутності сторонніх предметів та обрізків металу між повзунами й відрегулювати бічні упори на потрібну довжину гофра.

3.19. Під час роботи на вибивному молоті не треба вибивати (формувати) дрібні деталі, щоб уникнути потрапляння пальців рук під бойок.

3.20. Під час заточення інструменту на заточувальному верстаті потрібно: перевіряти зазор між абразивним кругом і підручником; використовувати захисний екран або захисні окуляри; не заточувати інструмент бічною поверхнею круга, щоб уникнути його розривання.

3.21. Під час виконання паяльних (лудильних) робіт обов'язково включити витяжну вентиляцію (місцевий відсмоктувач) і використовувати засоби захисту очей (окуляри) й органів дихання (респіратор).

3.22. У разі виявлення будь-яких відхилень від нормальної роботи устаткування чи інструменту треба припинити роботу й доповісти майстрові.

3.23. Під час роботи з електричним інструментом потрібно: перевірити відповідність напруги електричного інструменту напрузі електромережі; перевірити заземлення та занулення; перевірити індивідуальні засоби захисту (гумові рукавиці, калоші, ізолювальні килимки, підставки); захистити провід (кабель) електроінструменту від механічних пошкоджень; вимикати електроінструменти під час перерви в роботі; у разі ураження струмом вимкнути його будь-яким способом (зняти запобіжник, вимкнути рубильник, перебити провід — окремо одну, а потім інші жили); укласти потерпілого, розстебнути одяг і викликати швидку допомогу, а за відсутності ознак життя виконати штучне дихання та масаж серця.

3.24. Під час роботи з пневматичним інструментом необхідно: уникати випадкового потрапляння струменя стисненого повітря в очі, рот, ніс або вухо, що може призвести до розривання внутрішніх органів; під'єднувати пневматичний інструмент до шлангів тільки за відсутності подавання повітря (вентиль має бути закритий); не перетискати шланг для припинення подавання повітря; не здувати стисненим повітрям металевий пил і стружку; не роз'єднувати шланги; подавати повітря лише після встановлення інструмента в робоче положення.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи: відключити від електропостачання устаткування та інструмент, який використовували в роботі; перекрити подавання повітря з магістралі; протерти та змастити робочі (тертьові) частини устаткування.

Запитання та завдання

1. Що називають *робочим місцем бляхаря*?
2. У чому полягає правильна організація робочого місця?
3. Які рухи виконує робітник?
4. Яка продуктивність роботи протягом робочої зміни?
5. Що таке *охорона праці*?
6. Охарактеризуйте обов'язки робітника до початку, під час роботи й після її закінчення.
7. Які особливості роботи з електричними інструментами?
8. Розкажіть про заходи безпеки під час роботи з пневматичними інструментами.
9. Працювати на свердлильному верстаті в рукавицях
 - А дозволено
 - Б заборонено
 - В дозволено тільки в особливих випадках

Розділ 4. ОБЛАДНАННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ БЛЯХАРНИХ РОБІТ

4.1. Технологічне оснащення робочого місця

Залежно від виду виробництва й можливостей використання все обладнання, інструменти та пристосування поділяють на дві групи: універсальні (загального призначення) і спеціальні. *Універсальні інструменти* призначені для складання різних вузлів і виробів в умовах одиначного та дрібносерійного виробництва. Це молотки, гайкові ключі, викрутки, плоскогубці, кусачки і т. ін. *Інструменти спеціального призначення* використовують для виконання тільки тієї операції, для якої вони призначені, у великосерійному та масовому виробництві.

Розрізняють такі *види слюсарно-бляхарних інструментів*:

металорізальні — використовують для оброблення металів та інших матеріалів уручну й на металорізальних верстатах (свердла, мітчики, плашки тощо);

слюсарно-складальні — призначені для складання різних з'єднань, запресовування деталей, обтискання, клепання, вальцювання (гайкові ключі, викрутки, молотки, підтримки для клепання та вальцювання тощо);

монтажні — застосовують для виконання монтажних робіт (степлери, заклепочники, монтажні пістолети тощо);

контрольно-вимірвальні — використовують для визначення геометричних параметрів деталей виробів (штангенциркулі, мікрометри, лінійки, кутоміри тощо).

Інструменти також бувають ручні й механізовані. *Ручні інструменти* під час використання утримують і приводять у рух уручну, а не двигуном. Це молотки, гайкові ключі, плоскогубці, викрутки, зубила тощо. *Механізованими інструментами* називають ручні інструменти з електричним або пневматичним приводом. Їх поділяють на *електроінструменти*, електричний двигун яких приводять у дію електричним струмом (гайко- й гвинтокрути, електропили, пневмо- й електродрелі тощо), і *пневмоінструменти*, які працюють від стисненого повітря (вібратори, преси, свердлильні дрелі).

Інструменти та пристосування належать до *технічного оснащення* робочого місця. *Організаційне оснащення* забезпечує не тільки виконання певної роботи, а й безпеку праці, розміщення і порядок зберігання інструментів, деталей та готових виробів, підтримання чистоти й порядку тощо. Крім того, на робочому місці можна використовувати *технологічне обладнання* (верстати, преси), *транспортне* (конвеєри, рольганги, візки) і *підйомно-транспортне* (крани, домкрати, талі, тельфери).

Технологічне оснащення класифікують: *за ступенем автоматизації* (ручне, механізоване, напівавтоматичне й автоматичне); *за типом приводу* (механічне, пневматичне, гідравлічне); *за призначенням* (робоче, контрольне, установочне, захоплювальне, підйомне, переміщувальне).

4.2. Потокові лінії виробництва бляхарних виробів

Нині виготовлення повітропроводів, водостічних систем, покрівельних виробів та їхніх фасонних частин повністю відокремлене від монтажних робіт. Усі основні заготівельні й технологічні роботи здійснюються на підприємствах і в спеціальних заготівельних майстернях, що підпорядковані монтажним організаціям, використовуючи потокові лінії та спеціальне устаткування.

За потокового методу виробництва бляхарних виробів виробничий процес складається з окремих операцій, які виконують певні робітники/робітничі. Робочі місця й механізми розташовують відповідно до технологічного процесу. Передумовою впровадження потокового методу є уніфікація і типізація продукції та мінімальна кількість типорозмірів виробів.

Більшість підприємств із виробництва бляхарних виробів оснащені поточковими лініями, які випускають продукцію тільки одного виду: консервні банки, прямі ділянки повітропроводів, фасонні частини, фланці, бандажі, підвіски й інші заготовки. Агрегатами, що утворюють поточкову лінію, керують автоматично із центрального пульта.

Потокова лінія для виготовлення металевих банок (рис. 4.1; с. 38) працює за принципом неперервного отримання штучних заготовок із рулонної сталевих стрічки. Стрічку встановлюють на рулонницю і подають на механізм випрямлення стрічки, звідки механізмом крокового подання, який відмірює заготовку потрібної довжини, — до відрізного штампа. Механізм транспортування послідовно переміщує заготовки до механізмів формування та згинання профілю.

Типова автоматична лінія для виробництва алюмінієвих банок складається з взаємозв'язаних елементів, деякі з них замінюють аналогами або напівавтоматичними варіантами. Основними елементами є такі:

гальтувальна машина — підвищує гладкість алюмінієвої поверхні. Сировиною є стрічки або листи масою до 200 кг (якщо сировина для виробництва — інший матеріал, може замінюватися аналогом);

екструзійний прес — основний елемент виробничої лінії, у якому алюмінієва стрічка проходить процес екструзії — надання форми. Прес продуктивністю 100–120 банок за хвилину виготовляє форму діаметром 35–39 мм, завдовжки до 250 мм;

обрізний автомат — обрізає банку, що пройшла формувальний процес, залежно від довжини одиниці продукції. Результат роботи автомата — заготовка набуває потрібної форми, довжини й діаметра;

автомат мийки банок — очищає сформовану заготовку від бруду, масляних речовин та інших сторонніх елементів на поверхні металу;

конвеєрний нагромаджувач — мінісклад для готових до лакування виробів місткістю 1800 одиниць, партія банок заповнює конвеєр за 15–18 хв;

автомат для напилення харчового лаку — покриває напиленням внутрішню поверхню продукції;

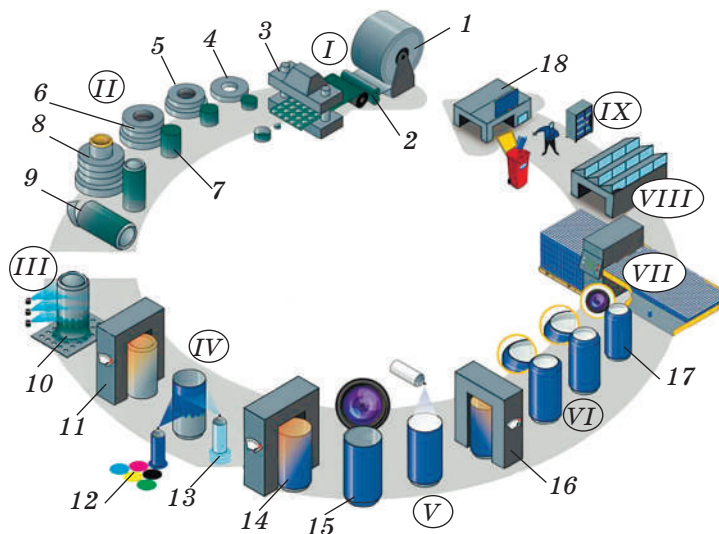


Рис. 4.1. Потокова лінія для виготовлення алюмінієвих банок:

- I* — глибоке витягування; *II* — виготовлення корпусу й обрізання кромки;
III — миття і сушіння; *IV* — декоративне оброблення зовнішньої поверхні;
V — нанесення покриття на внутрішню поверхню; *VI* — формування горловини та відборткування кромки; *VII* — укладання в палети; *VIII* — складування банок;
IX — повернення на перероблення;
- 1 — алюмінієвий лист у рулоні; 2 — змащування листа; 3 — прес глибокого витягування; 4 — додаткове витягування; 5–6 — перша та друга операції розкатування; 7 — банка в процесі виготовлення; 8 — третя операція розкатування і формування дна; 9 — обрізання кромки; 10 — видалення мастил;
 11, 16 — сушильні печі; 12 — графічне нанесення; 13 — нанесення лаку;
 14 — сушильна шафа; 15 — контроль якості зовнішньої поверхні; 17 — контроль якості поверхні; 18 — сортування алюмінієвого лому (відходів)

сушильна піч — після нанесення лаку продукція проходить стадію сушіння тривалістю 12 хв за температури $+300^{\circ}\text{C}$;

автомат для нанесення базового лакового покриття — підготовлює виріб до подальшого кольорового друку;

літографічна друкарська машина — тут заготовка набуває товарного вигляду (друк виконують шестикольоровим принтером);

лакувальна машина — наносить зовнішній шар захисного лаку на виріб, який пройшов стадію друку;

сушильна шафа — майже готовий продукт (на 90 %) після друку на 8 хв надходить для сушіння за температури $+200^{\circ}\text{C}$;

комбінована машина для зикання, відборткування та зварювання — комплектний елемент лінії, у якому банці надають кінцевого вигляду. Тут виріб проходить процес загинання кромки, зварювання верхнього й нижнього кінців.

Лінія для виробництва напівкруглих і круглих ринв (рис. 4.2) призначена для виробництва напіввідкритих жолобів для водостоку з тон-

кої рулонної сталі, покритої захисним шаром. Комплект містить розмотувач, профілезгинальний стан, відрізний пристрій, приймальний стіл і шафу керування.

За подібним принципом працюють й інші поточкові лінії з виготовлення прямих ділянок круглих і прямокутних повітропроводів різних перерізів, елементів водостоків, бандажів тощо.



Рис. 4.2. Лінія для виробництва напівкруглих і круглих ринв

4.3. Обладнання та інструменти для виконання фальцевих швів

Виготовлення покрівлі, систем вентиляції та водостоків у промислових масштабах вимагає використання більш продуктивних верстатів. Основним способом виготовлення картин покрівлі є прокатування рулонного листового металу та вальцювання його для отримання заданої форми. Крім того, використовують механічні й електричні пристрої, що формують фальцевий шов під час виконання монтажних робіт. Подібних верстатів і пристосувань досить багато.

Фальцепрокатні верстати (рис. 4.3) призначені для виробництва панелей фальцевої покрівлі на місці монтажу. Панелі можуть бути як з одинарним, так і з подвійним стоячими фальцами, прямі та трапецієподібної форми. Ширину панелі регулюють ступінчасто, переміщуючи профілювальні ролики. Панелі-картини можуть бути різної довжини, їх прокатувають за один прохід.

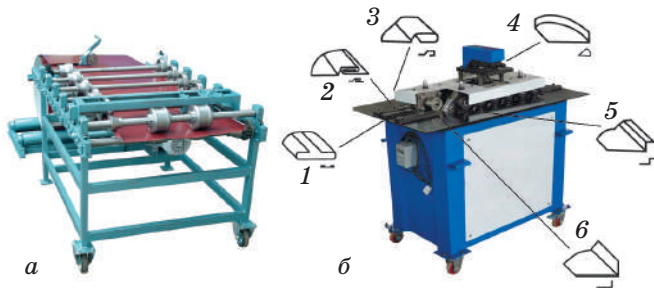


Рис. 4.3. Фальцепрокатні верстати:
а — покрівельний;
б — для виготовлення елементів повітропроводів;
1–6 — види елементів фальців

Завдяки малій масі й невеликим розмірам фальцепрокатний верстат можна використовувати на місці монтажу (дах, горище). Це зменшує витрати на зберігання, перевезення та підняття панелей на дах, а також запобігає їх пошкодженню, що покращує якісні характеристики й зовнішній вигляд покрівлі.

Фальцеосаджувальні верстати (рис. 4.4; с. 40) призначені для осаджування (обтискання) поздовжнього замка на деталі труби. Вони бувають електромеханічні й ручні.

Електромеханічний верстат (рис. 4.4, а; с. 40) виконаний у каретковому варіанті. Заготовку фіксують на хоботі верстата й прокатувають

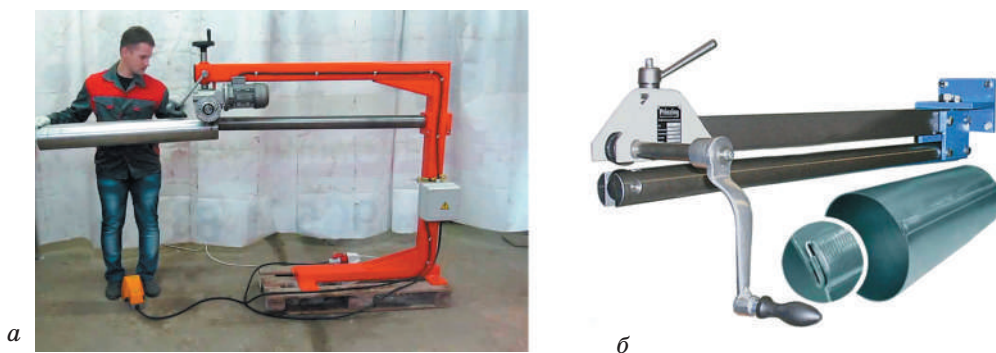


Рис. 4.4. Фальцеосаджувальні верстати:
а — електромеханічний; б — ручний

каретку без зайвих зусиль (для герметичності шва досить це зробити два-три рази). Рух каретці надають виносною педаллю.

Ручний фальцеосаджувальний верстат (рис. 4.4, б) застосовують для естетичного й герметичного осаджування поздовжнього шва (лежачого фальца) на водостічних трубах і у вентиляційних системах. Він призначений для роботи з тонколистовою сталлю з полімерним і цинковим покриттям для полегшення робіт із виробництва бляшаних, покрівельних і вентиляційних виробів.

Фальцеосаджувальний верстат має міцну зварну конструкцію рами, на якій закріплений дорн із прокатним роликом. За допомогою ручки трубу підтискають для подальшого осаджування фальца. Коловорот призначений для точного регулювання формувального ролика. Прокатний ролик розміщений на каретці й приводиться в рух рукою. Формувальні ролики виготовлені з інструментальної сталі.

Напіваавтоматична фальцезакатна машина (рис. 4.5, а) дає змогу досить швидко та якісно заковувати фальци. У цьому випадку застосовують по чергово два пристосування. Принцип роботи фальцезакатної машини досить простий: спочатку пристосування встановлюють на фальц, після чого тягнуть машину за ручку і вона заковує шов. У результаті отримують

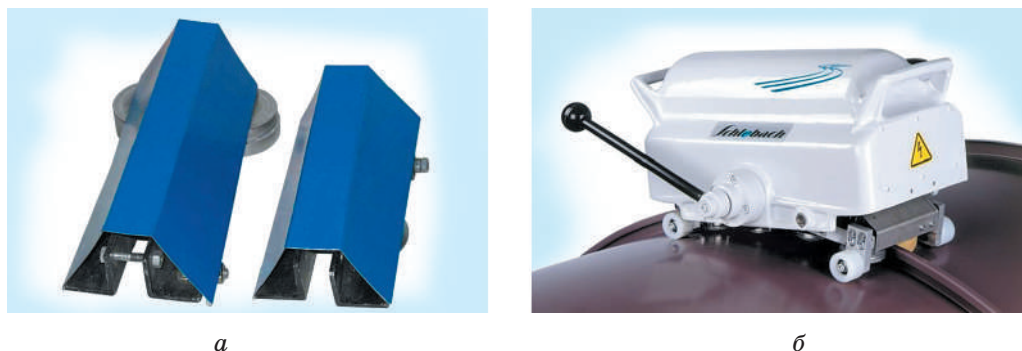


Рис. 4.5. Фальцезакатні машини:
а — напіваавтоматична; б — електрична

якісний та герметичний фальц. Найефективніше застосовувати такі машини в разі створення покрівлі з панелей-картин, довжина яких перевищує 15 м. Продуктивність робіт утричі вища, ніж за використання ручного інструменту.

Електрична фальцезакатна машина (рис. 4.5, б) дає змогу максимально знизити витрати фізичної сили під час створення покрівлі. Якісне й герметичне з'єднання фальца здійснюють за мінімальної участі людини. Устаткування має невеликі розміри, тому його подають безпосередньо на дах.

Фальцезакатна машина самостійно рухається вздовж шва, рівно закриваючи подвійний фальц за один прохід. Це не тільки економить сили покрівельника, а й значно підвищує швидкість виконання робіт. За використання ручного або напівавтоматичного обладнання треба робити два проходи, а це потребує додаткових витрат часу. Застосування електричного обладнання пришвидшує виконання робіт у 5 разів порівняно з ручним інструментом. Продуктивність такої машини 15 м/хв. Якщо необхідно працювати з металом різної товщини, обладнання можна швидко переналадити.

Закатна машина (рис. 4.6, а) складається з двох окремих машинок, які приводять у рух тягнучим зусиллям покрівельника (рис. 4.6, б). Цей інструмент формує подвійний фальц за два проходи, особливо ефективний під час улаштування фальцевої покрівлі на довгих схилах (понад 10 м). Закатна машина такого типу має певні переваги: можливість налаштування товщини металу від 0,4 до 0,7 мм, абсолютно безпечна для полімерного покриття, забезпечує висоту фальца від 25 до 35 мм.



Рис. 4.6. Закатна машина:

а — зовнішній вигляд; б — фальцювання покрівлі

Кромкозгин (рис. 4.7) — покрівельний ручний інструмент, за допомогою якого загинають стоячі фальци. Він має поздовжній проріз посередині, висота якого коливається від 25 до 35 мм.



Рис. 4.7. Кромкозгини

Покрівельні рамки, або хапи (рис. 4.8, а), використовують для закриття фальца під час монтажу покрівлі. Їх виготовляють із високолегованої сталі, нержавіючої сталі, бронзи. Є рамки, за допомогою яких подвійний стоячий фальц закривають за два проходи. Для цього по чергово застовують рамки під номерами 1 і 2.

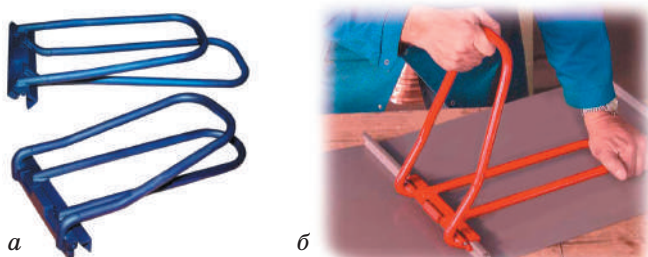


Рис. 4.8. Рамки для закриття фальців:
а — покрівельні рамки № 1 і № 2; б — фальцювання рамкою

Також використовують універсальну рамку, особливість якої полягає в тому, що перше й друге загинання фальца виконують одним інструментом (рис. 4.8, б). За допомогою ручних покрівельних рамок можна працювати з мідними або оцинкованими листами з товщиною металу до 0,7 мм, висота фальца — від 25 до 35 мм. Маса комплекту з двох рамок не перевищує 5 кг, тому працювати таким інструментом нескладно.

Закриття фальца з використанням рамки виконують у кілька етапів (рис. 4.9): укладають покрівельний матеріал; здійснюють прохід за допомогою рамки № 1, відгинаючи великий фальц на 90°; під час проходу рамкою № 2 отримують подвійний стоячий фальц.

Щоб зменшити зусилля, потрібне для загинання фальца, у деяких рамках регулюють довжину ручок.

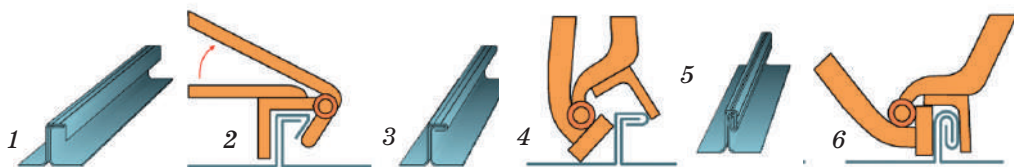


Рис. 4.9. Послідовність закриття фальца за допомогою рамки

4.4. Згинальне обладнання та інструменти

Листозгинальні преси (рис. 4.10) призначені для згинання металевих листів під різними кутами й загинання кромки. Вони бувають гідравлічні й електрогідравлічні, пневматичні, механічні й електромеханічні. Преси складаються з матриці, пуансона та заднього упора, керують ними вручну (крім пресів із числовим програмним керуванням).

Ручні преси (рис. 4.11) призначені для холодного згинання металу в різних напрямках і під різними кутами. Є кілька видів таких пресів.

Ручний гідравлічний прес (рис. 4.11, а) використовують для виготовлення металевих елементів виробів із високою точністю та жорсткістю.

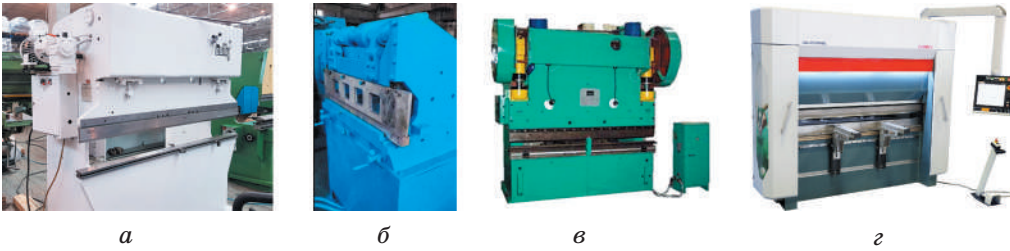


Рис. 4.10. Листозгинальні преси: *а* — гідравлічний; *б* — пневматичний; *в* — електромеханічний (кривошипний); *г* — із числовим програмним керуванням

Згинання листового металу виконують у будь-якій площині, що дає змогу створювати бляхарні елементи високої складності. Працювати з гідравлічним ручним пресом легко, тому що потрібно докладати мінімальне зусилля. Вибираючи таке обладнання, ураховують максимально можливе зусилля, а також розмір матеріалу, з яким можна працювати цим пресом.

Ручний механічний прес (рис. 4.11, б) може не тільки згинати метал, а й виконувати кування, штампування тощо.

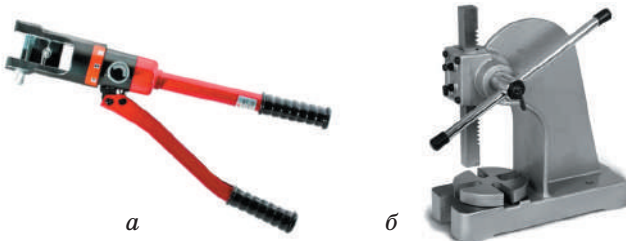


Рис. 4.11. Ручні преси:
а — гідравлічний;
б — механічний

Листозгинальні верстати (рис. 4.12) призначені для вигинання листового матеріалу в короби, сегменти, кути, різні профілі тощо. Їхня конструкція складається зі столу задньої підтримки листа, на якому розміщують і пересувають оброблювану деталь у потрібному напрямку; на опорах столу закріплені валки або згиначі; ролики забезпечують згинання металу, кутомір — точне виставляння кута, фіксатори висоти регулюють висоту виробу. Кожний верстат має індивідуальну робочу довжину й максимальну товщину оброблюваного металу.

Переносний згинальний верстат (рис. 4.13, а; с. 44) призначений для виготовлення будь-якого профілю з листового металу (дашки, підвіконня,



Рис. 4.12. Листозгинальні верстати:
а — з валковими елементами; *б* — з кромкозгинальними елементами



Рис. 4.13. Згинальні верстати та пристрій: а — переносний; б — ручний сегментний листозгинальний; в — ручний; з — ручний універсальний пристрій

карнизи тощо), зі сталі, латуні, міді й інших матеріалів, у тому числі пофарбованих або з покриттям. Поверхня металу не зазнає пошкоджень через вигинання силіконової вставки. Товщину металу легко регулювати. Такими верстатами можна працювати як у майстерні, так і на будівельних майданчиках. Конструкція верстата забезпечує надійне встановлення заготовки з кутом повороту 180° . Крім того, він оснащений спеціальним роликовим ножом для різання листів.

Ручний сегментний листозгинальний верстат (рис. 4.13, б) використовують для деформації листового металу й стрічок елементів дахів, повітропроводів системи вентиляції та інших виробів.

Ручний згинальний верстат (рис. 4.13, в) призначений для згинання металевих шлангів.

Ручний універсальний згинальний пристрій (рис. 4.13, з) призначений для згинання дроту та стрічок.

Основний принцип роботи **електромагнітного листозгинального верстата** (рис. 4.14, а) — використання електромагнітної системи затискачів замість механічної. У конструкції верстата є довгий електромагніт зі сталеву притискною балкою, установленою над ним. Унаслідок електромагнітного впливу лист металу затискається між балками із зусиллям від 3 до 10 т. Згинання заготовки здійснюють поворотом згинальної поперечини. Лист металу згинають навколо переднього краю затискної балки. У стандартній комплектації верстат має педаль і регульований обмежувач кута згину на рукоятці. Залежно від довжини верстата стандартна комплектація містить притискні планки (рис. 4.14, б) — суцільну, розрізну, сегментну, вузьку. Оскільки глибина подання матеріалу на верстаті не обмежена, на ньому легко виготовити закритий короб без обмеження висоти, а також циліндричний профіль. Верстат має високу зносостійкість, бо механічне тертя під час притискання відсутнє.



Рис. 4.14.
Електромагнітний
листозгинальний
верстат:

а — зовнішній вигляд;
б — притискні планки

Універсальний тривалковий листозгин (рис. 4.15, а) використовують для згинання листа, прутка та дроту. Він має знімні шліфовані гнучкі вали, що обертаються в самозмащувальних опорних підшипниках, роздільне встановлення товщини матеріалу й радіуса згинання. У вальцях є канавки для згинання дроту. Такий листозгин призначений для встановлення в лещата.

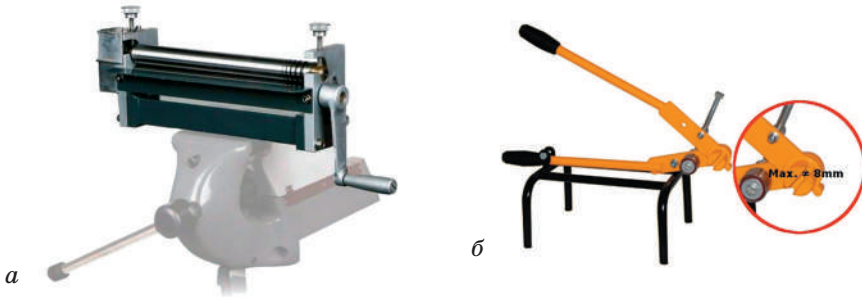


Рис. 4.15. Універсальний тривалковий листозгин (а) та кліщі для згинання гаків (б)

Кліщі для згинання гаків (рис. 4.15, б) застосовують для гнуття гаків. Вони мають регулятор кута згину.

Кутозгин (рис. 4.16) — покрівельний інструмент, який використовують для швидкого й точного формування покрівельних конвертів із листового металу під кутом 45° або 90° . Їх виготовляють із нержавіючої сталі.

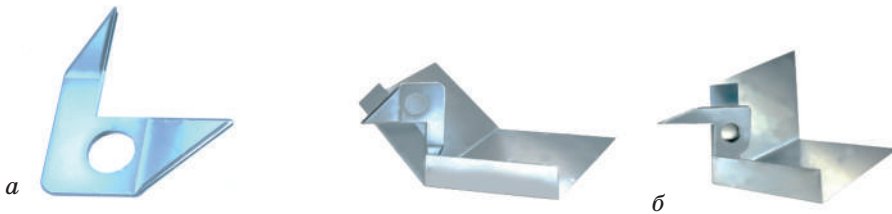


Рис. 4.16. Кутозгин: а — загальний вигляд; б — формування покрівельних конвертів

Загинальні щипці (рис. 4.17) використовують для вигинання листового металу завтовшки 0,8 мм. Завдяки спеціальному механізму можна регулювати загнуті лапки на висоту від 7 до 20 мм.

Одинарний дисковий бендер (рис. 4.18, а; с. 46) загинає кромку на кут від 90° до 180° і на висоту від 8 до 40 мм. Цей ручний дисковий листозгин використовують на водостічних приляганнях, карнизах, переходах тощо. Також ним прокатують радіусно внутрішні й зовнішні згини фальцевої покрівлі. Бендер розрахований на товщину міді, цинку, алюмінію, оцинкованої сталі до 1 мм, нержавіючої сталі — до 0,8 мм. За допомогою адаптера два такі дискові листозгини можна з'єднати в подвійний.



Рис. 4.17. Загинальні щипці

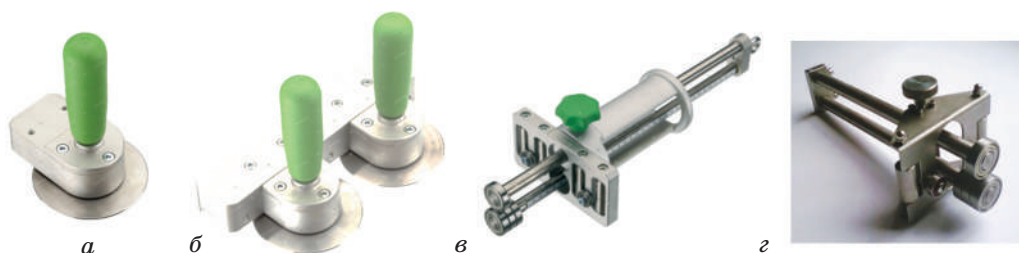


Рис. 4.18. Листозгини:

а — одинарний дисковий бендер; *б* — подвійний дисковий бендер;
в — листозгинальний ручний пристрій; *г* — листозгин ручний роликовий

Подвійний дисковий бендер (рис. 4.18, б) призначений для фальцевих робіт. Пристрій складається з двох одинарних дискових бендерів і перехідника. Він значно прискорює та спрощує процес гнуття.

Листозгинальний ручний пристрій (рис. 4.18, в) призначений для прокатування прямих і радіусних фальцевих картин. Кут згину варіюється від 0 до 90°. Висоту кромки можна регулювати від 5 до 350 мм. Завдяки чотирьом напрямним роликам інструмент має високу точність прокатування і є альтернативою фальцепрокатному верстату. Ручка обладнана міліметровою шкалою і болтом для фіксації висоти згину. Кінець ручки має невелику петлю для кріплення бендера на пояс покрівельника. У разі потреби за допомогою такого ж бендера й перехідника можна змонтувати подвійний листозгинальний інструмент. Робоча товщина металу — до 1 мм для оцинкованої сталі, алюмінію та міді, до 0,8 мм — для нержавіючої сталі.

Листозгин ручний роликовий (рис. 4.18, г) — мобільний покрівельний інструмент, який використовують під час покрівельних та інших бляхарних робіт.

Ручний кронштейнозгин (рис. 4.19) призначений для згинання водостічних гаків потрібної форми. Його використовують для роботи зі стрічками завтовшки 8 мм і завширшки не більше 40 мм. Ручний кронштейнозгин має упор для фіксації кута згину.



Рис. 4.19. Ручний кронштейнозгин

Кліщі покрівельні (рис. 4.20) використовують для загинання країв металу, формування окремих деталей та інших робіт з укладання покрівельного матеріалу, ство-



Рис. 4.20. Кліщі покрівельні:

а — прямі; *б* — вигнуті під кутом 45°; *в* — вигнуті під кутом 90°

рення димарів, вентиляційних труб, установлення та демонтажу жолобів тощо. Інша назва покрівельних кліщів — *хачи*. Вони потрібні для більшості операцій і бувають різних видів: конвертові, рамкові, кромочні, «папуги» (використовують для розкриття фальца під час ремонтних робіт), великі й малі.

Є моделі, призначені для виконання спеціальних видів з'єднання:

прямі кліщі (рис. 4.20, а) використовують у процесі створення покрівлі. Вони мають ширші порівняно зі звичайним інструментом губки, тому ймовірність пошкодження матеріалу знижується, а виконання роботи пришвидшується;

вигнуті (рис. 4.20, б, в), за допомогою яких можна формувати фальц, а також робити відгини, окантовувати гребені та виконувати інші роботи, причому ними зручно працювати у важкодоступних місцях.

Залежно від моделі кут вигину кліщів може бути 45° або 90° , також може змінюватися ширина робочої частини. Покрівельні кліщі дуже міцні, оскільки їх виготовляють методом кування з високолегованої сталі, після чого робочу поверхню додатково гартують.

4.5. Обладнання та інструменти для різання

Різання листового й профільного металу виконують практично на всіх металообробних і машинобудівних підприємствах, від слюсарної майстерні до заводу. Одним із найзручніших верстатів для розкроювання та різання металу є *гільйотинні ножиці*, або *гільйотини* (рис. 4.21). Їх існує кілька різновидів і модифікацій. Різання металу на гільйотині використовують тоді, коли потрібно виготовити деталі прямолінійної конфігурації досить великого розміру — смуги, прямокутники, трикутники зі стороною від кількох сантиметрів до кількох метрів. Товщина металу — у діапазоні 2–60 мм, ширина заготовок може досягати 2 м, а довжина практично необмежена. До основних видів гільйотинних ножиць належать гідравлічні, електромеханічні, пневматичні й механічні, або ручні.

Для великих машинобудівних компаній виробляють *гідравлічні гільйотинні ножиці* (рис. 4.21, а) з можливістю різання листа завширшки до 6 м і завтовшки понад 20 мм. Вони мають великі масу й розміри, виробляють їх в одиничних екземплярах. Гідравлічна гільйотина розвиває на ножицях зусилля до 400 МПа вздовж усієї довжини розрізувано-

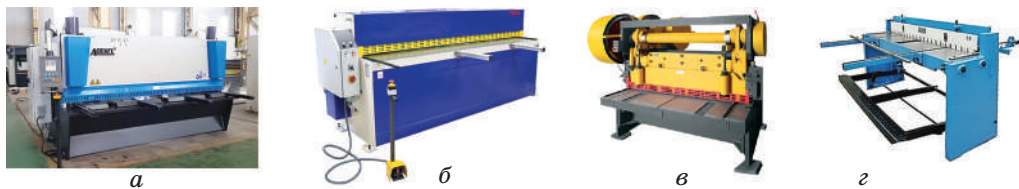


Рис. 4.21. Гільйотинні ножиці:

а — гідравлічні; б — електромеханічні; в — пневматичні; г — механічні

го листа. Верстати обладнують ножами як із прямим рухом верхнього ножа вздовж вертикальних напрямних, так і з дугоподібною траєкторією (*консольні*). Верстати з дугоподібною траєкторією ножів за меншої потужності гідравліки здатні працювати з більш товстими листами металу або сплавами підвищеної міцності, не знижуючи точність розрізу. Зазори між ножами регулюють за спеціальною таблицею в ручному, напівавтоматичному або автоматичному режимі. Одним із найсучасніших верстатів є гідравлічна гільйотина із ЧПК.

Електромеханічні гільйотинні ножиці (рис. 4.21, б; с. 47) майже не відрізняються від гідравлічних за продуктивністю (до 60 ходів ножа за хвилину), але більш гучні — кривошипний механізм приводу спричиняє швидкий рух ножа й ударну дію на заготовку. Вони займають небагато місця в майстерні й дають змогу без зусиль різати оцинковану листову сталь, алюміній, мідь, пластик завтовшки до 2–3 мм. Привід на верхню балку з ножем проводять за допомогою кривошипно-шатунного механізму на валу відбору потужності від електродвигуна, який умикають натисканням педалі або кнопкою. Провертаючись, ексцентрики передають зусилля на обидва кінці ножової балки, і зусилля різання розподіляється рівномірно. Наприкінці одного оберту вала балка повертається у верхнє положення, і заготовка подається для наступного розрізу. У разі оснащення електромеханічних гільйотин ЧПК вони стають найбільш точними й продуктивними верстатами для різання та рубання металу.

Пневматичні гільйотинні ножиці (рис. 4.21, в; с. 47) призначені для рубання металу. Вони мають привід, що працює від стисненого повітря, і за продуктивністю перевищують гідравлічні та приблизно дорівнюють електромеханічним. Для їхньої роботи потрібні компресор або центральна магістраль зі стисненим повітрям. Пневматичні гільйотини застосовують у великих металообробних цехах для виробництва великосерійних деталей. Як і електричні та гідравлічні верстати, пневматичні гільйотинні ножиці належать до стаціонарного типу обладнання. Вони оснащені робочими столами з великою площею поверхні, висувними контейнерами для збирання продукції та автоматизованими механізмами подання заготовок. Більшість пневматичних ножиць обладнують ЧПК.

Механічні, або ручні, гільйотинні ножиці (рис. 4.21, г; с. 47) з приводом від важеля або педалі — найпоширеніший вид металорізальних верстатів. Ручні ножиці використовують у кожній майстерні або цеху, де передбачена робота з листовим металом, арматурою або профільним прокатом. Гільйотинний механічний різак обладнаний двома ножами. Нижній ніж, як і в гідравлічній або електричній гільйотині, — нерухомий, а верхній може пересуватися вздовж напрямних вертикально вниз, як у промислових установках, або повертатися навколо осі. Точка обертання міститься на одному з кінців ножової балки, на другому — рукоятка. Ручну механічну гільйотину обладнують редуктором, завдя-

ки чому на ножі розвивається зусилля, за якого ріжуть листи завтовшки понад 1 мм. Ножну гільйотину приводять у дію педаллю, ручну — важелем. Можливий також комбінований привід. Їх застосовують на будівельних майданчиках, наприклад для різання покрівельної сталі або профнастилу. Найчастіше для різання профнастилу використовують гільйотину ручну шабельного типу, оснащену дугоподібним ножом. Точка різання в такому випадку плавно переміщається лінією розрізу й не пошкоджує метал складного профілю. Ручну шабельну гільйотину застосовують як для поперечного, так і для поздовжнього різання заготовок зі сталі, алюмінію, нержавіючої сталі. Різання і рубання на ручних верстатах можливе й під час роботи з арматурою та металопрофілем.

Прес-ножиці (рис. 4.22) призначені для відрізання смугового, сортового та фасонного прокату, пробивання отворів у цих видах прокату, а також для виконання зарубочних операцій. Використовуючи комбіновані прес-ножиці із чотирма робочими зонами, на одній машині виконують кілька типів операцій без попереднього переналагоджування, у будь-якій послідовності та без зміни інструменту, що забезпечує гнучке й економічне оброблення прокату як у великому машинобудівному виробництві, так і в будь-якій ремонтній майстерні. Прес-ножицями виконують різання листового металу й смуг, пробивання пазів трикутної та прямокутної форми, вирізування кругів, відрізання кутиків, швелерів і двотаврів, пробивання отворів круглої, прямокутної, квадратної та будь-якої іншої форми.

Електровіброножиці стаціонарні (рис. 4.23, а) призначені для різання листового металу. Ножний важіль повертає диск з ексцентриком для зведення ножів під час урізання посередині листа. Листовий метал ріжуть на вібраційних ножицях двома короткими плоскими ножами, верхній з яких швидко вібрує у вертикальній площині близько до нижнього нерухомого ножа. Кількість ходів верхнього ножа за хвилину досягає 1500. Перед початком роботи на ножицях регулюють розміщення верхнього й нижнього ножів на товщину металу так, щоб за крайнього верхнього положення верхнього ножа між ним і нижнім ножом залишався зазор, який дорівнював 0,25 товщини розрізаного листа.



Рис. 4.22. Прес-ножиці

Рис. 4.23. Віброножиці:
а — стаціонарні;
б — ручні

Віброножиці ручні (рис. 4.23, б; с. 49) зовні подібні до невеликої болгарки. Компактні моделі мають вузький корпус довгастої форми, який зручно тримати в руці. Більші й потужніші варіанти оснащені винесеною рукояткою. Усередині пластикового корпусу інструмента розміщений електричний двигун, а в передній частині — багатоступінчастий редуктор у металевому кожусі. У цьому вузлі обертальний рух шпинделя перетворюється на зворотно-поступальний, унаслідок чого приводиться в дію різальне оснащення. Робочий вузол працює за принципом ручного механічного інструменту: у його конструкції є статичний та рухливий елементи, які розрізають листовий метал, що проходить між ними.

Оптоволоконні лазерні верстати (рис. 4.24, а) нині — дуже популярне й високоефективне обладнання для різання металу. Їх застосовують, зокрема, для різання нержавіючої та вуглецевої сталі, алюмінієвих листів, латуні, міді, оцинкованих пластин, а також у виробництві бляхарних виробів.

Плазмові верстати (рис. 4.24, б) використовують для плазмового оброблення матеріалів, за якого різальним інструментом замість різця є струмінь плазми. Між електродом і соплом апарата запалюють електричну дугу. Запалювання дуги здійснюють високовольтним імпульсом або коротким замиканням між анодом і катодом. У сопло подають газ під тиском у кілька атмосфер, який електрична дуга перетворює на струмінь плазми з температурою від $+5000$ до $+30\,000$ °С і швидкістю від 500 до 1500 м/с. Товщина металу, який розрізають, може становити до 1500 мм. Форсунки охолоджують потоком газу (повітряне охолодження) або рідинним охолодженням.



Рис. 4.24. Різальні верстати: а — оптоволоконний лазерний; б — плазмовий

Гази, які використовують для отримання плазмового струменя, поділяють на активні (кисень, повітря) і неактивні (азот, аргон, водень, водяна пара). Активні гази здебільшого застосовують для різання чорних металів, а неактивні — кольорових металів і сплавів.

Верстати плазмового різання використовують для розкроювання вентиляційних виробів, димоходів та інших бляхарних виробів.

Ручну гільйотину (рис. 4.25, а) використовують за потреби підрізати пластини фланця завтовшки понад 7 мм. Її можна зафіксувати на обрешітці, і вона завжди буде під рукою.

Роликовий різак (рис. 4.25, б) застосовують для розкрюювання покрительного матеріалу.

Кругоріз (рис. 4.25, в) призначений для вирізання кіл у металі. Він має легкий алюмінієвий корпус і свердло з високоміцного матеріалу. Діаметр можна відрегулювати на 51–508 мм. Кругорізи використовують для роботи з оцинкованим листом, нержавіючою сталлю, алюмінієм і міддю. Цей інструмент працює за принципом циркуля: у металі спочатку роблять центральний отвір, потім відміряють потрібний радіус і за допомогою свердла-фрези вирізають коло. На кругорізі нанесено метричну шкалу, за якою і визначають розмір окружності різання.



Рис. 4.25. Ручна гільйотина (а), роликовий різак (б) і кругоріз (в)

Електричні ножиці для металу (рис. 4.26) використовують для різання гладких або профільних матеріалів. Це можна зробити за допомогою болгарки, але її застосовувати не завжди доцільно. Якщо болгаркою різати метал із захисним покриттям, то внаслідок сильного нагрівання верхній шар пошкоджується і в подальшому матеріал швидко іржавіє. У таких ситуаціях краще використовувати електроножиці.

Електричні ножиці бувають акумуляторні й мережні. Акумуляторні ножиці мобільні, однак менш потужні й зазвичай призначені для роботи з матеріалом, товщина якого не перевищує 2 мм.

Існує кілька видів електричних ножиць для металу:

листові (рис. 4.26, а), за допомогою яких виконують прямолінійний або фасонний розріз. У них є два ножі: один нерухомий, а другий приводять у дію за допомогою електромотора. Можна різати метал завтовшки не більше 4–5 мм, але роботу треба починати тільки від краю листа;

вирубні (рис. 4.26, б), принцип дії яких подібний до роботи діркопробивача. Вони добре розрізають гофрований і профільний метал завтовшки

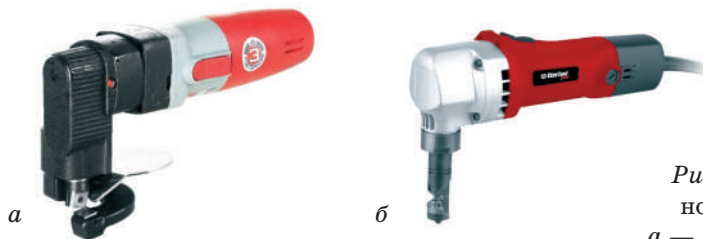


Рис. 4.26. Електричні ножиці для металу:
а — листові; б — вирубні

не більше 10 мм. Можна робити круті повороти, розпочинаючи роботу з будь-якої частини листа. Саме цим інструментом найчастіше користуються покрівельники.

Кутова шліфувально-різальна машина «болгарка» (рис. 4.27, а) — інструмент з електричною пилкою та круговим диском, призначений для різання і шліфування твердих матеріалів (металу, каменю), для оброблення металу, бетону (алмазними або абразивними кругами), пропилювання канавок.

Усі відрізнi машини оснащені захисним кожухом і ручкою, пригвинченою до корпусу двигуна праворуч або ліворуч, завдяки чому «болгаркою» зручно керувати як правшам, так і лівшам. Головною перевагою цього інструмента є висока швидкість обертання шпинделя — майже 10 000 об/хв (для різального диска діаметром 125 мм стандартом вважають лінійну швидкість диска 80 м/с) і наявність гнучких насадок, до яких кріплять шліфувальні або полірувальні круги.

Дриль (рис. 4.27, б) — інструмент для свердління невеликих отворів у металі, деревині, пластмасі, камені тощо. Вони бувають ручні, з електричним (мережні й акумуляторні), пневматичним і гідравлічним приводами. Для зміни насадок (свердел) мають затискний патрон.



Рис. 4.27. Шліфувально-різальна машина (а) і дриль (б)

Перфоратор (рис. 4.28, а, б) призначений для просвердлювання та пробивання отворів у різних матеріалах. За допомогою перфораторів, які бувають легкі, середні й важкі, обробляють різні отвори — як свердлом, так і буром. Бур закріплюють у спеціальному патроні, що запобігає його прослизанню, забезпечує оперативну й швидку заміну. Завдяки цьому перфоратор має високі стійкість і швидкість проходження та максимальну надійність.



Рис. 4.28.
Перфоратори:
а — електричний;
б — механічний

Механічний перфоратор (рис. 4.28, б) призначений для пробивання отворів діаметром 3,3; 4,1; 4,9 і 6,2 мм спеціальними ударними змінними насадками. Максимальна товщина сталевого листа становить 0,8 мм, з нержавіючої сталі — 0,5 мм, з алюмінію — 1,5 мм.

Ножиці для металу застосовують для розкроювання покрівельного матеріалу. За їхньою допомогою можна працювати з твердим металом завтовшки до 1,5 мм і м'яким — завтовшки до 2,5 мм. Для роботи з м'яким металом вибирають прямі або фігурні ножиці. Існують різні типи ножиць для металу: «пелікани», просічні, вирубні, фігурні, підрізні, прохідні. Також є універсальні ножиці, які виконують будь-яку спеціалізовану операцію.

За типом виконання ножиці для металу бувають:

одноважільні (рис. 4.29, а) — за зовнішнім виглядом вони подібні до звичайних господарських, але їхні складові елементи з'єднані близько до леза. Якщо в господарських ножицях зусилля прикладають пальцями, то тут людина діє всією долонею, що дає змогу досить легко різати метал. Під час роботи таким інструментом треба докладати зусилля як під час робочого ходу інструмента, так і за повернення ручок у початкове положення. У деяких моделях установлюють кручену пружину, за допомогою якої ножиці саморозкриваються, однак вона часто вискакує. Для того щоб не травмувати пальці, між зімкнутими ручками ножиць залишають невелику відстань;

з подвійним важільним механізмом (рис. 4.29, б) — мають складнішу конструкцію: леза закріплені не безпосередньо, а за допомогою шарнірного механізму. У них є розтискна пружина, але вона захищена в рукоятці й працює ефективніше, ніж в однаважільних. Під час різання такими ножицями потрібно прикладати менші зусилля.

У ножиць для металу можуть бути стандартні, укорочені або подовжені леза. Різальна кромка буває лівою або правою, але найчастіше використовують праві.

Для роботи з товстим металом використовують ножиці, які часто називають «пелікани» (рис. 4.29, в). Їхня особливість полягає в тому, що, на відміну від стандартних моделей, у яких обидва леза однакові, тут одна частина зроблена більш масивною. Завдяки цьому розріз роблять, не відгинаючи кромки металу, тому й роботу виконують швидше. Залежно від моделі довжина різальної частини може бути від 50 до 130 мм, довжина ножиць — від 180 до 400 мм.

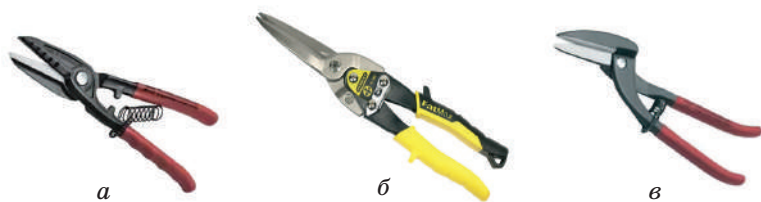


Рис. 4.29. Ножиці для металу:

а — однаважільні; б — з подвійним важільним механізмом; в — «пелікани»

4.6. Обладнання та інструменти для зиккування, відбортовування і рифлення

Верстат зикувальний електромеханічний (зикмашина) застосовують для відбортовування торців труб, гофрування, формування замків, відгинання кромки листів тощо (рис. 4.30, а). Він оснащений частотним перетворювачем для плавного регулювання швидкості обертання з педальним керуванням. Рухомий верхній вал забезпечує точне центрування роликів.

Зикувальний настільний верстат (зикмашина) з ручним приводом призначений для відбортовування і нанесення зиків різної форми на заготовки з листового металу, зокрема й на циліндричну форму (рис. 4.30, б). Ролики зикмашини приводять у рух електромотором або вручну, повертаючи рукоятку. Валки притискають ручкою, яка розміщена у верхній частині машини. Робота на такому обладнанні потребує певних умінь, тому що треба одночасно зафіксувати деталь у правильному положенні й повернути ручку. Верстат має набір формувальних валків різних розмірів для систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

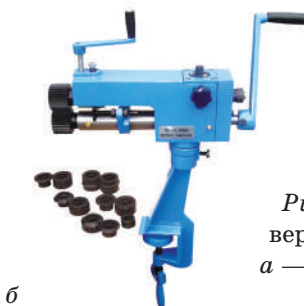


Рис. 4.30. Зикувальні верстати (зикмашини):
а — електромеханічний;
б — настільний

Верстат для виготовлення відводів, переходів, заглушок (рис. 4.31) призначений для одночасного розвальцьовування і кінцевого складання фасонних елементів систем вентиляції. Він має дві робочі автономні станції. Підведення (стиснення) роликів виконують уручну.



Рис. 4.31. Верстат для виготовлення відводів, переходів, заглушок

Жолобонакатувач (рис. 4.32) — ручний храповий механізм, що обертає подавальний гвинт, який втискає в трубу накатний ролик, формуючи жолобок.

Розширювач труб (рис. 4.33, а) — спеціальна насадка на дріль, яку застосовують для розвальцьовування горловини труб із тонколистової м'якої сталі, міді, алюмінію та цинку. Діаметр труби

збільшують методом розкочування труби роликами, виготовленими з високоякісної загартованої сталі. Можливе кріплення до дрилів, перфораторів, обертових механізмів різного типу, а також до зикмашин. Часто використовують ручні механічні пристрої для розвальцьовування трубок (рис. 4.33, б).



Рис. 4.32.
Жолобонакатувач

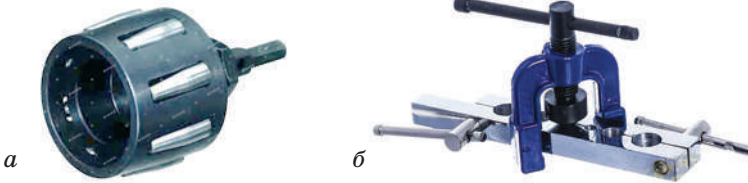


Рис. 4.33. Пристрої для розширення труб (а) і розвальцьовування трубок (б)

4.7. Покрівельні інструменти

Дах будь-якої будівлі є одним із найважливіших її елементів. Для того щоб якісно її перекрити, однієї майстерності покрівельника буде недостатньо, необхідно мати відповідні інструменти. Найпоширенішим є ручний покрівельний інструмент.

Киянки (рис. 4.34) — ударний інструмент, який використовують під час створення різних бляхарних конструкцій. Основна вимога до киянки — робоча поверхня має бути рівною і гладкою, а матеріал бойка — м'якшим від матеріалу, з яким виконують роботи. Розрізняють кілька видів покрівельних киянок: круглі, клиноподібні, прямокутні, зі скошеним тримачем. Киянки можуть мати дерев'яну, гумову або пластикову головку й різні розміри, їхня робоча частина може бути пластмасовою, дерев'яною або гумовою.

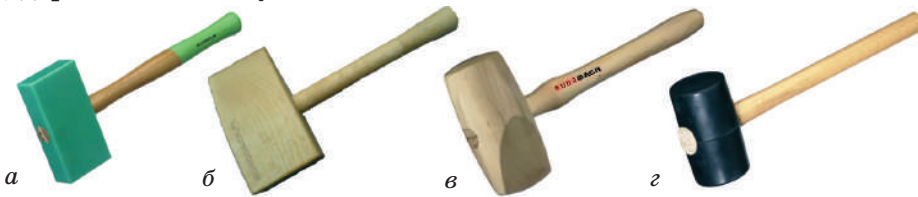


Рис. 4.34. Киянки:

а — прямокутна пластмасова; б — кутова дерев'яна;
в — круглоскошена дерев'яна; г — гумова

Молотки (рис. 4.35; с. 56) — інструменти ударної дії. Це металевий або дерев'яний брусок, насаджений під прямим кутом на рукоятку. Передня (робоча) частина ударника має назву *бойок*, протилежний кінець — *носок* (обушок). Отвір, так зване *вічко* молотка, міститься посередині. Рукоятку молотка виготовляють із суцільного металу разом із бойком або з твердої деревини. Рукоятку насаджують у вічко з одного

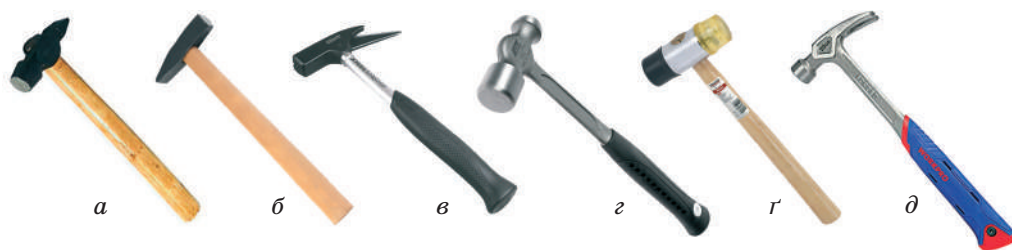


Рис. 4.35. Молотки:

a — слюсарний із круглим бойком; *б* — слюсарний із квадратним бойком;

в — покрівельний; *г* — молоток із круглим і сферичним бойками;

г — рихтувальний із гумовим і пластмасовим бойками; *д* — молоток-обценьки

кінця, а її виступний кінець розклинюють м'якими сталевими пластинами так, щоб він роздався та щільно охоплював вічко. Вісь рукоятки має утворювати прямий кут із віссю ударника, а її довжина й товщина мають бути такими, щоб молоток був зручним у користуванні.

Слюсарні молотки призначені для виконання різних слюсарних операцій і бувають із круглим і квадратним бойками (рис. 4.35, *a, б*).

За допомогою **покрівельного молотка** (рис. 4.35, *в*) зручно не тільки забивати цвяхи, а й підчіплювати дошки, робити отвори, обтискати обрешітку, рубати м'які матеріали тощо. Одна частина молотка така сама, як і у звичайного, а друга зроблена у формі обценьок, у яких один шип трохи коротший від іншого.

Для тривалого використання молотка його бойок роблять із хромованадієвої сталі, після чого виконують високотемпературне гартування. Рукоятку виготовляють із деревини, металу або *фібергласу* — міцного й легкого матеріалу, який не гниє, не деформується і не проводить електричний струм (цей композитний полімерний матеріал часто називають *склопластиком*).

Молоток із круглим і сферичним бойками (рис. 4.35, *г*) застосовують під час рихтувальних робіт.

Молоток рихтувальний із гумовим і пластмасовим бойками (рис. 4.35, *г*) призначений для роботи з матеріалами, чутливими до механічних впливів. Він має спеціальні різьбові кріплення для швидкої заміни бойків, тож для тієї чи іншої операції можна вибрати бойок потрібного виду.

Молоток-обценьки (рис. 4.35, *д*) з одного боку має полірований бойок опуклої форми, а з іншого — обценьки. Металева рукоятка з антиковзним покриттям амортизує удар. Завдяки цим особливостям молотком ним зручно працювати із цвяхами.

Молоток для пробивання отворів (рис. 4.36, *a*) використовують для пробивання отворів, припасування покрівельного матеріалу до потрібного розміру й витягування цвяхів.

Молоток «косяк» (рис. 4.36, *б*) — покрівельний молоток, який використовують для формування фальцевих з'єднань (виконує функцію оправки). Цей інструмент виготовляють з інструментальної сталі, робо-

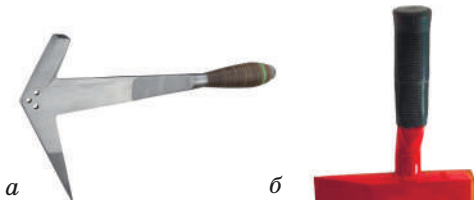


Рис. 4.36. Спеціальні молотки:
а — для пробивання отворів;
б — молоток «косяк»

чу головку піддають термообробленню. Для зручного використання рукоятку покривають гумою.

Оправки — спеціалізований інструмент, призначений для формування фальців під час ручного з'єднання. Існує безліч різновидів оправок, які відрізняються за розміром і формою опорного бруска. Кожний вид може забезпечити тільки один вид з'єднання, звідси й різноманітність форм і розмірів.

У процесі роботи оправку прикладають збоку вздовж шва й ударами молотка загинають фальц по кромці опорного бруска, роблячи рівний та однаковий загин уздовж з'єднання.

Залежно від типів фальца або форми шва розрізняють прямі й радіусні види оправок, високі або низькі, призначені для формування первинного або вторинного загину з'єднання. Робочі призми оправок роблять із загартованої сталі. Оправки бувають:

гребеневі (рис. 4.37, а) — ними формують фальцеві шви;

кутові (рис. 4.37, б) — використовують для формування напівкруглих кутових примикань;

лопатоподібні (рис. 4.37, в) — ними формують і закривають фальцеві замки;

круглі (рис. 4.37, г) — ними виконують фігурні вигини для примикань і радіусних елементів металевих покрівель;

типу «чапля» (рис. 4.37, ґ) — застосовують для формування згинів і конвертових з'єднань.

Пукльовочники (рис. 4.38; с. 58) використовують для з'єднання листів металу без їх пробивання. Пукльовка металу (холодне зварювання) дає змогу отримати герметичні й точні з'єднання деталей із листового або тонкостінного металу за допомогою локальної деформації.



Рис. 4.37. Оправки:

а — гребенева; б — кутова; в — лопатоподібна; г — кругла; ґ — типу «чапля»

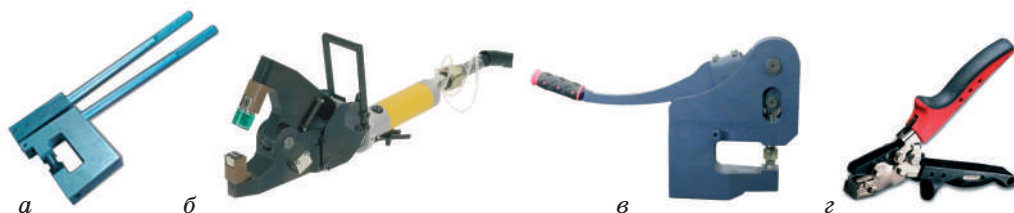


Рис. 4.38. Пукльовочники:

а — ручний; б — портативний; в — електромеханічний; г — кліщі

Ручний пукльовочник, або **пукльовочний прес** (рис. 4.38, а), призначений для установлення *клінч-з'єднання* в листовому металі. Це з'єднання методом пластичної деформації металевих листів або профілів за допомогою холодного штампування матеріалів з утворенням герметичного нерознімного з'єднання, здатного замінити заклепки або точкове зварювання, із загальною товщиною листів до 3 мм. Під час такого з'єднання поверхня листів не пошкоджується, а отже, можна з'єднувати пофарбовані листи сталі та кольорових металів. Можливі круглі й прямокутні точки з'єднання, зокрема з прорізанням. Установивши на пукльовочний прес диروطробивний інструмент, його використовують як диروطробивний прес.

З'єднання листового матеріалу формують пресувальним ударом за допомогою фіксувальної матриці й рухомого пуансона. Спочатку матеріали з'єднують пуансоном і втискають їх у матрицю. Потім, коли нижній матеріал насаджують на ковадло матриці, він деформується на краях і рухливі сегменти матриці висуваються назовні. Унаслідок втискання матеріалів утворюється замикальна головка. Після закінчення цього процесу пуансон повертається в початкове положення і з'єднану деталь можна витягти із форми, а бічні сегменти матриці повертаються в початкове положення внаслідок спрацювання пружини.

Портативний пукльовочник, або **клінч-кліщі** (рис. 4.38, б), призначений для мобільних робіт. Має вбудований обмежувач ходу для з'єднання різних комбінацій листових пакетів.

Електромеханічний пукльовочник (рис. 4.38, в), за відповідного вибору пуансона й матриці, дає змогу встановити кругле або прямокутне з'єднання, залежно від конкретного випадку застосування.

Пукльовочні кліщі (рис. 4.38, г) використовують для роботи з торцевими заглушками на жолоби, а також під час монтажу фальцевої покрівлі, де є потреба з'єднати листи тонкого металу, не пробиваючи їх.

Гофрокліщі (рис. 4.39, а) — спеціальний інструмент, який застосовують для гофрування торців труб, щоб зменшити діаметр труби.

Покрівельний затискач (рис. 4.39, б, в) з плоскими губками використовують для кріплення деталей фальцевої покрівлі з тонколистового металу між собою. Кліщі затискні з хромованадієвої сталі мають спеціальну конструкцію, завдяки чому інструмент установлюють і знімають

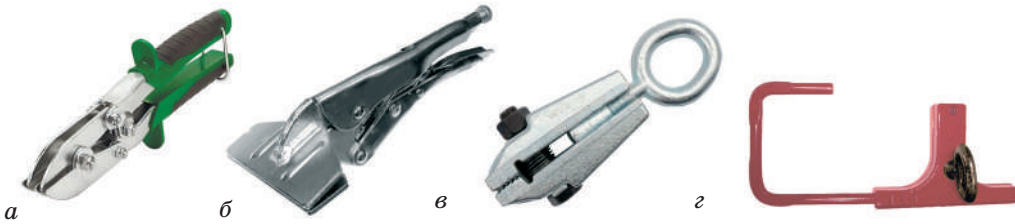


Рис. 4.39. Гофрокліщі (а) і затискачі: покрівельний ручний (б), затискач металу (в) і кріпильний (г)

за лічені секунди. Захоплювальне зусилля затискача регулюють гвинтом, розміщеним на рукоятці.

Кріпильний затискач (рис. 4.39, г) — допоміжний інструмент, який застосовують для фіксації помосту на дахах із фальцевим з'єднанням. Затискач за допомогою широких губок і регульовального гвинта надійно кріплять на ребрах фальцевих з'єднань. Після встановлення двох фальцевих затискачів на скобах закріплюють дошку. Така конструкція гарантує безпечну роботу на покрівлі.

Дошка з ручкою (рис. 4.40) — спеціальна покрівельна оправка, яку використовують для формування великих фальцевих елементів покрівлі з тонколистового металу. Її виготовляють із пластику високої міцності й ударостійкості. Для зручної роботи має велику ручку та робочу поверхню завдовжки 500 мм.



Рис. 4.40. Дошка з ручкою

Інструмент для регулювання ринви (рис. 4.41, а) призначений для вирівнювання ринви. Цим інструментом під час монтажу ринви їй надають потрібного розміру. Рукоятка інструмента оснащена зручною протиковзною накладкою. Завдяки наявності регульовального фіксатора інструментом можна працювати з ринвами різного діаметра.

Для монтажу водостічних жолобів, надання їм круглої форми та вирівнювання використовують спеціальний ручний інструмент, зображений на рисунку 4.41, б.

Виравач латок (рис. 4.42, а; с. 60) призначений для видалення латок і цвяхів, які залишилися на покрівлі.

Заклепувальник (рис. 4.42, б; с. 60) — ручний покрівельний інструмент, призначений для зрощування листових деталей.

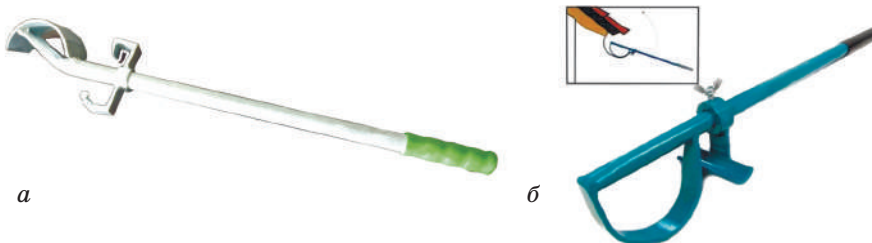


Рис. 4.41. Спеціальні ручні інструменти: а — для регулювання ринви; б — для монтажу водостічних жолобів

Такер ручний, або степлер будівельний (рис. 4.42, в), — спеціальний пневматичний степлер для металу, призначений для роботи з металевими поверхнями завтовшки: сталі — до 1,25 мм, алюмінію — до 1,5 мм. Його також використовують під час роботи з твердими породами деревини, пластиком тощо. Для функціонування степлера потрібні спеціальні зубцеподібні карбонові скоби завширшки 4 мм і завдовжки 6–16 мм. Корпус пневматичного степлера повністю виготовлений із металу.



Рис. 4.42. Спеціальні інструменти: а — виривач латок; б — заклепувальник; в — такер ручний



Рис. 4.43. Ковадло

Ковадло (рис. 4.43) — масивний опорний інструмент, підставка для оброблення металів. За конструкцією розрізняють *однорогі, безрогі й дворогі* ковадла. Найпоширенішими є однорогі ковадла.

Ковадло складається з таких частин: *верх* — пласка опорна поверхня ковадла, на яку кладуть метал для оброблення, що має кілька отворів; *ріг* — виступна загострена частина ковадла, призначена для вигинання заготовок під різними кутами; *хвостова частина* — виступ із прямими кутами для гнуття заготовок під прямим кутом; *стоянець* — дерев'яний стовпчик, на який установлюють ковадло. До нього ковадло прикріплюють за допомогою хомутів.

4.8. Затискні пристосування

Затискні пристосування використовують для закріплення деталей, складальних одиниць і механізмів у процесі складання або ремонту виробів. Найпоширенішими є *лещата й струбцини*.

Лещата (рис. 4.44) — затискні пристрої для утримування деталей та вузлів у потрібному положенні. Залежно від характеру роботи застосовують *стільцеві*, з паралельними губками *ручні та пневматичні лещата*.

Стільцеві лещата (рис. 4.44, а) застосовують для виконання грубих важких робіт, пов'язаних із використанням ударних навантажень. Їх виготовляють із кованої сталі. Ширина губок становить 100 мм, а найбільше розкриття — 90, 130, 150 і 180 мм. Стільцеві лещата мають рухо-
му й нерухому губки. Під час обертання затискного гвинта рухома губка

переміщується та затискає деталь. Перевага стільцевих лещат полягає у високій міцності та простоті конструкції. Недоліком є те, що робочі поверхні губок не в усіх положеннях паралельні одна до одної, через що вузькі предмети губки затискають лише верхніми краями, а широкі — лише нижніми, що не гарантує міцності кріплення.

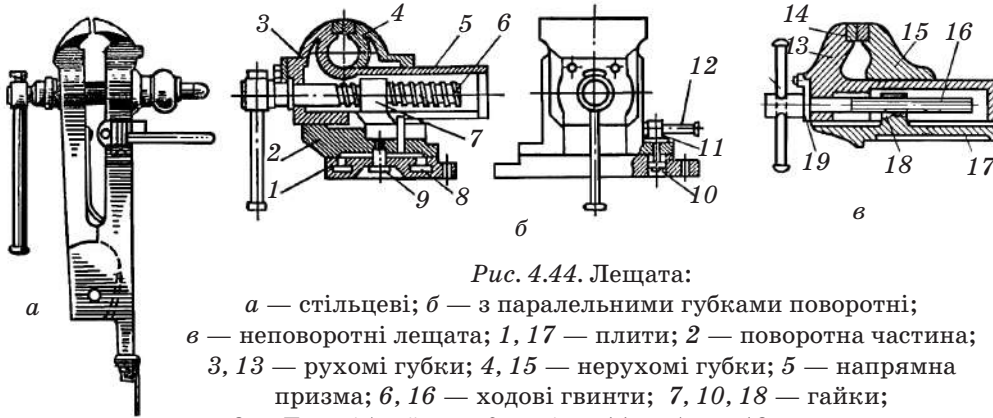


Рис. 4.44. Лещата:

- a* — стільцеві; *б* — з паралельними губками поворотні;
в — неповоротні лещата; 1, 17 — плити; 2 — поворотна частина;
 3, 13 — рухомі губки; 4, 15 — нерухомі губки; 5 — напрямна
 призма; 6, 16 — ходові гвинти; 7, 10, 18 — гайки;
 8 — Т-подібний паз; 9 — вісь; 11 — болт; 12 — рукоятки;
 14 — призматичні пластини; 19 — стопорна планка

Лещата з паралельними губками бувають трьох типів: поворотні, неповоротні й інструментальні з вільним ходом передньої губки. Найзручнішими є **поворотні лещата** (рис. 4.44, б). Вони можуть повертатися на кут не менше ніж 60° . Корпус лещат виготовляють із сірого чавуну, а ходовий гвинт та інші деталі — з конструкційної вуглецевої сталі. Для збільшення терміну експлуатації до губок гвинтами прикріплюють пластини з насічкою, виготовлені з інструментальної сталі марки У8. Щоб уникнути вм'ятин від насічок, робочі частини губок закривають накладними пластинами (*нагубниками*), виготовленими з м'якої сталі, міді, латуні, алюмінію, свинцю, шкіри тощо. Ширина губок поворотних лещат становить 80 і 140 мм, найбільше розкриття губок — 95 і 180 мм, час закріплення предметів — 0,3–0,5 хв.

Поворотні лещата складаються з плити, або основи, 1, поворотної частини 2, рухомої 3 та нерухомої 4 губок. Паралельне переміщення рухомої губки забезпечує напрямна призма 5 за допомогою ходового гвинта 6 і гайки 7. По круговому Т-подібному пазу 8 переміщується болт 11 із гайкою 10. Поворотну частину 2 за допомогою рукоятки 12 притискають до плити 1 під потрібним кутом. Відпускаючи болт 11, поворотну частину можна крутити навколо осі 9 для встановлення потрібного кута.

Неповоротні лещата (рис. 4.44, в), на відміну від поворотних, не мають поворотної частини. Вони менш зручні через неможливість установавлення предметів під потрібним кутом.

Струбцини (рис. 4.45) — ручні лещата, які виготовляють для тимчасового закріплення деталей великих розмірів під час обпилювання,

зварювання, паяння, заклепування тощо. Вони бувають гвинтові, ексцентрикові, пневматичні тощо.

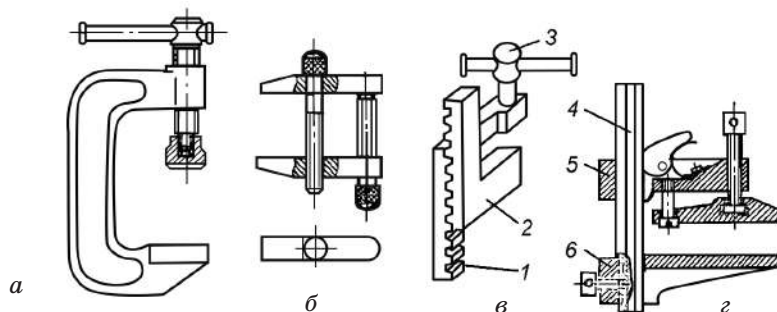


Рис. 4.45. Струбцини:

a, б — з гвинтовим затискачем; *в* — швидкодійна розбірна із зубчастими напівскобами; *г* — струбцина-домкрат; *1* — пряма скоба; *2* — скоба Г-подібної форми; *3* — гвинт; *4* — штанга; *5* — затискна губка; *6* — нерухома опорна губка

4.9. Інструменти для рихтування

Рихтування — комплекс операцій із вирівнювання металу.

Для виконання рихтувальних робіт використовують різноманітні інструменти й обладнання (рис. 4.46): рихтувальні молотки (з опуклими круглим і квадратним бойками, з плоскими круглим і квадратним бойками, з плоским круглим бойком та опуклим квадратним, з круглим опуклим бойком і точковим, з великими круглим і квадратним бойками, а також молотки безінерційний, гумовий та вакуумний із насадками-присосками); правильну (рихтувальну) плиту, киянку із циліндричним бойком (інструмент з однорідних складових), ложки, ударні полотна, фігурні стрижні.

Кузовні деталі можна відновити як за допомогою найпростішого інструменту, так і з використанням професійних пристосувань і стендів.

До простих інструментів для відновлення геометрії кузова належать молотки й киянки різних видів, підтримки (ковадла, металеві бруски різних розмірів), спеціальні ложки для витягування металу, важелі й гачки, інструмент для шліфування.



Рис. 4.46. Інструменти для рихтування

Існує також складніше обладнання — комплекти інструментів. Так, стандартний комплект рихтувального обладнання зазвичай містить гідронасоси та циліндри, насадки різних форм, ударні пластини й перехідники.

У професійному кузовному ремонті використовують рейкові платформні стапелі та спеціальні стенди. Також для виконання кузовних робіт потрібні ковадло, шліфувальна машинка, спотер зварювальний і домкрат.

Важливою операцією кузовних робіт є фарбування, тому мають бути наявні пульверизатор, фарби, розчинники, ґрунтовки, аерограф (ним наносять меншу кількість фарби й фарбують невеликі поверхні), компресор, шліфувальна машинка для видалення шарів лаку та фарби.

Для роботи з пластиковими деталями використовують паяльник (електричний або повітряний), термопістолет і повітряний фен.

Інструменти для кузовного ремонту поділяють на три великі групи.

1. **Ударні інструменти** — спеціальні молотки, що відрізняються від тих, які використовують під час проведення будівельних або інших робіт, не тільки матеріалом, з якого виготовлені, а й за формою. Бойок роблять із міді, алюмінію або ж міцного пластику, завдяки чому зменшується деформація металу кузова. Часто використовують гумові бойки.

Правильний молоток застосовують на першому етапі робіт, за допомогою нього грубо вирівнюють ум'ятини. *Карбувальний молоток* призначений для фінальної стадії вибивання вм'ятини. *Інерційний молоток* використовують тоді, коли на кузові є ділянки зі складною криволінійною формою. *Фланцевий молоток* має на бойку два оперення, які розгорнуті один до одного під прямим кутом.

Киянки виготовляють із деревини або гуми зі змінним комплектом бойків, найпопулярнішою формою є циліндрична.

2. **Підтримки, ковадла й підкладні штамп** використовують під час роботи з молотком або киянкою. *Підтримки* — це металеві бруски сферичної форми, які прикладають зі зворотного боку оброблюваної ударним інструментом поверхні. Вони беруть на себе навантаження під час удару по оброблюваній поверхні кузова, бувають різного діаметра й розміру. Як підтримку можна використовувати й підручні засоби, наприклад кувалду або швелер, але їх потрібно підготувати — відшліфувати й відполірувати, щоб зменшити деформування кузова автомобіля.

3. **Ложки й ударні полотна** — група інструментів для рихтування, що забезпечують вирівнювання і вигинання поверхні металу. Їх часто використовують як підтримки, де доступ до зворотної поверхні кузова утруднений. Вибираючи ложки для роботи, потрібно орієнтуватися на форму вирівнювання та легкість доступу до поверхні кузова. Залежно від використання розрізняють кілька типів ложок: *універсальна* — для вирівнювання поверхні даху автомобіля; *ложка для вирівнювання внутрішньої частини кузова*; *витяжна* — для відокремлення поверхонь внутрішнього каркаса від зовнішніх панелей; *опукла* — широкі за формою ложки, які використовують як підтримки на обмежених типах поверхонь;



Рис. 4.47. Вакуумна присоска зі зворотним молотком

пружна ударна — для коригування виступів і виправлення дрібних рельєфних пошкоджень.

Під час рихтувальних робіт також використовують *вакуумну присоску зі зворотним молотком* (рис. 4.47). Вона має дві знімні подушки: малу (для вм'ятин меншого розміру) і велику. За допомогою вакуумної присоски витягують великі вм'ятини без зняття обшивок і без рихтування (усередині дверей, крила, даху тощо).

4.10. Контрольно-вимірювальні інструменти

Штангенінструменти застосовують для вимірювання зовнішніх і внутрішніх діаметрів, довжини, товщини, глибини тощо. До них належать штангенциркулі, штангенглибиноміри та штангенрейсмуси.

Штангенциркуль ШЦ-I (рис. 4.48, а) з одностороннім розташуванням губок і покриттям із твердого сплаву та глибиноміром) призначений для зовнішніх і внутрішніх вимірювань. Границі вимірювання від 0 до 125 мм.

Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 4.48, б) із двостороннім розміщенням губок призначений для зовнішніх і внутрішніх вимірювань і розмічання. Границі вимірювання 0–160, 0–200 і 0–250 мм, точність відліку за ноніусом відповідно 0,05 мм, 0,05 і 0,10 мм. Верхні губки загострені, їх використовують для розмічання.

Штангенциркуль ШЦ-III (рис. 4.48, в) з відліком за ноніусом 0,05 або 0,1 мм призначений для вимірювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей. Штангенциркуль має одностороннє розміщення губок. Границі вимірювання від 0–315 до 800–2000 мм. Під час вимірювання

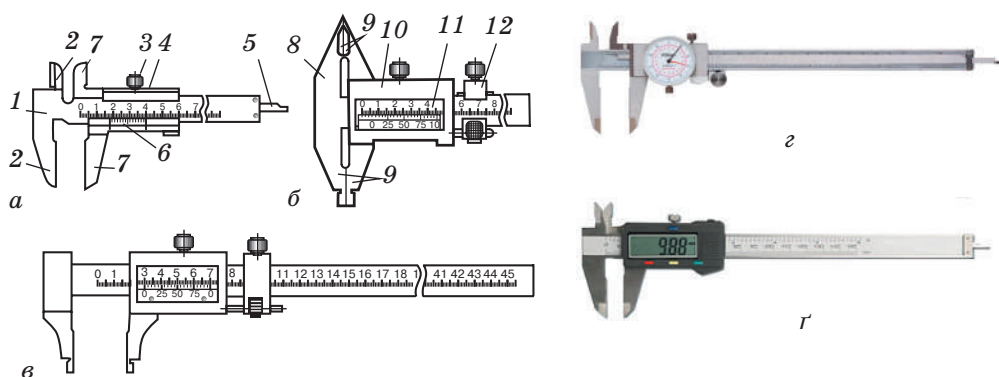


Рис. 4.48. Штангенциркулі:

- а — ШЦ-I; б — ШЦ-II; в — ШЦ-III; г — циферблатний ШЦ-I; г' — електронний цифровий ШЦ-I; 1, 8 — штанги; 2, 7, 9 — вимірювальні губки; 3 — затискач; 4, 10 — рухомі рамки; 5 — глибиномір; 6, 11 — шкала ноніус; 12 — мікрометрична подача

внутрішніх розмірів до показників інструмента додають розміри товщини губок, зазначені на них.

Штангенциркуль циферблатний ШЦК-І (рис. 4.48, з) з відліком за круговою шкалою призначений для зовнішніх і внутрішніх вимірювань, а також для вимірювання глибин. Ціна поділок кругової шкали 0,02; 0,05 і 0,1 мм.

Електронний цифровий штангенциркуль ШЦЦ-І (рис. 4.48, г) — інструмент, призначений для високоточних вимірювань зовнішніх і внутрішніх розмірів, а також глибин отворів із діапазоном вимірювань 0–300 мм і ціною поділок 0,01 мм. Отримані значення відображає рідкокристалічний дисплей. За допомогою кнопок прилад вмикають-вимикають, обнуляють значення на дисплеї та перемикають системи вимірювання (міліметри й дюйми). Під час роз'єднання вимірювальних губок прилад вмикається автоматично.

Штангенглибиномір (рис. 4.49, а) призначений для вимірювання глибини глухих отворів, пазів, канавок та уступів. Їх виготовляють із границями вимірювання 0–160 та 0–250 мм (точність відліку за ноніусом 0,05 мм) і 0–400 мм (відлік за ноніусом 0,1 мм).

Штангенрейсмус (рис. 4.49, б) призначений для вимірювання висот від плоских поверхонь і для точного розмічання.

Штангенрейсмуси виготовляють із границями вимірювання 0–250, 40–400, 60–630 мм (відлік за ноніусом 0,05 мм) і 100–1000, 600–1600, 1500–2500 мм (точність відліку за ноніусом 0,1 мм).

Інструменти для контролю відстані, прямолінійності та площинності — універсальні та спеціальні вимірювальні інструменти, до яких належать вимірювальні лінійки, метри, рулетки, шаблони, рівні тощо.

Вимірювальні лінійки зі штриховими шкалами використовують для вимірювання відстані між двома точками шляхом безпосереднього порівняння їх зі шкалою лінійки або метра. Вимірювальні металеві лінійки виготовляють завдовжки 150, 300, 500, 1000 мм із ціною поділки 0,5 і 1,0 мм. Відхилення від номінальних значень довжин окремих сантиметрових поділок не повинні перевищувати $\pm 0,1$ мм, міліметрових і півміліметрових $\pm 0,05$ мм.

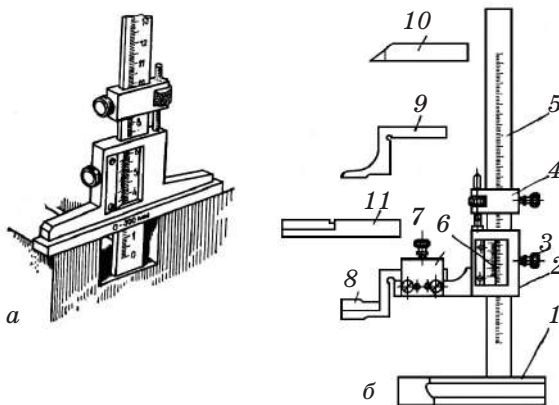


Рис. 4.49. Штангенінструменти:
а — штангенглибиномір;
б — штангенрейсмус; 1 — основа;
2 — рамка; 3 — гвинт; 4 — рамка мікрометричної подачі;
5 — штанга; 6 — ноніус;
7 — хомутик;
8 — вимірювальна ніжка;
9 — загострена змінна ніжка;
10, 11 — ніжки-шпильки

Вимірювальні складені металеві метри призначені для лінійних вимірювань шляхом безпосереднього порівняння вимірюваних розмірів зі шкалою. Їхня довжина в розгорнутому вигляді — 1000 мм. Відхилення від номінальних значень довжин окремих дециметрових поділок не повинні перевищувати $\pm 0,5$ мм, сантиметрових $\pm 0,3$ мм, міліметрових $\pm 0,2$ мм. Ширина пластини (ланки) 10–20 мм, товщина 0,4–0,6 мм.

Вимірювальні рулетки зі штриховими шкалами використовують для вимірювання відстаней та лінійних розмірів шляхом безпосереднього порівняння зі шкалою рулетки.

Металеві вимірювальні рулетки виготовляють п'яти типів і трьох класів: *самозгортні* РС-1 і РС-2 з довжиною шкали відповідно 1 і 2 м; *жолобчасті* РЖ-1 (1 м) і РЖ-2 (2 м); *у закритому корпусі* РЗ-2 (2 м), РЗ-5 (5 м), РЗ-10 (10 м), РЗ-20 (20 м), РЗ-30 (30 м) і РЗ-50 (50 м); *на хрестовині* РК-50 (50 м), РК-75 (75 м) і РК-100 (100 м); *на вилці* РВ-20 (20 м), РВ-30 (30 м) і РВ-50 (50 м).

Неметалеві вимірювальні рулетки виготовляють двох типів: РТ — рулетки тасьмові з дротяною стабілізуювальною основою для вимірювання відстаней; РП — рулетки кравецькі без стабілізуювальної основи для вимірювання розмірів у побуті та швейній промисловості. Довжина рулеток — від 1 до 20 м. Ціна поділок 1, 5 і 10 мм.

Вимірювачі латок (рис. 4.50) — пристрої, виготовлені з оцинкованих профілів і сталевих косинців. Вони мають ручку для регулювання відстані й розмірів латок. Максимальна відстань — 55 см. Пристрій дає змогу легко відстежувати встановлений масштаб.



Рис. 4.50. Вимірювачі латок

Лазерний віддалемір рулетка (рис. 4.51, а) — інструмент для визначення відстаней, у якому використані електромагнітні хвилі оптичного (видимого) спектра. Для вимірювання відстані до цілі застосовують один із двох методів: *часовий* — за часом затримання відбитого сигналу або *фазовий* — за зміщенням фази відбитого сигналу. Джерелом випромінювання в



Рис. 4.51. Проекційні лазерні вимірювальні інструменти:
а — лазерний віддалемір рулетка;
б — крослайнер

електронних віддалемірах є лазерний діод. Для підсилення відбитого сигналу на ціль установлюють відбивач. Лазерні віддалеміри, здатні вимірювати відстань до цілі без відбивача, називають *безвідбивачевими*.

Крослайнер, або **лазерний рівень**, — самовстановлювальний лазерний секторний інструмент, за допомогою якого задають горизонтальну й одну або кілька вертикальних площин (напівплощин) одночасно (рис. 4.51, б). Задання площин здійснюють розгортанням лазерного променя з використанням системи заломлених призм. Джерелом випромінювання в крослайнерах є лазерні діоди видимого спектра.

Шаблони — загартовані та доведені сталеві пластини з випуклим або ввігнутим профілем на кінці (рис. 4.52, а). Їх використовують для контролю кутів, загострення інструментів, радіусів заокруглення та заглибин на різних деталях. Перевірку за допомогою шаблонів виконують двома способами: 1) шаблон прикладають до перевірюваної поверхні й за шириною щілини (просвіту) визначають точність виготовлення деталі; 2) коли відсутня можливість перевірки на світлову щілину, виконують перевірку «на фарбу» (контроль глухих місць).

Шаблон-рисуvalка (рис. 4.52, б) має форму ялинки. Його використовують для розмічання металу під час монтажних покрівельних робіт і розмічання основних розмірів фальцевих картин. За допомогою розмічального шаблону можна легко накреслити лінію, паралельну до краю заготовки. Розмічання виконують у діапазоні 5–100 мм із кроком 5 мм.

Рівень — прилад, призначений для визначення відхилення елементів різних конструкцій від горизонтального або вертикального положення (рис. 4.53). Під *ціною поділки рівня* розуміють його нахил, який відповідає переміщенню бульбашки основної ампули на одну поділку шкали, виражене в міліметрах, на 1 мм. Кут нахилу в 0,01 мм/м відповідає в градусній мірі 2".

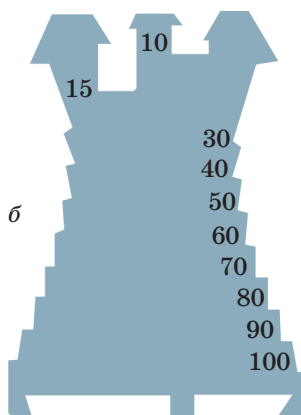
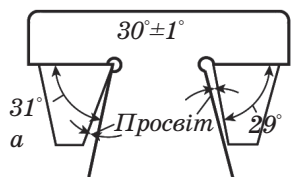


Рис. 4.52. Шабли:
а — для контролю кутів; б — шаблон-рисуvalка



Рис. 4.53. Рівні:

а — будівельний; б — кишеньковий;
в — лазерний із рулеткою

Окрім рідинних рівнів, є також електронні: з підсвічуванням, колірною та звуковою індикацією, лазерні.

Висок використовують для перевірки вертикального положення деталей. Він складається зі шнура (нитки) і тягарця різної конструкції. За кутом, утвореним вертикально напрямленим шнуром виска та площиною поверхні деталі, роблять висновок про вертикальність її встановлення.

Засоби для вимірювання кутів, конусів, радіусів використовують для вимірювання, розмічання, встановлення і перевірки кутових величин. До них належать кутники, кутові перевірні плити, синусні лінійки, конічні втулки, шаблони, кутоміри тощо.



Рис. 4.54. Покрівельний кутник

Покрівельний кутник (рис. 4.54) виготовлений із полірованої та покритої лаком сталі, має високу міцність.

Кутоміри бувають із цифровою індикацією та лінійкою, електронні магнітні, механічні тощо (рис. 4.55).



Рис. 4.55. Кутоміри:

а — із цифровою індикацією та лінійкою; б — електронний магнітний; в — механічний

4.11. Допоміжні інструменти

У процесі виконання бляхарних робіт часто потрібно суміщати отвори, знімати задирки, зачищати поверхні, витягувати шплінти, знімати пружини тощо. Для цього використовують різноманітні інструменти:

плоскогубці й круглогубці, кусачки, щипці для розведення та стискання пружинних кілець, натяжки, напилки, кернери, оправки, скребки тощо.

Оправки (рис. 4.56, а, б) використовують для наведення до правильного збігу отворів у з'єднуваних деталях. Розрізняють *корпусні* та *прохідні* оправки. Їх виготовляють із сталі марки Ст5. Діаметр тіла оправки виконують таким, що дорівнює діаметру отворів деталей.

Скребки (рис. 4.56, в, г) бувають двох типів: для очищення стикових поверхонь деталей і для зняття задирок. Їх

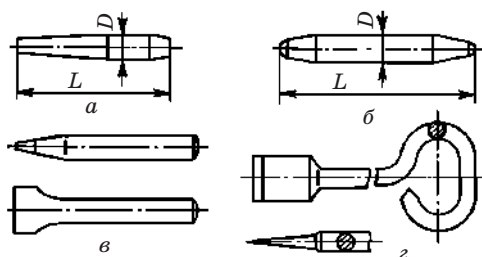


Рис. 4.56. Оправки та скребки:

а — конусні оправки; б — прохідні оправки; в — скребки для очищення поверхонь; г — скребки для зняття задирок; D — діаметр тіла оправки; L — довжина оправки

виготовляють із сталі марки Ст5 або Ст6. Робочу частину загартовують і відпускають до твердості HRC_e 50–55.

Бородок призначений для пробивання отворів у тонких листових матеріалах, натягування просвердлених отворів під заклепки, вибивання зламаних або бракованих штифтів, шплінтів, заклепок, гвинтів тощо. Бородок відрізняється від зубила тупою робочою частиною. Бородки виготовляють з інструментальної сталі марок У7А і У8А. Робочу частину загартовують на всю довжину конуса до твердості HRC_e 45–55, а ударну частину (15–20 мм) — до твердості HRC_e 35–40.

Гайкові ключі використовують під час складання і розбирання різбових з'єднань. Вони потрібні для закручування та відкручування гайок, болтів і гвинтів із шестигранными та квадратними головками. Гайкові ключі складаються з рукоятки й головки. У головці є захоплювач під гайку, який називають *зівом*. Головки ключів стандартизовані й мають строго визначені розміри, які вказують на рукоятці. Зазори між гранями зіва та гайкою мають бути в межах 0,1–0,3 мм. Їх виготовляють зі сталі марок У7, У8, 40Х, 40ХФА, 40, 45 і ковкого чавуну.

Викрутки застосовують під час виконання складальних і розбиральних робіт для закручування та викручування гвинтів і шурупів, які мають головку з прорізами (шліцами). Їх поділяють на *дротяні, суцільнометалеві* з дерев'яними накладними щоками, з металевою п'ятою, з діелектричною ручкою, *коловоротні, спеціальні й високопродуктивні*. Викрутка складається з робочої частини (лопатки), стрижня і ручки. Її вибирають за шириною та формою робочої частини, яка залежить від розміру шліца в головці гвинта або шурупа.



Притискні ролики (рис. 4.57) використовують для вирівнювання поверхонь листових деталей та притискання їх під час складання.

Рис. 4.57. Притискний ролик

4.12. Заточування інструментів

Для того щоб роботи з монтажу покрівлі виконувати ефективно, потрібно контролювати гострість інструментів. Для заточування застосовують точило, точильні бруски, напилки тощо (рис. 4.58; с. 70).

Під час заточування *точилом* грубозернисті круги залишають подряпини й зазубрення, які потім видаляють дрібнозернистими кругами. У процесі заточування інструментів круглий точильний камінь спрямований назустріч лезу, тому вістря має повністю лежати на поверхні точила. Щоб уникнути відпалювання сталі, точило треба періодично змочувати водою. Після заточування потрібно трохи закруглити вістря, це запобігатиме появі на ньому зазубрин.

Точильні бруски, виготовлені з пісковика, застосовують для грубого заточування інструментів. Перед використанням брусок трохи змочують, потім його закріплюють і притискають до нього фаску інструменту, яку рухають по бруску вперед–назад. *Дрібнозернисті бруски* застосовують

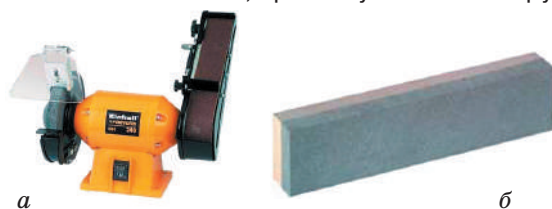


Рис. 4.58. Заточувальні інструменти:
а — точило; б — брусок

для шліфування заточених лез, а також для видалення з них задирок. Брусок змочують водою або змащують машинним маслом, після чого круговими рухами водять по ньому лезо, по черзі притискаючи з обох боків.

Для заточування деяких інструментів також використовують *напилки*. Наприклад, пилу заточують за допомогою тригранного напилка. Для цього зуби пилки розводять так, щоб їхня висота й ширина розведення були однаковими на всіх ділянках.

Заточку свердел для металу виконують за допомогою *корундових* або *наждакових брусків* і *точильних дисків*. У разі невеликого затуплення свердла його треба підточити за допомогою ножівкового напилка з дрібною насічкою. Для цього виконують легкі рухи проти годинникової стрілки.

Загострювання лез ножиць виконують під кутом, що становить $70\text{--}74^\circ$. При цьому задній кут лез не повинен перевищувати $2\text{--}3^\circ$.

Беручись за бляхарні роботи, потрібно заздалегідь підготувати всі потрібні інструменти, які зберігають у належних умовах.

Запитання та завдання

1. Яким буває технологічне оснащення робочого місця?
2. З яких елементів складається типова автоматична лінія?
3. Яке обладнання використовують для виконання фальцевих швів?
4. Назвіть покрівельні ручні інструменти.
5. Що належить до згинального обладнання та інструментів?
6. Назвіть види затискних пристосувань.
7. Яка будова лещат?
8. Яке обладнання та інструменти застосовують для різання?
9. Яке обладнання та інструменти використовують для зікування, відборткування і рифлення?
10. Які є покрівельні інструменти?
11. Які інструменти використовують для рихтування кузовів автомобілів?
12. Які контрольно-вимірювальні інструменти застосовують для бляхарних робіт?
13. Під час монтажу покрівлі для закриття фальців потрібні
 - А ножиці
 - Б кромкозгин
 - В рамка
 - Г зикмашина
14. Для з'єднання тонких листів металу без їх пробивання за допомогою локальної деформації використовують
 - А оправку
 - Б молоток
 - В пукльовочник
 - Г кліщі

Розділ 5. СЛЮСАРНІ РОБОТИ

5.1. Очищення та промивання деталей

Перед виконанням слюсарних, бляхарних і складальних робіт усі заготовки деталі та складальні одиниці мають бути чистими. На них не повинно бути металевого пилу, стружок, піску, абразивного порошку тощо, які в процесі експлуатації можуть потрапити на тертьові робочі поверхні й пошкодити їх. Тому заготовки деталі й складальні одиниці підлягають очищенню та промиванню.

Очищення деталей від формувальної суміші й окалини виконують металевими щітками, а потім продувають стисненим повітрям. За наявності на деталях і вузлах антикорозійного мастила, слідів фарби й інших твердих забруднень їх очищають за допомогою ручних і привідних щіток із подальшим промиванням та обдуванням повітрям, піскоструминним обробленням. Для зняття задирок і зачищення кромek дрібні деталі переносять у галтовочні барабани, куди засипають пісок або бите скло. Під час обертання барабана деталі перекантуються і дотикаються між собою, зачищаючи при цьому кромки. Пісок або бите скло прискорює процес. Після галтування деталі промивають та обдувають стисненим повітрям.

Промивання деталей в умовах одиничного й дрібносерійного виробництва виконують у мийних баках або ваннах. У великосерійному та масовому виробництвах застосовують спеціальні **мийні машини**: *однокамерні* — тільки для промивання деталей; *двокамерні* — у першій камері деталі промивають, а в другій ополіскують чистою рідиною; *трикамерні* — у першій камері промивають деталі, у другій ополіскують, а в третій сушать стисненим повітрям, підігрітим до температури $+90-100^{\circ}\text{C}$.

Основними способами миття є хімічний, електрохімічний та ультразвуковий.

Для **хімічного промивання** використовують водні лужні розчини або органічні розчинники. Якщо застосовують водні лужні розчини, деталі знежирюють розчинами солей лужних металів і *поверхнево-активних речовин* (ПАР).

Під час **електрохімічного промивання** в спокійному й примусово-збудженому електроліті відбувається механічний та хімічний вплив потоків рідини на деталь, а також катодна поляризація, що сукупно прискорює процес промивання.

Ультразвукове промивання використовують під час складання особливо точних з'єднань. Сутність цього способу полягає в тому, що в рідині внаслідок ультразвукових коливань із частотою 15–20 кГц утворюються *пустоти* — дрібні бульбашки, які в разі виникнення коливань (ударів) швидко заповнюються рідиною та інтенсивно руйнують шари мастила, бруду тощо.

Використовують також мийні машини з електрогідралічним ефектом, який виникає у воді внаслідок імпульсних іскрових розрядів.

Обдування стисненим повітрям забезпечує чистоту поверхонь деталей. Повітря подають під тиском 30–50 МПа. Обдування забезпечує швидке просушування деталей та видалення сторонніх частинок із важкодоступних місць. Продуванням перевіряють наявність мастильних та інших наскрізних отворів у деталях і складальних одиницях.

5.2. Розмічання

Розмічання — це операція нанесення на заготовку, яку обробляють, розмічальних ліній (рисок). Ці лінії визначають контури майбутньої деталі чи місця, які потрібно обробити. Різницю між розмірами заготовки до й після оброблення називають **припуском на оброблення**. Точність, якої досягають звичайними методами розмічання, приблизно дорівнює 0,5 мм.

Залежно від форми заготовок і деталей, які потрібно розмітити, розмічання поділяють на площинне та просторове (об'ємне). **Площинне розмічання** виконують на поверхнях плоских деталей, на смуговому та листовому матеріалі, на поверхнях кованих і литих заготовок. **Просторове розмічання** — це розмічання поверхонь заготовки, розташованих у різних площинах під різними кутами одна до одної.

Розмічання виконують за допомогою різних розмічальних пристроїв та інструментів (рис. 5.1).

На **розмічальній плиті** (рис. 5.1, а) встановлюють заготовки чи деталі, які треба розмітити, і розміщують усі пристрої та інструменти.

Домкрати (рис. 5.1, б) призначені для встановлення громіздких і важких заготовок і регулювання їхнього розміщення за висотою.

Підкладки (рис. 5.1, в) використовують для забезпечення правильного встановлення деталей під час розмічання, а також для захисту розмічальних плит від подряпин і забоїн. Підкладки виготовляють порожнистими циліндричними, призматичними, двотаврового перерізу тощо.

За потреби регулювати висоту заготовки застосовують здвоені **клини** (рис. 5.1, г), що з'єднані між собою площиною, а на боковій площині нанесена шкала для точного регулювання висоти клина.

Розмічальний кутник (рис. 5.1, г) використовують як вертикальну опору для заготовки, прикріпленої до його бічної поверхні.

Обкреслювач (рис. 5.1, д) призначений для нанесення ліній, паралельних до кромок заготовок.

Рисувалки (рис. 5.1, е) застосовують для нанесення розмічальних рисок (ліній) на поверхню заготовки за допомогою лінійки, кутника або шаблону. Рисувалки виготовляють з інструментальної сталі.

Рейсмус (рис. 5.1, є) — основний інструмент для просторового розмічання. Його використовують для нанесення паралельних, вертикальних і горизонтальних ліній, а також для перевірки встановлення деталей на розмічальній плиті.

Циркулі (рис. 5.1, ж) застосовують для розмічання кіл і дуг, ділення відрізків і кіл, для геометричних побудов, а також для перенесення роз-

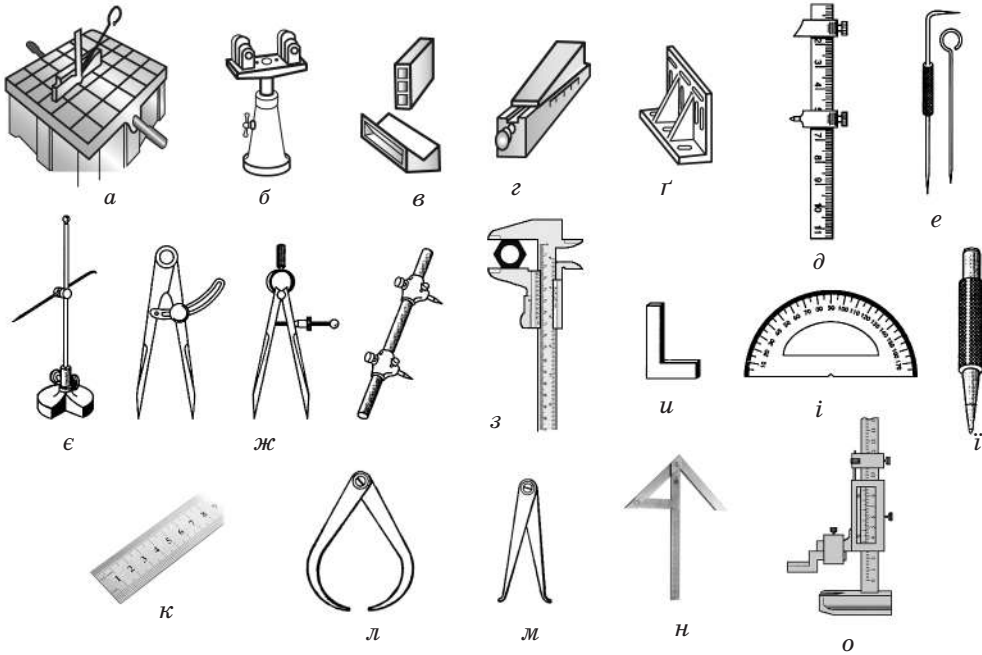


Рис. 5.1. Розмічальні пристрої та інструменти:

а — розмічальна плита; б — домкрат; в — опорні підкладки; г — клин;
 д — обкреслювач; е — рисувалки; ж — рейсмус;
 ж — циркулі; з — штангенциркуль; и — кутник; i — транспортир; i' — кернер;
 к — металева лінійка; л — кронциркуль; м — нутромір; н — центровочка;
 о — штангенрейсмус

мірів із вимірювальних лінійок на деталь. Розмічальні циркулі бувають прості або з дугою, точні й пружинні.

Розмічальний штангенциркуль (рис. 5.1, з) використовують для точного розмічання прямих ліній і центрів.

Кутник (рис. 5.1, и) застосовують для побудови й перевірки кутів, нанесення ліній, проведення перпендикулярних ліній.

Транспортир (рис. 5.1, i) призначений для вимірювання кутів.

Кернер (рис. 5.1, i') — слюсарний інструмент для нанесення заглиблень (кернів) на попередньо розмічені лінії. Керни роблять для того, щоб риски були виразно помітні й не стиралися в процесі оброблення деталі. Кернери виготовляють з інструментальної вуглецевої чи легованої сталі марок У7А, У8А, 7ХФ або 8ХФ. Робочу частину кернерів (*конус*) термічно обробляють на довжину 15–30 мм до твердості HRC_c 55–59, а ударну частину — на довжину 15–25 мм до твердості HRC_c 40–45. Середня частина кернера має рифлення (*накатку*) для зручності тримання під час роботи. Розрізняють кернери звичайні, спеціальні, пружинні (механічні), електричні.

Також для розмічання використовують металеві лінійки, кронциркулі, нутроміри, центровочкачі, штангенрейсмуси (рис. 5.1, к–о).

Перш ніж починати розмічання, необхідно: відчистити заготовку сталеву щіткою від пилу, бруду, окалини, слідів корозії тощо; ретельно

оглянути заготовку й у разі виявлення пустот, випинів, тріщин точно виміряти їх; розрахувати всі розміри заготовки, щоб після оброблення на поверхні не залишилося дефектів; вивчити креслення деталі, яку треба розмітити, з'ясувати її особливості та призначення, уточнити розміри, подумки накреслити план розмічання (установлення деталі на плиті, спосіб і порядок роботи); особливу увагу приділити припускам на оброблення (їх беруть із довідників залежно від матеріалу й розмірів деталі, форми та способу встановлення під час оброблення); визначити базові поверхні (*базу*) заготовки, від яких треба відкладати розміри в процесі роботи; у разі площинного розмічання базами можуть бути оброблені кромки заготовки або осеві лінії, які наносять насамперед, а базою заготовки — приливи й бобишки; підготувати поверхню до оброблення.

Розмічальні риси наносять послідовно: горизонтальні, вертикальні, похилі й останніми — кола, дуги та заокруглення.

Прямі риси наносять рисувалкою, яку треба нахилити в напрямку переміщення та вбік від лінійки (рис. 5.2).

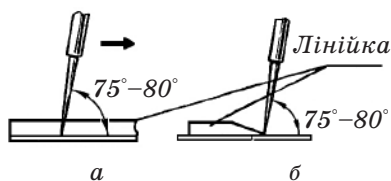


Рис. 5.2. Прийоми нанесення прямих рисок: а — з нахилом рисувалки в напрямку її переміщення; б — з нахилом рисувалки вбік від лінійки

Кути нахилу мають відповідати зазначеним на рисунку й не змінюватися в процесі нанесення рисок, інакше вони не будуть паралельними. Риски проводять лише один раз.

Перпендикулярні риси (окрім геометричних побудов) наносять рисувалкою за допомогою кутника (рис. 5.3, а), паралельні — за допомогою кутника, пересуваючи його на потрібну відстань (рис. 5.3, б).

Центр кіл визначають за допомогою центрошукачів і центронамітників.

Розмічання кутів та уклонів здійснюють за допомогою транспортирів, штангенциркулів і кутомірів.

Керном називають заглиблення (лунку), утворене внаслідок дії вістря (конуса) кернера під час удару по ньому молотком. Маса молотка має відповідати масі кернера.

Працюючи з кернером, його беруть трьома пальцями лівої руки (великим, вказівним і середнім) і ставлять вістрям точно на середину розмі-

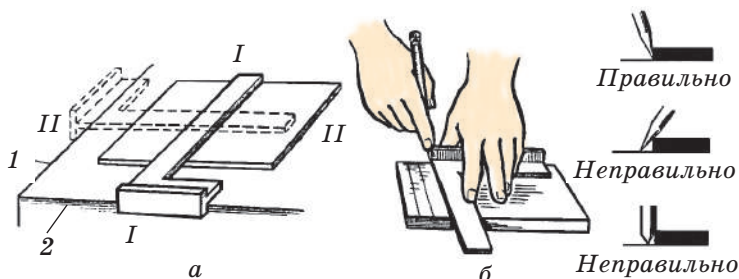


Рис. 5.3. Нанесення рисок:

а — перпендикулярних; б — паралельних; I, II — розташування кутника; 1, 2 — грані розмічальної плити

чальної риски (рис. 5.4). Спочатку нахиляють кернер убік від себе та притискують до наміченої точки, потім швидко ставлять його вертикально, після чого по ньому наносять легкий удар молотком масою 100–200 г.

Для розмічальних робіт застосовують оригінальний *молоток Гаврилова*. У розширеній частині головки цього молотка є круглий наскрізний отвір, у який на гумових амортизаційних кільцях уставлена чотирикратна лінза.

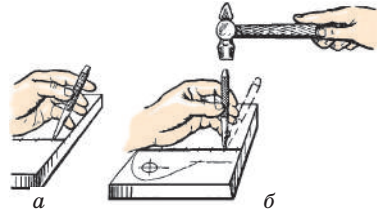


Рис. 5.4. Накернювання розмічальних рисок:

а — установлення кернера;
б — накернювання

Розрізняють такі **способи розмічання**: *розмічання за шаблоном* — звичайно застосовують у разі виготовлення великих партій однакових за формою та розмірами деталей; *розмічання за зразком* — відрізняється тим, що не потребує виготовлення шаблону. Цей спосіб широко застосовують під час ремонтних робіт, коли розміри знімають безпосередньо з деталі, що вийшла з ладу, і переносять на розмічуваний матеріал; *розмічання за місцем* — частіше застосовують під час складання великих деталей. Одну деталь розмічають за іншою в такому положенні, у якому вони мають бути з'єднані; *розмічання олівцем* — виконують за лінійкою на заготовках з алюмінію чи дюралюмінію. Заготовки з дюралюмінію не рекомендовано розмічати за допомогою рисувалки, бо під час нанесення рисок руйнується захисний шар і створюються умови для появи корозії; *точне розмічання* — здійснюють за тими самими правилами, що й звичайне, але застосовують точніші вимірювальні й розмічальні інструменти.

5.3. Рубання металу

Рубанням називають слюсарну операцію, коли за допомогою різального (зубило, крейцмейсель, канавочник) та ударного (слюсарний молоток) інструментів із поверхні заготовки (деталі) видаляють зайвий шар металу або розрубують заготовку на частини. Перед рубанням заготовку закріплюють у лежцях. Великі заготовки рубають на плиті або ковадлі, а дуже великі — там, де вони розміщуються.

Залежно від призначення деталі рубання може бути чистовим або чорновим. За *чистового рубання* зубилом за один робочий хід знімають шар металу завтовшки від 0,5 до 1 мм, за *чорнового* — від 1,5 до 2 мм. Точність оброблення, якої досягають у процесі рубання, становить 0,4–1 мм.

Різальна частина (лезо) будь-якого різального інструмента — це клин (зубило, різець) або кілька клинів (ножівкове полотно, мітчик, плашка, фреза, напилек) з певними кутами різання. Що гостріший клин, тобто що менший кут, утворений його сторонами, то менше зусилля треба прикласти для його заглиблення в матеріал.

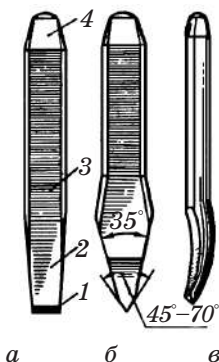


Рис. 5.5. Інструменти для рубання:

а — зубило: 1 — лезо, 2-4 — робоча, середня, ударна частини; б — крейцмейсель; в — канавковий крейцмейсель

На заготовці, яку обробляють, розрізняють оброблену й оброблювану поверхні, а також поверхню різання. *Оброблюваною поверхнею* називають ту, з якої зніматиметься шар матеріалу (стружка), а *обробленою* — поверхню, з якої стружку знято. *Поверхня різання* — поверхня, що обробляється на заготовці безпосередньо головною різальною кромкою інструмента.

Слюсарне зубило (рис. 5.5, а) — це сталевий стрижень, виготовлений з інструментальної вуглецевої або легованої сталі марок У7А, У8А, 7ХФ, 8ХФ. Зубило складається з трьох частин: робочої 2, середньої 3 та ударної 4. Робоча частина має на кінці лезо 1, загострене під певним кутом.

Кут загострення вибирають залежно від твердості металу, який обробляють. Рекомендовані кути загострення зубила для рубання деяких матеріалів наведено в таблиці 5.1.

Зубило виготовляють завдовжки 100, 125, 160 і 200 мм, ширина робочої частини відповідно дорівнює 5, 10, 16 і 20 мм. Робочу частину зубила загартовують і відпускають. Після термічного оброблення твердість різальної кромки становить HRC_e 53–59, а бойка — HRC_e 35–45.

Таблиця 5.1

Рекомендовані кути загострення зубила

Матеріали	Кут загострення, ...°
Тверді матеріали (тверда сталь, бронза, чавун)	70
Матеріали середньої твердості (сталь)	60
М'які матеріали (латунь, мідь, титанові сплави)	45
Алюмінієві сплави	35

Крейцмейсель (рис. 5.5, б) відрізняється від зубила більш тонкою різальною кромкою. Він призначений для вирубування вузьких канавок, шпонкових пазів тощо.

Для вирубування профільних канавок (напівкруглих, двограних та ін.) застосовують спеціальні **канавкові крейцмейселі** (рис. 5.5, в). Вони відрізняються від крейцмейселя лише формою різальної кромки. Канавкові крейцмейселі виготовляють зі сталі марки У8А завдовжки 80, 100, 120, 150, 200, 300 і 350 мм із радіусом заокруглення 1; 1,5; 2; 2,5 і 3 мм.

Загострювання зубил і крейцмейселів здійснюють на загострювальному верстаті. Кут загострення перевіряють **шаблоном** — пластинками з кутовими вирізами 70, 60, 45 і 35°.

Для розрубання металу зубило тримають вертикально й рубають плечовим ударом. Листовий метал завтовшки до 2 мм розрубують з одного

удару, завчасно поклавши під нього підкладку з м'якої сталі. Листовий метал завтовшки понад 2 мм або штабовий матеріал надрубують приблизно на половину товщини з обох боків, а потім ламають або відбивають. Установлення зубила під час рубання в лещатах зображено на *рисунку 5.6*.

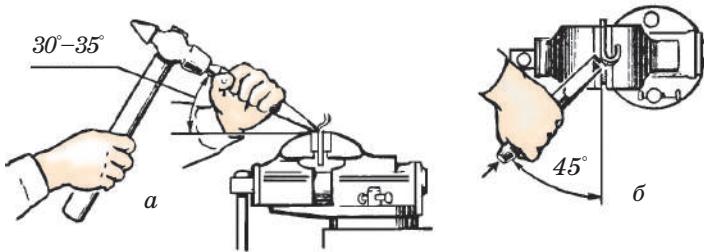


Рис. 5.6. Правильне встановлення зубила під час рубання в лещатах: а — нахил зубила до оброблюваної поверхні; б — нахил зубила до поздовжньої осі

До ручних механізованих інструментів належать пневматичні й електричні рубальні молотки.

5.4. Випрямлення та рихтування металу

Випрямлення та рихтування — це операції з випрямлення металу, заготовок і деталей, на яких є вм'ятини, випини, хвилястість, жолоблення, викривлення тощо.

Випрямлення виконують ручним способом (на сталевій або чавунній плиті, на ковадлі) і машинним (на правильних вальцях, пресах).

Правильна плита має бути масивною, з масою у 80–150 разів більшою за масу молотка. Правильні плити виготовляють зі сталі або сірого чавуну монолітними чи з ребрами жорсткості.

Рихтувальні бабки використовують для випрямлення (рихтування) загартованих деталей. Їх виготовляють зі сталі й загартовують. Робоча частина поверхні має бути циліндричною або сферичною радіусом 150–200 мм.

Для випрямлення застосовують **молотки** з круглими гладкополірованими бойками, бо молотки з квадратним бойком залишають забоїни (у формі квадратів або кутів). Для випрямлення загартованих деталей (рихтування) використовують **молотки з радіусним бойком**. Ефективні також рихтувальні **молотки з твердосплавними пластинками**.

Для випрямлення деталей з остаточно обробленою поверхнею та деталей або заготовок із кольорових металів і сплавів застосовують **молотки зі вставними бойками** з м'яких металів. Вставні бойки можуть бути мідними, свинцевими або дерев'яними.

Для вирівнювання тонких металів використовують **киянки** (*рис. 5.7, а*), а для випрямлення дуже тонкого листового чи штабового металу — **гладилки** (дерев'яні або металеві бруски) (*рис. 5.7, б*).

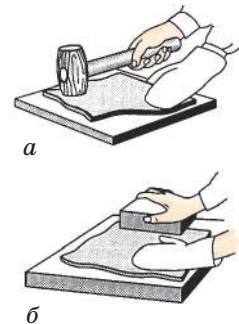


Рис. 5.7. Вирівнювання тонких листів: а — киянкою; б — гладилкою

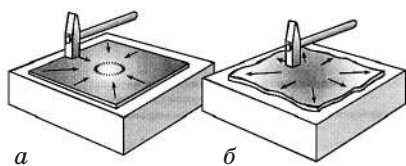


Рис. 5.8. Прийоми випрямлення листового матеріалу:

а — усередині; б — по краях

Кривизну деталей перевіряють на око або за проміжком між плитою та покладеною на неї деталлю. Краї вигнутих місць позначають крейдою. Якщо опуклість міститься всередині листа (рис. 5.8, а), то удари молотком починають із найближчого краю опуклості, зменшуючи силу ударів до середини. Якщо ж краї листа хвилясті (рис. 5.8, б), то в середній

частині наносять сильніші удари, а до країв силу ударів зменшують.

Перед випрямленням смугу металу розміщують на правильній плиті випнутістю догори так, щоб вона торкалася плити у двох точках. Удари наносять по випнутим частинам, регулюючи силу удару залежно від товщини смуги й розміру кривизни: що більше викривлення та товстіша смуга, то сильнішими мають бути удари. У міру випрямлення смуги силу ударів послаблюють і частіше перевертають смугу з одного боку на інший до повного випрямлення. Якщо випинів кілька, спочатку випрямляють найближчі до кінців, а потім — розміщені посередині.

Коли потрібно випрямити пруток, його кладуть на плиту або ковадло так, щоб зігнута частина була випнутістю догори. Удари наносять по випнутій частині від країв згину до середини, регулюючи силу ударів залежно від діаметра прутка й величини згину.

5.5. Згинання металу

Згинання — це спосіб оброблення металу, за якого заготовці або її частині надають зігнутої форми. Слюсарне згинання виконують молотками (краще з м'якими бойками) у лещатах, на плиті або за допомогою спеціальних пристроїв. Тонкий листовий метал згинають киянками. Вироби з дроту діаметром до 3 мм згинають плоско- або круглогубцями.

У процесі згинання важливо, щоб заготовка після зняття навантаження зберегла надану їй форму, тому напруження згинання має перевищувати границю пружності.

Під час згинання внутрішні шари заготовки стискаються та скорочуються, а зовнішні — розтягуються та подовжуються. Водночас середній шар заготовки (нейтральна лінія) не піддається ні стисненню, ні розтягненню. Його довжина до й після згинання залишається сталою.

Для згинання деталей під прямим кутом без заокруглень із внутрішнього боку припуск на загин беруть від 0,5 до 0,8 від товщини матеріалу. Додаючи довжину внутрішніх сторін кутника чи скоби, отримують довжину розгортки заготовки деталі.

Для згинання профілів тонких заготовок використовують опорні пристосування та оправки (рис. 5.9).

Згинання труб у гарячому стані застосовують, якщо їхній діаметр понад 100 мм. Під час гарячого згинання з наповнювачем трубу відпалю-

ють і розмічають, а потім один кінець закривають дерев'яною чи металевою пробкою. Для уникнення вм'ятин, випинів і появи тріщин трубу наповнюють дрібним сухим піском, просіяним через сито з вічком 2 мм.

Згинання труб у холодному стані виконують за допомогою різних пристроїв. Найпростішим пристроєм для згинання труб діаметром 10–15 мм є плита з отворами, у якій у відповідних місцях установлюють штирі, що слугують упорами під час згинання.

Труби невеликих діаметрів (до 40 мм) із великими радіусами кривизни згинають у холодному стані, застосовуючи прості ручні пристрої з нерухомою оправкою.

Мідні труби, які згинають у холодному стані, спочатку відпалюють за температури $+600-700^{\circ}\text{C}$ і охолоджують у воді; як наповнювач використовують каніфоль. Якщо мідні труби згинають у нагрітому стані, то наповнювачем є пісок.

Латунні труби згинають у холодному стані так само, як і мідні, але охолоджують на повітрі. Наповнювач використовують той самий, що й для згинання мідних труб.

Дюралюмінієві труби перед згинанням відпалюють за температури $+350-400^{\circ}\text{C}$ та охолоджують на повітрі.

Якщо згинання труб виконують із нагріванням струмами високої частоти, то згинання та охолодження відбуваються безперервно й послідовно в спеціальній високочастотній установці, подібній до трубозгиначальних верстатів.

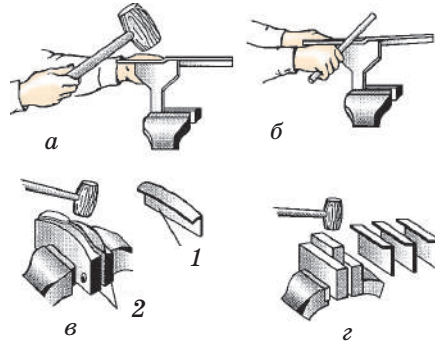


Рис. 5.9. Згинання профілів:

- a, б* — на опорному пристосуванні;
в, з — в оправках;
1 — готова деталь;
2 — оправка

5.6. Різання металу

Різанням називають відокремлення частини заготовок від сортового або листового металу. Різання виконують як зі зняттям стружки, так і без зняття. Різання зі зняттям стружки здійснюють ручною ножівкою, на ножівкових, круглопилих і токарно-відрізних верстатах, а також різання може бути газове, дугове тощо. Без зняття стружки матеріали розрізують ручними важільними та механічними ножицями, гострозубцями, труборізами, прес-ножицями й у штампах.

Звичайні ручні ножиці (рис. 5.10; с. 80) застосовують для різання сталевих листів завтовшки 0,5–1 мм і листів із кольорових металів завтовшки до 1,5 мм. Ручні ножиці виготовляють із прямими та кривими різальними лезами. За розміщенням різальної кромки лез ручні ножиці поділяють на *праві* й *ліві*.

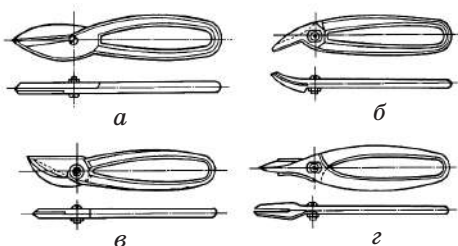


Рис. 5.10. Ручні ножиці для різання металу: а — з прямими лезами; б, в — з кривими лезами; г — пальчикові

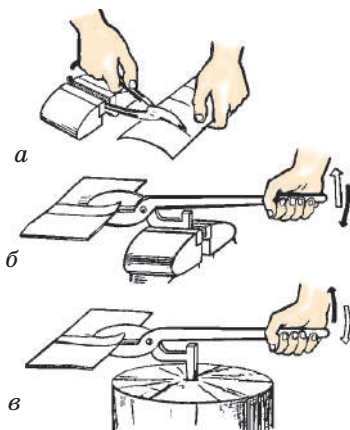


Рис. 5.12. Різання ручними і стільцевими ножицями, закріпленими: а, б — у лецатах; в — на дерев'яній основі

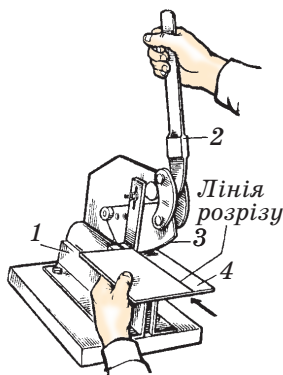


Рис. 5.13. Важільні ножиці: 1 — нерухомий ніж; 2 — важіль; 3 — рухомий ніж; 4 — лист

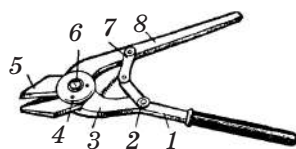


Рис. 5.11. Малогабаритні силові ножиці: 1 — рукоятка; 2 — шарнір; 3 — важіль; 4 — диск; 5 — ніж; 6 — гвинт; 7 — двошарнірний ланцюг; 8 — рукоятка для закріплення в лецатах

Довжина ножиць становить 200, 250, 320, 360 і 400 мм, а різальної частини (від гострих кінців до шарніра) — відповідно 55–65, 70–82, 90–105, 100–120 і 110–130 мм.

Добре загострені й відрегульовані ножиці легко ріжуть папір середньої товщини.

Ножиці тримають правою рукою, охоплюючи рукоятки чотирма пальцями й притискуючи їх до долоні; мізинець розміщують між рукоятками. Стиснуті вказівний, безіменний та середній пальці розтискають, випрямляють мізинець і його зусиллям відводять рукоятку ножиць на потрібний кут.

Ручні малогабаритні силові ножиці (рис. 5.11) використовують для різання листового металу завтовшки до 2,5 мм і прутків діаметром до 8 мм.

Ручні стільцеві ножиці застосовують для різання листового металу завтовшки до 3 мм. Нижню рукоятку закріплюють у лецатах або на дерев'яній основі (рис. 5.12).

Важільні ножиці (рис. 5.13) застосовують для різання листової сталі завтовшки до 4 мм, алюмінію та латуні — до 6 мм. Верхній, шарнірно закріплений ніж 3 приводять у рух важелем 2, нижній ніж 1 — нерухомий.

Махові ножиці (рис. 5.14) використовують для різання листового металу завтовшки 1,5–12,5 мм із границею міцності 450–500 МПа (сталь, дюралюміній тощо).

Цими ножицями можна різати метал значної довжини. Махові ножиці мають чавунну станину 1 і стіл 2, у яких умонтовано нижній нерухомий ніж 8. Верхній рухомий ніж 5 із криволінійною різальною кромкою закріплено в ножетримачі 6 із противагою 7, яка врівноважує ножетримач із ножем.

Ножиці з похилими ножами, або **гільтинні ножиці** (див. рис. 4.21; с. 47) дають змогу різати листовий метал завтовшки до 32 мм, листи завдовжки 1000–32 000 мм, рідше — штабовий прокат, а також листові неметалеві матеріали.

Ручне різання зі зняттям стружки виконують ножівкою.

Ручна ножівка, або **пила**, — інструмент для різання товстіших, ніж ножицями, листів штабового, круглого й профільного металу, а також для прорізування шліців і пазів, обрізування та вирізування заготовок за контуром та інших робіт.

Ручна слюсарна ножівка (рис. 5.15, а) складається зі станка (рамки) 2 і ножівкового полотна 4. На одному кінці рамки є нерухома головка 5 із хвостовиком і рукояткою 6, а на іншому — рухома головка 3 з натяжним гвинтом і гайкою (баранцем) 1 для натягування полотна. У головках 5 і 3 є прорізи, у які вставляють ножівкове полотно й закріплюють його штифтами.

Ножівкове полотно — це тонка й вузька сталева пластина з двома отворами для закріплення; на одному з ребер вона має зуби. Полотна виготовляють зі сталі марок У10А та Х6ВФ, їхня твердість становить HRC₆ 61–64. Залежно від призначення ножівкові полотна поділяють на *ручні* й *машинні*. Полотна встановлюють у рамку зубами вперед.

Для ручних ножівок застосовують ножівкові полотна, довжина яких становить 250–300 мм, висота 13 і 16 мм, товщина 0,65–0,8 мм.

Для різання металів використовують переважно ножівкові полотна з кроком, що дорівнює 1,3–1,6 мм, за якого на довжині 25 см

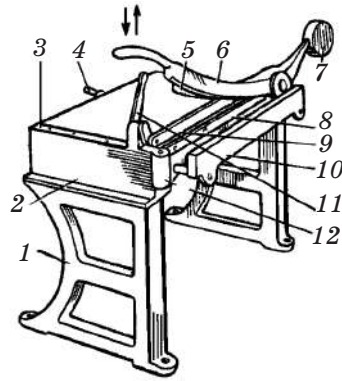


Рис. 5.14. Махові ножиці:

- 1 — чавунна станина;
- 2 — стіл; 3 — лист;
- 4, 11 — рукоятки; 5 — рухомий ніж;
- 6 — ножетримач;
- 7 — противага; 8 — нерухомий ніж;
- 9 — притискна планка;
- 10 — регульований упор;
- 12 — пружинний упор

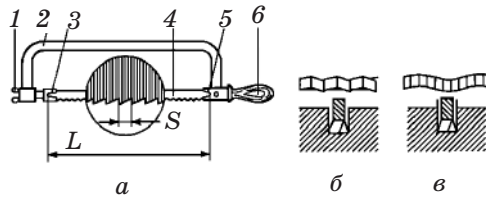


Рис. 5.15. Ручна ножівка:

- а — загальний вигляд; б — розведення ножівкового полотна по зубу;
- в — розведення по полотну; 1 — гайка; 2 — станок; 3 — рухома головка;
- 4 — ножівкове полотно;
- 5 — нерухома головка;
- 6 — рукоятка; L, S — довжина та крок ножівкового полотна

міститься 17–20 зубів. Що товстіша заготовка, то більшими мають бути зуби й навпаки. Для різання металів різної твердості застосовують полотна з різною кількістю зубів: м'які метали — 16; сталь середньої твердості загартування — 19; чавун, інструментальна сталь — 22. Під час різання ручною ножівкою різати метал одночасно мають не менше двох-трьох зубів. Щоб уникнути заїдання (заклинювання) ножівкового полотна в металі, зуби розводять.

Розведення зубів, залежно від числового значення кроку S , виконують по полотну або по зубу. Зуби ножівкових полотен, у яких $S = 0,8$ мм, розводять по полотну (рис. 5.15, в; с. 81), тобто кожен два суміжні зуби відгинають у протилежні боки на 0,25–0,6 мм. Таке розведення називають *хвилястим*; воно допустиме і коли $S = 1$ мм. Розведення виконують на висоті, що не перевищує подвоєну висоту зуба. Крок розведення беруть $8S$.

Полотна, у яких $S > 0,8$ мм, розводять по зубу (рис. 5.15, б; с. 81). Таке розведення називають *гофрованим*. Якщо крок зубів малий, два-три зуби відводять праворуч і два-три — ліворуч. Якщо крок середній — один зуб відводять ліворуч, другий праворуч, третій не відводять. Якщо крок зубів великий, то один зуб відводять ліворуч, а інший — праворуч. Звичайно розведення по зубу застосовують для ножівкових полотен із кроком зубів 1,25 або 1,6 мм.

Розведення ножівкового полотна має завершуватися за 30 мм від торця.

У процесі різання здійснюють два **ходи**: *робочий*, коли ножівку переміщують уперед від працюючого, і *холостий*, коли ножівку переміщують назад, у напрямку до працюючого. За холостого ходу на ножівку не натискають, унаслідок чого зуби лише ковзають; за робочого ходу обома руками створюють легке натискання так, щоб ножівка рухалася прямолінійно. Розміщення корпусу, ніг і рук під час різання ножівкою показано на *рисунку 5.16*.

Під час роботи ножівкою потрібно дотримуватися таких **правил**: короткі заготовки різуть по найширшому боці; під час різання прокату кутового, таврового та швелерного профілів краще перемістити заготовку, ніж різати по вузькому боці; під час роботи використовують усе ножівкове полотно; працювати ножівкою треба не поспішаючи, плавно, без ривків, роблячи не більше 30–60 подвійних ходів на хвилину (сталь тверда — 30–40, сталь середньої твердості — 40–50, м'яка сталь —

50–60); за прискорених темпів роботи швидше настає втома, і, крім того, ножівкове полотно нагрівається та невдовзі затупляється.

Для різання труб використовують **труборізи** (рис. 5.17), які виготовляють трьох розмірів: № 1 — для різання труб діаметром $1\frac{1}{4}$ – $3\frac{3}{4}$ " ; № 2 — діаметром 1–2 $1\frac{1}{2}$ " ; № 3 — діаметром 3–4".

Абразивне різання застосовують для різання матеріалів найрізноманіт-

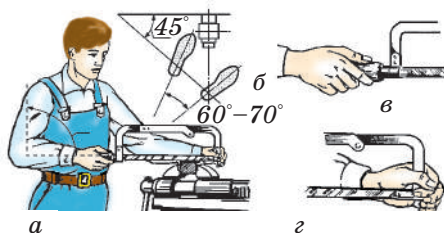


Рис. 5.16. Прийоми різання ножівкою: а — розміщення корпусу й ножівки; б — розміщення ніг; в — розміщення правої руки; г — розміщення лівої руки

нішого профілю розміром 200×200 мм і труб діаметром до 600 мм. Абразивні диски виготовляють з електрокорунду, карбіду кремнію та алмазу.

5.7. Обпилювання металу

Обпилюванням називають операцію з оброблення металів та інших матеріалів зняттям незначного шару напилками вручну або на обпилювальних верстатах.

За допомогою напилків обробляють площини, криволінійні поверхні, пази, канавки, отвори будь-якої форми й поверхні, розміщені під різними кутами, тощо. Припуски на обпилювання залишають невеликими — від 0,5 до 0,25 мм. Точність оброблення обпилюванням становить 0,2–0,05 мм (іноді — до 0,001 мм).

Напилки — сталевий брусок певного профілю та довжини, на поверхні якого є насічки, що утворюють западини, і гостро заточені зубці, які в перерізі мають форму клина. Напилки виготовляють зі сталі марки У10А або У13А, які після насічення термічно обробляють.

Розрізняють напилки з одинарною (простою), подвійною (перехресною), точковою (рашпільною) і дуговою насічками.

Напилки з одинарною насічкою (рис. 5.18, а) можуть знімати широку стружку всією насічкою. Їх застосовують для обпилювання м'яких металів, сплавів (латуні, цинку, бабіту, свинцю, алюмінію, бронзи, міді тощо) з незначним опором різанню, а також неметалевих матеріалів. Крім того, ці напилки використовують для загострення пил, ножів і для оброблення деревини. Одинарну насічку наносять під кутом $\lambda = 25^\circ$ до осі напилка.

Напилки з подвійною (перехресною) насічкою (рис. 5.18, б) застосовують для обпилювання сталі, чавуну й інших твердих матеріалів із великим опором різанню. Для їх виготовлення спочатку під кутом $\lambda = 25^\circ$ насікають нижню глибоку насічку (основну), а поверх неї під кутом $\omega = 45^\circ$ — верхню неглибоку (допоміжну), яка розрубує основну насічку на велику кількість окремих зубців. Перехресна насічка більше подрібнює стружку, що полегшує роботу.

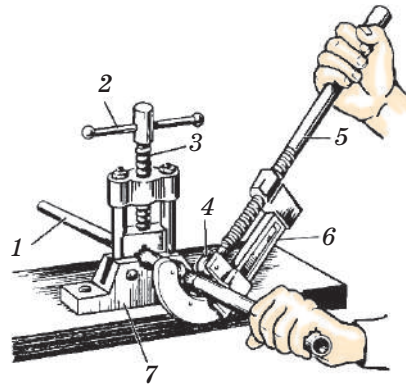


Рис. 5.17. Різання труби труборізом:

- 1 — труба; 2 — рукоятка;
- 3 — гвинт; 4 — рухомий ролик;
- 5 — рукоятка труборіза;
- 6 — труборіз; 7 — притискач

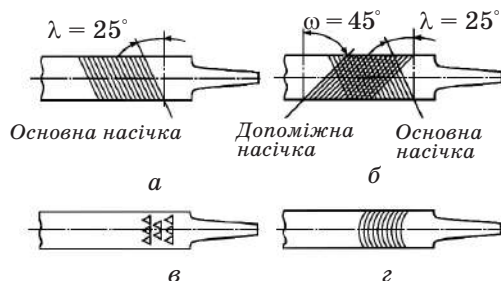


Рис. 5.18. Види насічок напилків:

- а — одинарна; б — подвійна;
- в — рашпільна; г — дугова

Напилки з рашпільною (точковою) насічкою (рис. 5.18, в; с. 83), або **рашпелі**, застосовують для оброблення дуже м'яких металів (свинцю, олова, міді тощо) і неметалевих матеріалів (шкіри, гуми, деревини, пластичної маси), коли звичайні напилки непридатні через те, що їхня насічка швидко забивається стружкою і вони перестають різати.

Напилки з дуговою насічкою (рис. 5.18, г; с. 83) застосовують для оброблення м'яких металів (міді, дюралюмінію тощо). Дугову насічку отримують фрезеруванням. Вона має великі западини між зубцями й дугоподібну форму, що забезпечує високу продуктивність і підвищує якість оброблюваних поверхонь.

За кількістю n насічок (зубців), які припадають на 10 мм довжини, напилки поділяють на шість класів, а насічки мають номери 0, 1, 2, 3, 4 і 5.

До першого класу належать напилки з насічками № 0 та № 1 ($n = 4-12$). Їх називають **драчовими**. Вони мають найбільші зубці, тому їх використовують для грубого обпилювання.

До другого класу належать напилки з насічками № 2 і № 3 ($n = 13-24$). Їх називають **личкувальними** й застосовують для чистового обпилювання.

До третього, четвертого, п'ятого та шостого класів належать напилки з насічками № 4 і № 5 ($n = 28$). Їх називають **бархатними** й застосовують для остаточного оброблення і доведення поверхонь.

Напилки поділяють на такі **типи**: **плоскі** (рис. 5.19, а) і **плоскі гостроносі** (рис. 5.19, б) — для обпилювання зовнішніх або внутрішніх плоских поверхонь, а також пропилювання шліців і канавок; **квадратні** (рис. 5.19, в) — для розпилювання квадратних, прямокутних і багатокутних отворів, а також для обпилювання вузьких плоских поверхонь; **тригранні** (рис. 5.19, г) — для обпилювання гострих кутів, які становлять 60° і більше, як із зовнішнього боку деталі, так і в пазах, отворах і канавках, а також для загострення пил для деревини; **круглі** (рис. 5.19, г) — для розпилювання круглих або овальних отворів і ввігнутих поверхонь невеликого радіуса; **напівкруглі** (рис. 5.19, д) із сегментним перерізом — для оброблення вгнутих криволінійних поверхонь великого радіуса й великих отворів (випнутого боку), а також

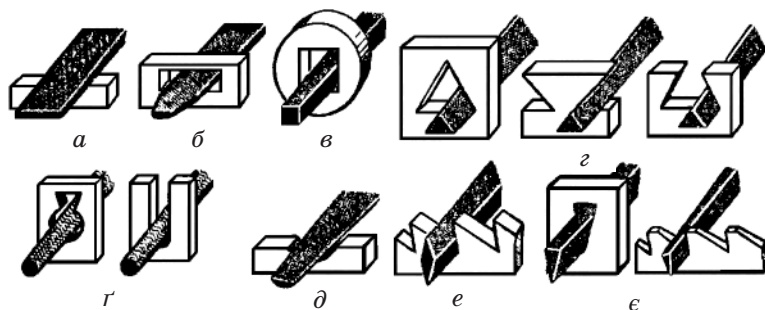


Рис. 5.19. Типи напилків:

а — плоский; б — плоский гостроносий; в — квадратний; г — тригранний;
г — круглі; д — напівкруглий; е — ромбічний; є — ножівкові

площин, випнутих криволінійних поверхонь і кутів понад 30° (плоским боком); *ромбічні* (рис. 5.19, е) — для обпилювання зубів зубчастих коліс, дисків і зірочок, для зняття задирок із цих деталей після оброблення їх на верстатах, а також обпилювання кутів понад 15° і пазів; *ножівкові* (рис. 5.19, є) — для обпилювання внутрішніх кутів, клиноподібних канавок, вузьких пазів, площин у тригранних, квадратних і прямокутних отворах, а також для виготовлення різальних інструментів і штампів.

Таровані напилки застосовують тоді, коли потрібно перевіряти твердість у малодоступних для алмазного наконечника приладу частинах виробу (бічний профіль зуба зубчастого колеса, різальні леза фрези тощо) і безпосередньо в цеху біля робочого місця терміста. Напилки тарують на певну твердість залежно від твердості виробу. Вони мають підвищену та стабільну якість.

Алмазні напилки застосовують для оброблення і доведення твердосплавних частин інструмента та штампів. *Алмазний напилочок* — металевий стрижень із перерізом потрібного профілю і робочою поверхнею, на яку нанесено тонкий алмазний шар. Алмазне покриття на робочій частині виготовляють різної зернистості для попереднього й остаточного доведення.

Надфілі — невеликі напилки, які застосовують для лекальних і граверних робіт, а також для зачищення у важкодоступних місцях (отворах, кутах, коротких ділянках профілів тощо). Алмазні надфілі застосовують для оброблення твердосплавних матеріалів, кераміки різних видів і скла, а також для доведення різального твердосплавного інструменту.

Оберткові напилки (борнапилки, дискові та пластичні) застосовують для обпилювання і зачищення поверхонь на спеціальних обпилювальних верстатах. *Борнапилки* — це фасонні головки з насічками або фрезерованими зубцями. Їх виготовляють суцільними (із хвостовиками) і насадними (накручують на оправку). Борнапилки мають кутову, кулясту, циліндричну, фасонну й інші форми. Ними обробляють фасонні поверхні. *Дискові напилки* застосовують для зачищення відливків, поковок, зняття задирок на заточувальному верстаті. Диски виготовляють діаметром 150–200 мм, завтовшки 10–20 мм. Зубці — фрезеровані або насічені. Диски закріплюють за допомогою спеціального пристрою.

Під час роботи з напилками потрібно дотримуватися таких **правил**: обережати їх від ударів, які можуть пошкодити зубці, від забруднення мастилом і наждачним пилом; зберігати напилки на дерев'яних підставках; перед роботою натирати напилки крейдою для захисту від забивання стружкою м'яких і в'язких металів; періодично очищати від стружки: час від часу постукувати носком напилка об верстак для очищення його від ошурків.

Напилки очищають кордовою щіткою. Замашчені напилки чистять спочатку шматком березового вугілля (уздовж рядів насічки), а потім щіткою. Дуже замашчені напилки миють у гасі або бензині.

Для обпилювання плоских поверхонь використовують плоскі напилки — драчовий та личкувальний. Спочатку обпилюють одну широку поверхню (вона є *базою*, тобто вихідною поверхнею для подальшого оброблення), потім другу, паралельно до першої, і т. д. Щоб обпилювання було якісним, прагнуть забезпечити горизонтальне розміщення поверхні, яку обпилюють. Обпилювання здійснюють перехресними штрихами. Паралельність сторін перевіряють штангенциркулем, а якість обпилювання — лінійкою в різних положеннях (уздовж, упоперек, по діагоналі).

Обпилювання поверхонь кутників, розміщених під прямим кутом, пов'язане з підгінкою внутрішнього кута, що зумовлює певні труднощі. Обравши одну з поверхонь за базову (зазвичай обирають більшу), обпилюють її начисто, а потім обробляють іншу поверхню під прямим кутом до базової.

5.8. Свердління

Свердління — це утворення отворів у суцільному матеріалі зняттям стружки за допомогою різального інструмента — свердла, якому надають обертального та поступального руху відносно його осі. **Розсвердлюванням** називають збільшення розміру отвору в суцільному матеріалі, який утворився внаслідок лиття, штампування, кування тощо.

Свердлінням і розсвердлюванням можна зробити отвори з точністю до 10-го, а в окремих випадках — до 11-го квалітету та шорсткістю поверхні R_z 320–80. Коли потрібна вища якість поверхні отвору, його після свердління додатково зенкують і розвертають.

Свердла бувають різних видів (рис. 5.20). Їх виготовляють із швидкорізальних, легованих і вуглецевих сталей, а також оснащують твердосплавними пластинками. Кут загострення свердла вибирають залежно від твердості матеріалу, який обробляють (табл. 5.2).

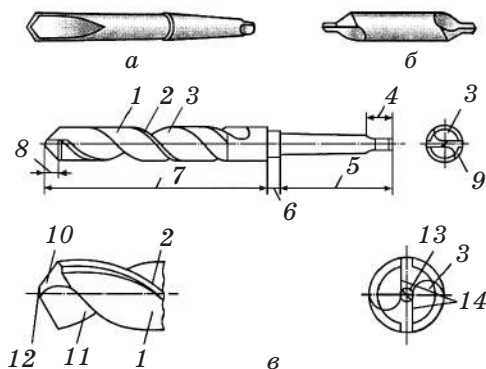


Рис. 5.20. Свердла:

- а — перове; б — центрувальне; в — спіральне; 1 — спинка зуба; 2 — стрічка; 3 — канавка; 4 — лапка; 5 — хвостовик; 6 — шийка; 7 — робоча частина; 8 — різальна частина; 9 — зуб; 10 — задня частина; 11 — передня поверхня; 12 — перемичка; 13 — осердя; 14 — різальна кромка

**Залежність кута загострення свердла від твердості
матеріалу, який обробляють**

Матеріали	Кут загострення, ...°
Чавун, сталь	116–118
Сталеві поковки, загартована сталь	125
Латунь, м'яка бронза	130–140
Алюмінієві сплави	35
М'яка мідь	125
Алюміній, бабіт	130–140
Силумін	90–100
Магнієві сплави	110–120
Ебоніт, целулоїд	80–90
Мармур та інші крихкі матеріали	90–100
Органічне скло	70
Пластмаси	50–60

Свердла з гвинтовими канавками забезпечують значно кращий вихід стружки з отворів, особливо під час свердління в'язких металів. Цього досягають завдяки тому, що на довжині 1,5–2,0 діаметра свердла канавка пряма, а далі, до хвостової частини свердла, — гвинтова.

Свердла з прямими канавками застосовують для свердління отворів у крихких металах. Вони простіші у виготовленні, але для свердління глибоких отворів ці свердла застосовувати не можна, бо затрудняється вихід стружки з отвору.

Свердла зі скісними канавками застосовують для свердління неглибоких отворів, бо довжина канавок у них дуже мала, тобто не забезпечує виходу стружки.

Свердла з отворами для підведення охолоджувальної рідини до різальних кромek використовують для свердління глибоких отворів у несприятливих умовах.

Твердосплавні свердла застосовують для свердління чавуну, загартованої сталі, скла, мармуру й інших твердих матеріалів. Такі свердла мають меншу довжину робочої частини, більший діаметр осердя і менший кут нахилу гвинтової канавки. Корпус твердосплавних свердел виготовляють із сталей марок Р6М5, Р9, 9ХС, 45ХС та оснащують пластинками з твердих сплавів типу ВК. У свердлах прорізають паз під твердосплавну пластинку й закріплюють її мідним або латунним припоєм. **Твердосплавні монолітні свердла** призначені для оброблення жароміцних сталей.

Комбіновані свердла (свердло-зенківка, свердло-розвертка, свердло-мітчик) застосовують для одночасного свердління та зенкування, свердління і розвірчування або свердління та нарізування різьби.

Центрувальні свердла використовують для виготовлення центрових отворів у різних заготовках. Їх роблять без запобіжного конуса або з ним.

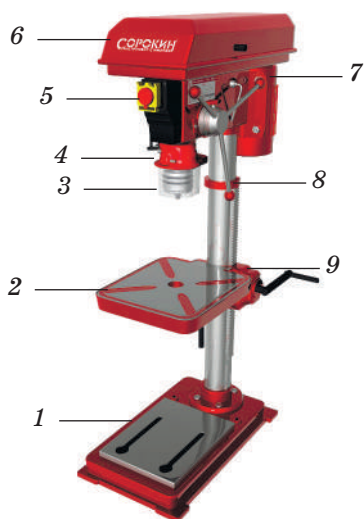


Рис. 5.21. Настільний вертикально-свердильний верстат:

- 1 — станина; 2 — стіл;
- 3 — патрон; 4 — вісь шпинделя;
- 5 — пульт керування;
- 6 — кожух; 7 — двигун і свердлильна головка;
- 8 — колона; 9 — механізм переміщення стола

різання — це шлях, який проходить у напрямку головного руху найвіддаленіша від осі інструмента точка різальної кромки за одиницю часу.

Перові свердла найпростіші у виготовленні. Їх застосовують для свердління невідповідальних отворів діаметром до 25 мм (переважно ступінчастих і фасонних отворів у твердих поковках і виливках). Свердління перовими свердлами, як правило, здійснюють тріскачками та ручними дрелями.

Свердління найчастіше виконують на **свердильних верстатах** (рис. 5.21). Коли деталь неможливо встановити на верстат або коли отвори розміщені у важкодоступних місцях, їх свердлять за допомогою коловоротів, тріскачок, дрилів, ручних електричних і пневматичних свердильних машин (див. підрозд. 4.5, с. 52).

Кріплення свердел, розверток, зенкерів і зенків на свердильних верстатах залежно від форми хвостовика здійснюють безпосередньо в конічному отворі шпинделя (рис. 5.22, а), у перехідних конічних втулках (рис. 5.22, б, в) і у свердильному патроні (рис. 5.23–5.25).

Швидкість різання, подача та глибина становлять режим різання. *Швидкість*

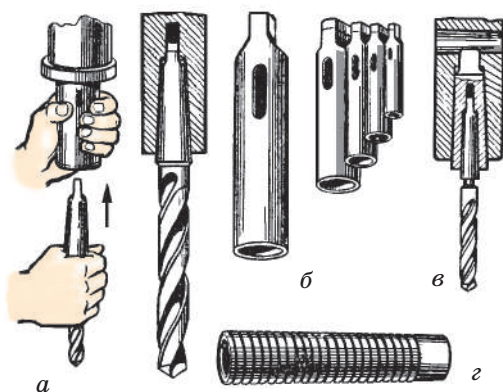


Рис. 5.22. Кріплення свердел:

- а — у шпинделі верстата; б — перехідні конічні втулки; в — кріплення за допомогою перехідних конічних втулок;
- г — перехідна втулка з пружинного дроту

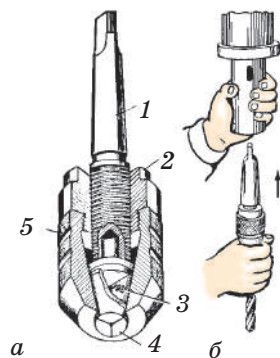


Рис. 5.23. Трикулачковий самоцентруючий патрон:

- а — конструкція; б — установлення; 1 — хвостовик; 2 — втулка;
- 3 — пружина; 4 — кулачки;
- 5 — корпус

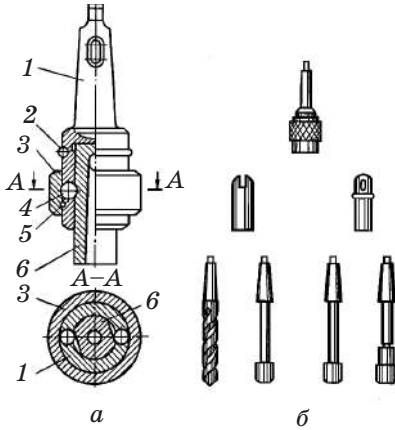


Рис. 5.24. Швидкознімний патрон:
а — будова; б — схема заміни інструмента; 1 — хвостовик; 2 — пружинне кільце; 3 — обойма; 4 — кульки (дві); 5 — обмежувальне кільце; 6 — втулка

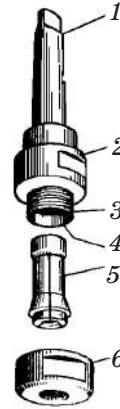


Рис. 5.25. Цанговий патрон:
1 — хвостовик; 2 — корпус;
3 — різбова частина; 4 — конічний отвір; 5 — затискача цанга;
6 — гайка

Якщо відомі частота обертання свердла та його діаметр, швидкість різання визначають за формулою:

$$v = \pi D n / 1000,$$

де v — швидкість різання, $м/хв$; π — стале число, яке дорівнює 3,14; D — діаметр свердла, $мм$; n — частота обертання свердла, $об/хв$.

Подача S (рис. 5.26, а) — це переміщення свердла вздовж осі за один його оберт або за один оберт заготовки (якщо обертається заготовка, а свердло здійснює поступальний рух). Одиницею подачі є міліметр за оберт (мм/об).

Правильний вибір подачі має велике значення для підвищення стійкості інструмента. Потрібно працювати з більшою подачею і меншою швидкістю різання, бо в такому разі свердло спрацює повільніше.

Глибина різання t (рис. 5.26, б) — це відстань від обробленої поверхні до осі свердла, тобто радіус свердла. Глибину різання визначають у міліметрах за формулою $t = D/2$.

У разі розсвердлювання глибину різання t визначають як половину різниці між діаметром D свердла та діаметром d отвору, який було оброблено раніше, тобто $t = (D - d)/2$.

У процесі свердління розрізняють *наскрізні*, *глухі* й *неповні отвори*.

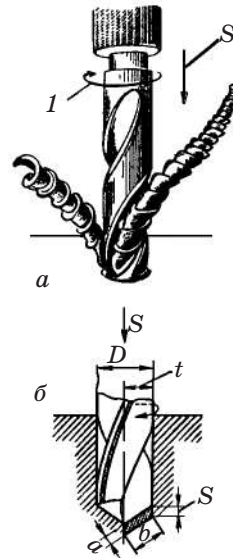


Рис. 5.26. Режими свердління:
а — рухи інструмента під час свердління;
б — елементи різання;
1 — напрямок обертання свердла;
а — товщина зрізу;
b — ширина зрізу

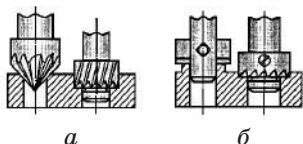


Рис. 5.27. Види оброблення отворів:
а — зенкування;
б — цекування

Свердління глухих отворів на задану глибину здійснюють за втулочним упором на свердлі або вимірювальній лінійці, закріпленій на верстаті.

Після утворення отворів свердлінням або іншим способом для отримання потайних заглиблень виконують зенкування.

Зенкування (рис. 5.27, а) — це процес оброблення спеціальним інструментом циліндричних або конічних заглиблень і фасок просвердлених отворів під головки болтів, гвинтів і заклепок.

Інструментом для зенкування є **зенківки**. Основна особливість зенківки — наявність зубів на торці й напрямних цапф, якими зенківки вводять у просвердлений отвір. За формою різальної частини зенківки поділяють на **циліндричні**, **конічні** й **торцеві**, які називають **цеківками** (рис. 5.27, б). Як і свердло, їх закріплюють у конічному отворі шпинделя верстата.

5.9. Нарізування різьби

Нарізування різьби — операція утворення різьби методом зняття стружки (а також пластичним деформуванням) на зовнішніх або внутрішніх поверхнях заготовок деталей.

Різьба буває зовнішньою та внутрішньою. Деталь (стрижень) із зовнішньою різьбою називають **гвинтом**, а з внутрішньою — **гайкою**. Різьби нарізують на верстатах і вручну.

У будь-якої різьби розрізняють такі **основні елементи**: профіль, кут і висота профілю, крок, а також зовнішній, середній та внутрішній діаметри.

Профіль різьби (рис. 5.28) розглядають у перерізі, що проходить через вісь болта або гайки. **Ниткою** (**витком**) називають частину різьби, утворену за одного повного оберту профілю.

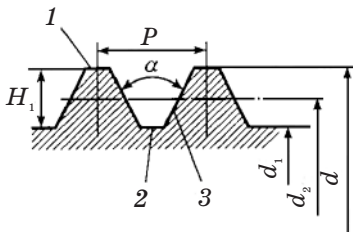


Рис. 5.28. Профіль різьби:
 H_1 — висота різьби профілю;
 P — крок різьби;
 d — зовнішній діаметр різьби;
 d_1 — внутрішній діаметр різьби;
 d_2 — середній діаметр різьби;
 α — кут профілю;
1 — вершина; 2 — основа;
3 — профіль

Кут профілю α — це кут між боковими сторонами (гранями) профілю різьби, який вимірюють у площині, що проходить через вісь болта. У метричній різьбі цей кут дорівнює 60° , у дюймовій — 55° .

Висота (глибина) різьби профілю H_1 — це відстань від вершини різьби до основи профілю, яку вимірюють перпендикулярно до осі болта.

Крок різьби P — відстань між паралельними сторонами або вершинами двох, розміщених поруч витків, яку вимірюють уздовж осі різьби. У метричній різьбі крок виражають у міліметрах, а дюймову різьбу характеризують кількістю ниток (витків) на одному дюймі.

Зовнішній діаметр різьби d — діаметр циліндра, описаного навколо різьбової поверх-

ні. Зовнішній діаметр у болтів вимірюють за вершинами профілю різьби, а в гайок — за западинами.

Внутрішній діаметр різьби d_1 — діаметр циліндра, уписаного в різьбову поверхню. Внутрішній діаметр у болтів вимірюють за западинами, у гайок — за вершинами профілю різьби.

Середній діаметр різьби d_2 — діаметр збіжного з різьбою циліндра, твірні якого бокові сторони профілю поділяють на рівні відрізки.

Профіль різьби залежить від форми різальної частини інструмента, за допомогою якого нарізають різьбу.

Найчастіше застосовують *циліндричну трикутну різьбу* (рис. 5.29, а), яку називають *кріпильною*, бо її нарізають на кріпильних деталях, зокрема на шпильках, болтах і гайках.

Конічні трикутні різьби дають змогу отримати щільне з'єднання. Такі різьби є на конічних пробках, інколи — у маслянках.

Прямокутна різьба (рис. 5.29, б) має прямокутний (квадратний) профіль. Вона не стандартизована, складна у виготовленні й неміцна, тому її застосовують рідко.

Трапецеїдальна стрічкова різьба (рис. 5.29, в) має переріз у формі трапеції з кутом профілю 30° . Коефіцієнт тертя в неї малий, тому її застосовують для передавання рухів або великих зусиль у металообробних верстатах (ходові гвинти), домкратах, пресах тощо. Витки цієї різьби мають великий переріз в основі, що забезпечує їй високу міцність і зручність під час нарізання. Основні елементи різьби стандартизовані.

Упорна різьба (рис. 5.29, г) має профіль у формі нерівнобічної трапеції з переднім кутом 3° і заднім кутом 30° . Основи витків заокруглені, що створює в небезпечному перерізі міцний профіль. Тому цю різьбу застосовують

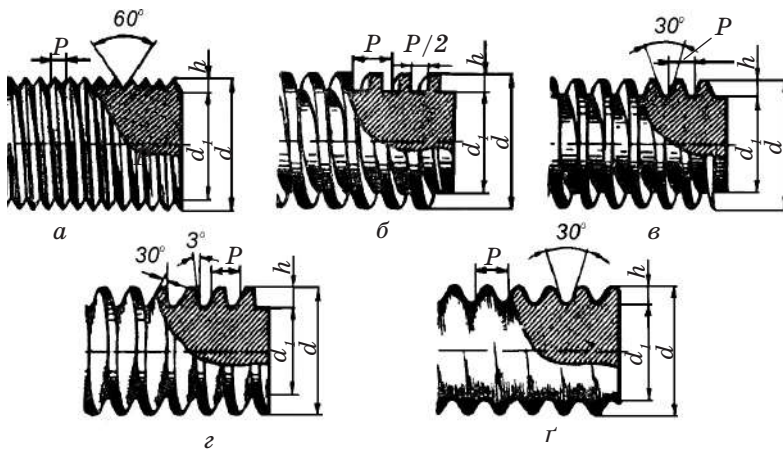


Рис. 5.29. Види різьби залежно від профілю:

а — циліндрична трикутна; б — прямокутна; в — трапецеїдальна;
г — упорна; r — кругла; P — крок різьби; h — висота профілю різьби;
d, d_1 — зовнішній та внутрішній діаметри різьби

тоді, коли гвинт має передавати велике однобічне зусилля (у гвинтових пресах, домкратах тощо).

Кругла різьба (рис. 5.29, г; с. 91) має профіль, утворений двома дугами, спряженими з невеликими прямокутними ділянками; кут профілю становить 30° . Ця різьба не стандартизована.

За кількістю ниток різьби поділяють на *однозахідні* (одноходові) і *багатозахідні* (багатоходові). *Ходом різьби* називають осьове переміщення гвинта за один його оберт. Для однозахідних різьб хід дорівнює кроку (відстань між суміжними витками), а для багатозахідних — добутку кроку на кількість заходів. Його можна визначити, якщо поглянути на торець гвинта (гайки), тоді побачимо, скільки ниток беруть свій початок із торця. В однозахідній різьби на торці гвинта або гайки бачимо лише один кінець витка, а в багатозахідних — два, три й більше.

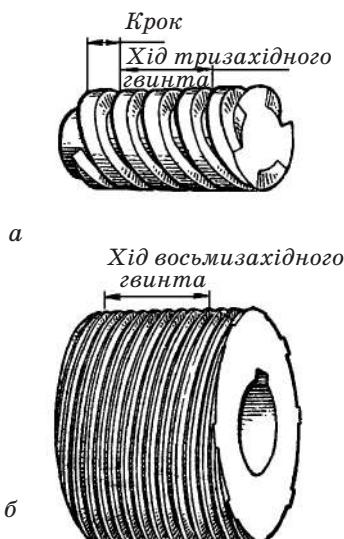


Рис. 5.30. Види різьб залежно від кількості заходів: а — тризахідна; б — восьмизахідна

Багатозахідні різьби застосовують у разі потреби швидкого переміщення по різьбі з найменшим тертям. У цьому випадку за один оберт гвинта (або гайки) гайка (або гвинт) переміститься на відстань, що дорівнює ходу гвинтової лінії різьби. Багатозахідні різьби використовують у механізмах для передавання руху (рис. 5.30).

Основними типами різьб є метрична, дюймова й трубна.

Метрична різьба (рис. 5.31, а) має трикутний профіль із плоскозрізаними вершинами. Кут профілю дорівнює 60° , діаметри та крок виражають у міліметрах. В основному метричні різьби застосовують як кріпильні: з великим кроком — за значних навантажень і для кріпильних деталей (болтів,

гайок, гвинтів), з дрібним кроком — за малих навантажень і тонких регулюваннях.

Дюймова різьба (рис. 5.31, б) має трикутний плоскозрізаний профіль із кутом 55° (різьба Вітворта) або 60° (різьба Селлерса). Усі розміри цієї різьби виражають у дюймах ($1'' = 25,4$ мм). Крок — це кількість ниток (витків) на довжині в один дюйм.

Від метричної різьби дюймова відрізняється більшим кроком.

Трубна циліндрична різьба (рис. 5.31, в) — це дрібна дюймова різьба, але, на відміну від неї, вона спряжується без зазорів (для збільшення герметичності з'єднання) і має заокруглені вершини. Кут профілю дорівнює 55° . Її використовують на трубах для їхнього з'єднання, на арматурі трубопроводів та інших тонкостінних деталях.

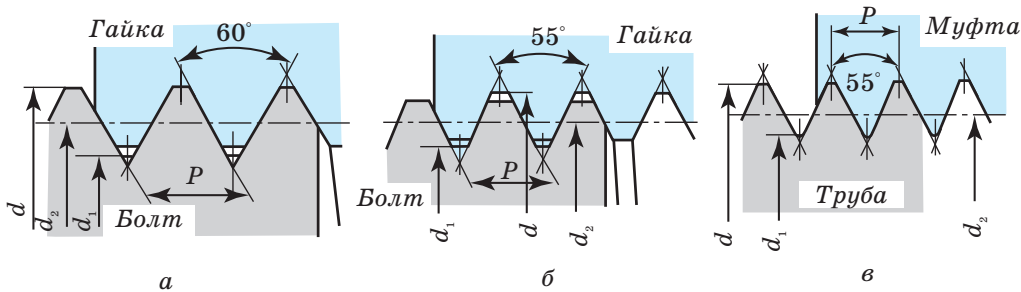


Рис. 5.31. Типи різьб:

a — метрична; *б* — дюймова; *в* — трубна циліндрична; *P* — крок різьби;
d, *d*₁, *d*₂ — зовнішній, внутрішній та середній діаметри різьби

Цифри у трубних різьбах — номінальний діаметр різьби в дюймах.

Стандартизовані трубні різьби діаметрами від $\frac{1}{8}$ до 6" з кількістю ниток на одному дюймі від 28 до 11.

Основні види різьб та їхні характеристики наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Основні види різьб

Тип різьби; кут профілю, ...	Умовне позна- чення різьби	Параметри різьби, які вказують на кресленні	Приклади позначення різьби на кресленні			
			У площині, паралельній до осі різьби		У площині, перпендику- лярній 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</i> ×1,5	<i>M12</i> ×1	<i>M16</i> ×1,5	<i>M12</i> ×1
Метрична конічна; 60°	<i>MK</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм	<i>MK16</i> ×1,5	<i>MK20</i> ×1,5	<i>MK16</i> ×1,5	<i>MK10</i> ×1
Трапе- цеїдальна одно- західна; 30°	<i>Tr</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм; поле допуску	<i>Tr16</i> ×2	<i>Tr16</i> ×2-6H	<i>Tr40</i> ×6	<i>Tr16</i> ×2-6H
Трапе- цеїдальна багато- західна; 30°	<i>Tr</i>	Зовнішній діаметр, мм; хід різьби, мм; крок <i>P</i> , мм	<i>Tr20</i> ×4(<i>P2</i>)	<i>Tr12</i> ×6(<i>P2</i>)	<i>Tr20</i> ×6(<i>P2</i>)	<i>Tr20</i> ×4(<i>P2</i>)
Упорна; передній — 3°, задній — 30°	<i>S</i>	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм; поле допуску	<i>S80</i> ×10-7h	<i>S80</i> ×8(<i>P5</i>)	<i>S40</i> ×10-7h	<i>S40</i> ×6-7H
Кругла; 30°	<i>Rd</i>	Зовнішній діаметр, мм	<i>Rd16 LH</i>	<i>Rd40</i>	<i>Rd16</i>	<i>Rd40 LH</i>

Тип різьби; кут профілю, ...	Умове позна- чення різьби	Параметри різьби, які вказують на кресленні	Приклади позначення різьби на кресленні			
			У площині, паралельній до осі різьби		У площині, перпендику- лярній до осі різьби	
			зовнішньої	внутрішньої	зовнішньої	внутрішньої
Труба ци- ліндрична; 55°	G	Розмір різьби в дюймах (без знака "); клас точності	$G2\frac{1}{2}-A$	$G2-A$	$G2\frac{3}{4}-B$	$G1\frac{1}{2}-A$
Труба конічна; 55°	R	Розмір різьби в дюймах	$R1\frac{1}{2}$	$R2LH$	$R1\frac{3}{4}$	$R2LH$
Конічна дюймовая; 60°	K	Розмір різьби в дюймах	$K1\frac{1}{2}$	$K1\frac{3}{4}$	$K1\frac{1}{2}$	$K1\frac{1}{2}$
Конічна вентилів і балонів для газів; 55°	W	Номинальний розмір різьби, мм	W19,2	W19,2	W19,2	W19,2
Окулярна; 60°	OK	Зовнішній діаметр, мм; крок, мм	OK12×1,5	OK12×1,5	OK12×1,5	OK12×1,5
Едісона крутла (60°) для еле- ментів: • металевих • неметалевих	E	Зовнішній діаметр, мм	$E27$ $E27/N$	$E21$ $E21/N$	$E18$ $E18/N$	$E40$ $E40/N$

Під час ручного оброблення металів внутрішню різьбу нарізують мітчиком, зовнішню — плашками й іншими інструментами.

Мітчик (рис. 5.32) — різальний інструмент, призначений для нарізання внутрішньої різьби в глухих і наскрізних отворах. Їх поділяють: за призначенням — на ручні й машинні; за профілем нарізаної різьби — для метричної, дюймової та трубної різьб; за конструкцією — на суцільні, збірні (регульовані й такі, що самовимикаються) і спеціальні.

Ручні мітчики для метричної та дюймової різьб стандартизовані. Їх виготовляють комплектом із двох мітчиків для різьби з кроком до

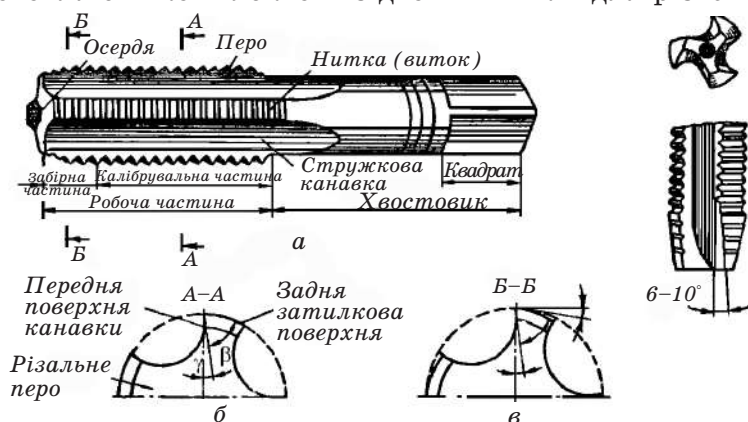


Рис. 5.32. Мітчик:

a — конструкція; *б* — елементи; *в* — головні кути

3 мм (для основної метричної різьби діаметром від 1 до 52 мм і для дюймової різьби діаметром від $\frac{1}{4}$ до 1") і комплектом із трьох мітчиків для різьби з кроком понад 3 мм (для метричної різьби діаметром від 30 до 52 мм і для дюймової різьби діаметром від $1\frac{1}{8}$ до 2"). Комплект із трьох мітчиків складається із чорнового, середнього та чистового мітчиків.

Діаметр свердла для свердління під метричні й трубні різьби визначають за довідковими таблицями. Коли не можна скористатися таблицями, діаметр під метричну різьбу розраховують за формулою:

$$d_c = d - K_c P,$$

де d_c — діаметр свердла, мм; d — номінальний діаметр різьби, мм; K_c — коефіцієнт, що залежить від розбивання отвору (його беруть за таблицями), звичайно $K_c = 1-1,08$; P — крок різьби, мм.

Для нарізування різьби використовують різні прийоми. Після підготовки отвору під різьбу та вибору воротка заготовку закріплюють у лежцатах і в цей отвір вертикально вставляють мітчик за кутником.

Притискаючи лівою рукою вороток до мітчика, правою повертають його праворуч доти, поки мітчик не вріжеться на кілька ниток у метал і не набуде стійкого положення, після чого вороток беруть за рукоятку двома руками й обертають із перехопленням рук через кожні півоберта.

Для полегшення роботи вороток із мітчиком обертають не весь час за годинниковою стрілкою, а здійснюють один-два оберти праворуч і півоберта ліворуч і т. д. Завдяки такому зворотно-обертальному руху мітчика стружка ламається, стає короткою (подрібненою), а процес різання значно полегшується.

Плашки (рис. 5.33) використовують для нарізування зовнішньої різьби вручну й на верстатах.

Залежно від конструкції плашки поділяють на круглі, накатні й розсувні (призматичні).

Діаметр **суцільних круглих плашок** (рис. 5.33, а) стандартизовано: для основної метричної різьби — від 1 до 76 мм, для дюймової — від $\frac{1}{4}$ до 2", для трубної — від $\frac{1}{8}$ до $1\frac{1}{2}$ ". Круглі плашки для нарізування різьби вручну закріплюють у спеціальному воротку.

Розрізні плашки (рис. 5.33, б), на відміну від суцільних, мають проріз (0,5–1,5 мм), що дає змогу регулювати діаметри різьби в межах

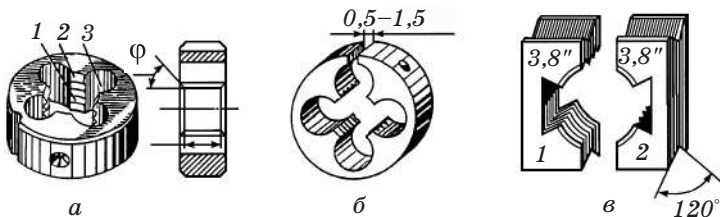


Рис. 5.33. Плашки:

а — кругла: 1 — калібрувальна частина; 2 — напрямна частина; 3 — стружкова канавка; б — розрізна; в — розсувна (призматична)

0,1–0,25 мм. Через зниження жорсткості нарізування цими плашками різьба має недостатньо точний профіль.

На корпусі *різбонакатувальних плашок*, які застосовують для накатування точних профілів різьби, установлюють накатувальні ролики з різьбою. Ролики можна регулювати за розміром нарізуваної різьби. Плашки обертають двома рукоятками, укрученими в корпус.

Розсувні, або призматичні, плашки (рис. 5.33, в; с. 95), на відміну від круглих, складаються з двох половинок, які називають *півплашками*. На кожній із них зазначено розмір зовнішньої різьби та цифра 1 чи 2 для правильного закріплення в спеціальному пристрої — **клупі**. На зовнішньому боці півплашок є кутові канавки (*пази*), якими їх установлюють у виступи клупа. Розсувні плашки виготовляють комплектами із чотирьох-п'яти пар у кожному: для метричної різьби діаметром від М6 до М52, для дюймової — від $\frac{1}{4}$ до 2" і для трубної — від $\frac{1}{8}$ до $1\frac{3}{4}$ ". Розсувну плашку закріплюють у клупі, що складається зі скісної рамки з двома рукоятками й затискного гвинта. Півплашки вставляють у виступи рамки, вводять сухар і закріплюють гвинтом.

Для нарізування різьби плашкою вручну стрижень закріплюють у лещатах так, щоб його кінець, який виступає над рівнем губок, був на 20–25 мм більшим за довжину нарізуваної частини. Щоб забезпечити візування, на верхньому кінці стрижня знімають фаску. Потім на стрижень накладають закріплену в клупі плашку й обертають так, щоб вона врізалася приблизно на одну-дві нитки. Після цього частину стрижня, яку нарізали, змащують мінеральним маслом та обертають клуп із рівномірним тиском на обидві рукоятки так, як під час нарізування мітчиком: один-два оберти праворуч і півоберта ліворуч.

5.10. Розпилювання, пригінка та припасування

Під час складання та ремонту виробів доводиться часто виконувати пригінку, припасування, розпилювання, обпилювання, полірування та інші слюсарні операції. Причиною є неточність виготовлення деталей.

Розпилювання — це оброблення отворів для надання їм потрібної форми. Оброблення круглих отворів виконують круглими й напівкруглими напилками, тригранних — тригранними, ножівковими й ромбічними, квадратних — квадратними напилками.

Спочатку розмічають і накернюють розмічальні риски. Потім за розмічальними рисками свердлять отвори й вирубують пройми, утворені висвердлюванням. Під розпилювання просвердлюють один отвір, коли пройма невелика; у більших проймах просвердлюють два чи кілька отворів, щоб мати найменший припуск на розпилювання. Великі перемички важко видалити з просвердленої пройми, однак не можна розміщувати отвори й надто близько для запобігання стисканню, що може призвести до поломки свердла.

Для розпилювання квадратного отвору в заготовці воротка спочатку розмічають квадрат, а в ньому — отвір (рис. 5.34, а). Потім просвердлюють отвір свердлом, діаметр якого на 0,5 мм менший за довжину сторони квадрата. У просвердленому отворі квадратним напилком пропилюють чотири кути, не доходячи 0,5–0,7 мм до розмічальних рисок. Далі розпилюють отвір до розмічальних рисок: спочатку пропилюють сторони 1 і 3, потім 2 та 4 і приганяють отвір за мітчиком так, щоб він заходив в отвір на глибину 2–3 мм. Подальше оброблення сторін (рис. 5.34, б) виконують доти, поки квадратна головка легко, але щільно не ввійде в отвір.

Для розпилювання в заготовці тригранного отвору розмічають контур трикутника, а в ньому — отвір, і свердлять його свердлом, не торкаючись розмічальних рисок трикутника (рис. 5.35, а, б). Після цього в круглому отворі пропилюють три кути й послідовно розпилюють сторони 1, 2 та 3, не доходячи 0,5 мм до розмічальних рисок, а потім приганяють сторони трикутника (рис. 5.35, в). Точність оброблення перевіряють вкладкою (рис. 5.35, г).

Виконуючи пригінку, треба стежити за тим, щоб вкладка входила в розпилюваний отвір вільно, без перекосу, але щільно. Зазор між сторонами трикутника та вкладкою у разі перевірки щупом не повинен перевищувати 0,05 мм.

Пригінка — це оброблення однієї деталі за іншою для виконання з'єднання. Для пригінки потрібно, щоб одна з деталей була готовою — за нею роблять пригінку. Цю операцію застосовують під час ремонтних робіт, а також у процесі складання в одиничному виробництві.

Пригінку виконують напилками, шліфувальними кругами й борголовками, використовуючи обпилювально-зачисні верстати. Після пригінки деталі мають входити одна в одну без хитань, вільно. Якщо виріб на просвіт не проглядається, то припилюють за фарбою. Інколи без фарби можна помітити сліди від тертя однієї поверхні об іншу. Такі сліди — блискучі плями — указують на те, що це місце заважає руху однієї деталі по іншій. Ці місця (виступи) обробляють до рівномірного блиску на всій поверхні або відсутності такого блиску взагалі. Завершуючи пригінку, не

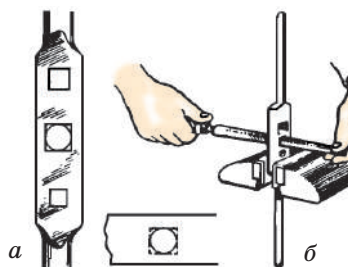


Рис. 5.34. Розпилювання квадратного отвору:
а — розмічання;
б — прийом роботи

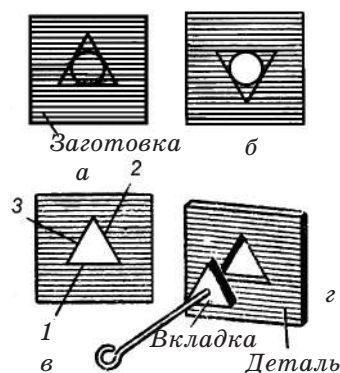


Рис. 5.35. Розпилювання тригранного отвору:
а — розмічання;
б — висвердлений отвір;
в — послідовність розпилювання;
г — перевірка вкладкою;
1–3 — сторони пройми

можна на деталях залишати гострих ребер і задирок. Їх згладжують личкувальними напилками або абразивними інструментами.

Припасування — це точна взаємна пригінка з'єднаних деталей без зазорів за будь-яких перекантовок. Припасування забезпечує високу точність оброблення, яка необхідна для беззазорного спряження деталей (світлова щілина понад 0,002 мм проглядається). Припасовують як замкнуті, так і напівзамкнуті контури. З двох деталей, що припасовуються, отвір називають *проймою*, а деталь, яка входить у пройму, — *вкладкою*.

Пройми бувають відкриті (рис. 5.36, а) і замкнуті (див. рис. 5.35, в; с. 97). Припасування виконують напилками з дрібною і дуже дрібною насічками — № 2, 3, 4 і 5, а також абразивними порошками й пастами.

У разі виготовлення та припасування шаблонів із напівкруглими зовнішніми й внутрішніми контурами спочатку виготовляють деталь із внутрішнім контуром — пройму (рис. 5.36, а). До обробленої пройми приганяють (припасовують) вкладку (рис. 5.36, б).

Обробляючи пройму, насамперед точно обпилюють широкі площини як базові поверхні, потім начорно — ребра (вузькі грані) 1, 2, 3 і 4. Після цього циркулем розмічають півколо, яке вирізають ножівкою (на рисунку показано штрихом), виконують точне обпилювання напівкруглої виїмки (рис. 5.36, в) і перевіряють точність оброблення вкладкою, а також симетричність щодо осі (за допомогою штангенциркуля).

Для виготовлення вкладки спочатку обпилюють широкі поверхні, потім ребра 1, 2 й 3. Далі розмічають і вирізують кути. Після цього припасовують ребра 5 і 6. Якщо припасування виконано точно, вкладка має входити в пройму без перекосу, хитання та просвітів (рис. 5.36, г).

Послідовність виготовлення та припасування косокутних вкладок у пройми типу «ластівчин хвіст» показано на *рисунку 5.37*.

Криволінійні та фасонні деталі обробляють на шліфувальних верстаках спеціальними профільованими абразивними кругами. Широко зас-

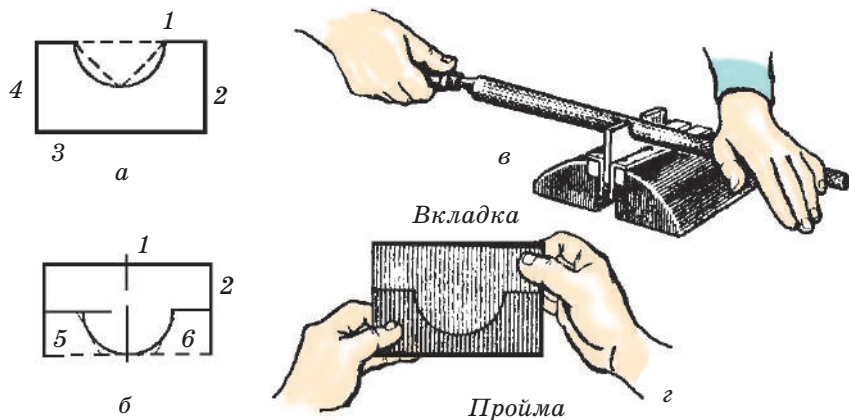


Рис. 5.36. Припасування:

а — пройма; б — вкладка; в — обпилювання; г — перевірка вкладкою;
1–6 — ребра (вузькі грані)

тосовують також електроіскрові, хімічні й інші методи оброблення, які виключають додаткову роботу з опорядження вручну.

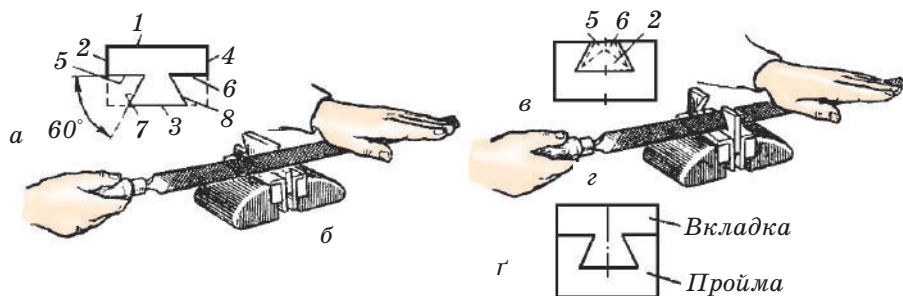


Рис. 5.37. Припасування косокутних вкладок:

а — схема розмічання зовнішніх кутів; *б* — обпилювання зовнішніх поверхонь;
в — схема розмічання внутрішніх кутів; *г* — обпилювання внутрішніх кутів;
г — перевірка вкладкою

Запитання та завдання

1. Як виконують очищення деталей?
2. Що таке *припуск*?
3. Якими інструментами виконують розмічання?
4. Які інструменти призначені для рубання металу?
5. Як виконують випрямлення деталей?
6. Охарактеризуйте способи згинання металів.
7. Якими інструментами виконують ручне різання металу?
8. Як класифікують напилки?
9. Що називають *свердлінням*?
10. Які є види свердел?
11. Яка будова спірального свердла?
12. Назвіть особливості будови зенківок.
13. Як класифікують різьби?
14. Якими інструментами нарізають різьби?
15. Як виконують припасування поверхонь?
16. З якою метою виконують пригінку деталей?
17. Слюсарне різання без зняття стружки виконують
 - А ножицями
 - Б ножівкою
 - В свердлом
 - Г напилком
18. Для обпилювання сталі, чавуну й інших твердих матеріалів із великим опором різанню застосовують напилки з насічкою
 - А одинарною
 - Б дуговою
 - В рашпільною
 - Г подвійною
19. Для свердління сталі кут загострення свердла має становити
 - А 125°
 - Б 130–140°
 - В 116–118°
 - Г 35°

Розділ 6. БЛЯХАРНІ РОБОТИ

6.1. Фальцювання

Бляхарні роботи — це комплекс робіт, пов'язаних з обробленням тонких металевих листів: лудженої та чорної бляхи, листової або оцинкованої сталі, кольорових металів та їхніх сплавів. Бляхар повинен знати види бляхарних робіт (операцій), способи їх виконання та вміти користуватися різними інструментами. Найпоширенішою бляхарною операцією є фальцювання.

Фальцювання — нерознімне з'єднання заготовок із тонколистового металу поздовжнім замковим швом (*фальцем*), що утворюється внаслідок сумісного загинання кромки.

Фальцевий шов є з'єднанням, у якому дві заготовки або два листи металу скріплюють відігнутими кромками, щільно притиснутими одна до одної. Їх застосовують для виготовлення дахів, повітропроводів, посудин для зберігання рідин і сипучих матеріалів тощо. Фальцеві шви поділяють: *за конструкцією замка* — на одинарні, подвійні, комбіновані (полуторні), кутові й донні; *за видом* — на стоячі, лежачі й рейкові; *за розміщенням у виробі* — на поздовжні й поперечні (рис. 6.1).

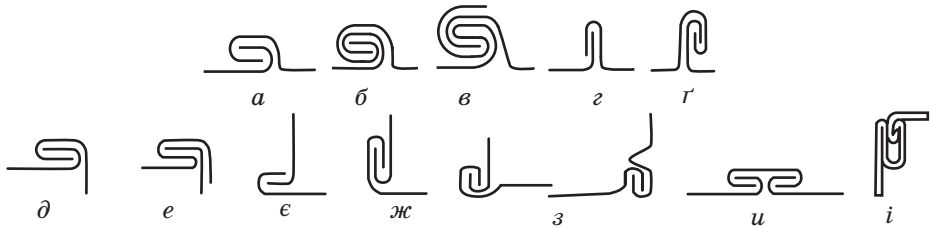


Рис. 6.1. Фальцеві шви:

- a* — одинарний лежачий; *б* — подвійний лежачий; *в* — полуторний лежачий;
г — одинарний стоячий; *г'* — подвійний стоячий; *д* — кутовий одинарний;
е — кутовий комбінований; *е* — донний простий; *ж* — донний «на перекидання»;
з — донні в упор; *u* — одинарний рейковий; *i* — із заціпкою

Для виготовлення фальцевих швів ручним способом використовують звичайні слюсарні (металеву лінійку, рисувалку, рейсмус, циркуль, ножиці для металу, слюсарні молотки, киянку, фальцмейселя) та опорні (кутник і брусок) інструменти. Перед початком роботи кожну зі з'єднуваних деталей розмічають за допомогою лінійки й рисувалки.

Запам'ятайте! *Ширина, на яку розмічають відгин, має бути в 10 разів більшою за товщину матеріалу, який потрібно з'єднати.*

Одинарні лежачі фальці (рис. 6.1, *a*) застосовують для з'єднання повітропроводів та інших виробів, до яких не ставляться високі вимоги щодо міцності та щільності. Розміри елементів одинарних лежачих фальців наведено в таблиці 6.1.

Розміри елементів одинарних лежачих фальців

Ширина фальца, мм	Ширина кромки, мм	
	лист 1	лист 2
8	8	7
10	10	8
12	12	10

Виготовлення одинарного фальца починають із розмічання кожної деталі (рис. 6.2, а). Потім кромки обох з'єднуваних деталей загинають під кутом 90° (рис. 6.2, б). Загинати 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 другий. Відгинання виконують легкими ударами киянки. Якщо довжина кромки, що підлягає загинанню, є достатньо великою, то спочатку загинають кромку на краях заготовки, а потім посередині. Після цього рівномірними ударами киянки роблять однаковий загин уздовж усієї заготовки.

Наступною операцією є «завалювання» фальца за допомогою киянки (рис. 6.2, в). Площина фальца має бути паралельною до площини всієї заготовки, а відстань між фальцами — не меншою за 1,5 товщини заготовки. Далі обидві ці операції повторюють із другою заготовкою. Після цього зігнуті краї заготовки вставляють у замок і з'єднують фальці; місця з'єднання фальців ущільнюють (рис. 6.2, г).

Завершальна операція — підсікання фальца (рис. 6.2, г). Для цього на площину заготовки, підняту над плитою, одразу за фальцем кладуть сталеву смужку або брусок та осаджують молотком до рівня поверхні, на якій виконують роботи. Після підсікання з'єднання вже не розімкнеться під дією зовнішніх сил. Насамкінець перевіряють якість фальцювання з'єднання, виявлені дефекти усувають.

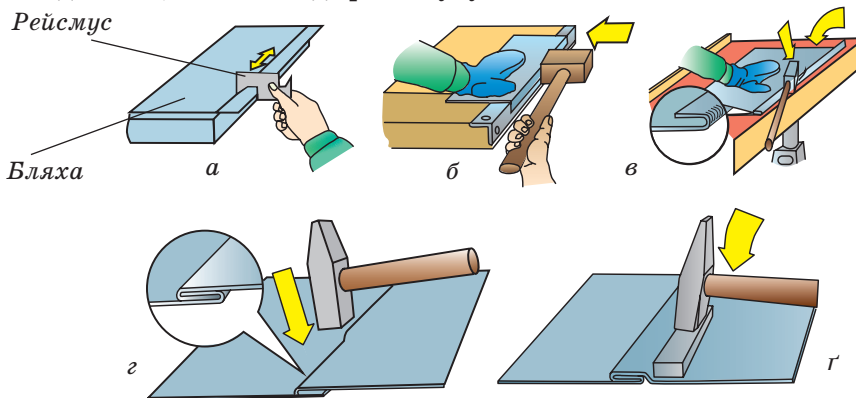


Рис. 6.2. Виготовлення одинарного лежачого фальца:

- а — розмічання заготовки рейсмусом; б — загинання країв заготовки на кут 90° ;
 в — «завалювання» фальца; г — з'єднання фальців у замок та ущільнення;
 г — підсікання фальца металевим бруском

Подвійні лежачі фальці (див. рис. 6.1, б; с. 100) застосовують для виробів із підвищеними вимогами щодо міцності та щільності. Розміри елементів подвійних лежачих фальців наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Розміри елементів подвійних лежачих фальців

Ширина фальца, мм	Відстань, мм, від розмічальної риски до кромки	
	листів 1 і 2, перше загинання	листів 1 і 2, друге загинання
11	5	7
13	6	9
15	8	11

Для виготовлення подвійного лежачого фальца після розмічання кромки листів їх загинають за розмічальними рисками так само, як і для одинарного. Після першого загинання на листі 1 (рис. 6.3, а) з відігнутою донизу кромкою обкреслювачем роблять риску на відстані 7 мм від кромки. Потім лист розміщують так, щоб риска на ньому збігалася з кромкою кута верстака (рис. 6.3, б). Ударами киянки лист із першою загнутою донизу кромкою згинають під кутом 90° (рис. 6.3, в). Після цього лист перевертають й ударами киянки відгинають кромку під кутом 45° до площини листа (рис. 6.3, г). На листі 2 кромки загинають так само й у такій же послідовності. Потім загнуті кромки листа 1 вставляють у кромки листа 2, водночас наносячи удари киянкою по торцю листа (рис. 6.3, г). Насамкінець ущільнюють і підсікають фальці ударами киянки перпендикулярно до поверхні верстака (рис. 6.3, д). Підсікання подвійного фальца роблять так само, як і одинарного.

Інший спосіб виконання подвійного лежачого фальца — за допомогою *підтримки* (дерев'яного бруска), за якого уникають деяких трудомістких операцій виготовлення звичайного подвійного лежачого фальца. Ширина цього фальца може становити 11, 13 і 15 мм, відстань від розмічальної риски до кромки листа — відповідно 5, 6 і 8 мм.

Загин кромки листа роблять так само, як і для виготовлення звичайного одинарного лежачого фальца. У щілину відігнутої кромки листа встав-

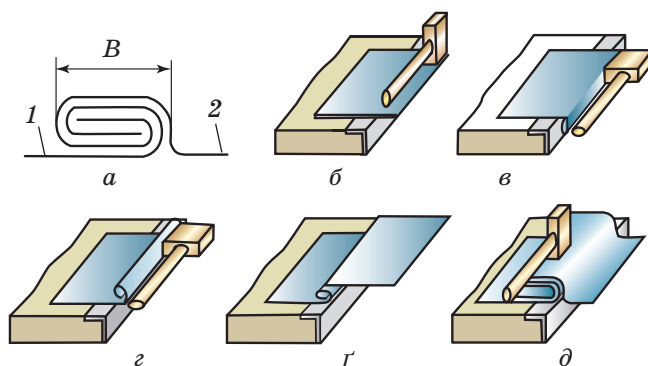


Рис. 6.3. Виготовлення подвійного лежачого фальца:

а — схема фальца;
б–д — послідовність операцій; 1, 2 — листи бляхи; В — ширина фальца

ляють пряму кромку листа (рис. 6.4, а), обидва листи зміщують на край верстака на ширину загнутої частини. Пересуваючи підтримку вздовж загнутої кромки, ударами киянки знизу відгинають край заготовки на потрібну ширину фальца вгору до упору в підтримку (рис. 6.4, б). Потім відігнуту частину киянкою «завалюють» на лист та ущільнюють (рис. 6.4, в). Після цього вдруге ударами киянки знизу відгинають отриману подвійну кромку вгору до упору в підтримку (рис. 6.4, г), перегинають верхній лист через фальц до кінця, ущільнюють і підсікають фальц, щоб обидва листи були в одній площині (рис. 6.4, г–е).

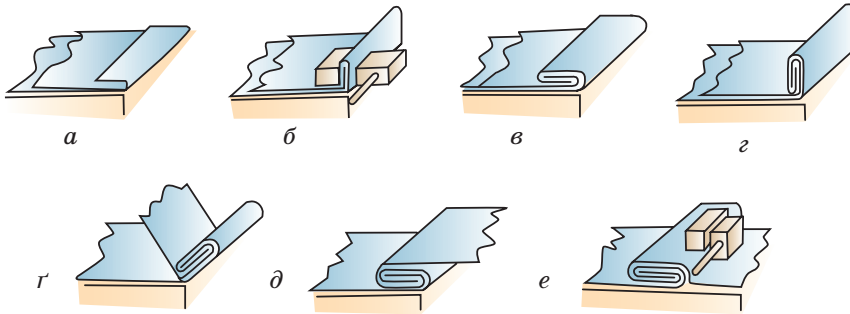


Рис. 6.4. Послідовність виготовлення подвійного лежачого фальца за допомогою підтримки

Полуторні лежачі фальци (див. рис. 6.1, в; с. 100) використовують для виробів, коли неможливо зробити подвійний лежачий фальц. Розміри елементів полуторних фальців наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Розміри елементів полуторних фальців

Ширина фальца, мм	Відстань, мм, від розмічальної риски до кромки	
	листа 1, перше загинання	листа 2, перше загинання; листа 2, друге загинання
8	22	6
10	27	8
12	36	10

Для виготовлення полуторного фальца ширина борту разом із частиною припуску, що припадає на товщину фальца, на листі 1 має дорівнювати полуторній ширині фальца, а на листі 2 — бути в 3,5 раза ширшою за фальц. Отже, увесь припуск на полуторний фальц дорівнює п'ятикратній його ширині.

Спочатку киянкою загинають за розміткою (рис. 6.5, а; с. 104) борт завширшки 22 мм, якщо ширина фальца має бути 8 мм, 27 мм — за ширини 10 мм, 36 мм — за ширини фальца 12 мм. Потім борт «завалюють» на лист сталі й ущільнюють (рис. 6.5, б; с. 104). На загнутій кромці листа 1 прокреслюють розмічальну риску на відстані 6, 8 або 10 мм від кромки

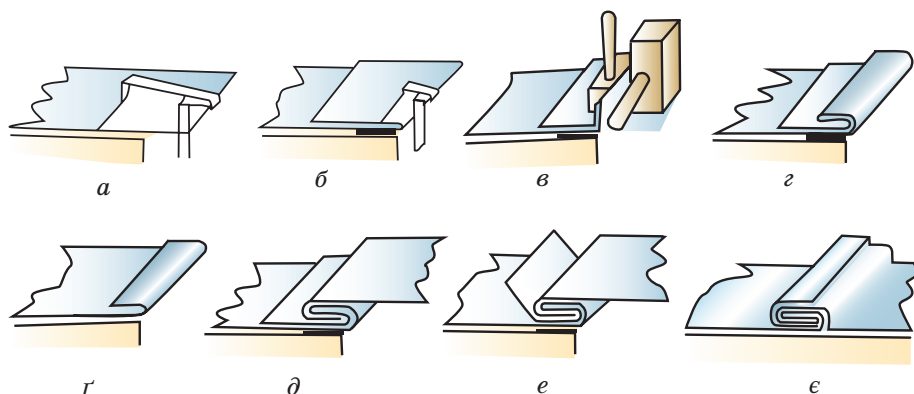


Рис. 6.5. Послідовність виготовлення полуторних лежачих фальців

листа 1 за ширини фальца відповідно 8, 10 або 12 мм і роблять друге загибання догори, не перевертаючи лист. Для цього лист зміщують, поєднуючи накреслену риску з краєм верстака, і, пересуваючи вздовж риски підтримку, ударами киянки знизу загинають догори подвійну кромку листа 1. Загнуту частину знову «завалюють» на лист без ущільнення (рис. 6.5, в, г).

На листі 2 загинають одинарну кромку, ширина якої дорівнює ширині другого загибання вгору на листі 1 (рис. 6.5, г). Потім обидва листи з'єднують загнутими краями (рис. 6.5, д) та ущільнюють ударами киянки. За допомогою зубила й молотка загинають вільну кромку полуторного фальца (рис. 6.5, е) і киянкою «завалюють» її на фальц. Фальц ущільнюють і підсікають, щоб обидва листи розміщувалися в одній площині (рис. 6.5, з).

Одинарні стоячі фальці (див. рис. 6.1, г; с. 100) використовують для з'єднання частин повітропроводів круглого перерізу й інших виробів. Стоячі фальці надають виробам додаткової жорсткості. Їх застосовують здебільшого для поперечного з'єднання елементів повітряних і вентиляційних систем.

Одинарні стоячі фальці виготовляють заввишки від 12 до 25 мм. Основні розміри елементів одинарних стоячих фальців наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Розміри елементів одинарних стоячих фальців

Ширина фальца, мм	Відстань, мм, від розмічальної риски до кромки		
	листа 1	листа 2, перше відгинання	листа 2, друге відгинання
12	10	7	12
15	13	10	15
20	18	15	20
25	23	20	25

Під час виготовлення одинарних стоячих фальців (рис. 6.6) розмічають і відгинають кромку листа 1 на кут 90° описаними раніше прийомами. Потім виконують перше розмічання, відгинання і «завалювання»

кромки листа 2. Після цього роблять друге розмічання лінії згину, укладають лист на верстак відігнутою кромкою догори, поєднуючи лінію згину з кромкою сталевго бруса або кутника (рис. 6.6, а), і відгинають кромку на кут 90° легкими ударами киянки, притримуючи лист, щоб він не змістився з лінії. Насамкінець утворюють фальць: кромки листа 1 вставляють у щілину кромки листа 2 (рис. 6.6, б) і, уклавши листи на верстак, ударами киянки ущільнюють фальцевий шов.

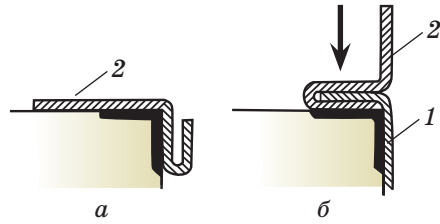


Рис. 6.6. Виготовлення одинарного стоячого фальця:
1, 2 — листи бляхи

Подвійні стоячі фальці (див. рис. 6.1, г; с. 100) використовують для з'єднання частин бляхарних виробів круглого перерізу та надання їм додаткової жорсткості. Їх виготовляють заввишки від 10 до 25 мм так само, як і одинарні. Основні розміри елементів подвійних стоячих фальців наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Розміри елементів подвійних стоячих фальців

Висота фальця, мм	Відстань, мм, від розмічальної риски до кромки				
	листа 1, перше відгинання	листа 1, друге відгинання	листа 1, третє відгинання	листа 2, перше відгинання	листа 2, друге відгинання
10	5	7	10	5	7
15	7	12	15	7	12
20	10	17	20	10	17
25	12	22	25	12	22

Процес виготовлення подвійного стоячого фальця заввишки 10 мм (рис. 6.7; с. 106) складається з таких операцій:

1–3. Розмічання деталі 1. На листі деталі 1 спочатку креслять риску на відстані 5 мм від кромки, відгинають її під прямим кутом, а потім загинають на площину листа деталі 1.

4. Проведення другої риски на листі деталі 1. Лист 1 кладуть на верстак кромкою вгору й креслять риску на відстані 7 мм від кромки листа.

5. Відгинання кромки листа деталі 1 на 90° . Лист деталі 1 установлюють на верстак так, щоб друга риска з'єднувалася з кромкою сталевго бруса (кутника). Кромку відгинають на 90° ударами киянки, утримуючи другою рукою підтримку й переміщуючи її під час відгинання кромки паралельно до рисок (рис. 6.7, б; с. 106).

6. Відгинання кромки на площину листа деталі 1. Кромку на площину листа деталі «завалюють» легкими ударами киянки (рис. 6.7, в; с. 106).

7. Проведення третьої риски на зворотному боці листа деталі 1. Лист деталі 1 кладуть на верстак кромкою донизу і прокреслюють риску на відстані 10 мм від кромки.

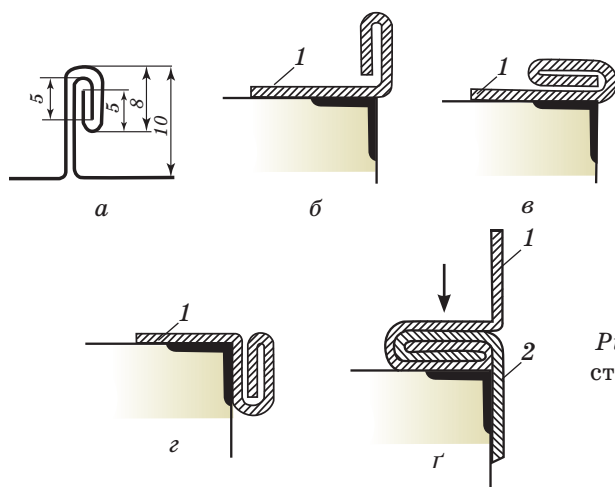


Рис. 6.7. Виготовлення подвійного стоячого фальца ручним способом:
а — схема фальца;
б-г — послідовність операцій;
1, 2 — листи бляхи

8. Відгинання кромки листа деталі 1 на 90° (рис. 6.7, г). Лист деталі 1 встановлюють на верстаку так, щоб риска збігалась із кромкою сталевого бруска. Відгинають кромку киянкою, завдаючи ударів по тій частині листа, що розміщена на сталевому бруску, і водночас другою рукою утримуючи лист, щоб він не змістився вбік.

9–11. Проведення риски, відгинання кромки та згинання на листі деталі 2 виконують способами першої–третьої операцій із виготовлення кромки на листі деталі 1. Розмічальну риску креслять на відстані 5 мм від кромки листа деталі 2.

12–13. Проведення другої риски та відгинання кромки на листі деталі 2 виконують способами четвертої та п'ятої операцій виготовлення кромки листа деталі 1.

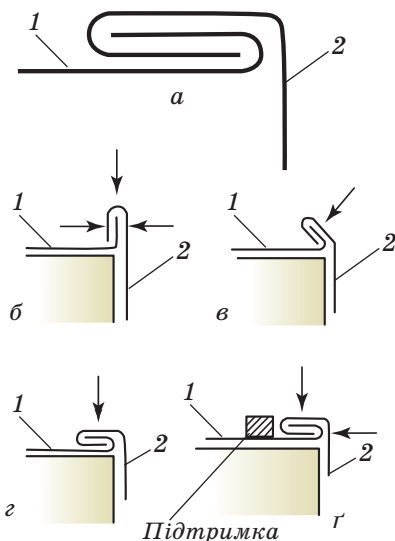


Рис. 6.8. Послідовність виготовлення кутового одинарного фальца

14. Утворення та ущільнення фальца. У щілину деталі 1 уставляють кромку листа деталі 2. Для ущільнення фальца з'єднані листи кладуть на верстак так, щоб їхні кромки містилися на сталевому кутнику. Потім по кромках наносять зверху удари киянкою (рис. 6.7, г).

Кутові одинарні фальци (див. рис. 6.1, д; с. 100) використовують для виготовлення прямокутних елементів повітропроводів. Їх роблять завширшки 8, 10 і 12 мм.

Для виконання кутового одинарного фальца (рис. 6.8, а) розмічають кромки й відгинають їх на кут 90° . Потім кромку листа 2 «завалюють» на площину листа, як у процесі виго-

товлення одинарного лежачого фальца, і з'єднують листи (рис. 6.8, б). Після цього «завалюють» фальц спочатку на кут 45° (рис. 6.8, в), а потім на площину листа (рис. 6.8, г). Насамкінець фальц ущільнюють ударами киянки або молотка «косяка» по сталевому брусу (рис. 6.8, г).

Кутові комбіновані (полуторні) фальци (див. рис. 6.1, е; с. 100) використовують для виготовлення прямокутних елементів повітропроводів і вентиляційних систем. Розміри елементів кутових комбінованих фальців наведено в таблиці 6.6.

Перш ніж братися за виконання кутового комбінованого фальца, визначають, якої ширини він має бути, а також на яку ширину потрібно відігнути кромки листів деталей 1 і 2 (рис. 6.9, а).

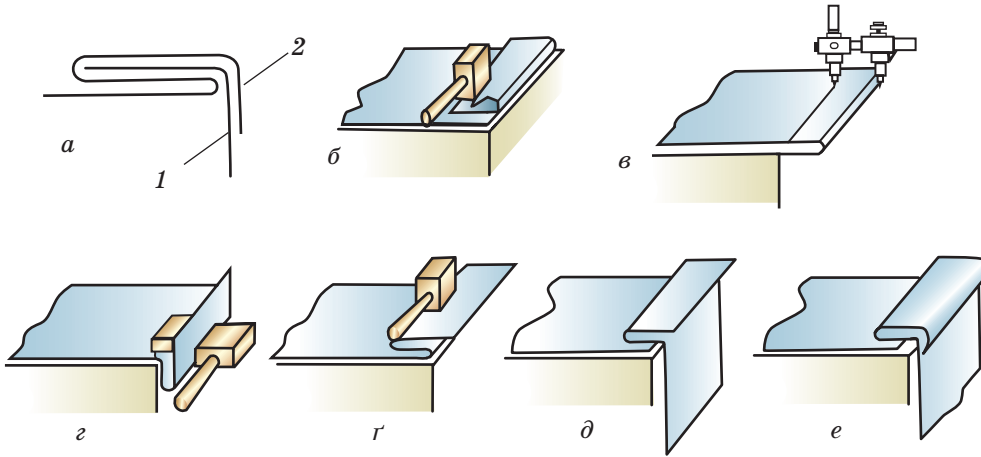


Рис. 6.9. Виготовлення кутового комбінованого фальца ручним способом:
а — схема фальца; б–г — послідовність операцій; 1, 2 — листи бляхи

Кутовий комбінований фальц виготовляють ручним способом, виконуючи такі операції:

1–3. Нанесення розмічальної риски, відгинання кромки під прямим кутом і загинання кромки на площину листа деталі 2. На листі деталі 2 спочатку креслять риску, потім відгинають кромку під прямим кутом і далі загинають її на площину листа (рис. 6.9, б). Ширина загнутої кромки має відповідати розмірам, зазначеним у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Розміри елементів комбінованих кутових фальців

Ширина фальца, мм	Відстань, мм, від розмічальної риски до кромки		
	листа 2, перше відгинання	листа 2, друге відгинання	листа 1, підгинання
8	15	8	7
10	19	10	9
12	22	12	11

4. Проведення розмічальної риски на листі деталі 2 для другого його перегинання. Лист деталі 2 на верстаку попередньо перевертають на інший бік, потім креслять риску на відстані від краю 8, 10 і 12 мм відповідно до потрібної ширини фальца — 8, 10 чи 12 мм (рис. 6.9, в; с. 107).

5. Друге перегинання листа деталі 2. Для цього лист деталі 2 встановлюють на верстаку так, щоб розмічальна риска збігалася з ребром сталевго кутника. Друге перегинання листа деталі 2 виконують за допомогою підтримки (рис. 6.9, г; с. 107).

6. Підгинання кромки першого та другого згину до площини листа деталі 2. Лист перевертають на верстаку на інший бік і підгинають обидві загнуті кромки до площини листа (рис. 6.9, г; с. 107). Удари киянкою наносять зверху листа деталі 2 несильні, щоб уникнути сплюскування заздалегідь загнутих двох кромки.

7. Проведення розмічальної риски на листі деталі 1. Риску прокреслюють на відстані від кромки листа 7, 9 і 11 мм за ширини фальца відповідно 8, 10 і 12 мм (див. табл. 6.6; с. 107).

8. Відгинання кромки на листі деталі 1. Цю операцію виконують так само, як і другу операцію під час виготовлення одинарного лежачого фальца.

9. З'єднання у фальц кромки листів деталей 1 і 2. На верстак кладуть лист деталі 2 кромками догори, потім у щілину між першою та другою кромками цього листа вставляють кромку листа деталі 1 (рис. 6.9, д; с. 107).

10. Утворення та ущільнення фальца. У з'єднаних у фальц листах деталей 1 і 2 відвислу першу кромку листа деталі 2 «завалюють» на площину листа деталі 1 (рис. 6.9, е; с. 107). Фальц ущільнюють зверху та збоку. Утворення й ущільнення фальца виконують киянкою на сталевому кутнику верстака.

Донні прості фальци (див. рис. 6.1, є; с. 100) застосовують для з'єднання днищ баків, відер та інших бляхарних виробів. Замок фальца виготовляють однаковим на всій довжині, після ущільнення поверхня фальца має бути гладкою, без потовщень.

Запам'ятайте! Заборонено закріплювати фальцеві шви заклепками.

Донні «на перекидання» фальци (див. рис. 6.1, ж; с. 100) застосовують для з'єднання днищ баків, циліндричного й конічного посуду тощо.

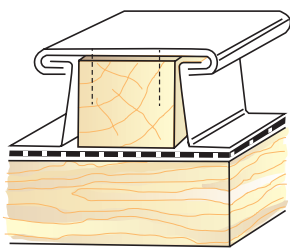


Рис. 6.10. Подвійний рейковий фальц

Донні в упор фальци (див. рис. 6.1, з; с. 100) застосовують для з'єднання обичайок, посудин, днищ баків, циліндричних і конічних відер, посуду.

Одинарні рейкові фальци (див. рис. 6.1, і; с. 100) використовують для з'єднання заготовок прямокутних елементів повітропроводів і вентиляційних систем без фланців.

Подвійні рейкові фальци (рис. 6.10) відрізняються від традиційного подвійного верти-

кального фальца ширшою стикувальною кромкою та наявністю в конструкції фальца дерев'яної рейки. Подвійне рейкове з'єднання використовують за малого похилу даху — від 3° .

Клікфальці (рис. 6.11) — самозащіпкова система вдосконаленого класичного фальца. Картини (листи) даху з'єднують за допомогою підпружиненої засувки, яка потребує спеціального фальцевого обладнання. На покрівельних полотнах на спеціальному обладнанні виготовляють два фігурні профілі, один з яких є основою засувки, а другий — її кришкою. Кришку на основі замикають простим натисканням. Клікфальці використовують на покрівлях із похилом схилів $10\text{--}60^\circ$. Перевагами цих фальців є простота монтажу й можливість демонтажу, не потрібні особливі професійні навички, спеціалізовані інструменти й обладнання, а також немає потреби у використанні додаткових герметизуючих елементів.

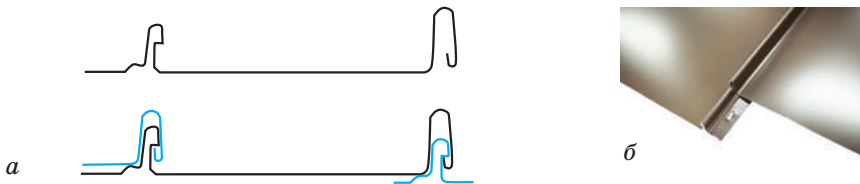


Рис. 6.11. Клікфальц:

а — фігурні профілі підстави та кришки; *б* — з'єднання картин даху клікфальцем

Фальці із защіпкою (див. рис. 6.1, і; с. 100) застосовують для отримання рознімного з'єднання елементів бляхарних виробів, коли за умовами експлуатації необхідне їх розбирання.

6.2. Механізоване виготовлення фальцевих швів

Механізоване виготовлення фальцевих швів здійснюють на фальцепрокатних і фальцезакатних верстатах (рис. 6.12). Фальці, виготовлені механізованим способом, більш міцні порівняно з одинарними фальцями, виконаними ручним способом, і здебільшого можуть замінити подвійний або полуторний фальц.

Виготовлення фальцевих швів цим способом завершують виконанням *ущільнення*, сутність якого полягає в тому, що обтиснутий фальцевий шов осаджують (сплющують); це надає фальцевим швам щільності й міцності.

Для вироблення лежачих фальців застосовують фальцепрокатні та фальцезакатні верстати. На *фальцепрокатних верстатах* для утворення фальца кромки листів послідовно згинають, допоки вони не набудуть потрібної форми. На цих верстатах кромки листів тільки згинають, але не з'єднують їх разом і не ущільнюють. На *фальцезакат-*



Рис. 6.12. Механізоване виготовлення фальцевих швів

них верстатах заковують кромки, виконані на фальцепрокатних верстатах або ручним способом. Крім того, на фальцезакатних верстатах фальци ущільнюють.

Кромки фальців, виконаних на фальцепрокатних верстатах, мають особливу форму. У них наявні відсічки (рис. 6.13, б), які запобігають роз'єднанню кромки фальца під час експлуатації повітропроводів і фасонних частин до них.

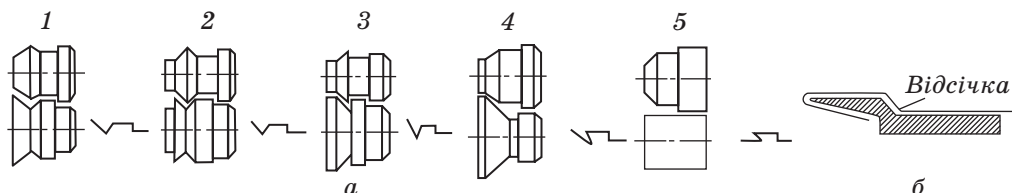


Рис. 6.13. Послідовність утворення кромки на верстаті (а), відсічка (б)

6.3. Зиккування металу

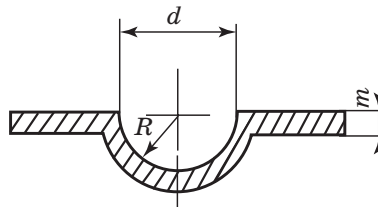


Рис. 6.14. Напівкруглий зик:

m — товщина металу;
 R — радіус заокруглення;
 d — ширина зика

Зиккування — бляхарна операція витискання заглибин у листових заготовках для надання їм додаткової жорсткості. Місцеві заглибини, що утворені внаслідок розтягання металу та є ребрами жорсткості, називають **зиками**. За формою зики бувають **напівкруглі** (рис. 6.14) і **трапецієподібні**.

Для створення рельєфного зображення на металевому листі малої товщини використовують **зикмашини**.

Зикмашини призначені для загинання кромки листових заготовок і виконання інших бляхарних робіт. Вони бувають ручні та з механічним приводом. Зики отримують місцевою деформацією металу, переміщуючи лист між двома обертовими роликми, один з яких має опуклу робочу поверхню, а інший — увігнуту. Розміри зиків залежать від товщини металу, їх наведено в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7

Розміри зиків, мм

m	0,3–0,5	0,3–1,0	0,3–1,5	0,3–1,5	0,3–1,5
R	1,5	2	3	4	5
d	3	4	6	8	10

За допомогою зикмашини виконують кілька операцій: різання, рифлення та відборткування. Залежно від потужності вони можуть обробляти металеві листи різної товщини. Найменш потужні — ручні зикмашини, здатні виконувати операції для металу завтовшки від 0,3 до 1 мм. Електричні зикмашини наносять рельєф на товсті листи — до 2 мм.

Для зикування використовують три типи верстатів: ручні зикмашини, обладнання з електроприводом і гідравлічні механізми. Основними елементами конструкції таких верстатів (рис. 6.15) є два вали, осі яких розташовані горизонтально або під певним нахилом. Обертаючись один відносно одного в протилежних напрямках, вони надають обертання робочим роликам, зафіксованим на їхній кінцевій частині. Зикмашини працюють за такою схемою. Заготовку з листового металу поміщають між двома формувальними роликами. Вали зикмашини зводять один з одним, забезпечуючи затиснення заготовки між роликами, і за допомогою ручного або електричного приводу надають їм обертання. Під час обертання валів і робочих роликів затиснута між ними заготовка деталі також починає рухатися і на поверхні листового металу під впливом пластичної деформації формуються відповідні заглибини.

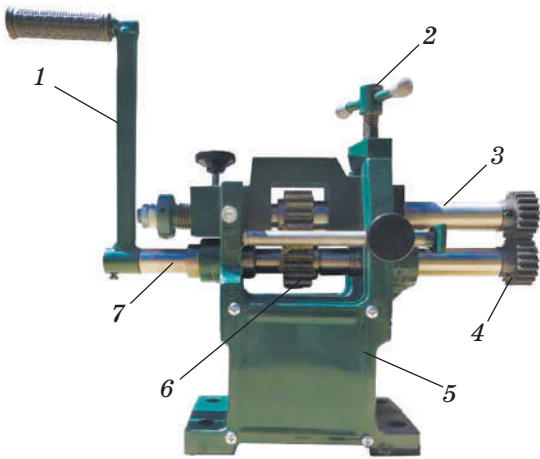


Рис. 6.15. Ручна зикмашина:
1 — рукоятка; 2 — регулювальний гвинт; 3 — верхній вал; 4 — ролики; 5 — корпус; 6 — приводні шестерні; 7 — нижній вал

Принцип роботи всіх трьох типів обладнання однаковий, різняться лише потужність, продуктивність і розташування валів, на які встановлюють робочі ролики з потрібним типом рельєфу.

Процес нанесення рельєфу в поетапному виконанні відбувається так. На робочу поверхню з нижнім валиком укладають заготовку, верхній вал з установленим роликом опускають зверху. Деталь фіксують спеціальними притискними гвинтами. Для надійної фіксації та глибшого продавлювання рельєфу застосовують спеціальний упор. Для оброблення міцних сталевих листів великої товщини застосовують потужні електричні й гідравлічні верстати. Для нанесення рельєфу на листи м'якого металу (алюмінію, мідних сплавів) збільшують відстань між канавками-зиками та їхній радіус. Вали, обертаючись у протилежному напрямку щодо роликів, тиснуть на заготовку, унаслідок чого й утворюються заглиблення рельєфу. Якщо рельєф недостатньо виражений після першої операції, її повторюють кілька разів. Зикування металу вважають закінченим тільки в разі отримання достатньої глибини рельєфу.

Перевагою використання ручної зикмашини є економічність, вона компактна, не потребує підключення до джерела живлення.

Стаціонарне обладнання має більшу потужність, на ньому обробляють металеві листи завтовшки до 2 мм. Окрім того, електричні або гідравлічні типи машин значно продуктивніші. Глибину зикування регулюють залежно від моделі вручну або автоматично. Вплив на метал здійснюють ролики. Їх установлюють на вали двома способами: посадкою на вал і закріпленням гайкою або накручуванням ролика на вал. Щоб отримати потрібну форму зика, підбирають відповідну форму роликів. Найпоширеніші форми роликів до зикмашин показано на *рисунку 6.16*.

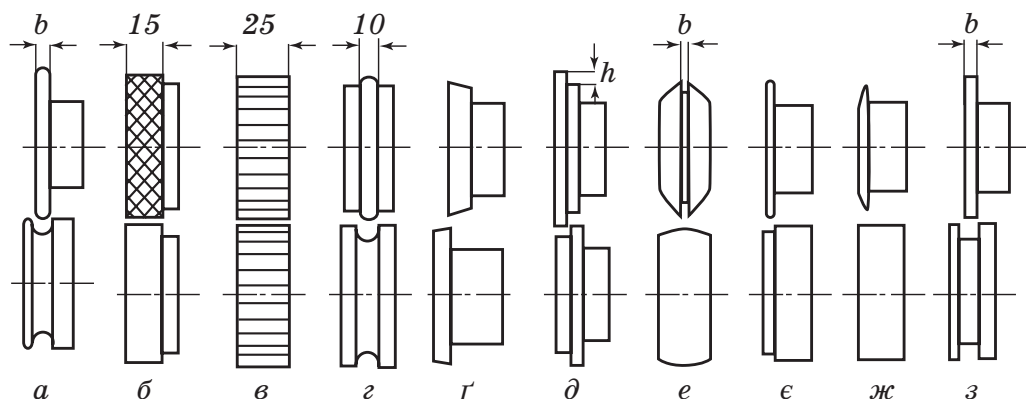


Рис. 6.16. Види й розміри роликів:

- a* — зикувальні; *б* — для рифлення; *в* — зубчасті; *г* — для овального зика;
г — роликові ножиці; *д* — для закатування Г-подібного профілю; *е* — закатні;
е — для підняття канта; *ж* — для закатування канта;
з — для прокатування прямокутного зика

Зикування використовують для виготовлення: циліндричних деталей вентиляційних і водостічних систем; виробів, які з'єднують стикувальним профілем; теплоізоляції трубопроводів і фасонних деталей вентиляційних систем, а також для оброблення обичайок та інших елементів, де необхідна акуратна й безпечна кромка, і гофрування тонкостінних циліндричних виробів із металу.

6.4. Рифлення металу

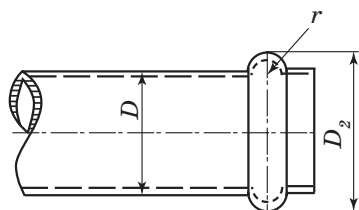


Рис. 6.17. Рифлення

Рифлення (*рис. 6.17*) — операція утворення на кінцях труб *рифтів*, що являють собою опуклість або вгнутість напівкруглої форми. Труби з рифтами на кінцях застосовують для виготовлення трубопроводів зі щільними швами. Розміри рифтів наведено в *таблиці 6.8*.

Таблиця 6.8

Розміри рифтів, мм

Зовнішній діаметр труби D	10	12	14	15	16	18	22	24	25	27	32	34	36	40	42	45	53	63
Зовнішній діаметр рифта D_2	12	14	16	18	19	21	25	27	29	31	36	38	40	44	46	48	58	68
Радіус рифта r	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5

Рифлення роблять на зикмашинах парними роликами, один з яких має кільцевий жолобок, а інший — опуклий напівкруглий виступ (рис. 6.18). Рифлення буває зовнішнє та внутрішнє. Для отримання рифта на певній відстані від кромки використовують упор. Під час обертання роликів труба повертається і ролики утворюють рифлення. У процесі утворення рифта верхній ролик треба поступово притискати до труби, а трубу підтримувати рукою в рукавиці або з прокладкою, щоб не травмуватись. Потрібно також дуже уважно стежити за рухом труби й руки, щоб пальці не потрапили під ролики.

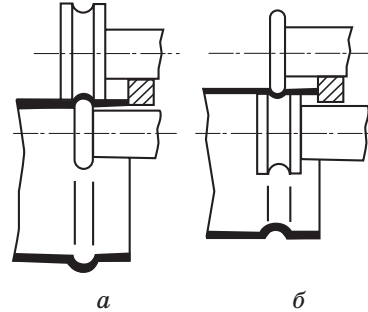


Рис. 6.18. Виконання рифлень на трубах:

а — зовнішнє; б — внутрішнє

6.5. Підсікання металу

Деталі великої довжини дуже часто виготовляють із **підсіканням**. Сутність цієї операції полягає в тому, що полиці деталі поглиблюють на певну глибину так, щоб поверхня деталі, накладеної на підсічене місце, перебувала на одному рівні з поверхнею полиці.

Підсікання виконують у кінці деталі (рис. 6.19, а) і на її середині (рис. 6.19, б). Підсікання вручну здійснюють молотком на спеціальній оправці-підсічці. Для роботи її затискають у лещата (рис. 6.19, в) так,

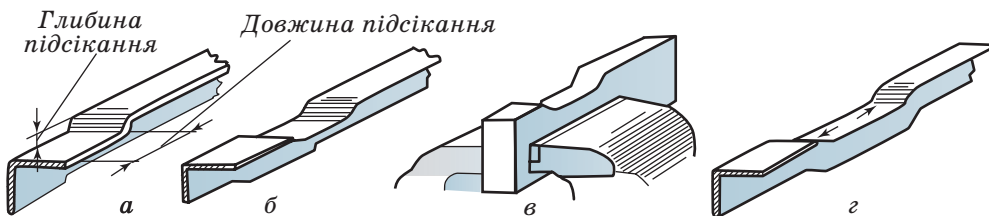


Рис. 6.19. Інструмент, види та прийоми підсікання деталей:

а — деталь із підсіканням у кінці; б — деталь із підсіканням посередині;
в — оправка-підсічка, затиснута в лещата; г — напрямок ударів під час підсікання деталі

щоб вона виступала над губками лещат на висоту, більшу за висоту полиці, і на глибину підсікання. Для виконання операції підсікання деталей кладуть на оправку й, утримуючи її рукою, наносять удари молотком. Якщо підсікання має бути в кінці деталі, удари молотком наносять рівномірно з кінця деталі, поступово наближаючись до непідсіченої полиці. У разі нанесення ударів молотком по одному місцю можуть утворитися тріщини. Окрім того, треба стежити за тим, щоб у процесі операції зміщлася вся полиця, а не тільки її верхня частина. Якщо підсікання має бути посередині деталі, удари молотком наносять від середини ділянки спочатку в один бік, потім в інший (рис. 6.19, г; с. 113).

Підсікання деталі вручну — досить трудомістка операція. Найпродуктивніше підсікання профілів здійснюють штампуванням.

6.6. Закочування дроту

Закочування — операція, яку застосовують для збільшення жорсткості кромки виробу. Її виконують тим самим інструментом, що й фальцювання. Закочують дріт уручну та на зикмашині. Залежно від форми виробу закочування буває прямолінійне й кільцеве.

Прямолінійне закочування вручну виконують так. Розмічають на кромці заготовки припуск на закочування, що дорівнює 2,5 діаметра дроту (рис. 6.20, а). Загинають третину припуску на кут 90° (рис. 6.20, б). Потім за розміткою роблять другий загин на весь припуск (рис. 6.20, в), укладають попередньо виправлений дріт у загин і закріплюють його в кількох місцях. Кромку загинають спочатку ударами киянки до упору (рис. 6.20, г, ґ), а потім остаточно металевим молотком (рис. 6.20, д). Після цього обстукують дріт дерев'яною киянкою по всій довжині.

Коли кромку бляшаного виробу треба зміцнити або зробити товстішою, у неї закочують дріт. Роботу ведуть так само, але киянкою і не відбиваючи гострої кромки згину. Згин має бути плавним, на металі треба зробити відворот, розрахувавши його ширину за товщиною дроту, який

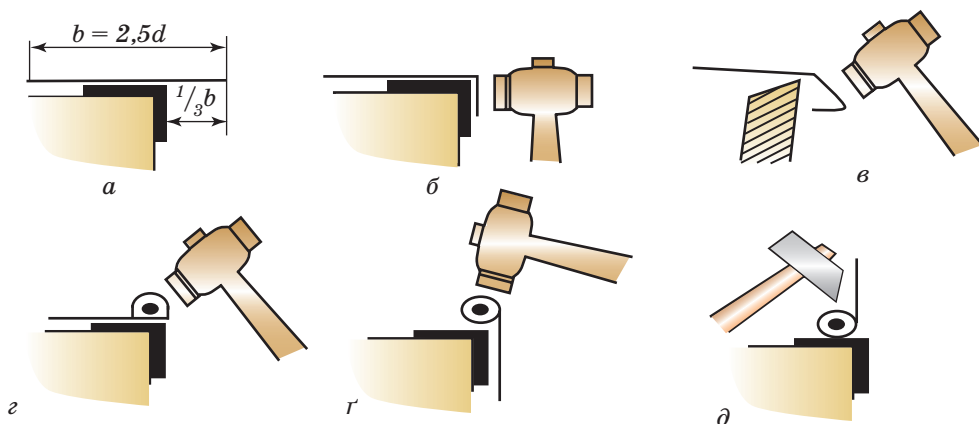


Рис. 6.20. Послідовність ручного закочування дроту

туди ввійде (рис. 6.21). Ширину відгину треба брати приблизно в 3 діаметри дроту, додаючи трохи на товщину металу. Коли фальц відігнутий під прямим кутом, його відгинають киянкою, повертаючи циліндр на круглому ковадлі. Потім ставлять на плиту, уставляють дріт і кількома ударами киянки по відгинах закріплюють його. Киянкою на круглому ковадлі та плиті остаточно притискають і розгладжують відгин. Перевернувши виріб кромкою догори, обтискають загорнену кромку зверху. Якщо відгин виявився недостатньо широким, його тепер легко виправити, ударяючи зверху киянкою з відтягненням удару назовні.

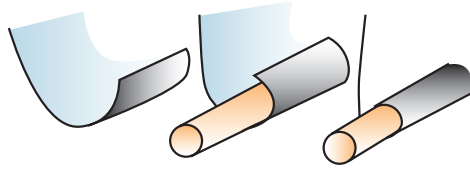


Рис. 6.21. Закочування дроту в кромку бляшаного виробу

Закочування дроту на зикмашині виконують у кілька прийомів. Спочатку за допомогою роликів кромку заготовки загинають, а потім, уклавши в утворений жолобок дріт, здійснюють попереднє та остаточне закочування його. Послідовність закочування дроту на зикмашині зображено на рисунку 6.22.

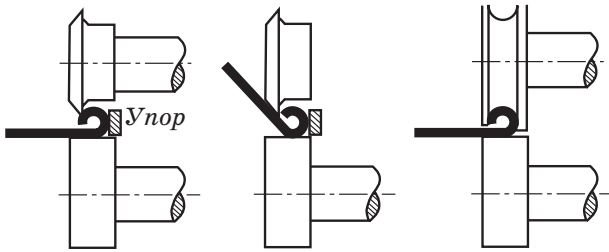


Рис. 6.22. Закочування дроту на зикмашині

6.7. Відбортовування

Відбортовування — операція отримання з плоскої заготовки з отвором бортів (горловин) за допомогою розтискання отвору. Його застосовують для підготовки отворів під нарізання різьби, під фланці та для відгинання кромки деталей, які мають велику довжину. Відбортовування виконують ручним способом, на зикмашині й у штампах.

Ручне відбортовування виконують металевими, текстолітовими або дерев'яними молотками, на скребках, оправках або ковадлах. Робочі поверхні скребок, оправок і ковадл мають бути рівні та гладко відполіровані. Перед відбортовуванням заготовки ретельно підготовлюють. Кромки заготовок рівно обрізають і зачищають від задирок, оскільки вони можуть бути причиною розривів матеріалу в процесі відбортовування.

Відбортовування патрубків (рис. 6.23; с. 116) виконують на ковадлі дерев'яним, текстолітовим або металевим молотком. Після нанесення ліній відбортовування його здійснюють за кілька операцій.

1. Усередині труб рейсмусом проводять риски: в одній трубі — на відстані 10 мм від кромки, а в другій — на відстані 5 мм.

2. Узявши лівою рукою першу трубу, прикладають її до робочої кромки ковадла під кутом 15° (рис. 6.23, а). Молоток тримають у правій руці під кутом 90° до осі труби.

3. Потім гострим бойком молотка завдають ударів по похилій кромці труби, яку весь час повертають. Від ударів кінець труби набуває конічної форми. Цю операцію потрібно зробити ще двічі — під кутом 30° і 60° (рис. 6.23, б, в).

Під час відбортовування необхідно стежити за тим, щоб лінія згину весь час збігалася з робочою кромкою ковадла, і водночас рівномірно повертати трубу. Удари наносять так, щоб сліди від них були подібні до клина, розширена частина якого виходила б за кромку. У цьому випадку борт труби буде правильно розширюватися не розриваючись.

4. Для остаточного відгинання борта трубу встановлюють вертикально впритул до ковадла й завдають ударів тупим бойком молотка (рис. 6.23, г). Трубу також повертають, щоб удари не потрапляли в те саме місце.

5. Цим же способом відбортовують 5-міліметровий борт другої труби.

6. Наступною операцією є виготовлення вертикального борта на першій трубі. Спочатку прокреслюють кругову риску на відстані 5 мм від кромки борта. Трубу встановлюють на кругову плиту так, щоб зовнішня кругова риска збіглася з гострим краєм плити. Гострим бойком молотка завдають ударів по відвислому борту, унаслідок чого він починає збиратися в складки, постійно повертаючи трубу. Отриманий гофрований борт вирівнюють дерев'яним молотком (рис. 6.23, р).

7. Коли обидві труби будуть відбортовані, другу трубу вставляють у відбортовку першої. Потім горизонтальний борт першої труби кладуть на ковадло (рис. 6.23, д).

8. Притримуючи та повертаючи лівою рукою обидві труби, поступово гострим бойком молотка загинають вертикальний борт усередину. Правлення шва виконують тупим бойком молотка.

Так само відбортовують труби для з'єднання їх під різними кутами, застосовуючи труби з відпаленого матеріалу. Іноді борт з'єднаних труб потрібно «завалити» на трубу. Для цього всередину труби вводять масивну металеву підтримку, після чого легкими ударами молотка нахиляють борт доти, поки він не ляже на трубу. Трубу весь час повертають.

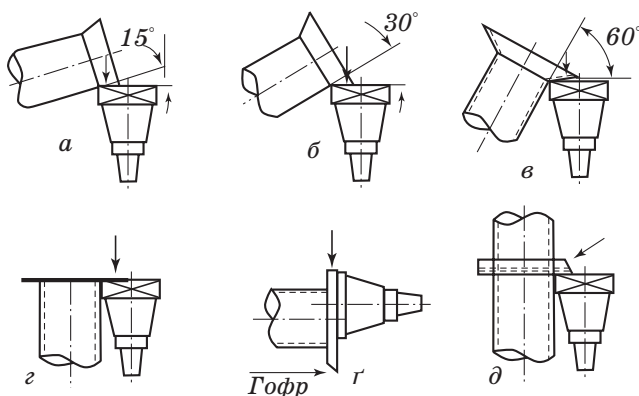


Рис. 6.23. Робочі операції відбортовування і з'єднання прямих труб:
а–в — відбортовування під кутом 15° , 30° , 60° відповідно;
г — остаточне відгинання борта;
р — виготовлення вертикального борта;
д — «завалювання» вертикального борта

Відборткування на зикмашині (рис. 6.24, а) кромки циліндричних деталей, наприклад патрубків та труб, виконують із застосуванням роликів відповідної форми й розмірів. Невеликі кромки (не більше 10 мм) на деталях, виготовлених із металу завтовшки до 0,5 мм, відбортковують на ручних зикмашинах. На привідних зикмашинах виготовляють деталі з матеріалу завтовшки до 1 мм.

Під час відборткування на зикмашині кромки на деталі отримують у кілька прийомів, залежно від товщини металу й розміру кромки. Спочатку деталь тримають горизонтально (рис. 6.24, б), а потім нахиляють її щодо роликів, поступово відбортковуючи кромку на потрібний кут (рис. 6.24, в). У процесі відборткування деталь може трохи коробитися. Такі деталі виправляють молотком на ковадлі. Після відборткування кромки обрізають за розміткою та обпилюють напилком.

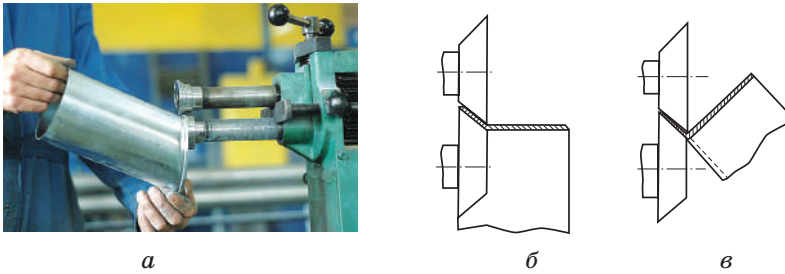


Рис. 6.24. Відборткування кромки на зикмашині:

а — розміщення труби; б — кромка, відбортвана на кут 45°;

в — кромка, відбортвана на кут 90°

Відборткування в штампах виконують на пресах для отримання горловини в плоскій або просторовій заготовці за допомогою розтягання в тангенціальному напрямку, утискаючи в отвір матриці пуансоном частину заготовки з попередньо отриманим отвором. Розрізняють два види операцій: відборткування отворів (*внутрішнє*) і відборткування зовнішнього контуру (*зовнішнє*).

Схему процесу відборткування отворів показано на *рисунку 6.25*. Його найширше використовують у листостампувальному виробництві

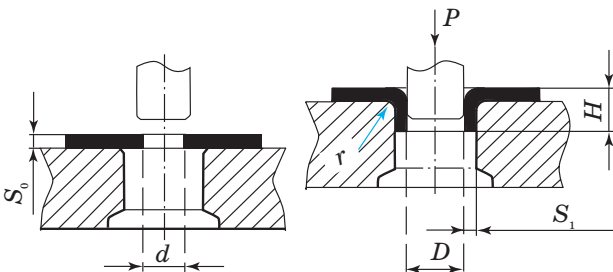


Рис. 6.25. Схеми деформації металу під час відборткування отворів: S_0 — товщина заготовки; S_1 — товщина відборткованої кромки,

$$S_1 = S_0 \sqrt{d/D};$$

d і D — діаметри отвору заготовки до й після відборткування; r — радіус заокруглення матриці;

H — висота борта;

P — зусилля пуансона

й застосовують замість операції витягування з подальшим вирубуванням дна, а також під час виготовлення деталей із великим фланцем, коли витягування утруднене й потребує кількох переходів.

Якщо зазор між матрицею та пуансоном більший за товщину заготовки, відбортовування називають *без стоншення стінок*. Якщо зазор менший — *зі стоншенням стінок*. Відбортовування зі стоншенням стінок застосовують для штампування деталей, що мають отвори з високими циліндричними стінками.

Часто в процесі відбортовування на поверхні борта утворюється кільцева хвиля. Це пояснюється тим, що сили, які діють на контактній поверхні по пуансону, і сили від дії радіальних напружень утворюють момент, який прагне відігнути сформовану ділянку борта й збільшити його діаметр. Найефективнішим способом усунення цього дефекту є збільшення радіуса заокруглення кромки пуансона. Так, застосування під час відбортовування сферичного пуансона запобігає цьому дефекту.

6.8. Розведення металу

Розведення металу — операція утворення кромки на деталі внаслідок розтягування металу. Його застосовують під час виготовлення деталей, кромки (борти) яких відігнуті назовні, а довжина контуру деталі більша за довжину контуру заготовки. У процесі розведення частинки металу переміщуються, тобто волокна подовжуються і метал у місцях розведення тоншає. Розмір стоншення металу в місці розведення залежить від властивостей металу, його товщини, розмірів кромки, кута й радіуса заокруглення.

Для ручного розведення застосовують дерев'яні та сталеві молотки. Розведення виконують на сталевих стояках та оправках різних форм і розмірів. Для роботи стояки затискають у слюсарні лебідки, оправки — так само або міцно закріплюють на верстаті.

Деталі з двома відігнутими кінцями під кутом 90° , кромки яких розміщені назовні (рис. 6.26, а), виготовляють із профілю прямокутної форми. Для розведення заготовку профілю встановлюють на оправку або на рейку так, щоб та частина, яка буде піддаватися обробленню, лежала на робочій частині інструмента всією своєю площиною. Заготовку тримають лівою рукою, щільно притискаючи її кромкою до поверхні робочої частини оправки або рейки.

Кінці профілю треба розводити рівномірно. Якщо від ударів дерев'яним молотком метал не розтягується, то розведення виконують сталевими молотками. Ударяти потрібно по зовнішньому краю кромки рівномірно й так, щоб під ударами перебувала площа поверхні в $\frac{3}{4}$ ширини кромки (рис. 6.26, б). За нерівномірних ударів на кромках утворюється хвилястість. Не можна бити по тому самому місцю згинання кромки, бо можуть утворитися тріщини.

Заготовка в місці розведення після кількох послідовних і рівномірних ударів злегка згинається (рис. 6.26, в). Як тільки метал почне

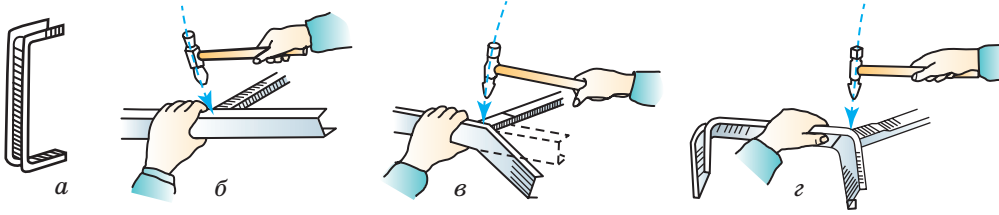


Рис. 6.26. Готовий профіль (а) і прийоми розведення першого (б, в) і другого (г) кінців ущільнюватися (твердіти), його відпалюють (для зменшення твердості й підвищення пластичності) і знову розводять. Момент нагартування (твердіння) металу практично можна визначити за трьома ознаками: припиненням розведення металу, силою віддачі молотка (унаслідок удару молоток відскакує енергійніше) і дзвінким металевим звуком після удару. У процесі розведення треба випрямляти кромки заготовки, оскільки вони часто стають хвилястими, що сприяє утворенню тріщин.

Процес розведення триває доти, поки заготовка набуде потрібної форми (рис. 6.26, г). Кути й радіуси згинання перевіряють за шаблоном або кутником. Кромки після обрізання обпилюють напилком.

6.9. Посадка

Посадка — процес відгинання кромки (бортів) деталей усередину (рис. 6.27, а, б; с. 120). Під час посадки кромки в місцях заокруглення волокна скорочуються, а кромка потовщується і, окрім того, на ній з'являються складки зайвого металу. Щоб запобігти утворенню складок, у місцях загинання кромки спочатку роблять гофри, а потім їх осаджують, тобто роблять посадку. Кромка на деталі утворюється внаслідок деякого потовщення металу в місці посадки.

Потовщення залежить від властивостей металу, його товщини, розміру деталі й радіуса заокруглення. Одні метали легко піддаються обробленню за допомогою шляхом гофрування та посадки, інші, навпаки, обробляти важко. Що вища пластичність металу, то легше він піддається посадці. Найкраще обробляти гофруванням і посадкою алюміній та мідь. Дюралюміній також піддається посадці, однак за необережної роботи дюралюмінієві деталі можуть дати тріщини в місцях загинання кромки.

Деталі, які виготовляють у кілька переходів, піддають проміжному відпалюванню для відновлення початкових властивостей металу, зниження його твердості та крихкості, зумовлених зміцненням унаслідок посадки.

Для виготовлення круглого днища на поверхні вирізаної та випрямленої круглої заготовки (рис. 6.27, б; с. 120) креслять два кола: діаметром d , що дорівнює діаметру дна, і діаметром D , що дорівнює діаметру заготовки, а потім ділять їх на 16 рівних частин. Розглядаючи будь-яку частину, наприклад 1, можна відзначити, що дуга aa' на внутрішньому

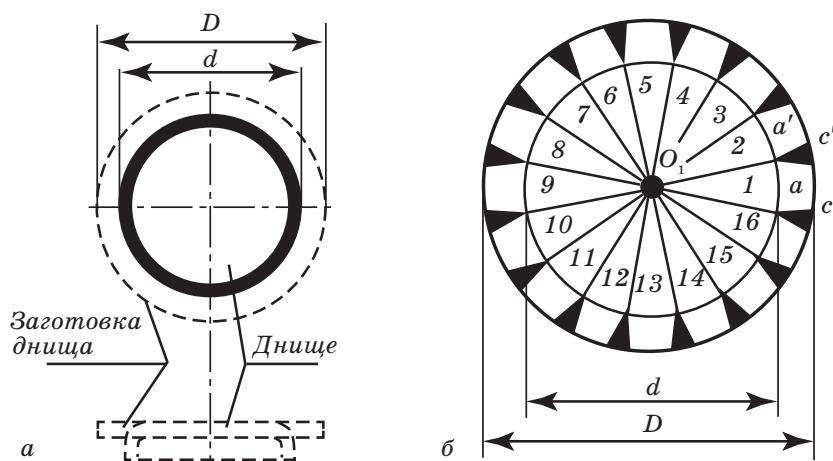


Рис. 6.27. Схема посадки металу під час виготовлення деталей:

а — заготовка; б — схема посадки

колі менша від дуги cc' на зовнішньому колі. Під час виготовлення днища посадкою дуга cc' у кожній частині має скоротитися на різницю довжин дуг. Оскільки кількість частинок металу не змінюється, то укорочення дуги cc' у кожній частині заготовки відбуватиметься завдяки потовщенню кромки (борта) днища внаслідок переміщення частинок металу. Отже, на кромці (борті) заготовки є зайвий метал у формі так званих характерних трикутників (на *рисунку 6.27, б* вони чорні).

Щоб метал цих трикутників не спричинив утворення складок на кромці заготовки, їх спочатку *гофрують*, тобто піднімають у той чи інший бік, а потім розгладжують, унаслідок чого частинки металу переміщуються на кромці заготовки. Метал переміщують від вершини трикутників до їхньої основи або від внутрішнього (дна) до зовнішнього кола (крім бортів днища). Для того щоб переміщення частинок металу не порушувало взаємного зчеплення, метал має бути в'язким.

Посадку металу виконують ручним і машинним способами на посадкових верстатах.

Посадку металу ручним способом здійснюють за допомогою ударних (дерев'яні та сталеві молотки), опорних (плити, рейки, оправки) і допоміжних (гофрувальки, круглогубці) інструментів. Дерев'яні прості й фасонні молотки застосовують для посадки гофрів. Молотки підбирають для роботи залежно від розміру гофра та властивостей оброблюваного металу. Для посадки гофра, висота якого дорівнює його ширині, а довжина трохи більша за $\frac{2}{3}$ висоти кромки, використовують молотки діаметром 60, 70, 80 і 120 мм заввишки відповідно 100, 120, 150 і 200 мм. Робочі бойки молотків не повинні мати забоїн, ум'ятин, збитих кромek і тріщин. Робочі бойки молотків періодично обпилюють напилком, це сприяє отриманню деталей із чистішими поверхнями й підвищує термін експлуатації молотка.

Сталеві молотки для посадки металу бувають двох типів: для посадки гофра та прасувальники. Кромки деталей після гофрування і посадки виправляють молотками-прасувальниками. Бойки молотків мають бути відполіровані, а бічні поверхні — зачищені. Особливо уважно стежать за станом полірованих поверхонь бойків під час роботи, щоб уникнути утворення зарубок і подряпин, бо це може спричинити брак оброблюваної деталі.

Ручні гофрувальники (рис. 6.28, а–в) застосовують для гофрування металу перед посадкою. Їх виготовляють з інструментальної сталі. Робочі поверхні полірують, інакше метал під час гофрування може бути пошкоджений. Гофрування листового металу виконують *круглогубцями* (рис. 6.28, г), губки яких мають бути загартовані й відполіровані.

Гофрування здійснюють, затиснувши кромки заготовки ручними гофрувальниками або круглогубцями й повертаючи їх щодо заготовки спочатку праворуч, а потім ліворуч. Гофри роблять невисокими й розміщують їх на однаковій відстані один від одного, щоб вони не були «завалені» або підсічені (рис. 6.28, г). Нормальним вважають гофр, у якого висота a , дорівнює ширині a , а довжина не менша за $\frac{2}{3}$ висоти борта (рис. 6.28, д). Досвідчені бляхарі роблять гофр більш низьким і водночас широким (рис. 6.28, е). Такий гофр легко посадити. Високі й вузькі гофри здебільшого знаходять

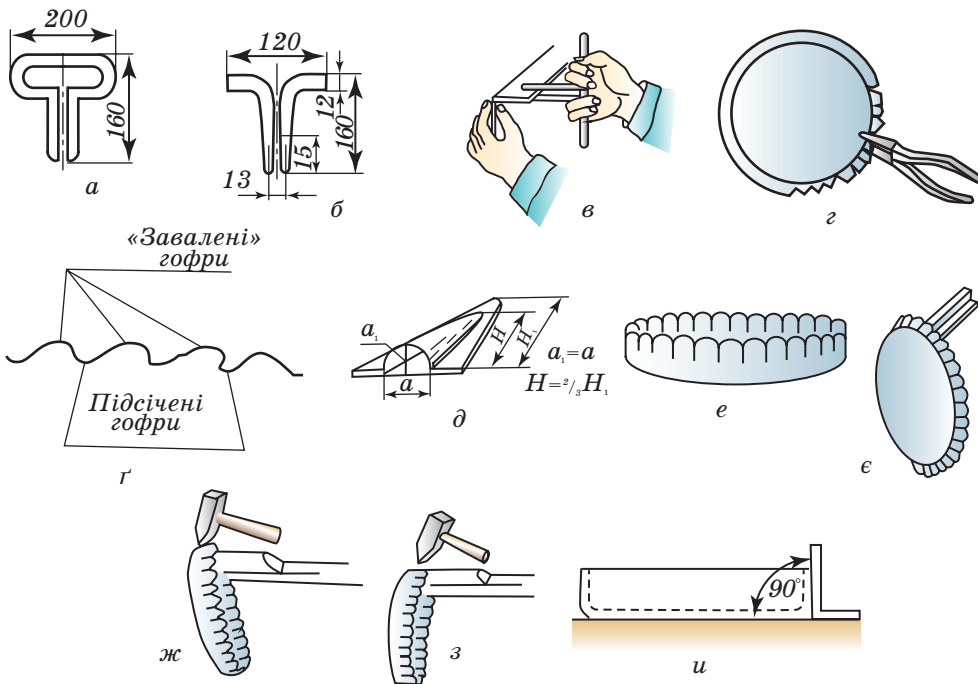


Рис. 6.28. Посадка металу під час виготовлення днища ручним способом:

а, б — ручні гофрувальники; в — робота гофрувальником; г — робота круглогубцями; г — схема гофрів; д — розміри гофрів; е — зовнішній вигляд гофрів; є–з — отримання гофра; и — контроль днища

один на одного, унаслідок чого утворюються тріщини або складки, які виправити не можна.

Посадку гофрів роблять молотками на плитах із рівною та чистою поверхнею. Плити застосовують різні залежно від розмірів оброблюваних деталей. Цю роботу виконують також на *рейкових оправках* (рис. 6.28, є; с. 121) або на *оправках із потовщеною робочою частиною* (рис. 6.28, ж, з; с. 121). Робоча частина оправок має бути відполірована.

Посадку гофра починають із вершини, почергово б'ючи молотком уздовж його боків. Гофри осаджують спочатку на $\frac{1}{3}$ їхньої довжини, поступово переходячи від одного гофра до іншого. Удари молотком наносять не сильно й не часто, щоб не утворювалися складки й щоб не засікти днище. Для запобігання браку днище тримають так, щоб кінець рейки оправки не дотикався до місця загинання кромки (рис. 6.28, ж, з; с. 121). Зазвичай посадку днища здійснюють у кілька прийомів. Кромки (борти) днища перевіряють на плиті кутником 90° (рис. 6.28, и; с. 121).

Посадку металу на верстаті застосовують в умовах серійного та масового виробництва. Оброблювана заготовка (рис. 6.29, а, б) під час руху повзуна верстата вниз у місці зіткнення спочатку прогинається, утворюючи гофр (рис. 6.29, в, г). Потім, за зворотного руху каретки, гофрована частина заготовки виправляється, потовщуючись у перерізі. У цей момент кромка заготовки, затиснутої між повзуном і столом верстата, сплющується рухомих робочим роликом. Після того як каретка дійде до крайнього заднього положення, повзун повертається у верхнє початкове положення, оброблювана заготовка переміщається в той чи інший бік і процес гофрування та посадки кромки заготовки повторюється.

Найбільша ширина кромки оброблюваної заготовки становить 300 мм (рис. 6.29, в). Потовщення металу на кромці оброблюваної заготовки не повинно перевищувати $0,15t$ (де t — товщина заготовки). Його досягають за кілька проходів по кромці (рис. 6.29, г).

У процесі роботи на посадковому верстаті виникають різні неполадки. Поява на кромці оброблюваної заготовки подряпин відбувається через забруднення робочих органів верстата (повзуна, матриці). Щоб

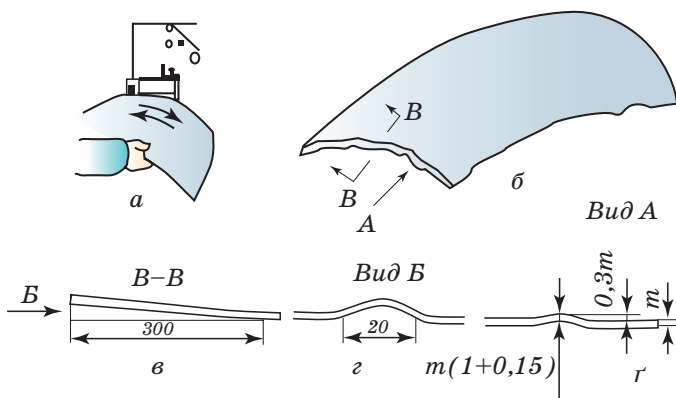


Рис. 6.29. Елементи посадки, здійснюваної на посадковому верстаті: а, б — прогин заготовки; в, г — отримання гофра; г — потовщення кромки

запобігти цьому, робочі частини верстата промивають чистим гасом, а потім насухо протирають ганчіркою. За надмірно сильного затягування тарілчастих пружин електродвигун «не тягне», за слабого натягу клинових пасів шків електродвигуна пробуксовує. Для безперебійної та правильної роботи тертьові поверхні верстата регулярно змащують.

Запам'ятайте! Заборонено чистити й обтирати верстат, що працює.

6.10. Вибивання

Вибивання — операція для отримання деталей випуклої форми формоутворення листового металу. Його здійснюють нанесенням ударів вибиванням або із застосуванням посадки й вибивання.

Під час **нанесення ударів вибиванням** б'ють по заготовці, установленій на стояку або поміщеній у заглибину болванки. Під ударами заготовка деформується і поступово подовжується, її товщина в місці нанесення ударів стає меншою (рис. 6.30, а). Розмір потоншення заготовки в місці нанесення ударів залежить від властивостей металу, його товщини, глибини вибивання і розмірів деталі.

Для **вибивання деталей випуклої форми із застосуванням посадки й вибивання** спочатку по черзі на всій кромці заготовки утворюють гофри, потім роблять посадку гофрів і здійснюють вибивання заготовки до отримання потрібної опуклості. Надлишок металу, що утворює на заготовці гофри (складки), унаслідок завданих ударів під час посадки розтікається врізнобіч і стискає метал на сусідніх ділянках. Після посадки товщина кромки (краю) заготовки збільшується (рис. 6.30, б). За подальшого оброблення заготовки вибиванням її товщина в місці утворення опуклості зменшується порівняно з товщиною заготовки. Усі деталі випуклої форми, виготовлені посадкою та вибиванням, відрізняються від заготовки тим, що мають меншу товщину в місці утворення опуклості й велику товщину по краю.

Вибивання деталей випуклої форми виконують ручним або машинним способом і на вибивальних молотах. Це одна з найбільш поширених і трудомістких операцій.

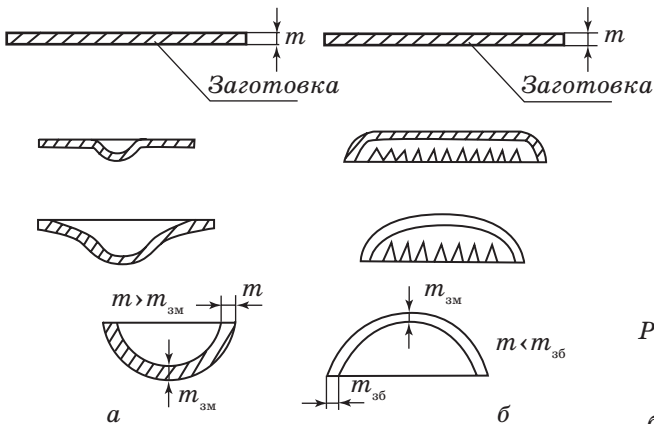


Рис. 6.30. Елементи вибивання металу:

а — вибиванням;

б — посадкою та вибиванням

Вибивання деталей ручним способом на стояку виконують посадкою та вибиванням листової заготовки ударним (дерев'яні фасонні та сталеві молотки-прасувальники) й опорним (кулькові одно- й двосторонні молотки) інструментом різних розмірів. Стояки беруть певних розмірів і форми залежно від форми й розмірів деталей, які будуть виготовляти. Вибивання деталей виконують на стояках із полірованою робочою поверхнею, інакше заготовку деталі можна засікти або пробити наскрізь. Заготовка не повинна мати глибоких подряпин, забоїв та інших дефектів, що зумовлюють її розрив під час вибивання. Для зняття внутрішніх напружень заготовку відпалюють.

Для вибивання півсфери (півкулі) спочатку вибивають (утворюють) опуклість заввишки приблизно $\frac{1}{8}$ висоти півкулі. Удари молотком по заготовці наносять часто, але не сильно, щоб її кромки відгиналися всередину (рис. 6.31, а). Потім кромки заготовки гофрують (рис. 6.31, б) і роблять посадку гофрів (рис. 6.31, в). Коли після гофрування і посадки кромки заготовки будуть осаджені всередину, беруться до вибивання середини дерев'яним фасонним молотком (рис. 6.31, г). Молоток потрібно тримати в руці міцно, інакше важко наносити точні удари, а на заготовці можна зробити вм'ятину або пробити її наскрізь.

Наносячи удари молотком, треба враховувати, як вони впливають на заготовку не тільки в місці удару, а й навколо нього. Якщо хоча б в одному місці перебити заготовку, вона почне випучуватися, і для того щоб домогтися її щільного прилягання до стояка, доведеться знову її обробляти ударами. Не можна наносити удари по опуклому місці, оскільки від цього опукле місце на заготовці випучиться ще більше.

Удари наносять поблизу центра заготовки, розташовуючи їх по колу, до того ж наносять рівномірно й так, щоб метал витягувався поступово, утворюючи невелику опуклість. Потім метал відпалюють, наносять гофри (рис. 6.31, г), роблять їхню посадку (рис. 6.31, д), повторюючи ці

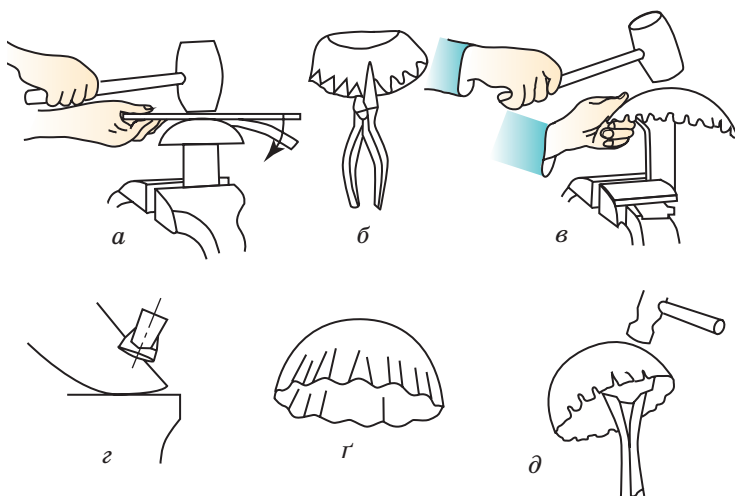


Рис. 6.31. Вибивання півсфери (півкулі) на стояку ручним способом:

- а — загинання кромки заготовки;
- б — гофрування кромки;
- в — посадка гофрів;
- г — вибивання середини;
- г — нанесення гофрів;
- д — посадка гофрів

прийоми доти, поки не отримують півкулю. Кромки півкулі загинають усередину трохи більше, ніж потрібно за кресленням.

Остаточню прогладжують поверхню півкулі на круглому стояку сталевим молотком-прасувальником (рис. 6.31, д). Кромки півкулі, раніше загнуті всередину більше, ніж було потрібно за кресленням, під час прогладжування виправляються. Обмірявши півкулю шаблоном, кромки обрізають, а потім видаляють задирки напилком.

Вибивання деталей ручним способом на болванці застосовують для деталей великих розмірів із невеликою опуклістю і здійснюють за допомогою ударного й опорного інструменту. Дерев'яні фасонні молотки застосовують для вибивання деталей із тонкого кольорового металу, молотки-прасувальники — для правлення та проковування поверхні деталей. Поліровані робочі поверхні молотків запобігають утворенню зарубок і подряпин на деталі. Під час вибивання застосовують дерев'яні й рідше металеві болванки, робочі частини яких за розмірами та формою відповідають деталям.

Перш ніж розпочати вибивання, заготовку ретельно оглядають. На ній не повинно бути глибоких подряпин, тріщин та інших дефектів, що сприяють розриву металу. Вибивання роблять у кілька прийомів. У процесі вибивання заготовку відпалюють для усунення внутрішніх напружень. Після відпалювання метал стає м'якшим, що полегшує його подальше вибивання.

Під час вибивання деталей, виготовлених із дюралюмінію, замість відпалювання застосовують загартування, щоб не проводити термічного оброблення виготовленої деталі. Вибивання деталей зі сплаву В95 виконують тільки у відпаленому стані.

Заготовку деталі щільно притискають до болванки (оправки). Оброблення починають від краю, поступово наближаючись до середини. Наприклад, від краю *A* до центра *C* (рис. 6.32). Вибивання в такій послідовності запобігає утворенню на металі тріщин, заготовка по всій оброблюваній поверхні витягується рівномірно. Удари молотком як біля краю, так і з наближенням до середини наносять сильні, але рівномірні, щоб деталь витягувалася й утворювала опуклість, тобто поступово втискала в середину болванки. Зазвичай вибивання деталей проводять у кілька прийомів, поки не отримують деталь потрібної форми.

Щоб видалити з опуклої поверхні всі нерівності й залишені відбитки, деталь прогладжують на вибивальному молоті або вручну на стояках сталевим молотком-прасувальником. Вибивання деталей більш складної форми

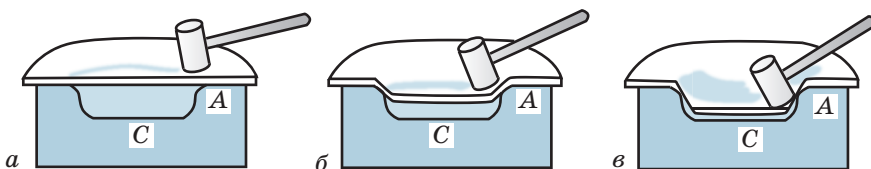


Рис. 6.32. Вибивання деталі на болванці ручним способом

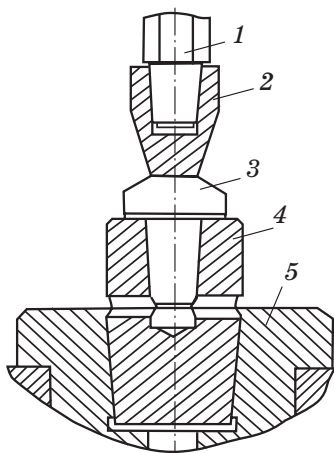


Рис. 6.33. Кріплення бойків пневматичного вибивального молота:
1 — шток молота;
2, 3 — верхній та нижній бойки; 4 — стакан;
5 — ковадло

здійснюють частинами, які потім зварюють. Після зварювання деталь прогладжують і перевіряють на болванці, а шви проковують.

Вибивання на пневматичних молотах виконують для деталей із листового металу. Основними робочими інструментами таких молотів є верхні й нижні бойки. Нижній боек 3 (рис. 6.33) кріплять у стакані 4, що закріплений у ковадлі 5. Верхній боек 2 напресовують на шток 1 молота. Бойки виготовляють із вуглецевої інструментальної сталі У7А і гартують до твердості HRC 52–55. Ковадла й стакани виготовляють із вуглецевої сталі 45.

Бойки для вибивання вибирають залежно від товщини та механічних властивостей оброблюваного металу: що тонший або м'якший метал, то більшою має бути робоча поверхня бойків, і навпаки, зі збільшенням товщини або жорсткості заготовки робоча поверхня бойків має бути меншою, щоб в обох випадках питомий тиск на заготовках був приблизно однаковий.

Перед початком роботи на пневматичному вибивальному молоті перевіряють кріплення інструменту, молот змащують і перевіряють його підімкнення до електричної мережі й заземлення. Колонку з ковадлом установлюють уздовж осі молота так, щоб осі нижнього й верхнього бойків повністю збігалися, а їхня лінія зіткнення була горизонтальною.

Листову заготовку поміщають між нижнім і верхнім бойками. Під час переміщення по нижньому бойку верхній боек б'ючи деформує її, унаслідок чого отримують задану форму деталі.

У процесі роботи молота удари верхнього бойка мають поширюватися на поверхні (ділянці) заготовки, розміщеній під поверхнею бойка. Що більша площа цієї поверхні, то слабша сила удару, яка припадає на 1 мм² металу.

Зменшення або збільшення сили удару молота досягають зміною форми бойка. У процесі вибивання бойок не повинен перекривати занадто велику площу поверхні заготовки через зменшення сили удару. Потрібно враховувати, що в разі значного зменшення площі проковування бойок може просікати (зарубувати) метал, а це зробить деталь непридатною до використання. Під час вибивання заготовку на ковадлі притримують обома руками, спрямовуючи її до бойка тими місцями, які потрібно піддавати вибиванню (рис. 6.34, а).

У процесі вибивання заготовку доводиться передавати на відпалювання іноді кілька разів, щоб зняти зміцнення. Після відпалювання продовжують вибивання, підводячи заготовку під бойок тими місцями, які необхідно піддати вибиванню для отримання потрібної форми.

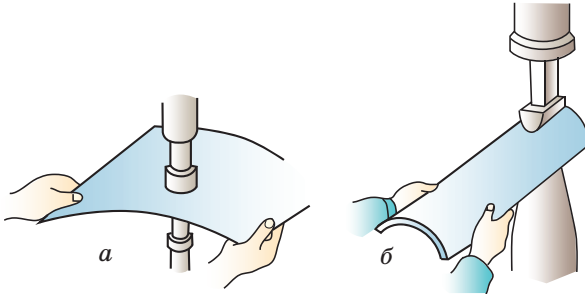


Рис. 6.34. Прийоми роботи на вибивальному молоті:
а — вибивання однієї заготовки;
б — трьох заготовок

Під час вибивання деталей перевіряють за шаблоном або на болванці. Деталі з тонкого листового матеріалу на вибивальних молотах обробляють по дві-три відразу (рис. 6.34, б).

Запам'ятайте! Заборонено на молоті вибивати дрібні деталі, тому що пальці рук можуть потрапити під бойок.

Після вибивання деталей піддають правленню, щоб згладити нерівності, обрізають кромки й перевіряють деталь за шаблоном. Після закінчення роботи на вибивальному молоті насухо витирають і злегка змащують бойки для запобігання корозії.

6.11. Гофрування

Гофрування — процес створення складок (гофрів, вигинів, хвиль) у листових матеріалах із чорних і кольорових металів або в трубах унаслідок їхнього згинання через фіксовану відстань. Його проводять для покращення характеристик міцності матеріалу та здатності матеріалу чинити опір утворенню деформації. Гофрування виконують уручну, на зикмашинах, пресах (формуванням) або в профільних валках (прокатуванням). Заготовками є листи та нарубані смуги металу потрібної ширини й товщини. Гофрування вручну описано в підрозділі 6.10 (рис. 6.31).

Гофровані листи, смуги та стрічки виготовляють послідовним штампуванням у штампах на спеціальних пресах (рис. 6.35, а) або ж формуванням у валках, що виконані як набір зубчастих дисків, повернутих в

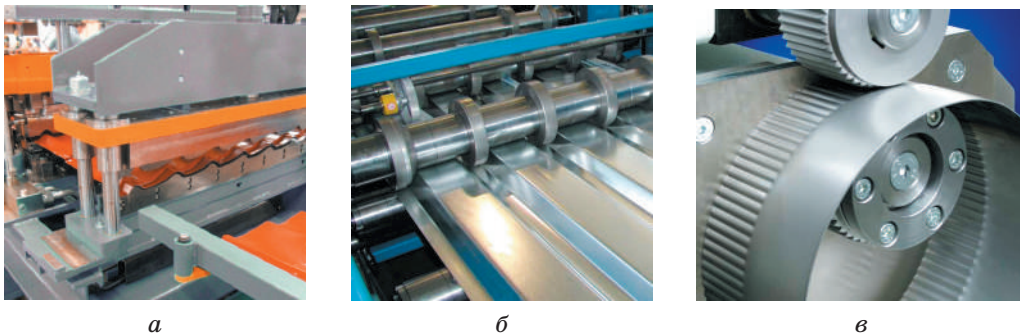


Рис. 6.35. Способи гофрування металу:
а — у пресах; б — у валках; в — на зикмашинах

обводоному напрямку на деякий кут один щодо іншого (рис. 6.35, б; с. 127). Другий спосіб відрізняється від першого вищою продуктивністю та відносною простотою застосовуваного інструменту й обладнання. Хоча за послідовного штампування точність гофрованих стрічок зазвичай вища, ніж за формування у валках. Для виготовлення бляхарних виробів гофрування виконують і на зикмашинах (рис. 6.35, в; с. 127).

Найбільшу частку в сортаменті виробів становлять гофровані профілі різної форми: трапецієподібні, напівкруглі, овальні, трикутні, прямокутні, напівзамкнуті тощо. Істотною перевагою деталей із гофрованих профілів є значно більший момент опору поперечного перерізу, ніж у деталей із гладких листів такої самої або більшої товщини.

6.12. Витягування

Витягування — процес перетворення плоскої заготовки на порожнисту деталь будь-якої форми (або подальша зміна її розмірів). Його виконують у штампах на пресах, на ротаційних верстатах або вручну так само, як і операцію вибивання (див. підрозд. 6.10).

Витягування листового металу буває звичайне та глибоке. За **глибокого витягування** сталевих листів надлишковий об'єм листового матеріалу найчастіше спричиняє утворення на заготовці складок. Щоб отримати порожнисту опуклу заготовку витягуванням без складок, потрібно нагрівати заготовки й виконувати операцію в кілька прийомів. За одну операцію витягування отримують відштамповані деталі невеликої висоти. Для запобігання утворенню складок застосовують штампи, у яких листову заготовку перед початком процесу витягування притискають до поверхні матриці спеціальним притискачем. Цю операцію здійснюють у кілька переходів залежно від відношення висоти й діаметра листової заготовки та відносної товщини стінок деталі. Ступінь деформації металевих листів, який утворює стінки заготовки, підвищується в міру віддалення від дна заготовки до її кромки. Якщо в днищі деталі деформація металевих листів майже не пластична, то біля кромки заготовки метал зазнає найбільших структурних змін, а в ділянці стінок відбувається найбільше розтягнення металевих листів.

Під час витягування металу треба враховувати *коефіцієнт витягування* m — відношення діаметра d готової деталі до діаметра D заготовки.

Витягування в штампах деталей із листового металу роблять на пресах у штампах, які розвивають тиск у кілька тонн і втискають пуансон у матрицю, розміри та форму яких надають заготовці під час її формування. Під час витягування (рис. 6.36) пуансон 1 утягує плоску заготовку 3 в отвір матриці 4. Для запобігання утворенню складок у заготовці за стисальної напруги $P_{\text{ст}}$ застосовують притискачі 2, які притискають метал до матриці із зусиллям $Q_{\text{пр}}$.

Однак потрібно враховувати, що зі збільшенням радіуса заокруглення листового матеріалу напруження в цьому матеріалі зменшуються і, відповідно,

потоншення стінок заготовки буде меншим. Водночас занадто великий радіус заокруглення кромки матриці призведе до утворення складок на деталі. Тому радіуси заокруглень кромки на матриці роблять залежно від товщини матеріалу заготовки та глибини її витягування й обчислюють дослідним шляхом, з урахуванням пластичності різного листового матеріалу (металу або сплаву).

Якщо лист не дуже товстий, радіус заокруглення пуансона дорівнюватиме радіусу заокруглення матриці. За більш глибокого витягування і використання товстішого матеріалу радіус та інші розміри пуансона (його висота й діаметр) можуть бути і значно меншими, відповідно до потрібної форми заготовки й товщини матеріалу. Якщо радіус заокруглення кромки пуансона буде занадто малий, то це призведе до значного стоншення матеріалу заготовки або заклинювання деталі між пуансоном і матрицею.

Запам'ятайте! *Мінімально допустимий радіус заокруглення пуансона має дорівнювати подвоєній товщині витягнутого матеріалу.*

Ротаційне витягування — поширений спосіб оброблення металів, який застосовують для виготовлення тонкостінних порожнистих деталей у формі тіл обертання. Витягування металу на ротаційному верстаті (рис. 6.37) здійснюють, прикладаючи тиск до обертової листової або порожнистої заготовки, унаслідок чого вона набуває форми оправки.

Листову заготовку у формі круга закріплюють між оправкою та супортом верстата. Оправка має збігатися з внутрішньою конфігурацією виробу. Привід починає обертати болванку, а спеціальний пасивний ролик, що приводиться в рух обертанням заготовки, здійснює керований формувальний тиск як у поздовжній, так і радіальній площинах. Ролик притискає метал до оправки, рухаючись по складній кривій то до краю болванки, то назад. Притискання відбувається за кілька проходів. Наприкінці оброблення виконують серію проглажувальних рухів ролика зі зниженим притисканням для отримання високоякісної поверхні.

Окрім листових заготовок у формі круга, для деяких деталей використовують й інші плоскі фігури — овал або еліпс, а також складні криволінійні замкнуті контури, відрізки круглих труб.

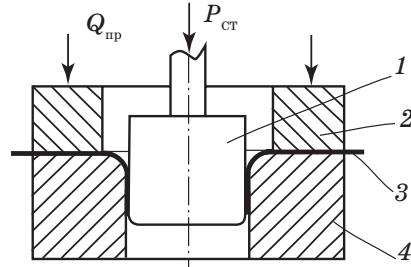


Рис. 6.36. Витягування металу в штампах:

1 — пуансон; 2 — притискач;
3 — заготовка; 4 — матриця



Рис. 6.37. Ротаційне витягування

6.13. Штампування

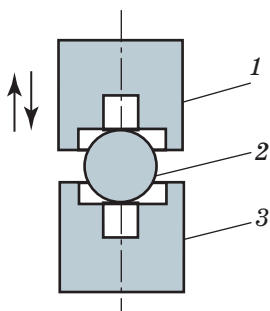


Рис. 6.38. Будова штампа:

- 1 — пуансон;
- 2 — заготовка;
- 3 — матриця

Штампування — процес пластичної деформації матеріалу зі зміною форми й розмірів заготовки в штампах, які встановлюють на прес. Штамп складається з пуансона й матриці (рис. 6.38).

Залежно від властивостей матеріалів використовують гаряче й холодне штампування. **Гарячим штампуванням** називають процес отримання деталей у штампах із підігріванням, а **холодне штампування** виконують без нього. За гарячого штампування заготовку нагрівають до температури $+200\text{--}1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ залежно від хімічного складу сплаву й умов оброблення. Розрізняють два види штампування: об'ємне й листове.

Об'ємне штампування — процес ковальсько-штампувального виробництва, що полягає в перетворенні найпростіших об'ємних заготовок на більш складні вироби, форма яких відповідає порожнині спеціалізованих інструментів — *штампів*. Перерозподіл металу заготовки в штампах відбувається внаслідок пластичної деформації.

Листове штампування — метод виготовлення плоских та об'ємних тонкостінних виробів із листового матеріалу, стрічки або смуги за допомогою штампів на пресах або без застосування пресів. Листове штампування здійснюють у холодному стані та з підігріванням. Найпоширенішим є холодне листове штампування зі смуг завтовшки $0,1\text{--}5\text{ мм}$. Гаряче листове штампування виконують зі смуг завтовшки понад 5 мм .

Переваги листового штампування: можливість виготовлення міцних, жорстких, тонкостінних деталей простої та складної форми; висока продуктивність, економна витрата металу й простота процесу; відносна простота механізації та автоматизації процесу оброблення.

Для виготовлення бляхарних виробів здебільшого використовують листове холодне штампування.

Усі операції листового штампування класифікують на роздільні й формозмінні. **Роздільними операціями** є: *різання* — послідовне відокремлення частини металу вздовж прямої або кривої лінії; *вирубування* — одноразове відокремлення матеріалу від заготовки по замкнутому контуру, причому відокремлена частина є виробом; *пробивання* — отримання отворів у матеріалі по замкнутому контуру всередині деталі (рис. 6.39).

До основних **формозмінних операцій** належать правлення, згинання, витягування, протягування, відбортовування і формування (рис. 6.40).

Правлення застосовують для усунення нерівностей та викривлень плоских деталей після вирубування і пробивання, а також для виправлення окремих елементів форми деталей після формозмінних операцій.

Згинання буває однокутове (V-подібне) і двокутове (U-подібне) (рис. 6.40, а), а також багатокутове.

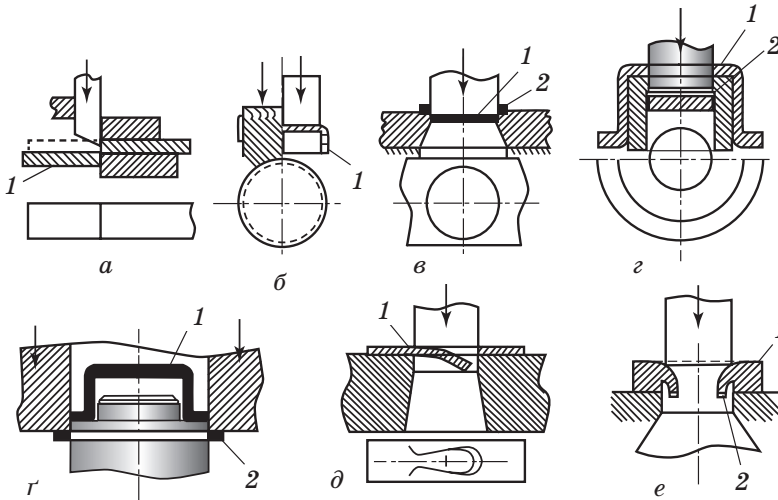


Рис. 6.39. Роздільні операції листового штампування:

a — відрізання заготовок від листа або смуги; *б* — розрізання деталей на частини; *в* — вирубання деталей; *г* — пробивання отворів у деталях; *д* — обрізання; *е* — надрізання; *ж* — зачищення; 1 — виріб; 2 — відходи

Витягування — операція, що перетворює плоску заготовку на порожнисту деталь або напівфабрикат (рис. 6.40, б). Витягування без стоншення стінки полягає в згортанні стаканчика із плоскої заготовки (перша операція) і подальшому зменшенні діаметра стаканчика, якщо це потрібно.

Відбортовування і розбортовування — операції, які здійснюються для утворення борта по зовнішньому контуру заготовки або по контуру раніше пробитого отвору (рис. 6.40, в).

Завивання (рис. 6.40, г) — операція утворення завитих кромek каструль, мисок тощо.

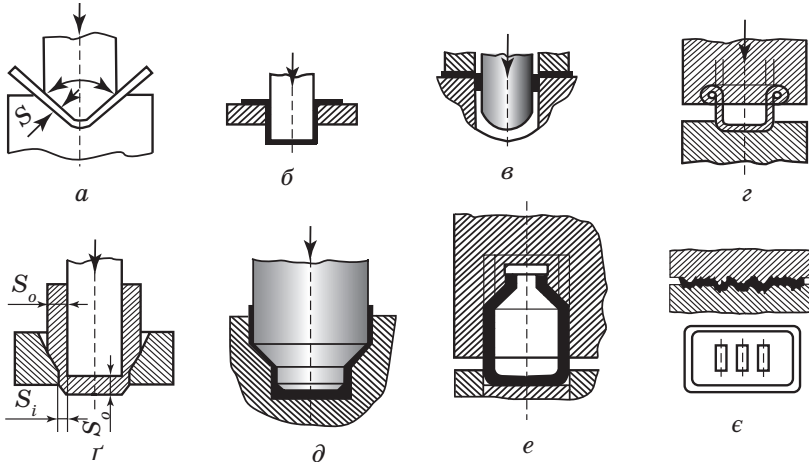


Рис. 6.40. Формозмінні операції листового штампування:

a — згинання; *б* — витягування; *в* — відбортовування; *г* — завивання; *д* — витягування зі стоншенням стінки; *е* — розтискання; *ж* — обтискання; *з* — рельєфне формування

Витягування зі стоншенням стінки (рис. 6.40, г; с. 131) від S_0 до S_i застосовують для виготовлення глибоких посудин.

Розтискання (рис. 6.40, д; с. 131) — операція отримання розтрубів.

Обтискання (рис. 6.40, е; с. 131) — операція утворення горловин.

Рельєфне формування — зміна форми заготовки або напівфабрикату (рис. 6.40, є; с. 131). Формування виконують у таких самих штампах, як і витяжні із силою притискання, збільшеною до такої міри, що затиснута частина листа не зазнає деформації. Форма внутрішньої частини виробу змінюється внаслідок її стоншення.

Для виконання операцій листового штампування випускають *кривошипні, електромагнітні, гідравлічні, пневматичні та гвинтові преси*. Залежно від кількості повзунів преси бувають: простої (один повзун), подвійної (два) і потрійної (три повзуни) дії. Преси виробляють похилі й непохилі. На *похилих пресах* під час роботи на штампі з виштовхувачем виріб видаляють із штампа і він потрапляє в тару завдяки ковзанню похилою площиною під дією маси. Столи *непохилих пресів* бувають пересувні й нересувні.

У *відкритих пресах* доступ у робочу зону можливий із трьох сторін (спереду, праворуч і ліворуч), що зручно для експлуатації та оснащення пресів засобами автоматизації, дає змогу виробляти на них штамповані вироби з рулонної, полосової та штучної заготовок. У *закритих пресах* із підвищеною жорсткістю доступ у робочу зону можливий спереду і ззаду, проте в бічних стояках роблять вікна для роботи з автоматичного подавання стрічки. В одностоякових пресах станина виконана як суцільний стояк, у двостоякових між ними є простір, через який видаляють вироби й відходи. Швидкохідні преси здійснюють понад 100 ударів за хвилину, а готові вироби з такою самою швидкістю надходять у контейнер.

Штампи складаються з великої кількості різних деталей (рис. 6.41). За призначенням ці деталі об'єднані в кілька груп, що виконують певні функції під час штампування. *Робочі частини* безпосередньо утворюють форму деталі (заготовки) й складаються з пуансонів, матриць або їхніх окремих секцій. *Корпусні деталі* з'єднують із пресом усі робочі частини штампа, складаються з нижньої та верхньої плит штампа, хвостової частини, а також напрямних втулок і колонок. *Установлювальні деталі* полегшують установлення деталі або заготовки відносно оброблюваного контуру робочих частин. *Знімно-видальні деталі* полегшують вивільнення деталей чи відходів із штампа після виконання операцій, складаються із знімачів і виштовхувачів різних конструкцій. *Конструктивні деталі* необхідні для скріплення окремих груп деталей із корпусними деталями.

Для спрощення та здешевлення технічного оснащення застосовують способи оброблення з використанням штампів з еластичних матеріалів (наприклад, гуми, пластмаси). Штампування гумою застосовують для виконання вирубів, пробивання, згинання, відбортовування і витя-

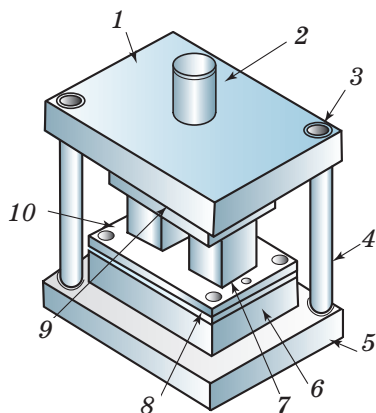


Рис. 6.41. Основні деталі штампа:

- 1 — верхня плита;
 2 — хвостовик; 3 — напрямна втулка;
 4 — напрямна колонка;
 5 — нижня плита;
 6 — матриця; 7 — пуансон;
 8 — установлювальні деталі;
 9 — пуансонотримач;
 10 — знімач

гуювання під час виготовлення порівняно великих деталей із пластичних матеріалів завтовшки до 2 мм.

У процесі листового штампування плоску листову сталь подають у простір штампа. За один удар преса можна отримати будь-яку конфігурацію деталі. Є складні вироби, які формують за кілька операцій. У кожному разі розробляють окрему технологію, виготовляючи для цього різні штампи.

Запитання та завдання

1. Що таке фальцювання?
2. Які є види фальцевих швів?
3. Як виконують механізоване виготовлення фальцевих швів?
4. Що таке зикування металу?
5. Що називають рифленням металу?
6. Охарактеризуйте сутність операції підсікання металу.
7. Для чого виконують заковчування дроту?
8. Що таке відбортовування металу?
9. У чому полягає посадка металу?
10. Що таке вибивання металу?
11. Для чого виконують витягування металу?
12. Які є види штампування?
13. Для виробів із підвищеними вимогами щодо міцності та щільності застосовують фальци
 - А одинарний лежачий
 - Б подвійний лежачий
 - В полуторний лежачий
 - Г одинарний стоячий
14. Ширина, на яку розмічають відгин під час виготовлення фальца, має бути більшою за товщину матеріалу, який потрібно з'єднати, у
 - А 2 рази
 - Б 5 разів
 - В 10 разів
 - Г 15 разів
15. Радіус заокруглення зика за товщини металу 0,3–1,0 мм має становити

А 1,5 мм	Б 2 мм	В 3 мм	Г 5 мм
----------	--------	--------	--------

Розділ 7. СКЛАДАЛЬНО-МОНТАЖНІ РОБОТИ

7.1. Паяння

Паяння — технологічний процес отримання нерознімних з'єднань металів нагріванням до розплавлення більш легкоплавкого присаджувального металу — *припою*, що заповнює зазор між з'єднувальними деталями. Основний метал не плавлять, а нагрівають до температури плавлення припою. Завдяки цій особливості паяння використовують для з'єднання різних 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 їхні сплави, пластмаси.

Недоліком паяння є застосування переважно з'єднань унапуск і використання дефіцитних компонентів (срібло, олово, мідь та ін.).

Розрізняють два види паяння: *низькотемпературне* (температура плавлення припою не перевищує $+550^{\circ}\text{C}$) і *виськотемпературне* (температура плавлення припою вища за $+550^{\circ}\text{C}$).

Паяння здійснюють завдяки здатності припою змочувати поверхні з'єднаних деталей та проникати в них з утворенням тонкого шару припою, який забезпечує міцність і щільність паяного з'єднання.

Якість, міцність та експлуатаційна надійність паяного з'єднання залежать насамперед від правильного вибору припою. Не всі метали та сплави можна використовувати як припої.

Припої (табл. 7.1, 7.2) 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.

Покривання поверхні виробів тонким шаром припою 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 та її нанесення на поверхню.

Підготовка поверхні до лудіння залежить від вимог до виробу та способу нанесення полуди. Перш ніж покривати поверхню припоєм, її обробляють щітками, шліфують, знежирюють і травлять.

Нерівності на виробих видаляють шліфуванням абразивними кругами та шкурками. Хімічне знежирювання поверхонь здійснюють у водному розчині каустичної соди (на 1 л води 10 г соди).

Таблиця 7.1

Припої для низькотемпературного паяння

Марка або склад	Застосування	Примітка
<i>Олов'яно-свинцеві</i>		
ПОС-90	Лудіння і паяння внутрішніх швів харчової та медичної апаратури	—
ПОС-61	Лудіння і паяння електро- й радіо-апаратури	Для паяння високогерметичних швів, що не допускають перегрівання.
ПОС-40	Лудіння і паяння деталей з оцинкованого заліза, латуні й мідних проводів	—
ПОС-10	Лудіння і паяння контактних поверхонь електричних апаратів, приладів, реле	—
ПОССу-4–6	Лудіння і паяння заліза, латуні, міді, свинцю	За наявності клепа-них замкових швів, ум'ятин у кузовах автомашин.
<i>Олов'яно-цинкові</i>		
Олово 45 %, цинк 50 %, алюміній 5 %	Паяння алюмінію	Паяні шви схильні до корозії.

Таблиця 7.2

Припої для високотемпературного паяння

Марка або склад	Застосування	Примітка
<i>Срібні</i>		
ПСр-10	Паяння деталей, які піддають нагріванню до температури +800 °С	—
ПСр-12	Паяння міді й латуні з умістом міді 58 %	—
ПСр-25	Паяння дрібних деталей	Для деталей, які потребують чистоти шва й високих пластичних властивостей.
ПСр-45	Паяння відповідальних мідних і бронзових деталей	Для збереження високої електропровідності та пластичності шва.
ПСр-65	Паяння стрічкових пил	—
ПСр-70	Паяння струмопровідних частин	—

Марка або склад	Застосування	Примітка
<i>Мідно-цинкові</i>		
ПМц-36	Паяння латуні Л59, легованих латуней	—
ПМц-48	Паяння латуні	—
ПМц-54, Л62	Паяння міді, бронзи, сталі	—
ЛОК 62-06-04	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	—
<i>Мідно-фосфорні</i>		
ПМФОЦр 6-4-0,03	Паяння міді та її сплавів	Замінник на основі срібла типу ПСр-40 та ін.
<i>Кремніємідноалюмінієві</i>		
№ 34 (кремній 6 %, мідь 28 %, алюміній 66 %)	Паяння алюмінію та його сплавів	Задовільна стійкість швів проти корозії.

Лудіння припоями здійснюють зануренням у полуду (невеликі вироби) або розтиранням (великі вироби).

Лудіння зануренням виконують 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. Щоб зняти залишки полуди, виріб протирають ганчіркою, обсипаною порошкоподібним нашатирем. Потім виріб промивають у воді й сушать у тирсі.

Лудіння розтиранням здійснюють після попереднього нанесення на очищене місце волосяною щіткою або ганчіркою хлористого цинку. Потім поверхню виробу рівномірно нагрівають до температури плавлення полуди, яку наносять дротиком. Ганчірку обсипають порошкоподібним нашатирем і розтирають нею нагріту поверхню так, щоб полуда розподілялася рівномірно. Після цього нагрівають і так само лудять інші місця.

Флюси (табл. 7.3, 7.4) — 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. Нагрівання деталей, які паяють, і розплавлення припою здійснюють за допомогою паяльних ламп і паяльників. Паяльні лампи найчастіше використовують для паяння легкоплавкими припоями, але іноді застосовують і під час паяння тугоплавкими припоями з відносно невисокою температурою плавлення (наприклад, срібними).

Таблиця 7.3

Флюси для низькотемпературного паяння

Склад флюсу	Застосування
Каніфоль	Паяння міді та її сплавів
Хлористий цинк 25–30 %, хлористий амоній 5–20 % (нашпир), 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 7.4

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	—

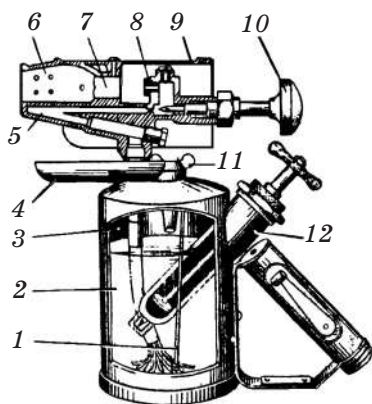


Рис. 7.1. Паяльна лампа:
1 — запобіжний стрижень;
2 — резервуар для палива;
3 — повітряний простір;
4 — нагрівальна ванночка (чашечка); 5 — канали змішувача; 6 — труба;
7 — змішувальна труба;
8 — сопло; 9 — захисний пристрій від вітру;
10 — вентиль; 11 — кришка заливного отвору; 12 — насос

Паяльні лампи працюють на бензині, спирті або гасі. Газові лампи відрізняються від бензинових розміщенням змішувача (у газових лампах він розташований у середині труби, а в бензинових — зовні).

Паяльна лампа (рис. 7.1) складається із запобіжного стрижня 1 і 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 підігрівають канали змішувача 5. До моменту повного вигорання палива в чашечці треба відкачати повітря насосом 12 до резервуара й ледь відкрити вентиль 10, і паливо підніметься по каналах змішувача 5, де буде нагріватися та 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 пришвидшує 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.

Запам'ятайте! Неправильна експлуатація паяльної лампи може призвести до нещасного випадку, тому потрібно ретельно дотримуватися таких основних правил: заправляти паяльну лампу лише тим паливом, на яке вона розрахована, і в пожежобезпечному місці; зберігати паливо в окремій посудині; заливати паливо лише з посудини, обладнаної тонкою зливною трубкою, або через невелику ліжку на листі; кількість залитого палива не повинна перевищувати $\frac{3}{4}$ об'єму резервуара; поблизу робочого місця має бути пісок для гасіння вогню.

Основним інструментом для паяння є **паяльник**. За способом нагрівання їх поділяють на дві групи: паяльники періодичного (електричні) та безперервного (газові, бензинові) підігрівання. Застосовують також паяльники спеціального призначення: ультразвукові з генератором ультразвукової частоти, з дуговим підігріванням, з вібруючими пристроями тощо.

Основне призначення паяльника полягає в нагріванні припою до розплавлення та нанесенні його на з'єднання, прогріванні металу в місці паяння та видаленні залишків розплавленого припою.

Паяльники періодичного підігрівання поділяють на *кутові*, або *молоткові* (рис. 7.2, а), та *прямі*, або *торцеві* (рис. 7.2, б). Це певної форми шматок міді 3, закріплений на сталевому стрижні 2 з дерев'яною рукояткою 1 на кінці.

Паяльники безперервного підігрівання бувають газові й бензинові.

Газовий паяльник (рис. 7.3) складається з ацетиленокисневого пальника 4, до якого на стрижні 2 за допомогою хомутика 3 прикріплено мідну головку 1. Ніпелі 7 та 8 під шланги прикріплені до рукоятки 6. Кисень й ацетилен надходять по шлангах ніпелів 7 і 8. Подавання до пальника ацетиленокисневої суміші регулюють вентилями 5 і 9. На виході із сопла 10 суміш запалюють, і полум'я, що утворилося, нагріває робочу частину паяльника.

Бензиновий паяльник (рис. 7.4) має мідну головку 1, яку безперервно підігріває полум'я бензинового пальника 2. Рукоятка 3 одночасно є резервуаром для бензину. Резервуар наповнюють неповний, залишаючи невеликий вільний простір. Після наповнення резервуара бензином вентиль на кінці рукоятки міцно закручують.

Запам'ятайте! Категорично заборонено наповнювати бензином резервуар поблизу вогню!

Електричні паяльники прості та зручні в користуванні. Під час паяння ними не утворюються шкідливі гази, що роз'їдають полуду на мідному стрижні. Нагрівання здійснюють рівномірно за постійної температури, що значно підвищує якість паяння. Час нагрівання становить 2–8 хв. Електропаяльники бувають *прямі* (рис. 7.5, а) і *кутові* (рис. 7.5, б).

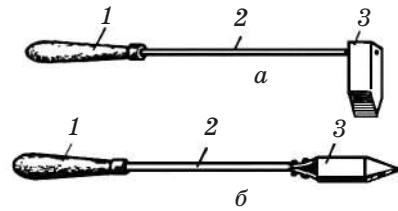


Рис. 7.2. Паяльники періодичного підігрівання:

а — кутовий; б — прямий;
1 — рукоятка; 2 — стрижень;
3 — мідна головка

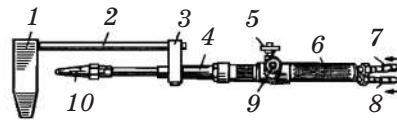


Рис. 7.3. Газовий паяльник безперервного підігрівання:

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)

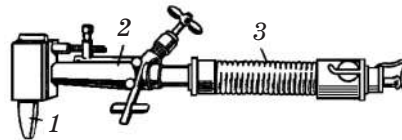


Рис. 7.4. Бензиновий паяльник безперервного підігрівання:

1 — мідна головка; 2 — бензиновий пальник; 3 — рукоятка

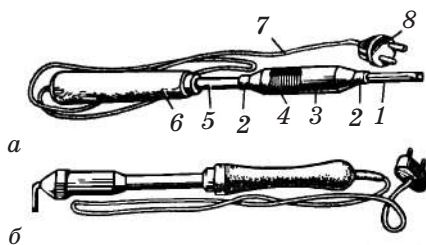


Рис. 7.5. Електричні паяльники:

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

Технологічний процес паяння складається з таких етапів: підготовка виробу до паяння; підготовка паяльника; розплавлення припою (паяння); охолодження та очищення шва.

Щоб підготувати виріб до паяння, спочатку поверхню очищають 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 й шліфувальні круги. Ефективним способом очищення є хімічне знежирення в лужних ваннах і в органічних розчинниках (ацетон, бензол, скипидар, бензин, метиловий та етиловий спирти тощо).

Якщо оксидні плівки неможливо видалити знежирюванням і вони перешкоджають утворенню міцного з'єднання припою з металом, застосовують травлення в розчинах сірчаної, соляної, фосфорної та інших кислот. Коли ж ці способи не забезпечують потрібної чистоти поверхні, виконують ультразвукове очищення.

Підготовка паяльника полягає в доведенні робочої частини під кутом 30–40° та очищенні її від залишків окалини. Потім обушок паяльника нагрівають до температури +250–300 °С для паяння малих деталей і до +340–400 °С — для паяння великих. На нормальне нагрівання паяльника вказує легке почервоніння обушка.

Для розплавлення припою нагрітий паяльник очищають від окалини зануренням у хлорид цинку, набирають із дротика одну-дві краплі припою і проводять паяльником по шматку нашатирю, допоки кінець паяльника не покриє рівний шар припою. Потім місце паяння протравлюють. 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 й 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. Поверхні підганяють одну до одної обпилюванням, ретельно очищають від бруду, оксидних плівок і жирів меха-

нічним або хімічним способом. 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 та просушують. Шов зачищають наждачним папером або обпилюють напилком.

Робочі місця, призначені для виконання паяння та лудіння, необхідно обладнувати місцевими витяжними пристроями.

7.2. Склеювання

Склеювання — процес нерознімного з'єднання деталей за допомогою клеїв. Клейові з'єднання забезпечують достатню герметичність, водостійкість, високу стійкість до вібраційних та ударних навантажень. У багатьох випадках склеювання замінює паяння, клепання, зварювання і посадку з натягом.

Клеї — колоїдні розчини плівкоутворювальних полімерів, що здатні під час затвердіння утворювати міцні плівки, які добре прилипають до поверхонь різних матеріалів.

Міцність склеювання забезпечують адгезія та когезія. **Адгезія** (прилипання) — це здатність плівки клею міцно утримуватися на поверхні матеріалів, які склеюють. Адгезія є наслідком дії електростатичних сил, що завжди виникають під час контакту різнорідних тіл. **Когезія** — це власна міцність плівки. Робота когезії — це робота, що витрачається на подолання сил зчеплення між частинками всередині однорідного тіла. Міцність склеювання підвищують, забезпечуючи механічне зчеплення плівки клею із шорсткою поверхнею матеріалу.

Клеючі матеріали містять у своєму складі такі компоненти: *плівкоутворювальні речовини* — основу клею, яка визначає адгезійні й когезійні властивості клею та основні фізико-механічні характеристики клейового з'єднання; *розчинники*, що створюють певну в'язкість клею; *пластифікатори* — для усунення усадкових явищ у плівці й підвищення її еластичності; *отверджувачі та каталізатори* — для переведення плівкоутворювальної речовини в термостабільний стан; *наповнювачі* — для зменшення усадки клейової плівки, підвищення міцності склеювання.

За походженням адгезиву клеї поділяють на дві групи: синтетичні та штучні. *Штучні клеї* є продуктами хімічної модифікації природних речовин: крохмалю, білків, целюлози й силікатів.

Залежно від природи адгезиву *синтетичні клеї* поділяють на дві підгрупи: клеї на основі полімерів і каучуків, а штучні — на чотири 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 пришвидшує процес затвердіння, сприяє повному виведенню розчинника, збільшенню молекулярної маси адгезивів, більш швидкому зшиванню макромолекул та утворенню клейових швів, міцності, тепло- й водостійкості. За характером затвердіння розрізняють клеї холодного й гарячого затвердіння.

За призначенням клеї поділяють на два розряди: *одноцільові* (для паперу, шкіри, деревини тощо) і *багатоцільові*, або *універсальні*.

Рід клеїв відповідає роду адгезивів та об'єднує кілька видів (наприклад, рід поліамідних, поліефірних).

Внутрішньовидовий поділ роблять за консистенцією клеїв (рідкі та тверді, плиткові, порошкові, гранульовані, плівкові), за сортами й марками.

Клеї на основі синтетичних полімерів, або **клеї синтетичні**, є найрізноманітнішими та найпоширенішими. Вони мають універсальне застосування, відрізняються високою стійкістю до дії різних середовищ. Недоліком деяких видів цих клеїв є шкідливий фізіологічний вплив на організм людини через токсичність мономерів, пластифікаторів та органічних розчинників (які, зокрема, зумовлюють вогнєнебезпечність). Процес затвердіння синтетичних клеїв часто супроводжують усадковість, поява крихкого клейового шва. Більшість синтетичних клеїв є композиційними: окрім адгезивів, вони містять наповнювачі й інші домішки.

Групу синтетичних клеїв поділяють на дві 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 за $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термопластичні клеї мають добру адгезію, утворюють міцні й еластичні з'єднання, водостійкі, але недостатньо теплостійкі ($+50\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$). 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 й карбонільні.

Клеї на основі термореактивних полімерів мають високу адгезію до металів і неметалів, високі теплостійкість ($+75\text{--}250\text{ }^{\circ}\text{C}$) і морозостійкість, добру стійкість до води, мастил, бензину й інших розчинників. Їх випускають як одно-, так і двокомпонентними.

Однокомпонентні клеї склеюються за гарячого затвердіння. Вони можуть твердіти й за кімнатної температури, але це триває значно

довше, а сам клейовий шов набуває меншої міцності. Однокомпонентні клеї виготовляють на основі фенолформальдегідної 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 аміноальдегідних, ненасичених поліефірних, поліуретанових і кремніеорганічних смол. Одним із компонентів цих клеїв є розчин рідкої смоли, другим — отверджувачі. Компоненти змішують за місцем використання. Для широкого застосування випускають двокомпонентні епоксидні, кремніеорганічні й сечовиноальдегідні клеї.

Клеї гумові (каучукові) — це розчини каучуків і гумових сумішей в органічних розчинниках. Розрізняють клеї вулканізуючі та 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 водо- й термостійкість (експлуатують за температур від $+10$ до $+80$ °С), але клейовий шар недостатньо міцний.

Вулканізуючі клеї містять синтетичні каучуки, іноді в суміші з натуральними, сірку й інші вулканізатори, прискорювачі вулканізації, наповнювачі та пластифікатори. Залежно від умов твердіння вулканізуючі клеї поділяють на клеї гарячого та холодного твердіння.

Клеї гарячого твердіння за температури близько $+100$ °С утворюють міцні волого-, термо- й морозостійкі клейові плівки. Ці клеї використовують для склеювання гуми, гумово-тканинних матеріалів і приклеювання до металів.

Клеї холодного твердіння утворюють плівки за кімнатної температури (містять прискорювачі вулканізації).

Залежно від складу випускають **готові до вживання** 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 із деревини, кераміки, лінолеуму, шкіри.

7.3. Холодне зварювання (клейове)

Холодне зварювання — спеціальний вид суперміцного клею, який застосовують для з'єднання різних матеріалів, зокрема й сталі. У його складі є епоксидний клей або смола з різними наповнювачами, що забезпечує високу міцність з'єднання деталей.

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,



Рис. 7.6. Упаковки клею «холодне зварювання»: а — рідкого; б — сухого

кому стані є епоксидні смоли (рис. 7.6, а). У сухому (пластичному) стані клей подібний до густої маси, спресованої в бруски (рис. 7.6, б). У такому вигляді його використовують як замазку.

Клей для холодного зварювання буває одно- й двокомпонентний. Однокомпонентний епоксидний клей — це готова суміш, яку можна використовувати відразу після відкриття упаковки. Двокомпонентний клей містить епоксидну смолу й металеві компоненти або отверджувач. Його випускають у стані пластиліну або рідкої консистенції; використовують упродовж зазначеного виробником терміну.

Для виконання холодного зварювання насамперед необхідно підготувати поверхню, на яку наноситимуть клей. Для цього використовують наждачний папір, за допомогою якого зачищають поверхні від бруду й іржі. Потім потрібно ретельно просушити поверхню. Наступним етапом є її знежирення. Для цього найкраще використовувати ацетон. Далі готують клейову суміш. Від тубуса холодного зварювання відрізають шмат певного розміру, ретельно розминають до отримання м'якої та однорідної за кольором маси. Щоб засіб не прилипав до рук, їх періодично змочують водою. Міцне з'єднання елементів виробів відбувається впродовж 30 хв. Повне застигання може тривати до 24 год. Тільки після цього місце ремонту можна піддавати обробленню (зачищати, шпаклювати та фарбувати).

7.4. З'єднання заклепками

Клепання — процес утворення нерознімного з'єднання двох або кількох деталей за допомогою заклепок.

Клепані з'єднання широко використовують для виготовлення бляхарних виробів, металевих конструкцій мостів, ферм, рам і балок, а також у літако- й суднобудуванні тощо.

Технологічний 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 $+1000-1100\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для заклепок із діаметром стрижня до 8 мм застосовують лише холодне клепання, якщо діаметр стрижня в межах 8–12 мм — гаряче й 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 три види клепання: *ручне ударне, механізоване ударне та 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. 7.7, а) — зі стрижнем діаметром 1–36 мм і завдовжки 2–180 мм;

з *напівкруглою низькою головою* (рис. 7.7, б) — зі стрижнем діаметром 1–10 мм і завдовжки 4–80 мм;

з *напівпласкою головою* (рис. 7.7, в, ліворуч) — зі стрижнем діаметром 2–36 мм і завдовжки 4–180 мм і *пласкою головою* (рис. 7.7, в, праворуч);

з *потайною головою* (рис. 7.7, г) — зі стрижнем діаметром 1–36 мм і завдовжки 2–180 мм;

з *напівпотайною головою* (рис. 7.7, г) — 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 — з нержавіючої (Х18Н9Т) або легованої (09Г2) сталі.

Вибухові заклепки (АН-1504), з осердям (АН-831) та інші (рис. 7.7, д) мають на вільному кінці стрижня заглибину (камеру), заповнену вибуховою речовиною. Вона захищена від проникнення атмосферної вологи 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. 7.8; с. 146). Протягом 2–3 с заклепку нагрівають до температури $+130-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, і заряд вибухає, розширюючи кінець стрижня.

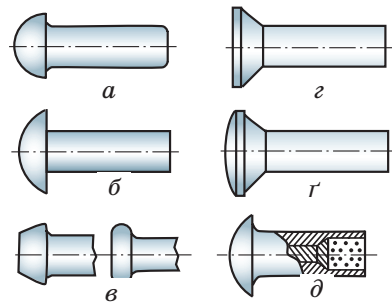


Рис. 7.7. Види заклепок:

- а — з напівкруглою високою головою; б — з напівкруглою низькою головою; в — з напівпласкою та пласкою головками;
- г — з потайною головою; г' — з напівпотайною головою;
- д — вибухова двокамерна

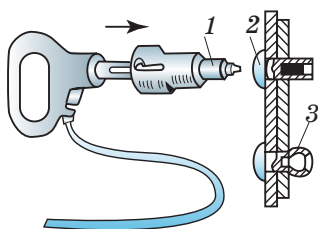


Рис. 7.8. Клепання вибуховими заклепками:
1 — електричний нагрівач;
2 — заклепка; 3 — замикальна головка

У разі клепаання **трубчастими заклепками** в отвір встановлюють заклепку 1 (рис. 7.9, а) 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.

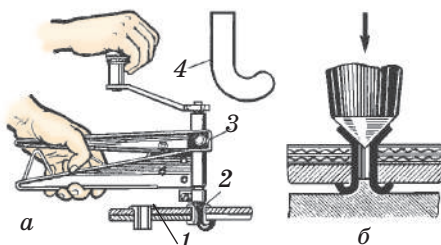


Рис. 7.9. Клепання трубчастими заклепками:

а — робочий прийом; б — розтягування кінців заклепки кернером;
1 — заклепка; 2 — розклепувана головка;
3 — пістонниця; 4 — гачок

За іншого способу заклепку вставляють в отвір на підтримці й розтягують кінці заклепки ударами молотка по кернеру (рис. 7.9, б).

Заклепковим швом називають місце з'єднання деталей заклепками. Залежно від характеристики та призначення з'єднання заклепкові шви поділяють на міцні, щільні й 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 із гуми, пластмаси тощо; **міцнощільний шов** — для виготовлення міцного з'єднання, непроникного для пари, газу, води й інших рідин.

Залежно від кількості рядів заклепкові шви бувають *одно-* й *дво-* й *багаторядні*, а від розміщення заклепок — *паралельні* та *шахові*.

Для ручного клепаання застосовують слюсарні молотки з квадратним бойком, підтримки, обтискачі, натягачі й чекани.

Масу **молотка** вибирають залежно від діаметра заклепки (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

Залежність маси молотка від діаметра заклепки

Діаметр заклепки, мм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0–8,0
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. 7.10, 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. 7.10, б)

$$L = S + (1,2-1,5)d.$$

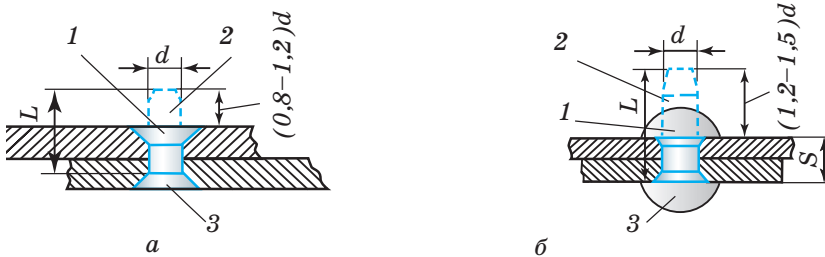


Рис. 7.10. Елементи заклепок:

а — з потайною головкою; б — з напівкруглою головкою;

1 — замикальна головка; 2 — стрижень заклепки; 3 — закладна головка

Відстань від центра заклепки до кромки склепуваних листів має становити $1,5d$. Діаметр отвору має бути більшим за діаметр заклепки, його визначають за даними таблиці 7.6.

Таблиця 7.6

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 два види ручного клепання: з двобічним підходом, коли є вільний доступ як до замикальної, так і до закладної головок; з одnobічним підходом, коли доступ до замикальної головки неможливий.

Відповідно, є два методи клепання: відкритий (прямий) і закритий (зворотний).

Застосовуючи **відкритий (прямий) метод клепання**, удари молотком по стрижню наносять із боку замикальної головки. Спочатку сверд-

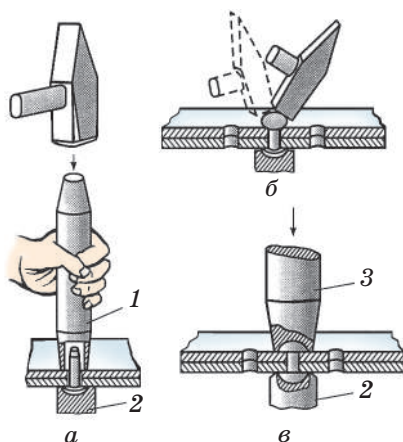


Рис. 7.11. Прийоми клепа́ння:
а — ущільнювання;
б — формування головки;
в — надання форми замикальній
головці; 1 — натягач;
2 — підтримка; 3 — обтискач

лять отвір під заклепку. Потім в отвір уводять знизу стрижень заклепки й під закладну головку ставлять підтримку 2 (рис. 7.11, а). Склепувані листи ущільнюють за допомогою натягача 1. Потім розклепують стрижень заклепки (рис. 7.11, б). Насамкінець обтискачем 3 остаточно формують замикальну головку (рис. 7.11, в).

За **закритого (зворотного) методу клепа́ння** удари молотком наносять по закладній головці. Цей метод застосовують, коли доступ до замикальної головки ускладнений. Стрижень заклепки вводять зверху, а підтримку ставлять під стрижень. Молотком б'ють по закладній головці через оправку, формуючи за допомогою підтримки замикальну головку.

У процесі клепа́ння можуть виникнути дефекти (рис. 7.12).

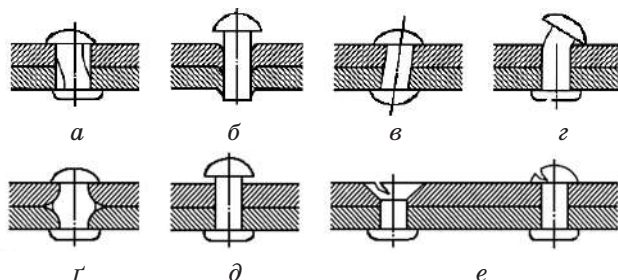


Рис. 7.12. Види дефектів клепа́ння:
а — прогинання стрижня через великий діаметр отвору; б — прогинання деталей через малий діаметр отвору; в — отвір, просвердлений навскіс; г — вигинання утвореної головки; д — розтискання стрижня між деталями через слабе стискання; е — недотягнута головка через нещільну посадку; ж — рвані краї головки через крихкий матеріал заклепки

Клепа́ння великогабаритних деталей здійснюють за допомогою пневматичних та електричних молотків. Значний обсяг клепа́ння виконують на спеціальних клепа́льних машинах, пневматичних і гідравлічних пресах. Клепа́льні машини виготовляють стаціонарними й переносними.

7.5. З'єднання витяжними та різбовими заклепками

Витяжні заклепки — різновид кріплення, за допомогою якого утворюють нерознімне з'єднання деталей високої міцності. Їх застосовують для кріплення профільного листа й металочерепиці.

Заклепки виготовляють з оцинкованої та нержавіючої сталі, алюмінію, міді, мідно-нікелевого сплаву — *монель-металу* (містить 70 % нікелю, 30 % міді). Найкраще, коли витяжні заклепки й з'єднувані деталі виготовлені з одного металу. Це запобігає утворенню гальванічного процесу (прискорене руйнування більш активного металу) і подовжує термін експлуатації металів з'єднаних деталей та самого з'єднання.

Витяжна заклепка складається з двох елементів: стрижня і тіла заклепки (рис. 7.13). **Стрижень** — витягнута деталь циліндричної форми з головкою. Його виготовляють із міцного дроту. Важливий конструкційний елемент на стрижні — потовщення, за допомогою якого дріт фіксують у тілі заклепки. Кінець стрижня зазвичай має форму затупленого конуса, але трапляються долотоподібні й точкові типи. **Тіло заклепки** — трубка з плоскоподібною головкою. Матеріал трубки — досить м'який для розвальцьовування.

Розрізняють два **способи установки заклепок**: холодний та гарячий. За *гарячого способу* місця з'єднання попередньо розігрівають до певної температури (залежно від металу й товщини деталей). На практиці його застосовують для монтажу заклепок великого діаметра — 12 мм і більше.

Заклепки ставлять рядами. Мінімальна відстань між сусідніми рядами має становити 4 діаметри заклепки, від кромки листа до центра металовиробу — не менше ніж 1,5 діаметра заклепки. Для кріплення профільного листа заклепки ставлять у виїмку, а не у хвилю.

Спочатку за допомогою свердла роблять отвір, у який уставлятимуть вставку елемента. 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. Стрижень заклепують в отвір так, щоб головка опинилася зі зворотного боку конструкції.

Добираючи розмір заклепки, дотримуються правила: $A + B = C$, де A — діаметр заклепки; B — товщина деталей; C — довжина заклепки.

Заклепку вставляють у клепальник (рис. 7.14, а, б; с. 150). Інструмент підносять до отвору, діаметр якого відповідає діаметру заклепки (рис. 7.14, в, г; с. 150). Доклавши певні зусилля, стрижень проштовхують крізь трубку заклепки, а його міцна головка розвальцьовує (розплющує) тіло заклепки, допоки не наштовхнеться на з'єднуваний матеріал (рис. 7.14, г; с. 150). Зайву частину дроту відкушують клепальником.

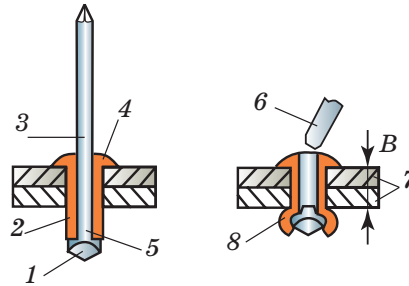


Рис. 7.13. Конструкція витяжної заклепки:

- 1 — головка стрижня; 2 — корпус;
- 3 — стрижень; 4 — бортик;
- 5 — місце відриву; 6 — відірваний стрижень; 7 — скріплюваний матеріал; 8 — замикальна головка;
- B — товщина пакета

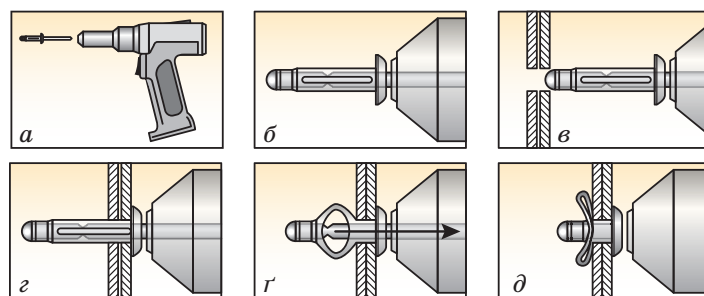


Рис. 7.14. Послідовність з'єднання витяжною заклепкою

Отже, тіло заклепки залишається розвальцьованим, заповнивши в отворі весь можливий простір (рис. 7.14, д). На встановлення кріплення потрібні лічені секунди.

Клепальник (рис. 7.15) — ручний важільний інструмент, який використовують для нерознімного кріплення і фіксування елементів із листових металів за допомогою заклепок.



Рис. 7.15. Клепальник

У момент установлення цанговий механізм захоплює стрижень заклепки й, 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'єднуваних деталей.

Досить просвердлити в потрібному місці отвір, а потім зафіксувати заклепку. Завдяки цьому процес клепаання швидкий та простий.

Клепальник має змінні головки, які відповідають типорозмірам заклепок. За допомогою плоскогубців можна замінити одну складову частину на іншу.

За видом пристрою приводу клепальники бувають пневматичні, механічні (ручні), електричні, акумуляторні та пневмогідрравлічні.

Різьбова заклепка (рис. 7.16, а) — невеликий порожнистий циліндр, у якому вже є різьба.



Рис. 7.16. Різьбова заклепка:
а — конструкція; б — установа

Для встановлення різьбових заклепок (рис. 7.16, б) спочатку вимірюють її зовнішній діаметр і добирають свердло, діаметр якого на $\frac{1}{10}$ перевищуватиме діаметр заклепки. Це необхідно для того, щоб заклепка легко стала на своє місце. Потім дрилем свердлять метал у потрібному місці та вставляють кріпильний елемент на посадкове місце. Для шестигранних отворів можна використовувати спеціальні пробійники, якщо йдеться про тонкі метали. Якщо товщина металу більша за довжину кріплення, отвір потрібно свердлити трохи більше в глибину, ніж кріпильний елемент, але робити наскрізний прохід немає потреби. Після цього добирають осердя клепальника, різьба якого підходить до встановлюваного елемента, і зводять рукоятки або обертають болт, щоб частина заклепки деформувалася і зафіксувалася в отворі.

7.6. Різьбові з'єднання

Загальні дані 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 затягування, можливості розбирати й повторно складати без заміни деталей.

Різьбові з'єднання складають із використанням 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 з'єднуваних деталях використовують метричні, дюймові та трубні типи різьб (див. табл. 5.3; с. 93). Різьби також можуть бути зовнішні та внутрішні, праві й ліві, одно- та багатозахідні.

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* (відносно нерухомість деталей забезпечують кріпильні деталі) та *спеціальні* (кріпильними є самі з'єднувані 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. 7.17). Як кріпильні деталі використовують болти, гвинти, шпильки, гайки, шайби тощо.

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

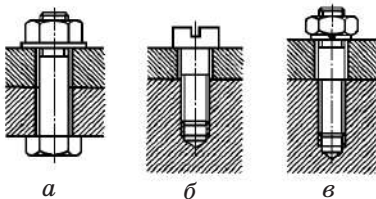


Рис. 7.17. Види різьбових з'єднань:
а — болтове; б — гвинтове;
в — шпилькове

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.

Гайкові замки, шплінти — деталі, призначені для запобігання саморозгвинчуванню гайок і гвинтів.

Головки болтів і гвинтів бувають різної форми: шестигранні, квадратні, циліндричні, напівкруглі, потайні, із заглибленням під ключ або викрутку (рис. 7.18). Є також інші конструкції головок.

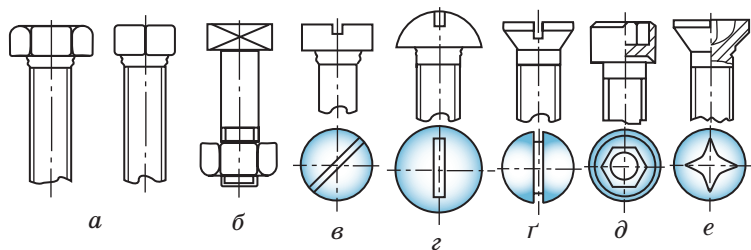


Рис. 7.18. Види головок болтів і гвинтів:

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

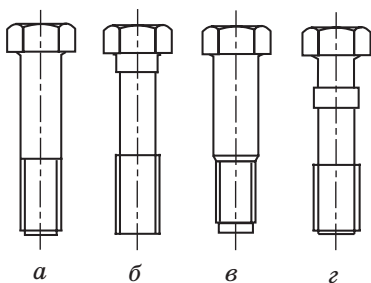


Рис. 7.19. Форми стрижнів болтів і гвинтів

За формою стрижня болти й гвинти бувають із нормальним стрижнем (рис. 7.19, а), з підголовником (рис. 7.19, б), з точно обробленим потовщеним стрижнем для встановлення без зазору в отвір (рис. 7.19, в), зі стрижнем зменшеного діаметра ненарізаної частини для підвищення пружності та витривалості за динамічних навантажень (рис. 7.19, г).

Залежно від точності виготовлення розрізняють болти й гвинти нормальної та підвищеної точності, а за призначенням — загального призначення, установлювальні та спеціальні. За зовнішнім виглядом гвинти поділяють на гвинти з головкою під викрутку та під ключ.

Гайки загального призначення (рис. 7.20) бувають: шестигранні нормальної та підвищеної точності, шестигранні корончасті та проріznі, круглі, квадратні, ковпачкові, рим-гайки, гайки-баранці (відкриті й закриті) тощо. За висотою розрізняють гайки низькі, нормальні, високі й особливо високі.

Шайби (рис. 7.21) бувають: плоскі (чисті виготовляють на токарних верстатах, чорні — штампують із листової сталі); пружинні (виготовляють із сталевих дроту марки 65Г), їх називають *гровери*; спеціальні.

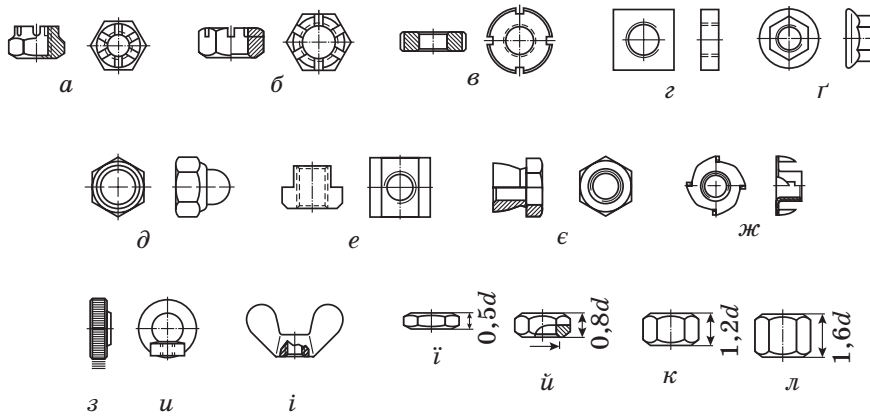


Рис. 7.20. Гайки загального призначення:

a — корончаста; *б* — прорізна; *в* — кругла; *г* — квадратна; *г'* — з фланцем; *д* — ковпачкова; *е* — Т-подібна; *е* — відривна (антивандальна); *ж* — меблева забивна; *з* — кругла з накатуванням; *и* — рим-гайка; *і* — гайка-баранець; *і* — низька; *й* — нормальна; *к* — висока; *л* — особливо висока

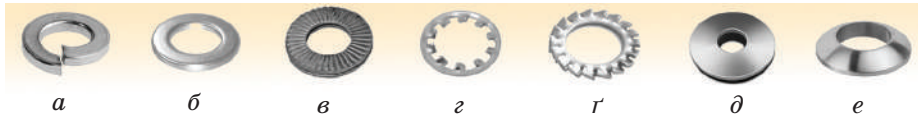


Рис. 7.21. Види шайб: *a* — пружинна (гровер); *б* — плоска; *в* — стопорна у формі диска; *г* — стопорна з внутрішніми зубцями; *г'* — стопорна із зовнішніми зубцями; *д* — запобіжна; *е* — конічна

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

- з'єднувані деталі мають бути добре підігнаними одна до одної;
- осі кріпильних деталей мають бути перпендикулярними до площини з'єднуваних деталей, окрім використання спеціальних проставок;
- поперечний переріз і довжина кріпильних деталей одного з'єднання мають бути однакові;
- висота гайок і 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 рівні, без перекосів;
- торцеві поверхні гайок і шайб, поверхні деталей під головками болтів і гвинтів мають бути гладкі.

Технологічний процес складання різьбових з'єднань містить такі операції: подавання деталей на складання; установлення різьбових

деталей та попереднє закручування (наживлення); підведення і встановлення інструмента; затягування кріпильних деталей та стопоріння різьбових з'єднань.

Складанню болтових з'єднань передуює операція утворення отворів (див. підрозд. 5.8; с. 86). Отвори для встановлення болтів у деталях, які з'єднують, 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, уставляють у них монтажні (тимчасові) болти, знімають струбцини та свердлять решту отворів.

Під час складання різьбового з'єднання 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 поступово, спочатку на половину заданого зусилля, а потім остаточно. Довжина рукоятки гайкового ключа не повинна перевищувати $15D$, де D — діаметр різьби, мм, що забезпечить нормальне затягування та унеможливить зривання різьби. Групові з'єднання потрібно затягувати в певній послідовності: спочатку затягують середню пару гайок, потім пару сусідніх справа, після цього пару сусідніх зліва і т. д., наближаючись до кінців. Коли гайки розташовані по колу, їх затягують хрест-навхрест.

Для підвищення герметичності з'єднань спряжені поверхні деталей змащують спеціальним герметиком, який утворює тонку плівку, що не пропускає рідину. В окремих випадках установлюють спеціальні прокладки (паперові, шкіряні, гумові, картонні, паронітові тощо).

У шпильці 2 (рис. 7.22, а), на відміну від болта, немає головки, а різьба нарізана на двох її кінцях. Одним кінцем шпильку вкручують у корпус деталі 4, а на другий установлюють з'єднувану деталь 3 і накручують гайку 1. Крутний момент, що прикладається до гайки, частково передається і шпильці. Щоб вона не крутилася з 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.

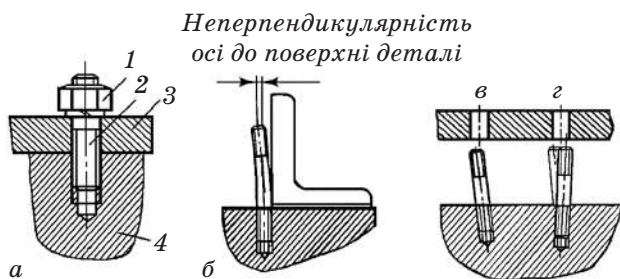


Рис. 7.22. Шпилькові з'єднання:
а — складання циліндричними шпильками:

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

Установлення шпильок може викликати похибки їх розташування відносно з'єднуваних деталей. Перпендикулярність осі шпильки перевіряють кутником (рис. 7.22, б). Незбіг осі шпильки й отвору (перекіс) є наслідком перекосів різьби шпильки або отвору (рис. 7.22, в, г).

Закручування шпильок виконують накручуванням на вільний нарізаний кінець шпильки двох гайок, а потім, обертаючи ключем верхню гайку, укручують шпильку в отвір із різьбою. Для встановлення великої кількості шпильок використовують електричні та пневматичні ручні інструменти — **шпилькокроти** (рис. 7.23). На шпильку накручують змінну гайку 1 і встановлюють на неї шпилькокрот так, щоб кулька 2 дотикалася до гайки. Під час укручування шпильки кулька 2 піднімається вгору до стикання з упорною п'яткою 3, а за контакту з п'яткою починає пробуксовувати. У цьому випадку шпилькокрот треба ввімкнути на зворотний хід. Хвостовик 4 призначений для з'єднання шпилькокрота з електричним або пневматичним приводом. Хвостовик на кінці має шість гра-ней, які дають змогу вкручувати шпильки вручну.

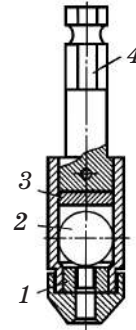


Рис. 7.23. Шпилькокрот: 1 — змінна гайка; 2 — кулька; 3 — упорна п'ятка; 4 — хвостовик

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.

Стопоріння контргайкою (рис. 7.24, а; с. 156) є найпростішим способом. Після затягування кріпильної гайки звичайну або шпамповану контргайку накручують на кінець болта (шпильки) і затягують до повного стикання з торцем кріпильної гайки. За цього способу довжина різьби болта (шпильки) має бути більшою, що призводить до збільшення маси виробу.

Стопоріння пружинною шайбою (рис. 7.24, б; с. 156) використовують для стопоріння різьбових з'єднань. Шайба має бути достатньо пружною, що визначають за розводом її кінців — не меншим 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 дорівнювати половині її товщини, але не більше 2 мм. Установлення інших пружинних шайб заборонено.

Стопоріння деформівною шайбою з лапкою (рис. 7.24, в; с. 156) — досить простий спосіб. Шайбу виготовляють із листової сталі завтовшки

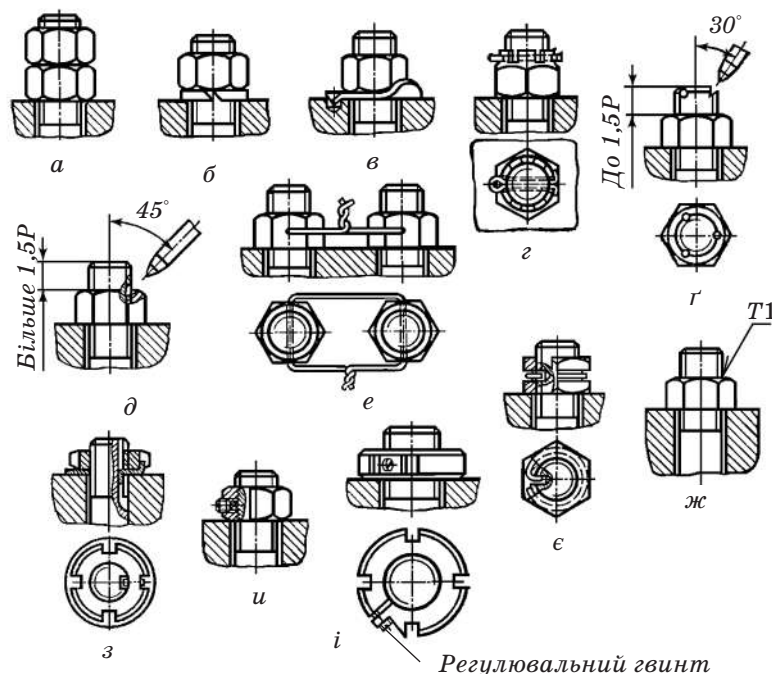


Рис. 7.24. Способи стопоріння різьбових з'єднань:

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

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.

Стопоріння розвідним шплінтом (рис. 7.24, *г*) застосовують для корончастих гайок. Шплінт розміщують в отворі болта або шпильки щільно і так, щоб він виступав 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. 7.24, *г'*) 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. 7.24, д) відрізняється від попереднього тим, що одночасно накернюють дві кріпильні деталі: стрижень болта (шпильки) і гайку.

Стопоріння дротом (рис. 7.24, 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 скрутки.

Стопоріння засвердлюванням гайки й різьбового стрижня та встановленням пружинного кільця з виступним усередину кінцем зображено на рисунку 7.24, є.

Стопоріння різьбових з'єднань приварюванням різьбового стрижня до гайки (рис. 7.24, ж) застосовують, коли потрібно забезпечити нерознімність різьбового з'єднання. У цьому випадку кріпильні деталі не підлягають повторному використанню.

Стопоріння багатоплечатою шайбою показано на рисунку 7.24, з.

Стопоріння гвинтом із м'якою прокладкою (рис. 7.24, и) забезпечує місцеве 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 регульовальним 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 та клеями використовують для дрібних різьбових з'єднань. Крихітна капсула, наповнена спеціальним клеєм, у процесі з'єднання руйнується і клей, витікаючи, забезпечує міцне з'єднання (клей твердне за кімнатної температури). Розбирають з'єднання звичайними методами, що не спричиняє руйнування деталей. Клей, крім того, забезпечує захист з'єднання від корозії.

7.7. З'єднання шурупами

Шуруп — кріпильна деталь у формі стрижня з гвинтовою різьбою та забірним конусом.

За призначенням шурупи поділяють на три групи: *для деревини* й інших м'яких матеріалів (саморізи); *для металу* та твердих матеріалів; *універсальні*. Шурупи для деревини мають більший крок різьби порівняно із шурупами для металу.

Шуруп складається з трьох частин: нарізної, головки й тіла шурупа без нарізки (в окремих типах шурупів відсутня). Форма головки може бути напівкругла, шестигранна або потайна. Різновиди шурупів показано на *рисунку 7.25*.

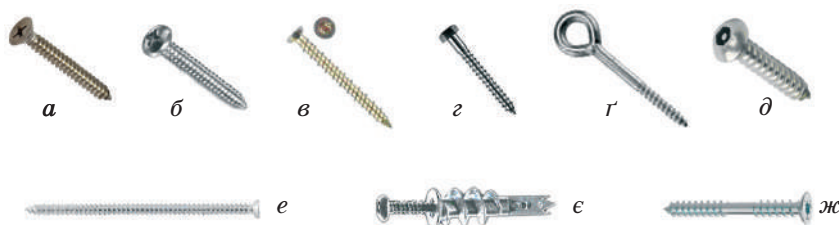


Рис. 7.25. Види шурупів:

- а — універсальний; б — для бетону; в — для деревини з подвійною різьбою та потайною головкою; г — сантехнічний «глухар»;
 ґ — з кільцем для кріплення будівельного риштування; д — нержавіючий антивандальний із напівкруглою головкою; е — шуруп нагель для бетону й цегли для віконних і дверних рам; є — шуруп для гвинтових дюбелів;
 ж — шуруп нагель для бетону, цегли, віконних і дверних рам (середня частина виготовлена у формі шестикутника для монтажу за допомогою ключа)

Шурупи використовують для кріплення деталей та конструкцій. Щодо *особливостей монтажу*, то шуруп рекомендовано вкручувати в попередньо просвердлений отвір, а гострий із пресшайбою (саморіз) можна застосовувати й без свердління отвору.

Щоб скріпити шурупом дві деталі, треба їх скласти, намітити олівцем на 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.

Запам'ятайте! Дві третини нарізної частини шурупа, починаючи від вістря, має входити в нижню частину з'єднання.

З'єднання на шурупах краще не роз'єднувати — у більшості звичайних шурупів уже після другого відкручування різьба й шліц дуже деформуються, так що їх стає неможливо міцно захопити викруткою.

Шурупи виготовляють із вуглецевої та нержавіючої сталі, кольорових металів, деревини та пластику. За типом покриття вони бувають фосфатні, оцинковані й оксидні. Найпопулярніший шуруп — оцинкований, жовтий або білий.

Для закручування шурупів використовують *дрілі-шурупокрути* (рис. 7.26, а, б) із спеціальними насадками, які мають відповідати формі шліців (рис. 7.26, в).



Рис. 7.26. Дрилі-шурупокрути з насадками:

а — мережний; б — акумуляторний; в — відповідність шліців шурупів насадкам шурупокрутів

7.8. З'єднання саморізами

Саморізом називають кріпильний виріб у формі стрижня з головкою та спеціальною зовнішньою гвинтовою нарізкою, завдяки чому він самостійно нарізає в отворі різбову канавку. Це гвинт із гострою різьбою, який має або гострий наконечник, або наконечник-свердло (рис. 7.27, б, в). Саморізи мають гостру й високу різьбу з різним кутом нахилу. Малі свердла саморізів використовують для деревини, великі — для металу.

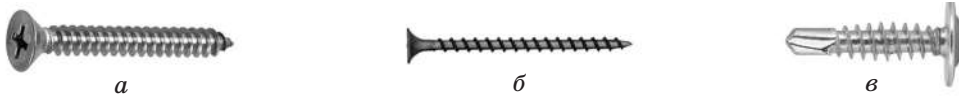


Рис. 7.27. Кріпильні вироби:

а — шуруп; б — саморіз; в — саморіз зі свердлом

Відмінність між шурупом (рис. 7.27, а) і саморізом полягає в тому, що шурупи рекомендовано вкручувати в попередньо просвердлений отвір, а саморізи застосовують практично для всіх матеріалів і без свердління. Саморізи виготовляють із твердіших марок сталі, ніж шурупи, крок і висота різьби саморіза, як правило, більші, а його кінець зазвичай гостріший, ніж у шурупа.

Залежно від форми й типу головки саморізи бувають із шестигранною, напівкруглою та потайною головками. На головці шурупа є спеціальне заглиблення — *шліц*, призначений для передавання крутного моменту. Шліці можуть бути різної форми (хрестоподібні, прямі, шестигранні тощо).

Покрівельні саморізи (рис. 7.28) 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. Крім того,

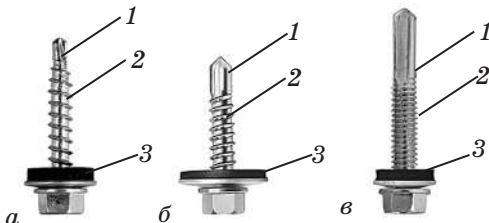


Рис. 7.28. Покрівельні саморізи:

а — для деревини; б — для металу;

в — для металу підсилений;

1 — бур (свердло);

2 — різбова частина;

3 — неопренові шайби

саморізи мають неопренові шайби, які запобігають потраплянню вологи в кріпильні отвори. Для монтажу одного покрівельного листа потрібно 6–8 саморізів. Зважаючи на це, розраховують ту кількість саморізів, що знадобиться для виконання всієї роботи в цілому.

Щоб забезпечити надійність з'єднання, довжину саморіза добирають так, щоб вона на 3 мм перевищувала товщину матеріалу. Оптимальний діаметр покрівельного кріплення становить 4,8–6,3 мм. Форма головки та шліца не впливає на результат роботи, проте саморізи із шестигранными головками легше й швидше закручувати за допомогою шурупокрута.

Під час улаштування покрівлі для кріплення металочерепиці до дерев'яної обрешітки використовують *покрівельні (фермерські) саморізи для деревини*. 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. Для закріплення гребеневого профілю або снігозатримувачів на дерев'яній покрівлі використовують фермерські саморізи великих розмірів — 4,8×60 і 4,8×70 мм.

Якщо ж покрівля зроблена з металевих прогонів, якщо будують паркан із профнастилу або потрібно обшити листовим металом конструкцію із сталевих несучих елементів, то використовують *саморізи для металу*. Їхні основні розміри: 4,8×16 і 4,8×19 мм (свердлять метал завтовшки до 3 мм); 5,5×25 мм (розраховані на метал завтовшки до 6 мм); 5,5×35 і 5,5×50 мм (метал завтовшки до 12 мм).



Рис. 7.29. Утримувачі саморізів

Для утримування та вкручування саморізів використовують спеціальні *утримувачі (біти)*, які приєднують до гвинтокрутів (рис. 7.29). Їх виготовляють із високоякісної хромованадієвої сталі.

Під час монтажу саморізів із шестигранною головкою 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 шурупокруті не повинні перевищувати 1800 об/хв, а саморізів для металу — не більше 1500 об/хв;

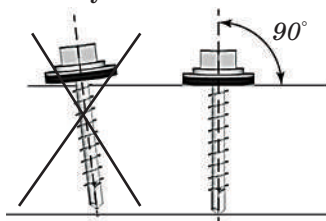


Рис. 7.30. Правильність з'єднання деталей саморізами

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

- відрегулювати зусилля затягування на шурупокруті треба так, щоб кромки прокладки після монтажу виступали за кромки сталевій шайби приблизно на 0,5–1 мм.

Правильність з'єднання деталей саморізами зображено на *рисунку 7.30*.

7.9. Анкерні з'єднання

Анкер (рис. 7.31) — кріпильний виріб, який різними способами закріплюють у несучій основі для утримання конструкцій. Їх виготовляють із металевих сплавів — латуні, нержавіючої сталі, алюмінію.

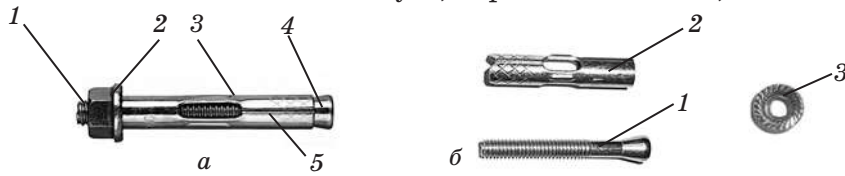


Рис. 7.31. Анкерний болт із гайкою:

a — 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), розміри якої змінюються впродовж утворення з'єднання. Також анкер може мати *манжету* — кайму навколо отвору, яка запобігає западанню анкера в отвір основи або закріплюваного матеріалу.

Найбільшого поширення набули різні конструкції розтискних анкерів (рис. 7.32; с. 162).

Монтаж анкерного болта з гайкою здійснюють у поданій послідовності (рис. 7.33; с. 162).

1. У конструкції, у якій потрібно виконати монтаж кріплення, свердлять отвір (рис. 7.33, *a*; с. 162). Діаметр отвору має бути таким, щоб розтискна втулка входила в нього з деяким натягом. Для виконання цієї операції потрібні перфоратор і бур відповідного діаметра.

2. Для надійного кріплення отвір після свердління ретельно очищають від пилу та шматочків стружки (рис. 7.33, *б*; с. 162) звичайною медичною грушею, йоржиком відповідного діаметра або пиловсмоктувачем.

3. Установлюють анкерний болт (рис. 7.33, *в*; с. 162) і затягують гайку доти, поки розпірна втулка не розтиснеться до такого стану, щоб надійно зафіксувати кріпильний елемент. Потім, коли анкер зафіксований в отворі, з нього скручують гайку, приладнують закріплюваний предмет (рис. 7.33, *г*; с. 162), кладуть шайбу й накручують гайку.

Для скріплення та фіксації будівельних матеріалів, виробів і конструкцій застосовують **хімічні анкери**, які утворюють зчеплення з матеріалом основи за допомогою сил *когезії* та *адгезії*.

Хімічні анкери (рис. 7.34; с. 163) містять спеціальний клейовий склад, який нагнітають у попередньо просвердлений отвір, і металеву кріпильну вставку (втулку з внутрішньою різьбою, шпильку або арматурний стрижень).

Загалом клей може містити такі компоненти: штучні смоли на основі поліуретану, поліефіру й акрилу; кварцовий пісок і в'язучі

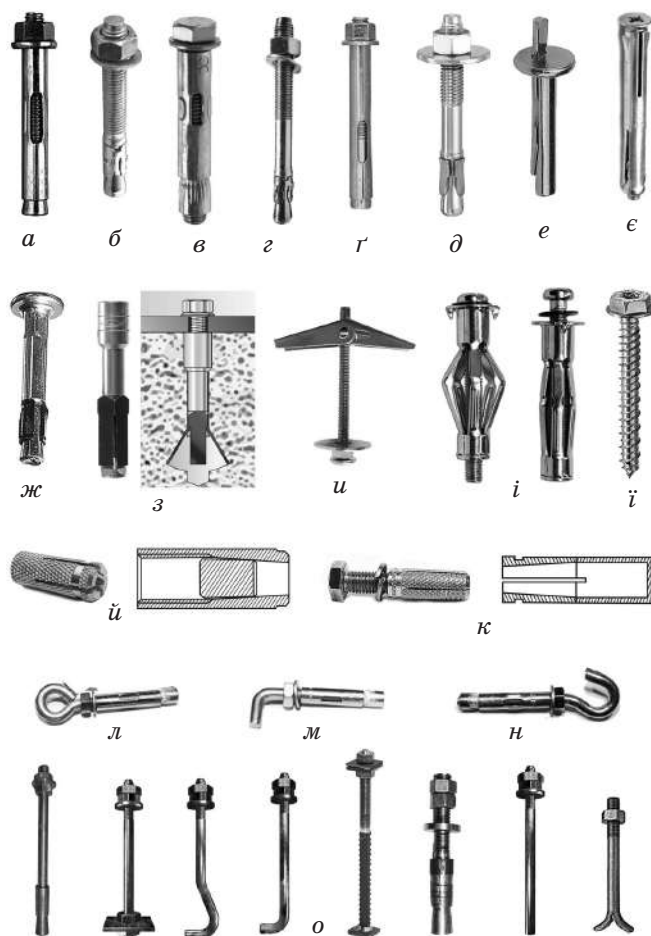


Рис. 7.32. Види анкерів:

а — анкерний болт із гайкою; *б* — дворозтискний анкер; *в* — анкерний болт;
г — анкер клиновий, або анкер-шпилька; *г'* — 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

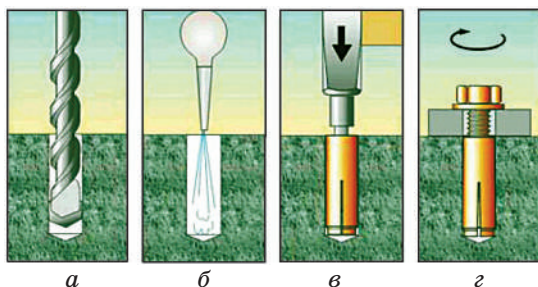


Рис. 7.33. Етапи встановлення анкерного болта:

а — просвердлювання отвору;
б — продування від пилу;
в — установлення болта;
г — фіксування кріпильного елемента

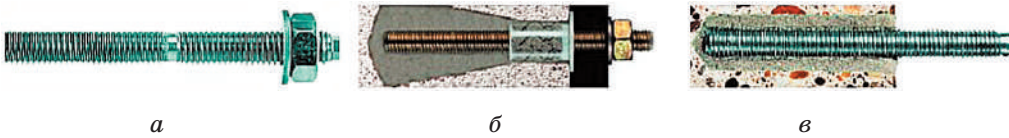


Рис. 7.34. Хімічний анкер та його використання: *а* — шпилька з різьбою; *б* — анкерування в пористий бетон; *в* — анкерування у важкий бетон

суміші (цемент) як наповнювач для забезпечення міцності клею; отверджувач.

Клейовий склад буває двох видів: в ампулах під відповідний діаметр і глибину отвору (одна ампула під один отвір) і в картриджах і тубах різного об'єму, що мають два відсіки: в одному — клейовий склад, в іншому — 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 виконують, витиснувши попередньо в посудину клей та отверджувач у потрібних пропорціях з одночасним перемішуванням, після чого суміш нагнітають в отвір під анкер.

Отвір під анкери може бути різного діаметра з розрахунком, що його діаметр приблизно на 2 мм має бути більшим за діаметр сталевго стрижня. Перед монтажем отвір потрібно очистити від пилу й бруду, в окремих випадках — від вологи (молекули води знижують контакт клею з матеріалом конструкції).

7.10. З'єднувальні дюбелі

Дюбель — кріпильний виріб, який установлюють в основу для вкручування, уклеювання або забивання в нього іншого кріпильного елемента (наприклад, шурупа, саморіза або цвяха).

У дюбеля розрізняють дві основні частини: *нерозпірну*, яка не бере участі в закріпленні, і *розпірну* (робочу), що змінює свої розміри під час утворення з'єднання. Також дюбель може мати *манжету* — кайму навколо отвору, яка не дає дюбелю западати в отвір основи або закріпленого матеріалу. За формою манжети бувають потайні, округлі або циліндричні.

Монтаж дюбеля, залежно від його конструкції, здійснюють забиванням або закручуванням.

Дюбелі виготовляють *дерев'яні* (чопики або шканти), *пластмасові* (з поліпропілену, поліетилену або нейлону) і *металеві* (латунні, з вуглецевої або нержавіючої сталі й інших сплавів). Види дюбелів показано на *рисунку 7.35 (с. 164)*.

Дюбель-центри використовують для точного вирівнювання з'єднуваних деталей та правильного розміщення дюбелів. У просвердлений



Рис. 7.35. Види дюбелів:

а — дерев'яні; *б* — пластмасові; *в* — дерев'яний із металевим корпусом; *г* — пластмасові із шурупами; *г'* — 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; *й* — забивний пластмасовий для піноблоків; *к* — забивний латунний типу «ялінка»; *л* — різьбовий; *м* — пружинний дюбель-гак; *н* — півкільцевий дюбель-гак; *о* — дюбель-центр

отвір однієї деталі вставляють дюбель-центр, прикладають другу деталь і стискають з'єднання разом. Вершина на дюбель-центрі залишить ум'ятину (заглибину) на іншій деталі, точно позначивши місце отвору.

7.11. З'єднання цвяхами

Цвях — кріпильний виріб у формі стрижня з головкою та гострим кінцем. Їх використовують для кріплення деталей із різних матеріалів (здебільшого дерев'яних) між собою. Під час забивання молотком цвях проникає в тіла з'єднуваних деталей та утримується в них силою тертя.

Залежно від довжини стрижня (40, 50, 100 мм і т. д.) цвяхи в побуті часто називають *сороківками*, *п'ятдесятками*, *сотками*.

Перш ніж забивати цвяхи, позначають 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 чи обценьками.

Залежно від призначення цвяхи виготовляють із різних сортів сталі, міді, латуні та різної конструкції (рис. 7.36).

Будівельні цвяхи (рис. 7.36, а) мають прямий стрижень із насічками біля головки, які під час експлуатації 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. 7.36, б) мають невелику овальну головку, яку практично непомітно під час кріплення. Їх використовують, коли головку цвяха потрібно заглибити в деревину.

Покрівельні цвяхи (рис. 7.36, в) мають велику головку з рифленою поверхнею і меншу довжину (від 20 до 60 мм). Їх використовують для кріплення металевих листів до дерев'яних конструкцій. Зазвичай вони мають цинкове покриття, що забезпечує антикорозійну стійкість.

Цвяхи з гвинтовою поверхнею (рис. 7.36, 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).

Шпалерні цвяхи (рис. 7.36, ґ) — короткі, з декоративною широкою головкою, цільною або накладною. Їх використовують як кріпильний та декоративний елемент під час оббивання поверхонь м'яким матеріалом.

Звичайні цвяхи з гладкою головкою (рис. 7.36, д) використовують для з'єднання дерев'яних планок і тонких рейок.

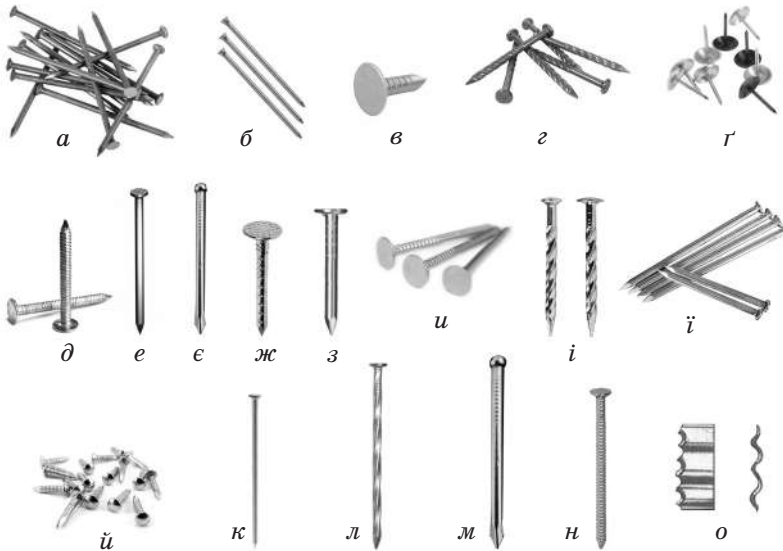


Рис. 7.36. Види цвяхів:

- 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 — різьбові (гвинтові); ї — загартовані; к — оцинкований нержавіючий; л — різьбовий; м — для підлоги без головки; н — для балок; о — хвилястий

Звичайні цвяхи з рифленою головкою (рис. 7.36, е; с. 165) призначені для кріплення дерев'яних балок або конструкцій. Вони витримують потужні удари молотком.

Звичайні цвяхи без головки (рис. 7.36, є; с. 165) призначені для з'єднання дерев'яних деталей так, щоб не було видно головки цвяха на їхній поверхні.

Звичайні цвяхи з плоскою головкою (рис. 7.36, ж; с. 165) забезпечують підвищену міцність з'єднання деталей та площинність поверхні.

Звичайні цвяхи із широкою головкою (рис. 7.36, з; с. 165) утримують на стіні толь, бляху, рейки.

Рейкові цвяхи (рис. 7.36, и; с. 165) використовують для кріплення ізолювальних пластин. Вони стійкі до корозії.

Різьбові, або гвинтові, цвяхи (рис. 7.36, і; с. 165) призначені для закріплення ДСП та столярних плит.

Загартовані цвяхи (рис. 7.36, ї; с. 165) застосовують для бетону й металу, під час забивання в стіни вони не гнуться.

Оббивні цвяхи (рис. 7.36, й; с. 165) призначені для кріплення оббивних матеріалів на дверях, меблях.

Оцинковані нержавіючі цвяхи (рис. 7.36, к; с. 165) — застосовують для робіт на вулиці.

Різьбові цвяхи (рис. 7.40, л; с. 165) використовують для кріплення обрешітки.

Цвяхи для підлоги без головки (рис. 7.36, м; с. 165) добре закріплюються всередині підлоги.

Цвяхи для балок (рис. 7.36, н; с. 165) призначені для зовнішніх робіт.

Хвилясті цвяхи (рис. 7.36, о; с. 165) використовують для простих Т- або L-подібних з'єднань, що не зазнають великих навантажень.

7.12. З'єднання рідкими цвяхами

Рідкі цвяхи — різновид будівельного клею. Цей вид з'єднання не має нічого спільного зі звичайними цвяхами.

Основою рідких цвяхів є синтетичний каучук із додаванням полімерів. Як наповнювач використовують особливий вид глини з підвищеною пластичністю, яку останнім часом замінюють крейдою (карбонат кальцію), що не найкраще позначилося на якості продукції (міцності).



Рис. 7.37. Види рідких цвяхів:

а — неопренові;

б — водоемільсійні акрилові

Розрізняють два види рідких цвяхів:

неопренові (рис. 7.37, 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;

водоемільсійні акрилові (рис. 7.37, б) — вододисперсійні. Вони нешкідливі й екологічно чисті, але придатні лише для пористих матеріалів.

лів (наприклад, кахлю), неякісні за високої вологості повітря. Їх потрібно наносити за температури вищої за 0°C (щоб уникнути замерзання води).

Рідкі цвяхи застосовують для приклеювання алюмінію, кераміки, скла, для герметизації вентиляційних отворів і прорізів, раковин, щілин 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.

Запам'ятайте! Рідкі цвяхи не рекомендовано застосовувати для склеювання матеріалів, які тривалий час перебувають під водою.

Для нанесення будь-якого виду рідких цвяхів використовують спеціальне пристосування — *монтажний пістолет*. Якщо під час роботи з клеєм на зовнішні поверхні з'єднуваних деталей потрапили краплі клею, то їх потрібно швидко витерти. Краще це робити ганчіркою, змоченою в розчиннику, що містить ацетон.

7.13. З'єднання петлями (завісами)

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

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

Рознімна петля (рис. 7.38, а) дає змогу зняти дверне полотно без відкручування самої петлі. Рознімні петлі в побуті також називають *завісами*.

Універсальну, або нерознімну, петлю (рис. 7.38, б) попередньо потрібно відкрутити, лише тоді можна зняти виріб.

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

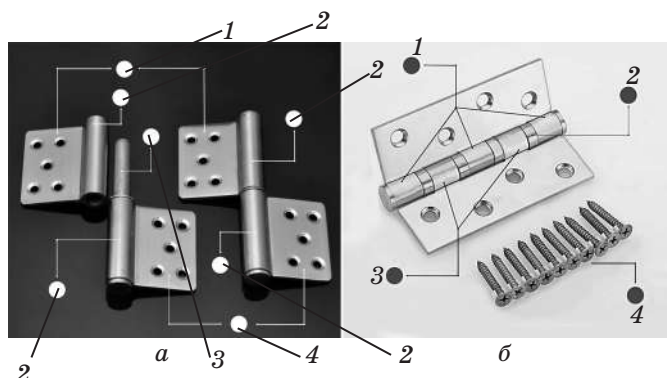


Рис. 7.38. Петлі:
а — рознімна: 1 — дверне крило; 2 — кулак;
3 — посилений сталевий палець; 4 — рамне крило;
б — нерознімна: 1 — рамне крило (має три шарніри);
2 — втулка; 3 — дверне крило (має два шарніри);
4 — саморізи для кріплення

7.14. Механічні з'єднання конструкцій виробів

Для зниження собівартості й маси виробів уникають використання гвинтових і болтових з'єднань. Тому найчастіше використовують меха-

нічні з'єднання лапками, за допомогою вирубок і способом 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 за допомогою розклинювання лапок. Обидва способи кріплення, хоча й належать до нерознімних з'єднань, усе 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, які з'єднують, роблять один або кілька виступів. В іншій спряженій частині пробивають пази, які трохи більші за ширину виступів (рис. 7.39, а). Обидві частини з'єднання виготовляють на пробивному пресі. Після цього лапку загинають угору під кутом, відповідним для складання (зазвичай 90°), уставляють у паз і згинають, щоб сформувати з'єднання (рис. 7.39, б). Лапки можуть відрізнятися за розміром і формою для візуального ефекту, а також для того, щоб полегшити складання (рис. 7.39, в). Пази не обов'язково мають бути вузької прямокутної форми. Насправді краще вибирати пази трикутної та круглої форми або ж прості виїмки (рис. 7.39, г). Кріплення з подібними формами тримаються довше й міцніше. Кріплення також можна зміцнити, якщо кілька опор будуть загнуті в різних напрямках (рис. 7.39, ґ). Коли ж простір обмежений, пази розділяють на дві опори (рис. 7.39, д). Кріплення буде міцнішим, якщо опори навантажені вздовж свого ребра, а не на розгинання (рис. 7.39, е).

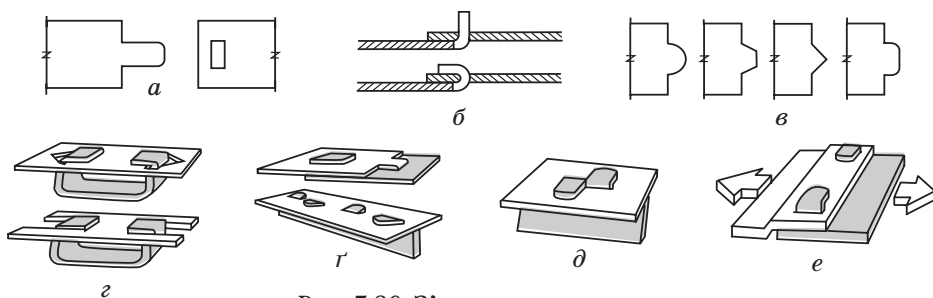


Рис. 7.39. З'єднання лапками

З'єднання за допомогою спеціальних вирубок і шляхом деформації матеріалу застосовують для кріплення деталей, що не зазнають великого механічного навантаження. На рисунку 7.40, а показано вирубку, за допомогою якої кріплення відбувається внаслідок деформації перемичок вирубок. Подібне кріплення зображено на рисунку 7.40, б. На таких вирубках зазвичай кріплять допоміжні косинці, стояки й екрани, тобто деталі, що не зазнають великого механічного навантаження.

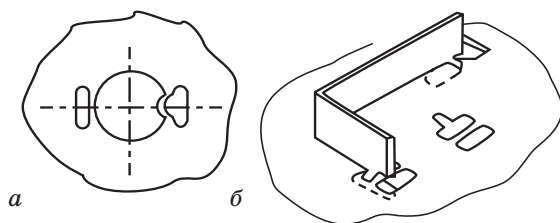


Рис. 7.40. З'єднання за допомогою вирубок:
а — форма вирубок;
б — спосіб кріплення деталей

Широкого застосування набули **з'єднання, виконані методом ударного витискання** (рис. 7.41) 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 методом ударного витискання, замінюють заклепочні з'єднання. Їх використовують не тільки для обмеження (фіксатори розміщення), а й для напрямлення руху деталей.

Характерною особливістю **безпідшипникових з'єднань поворотних осей** (рис. 7.42) 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, що забезпечує простоту й дешевизну 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. 7.42, а), який застосовують для додаткових (допоміжних) перемикачів: рух важеля здійснюється від однієї з клавіш кнопкового (або клавішного) пристрою перемикача; у кріпленні поворотного кутника (рис. 7.42, б), який застосовують для фіксації важелів перемикачів.

У деяких випадках деталі виробів з'єднують рухомо й вони здійснюють поступальний або обертовий рух (рис. 7.42, в). Знімання та встановлення

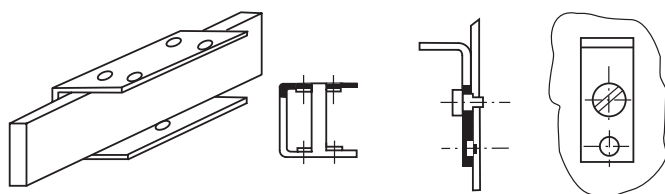


Рис. 7.41. Кріплення методом ударного витискання

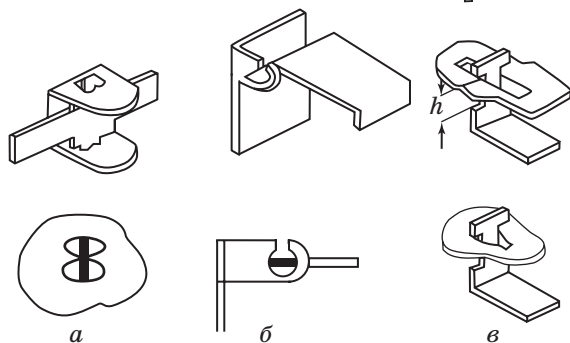


Рис. 7.42. Безпідшипникові з'єднання:
а — кріплення поворотного важеля; б — кріплення поворотного кутника;
в — кріплення для поступального (угорі) й обертового (унизу) руху;
h — зазор між кінцями важеля та вирізом

деталей прості й не викликають технічних труднощів. Розмір зазору h між кінцем важеля та вирізом вибирають або за системою допусків, якщо потрібна висока точність з'єднання деталей, або з конструктивних міркувань.

Треба враховувати, що ці з'єднання схильні до впливу зовнішнього середовища. Поява корозії спричиняє ослаблення з'єднань, а отже, порушує їхню надійність.

7.15. З'єднання скобами

Скоби — кріпильні деталі, які застосовують для з'єднання деталей, що мають різну жорсткість. Скоби виготовляють зі сталі, міді, алюмінію та пластмас. Ними з'єднують труби, плівки, підвісні коробки, будівельні конструкції тощо (рис. 7.43).

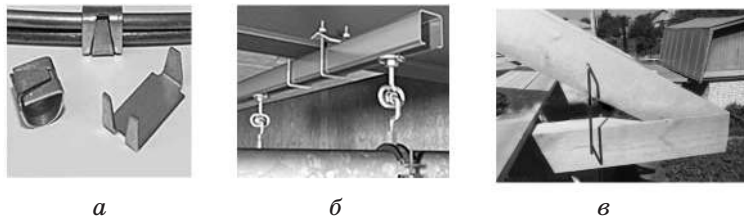


Рис. 7.43. Види з'єднання скобами:

а — кабелів, проводів, труб; б — підвісних коробів; в — будівельних конструкцій

Як витратні матеріали степлера використовують спеціальні скоби. Вони різняться за формою, матеріалом виготовлення, геометричними параметрами та за призначенням. Скоби поділяють на три види. *П-подібні скоби* використовують для з'єднання будь-яких матеріалів. Основні параметри: 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 труб і кабелів, *T-подібні* — для кріплення фанери, ДСП, бляхи.

Скоби забивають за допомогою спеціальних пневматичних пістолетів — **степлерів**. Однією рукою притримують матеріал, який потрібно закріпити, а іншою притискають пістолет до місця забивання скоби (рис. 7.44). Легким натисненням на важіль пістолета скобу забивають у намічене місце.



Рис. 7.44. Ручний степлер

Скоби для стягування фланців (рис. 7.45) застосовують під час монтажу прямокутних повітропроводів вентиляційних систем і систем кондиціонування. Вони є додатковим кріпленням фланців прямокутних повітропроводів і забезпечують підвищену герметичність вентиляційної системи. Скоби виготовляють з оцинкованої сталі, товщина скоби становить 2,5 або 3 мм. У комплекті також є

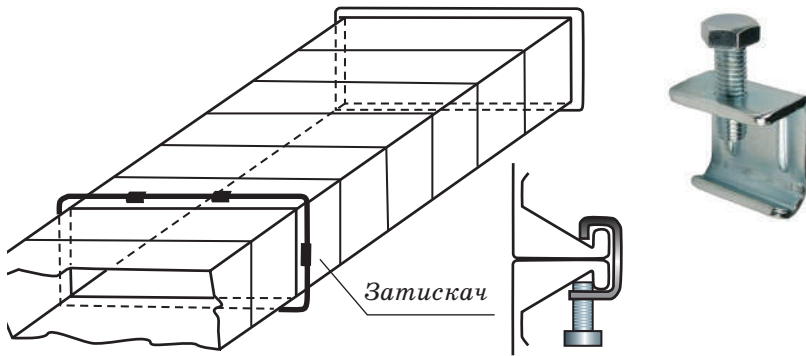


Рис. 7.45. Скоба для стягування фланців повітропроводів

кріпильний болт діаметром 8 мм. Повітропроводи кріплять додатково скобою за умови, що точки кріплення розташовані на відстані понад 300 мм, а в разі приєднання вентиляційного обладнання — на відстані 150 мм.

7.16. Зварні з'єднання

Зварювання — процес отримання нерознімного з'єднання внаслідок установлення міжатомних зв'язків між зварюваними частинами під час їхнього місцевого або загального нагрівання, пластичною деформацією або їхньою спільною дією.

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 в разі потреби флюси.

Зварювання покритим електродом — це дугове зварювання із застосуванням електродів із спеціальним покриттям, яке захищає метал від впливу навколишнього середовища.

Для живлення зварювальних процесів (дуги) постійним струмом застосовують зварювальні випрямлячі, перетворювачі й генератори, а змінним струмом — зварювальні трансформатори.

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 виконують на автоматичному та напівавтоматичному обладнанні плавкими й неплавкими електродом.

У процесі зварювання неплавким вольфрамовим електродом зварний шов утворюється внаслідок розплавлення кромки деталі та присаджувального дроту, який подають у зону дуги. Під час зварювання плавким електродом (дротом) у процесі зварювання він розплавлюється і змішується з основним металом, утворюючи метал шва.

Установки для напіваавтоматичного зварювання складаються з балона з редуктором, механізму подання електродного дроту, газопідвідного шланга, пальника (електродотримача) і джерела живлення.

Контактне зварювання — основний вид зварювання термомеханічного класу (рис. 7.46). Метал нагрівають теплом, що виділяється в зоні контакту зварюваних деталей унаслідок пропускання крізь них високого зварювального 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. Основними способами контактного зварювання є стикове, точкове й шовне.

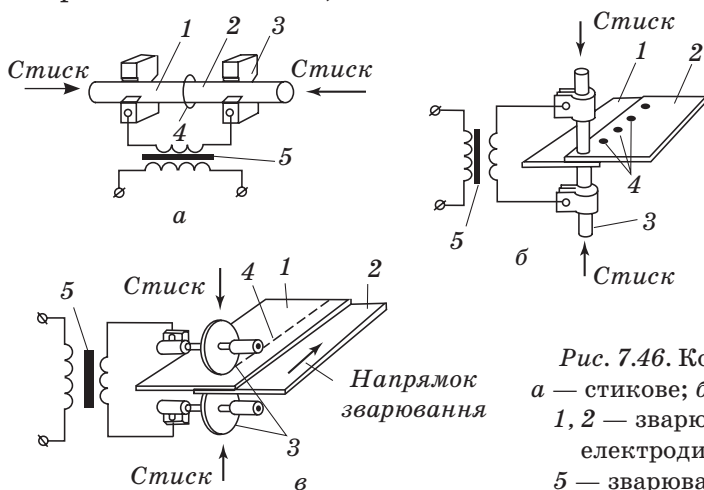


Рис. 7.46. Контактне зварювання:
а — стикове; б — точкове; в — шовне;
1, 2 — зварювані деталі; 3 — мідні
електроди; 4 — зварний шов;
5 — зварювальний трансформатор

Зварювання електрозаклепками використовують для з'єднання тонких листів із рамами з профільного прокату, для приварювання шпильок і т. ін. Електрозаклепками називають точкові шви, виконані зварювальною дугою плавким або неплавким електродом (рис. 7.47).

Зварювання виконують із проплавленням верхньої деталі зварювальною дугою або через отвір, який попередньо просвердлюють або проколюють.

Для зварювання електрозаклепками використовують звичайні шлангові напіваавтомати для зварювання під флюсом, у захисних газах або спеціальні електрозаклепники зі штучним електродом.

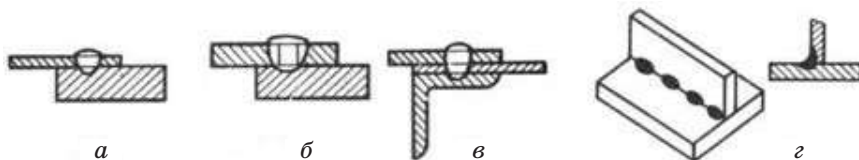


Рис. 7.47. З'єднання електрозаклепками:
а — без отворів у верхньому листі; б — з попередньо просвердленим отвором;
в — зварювання двох листів із профільним елементом; г — кутове з'єднання

Запитання та завдання

1. Що називають *паянням*?
2. Які є види припоїв?
3. Для чого виконують лудіння?
4. Яка технологія складання деталей за допомогою клеїв?
5. Охарактеризуйте види клеїв.
6. Що таке *холодне зварювання*?
7. Як виконують з'єднання з використанням заклепок?
8. Як визначити довжину стрижня заклепки для заклепування?
9. Які є різьбові кріпильні деталі?
10. Вкажіть основні види різьбових з'єднань.
11. Чим відрізняється болтове з'єднання від гвинтового?
12. Що таке *шуруп*?
13. Назвіть правила з'єднання саморізами.
14. Що називають *анкером*?
15. Для чого призначені дюбелі?
16. Які є види цвяхів?
17. Для чого використовують шарнірні петлі?
18. Які є види механічних з'єднань конструкцій виробів?
19. Коли використовують з'єднання скобами?
20. Які є види зварювання?
21. Покривання поверхні виробів тонким шаром припою називають
 - А паянням
 - Б флюсуванням
 - В лудінням
 - Г кварцуванням
22. Холодне клепання застосовують для заклепок із діаметром стрижня
 - А до 8 мм
 - Б 8–12 мм
 - В понад 12 мм
 - Г 3–4 мм
23. Основними різьбовими кріпильними деталями є
 - А болти, гвинти, шпильки
 - Б болти, гайки, шайби
 - В шпильки, шплінти, штифти
 - Г контргайки, шпильки, шайби
24. Нарізна частина шурупа, починаючи від вістря, що входить у нижню частину з'єднання, має становити
 - А $\frac{1}{2}$ нарізної частини
 - Б $\frac{1}{3}$ нарізної частини
 - В $\frac{2}{3}$ нарізної частини
 - Г $\frac{2}{4}$ нарізної частини

Розділ 8. ГЕОМЕТРИЧНІ ПОБУДОВИ РОЗГОРТОК

8.1. Геометричні основи побудови розгорток

Розгорткою називають плоску фігуру, яку отримують під час розрізання та розгинання поверхні до повного суміщення її з площиною.

Побудова розгорток фасонних частин ґрунтується на прийомах геометричних побудов на площині прямих ліній, кутів, кіл і лекальних кривих. Для розмічання фасонних частин бляхарних виробів потрібно креслити шаблони з великим масштабом, робити дуже великі креслення. На практиці під час розмічання розгорток виробів не завжди можливо скористатися спеціальними інструментами та пристосуваннями. У такому разі використовують способи геометричних побудов без застосування спеціального оснащення.

Для поділу прямої лінії (прямої) AB навпіл (рис. 8.1, а) із точок A і B описують дуги, завідомо більші за половину прямої, і через точки перетину дуг проводять лінію, яка ділить пряму навпіл.

Щоб провести перпендикуляр із точки A на прямій (рис. 8.1, б), з точки A довільним радіусом на прямій циркулем роблять засічки a і b радіусами, що дорівнюють ab і ba , уздовж ab і ba виконують засічки, перетин яких дає точку B . Сполучивши точки B і A , отримують шуканий перпендикуляр.

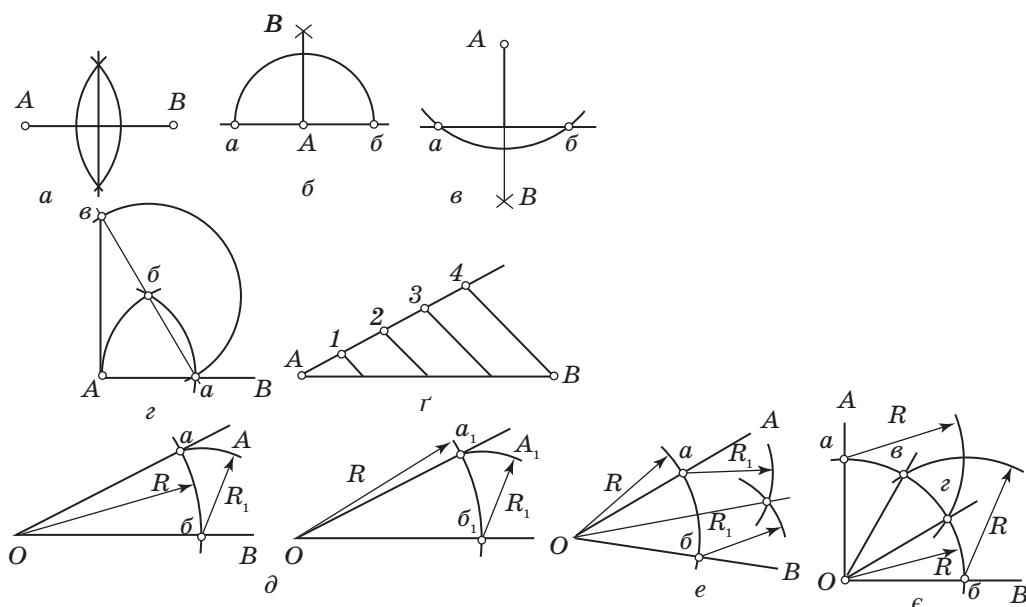


Рис. 8.1. Основні геометричні побудови:

a — поділ прямої лінії навпіл; $б$ — відновлення перпендикуляра; $в$ — опускання перпендикуляра; $г$ — відновлення перпендикуляра з кінця прямої; $д$ — поділ прямої на довільну кількість відрізків; $е$ — побудова кута, який дорівнюватиме даному; $е$ — поділ кута навпіл; $е$ — поділ кута на три рівні частини

Якщо потрібно опустити перпендикуляр із точки A на пряму ab (рис. 8.1, в), проводять дугу довільним радіусом із точки A для отримання засічок a і b , з яких тим самим радіусом отримують перетин засічок у точці B . Пряма, що сполучає точки A і B , буде перпендикуляром до прямої ab .

Щоб провести перпендикуляр із кінця прямої (рис. 8.1, г), проводять дугу довільного радіуса з точки A до перетину з прямою AB й отримують точку a , з якої тим самим розхилом циркуля проводять дугу. Точка перетину дуг дає точку b , через яку проводять допоміжну пряму ba . На продовженні цієї прямої знаходять точку c . Сполучивши її з точкою A , отримують перпендикуляр до прямої AB .

Якщо потрібно поділити пряму лінію на довільну кількість відрізків (рис. 8.1, г), проводять довільну пряму, ділять її на задану кількість рівних відрізків і сполучають кінцеву точку 4 з точкою B . Лінії, паралельні до цієї прямої та проведені через точки поділу на пряму AB , поділять її на задані відрізки.

Щоб побудувати кут, який дорівнюватиме даному (рис. 8.1, д), з вершини O кута AOB описують довільним радіусом дугу ab до перетину зі сторонами даного кута. Не змінюючи розхил циркуля, описують тим самим радіусом R дугу для нової побудови й позначають точку b_1 . Потім радіусом R_1 з точки b_1 описують іншу дугу, яка перетне раніше проведену дугу в точці a_1 . Сполучивши точки a_1 і O прямою лінією, отримують кут, який дорівнюватиме даному куту AOB .

Для поділу кута навпіл (рис. 8.1, е) довільним радіусом із вершини O проводять дугу, яка перетинає сторони кута в точках a і b . Із цих точок як із центра рівними радіусами, більшими за половину відстані між точками a і b , проводять дуги й позначають точку їхнього перетину, яку сполучають прямою з вершиною кута. Пряма ділить кут навпіл і є його бісектрисою.

Щоб поділити прямий кут на три рівні частини (рис. 8.1, є), з точки O проводять дугу довільного радіуса до перетину її зі сторонами кута в точках a і b . Тим самим радіусом із точок a і b як із центрів засікають дуги в точках c і $г$, які сполучають із точкою O прямими. Проведені прямі ділять кут AOB на три рівні частини.

Найчастіше для розмічання фасонних частин виробів потрібно креслити круги (рис. 8.2, а; с. 176). Для знаходження центра круга, коли наявна тільки його частина, досить взяти на ньому три довільні точки A , B і $В$ та сполучити їх прямими AB і BB (рис. 8.2, б; с. 176). Підставивши перпендикуляри до середини цих прямих і продовживши їх до перетину один з одним, отримують шуканий центр круга в точці O .

У разі сполучення двох паралельних прямих дугами кругів (рис. 8.2, в; с. 176) точку A з'єднують із точкою B і продовжують пряму AB до перетину з прямою (точка $В$). З точок A і B проводять перпендикуляри до відповідних прямих. Потім ставлять перпендикуляри до середин відрізків

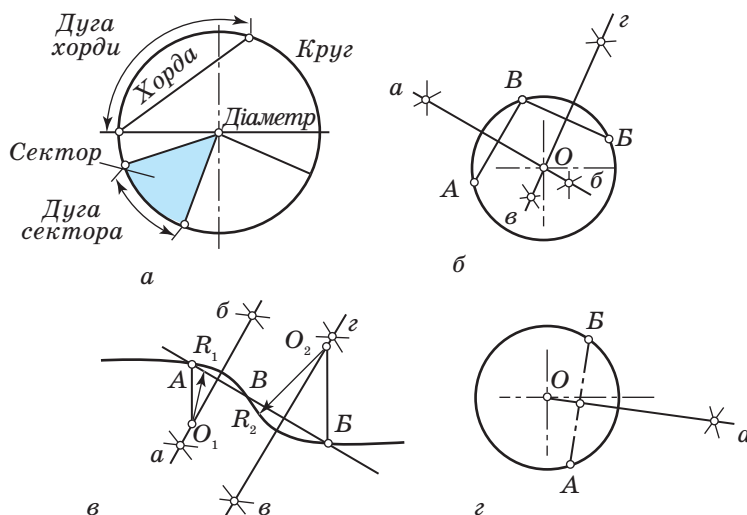


Рис. 8.2. Побудова круга:

а — елементи круга; *б* — знаходження центра круга; *в* — сполучення прямих дугами кіл; *г* — поділ дуги круга навпіл

ків прямих AB і BB . Точки перетину цих перпендикулярів і визначають центри O_1 і O_2 спряжених кіл. Із центра O_1 радіусом, що дорівнює відрізку O_1A , а із центра O_2 радіусом O_2B проводять дуги кіл, які проходять через точку B і сполучають задані прямі.

Поділ дуги кола навпіл (рис. 8.2, *г*) виконують, поєднавши кінці дуги прямою (хордою). З точок A і B довільним радіусом роблять засічку дуг, а потім з'єднують засічку a із центром кола (якщо центр заданої дуги невідомий, то з іншим перетином дуг). Лінія, проведена через ці точки, ділить дугу навпіл.

8.2. Побудова розгортки листових деталей

Основний обсяг ручних (немеханізованих) заготівельних робіт у процесі виготовлення бляхарних виробів припадає на розмічання фасонних частин виробів. Це пояснюється складністю робочих операцій під час розмічання, які вимагають досвіду бляхаря.

Здебільшого фасонні частини виробів — правильні геометричні фігури та їхні перетини, зазвичай фігури із циліндричною або конічною поверхнею. Тому для складових фасонних частин виробів, що містять тіла обертання, розгортку будують за загальними правилами побудови розгортки геометричних фігур із нанесенням різних ліній перетину поверхонь.

Бляхарні вироби можуть бути виготовлені згинанням листового матеріалу. Для цього потрібно попередньо побудувати розгортку поверхні цього виробу. Однак не всі поверхні можна розгорнути на площину без розривів і складок, тому їх поділяють на розгортвані й нерозгортвані.

До *розгортваних* належать усі багатогранні поверхні. Їхньою розгорткою є плоска фігура, отримана послідовним суміщенням з однією і

тією самою площиною всіх граней. Тому побудова розгортки багатогранної поверхні зводиться до визначення натурального вигляду її окремих граней. З кривих поверхонь розгортуваними є циліндричні, конічні й поверхні з ребром повернення. Якщо потрібно виготовити вироби з кривими поверхнями інших видів, їх наближено замінюють розгортуваними багатогранними поверхнями.

Розгортки поверхонь будують одним із трьох способів: трикутників (триангуляції), нормального перерізу або розкочування.

Спосіб трикутників використовують для побудови розгорток пірамідальних і конічних поверхонь; конічні поверхні попередньо розбивають на трикутники, послідовно поєднуючи з площиною креслення. Якщо піраміда правильна, усі її бічні грані — однакові рівнобедрені трикутники. Розгортку бічної поверхні будують як ряд прилеглих один до одного трикутників.

Спосіб нормального перерізу застосовують для побудови розгорток призматичних або циліндричних поверхонь. Оскільки бічні ребра призми паралельні між собою, а сторони нормального перерізу перпендикулярні до них, то на розгортці призми бічні ребра будуть також паралельні, а сторони нормального перерізу розгорнуться в одну пряму. Приєднуючи до цієї розгортки обидві основи призми, отримують її повну розгортку.

Спосіб розкочування доцільно використовувати для побудови розгорток призми, циліндричної та конічної поверхонь тоді, коли основи призми паралельні якій-небудь одній площині проєкцій, а її ребра або твірні циліндра й конуса розміщені на лінії рівня. Суть цього способу полягає в тому, що межі призми або твірні циліндра послідовно обертаються навколо ребер до суміщення, відповідно, з фронтальною або горизонтальною площиною.

Побудову розгорток геометричних фігур, окрім креслярських способів, також виконують за допомогою спеціальних комп'ютерних програм і шаблонів, що значно скорочує час і спрощує процес їхньої побудови.

8.3. Побудова розгорток циліндрів

Розгортка прямого циліндра. Розгорткою циліндра діаметром D і висотою H є прямокутник, довжина якого $c = \pi D$, а висота становить H (рис. 8.3).

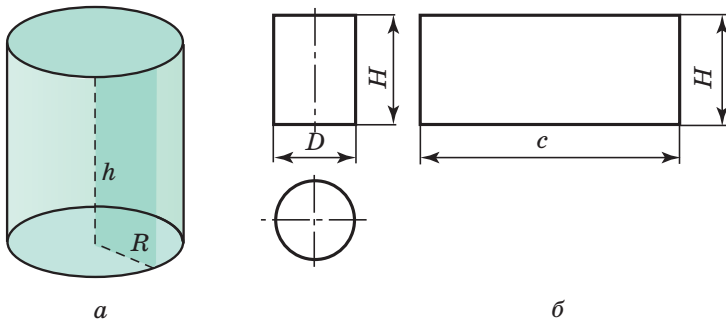


Рис. 8.3. Розгортка прямого кругового циліндра:

a — зовнішній вигляд; b — розгортка прямого кругового циліндра

Розгортка прямого кругового циліндра, зрізаного площиною. У прямого кругового циліндра, зрізаного паралельною до його осі площиною, розгортка є прямокутником, висота якого H , а довжина $L = b + k$, де $b = \pi D \varphi / 360^\circ$; $k = 2 \sqrt{(D/2)^2 - a^2} = 2a \operatorname{tg}(\varphi/2)$ (рис. 8.4).

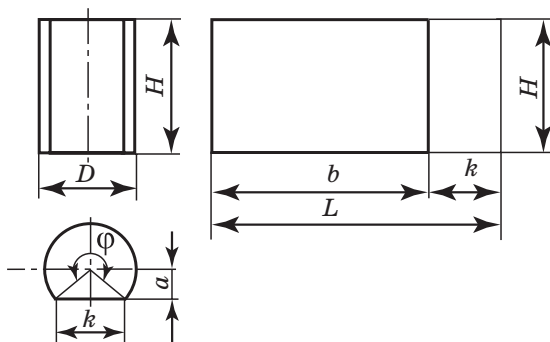


Рис. 8.4. Розгортка зрізаного прямого кругового циліндра

Розгортка прямого кругового циліндра зі стрічки. Для визначення розгортки прямого кругового циліндра зі стрічки (рис. 8.5) використовують такі залежності:

$$t = \pi D b / \sqrt{(\pi D)^2 - b^2} = \pi D \operatorname{tg} \beta = b / \cos \beta;$$

$$b = \pi D t / \sqrt{(\pi D)^2 - t^2} = \pi D \sin \beta = t / \cos \beta;$$

$$l = b / \operatorname{tg} \beta = \pi D \cos \beta = \sqrt{(\pi D)^2 - b^2},$$

де t — крок гвинтової лінії, мм; D — діаметр циліндра, мм; b — ширина стрічки, мм; L — загальна довжина стрічки, мм; n — кількість повних витків на загальній довжині циліндра H , $H = nt$; l — довжина скосу, мм.

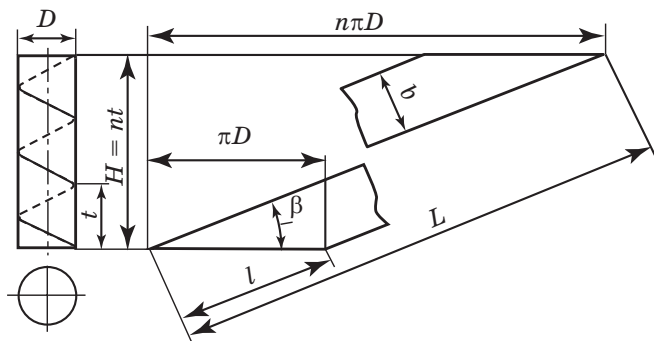


Рис. 8.5. Розгортка прямого кругового циліндра зі стрічки

Розгортка зрізаного циліндра. Щоб побудувати розгортку (рис. 8.6), горизонтальну проекцію циліндра ділять на рівні частини й нумерують точки поділу (у цьому випадку від 0 до 12). З точок поділу проводять вертикалі до перетину верхньої основи в точках $0', 1', \dots, 6'$. На продовженні прямої $0'6'$ відкладають відрізок завдовжки $s = \pi D$, який ділять на прийняте число рівних частин. З точок поділу $0^0, 1^0, \dots, 6^0$ відтворюють перпендикуляри до їх перетину з відповідними горизонтальними

лініями в точках $0_1^0, 1_1^0, \dots, 6_1^0$ і сполучають отримані точки плавною кривою. З огляду на симетричність інші точки кривої визначають так само.

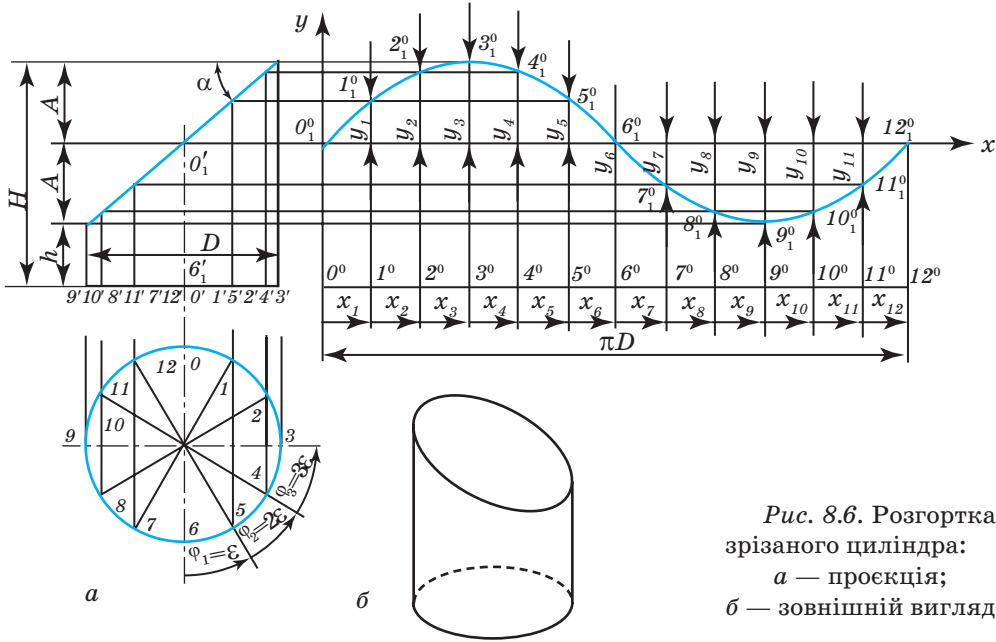


Рис. 8.6. Розгортка зрізаного циліндра:
а — проекція;
б — зовнішній вигляд

Лінію розгортки можна визначити інакше (рис. 8.7). На відстані $h_1 = (h + H)/2$ від лінії $0_1^0 2_1^0$ проводять паралельну пряму. Із центра S , що лежить на прямій, описують півколо радіусом A . Півколо ділять на рівні частини, кількість яких дорівнює половині точок ділення розгортки (у цьому випадку на 6). Через точки поділу $0'', 1'', \dots, 6''$ проводять горизонтальні прямі до перетину вертикалей, що проходять через точки $0^0, 1^0, \dots, 12^0$. Отримані точки $0_1^0, 1_1^0, \dots, 12_1^0$ сполучають плавною кривою. Верхня основа циліндра є еліпсом із півосями $a = D/2 \cos \alpha = 0_1^0 3_1^0$ і $b = D/2$.

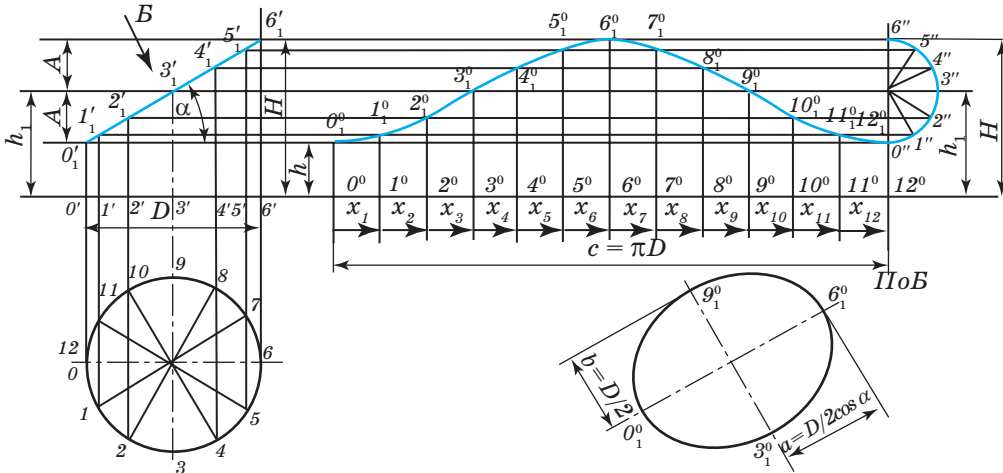


Рис. 8.7. Спосіб побудови розгортки зрізаного циліндра

Для аналітичного визначення координат точок кривої розгортки циліндра, зрізаного площиною під кутом α (рис. 8.7; с. 179), можуть бути використані такі залежності:

$x_k = kx_1 = \pi D/2 \, k\varepsilon/180^\circ$; $y_k = D/2 \, \operatorname{tg} \alpha \sin k\varepsilon = A \sin k\varepsilon = A \sin \varphi_i$,
де x_1 — довжина дуги кола основи циліндра, розділена на $2n$ рівних частин, $x_1 = \pi D/(2n) = \pi D/2 \, \varepsilon/180^\circ$;

ε — центральний кут, що відповідає одній поділці, $\varepsilon = 360^\circ/2n$;

k — порядковий номер точки;

A — амплітуда синусоїди, $A = (H - h)/2 = (D/2) \operatorname{tg} \alpha$;

$\varphi_i = k\varepsilon$.

Значення $\sin k\varepsilon$ для найчастіше вживаних значень $2n$ становить 0,06540 – 1,0. Значення $\sin k\varepsilon$ наведено для однієї чверті кола. В інших чвертях вони повторюються.

Розгортка похилого циліндра. Для побудови розгортки похилого циліндра (рис. 8.8, а) беруть вертикальну й горизонтальну проєкції похилого зрізаного циліндра (рис. 8.8, б) і проєктують нижню частину циліндра на горизонтальну проєкцію без спотворення, а верхню основу також проєктують на горизонтальну проєкцію в спотвореному вигляді. Дійсну форму верхньої основи проєктують на додаткову площину проєкції.

Розгортку похилого зрізаного циліндра (рис. 8.8, в) отримують так само, як і розгортку зрізаного циліндра. Площиною, перпендикулярною до твірних, циліндр ділять по лінії mn на два зрізані циліндри. На лінії mn будують переріз циліндра, що буде колом. Окружність ділять на рівну кількість частин, наприклад на 8. Через отримані точки поділу

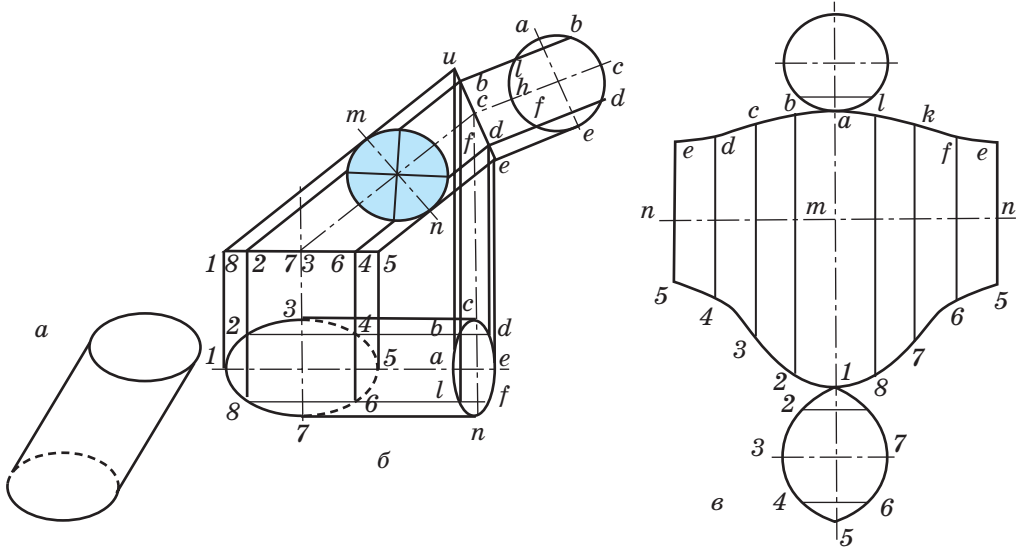


Рис 8.8. Розгортка похилого зрізаного циліндра:
а — зовнішній вигляд; б — проєкція; в — розгортка

кола проводять твірні циліндра. Подальшу побудову обрисів зрізаних поверхонь похилого циліндра та їхніх проєкцій зображено на *рисунку 8.8, б*. Кожний отриманий циліндр розгортають на площину так, як і за побудови розгортки зрізаного циліндра, та отримують розгортку поверхні кожного циліндра. Сума обох розгорток із додаванням верхньої і нижньої основ циліндра утворює повну розгортку.

8.4. Побудова розгорток призм

Розгортка призми. Розгортку бічної поверхні правильної призми, основою якої є правильний n -кутник (у цьому випадку шестикутник), висота якого дорівнює H і довжина na , зображено на *рисунку 8.9*. Основа призми може бути приєднана до граней будь-якої з бокових площин розгортки або виконана окремо.

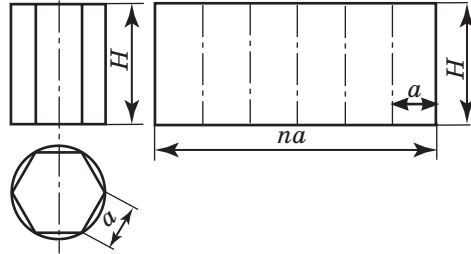


Рис 8.9. Розгортка шестикутної призми

Розгортка зрізаної призми. Розгортку правильної призми, основою якої є п'ятикутник, зрізаної площиною під кутом α , показано на *рисунку 8.10*. Довжина розгортки бічної поверхні дорівнює периметру P основи призми. Довжини вертикальних ребер розгортки, наприклад 00^0 , 11^0 , дорівнюють довжині відповідних ребер призми $0'O_1^0$, $1'1_1^0$ і т. д.

Для побудови верхньої основи проводять перпендикуляри до відрізка $0_1^0 3_1^0$ у відповідних точках і після вибору довільної вершини верхньої основи, наприклад $0''$, описують дугу з обраної точки як із центра радіусом $0^0 1^0$ до перетину перпендикуляра в точці $1''$.

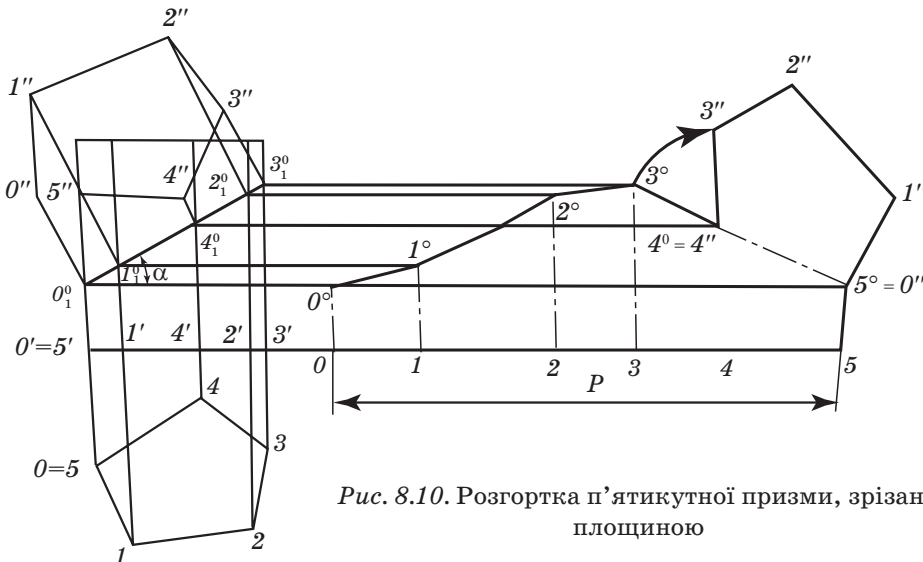


Рис. 8.10. Розгортка п'ятикутної призми, зрізаної площиною

Із центра $1''$ радіусом $1''2''$ описують дугу до перетину перпендикуляра в точці $2''$. Побудова триває до замикання багатокутника. Отриманий багатокутник $0''1''2''$, ..., $5''$ приєднують до будь-якого ребра розгортки або виконують окремо.

8.5. Побудова розгорток конусів

Розгортка прямого колового конуса. Розгортка поверхні конуса (рис. 8.11) — це плоска фігура, отримана суміщенням бічної поверхні й основи конуса з деякою площиною. Розгорткою бічної поверхні прямого колового конуса є коловий сектор, радіус якого дорівнює довжині конічної поверхні l , а центральний кут φ визначають за формулою $\varphi = 360 \cdot R / l$, де R — радіус кола основи конуса.

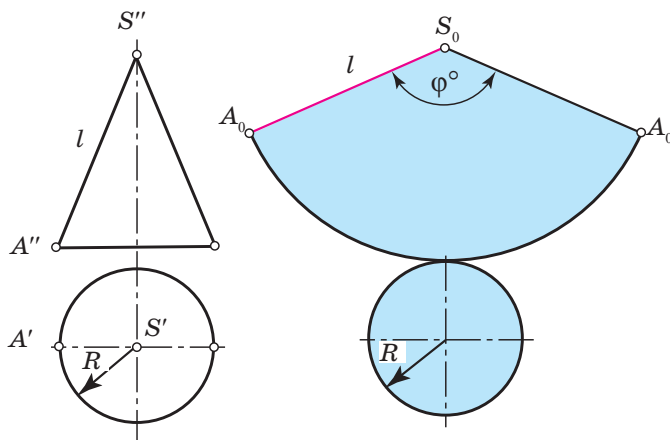


Рис. 8.11. Розгортка прямого колового конуса

Кращий спосіб побудови — заміна конуса вписаною в нього пірамідою та побудова наближеної розгортки, на яку зручно наносити лінії, що лежать на конічній поверхні. Для цього в конічну поверхню вписують багатокутну піраміду. Що більше бічних граней матиме вписана піраміда, то точнішою буде відповідність між дійсною та наближеною розгортками. Розгортку бічної поверхні піраміди будують способом трикутників. Точки, що належать основі конуса, сполучають плавною кривою. На рисунку 8.12 у прямий коловий конус уписано правильну шестикутну піраміду $SAB CDEF$, і наближена розгортка його бічної поверхні складається із шести рівнобедрених трикутників — граней піраміди.

Довжини сторін S_0A_0 і S_0B_0 трикутника $S_0A_0B_0$ дорівнюють l конічної поверхні. Величина A_0B_0 відповідає довжині $A'B'$. Для побудови трикутника $S_0A_0B_0$ у довільному місці креслення відкладають відрізок $S_0A_0 = l$, потім із точок S_0 і A_0 проводять кола радіусом $S_0B_0 = l$ і $A_0B_0 = A'B'$ відповідно. Точку перетину кіл B_0 сполучають із точками A_0 і S_0 . Грані $S_0B_0C_0$, $S_0C_0D_0$, $S_0D_0E_0$, $S_0E_0F_0$, $S_0F_0A_0$ піраміди $SAB CDEF$ будують так само, як і трикутник $S_0A_0B_0$. Точки A' , B' , C' , D' , E' і F' , що лежать в основі конуса, сполучають плавною кривою — дугою кола, радіус якої дорівнює l .

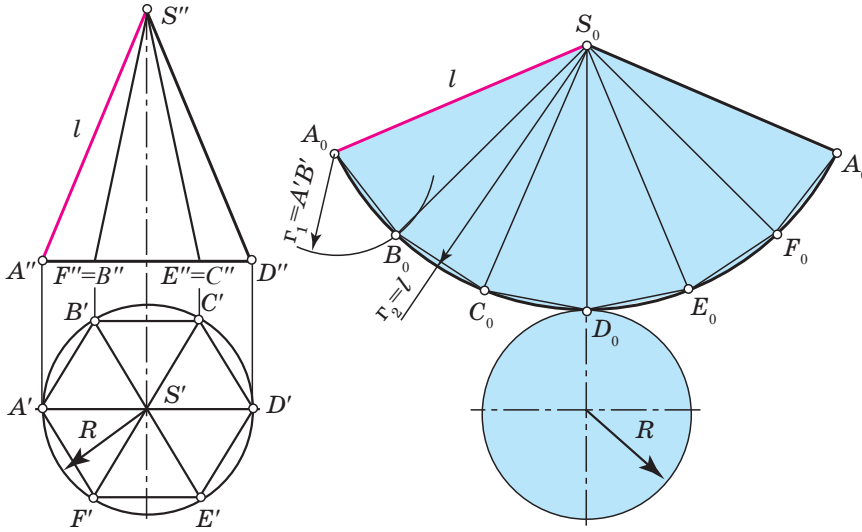


Рис. 8.12. Розгортка прямого колового конуса з уписаною правильною шестикутною пірамідою

Розгортка похилого конуса. Для побудови розгортки бічної поверхні похилого конуса (рис. 8.13) методом наближення вписують у коло основи конуса шестикутник $1'2'3'4'5'6'$ і сполучають точки $1', 2', 3', 4', 5'$ і $6'$ із вершиною S' . Піраміда $S'1'2'3'4'5'6'$, побудована в такий спосіб, з деякою мірою наближення є заміною конічної поверхні, її використовують у цій якості в подальших побудовах. Натуральні розміри ребер піраміди визначають, використовуючи *спосіб обертання навколо проєктованої прямої*: використовують вісь i , що перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій та проходить через вершину S' .

Унаслідок обертання ребра $S'5'$ його нова горизонтальна проєкція $S'5'_1$ займає положення паралельно до фронтальної площини π_2 . Відповідно,

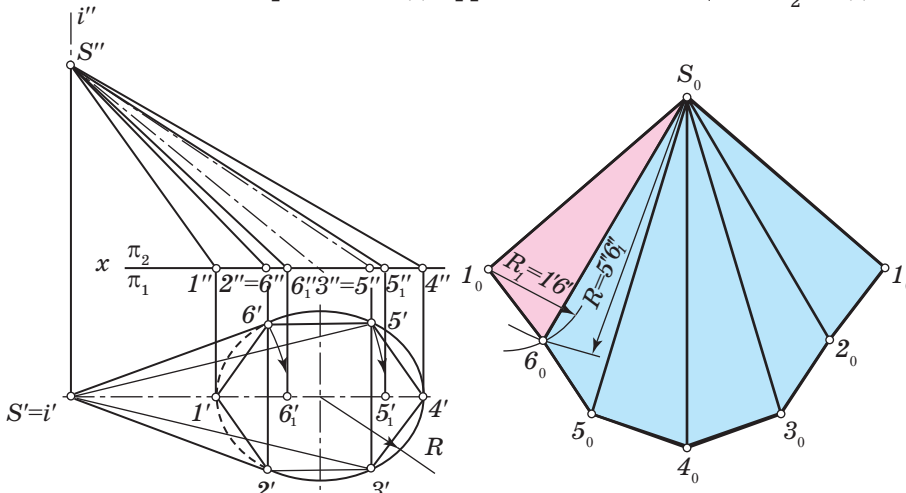


Рис. 8.13. Розгортка похилого конуса

$S''5''$ — натуральна величина $S'5'$. Потім будують розгортку бічної поверхні піраміди $S_01_02_03_04_05_06_0$, що складається із шести трикутників: $S_01_06_0$, $S_06_05_0$, $S_05_04_0$, $S_04_03_0$, $S_03_02_0$, $S_02_01_0$. Побудову кожного трикутника виконують за трьома сторонами. Наприклад, у трикутника $S_01_06_0$ довжина $S_01_0 = S''1''$, $S_06_0 = S''6''$, $1_06_0 = 1'6'$.

Ступінь відповідності наближеної розгортки дійсній залежить від кількості граней уписаної піраміди. Кількість граней вибирають з урахуванням зручності читання креслення, вимог до його точності, наявності характеристичних точок і ліній, які потрібно перенести на розгортку.

Перенесення лінії з поверхні конуса на розгортку. Лінія n'' , що лежить на поверхні конуса, утворена внаслідок його перетину деякою площиною (рис. 8.14). Для побудови лінії n'' на розгортці знаходять проєкції точок A'' , B'' і C'' , у яких лінія n перетинає ребра вписаної в конус піраміди $S'1'2'3'4'5'6'$.

Потім визначають натуральну довжину відрізків $S'A'$, $S'B'$, $S'C'$ способом обертання навколо проєктованої прямої. Розміщення точок A_0 , B_0 , C_0 на відповідних їм ребрах піраміди знаходять, відкладаючи на розгортці відрізки $S_0A_0 = S''A''$, $S_0B_0 = S''B''$, $S_0C_0 = S''C''$. Наприкінці точки A_0 , B_0 , C_0 сполучають плавною лінією.

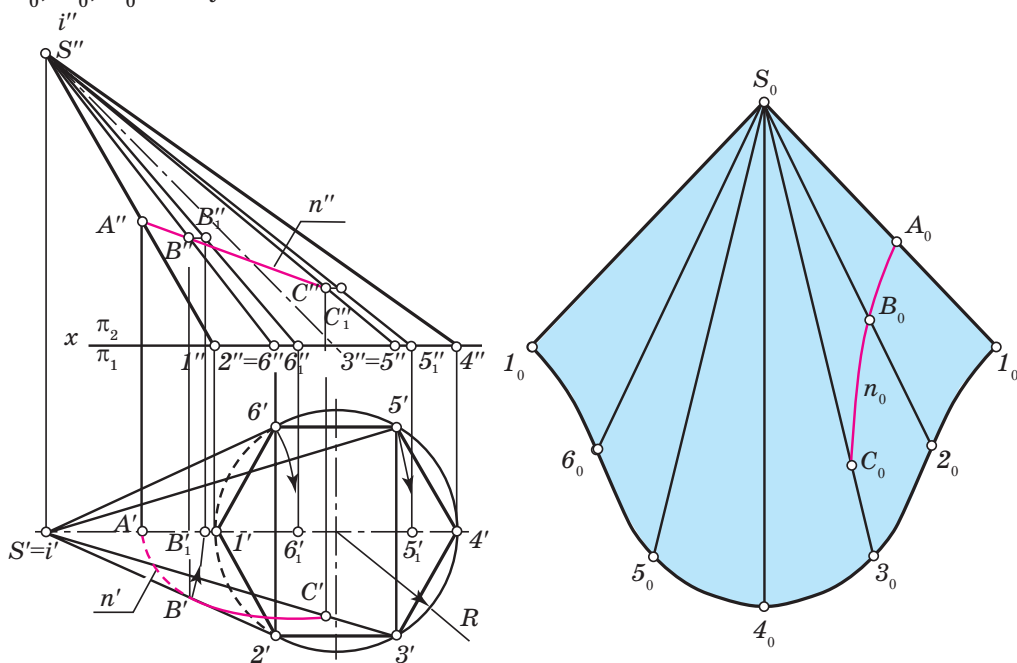


Рис. 8.14. Перенесення лінії з поверхні конуса на розгортку

Розгортка зрізаного конуса. Спосіб побудови розгортки прямого колового зрізаного конуса ґрунтується на принципі подібності (рис. 8.15). Спочатку будують допоміжний конус ε'' , подібний до конуса ω'' . Для

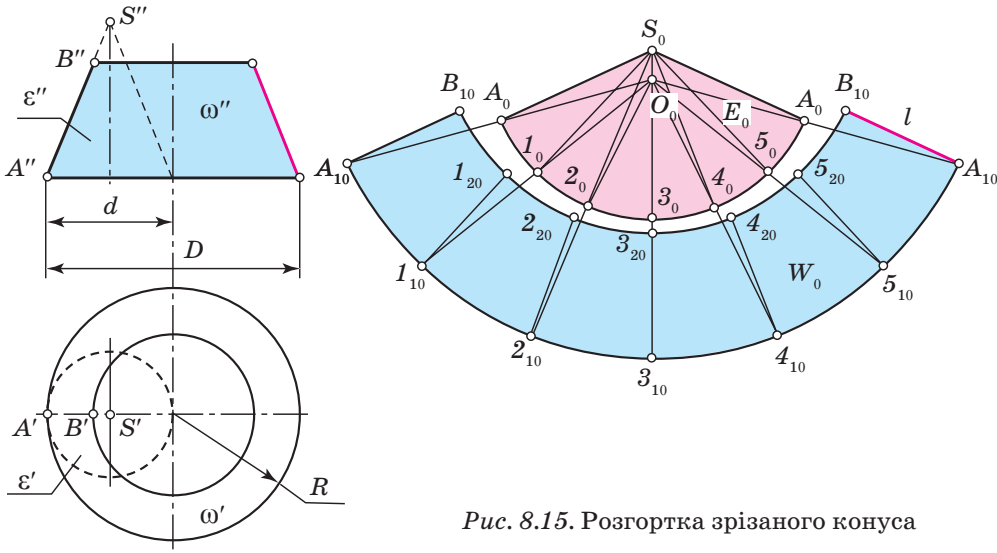


Рис. 8.15. Розгортка зрізаного конуса

зручності побудови діаметр d вибирають такий, щоб відношення $t = D/d$ виражалось цілим числом (у цьому прикладі $t = 2$). Потім будують розгортку бічної поверхні конуса ε — $S_0A_01_02_03_04_05_0A_0$ і на бісектрисі кута $A_0S_0A_0$ позначають точку O_0 , вибравши її розташування довільно. Після цього проводять прямі $O_0A_0, O_01_0, O_02_0, O_03_0, O_04_0, O_05_0, O_0A_0$ і на них відкладають відрізки $[O_0A_{10}] = t \times |O_0A_0|, [O_01_{10}] = t \times |O_01_0|, [O_02_{10}] = t \times |O_02_0|, [O_03_{10}] = t \times |O_03_0|, [O_04_{10}] = t \times |O_04_0|, [O_05_{10}] = t \times |O_05_0|, [O_0A_{10}] = t \times |O_0A_0|$ відповідно, де $t = D/d$. Точки $A_{10}, 1_{10}, 2_{10}, 3_{10}, 4_{10}, 5_{10}, A_{10}$ сполучають плавною лінією. Із цих точок проводять промені, паралельні, відповідно, до прямих $A_0S_0, 1_0S_0, 2_0S_0, 3_0S_0, 4_0S_0, 5_0S_0, A_0S_0$, і на них відкладають відрізки $A_{10}B_{10}, 1_{10}1_{20}, 2_{10}2_{20}, 3_{10}3_{20}, 4_{10}4_{20}, 5_{10}5_{20}, A_{10}B_{10}$, що дорівнюють твірній зрізаного конуса l . Насамкінець проводять лінію $B_{10}1_{20}2_{20}3_{20}4_{20}5_{20}B_{10}$.

8.6. Побудова розгорток пірамід

Розгортка правильної піраміди. Правильна піраміда (рис. 8.16; с. 186) має в основі правильний n -кутник (у цьому прикладі шестикутник). Для зручності побудови одне з ребер, наприклад $O'V'$, розміщене в площині, паралельній до фронтальної проекції.

Побудову розгортки бічної поверхні починають із довільної точки V_0 , з якої як із центра радіусом, що дорівнює довжині бічного ребра піраміди $R = L$, креслять дугу. Від довільної точки O_0 на дузі n разів послідовно відкладають довжину сторони багатокутника. Отримані точки $O_0, 1_0, \dots, 6_0$ послідовно сполучають між собою і з висотою V_0 . Якщо дано точку M , яка належить одній із площин піраміди, то її переносять на розгортку в такий спосіб. Проводять пряму MV до перетину зі стороною основи в точці N і, відповідно, $M'V'$ до перетину в точці N' . Відстань $1N$ відкладають від точки 1_0 на стороні 1_02_0 розгортки до точки N_0 та проводять пряму N_0V_0 .

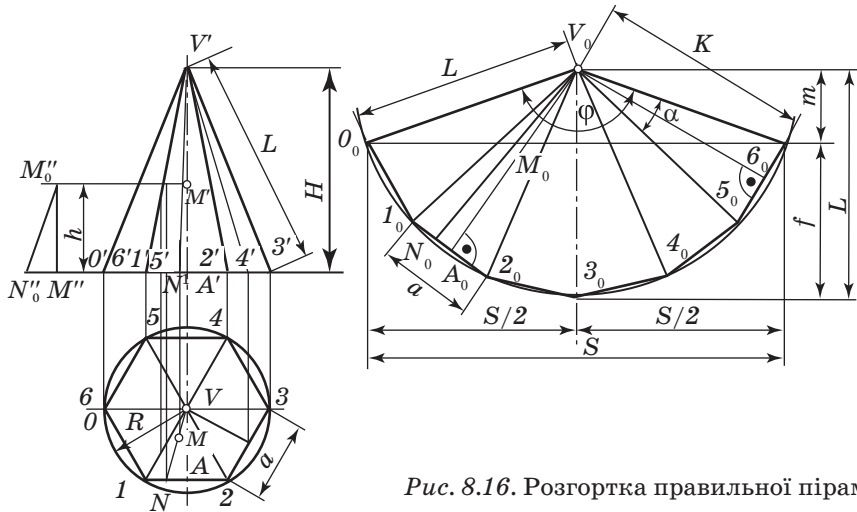


Рис. 8.16. Розгортка правильної піраміди

Для визначення дійсної довжини відрізка NM потрібно побудувати допоміжний прямокутний трикутник зі сторонами $N''_0M'' = NM$ і $M''M''_0 = h$. Від точки N_0 відкладають відстань $N''_0M''_0$ й отримують точку M_0 .

Для аналітичного визначення елементів розгортки піраміди використовують такі залежності:

- бічне ребро $L = \sqrt{H^2 + R^2}$;
- висота трикутників, що становлять розгортку бічної поверхні,
 $K = \sqrt{L^2 - (a/2)^2} = \sqrt{H^2 + R^2 - (a/2)^2}$;
- тангенс половини плоского кута у вершині піраміди:
 $\operatorname{tg}(a/2) = (a/2)K = a/(2\sqrt{L^2 - (a/2)^2}) = a/(2\sqrt{H^2 + R^2 - (a/2)^2})$;
- повний кут розгортки $\varphi = n\alpha$.

Величини s , m і f визначають, скориставшись залежностями:

$$s = 2L\sin(\varphi/2) = 2\sin(\varphi/2)\sqrt{H^2 + R^2},$$

$$m = L\cos(\varphi/2) = \cos(\varphi/2)\sqrt{H^2 + R^2}.$$

Для парної кількості площин піраміди

$$f = L - m = (1 - \cos(\varphi/2))L = (1 - \cos(\varphi/2))\sqrt{H^2 + R^2}.$$

Для непарної кількості площин піраміди

$$f = K - m = K - L\cos(\varphi/2) = \sqrt{H^2 + R^2 - (a/2)^2} - \cos(\varphi/2)\sqrt{H^2 + R^2}.$$

Розгортка правильної піраміди, за основу якої взято правильний п'ятикутник, зрізаний площиною. Для побудови перерізу п'ятикутної піраміди (рис. 8.17) через точки $3'$, $3''$ і $0'$, $0''$ проводять прямі до перетину в точці V' , яка є вершиною піраміди. Відкладають відстань $M'O'_0 = MO$, точки $0'_0$ і V' сполучають. Через точки перетину ребер із площиною $0''$, $1''$, ..., $5''$ проводять горизонтальні прямі до перетину з прямою $0'_0V'$ у точках $0''_0$, $1''_0$, ..., $5''_0$. Відстань $0'_0V' = L$ визначає дійсну довжину ребра піраміди.

Розгортку будують так. Вибирають довільний центр V_0 і з нього радіусом, що дорівнює довжині бічного ребра піраміди $R = L$, описують дугу. Від довільної точки O_0 на дузі як хорду п'ять разів послідовно відкладають сторону основи a . Отримані точки $O_0, 1_0, \dots, 5_0$ сполучають послідовно між собою та з вершиною V_0 . З вершини відкладають відстані $V_0 O_0'' = V' O_0''$, $V_0 1_0'' = V' 1_0''$ і т. д. Отримані точки сполучають.

Для побудови верхньої основи проводять перпендикуляри до відрізка $O''3''$ з точок $O'', 1'', 4'', 2'', 3''$. Вибравши довільну точку O_1 на перпендикулярі, з точки O'' із центра O_1 радіусом $O''1_0''$ розгортки описують дугу до перетину з перпендикуляром в точці 1_1 . Із центра 1_1 радіусом $1_0''2_0''$ описують дугу до перетину перпендикуляра, що проходить через точку $2''$, у точці 2_1 . Дотримуючись обраного напрямку, продовжують побудову до замикання багатокутника. Отриманий багатокутник $O_1 1_1 4_1$ приєднують до будь-якого з ребер розгортки або виконують окремо.

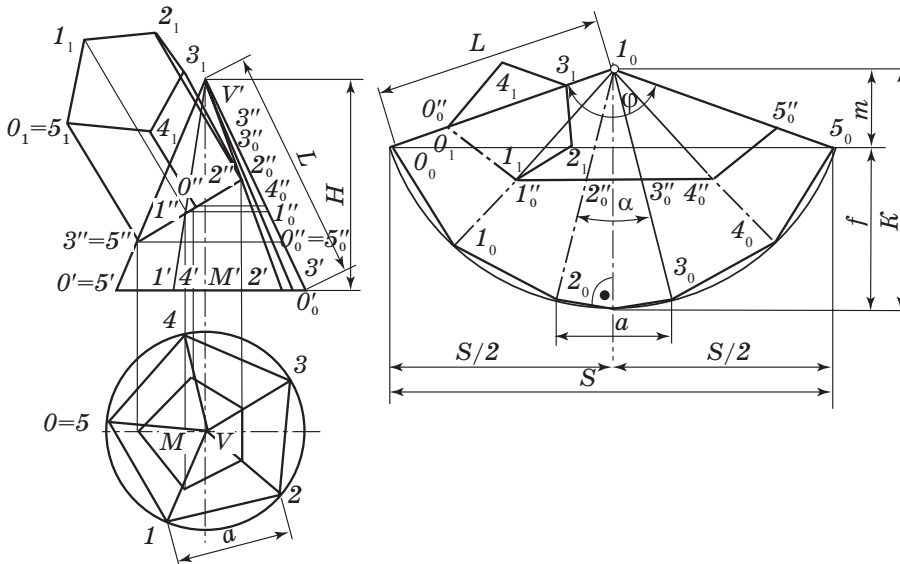


Рис. 8.17. Побудова розгортки правильної піраміди, за основу якої взято правильний п'ятикутник, зрізаний площиною

8.7. Побудова розгортки неправильного багатогранника з паралельними основами

Для побудови розгортки такого багатогранника потрібно визначити дійсну довжину всіх ребер (рис. 8.18; с. 188). Будують дві взаємно перпендикулярні прямі. Від точки їхнього перетину A на вертикальній прямій відкладають висоту багатокутника H до точки B . Щоб визначити дійсну довжину ребра $O_0 O_1^0$, від точки A на горизонтальній прямій відкладають відстань від O_1^0 до точки O^0 . Відрізок $O^0 B$ визначає дійсну довжину шуканого ребра.

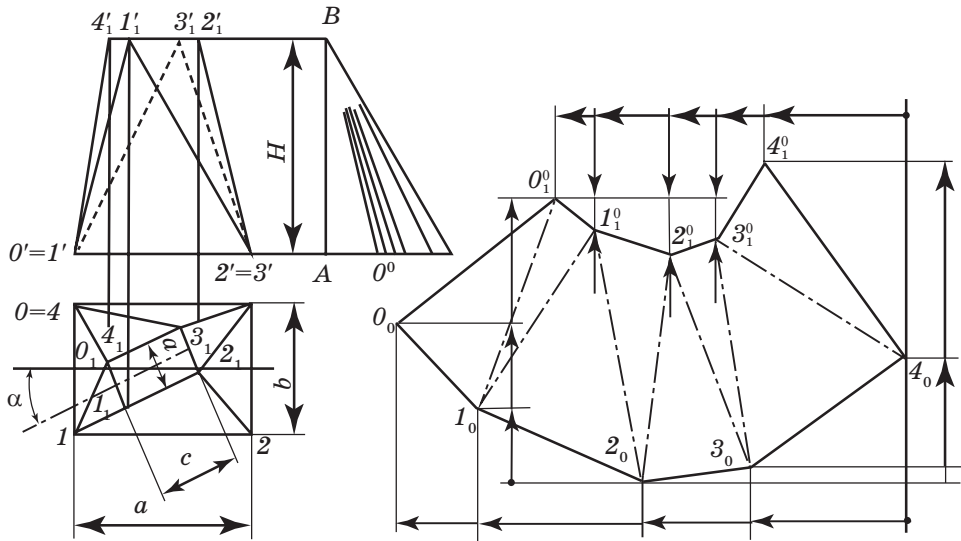


Рис. 8.18. Побудова розгортки неправильного багатогранника з паралельними основами

Розгортку отримують послідовним визначенням дійсних довжин ребер і побудовою всіх площин на трьох ребрах.

Запитання та завдання

1. Що називають *розгорткою*?
2. Як виконують побудову розгорток циліндрів?
3. Як будують розгортки призм?
4. Які особливості побудови розгортки конуса?
5. Як виконують побудову розгортки піраміди?
6. Які особливості побудови розгортки неправильного багатогранника з паралельними основами?
7. Для побудови розгортки пірамідальних і конічних поверхонь використовують спосіб
 - А трикутників
 - Б нормального перерізу
 - В розкочування
8. Визначте, якою буде довжина розгортки прямого циліндра, якщо його діаметр становить 200 мм.

Розділ 9. ПОБУДОВА РОЗГОРТОК ЕЛЕМЕНТІВ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

9.1. Розгортка повітропроводу прямокутного перерізу

Найголовнішою операцією технологічного процесу бляхарного виробництва є розмічання листового металу й побудова розгорток повітропроводів і фасонних частин вентиляційних систем, водостоків і побутових бляхарних виробів. Розмічання виконують з урахуванням припусків для отримання площинної викройки елемента вентиляційної системи.

Розгортку повітропроводу прямокутного перерізу (рис. 9.1) виготовляють із листової сталі з урахуванням з'єднання ділянок повітропроводу на поздовжніх і поперечних фальцах. Розміщення поздовжнього замикаючого фальца передбачають в одному з кутів.

Побудову розгортки виконують так. На металевий лист наносять розміри сторін прямокутного повітропроводу — відрізки A і B (рис. 9.1, б) і місця припусків. Для збільшення жорсткості на сторонах повітропроводів розмірами від 400 до 600 мм позначають діагональні перегини, які в процесі виготовлення вибивають киянкою на ребрі металевого бруска.

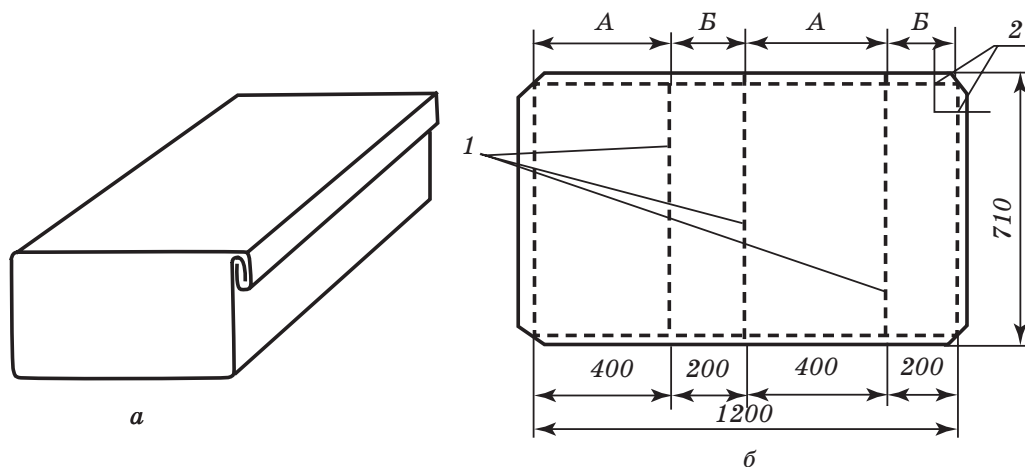


Рис. 9.1. Розгортка прямокутного сталевго повітропроводу:
 a — загальний вигляд; b — картина розгортки; A, B — розміри сторін;
 1 — лінії згинання; 2 — припуски на фальц

9.2. Розгортка прямого переходу круглого перерізу з більшого діаметра на менший

Для побудови розгортки прямого переходу (дифузора) круглого перерізу з більшого діаметра на менший (рис. 9.2; с. 190) потрібно знати діаметр великої D і малої d основ, а також висоту переходу h . Кут розкриття в переходах беруть таким, що дорівнює $25\text{--}35^\circ$, якщо немає особливих вказівок на кресленнях. За такого кута розкриття висота переходу приблизно дорівнює $2(D - d)$.

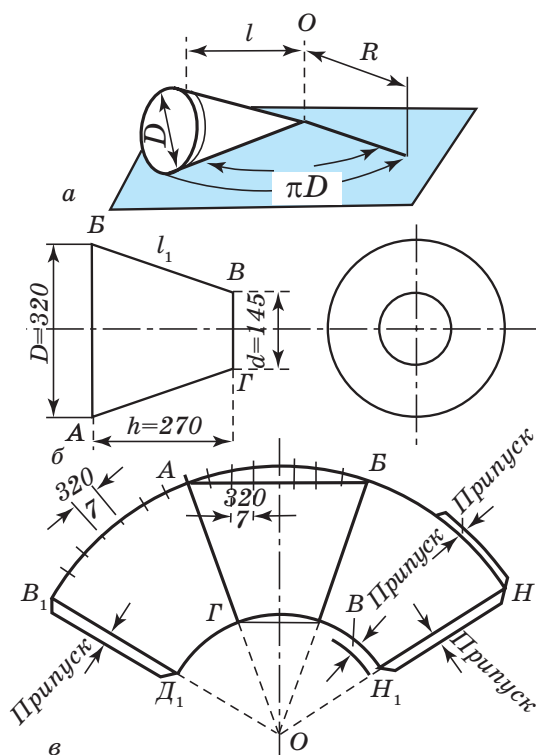


Рис. 9.2. Побудова розгортки переходу круглого перерізу з більшого діаметра на менший:

a — розгортка конуса; *б* — зрізаний конус; *в* — картина розгортки

кола основи конуса, яку визначають множенням діаметра D на значення $\pi = 3,14$. Точки B_1 і H сполучають із вершиною O . Фігура $D_1B_1HH_1$ буде розгорткою зрізаного конуса. До отриманої розгортки додають припуски на фальци (рис. 9.2, *в*).

Такий спосіб побудови розгортки зрізаного конуса можливий за умови, якщо бічні утворюють лінії AG і BV і в разі їх продовження перетинаються на доступній відстані від основи конуса, тобто коли вершина конуса доступна.

9.3. Розгортка косого переходу круглого перерізу на прямокутний

Косий перехід круглого перерізу на прямокутний — це так званий косий дифузор. Для побудови розгортки потрібно накреслити дифузор у двох видах (проекціях) — збоку і зверху (рис. 9.3, *а, б*).

1. Проводять вісь OO_1 (рис. 9.3, *г*), від якої під прямим кутом відкладають лінії OA і OD , переносячи їхні розміри з рисунка 9.3, *б*; розмір OB_1

Якщо конус прокатати на площині навколо вершини O (рис. 9.2, *а*), то отримаємо слід, який і буде розгорткою конуса. Довжина дуги, що є слідом окружності основи конуса з діаметром D , дорівнює πD , а радіус розміром R — довжині бічної твірної конуса l . Якщо конус зрізати паралельно до основи, то отримаємо зрізаний конус (рис. 9.2, *б*).

Щоб накреслити розгортку зрізаного конуса, будують його бічну поверхню ($ABVG$ на рис. 9.2, *в*) із заданим для цього прикладу діаметром нижньої основи $D = 320$ мм, верхньої основи $d = 145$ мм і висотою $h = 270$ мм. Для побудови розгортки лінії AG і BV продовжують до перетину їх у точці O (рис. 9.2, *в*). Якщо побудову виконано правильно, то точка O обов'язково розміщуватиметься на осевій лінії. Потім циркуль ставлять у точку O і проводять дві дуги: одну через точку A , а іншу через точку G . Від довільної точки B_1 на нижній дузі відкладають довжину

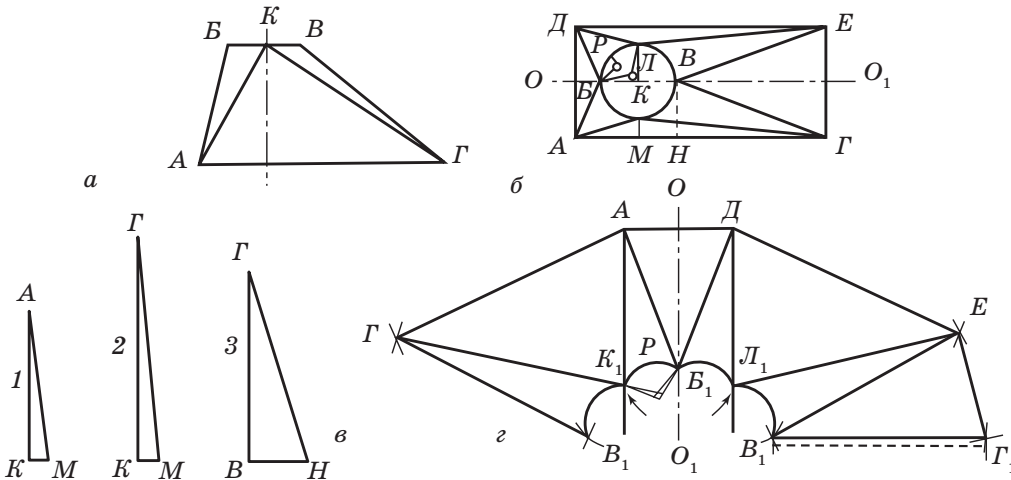


Рис. 9.3. Побудова розгортки косого переходу круглого перерізу на прямокутний:
а, б — проєкції косого дифузора; в — допоміжні трикутники; з — розгортка

беруть таким, що дорівнює AB (рис. 9.3, б) і сполучають точку B_1 з точкою A і D . Так отримують натуральні розміри трикутника ADB (рис. 9.3, б).

2. З точок A і D проводять донизу під прямим кутом дві лінії, на яких відкладають розміри AK_1 і DL_1 . Узявши циркулем розмір чверті кола BL (рис. 9.3, б), з точки B_1 як центра описують дугу знизу, як показано стрілками на рисунку 9.3, з, й отримують точки перетину з перпендикулярами K_1 і L_1 . Розміри AK_1 і DL_1 можна знайти більш точно, побудувавши допоміжний трикутник 1 (рис. 9.3, в). Для цього на проєкції (рис. 9.3, б) з точки K на лінію AG опускають перпендикуляр KM , розмір якого буде однією стороною прямокутного трикутника (катетом), іншою стороною під прямим кутом до неї буде розмір AK (рис. 9.3, а). Сполучаючи точки A і M , отримують третю сторону AM (гіпотенузу) прямокутного трикутника, яка і буде шуканим розміром $AK_1 = DL_1$.

3. Розміри L_1E і K_1G знаходять за допомогою побудови допоміжного прямокутного трикутника 2 (рис. 9.3, в), однією стороною якого буде також лінія KM , а перпендикуляром до неї — розмір $KГ$ (рис. 9.3, а). Отримана гіпотенуза $ГМ$ буде шуканим розміром $L_1E = KГ$. Точки E і G (рис. 9.3, з) знаходять перетином двох дуг: центром однієї дуги буде точка D або точка A , а радіусом — розмір DE або AG (рис. 9.3, б). Центром другої дуги буде точка K_1 або L_1 , а радіусом — знайдений розмір L_1E або $KГ$ з трикутника 2 (рис. 9.3, в).

4. Розміри $B_1Г$ і B_1E знаходять за допомогою допоміжного трикутника 3 (рис. 9.3, в), одна сторона якого буде дорівнювати перпендикуляру BH , опущеному з точки B на лінію AG (рис. 9.3, б), а друга сторона трикутника під прямим кутом до першої дорівнює $BГ$ (рис. 9.3, а). Отримана гіпотенуза $ГН$ буде розміром $B_1Г = B_1E$. Точка B_1 лежить на перетині

двох дуг: одна має центр Γ або E і радіус — розмір ΓH із трикутника $З$, а інша має центр — точки K_1 або L_1 і радіус розміром $K_1 B_1$ або $B_1 L_1$, тобто $1/4$ кола (рис. 9.3, б; с. 191). Точку Γ_1 знаходять на перетині дуги, описаної з точки E радіусом, що дорівнює $E\Gamma$ (рис. 9.3, б), і дуги, описаної з точки B_1 радіусом, що дорівнює ΓH із трикутника $З$ (рис. 9.3, в; с. 191).

5. Дуги між точками B_1 і K_1 , K_1 і B_1 , B_1 і L_1 , L_1 і B_1 проводять від руки, причому для більшої точності намічають 1–2 точки (наприклад, P), перенесених із рисунка 9.3, б.

Закінчивши побудову розгортки дифузора, на краях дають припуск на шов. Дифузор з'єднують круглим отвором із вентилятором, а прямокутним — з калорифером, зазвичай за допомогою фланців кутової сталі, які роблять у формі круглої та прямокутної рамок і приклепують до країв дифузора. Якщо фланці роблять не з кутового, а із смугового прокату, на краях дифузора залишають борти, які підтискають під фланці. Вони мають отвори для болтів, просвердлені за отворами на фланцях.

9.4. Розгортка відводу круглого перерізу

Відводи круглого та прямокутного перерізів визначають за діаметром (або довжиною сторін) повітропроводу й радіусом заокруглення R , яким можна описати дугу осі відведення (рис. 9.4). Щоб заокруглення було плавним, довжина його радіуса R має бути не меншою ніж 2–2,5 діаметра відводу, тобто $R = 2\text{--}2,5D$. Радіус заокруглення роблять меншим за 2 діаметри лише коли бракує місця, а також коли це обумовлено на кресленні.

Круглі відводи сталевих повітропроводів виготовляють із кількох ланок, які з'єднують одинарним фальцем. Незалежно від розміру кожне відведення на кінцях має так звані стакани, тобто крайні ланки, зрізані під прямим кутом для нормального з'єднання з трубами.

Круглі відводи розкрояють у такій послідовності.

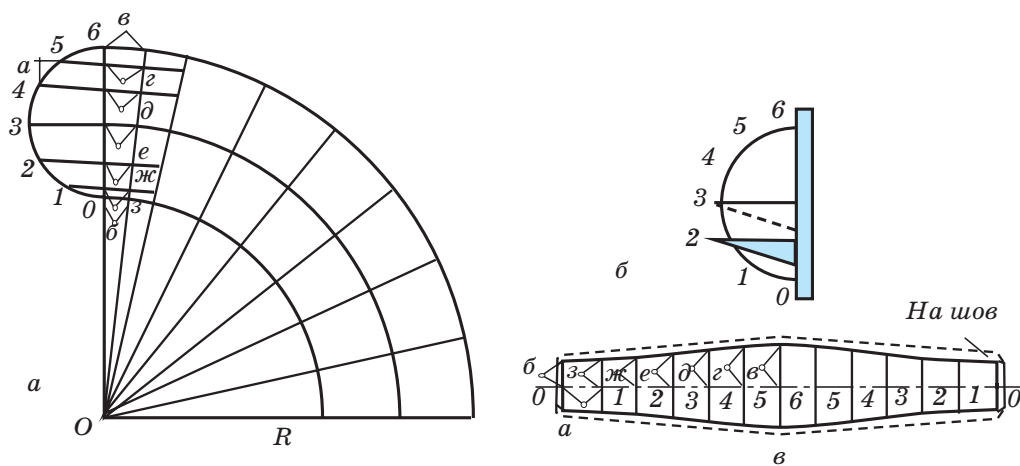


Рис. 9.4. Розгортка відводу круглого перерізу:

а — креслення відводу; б — поділ півкола; в — розгортка ланки відводу

1. Будують кут відводу. Для цього проводять дві лінії, що перетинаються під тим кутом, який матиме відвод. Зазвичай кут буває прямий (90°). Якщо ж кут інший, то можна його побудувати, знаючи, що коло має 360° , тобто 1° становить $1/360$ його частину (наприклад, 60° становить $60/360 = 1/6$ частину кола і т. д.). Довжину кола знаходять за радіусом заокруглення R .

2. Зазначеним радіусом відводу R , а коли вказівок немає, то радіусом, що дорівнює двом діаметрам повітропроводу ($2D$), описують дугу з вершини побудованого кута. Дуга буде віссю відводу. Тому, відклавши від неї вгору й униз на одній зі сторін кута по половині діаметра повітропроводу та провівши через отримані точки дуги, отримують накреслений відвід (рис. 9.4, а).

3. Відвід ділять по осі на стільки ланок, скільки вказано в кресленні. Якщо вказівок немає, то кількість ланок дорівнюватиме семи. Шви ланок утворюють прямі, проведені через точки поділу й центр O .

4. Біля краю відводу з точки перетину осі зі стороною основного кута описують півколо одного діаметра з повітропроводом і ділять її на 6 однакових частин; півколо можна також розділити на 8 частин.

5. Точки поділу півкола переносять на її діаметр. Для цього, наприклад, приклавши лінійку до діаметра, опускають перпендикуляри з точок поділу за допомогою кутника, пересуваючи його вздовж лінійки (рис. 9.4, б).

6. На листі металу, з якого викроюють відвід, проводять пряму лінію 00 (рис. 9.4, в), що дорівнює довжині кола повітропроводу, і ділять її на 12 (або 16) однакових частин, які мають точно відповідати контрольним позначкам на півколі (див. п. 4).

7. Через точки поділу проводять до прямої 00 перпендикуляри (наприклад, способом, зазначеним в п. 5).

8. На перпендикулярах угору й униз від прямої 00 відкладають циркулем розміри, як показано на *рисунку 9.4, в*, причому найбільший розмір проходитиме через середину прямої 00 .

9. Сполучивши отримані точки, як показано на *рисунку 9.4, в*, і відклавши припуск на фальц, отримують розгортку ланки. Фальц для діаметра відводу від 80 до 250 мм становить 8–10 мм, для діаметра від 300 до 575 мм — 10–12 мм, для діаметра 600–900 мм — 12–13 мм. Отриману викройку вирізають і, користуючись нею як шаблоном, обводять і вирізають інші ланки відводу. Розкрій крайніх ланок дорівнює половині ланки.

9.5. Розгортка круглого конусного відводу різного діаметра

У такого відводу вхідний і вихідний отвори мають різні діаметри. Конусні відводи розкроюють у певній послідовності (рис. 9.5; с. 194). Спочатку будують кут відводу. Із центра 1 описують дугу осі відводу й відкладають на сторонах кута з обох сторін осі $1/2$ діаметра повітропроводу — на одній стороні більший, ніж на іншій.

Відкладаючи також половину меншого діаметра від центра 1 угору на одній стороні кута й униз на її продовженні, отримують дві точки 2 і 3, які є центрами для дуг, що описують відвід. Із центра 2 описують зовнішню дугу, із центра 3 — внутрішню. Відвід ділять по осі на ланки. Розгортку роблять окремо для кожної ланки як для усіченого конуса.

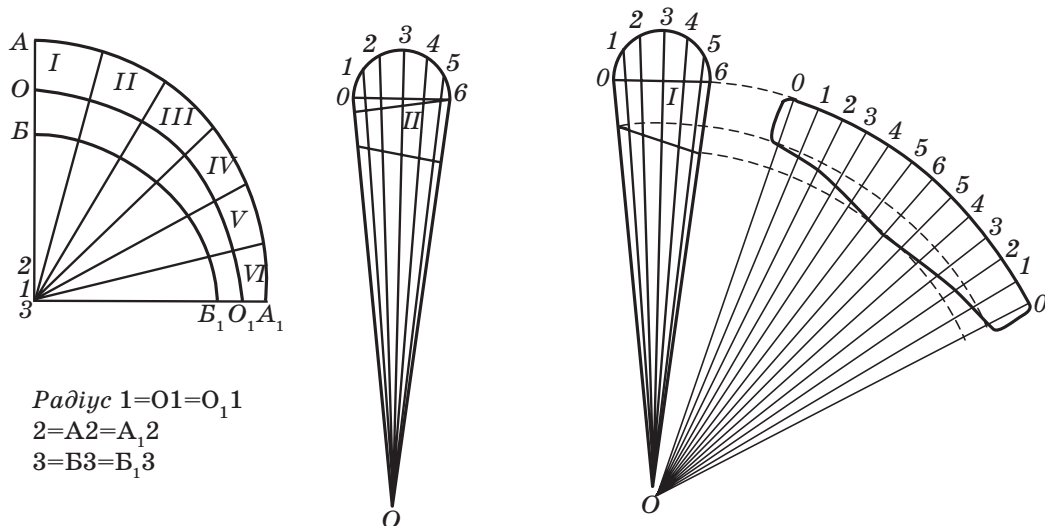


Рис. 9.5. Розгортка круглого конусного відводу різного діаметра

9.6. Розгортка прямокутного відводу

Розгортку прямокутного відводу виконувати значно простіше, ніж круглого (рис. 9.6, а).

1. Спочатку будують кут відводу, зазвичай прямий (90°). Потрібним радіусом (не більшим за подвійну ширину короба) описують дугу осі відводу. Відклавши від осі на одній зі сторін кута в обидва боки по $1/2$ ширини повітропроводу, описують отриманими радіусами відвід.

2. Вирізають смуги для бічних сторін повітропроводу. Ширину смуг беруть за розміром у кресленні, роблячи припуск по краях на шов по 5 мм. Довжину смуг визначають так. Довжина кола (360°) дорівнює $2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot R$. Отже, довжина дуги $1^\circ = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot R}{360}$, де R — радіус дуги; цей вираз можна скоротити на 2, тобто дуга $1^\circ = \frac{3,14 \cdot R}{180} = 0,0175R$. Щоб обчислити довжину дуги будь-якого числа градусів, треба $0,0175R$ помножити на число градусів. Наприклад, довжина дуги 80° , що має радіус 600 мм, дорівнює $0,0175 \cdot 600 \cdot 80 = 840$ мм. Для найбільш уживаних кутів: $60^\circ = 0,0175 \cdot 60 = 1,05$; $80^\circ = 0,0175 \cdot 80 = 1,40$; $90^\circ = 0,0175 \cdot 90 = 1,57$.

З'єднання швів на прямокутних відводах роблять так, що фальці в усіх частин відводу загнуті в один бік і весь виріб має такий вигляд, як показано на рисунку 9.6, б.

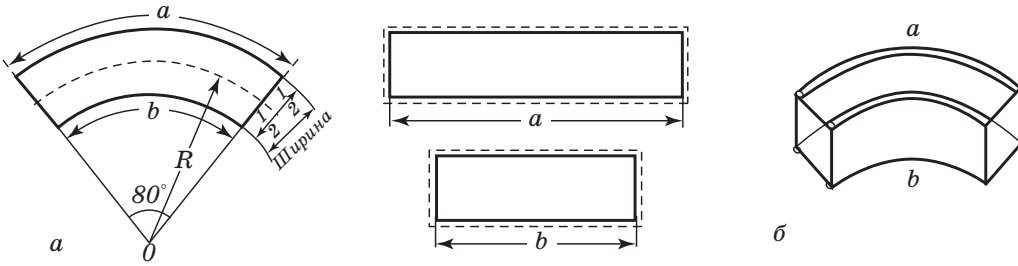


Рис. 9.6. Розгортка прямокутного відводу

9.7. Розгортка трийника

Відгалуження повітропроводів роблять за допомогою трийників. **Трийники** — це фасонні частини, які мають три отвори: два — для прямої основної труби й один — для відростка. Відгалуження має бути максимально пологим: нормальним вважають кут його до головної лінії близько 15° . Трийники виготовляють двома способами: 1) трийник розкроюють з одного листа металу зі швом на боці; 2) рейковий трийник, у якого основну трубу й відросток розкроюють окремо та з'єднують швом по вирізу в головній трубі. На *рисунку 9.7* зображено розкрій трийника розмірами $300 \times 250 \times 150$ мм.

Побудову розгортки виконують у такій послідовності.

1. Посередині листа металу проводять осьову лінію 00 (*рис. 9.7, б*), від якої зверху листа відкладають в обидва боки по половині довжини кіл головної труби a : $\frac{b \cdot 3,14}{2} = b \cdot 1,57$ (*рис. 9.7, а*). Довжина трийника дорівнює від 2 до 3 діаметрів головної труби, тобто в середньому $2,5a$. На цій відстані проводять перпендикулярно до осі нижню кромку листа по лінії 1–2 (*рис. 9.7, б*).

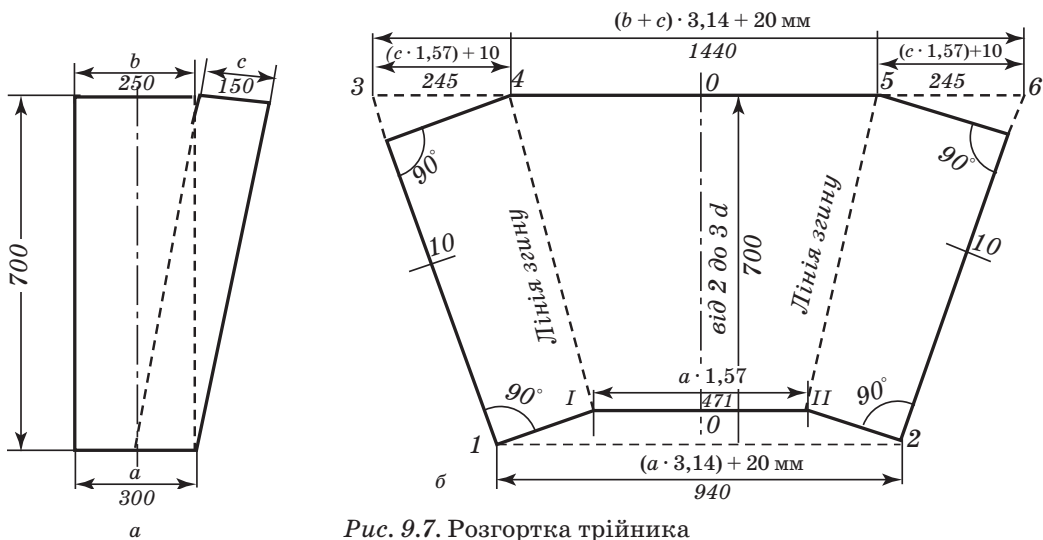


Рис. 9.7. Розгортка трийника

2. Праворуч і ліворуч від зроблених у такий спосіб позначок відкладають також по половині кола відростка з додаванням 10 мм на шов, тобто $(c \cdot 1,57 + 10)$ мм. Отже, загальна ширина листа для викройки має дорівнювати $(b + c) \cdot 3,14 + 20$ мм, тобто сумі двох розгорнутих кіл і 20 мм на шви.

3. Уздовж нижньої кромки листа відкладають в обидва боки від осьової лінії по половині кола головного вихідного отвору: $a \cdot 1,57 + 10$ мм.

4. Сполучають крайні позначки верхньої та нижньої кромки листа 3 з 1 і 6 з 2.

5. З точок 4 і 5 опускають перпендикуляри до отриманих ліній 3–1 і 6–2, а з точок 1 і 2 проводять перпендикуляри до цих ліній.

6. На нижній кромці листа відкладають від осьової лінії по $\frac{1}{4}$ довжини кола головного вихідного отвору, тобто по $\frac{a \cdot 1,57}{2}$, і з визначених точок проводять перпендикуляри до нижньої кромки до перетину їх у точках I і II з лініями I–1 і II–2. На цьому розкроювання трійника закінчують.

7. У точках 4 і 5 роблять прорізи завглибшки від 15 до 20 мм і викройку вирізають по суцільних лініях.

Виготовлення трійника починають із викочування головної труби спочатку від руки, а потім киянкою. Лінії згину злегка насікають гострим краєм молотка або зубилом. Потім відгинають кромки прорізів у точках 4 і 5 і, закріпивши їх, починають викочування відростка. Шов утворюють із боку відростка.

9.8. Розгортка рейкового трійника

Щоб отримати рейковий трійник потрібної форми, попередньо креслять його контур (рис. 9.8, б): проводять дві перпендикулярні лінії і з точки їх перетину проводять лінію шва під кутом 15° до осі головної труби (рис. 9.8, а); відклавши на головній осі довжину трійника, відкладають від осі розміри отворів — по половині діаметра на сторону так, щоб лінії діаметрів отворів були перпендикулярними до осей; сполучивши лініями кінці отриманих діаметрів, отримують контур трійника.

Викройку відростка розмічають у такий послідовності.

1. На контурі трійника описують півкола на діаметрі відростка й на головному отворі повітропроводу (рис. 9.8, б); півкола ділять на 8 рівних частин і з точок поділу опускають перпендикуляри до ліній діаметрів. Сполучивши отримані точки на лініях діаметрів прямими лініями, на лінії шва отримують точки I, II, III і IV. З точок O_1 і 8' проводять лінії під прямим кутом до лінії шва O_1a і 68'.

2. На листі металу проводять центральну вісь, на якій відміряють довжину трійника та проводять під прямим кутом до осі верхню й нижню кромки (рис. 9.8, б). По обидва боки від осі відкладають по 8 частин, які на верхній кромці дорівнюють поділкам на півкола відростка, а на нижній — поділкам на півкола великого діаметра. Точки поділу сполучають прямими лініями: 1 з 1', 2 з 2' і т. д.

сполучають точки поділу діаметрів a , b і c , і сполучають отримані на розгортці точки плавними лініями, отримуючи викрійку головної труби.

Коли викрійка готова, складові частини трійника вигинають: фальці роблять лежачі, загнуті всередину. З'єднання частин можна робити лежачим одинарним фальцем із середини, але це дуже незручно в роботі. Тому зазвичай частини трійника з'єднують за допомогою рейок, від яких він отримав свою назву. *Рейками* називають вирізані з покрівельної сталі смужки із загнутими краями, які ударами киянки насувають на загнуті краї фальців (рис. 9.9). Для з'єднання трійника потрібно 4 рейки: двома рейками скріплюють зігнуті половинки і двома їх з'єднують між собою. Усі рейки роблять такої довжини, щоб доходити до точки a (рис. 9.9). Насунуту на фальці рейку ущільнюють ударами киянки.

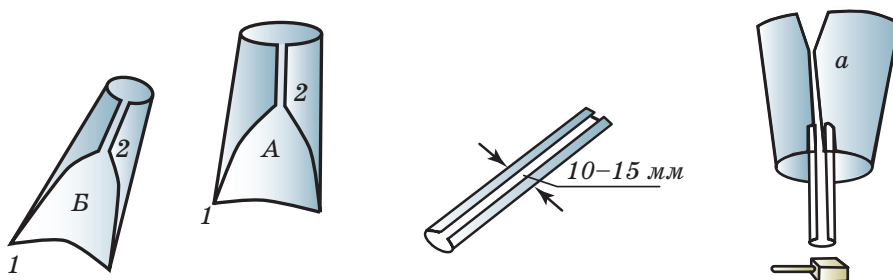


Рис. 9.9. З'єднання рейкою

9.9. Розгортка штаноподібного трійника

Штаноподібний трійник (рис. 9.10) виготовляють і викроюють як звичайний трійник. Хрестовину можна виготовляти так само, як і трійник. Проте більш практичним є виготовлення хрестовин способом із двох половинок із двома швами (по боках).

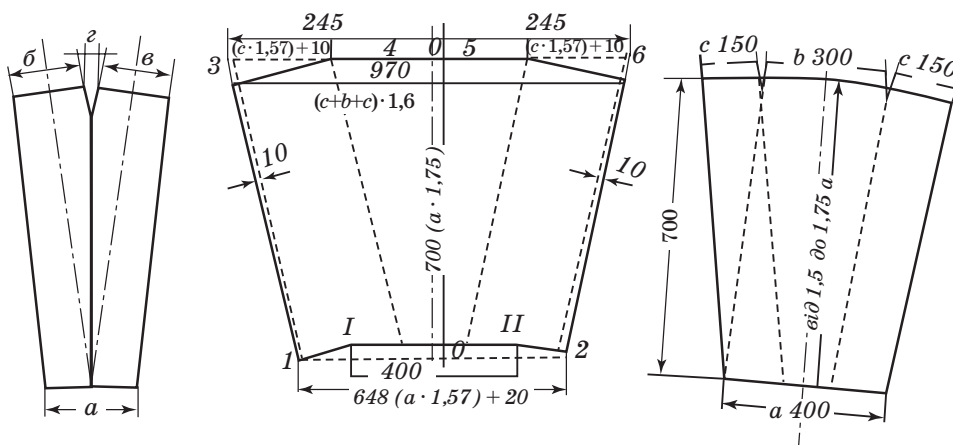


Рис. 9.10. Розгортка штаноподібного трійника

Попередньо креслять контур хрестовини: проводять дві перпендикулярні лінії, а з точки перетину — дві осі відгалужень під кутом 15° до головної осі, тож кут між осями відгалужень становить 30° . На головній осі відміряють довжину хрестовини й проводять лінії діаметрів, перпендикулярні до осей, відкладаючи по обидва боки кожної осі по половині діаметра відповідного отвору. Кінці ліній діаметрів сполучають та отримують контур хрестовини.

Між верхніми діаметрами залишають проміжки таких самих розмірів, що й у трійників.

Розгортку хрестовини роблять із двох половинок. На листі металу проводять осьову лінію, на якій відміряють довжину хрестовини (зазвичай 700 мм), перпендикулярно до неї проводять лінії верхньої та нижньої кромки. На верхній кромці по боках осьової лінії відкладають по чверті довжини кола основної труби. Потім до кожної позначки додають на проріз $e = 25\text{--}35$ мм і далі відкладають по половині кола відгалужень із додаванням на шви по 10 мм на сторону. На нижній кромці відміряють від осьової лінії по чверті довжини кола основного отвору магістралі з додаванням на шви по 10 мм на сторону. Точки 1, 2, 3, 4, 5 і 6 сполучають, із точок 4 і 5 опускають перпендикуляри до ліній 3–1 і 6–2, а з точок 1 і 2 проводять перпендикуляри до цих самих ліній. Відмірявши на нижній кромці по обидва боки від осьової лінії по половині діаметра головного отвору, проводять у цих точках перпендикуляри до перетину їх у точках I і II з перпендикулярами з точок 1 і 2. Із точок 4 і 5 паралельно крайнім лініям 3–1 і 6–2 проводять лінії, за якими роблять згин усіх трьох частин листа в півколо.

Таким самим способом роблять форму другої половини хрестовини, причому на обох половинах у точках 4 і 5 прорізають заглибини 15–20 мм. Бічні шви з'єднують фальцями.

Фасонні частини — відводи, трійники, хрестовини — установлюють на повітропроводі за допомогою фальців, хомутів і фланців.

Запитання та завдання

1. Як будують розгортки повітропроводу прямокутного перерізу?
2. Які особливості побудови розгортки переходу круглого перерізу з більшого діаметра на менший?
3. Які особливості побудови розгортки конуса?
4. Як виконують побудову розгортки косого переходу круглого перерізу на прямокутний?
5. Які особливості побудови розгортки відводу круглого перерізу?
6. Які особливості побудови розгортки круглого конусного відводу різного діаметра?
7. Які способи виконання розгортки трійника?
8. Визначте довжину кола, якщо його радіус становить 150 мм.
9. Визначте довжину дуги 70° , що має радіус 500 мм.

Розділ 10. РОЗКРОЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ

10.1. Загальні відомості про розкроювання матеріалів

Бережливе й раціональне витрачання матеріалів є важливим резервом зниження собівартості продукції. Для цього потрібно скорочувати відходи матеріалів, що залишаються під час виготовлення деталей, застосовуючи раціональне розкроювання матеріалу.

Розкроювання — одна з найзатребуваніших операцій з оброблення листових матеріалів, завдяки якій отримують якісні заготовки за мінімальної кількості відходів. Основу розмічають на контури потрібних виробів (заготовок), а потім за допомогою інструменту (обладнання) розрізають. Це завдання виконують різними способами, ураховуючи кількість відходів, швидкість виконання різання і якість готових кромок. Перш ніж розкроювати листовий матеріал на одну або кілька деталей, визначають потрібну кількість матеріалу, виходячи з раціонального укладання деталей на листі стандартних розмірів.

Розкроювання листового металу виконують за шаблонами, виготовленими з листової вуглецевої сталі, листового алюмінію чи фанери. Застосовують *шаблони заготовок*, за допомогою яких вирізають заготовку з припуском на подальше оброблення, або так звані *шаблони розгортки деталей*, які дають змогу вирізати точні заготовки, що не потребують обрізання припуску після формоутворення з них деталей.

Щоб розкрити деталь, розміри якої вказані на *рисунку 10.1, а*, спочатку беруть лист розміром 500×2000 мм (*рис. 10.1, б*). Корисна площа поверхні листа становить $0,5 \cdot 2 = 1$ м². Площа поверхні деталі $0,36$ м². Отже, лист буде використано лише на 36 %, а відходи становитимуть 64 %, тож цей варіант розкроювання нераціональний.

Якщо взяти інший лист розміром 500×2500 мм (*рис. 10.1, в*), корисна площа його поверхні $0,5 \times 2,5 = 1,25$ м². На цьому листі можна розмістити дві деталі. Площа поверхні кожної деталі, як і в першому варіанті розкроювання, $0,36$ м². Отже, відходи на кожну заготовку становитимуть $0,265$ м². Лист у цьому випадку використано на 57,6 %, відходи складають 42,4 %. Цей варіант розкроювання також нераціональний, бо відходи великі.

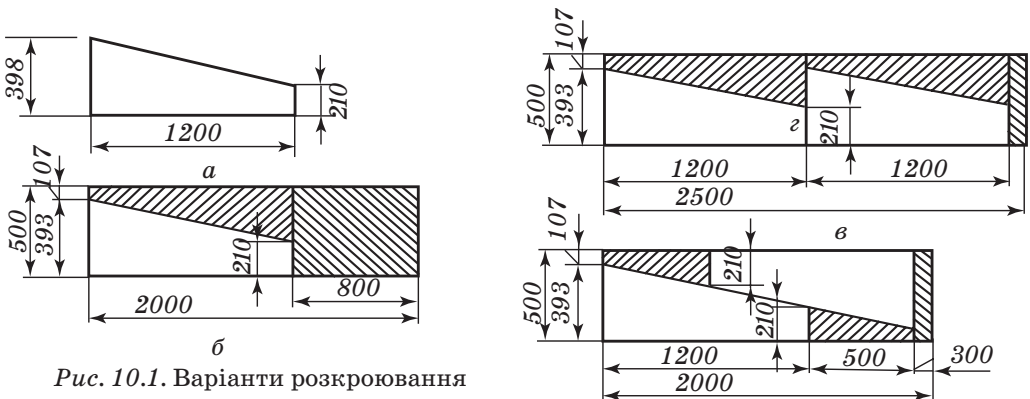


Рис. 10.1. Варіанти розкроювання заготовок на листі

Для кращого розкроювання дві деталі можна розмістити більш раціонально на першому листі розміром 500×2000 мм (рис. 10.1, з). За такого розміщення відходи на кожну заготовку становлять $0,14 \text{ м}^2$, лист використано на 72 %, а відходи становлять лише 28 %.

Від правильності розкроювання листового матеріалу залежить найбільший відсоток його використання. Отже, до вибору листового матеріалу треба підходити ретельно, перевіряючи різні варіанти розкроювання та вибираючи найраціональніший із них. Коефіцієнт використання матеріалів має бути максимальним.

Під час розкроювання листового матеріалу, крім економії, потрібно враховувати технологічні й організаційні фактори. Зокрема, шаблони на листовому матеріалі треба розкладати так, щоб можна було використовувати наявні інструменти й обладнання. Відходи, що залишаються від виробництва окремих деталей, ретельно сортують як за розмірами, так і за призначенням, щоб застосувати для виготовлення інших деталей.

Підготовка раціонального розкроювання матеріалу — операція дуже трудомістка й потребує великих витрат часу, оскільки робітник не в змозі перебрати всі можливі комбінації розкладення заготовок. Нині для цих цілей використовують ЕОМ, за допомогою яких розраховують можливі варіанти й вибирають раціональний варіант розкроювання матеріалу.

10.2. Економія металу залежно від способу розкроювання

Висока вартість, а також дефіцитність багатьох металів вимагають суворої економії в їх витрачанні. Щоб знизити собівартість продукції, скорочують відходи металів, які залишаються невикористаними в процесі виготовлення деталей. Для цього застосовують найраціональніший варіант розкроювання матеріалу, замінюють по можливості дефіцитні матеріали недефіцитними тощо.

Листову сталь поставляють у листах певних стандартних розмірів. Залежно від форми заготовок, які потрібно викроїти, розрізняють прямолінійний, криволінійний і змішаний види розкроювання листового металу (рис. 10.2).

Запам'ятайте! Заготовки на листі мають бути розміщені так, щоб витрата металу була мінімальною і лист було зручно розрізати.

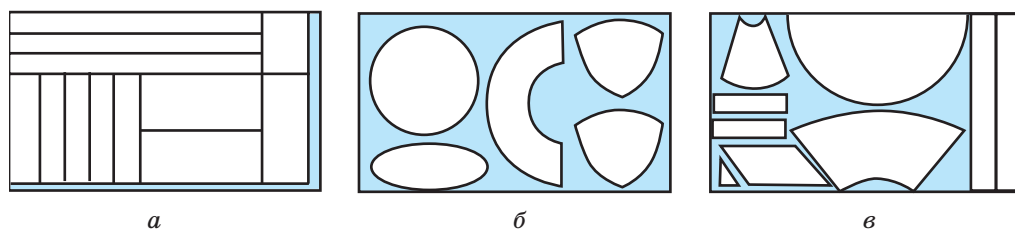


Рис. 10.2. Види розкроювання листового металу:

а — прямолінійний; б — криволінійний;

в — змішаний (відходи металу виділені кольором)

Виробничі відходи металів в основному утворюються під час розрізання листів, смуг і стрічок на заготовки різної форми й розмірів. На *рисунку 10.3* показано правильне й неправильне розміщення заготовок на листі. За неправильного розкладання заготовок на листі витрата металу збільшується. Ці самі заготовки можна розмістити на листі так, щоб витрата металу зменшилася приблизно на 20–30 %.

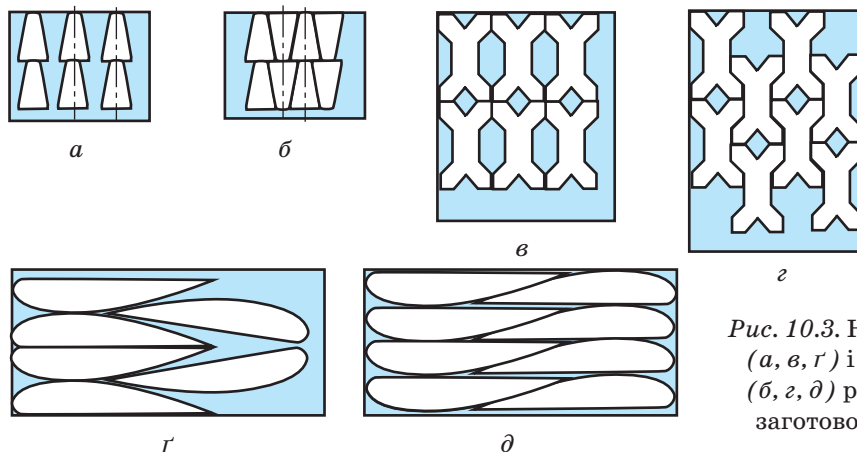


Рис. 10.3. Неправильне (а, в, г) і правильне (б, г, д, з, е, ж) розміщення заготовок на листі

Для економії листового металу його розкроюють за так званими **картами розкроювання** (*рис. 10.4*), які передбачають *групове розкроювання*, коли з листа викроюють групу деталей різних найменувань, або *індивідуальне розкроювання*, коли лист розкроюють на деталі одного найменування.

Формуючи карту розкроювання металу, потрібно дотримуватися таких **правил**: розміщення однотипних заготовок забезпечує максимально ефективне використання матеріалу; спочатку розмічають габарити довгих і широких деталей, потім заповнюють вільний простір іншими заготовками; поєднання контурів для оптимізації різання (менше проходів різачка або лазерної головки); технологічна ширина різку: для теплового оброблення вона становить 3–5 мм від фактичної ширини, за механічного розкроювання її не враховують; що більший сталевий лист, то вищий коефіцієнт використання (це відношення площі поверхні заготовок до площі поверхні листа).

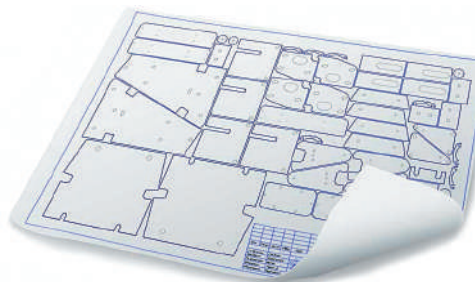


Рис. 10.4. Карта розкроювання

Основним параметром у виборі верстата або іншого обладнання для розкроювання металу є максимальна й мінімальна ширина розрізу, можливість зміни цього розміру. Крім того, ураховують вимоги до якості отримуваної заготовки. Так, для високоточного виробництва важливою є відсутність конусності зрізу або мінімальне значення цього пара-

метра. Для виготовлення деталей різної товщини складають кілька карт, а також розраховують параметри обладнання.

Аналіз процесу розкроювання матеріалу вказує на те, що з метою економії можна внести раціональні зміни в конструкцію виробу. Розглянемо як приклад отримання заготовок для конічної поверхні діаметром 2600 мм. Заготовку проєктують як сектор кола (рис. 10.5, а). Для вирізання такого сектора з покрівельної сталі (розміри листа 710×1420 мм) потрібно 8 листів, з'єднаних попередньо фальцами в картину. Ту саму конічну поверхню можна утворити з кількох секторів, з'єднаних фальцами в напрямку радіусів (рис. 10.5, б, в). Оскільки з одного листа викроюють 2 сектори, тож знадобиться тільки 6 листів. За такого варіанта розкроювання витрата металу скорочується приблизно на 25 %.

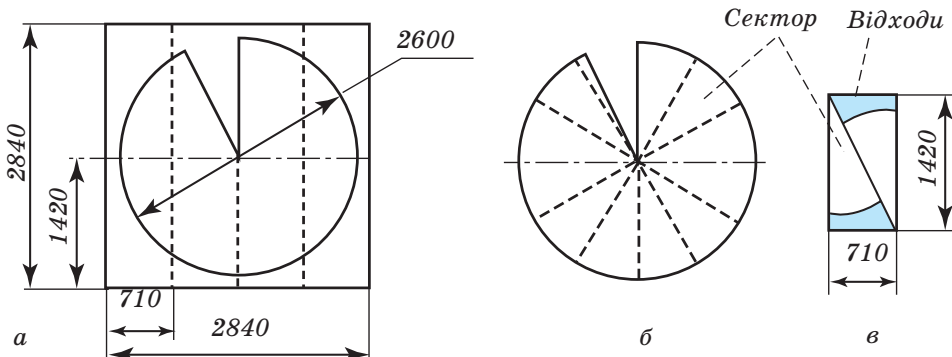


Рис. 10.5. Схеми розкроювання заготовок для конічної поверхні:
а — за першим варіантом; б, в — за другим варіантом

Найраціональнішого використання матеріалу досягають, розміщуючи на одному листі заготовки різних габаритів (рис. 10.6), причому спочатку розкладають найбільші заготовки, потім заготовки середніх розмірів і, насамкінець, усі вільні місця площі поверхні листа заповнюють заготовками малих розмірів.

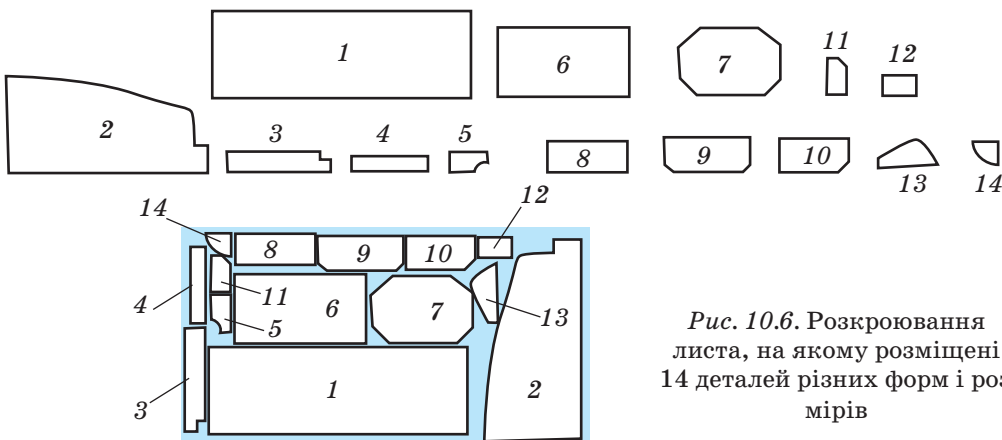


Рис. 10.6. Розкроювання листа, на якому розміщені 14 деталей різних форм і розмірів

Розглянуті приклади стосуються ручного способу розкроювання. На сучасних різальних машинах можна розрізати лист на заготовки по різних кривих розгортках частин виробів (наприклад, зрізаних тіл обернення — циліндрів і конусів).

Розгортки деталей великої довжини потрібно виконувати частинами. Варіанти вирізання деталей відводів і напіввідводів з різною кількістю ланок зображено на *рисунку 10.7*. (Мінімальні відходи отримують під час розкроювання заготовок із рулонної сталі).

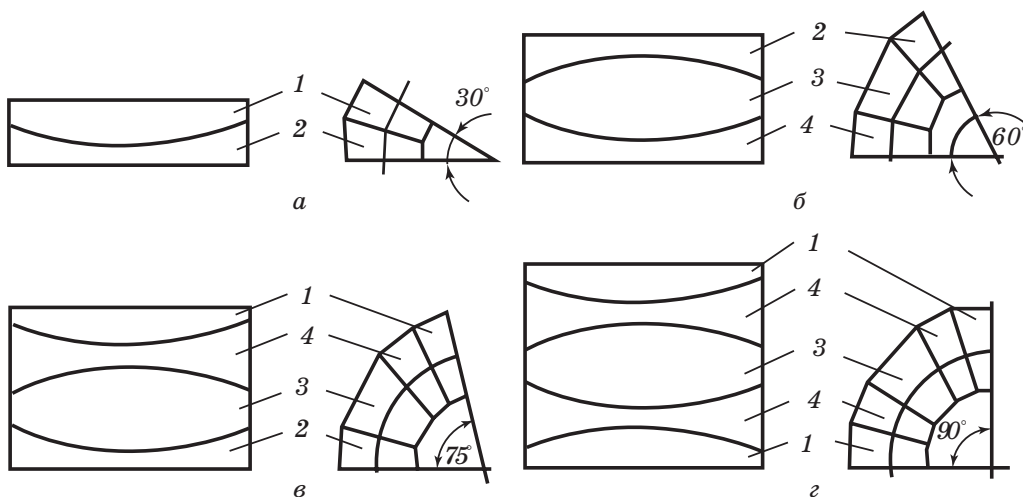


Рис. 10.7. Схеми розрізання на різальній машині заготовок відводів і напіввідводів, що складаються:

а — із двох стаканів; б — із двох стаканів і ланки; в — із двох стаканів і двох ланок; г — із двох стаканів і трьох ланок;

1 — стакан 1; 2 — стакан 2; 3 — ланка 1; 4 — ланка 2

У процесі розкроювання листового металу на заготовки залишають припуски на розрізання. Розмір припуску додають до розмірів шаблонів. Припуски встановлюють, зважаючи на товщину листів, з урахуванням застосовуваного обладнання. Розрізаючи листовий метал завтовшки 0,5–2 мм важільними, листовими з похилими ножами й вібраційними ножицями, залишають припуск 1–2 мм; завтовшки 0,5–3 мм стрічковими пилами — 2–5 мм, а циркульними (дисковими) пилами — 3–5 мм.

10.3. Способи розкроювання та різання листових матеріалів

Окрім ручного розкроювання та різання листового матеріалу ножицями, використовують механічні, лазерні, плазмові, газокисневі й гідроабразивні способи. Кожна із цих технологій має свої переваги й недоліки, про які треба знати, перш ніж приступити до розкроювання.

Під час використання дискових ножиць або газового різака допустиме розкладання заготовок у будь-якому місці листа. Для розкроювання

на гільйотинних ножицях є певні обмеження: заготовку потрібно розміщувати так, щоб була можливість створити прямолінійні розрізи вздовж або впоперек листа та прямі розрізи під кутом.

Якщо потрібно обробити велику партію заготовок, має сенс застосувати комбінований метод. Він полягає в тому, що заготовки різної форми вкладають у прямокутник з мінімізованими розмірами. Потім ці прямокутники використовують для кращого заповнення листа й формування розмірної послідовності. Переміщаючи форми поверхнею, отримують поліпшену форму конфігурації.

Механічне розкроювання. Цей спосіб передбачає дію на лист за допомогою ножиць, гільйотин, стрічкових або дискових пил.

Для створення виробів із бляхи (оцинкованого металу) застосовують ручні ножиці. Залежно від конструкції на них можна розкроювати листи бляхи завширшки 2 м і більше й завтовшки до 20 мм.

Розкроювання на гільйотинних ножицях застосовують для різання прокату й арматури (рис. 10.8, а). Розкроювання листа відбувається за кілька операцій. Лист установлюють на робочий стіл. З тильного боку верстата є лінійка, на якій виставляють розмір відрізуваної заготовки. Після того як лист виставлений, оператор верстата запускає його. Передня плита притискає лист до поверхні столу, а друга, на якій установлені ножі, після цього опускається і розрізає лист у встановлений розмір. Важливо, щоб ножі мали відповідне заточування та були встановлені з мінімальною похибкою, тоді розріз буде без задирок і застрягання. До того ж на листі не виникатиме кривизна, тому що розрізання здійснюватиметься по всій довжині листа одномоментно.

Для рубання гільйотиною устаткування оснащують електричними двигунами. Є верстати, у яких плити переміщують за допомогою гідравлічного механізму. Також є верстати, оснащені системами числового керування. На устаткуванні цього класу розкроюють метал із мінімальними похибками.

Ще один різновид гільйотин — *шабельні* (рис. 10.8, б). Їх також використовують у приватних майстернях або невеликих виробництвах.



а



б

Рис. 10.8. Гільйотинні ножиці: а — рубання гільйотиною; б — гільйотина для розкроювання металу шабельного типу

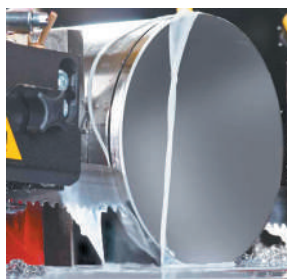
Для розкроювання металу й оброблення великих заготовок використовують **дискові пили** (рис. 10.9, а). Під час роботи цим інструментом потрібно застосовувати значну фізичну силу. Робочий орган інструмента — диск, виготовлений з інструментальної сталі. Дискові пили найефективніші для роботи зі сталлю й іншими матеріалами, зокрема з кольоровими металами та сплавами. Найчастіше ними обробляють листовий матеріал і труби. Розріз виконують прямо, але можливо його виконання і під заданим кутом.

Інший спосіб розкроювання — оброблення заготовок **стрічковою пилою** (рис. 10.9, б). Полотно стрічкової пили замкнуте в кільце й має велику довжину. По суті, це кільце, з одного краю якого розташовані зуби. Стрічкові пили виготовляють із вуглецевих сталевих сплавів, але є і біметалічні моделі. У комплекті стрічкопильного верстата — два шківів, що обертаються від електричної силової установки. На верстатах деяких марок допустимо виконувати не тільки прямі розрізи, а й фігурні.

Для фігурного розкроювання металу на стрічковій пилі (рис. 10.9, в) використовують різні моделі — від одностумбових верстатів, керованих вручну, до машин портального типу, якими керує комп'ютер.



а



б



в

Рис. 10.9. Різання металу пилами: а — верстат для різання листового металу дисковою пилою; б — стрічкове розкроювання металу; в — фігурне розкроювання металу на стрічковій пилі

Розкроювання металевих заготовок з високою точністю роботи й широким діапазоном отворів, які пробивають, виконують на **просічних пресах**. Їх

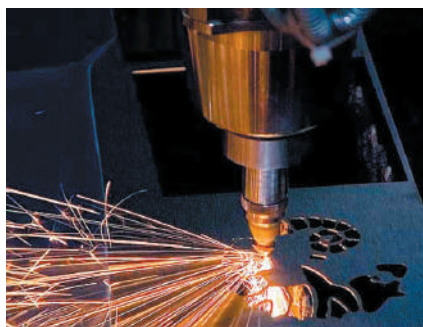


Рис. 10.10. Лазерний спосіб розкроювання

застосовують для виготовлення перфорованих листів. Граничні розміри оброблюваних листів залежать від марки верстата.

Лазерне розкроювання. Цей спосіб розкроювання передбачає безперервний або імпульсний вплив лазерного променя (рис. 10.10). Його застосовують у серійному виробництві виробів практично з будь-яких матеріалів, зокрема й неметалів. Промінь лазера, яким керує спеціальний програмний комплекс, забезпечує кон-

центрацію енергії, достатньої для різання матеріалів будь-якої товщини й хімічного складу. У процесі різання матеріал розплавляється, випаровується або видувається потоком стисненого повітря.

Різання за допомогою лазера відрізняється тим, що будь-який механічний вплив на матеріал відсутній і під час оброблення можуть виникнути тільки мінімальні деформаційні явища. Завдяки цьому лазером обробляють тонкі матеріали, наприклад заготовки для системи вентиляції, де товщина металу може становити всього 0,5–0,7 мм. Програмне керування розкроюванням металу лазером дає змогу виконувати роботу з отримання складних контурів. Основними перевагами лазерного різання є висока точність оброблення і незначний термічний вплив на кромки, а також можливість виготовлення металовиробів зі складною конфігурацією, реалізація автоматичного розкроювання та оброблення металів із підвищеним рівнем теплопровідності.

Газокисневе розкроювання. Технологія газокисневого розкроювання (рис. 10.11) полягає у формуванні розрізу внаслідок дії струменя чистого кисню, який подають на поверхню матеріалу під високим тиском. Цей спосіб забезпечує розкроювання не тільки тонких металевих листів, а й за товщи 5–60 мм. До того ж повітряний струмінь видаляє залишки продуктів згоряння та очищає поверхню.

Перевагою цієї технології є висока швидкість оброблення і можливість розкроювання металевих листів великої товщини. Проте спосіб має і недоліки: його можна використовувати для оброблення не всіх металів, а крім того, у разі застосування обладнання для газокисневого розкроювання необхідно дотримуватися досить суворих вимог техніки безпеки й охорони праці.



Рис. 10.11. Газокисневе різання металу

Плазмове розкроювання. Плазма — це йонізований газ, який утворює нейтральні молекули й заряджені частинки. Вона зароджується внаслідок нагрівання газу до надвисоких температур, при цьому відбувається його йонізація. Унаслідок переміщення молекул газу плазма має певну струмопровідність. Плазмове розкроювання (рис. 10.12) полягає в тому, що пучок плазми (робочий орган) формують в обмеженій ділянці. Між електродом і соплом активують електричну дугу. Через сопло проходить газ — кисень або повітря, його робочий тиск становить 5–8 атм. Під час контакту газу й



Рис. 10.12. Автоматизоване обладнання для плазмового розкроювання металу

електричної дуги газ розігрівається до температури 30 000 °C і струмінь газу трансформується в пучок плазми, який і виконує функцію розкроювання. Перевагами плазмового розкроювання є високий рівень продуктивності й відсутність напливів, а недоліком — істотне збільшення товщини розрізу.

Відмітною рисою цього методу розкроювання металу є те, що метал не вигоряє, як, наприклад, під час газового різання, а просто випаровується і це вимагає додаткових заходів щодо захисту персоналу й довкілля.

На практиці застосовують два типи обладнання для плазмо-повітряного різання металу — ручне й автоматизоване. За ручного різання операції розкроювання металу виконують без застосування будь-яких засобів автоматизації і, на перший погляд, воно подібне до газокисневого способу розкроювання.

Автоматизоване обладнання працює за допомогою системи ЧПК, і робота оператора полягає в тому, щоб у потрібний час включити програму керування. Сам верстат — це установка портального типу, що переміщається, і різальна головка. Тому різання металу може починатися з будь-якої точки листа, точність розрізу становить 0,2 мм.

Вартість заготовки, отриманої на обладнанні плазмового різання, є нижчою, ніж отримання ідентичної деталі на механічному обладнанні.

Гідроабразивне розкроювання. Основним інструментом під час гідроабразивного розкроювання (рис. 10.13) є тонкий та високошвидкісний струмінь води під надвисоким тиском. Якщо обробляють м'який матеріал (пластмаса, дерево, шкіра, спінені поліуретани і т. ін.), то вплив на нього здійснюють «чистим» струменем води, а якщо матеріал твердий (метали, різні сорти каменю, кераміки тощо) — до води у формувальний різальний струмінь додають певну масову частку тонкодисперсних високотвердих абразивних частинок.

Гідроабразивне розкроювання легко формує тонку лінію розрізу по будь-якій кривій і може починатися в довільній точці на поверхні листа. Температура в зоні розрізу не перевищує точку кипіння води (на практиці вона взагалі набагато нижча — 55–85 °C), швидкість різання і чистота отриманої поверхні зони розрізу високі, тоді як за лазерного або плазмового різання матеріал неодмінно горить (випаровується/плавиться), що змінює його структуру та склад у ділянках, суміжних із зоною розрізу. Цей спосіб використовують у серійному виробництві для різання тонколистових металевих заготовок, розкроювання листового металу (зокрема, цілком допустимо обробляти відразу цілу стопку покладених один на одного листів — при цьому зберігається висока точність і не відбувається «схоплювання» різних листів між собою в зоні розрізу).



Рис. 10.13. Гідроабразивне розкроювання

Вода, яку насосом нагнітають у головку, перебуває під надвисоким тиском (зазвичай, у межах 1–6 тис. атм). Із сопла (дюзи) діаметром 0,05–0,5 мм вода з надзвуковою швидкістю надходить у змішувальну камеру, де засмоктує в потік абразивний матеріал — зерна гранатового піску, карбіду кремнію, електрокорунду тощо. Струмінь з абразивом спрямовують на оброблюваний матеріал через спеціальну трубку діаметром 0,5–1,5 мм. Залежно від потрібної фінішної шорсткості поверхні розрізу крупність абразивних частинок може варіюватися від 75 до 250 мк (рекомендовано використовувати абразив із середнім розміром частинок у діапазоні від 10 до 30 % від власного діаметра різального струменя).

Швидкоспрацьовуваними частинами обладнання є різальна головка, сопло й фокусувальна трубка (ресурс типово становить 50–100 год безперервної роботи). Спрацьовання трубки збільшує ширину розрізу, що може бути скомпенсовано керуванням верстатом. За високих навантажень, окрім вищезазначених частин, також можуть спрацьовуватися прокладки й ущільнення насоса високого тиску.

10.4. Комп'ютерні програми для розкроювання листового матеріалу

Розкроїти листовий матеріал можна і вручну, але потрібно багато часу й володіння спеціальними навичками. Куди простіше зробити це з використанням супутніх програм, які допоможуть оптимізувати карту розкроювання, запропонують інші варіанти розміщення і дадуть змогу редагувати розкроювання самостійно. Таких програм дуже багато, вони мають свої переваги й недоліки.

Використовуючи *програму «Астра Розкрій»*, дуже зручно працювати, імпортуючи їхні заготовки з каталогу. Але є і недоліки, зокрема в пробній версії дуже мало шаблонів (так зроблено для того, щоб користувачі купували платну ліцензію, де шаблонів заготовлено з лишком). Найголовніше, що ця програма розкроювання листового матеріалу дає змогу користувачеві формувати таблиці вручну, додаючи власні деталі в проєкт. Як наслідок, програма автоматично формує оптимізовану карту розкроювання. А коли щось не сподобалося, можна відкрити її в спеціальному редакторі та внести зміни.

Програмне забезпечення «Astra S-Nesting», на відміну від програми «Астра Розкрій», пропонує користувачеві лише базовий набір інструментів і функцій. Тут також немає можливості додавати власні деталі. Програмне забезпечення «Astra S-Nesting» самостійно складає звіти, які по-розумному форматуються і можуть бути роздруковані.

Програма для розкроювання листових матеріалів «Plaz5» містить усі потрібні інструменти, які допоможуть скласти карту розкроювання. Переваги цієї програми полягають у тому, що вона має зручний і зрозумілий інтерфейс, у якому зможе розібратися будь-хто. Карту розкроювання створюють дуже швидко — потрібно лише ввести всі параметри деталей.

Програма для розкроювання листового металу «FieryCut» містить весь комплекс функцій технології різання листа на будь-якому різальному обладнанні з ЧПК. Автоматичне оптимальне розкроювання металу скорочує витрати на сировину й у багато разів підвищує продуктивність праці технолога. Програму поставляють із постпроцесором для будь-якого різального обладнання з ЧПК. Тому обладнання можна підключити навіть за відсутності досвідчених фахівців. Користувач створює тільки контури деталей. Контроль геометрії, економне розкроювання металевих листів і формування керуючих програм для верстатів із ЧПК виконують автоматично засоби програми.

Для розкроювання листового металу використовують також *програму «ORION»*. Вона реалізована як таблиці, у які вводять потрібну інформацію, після чого створюється максимально оптимізована карта розкроювання. З додаткових функцій наявна тільки можливість додати кромку.

10.5. Види відходів під час розкроювання металів

Відходи від заготівельних операцій із розкроювання матеріалів поділяють на два класи: технологічні й власне розкроювання.

До *технологічних відходів* у формі стружки належить метал, який втрачають унаслідок технологічного оброблення. Наприклад, за використання газового різання — це оплавлення у вигляді стружки, яку знімають із поверхні заготовки під час точіння або фрезерування. Технологічними відходами є метал, який уже не використовуватиметься в подальшому.

До *відходів від розкроювання листового металу* належать ті залишки, що утворюються через форму заготовки або через відсутність кратності під час розмічання. Інакше кажучи, це та частина металу, що розміщується між зовнішнім контуром однієї або кількох заготовок і якимось контуром, який окреслює габарити заготовок, або та, що утворюється під час порівняння розмірів листа й розкроювання заготовок (ці відходи з'являються, якщо розміри листа не збігаються із сумою розмірів заготовок, розміщених уздовж її сторін).

Запитання та завдання

1. Що таке *розкроювання* матеріалів?
2. Що забезпечує раціональне розкроювання листового металу?
3. Охарактеризуйте види розкроювання листового металу.
4. Які особливості правильного й неправильного розміщення заготовок на листі?
5. Що передбачають карти розкроювання?
7. Як виконують розкроювання на гільйотинних ножицях?
8. Як виконують різання металу стрічковими й дисковими пилами?
9. Які особливості розкроювання металу на пресах?
10. Назвіть види термічного різання.
11. Припуск для технологічної ширини розрізу під час теплового різання заготовки становить

А 0,1–0,5 мм **Б** 0,5–1 мм **В** 1–2 мм **Г** 3–5 мм

Розділ 11. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БЛЯХАРНИХ ВИРОБІВ

11.1. Технологічні операції бляхарних робіт

Системи та пристрої, у складі яких є бляхарні вироби, виготовляють із застосуванням заготівельних і монтажно-складальних робіт.

У бляхарних роботах виконують технологічні операції, що різняться за призначенням, якісними характеристиками, застосуванням обладнання, пристроями й інструментами. Виокремлюють 6 груп технологічних операцій: *підготовчі* (правлення листового металу, побудова розгортки, розмічання заготовок); *операції із застосуванням різальних інструментів* (обпилювання, різання і рубання листового металу, свердління та пробивання отворів тощо); *операції формозміни заготовок* (гнуття циліндричних, конічних і прямокутних деталей, згинання профілів, зикування листового металу, закручування дроту, відбортювання, посадка й вибивання металу); *операції з'єднання заготовок* (холодне клепаання, фальцювання, паяння, зварювання тощо); *операції з нанесення покриттів* (травлення, лудіння, фарбування бляхарних виробів); *контроль якості й комплектності готових бляхарних виробів*.

Приклад технологічного процесу виготовлення деталей повітропроводів круглого перерізу наведено в таблиці 11.1.

Таблиця 11.1

Технологічний процес виготовлення деталей прямих ділянок повітропроводів круглого перерізу

Технологічний процес	Технологічна операція	Обладнання та інструменти для виконання операції
Розмічання і розкроювання	1. Побудова розгортки 2. Прямолінійне різання за розміткою	Розмічальна плита, метр, шаблони, рисувалка, слюсарний молоток, керн. Гільйотинні ножиці, рольганг
Підготовка напівфабрикату	3. Вирубубання кутів у місцях замикання шва 4. Вальцювання (викочування) заготовки 5. Прокатування двох фальців	Верстат зі штампом або ручні ножиці. Вальці, рольганг Фальцепрокатний механізм
Складання	6. Складання з осадкою фальца вручну в окремих місцях 7. Осадка замикаючого фальца	Верстат, киянка, слюсарний молоток. Фальцеосаджувальний механізм
Фланцювання	8. Насаджування двох фланців 9. Відбортювання кромки повітропроводу на дзеркало фланців	Молоток, киянка, кутник. Механізм для двостороннього фланцювання або зикувальна машина

11.2. Технологія виготовлення простих бляхарних виробів

Виготовлення коробки (ящика) для дрібних деталей. Щоб виготовити коробку або ящик для дрібних деталей (рис. 11.1, а), беруть бляху завтовшки 0,5–0,7 мм із розмірами відповідно до креслення (рис. 11.1, операція 1). Спочатку вирівнюють поверхню листа киянкою (рис. 11.1, операція 2) і рисуwalkою креслять за розмірами розгортку ящика (рис. 11.1, б) на листі бляхи (рис. 11.1, операція 3). Потім вирізають слюсарними ножицями за контурами плоску заготовку з припуском 5 мм (рис. 11.1, операція 4). Після цього знову киянкою вирівнюють поверхню металу (рис. 11.1, операція 5), обпилюють напилком кромки вирізаної заготовки (рис. 11.1, операція 6) і згинають за контурами штрихових ліній на оправці, використовуючи дерев'яний молоток (рис. 11.1, операція 7). Готовий ящик зачищають від задирок шліфувальним папером із бруском (рис. 11.1, операція 8) і насамкінець для захисту від корозії лакують або фарбують (рис. 11.1, операція 9). Такий ящик рекомендовано виготовляти початківцям для вироблення навичок роботи з листовим металом.

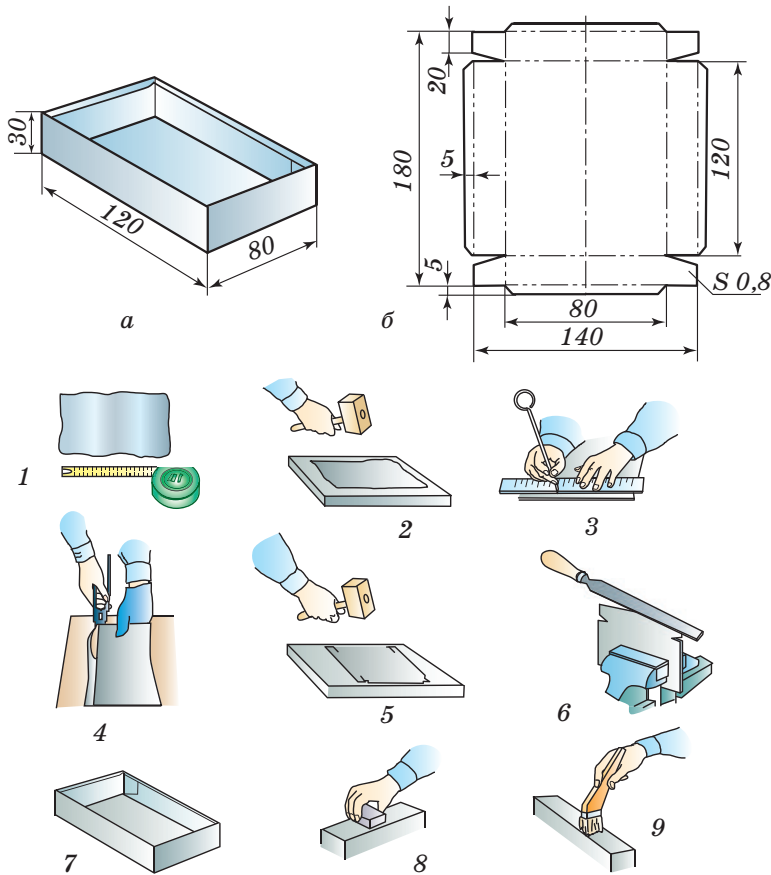


Рис. 11.1. Виготовлення металевої коробки:

а — зовнішній вигляд; б — розгортка; 1–9 — послідовність операцій

Виготовлення совка для сміття. Для виготовлення совка для сміття (рис. 11.2, а) потрібні такі матеріали: листовий метал розмірами $1,0 \times 210 \times 210$ мм (для основи) і метал $3 \times 350 \times 30$ мм (для ручки) та алюмінієві заклепки діаметром 3×8 мм. Спочатку розмічають розгортку совка на блясі завтовшки 1 мм (рис. 11.2, б). Потім вирізають за допомогою слюсарних ножиць розгортку совка (рис. 11.2, операція 1). На оправці згинають боковини розгортки совка (рис. 11.2, операція 2) і загинають виступні частини до задньої стінки (рис. 11.2, операції 3, 4). Після цього беруть листовий метал розмірами $3 \times 350 \times 30$ мм і виготовляють за розмірами ручку совка (рис. 11.2, операція 5). Наприкінці свердлять отвори під заклепки в ручці й основі совка та з'єднують їх заклепуванням. Готовий виріб зачищають від задилок шліфувальним папером і лакують або фарбують для захисту від корозії.

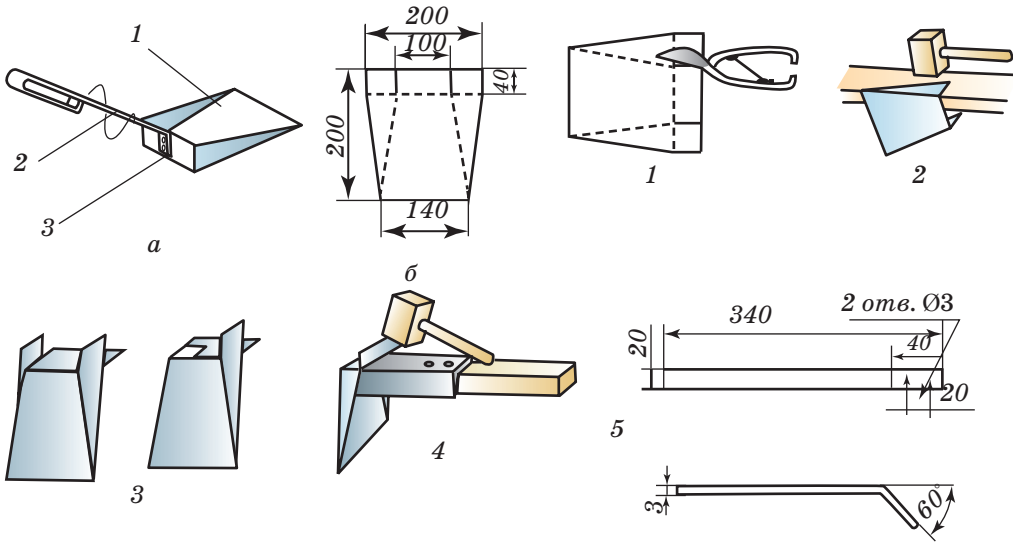


Рис. 11.2. Виготовлення совка:

а — зовнішній вигляд; 1 — основа, 2 — ручка, 3 — заклепки; б — розгортка;
1–5 — послідовність операцій

Виготовлення підвіски. Для виготовлення підвіски (рис. 11.3, а; с. 214) потрібні такі матеріали: листовий метал розмірами $0,75 \times 55 \times 20$ мм (для основи) і сталевий дріт діаметром 2×80 мм (для ручки). Спочатку на основі креслення (рис. 11.3, б; с. 214) розмічають розгортку основи підвіски на блясі завтовшки 0,75 мм і вирізають її слюсарними ножицями (рис. 11.3, операція 1; с. 214). Потім у лещатах загинають кромки основи на кут 180° , установивши посередині прямий дріт діаметром 2 мм (рис. 11.3, операція 2; с. 214). Після цього в основі свердлять два отвори (рис. 11.3, операція 3; с. 214), а дріт згинають відповідно до розмірів креслення (рис. 11.3, операція 4; с. 214). Насамкінець з'єднують вушко з основою (рис. 11.3, операція 5; с. 214). Готову підвіску зачищають від задилок напилком і шліфувальним папером, потім фарбують.

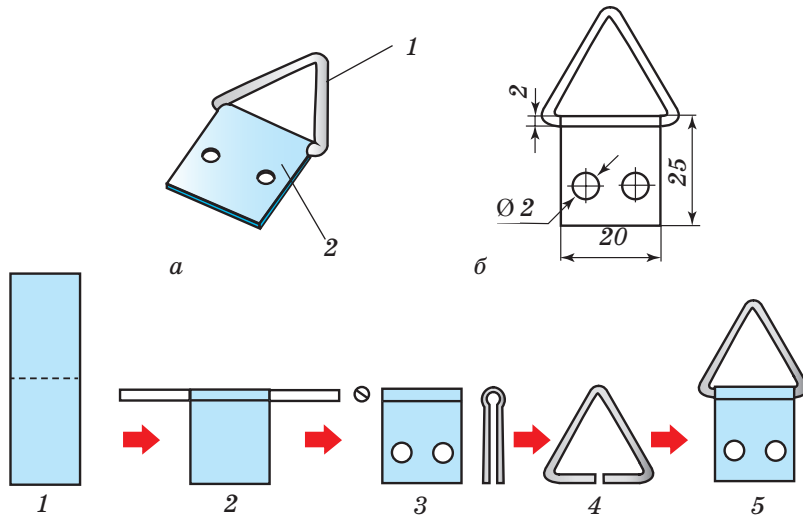


Рис. 11.3. Виготовлення підвіски:

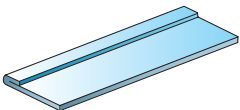
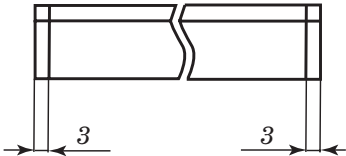
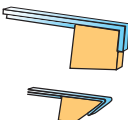
a — зовнішній вигляд; 1 — вушко; 2 — основа; *б* — креслення підвіски;
1–5 — послідовність операцій

Виготовлення форм для печива. Технологічну карту виготовлення металевої форми для печива наведено в таблиці 11.2.

Таблиця 11.2

Технологічна карта виготовлення форми для печива

Технологічна операція	Поопераційні ескізи	Інструменти, пристосування
1. Вибрати заготовку з білої бляхи й вирівняти її		Лінійка, киянка, правильна плита
2. Розмітити смужку завширшки 20 мм і завдовжки 300–350 мм		Лінійка, рисувалка
3. Вирізати смужки		Слюсарні ножиці
4. Вирівняти смужки		Киянка, правильна плита
5. Розмітити смужки для відбортовки		Лінійка, рисувалка

Технологічна операція	Поопераційні ескізи	Інструменти, пристосування
6. Відбортувати смужки вздовж за розмічальними лініями		Оправка, киянка
7. Розмітити ширину фальців із двох боків смужки		Лінійка, рисувалка
8. Відігнути фальци та загнути під гострим кутом		Оправка, киянка, лещата
9. З'єднати фальци		Оправка, киянка, лещата
10. Ущільнити й вирівняти фальцевий шов		Оправка, киянка, лещата
11. Надати виробу потрібної форми		Оправка, киянка, лещата

11.3. Технологія виготовлення побутових бляхарних виробів

Виготовлення циліндричного відра з похилими стінками. Відро циліндричної форми складається з таких елементів: днища, обичайки, обідка, вушок, дужки й заклепок (рис. 11.4; с. 216).

Для виготовлення обичайки беруть листову сталь завтовшки 1 мм і позначають на ній розміри обичайки — висоту й довжину, що дорівнює довжині окружності днища плюс припуск 12 мм на шви, які з'єднують кромки обичайки й обичайку з днищем, і на закріплення обідка). Дріт для обідка беруть діаметром 4 мм. Вушка прикріплюють до обичайки за допомогою заклепок розміром 4×6 мм. Для дужки використовують дрід діаметром 6 мм і вставляють її у вушка. З'єднуючи деталі, усі фальци для міцності з'єднання змащують замазкою.

Виготовлення конічного відра з використанням паяння. Як і циліндричне, конічне відро складається з обичайки, обідка, днища, вушок і заклепок (рис. 11.5; с. 216).

Щоб зробити конічне відро, беруть листову сталь завтовшки 0,65–0,7 мм і розмічають на ній викройку відра. Креслять коло діаметром 30–40 см, потім — друге коло діаметром 20 см усередині першого з одним

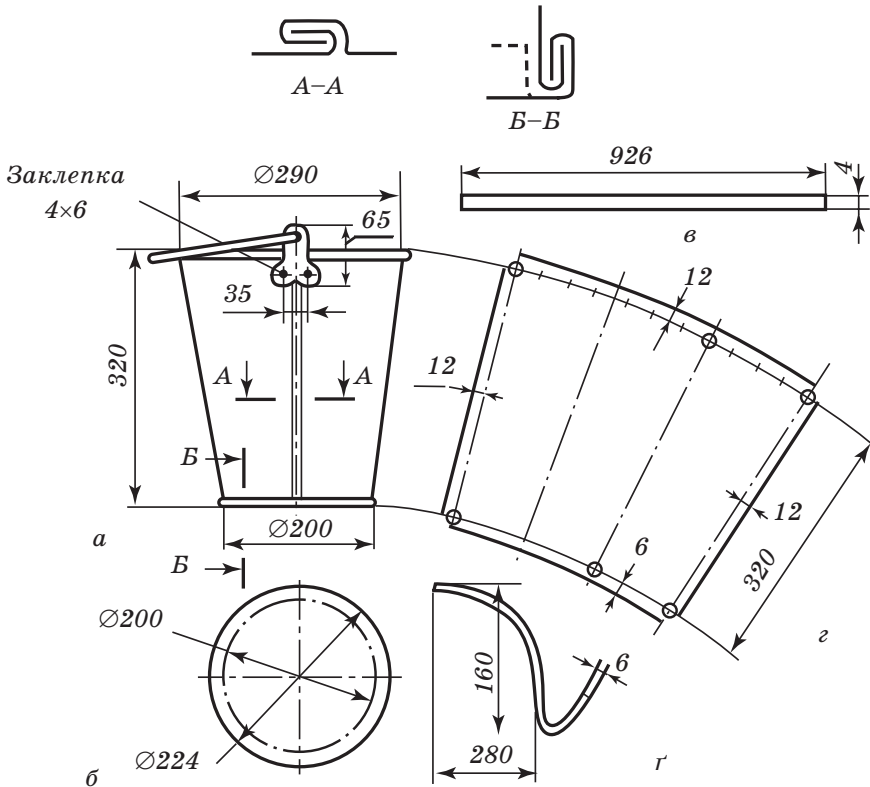


Рис. 11.4. Циліндричне відро:

a — загальний вигляд відра; *б* — розгортка днища відра; *в* — дротяний обідок у розгорнутому вигляді; *з* — половина обичайки; *г* — дужка відра

центром. Далі їх ділять навпіл і відкладають припуски для з'єднання бокового шва та для дротяного обідка. Після цього вирізують половину

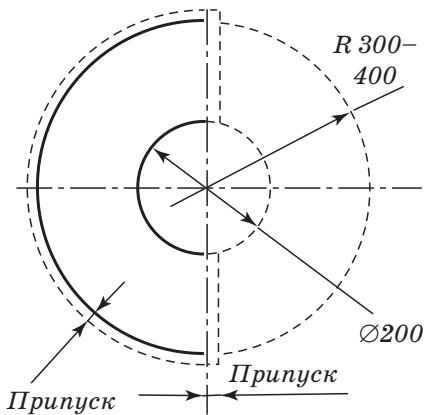


Рис. 11.5. Виготовлення днища конічного відра

великого кола й половину малого кола, з'єднують бічні кромки. Вимірявши діаметр малого отвору, на листовій сталі креслять коло діаметром, що дорівнює діаметру цього отвору, і вирізують його. Так отримують днище конічного відра. Днище припаюють до нижніх кромek обичайки. Потім закочують дротяний обідок, надавши йому спочатку форму кільця, і забортовують його за допомогою молотка. З товстішої сталі (1–1,2 мм) вирізують вушка й заклепками приклепують їх до верхньої частини обичайки. Дротяну дужку вставляють у вушка.

Виготовлення бідона. Бідон складається з обичайки, конуса, днища, горловини, обідка, верхньої кришки й ручки. Бідон виготовляють зі сталі завтовшки 0,8–0,9 мм відповідно до викрійки, зображеної на *рисунку 11.6*.

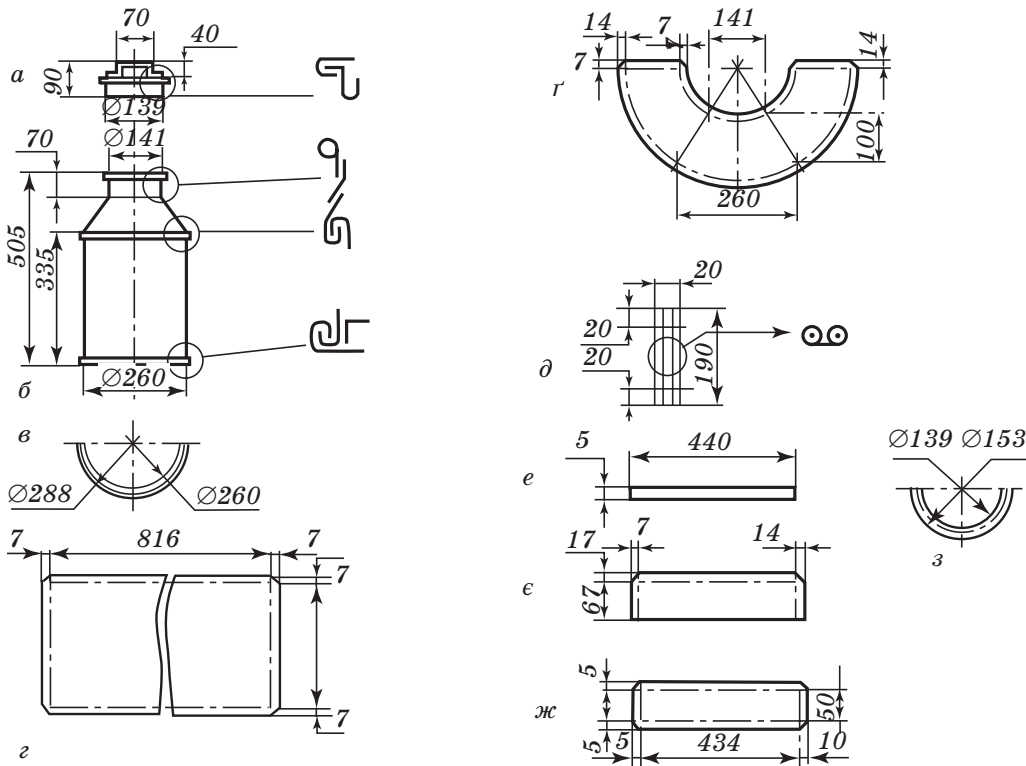


Рис. 11.6. Виготовлення бідона:

а — кришка бідона; *б* — вид збоку; *в* — половина викрійки днища бідона;
г — форма конуса; *д* — форма обичайки бідона; *е* — дротяний обідок; *ж* — форма обичайки кришки; *з* — половина викрійки верху кришки

На викрійці показано припуски для фальцевих з'єднань. Деталі круглої та конічної форми роблять уручну або на вальцювальному верстаті.

Днище бідона виконують з упором. Кришка має щільно «сидіти» в горловині, тому з'єднувальні фальци роблять один усередину, а інший виводять назовні. Щоб ручка була міцнішою, її виготовляють із дротяними обідками та приклепують до верхньої частини кришки.

Виготовлення годівниці для кролів. Для виготовлення деталей годівниці бункерного типу з оцинкованої бляхи місткістю 3,5 л сухого насипного корму (*рис. 11.7*; *с. 218*) спочатку потрібно просвердлити всі отвори в деталях. Після цього зробити надрізи по краях ліній згину задньої та внутрішньої стінок і прогнути борти кріплення 15 мм на кут 90°. Лінію

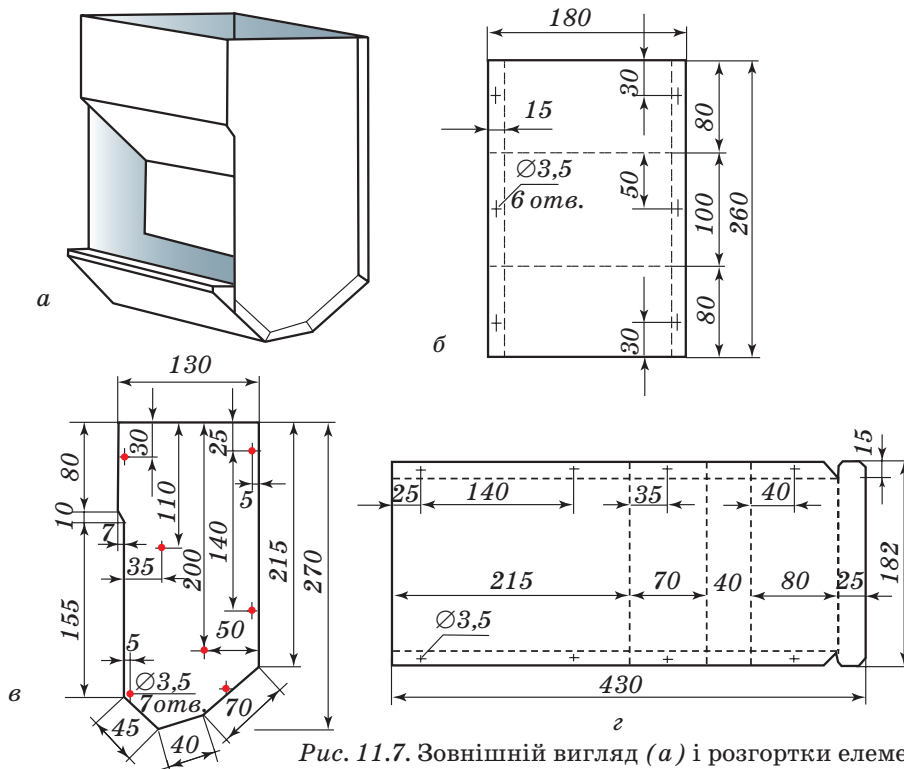


Рис. 11.7. Зовнішній вигляд (а) і розгортки елементів годинниці (б–г)

25 мм задньої стінки прогнути всередину на кут 135° і надати годинниці форму лотка. Зігнути внутрішню та задню стінки до робочих положень, використовуючи бічні стінки як кондуктор. Переконавшись, що отвори збігаються, у разі потреби підкоригувати їхнє розміщення на деталях. З'єднати заклепками діаметром 3,2 мм внутрішню стінку з обома бічними, вкласти в задню стінку та встановити заклепки.

Складання заклепками можна замінити контактним зварюванням або точковим паянням. Годинницю можна доповнити верхньою кришкою та елементами кріплення до клітки.

Запитання та завдання

1. Назвіть види технологічних операцій.
2. З яких операцій складається технологічний процес виготовлення деталей повітропроводів круглого перерізу?
3. Охарактеризуйте технологію виготовлення коробки для дрібних деталей.
4. Що передбачає технологія виготовлення циліндричного відра?
5. Які особливості виготовлення бідона?
6. Як виготовляють годинницю?
7. До підготовчих бляхарних операцій належать
 - А правлення металу, зикування, посадка
 - Б зикування, сверління, побудова розгорток
 - В правлення металу, побудова розгорток, розмічання
 - Г розмічання, свердління, клепаання

Розділ 12. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПОВІТРОПРОВІДІВ

12.1. Типи вентиляційних систем

Вентиляція — процес обміну повітря в приміщеннях для видалення надлишків тепла, вологи, шкідливих та інших речовин.

Вентиляційна система — сукупність пристроїв для оброблення, транспортування, подавання та видалення повітря.

Системи вентиляції класифікують: *за засобом створення тиску й переміщення повітря* — системи з природним і штучним (механічним) переміщенням; *за призначенням* — припливні (подають свіже повітря в приміщення) і витяжні (забирають відпрацьоване повітря з приміщення та виводять його назовні). Іноді припливну систему об'єднують із витяжною в одну систему, яку називають *припливно-витяжною*; *за поширенням зони обслуговування* — місцеві й загальнообмінні; *за конструктивним виконанням* — каналні (повітропроводи, вентиляційні шахти) і безканалні (повітря подають і видаляють із приміщень безпосередньо через отвори в загороджувальних конструкціях).

Критерієм *продуктивності вентиляційної системи* є *витрата повітря* — кількість (маса або об'єм) повітря, яку система вентиляції подає чи видаляє за одиницю часу. Відповідно, *масову витрату* вимірюють в одиницях маси повітря за одиницю часу (кг/год), а *об'ємну* — в одиницях об'єму за одиницю часу ($\text{м}^3/\text{год}$).

Вимоги до систем вентиляції встановлені державними санітарно-гігієнічними нормами, будівельними нормами, а також вимогами технологічних процесів. Ці вимоги регламентують продуктивність вентиляції, *гранично допустиму концентрацію* (ГДК) шкідливих речовин у приміщеннях, температуру й вологість повітря, рівень шуму, який генерує чи передає вентиляційна система, швидкість потоку повітря тощо. В Україні одна людина, яка постійно перебуває в приміщенні й виконує легку роботу, потребує щонайменше 40 м^3 свіжого повітря за годину для роботи в громадських приміщеннях, 30 м^3 — у виробничих.

12.2. Технологія виготовлення бляшаних труб

Для виготовлення прямих труб *без з'єднувального шва* одну з відрізаних частин листа, на верстаті або на брусі, за допомогою киянки уздовж його довжини з обох сторін відгинають кромки в протилежні боки (рис. 12.1). Потрібно враховувати, що труби після їхнього виготовлення будуть з'єднуватися між собою, а їхні кінці мають щільно входити один в інший. Тому фальц труби відгинають на одному кінці ширшим, ніж на іншому, причо-

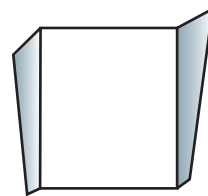


Рис. 12.1. Кромки для виготовлення фальца

му від 5 мм відгину фальца на одному кінці листа послідовно переходять до 15 мм відгину фальца на іншому. Завдяки такому відгину фальца труба на одному кінці ширша, ніж на іншому, а під час з'єднання труб вужчий кінець однієї труби входить у розширений кінець іншої.

Загнувши фальци оброблюваного листа, руками згинають лист у трубу (у циліндр), зачеплюючи один за одного відігнуті в протилежні боки фальци, і киянкою на брусі обтирають шов уздовж його довжини. У разі потреби шов утискають усередину труби. Оброблена таким способом труба не має виступного шва, а ударами киянки їй надають цілком правильної циліндричної форми.

Іноді прямі труби подовжують *за допомогою з'єднувального шва*. У цьому разі нарізані частини листів, з яких виготовлятимуть труби, з'єднують ще до згинання їх у циліндр, із застосуванням звичайних прийомів кріплення в замок.

12.3. Виготовлення колін

Бляшані труби часто доводиться з'єднувати, використовуючи так звані *коліна* — поєднання двох труб під кутом; це може бути з'єднання під прямим кутом (рис. 12.2, а), тупим (рис. 12.2, б) і під гострим кутом (рис. 12.2, в).

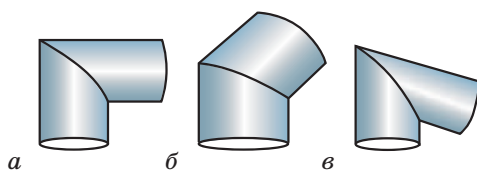


Рис. 12.2. Види з'єднання двох труб:
а — пряме коліно; б — тупе коліно;
в — гостре коліно

Виготовлення *прямого коліна* починають із виготовлення шаблону (рис. 12.3). Знаючи діаметр труби, креслять коло. Користуючись отриманою окружністю, переходять до креслення тієї кривої лінії, по якій має бути відрізаний лист, перш ніж вигнути з нього частину коліна. Для цього отриману окружність ділять на парне число частин, наприклад на 8. З кожної точки поділу верхнього півкола проводять угору прямі лінії, показані на *рисунку 12.3* пунктиром. Довівши кожну із цих ліній до похилої *БД*,

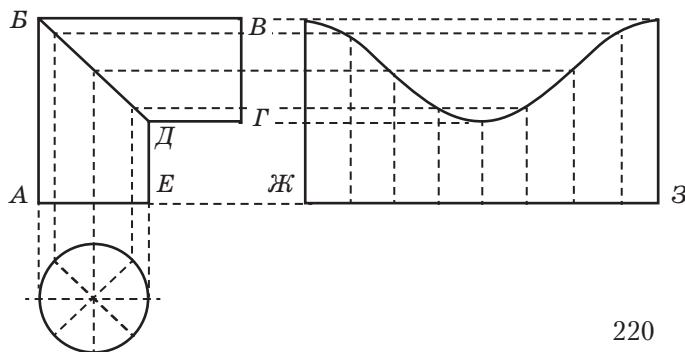


Рис. 12.3. Креслення шаблону для прямого коліна

змінюють напрямок і продовжують вести лінії вже не вгору, не вертикально, а горизонтально, паралельно до лінії *ВВ*. Ці пунктирні лінії праворуч від накресленого прямого коліна.

Після цього на рівні лінії *АЕ* проводять горизонтальну лінію *ЖЗ*, на якій відкладають довжину окружності труби. Отриману лінію *ЖЗ* також ділять на 8 рівних частин і проводять угору пунктиром вертикальні лінії. Ці лінії перетнуться з пунктирними лініями, проведеними раніше з накресленого прямого коліна; у місцях їхнього перетину позначають точки. Сполучивши ці точки, отримують криву лінію, по якій обрізають лист, щоб зігнути з нього одне плече прямого коліна.

Правильність викрійки перед різанням перевіряють: по викрійці вирізають і виготовляють одну циліндричну ланку, яку стороною, обрізаною по кривій, прикладають до рівної площини (стіл, дошка, верстак). Якщо кромки ланки по всьому обрису щільно стикаються з площиною — значить, форма накреслена правильно (рис. 12.4). Якщо ж ні, викрійку переробляють.

Для другого плеча коліна можна використати той самий шаблон, що й для першого плеча, однак для другого плеча крива лінія шаблону буде спрямована в протилежний бік. Тому для виготовлення обох плечей коліна на прямокутному листі накреслюють рисувалкою шаблон, отриманий на *рисунок* 12.3, і розрізають лист по кривій *АВ* (рис. 12.5).

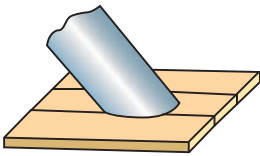


Рис. 12.4. Перевірка правильності зрізу коліна

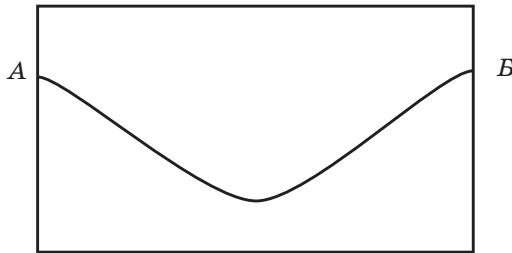


Рис. 12.5. Крива лінії розрізу шаблону

Нижню відрізану частину прямокутного листа згинають у циліндр для одного з плечей прямого коліна, а верхню відрізану частину того самого листа — для другого плеча того ж прямого коліна.

Шаблон для креслення **тупого коліна** виготовляють так само, як і шаблон для прямого коліна (рис. 12.6; с. 222).

Отримання **шаблону гострого коліна** нічим не відрізняється від способу виготовлення шаблону для прямого коліна, оскільки обриси кривої лінії, по якій вирізають шаблон, залежать тільки від розміру кута коліна, яке потрібно виготовити (рис. 12.7; с. 222). Потім за допомогою отриманих шаблонів починають виготовляти коліно. Для цього з листа металу вирізають прямокутний чотирикутник потрібного розміру (залежить від діаметра труби). На чотирикутник накладають вирізаний згідно з кресленням шаблон, накреслюють криву лінію, по якій і розрізають

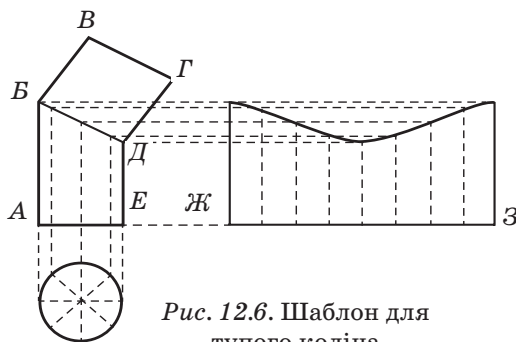


Рис. 12.6. Шаблон для тупого коліна

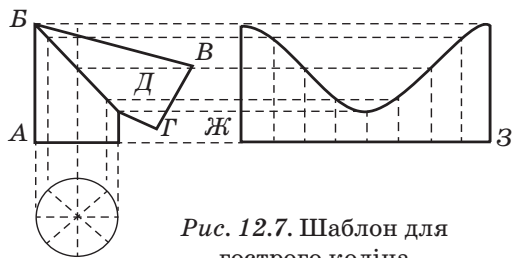


Рис. 12.7. Шаблон для гострого коліна

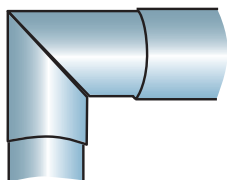


Рис. 12.8. З'єднання бляшаних труб коліном

чотирикутник на дві частини. Кожну із цих частин згинають у циліндр (трубу) та з'єднують швом, як будь-який циліндр. Одне вертикальне плече коліна буде насаджуватися на трубу (рис. 12.8), а друге горизонтальне плече коліна, навпаки, буде входити в трубу. Тому в горизонтальному плечі коліна, що входить у трубу, фальц під час розподілу шва відгинають із розширенням, як і в разі виготовлення шва труби, у якій фальц відгинають на одному кінці ширше, ніж на іншому (див. рис. 12.1; с. 219).

Горизонтальне плече коліна завдяки цьому виходить на правому кінці звуженим і може бути з'єднане з трубою.

Шви в кожного плеча коліна розміщують у різних місцях: у вертикальному плечі шов проходить із правого боку, а в горизонтальному — зверху. Отримавши два плеча, кожне з яких є циліндром зі скошеними під кутом основами, беруться за з'єднання цих плечей скошеними основами в коліно. Для цього відгинають на одному плечі фальц завширшки 10 мм, а на іншому — 5 мм. Фальц відбивають на брусі гострим бойком молотка, причому удари молотком виконують не по всій ширині фальца, а тільки вздовж його кромки (рис. 12.9, а), щоб уникнути розриву матеріалу. Обійшовши кілька разів гострим бойком молотка по кромці фальца й повертаючи, у міру обстукування, циліндр, отримують на кожному з плечей відігнуті фальци (рис. 12.9, б): один фальц буде широкий (10 мм), а другий — вузький (5 мм).

Потім плече із широким фальцем ставлять скошеною основою вниз на край бруса (рис. 12.10, а) і по всьому колу плеча рівномірно відгинають фальц униз на 5 мм. Отримавши на цьому плечі заглибину у формі гнізда, уставляють у неї плече з вузьким фальцем (рис. 12.10, б) і загинають шов гострим бойком молотка (рис. 12.10, в).

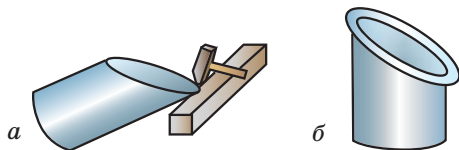


Рис. 12.9. Виготовлення скошеного фальца: а — відгинання фальца під час виготовлення коліна; б — фальц на скошеній стороні циліндра

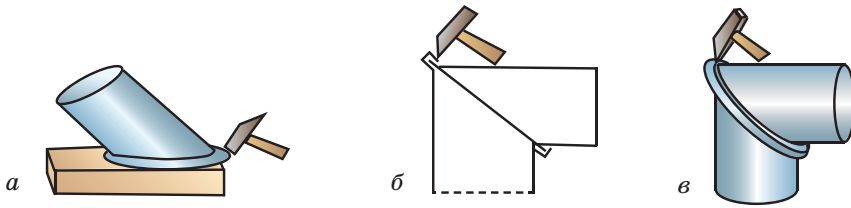


Рис. 12.10. Відгинання фальца вниз (а), схема з'єднання (б) і загинання шва (в)

Щоб остаточно зміцнити шов, коліно встановлюють на кінець бруса й обстукують шов колінного з'єднання по всій його протяжності тупим бойком молотка.

12.4. Виготовлення прямих ділянок прямошовних повітропроводів прямокутного перерізу

Повітропроводи прямокутного перерізу виготовляють із сталевих листів, які з'єднують на кутових фальцах, або з однієї чи двох картин із перегинами під кутом 90° , з'єднуючи заготовку на поздовжніх лежачих фальцах, розміщених на гранях повітропроводу. У процесі виготовлення прямих ділянок прямошовних повітропроводів прямокутного перерізу застосовують операцію згинання заготовки під кутом 90° на листо-згинальному верстаті для утворення граней повітропроводу.

Запам'ятайте! Рекомендовано виконувати згинання після прокатування поздовжніх фальців на фальцепрокатних верстатах уздовж кромок плоскої заготовки почергово.

Щоб забезпечити механічну міцність повітропроводів прямокутного перерізу, виготовлених із тонколистової покрівельної сталі, на прямих ділянках за перерізу понад 400 мм передбачають елементи жорсткості у формі зиків із кроком 200–300 мм по периметру повітропроводу або діагональні перегины (*зики*). Якщо переріз перевищує 1000 мм, крім того, ставлять зовнішні або внутрішні рамки жорсткості та надійно їх закріплюють. Внутрішні рамки жорсткості не повинні виступати всередині повітропроводу більш як на 10 мм.

У процесі виготовлення повітропроводів замість кутового фальцевого з'єднання з відсіканням і з відгином кромки довгого фальца може бути виконаний кутовий фальц із просічними заціпками, що не потребує механічного ущільнення.

На *рисунку 12.11, а* (с. 224) показано кутові фальцеві з'єднання з просічними заціпками й конструкція повітропроводу з двох кутових заготовок (*рис. 12.11, б; с. 224*). Якщо повітропровід виготовляють із чотирьох плоских заготовок, то на двох із них прокатують фальци за допомогою спеціальних роликів, а на двох інших — відгини з просічками.

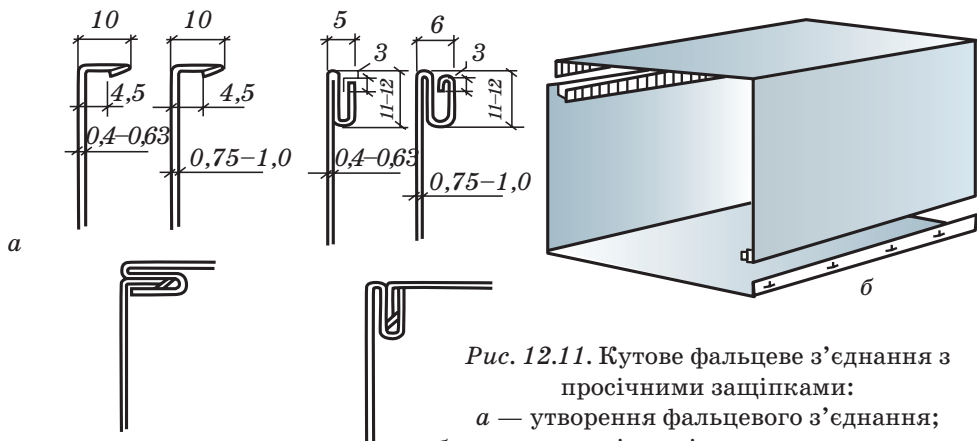


Рис. 12.11. Кутове фальцеве з'єднання з просічними заціпками:

а — утворення фальцевого з'єднання;
б — конструкція повітропроводу невеликого перерізу

Виготовлення повітропроводів прямокутного перерізу вручну. У позначенні розмірів сторін прямокутного повітропроводу більшу сторону прийнято позначати літерою *A*, а меншу — літерою *B* (рис. 12.12, *б*). Отже, ширина розгортки повітропроводу прямокутного перерізу, або периметр його сторін, дорівнюватиме $2(A + B)$ плюс припуск на фальці. Товщина й маса листової сталі, з якої виготовляють повітропроводи прямокутного перерізу, залежать від розміру більшої сторони *A* повітропроводу.

Одинарні лежачі фальци в повітропроводах прямокутного перерізу, якщо розмір більшої сторони дорівнює 600 мм і більше, закріплюють через кожні 250–300 мм заклепками або зварними прихватками.

Довжина ланок повітропроводів прямокутного перерізу залежить від розміру більшої сторони повітропроводу й відповідає розмірам діаметрів повітропроводів круглого перерізу.

Ланки повітропроводів завдовжки не більше 2800 мм із периметром сторін до 680 мм виготовляють із картини, складеної з двох листів, що з'єднані короткими сторонами (рис. 12.12, *а*), незалежно від перерізу повітропроводу — прямокутний або квадратний (рис. 12.12, *б*). Повітропровід виготовляють з одним кутовим замикаючим фальцем.

Листи розміщують так, як показано на рисунку 12.12, *в*. Поздовжній та поперечний фальци роблять одинарними. Замикаючий фальць загинають на кути повітропроводу (рис. 12.12, *г*). Якщо такий фальць розмістити посередині бічної сторони, це послабить жорсткість повітропроводу.

Повітропроводи з периметром сторін до 1360 мм виготовляють з одним або двома кутовими фальцями. Якщо кутовий фальць один, ланку повітропроводу виготовляють з однієї картини, зібраної із чотирьох листів, що з'єднані вздовж довгої сторони. Якщо фальців два, то з двох картин, кожна з яких складена з двох листів, з'єднаних по вузькій стороні.

Повітропроводи з периметром сторін до 2720 мм можуть бути виготовлені з двома або чотирма кутовими фальцями. Повітропроводи з

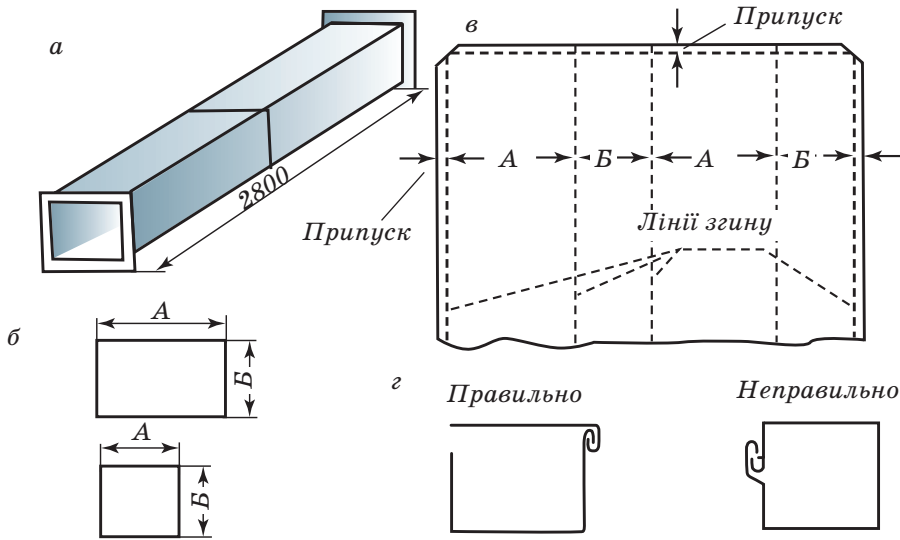


Рис. 12.12. Повітропровід прямокутного перерізу з периметром сторін до 680 мм

периметром сторін понад 2720 мм виготовляють із чотирма кутовими фальцами або двома кутовими та двома лежачими фальцами.

Щоб забезпечити більшу жорсткість на повітропроводах прямокутного перерізу з більшою стороною понад 400 мм роблять діагональні перегини (насічки). Їх виконують киянкою на ребрі бруса.

Якщо розмір більшої сторони прямокутного повітропроводу перевищує 600 мм, посередині між фланцями або рейками встановлюють рамки жорсткості зі смугової сталі 25×4 мм. Якщо ширина більшої сторони в межах 800–1000 мм, рамки жорсткості встановлюють з кутикової сталі $25 \times 25 \times 4$ мм, а за ширини більшої сторони від 1000 до 1500 мм — з кутикової сталі $30 \times 30 \times 5$ мм. На повітропроводах, ширина більшої сторони яких перевищує 1500 мм, окрім установлюваних на однакових відстанях між фланцями рамок жорсткості, потрібно на всіх сторонах повітропроводу приклепувати по діагоналі кутики розміром $30 \times 30 \times 5$ мм. Рамки жорсткості встановлюють зовні повітропроводів і приклепують до них заклепками діаметром 4–5 мм через 200–250 мм, але не менше ніж чотирма заклепками.

Для виготовлення повітропроводів прямокутного перерізу попередньо розмічають і розкроюють матеріал, виконують поперечні фальци й збирають картини. Потім виготовляють поздовжні фальци й бічні сторони збирають на рейці, бруску або швелері.

Якщо повітропровід по периметру виготовляють з однієї або двох картин, то картину на лінії згину вручну перегинають на бруску або швелері.

За ручного виготовлення картин фальци ущільнюють за допомогою киянки. Спочатку загинають фальци біля кромek ланки, а потім на всій довжині. Після складання ланки фальц підправляють, використовуючи підтримку й покрівельний молоток. На готову ланку з кінців насаджують

фланці, які прикріплюють заклепками, роблять відбортуння торців на фланці, а потім, якщо це потрібно, установлюють рамки жорсткості.

Готовий повітропровід має відповідати розмірам, зазначеним на кресленнях. Фальци мають бути рівні, досить щільні й мати однакову ширину по всій довжині; фланці — перпендикулярні до осі повітропроводу, а його поверхня — гладка, без ум'ятин і розривів на кінцях.

12.5. Виготовлення фасонних частин повітропроводів

Найпоширенішими фасонними частинами в системах вентиляції є відводи, трійники та хрестовини (рис. 12.13).

Відвід круглого перерізу (рис. 12.13, а) складається з п'яти або меншої кількості ланок (внутрішні частини відводу) і двох стаканів (крайні частини відводу). Зовнішню частину відводу називають *затилком*, внутрішню — *шийкою*. Кожний відвід має діаметр D , радіус кривизни $R_{кр}$, певну кількість ланок і кут α . Діаметр відводу має дорівнювати діаметру повітропроводу, до якого його приєднують. Радіус кривизни $R_{кр}$ для систем вентиляції беруть таким, що дорівнює $1,5D$, для систем аспірації $2D$. Кут α становить 90° або менше.

Трійники круглого перерізу за формою бувають нормалізовані та штаноподібні. У нормалізованого трійника круглого перерізу (рис. 12.13, б) одна частина — стовбур — є продовженням лінії повітропроводу й вісь стовбура перпендикулярна до основи трійника. Інша частина трійника — відгалуження — відхилена від стовбура під кутом α . У штаноподібного трійника (рис. 12.13, в) обидві частини відхилені від осі повітропроводу.

Основними розмірами, що визначають конструкцію трійників, є діаметр нижньої основи D , діаметр стовбура D_1 , діаметр відгалуження D_2 , висота трійника та кут α між віссю стовбура й відгалуженням. Кут α беруть таким, що дорівнює 30° , якщо діаметр нижньої основи не перевищує 630 мм; за великих діаметрів $D = 45^\circ$. Допустиме відхилення кута α

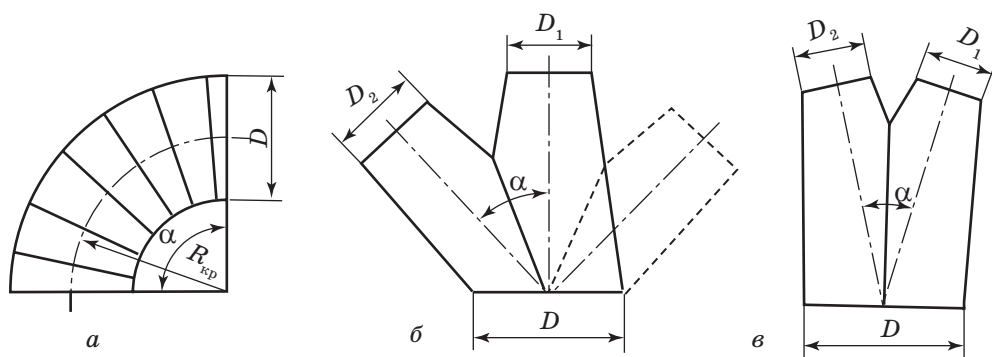


Рис. 12.13. Фасонні частини круглих повітропроводів:
а — відвід; б — нормалізований трійник, або хрестовина;
в — трійник штаноподібний

в межах $\pm 1,5^\circ$. Якщо від стовбура буде зроблено два відгалуження, то таку фасонну частину називають *нормалізованою хрестовиною круглого перерізу*.

Відвід прямокутного перерізу зображено на *рисунку 12.14, а*. Радіус кривизни $R_{кр}$ беруть таким, що дорівнює ширині відводу B . Розмір H дорівнює розміру L .

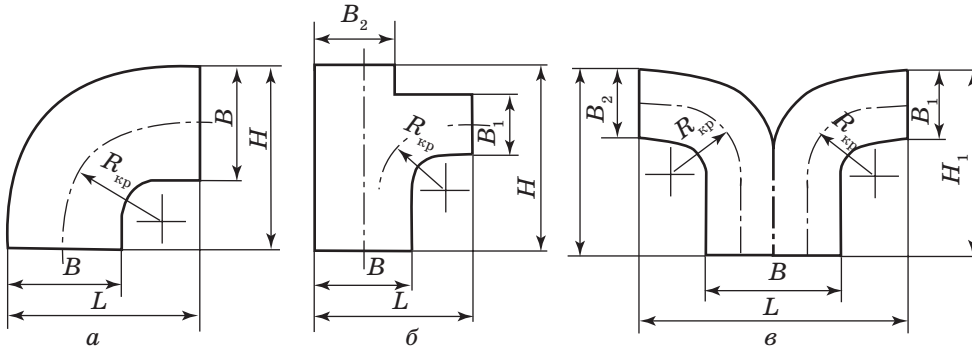


Рис. 12.14. Фасонні частини прямокутних повітропроводів:
а — відвід; б — нормалізований трійник; в — трійник штаноподібний

Трійники прямокутного перерізу бувають нормалізовані та штаноподібні. Виготовлення фасонних частин як круглого, так і прямокутного перерізів починають із розмічання заготовок. Найскладнішим є розмічання заготовок трійників і хрестовин. На листі металу, виконавши складні геометричні побудови, позначають рисувалкою контур заготовки. Проте значно простіше розмітити заготовку за допомогою *універсального шаблону* — металевого листа складної конфігурації, на якому нанесені цифрові розміри, що визначають усі можливі комбінації відгалужень для заданого стовбура трійника або хрестовини. За шаблонами натурального розміру розмічають стандартні трійники та хрестовини.

Виготовлення відводів прямокутного перерізу. Відводи прямокутного перерізу (*рис. 12.15, а; с. 228*) виготовляють із чотирьох частин — двох бічних стінок, затилка та шийки. Ширину бічної стінки позначають літерою B , а затилка й шийки — літерою B . Середній радіус кривизни цих відводів затилка беруть таким, що дорівнює $1,5B$, де B — ширина відводу, мм. Тоді радіус кривизни до шийки R_1 дорівнюватиме $1B$, а радіус кривизни до затилка R_2 — $2B$. Бічні стінки відводу креслять так само, як і бічний вигляд відводу круглого перерізу: радіусами R_1 — до внутрішньої дуги і R_2 — до зовнішньої. До накресленої бічної стінки додають припуск 8–12 мм на фальці для з'єднання з верхньою та нижньою стінками й на фланці (*рис. 12.15, б–г; с. 228*). Довжина розгортки затилка дорівнює $1,57R_2$ з додаванням припусків на фальці, ширина розгортки — ширині B плюс припуск на подвійний загин 16–24 мм з кожного боку (*рис. 12.15, г; с. 228*). Довжина розгортки шийки дорів-

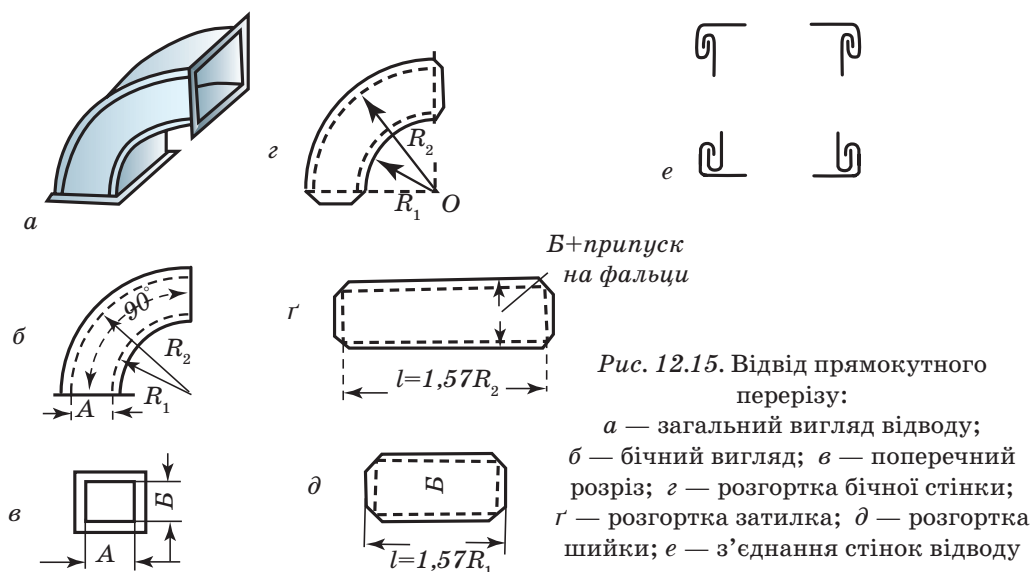


Рис. 12.15. Відвід прямокутного перерізу:

a — загальний вигляд відводу;
б — бічний вигляд; *в* — поперечний розріз; *г* — розгортка бічної стінки;
г — розгортка затилка; *д* — розгортка шийки; *е* — з'єднання стінок відводу

нює $1,57R_1$ плюс припуск на відборткування на фланці, а ширина така сама, як і для затилка (рис. 12.15, *д*). Усі частини відводу з'єднують на кутових фальцах, які «завальюють» на бічні стінки (рис. 12.15, *е*).

Фальци на бічних сторонах виготовляють так: зовнішню кромку відгинають на зикмашині, а внутрішню — на торці бруска або ж на зикмашині зі спеціальним пристосуванням. Кромки на затилку й шийці відгинають на загинальному верстаті, а потім заокруглюють на фальцювальному верстаті; відстань між робочими валами має бути такою, щоб не прим'яти кромку до листа. Частини відводу збирають так само, як і частини повітропроводу прямокутного перерізу. Після складання відводу до нього приклепують фланці з кутикової сталі. Якщо розміри відводу малі, замість фланця приклепують рамки з покрівельної сталі.

Виготовлення трійника. Якщо потрібно зробити трійник, насамперед уточнюють розрахунком розміри *a* і *b*. Розрахункові формули для трійника з кутом $\alpha = 30^\circ$: $a = 0,5lmp$; $b = 0,87lmp$.

На окремому листі металу або щільного паперу роблять креслення бічного вигляду трійника (рис. 12.16). Повне креслення необов'язкове — досить тих ліній креслення, які потрібні для визначення розміру *c*. Після цього роблять викрійку трійника (рис. 12.17) і переходять до його виготовлення. Насамперед готують з'єднувальні фальци на довгих сторонах обох частин викрійки та відгинають кромки 7 мм і 14 мм на внутрішній лінії стику стовбурів. Частини викрійки суміщають, наклавши меншу на більшу. З'єднують викрійку відгалуження з викрійкою прямого стовбура за лінією стику полуторним лежачим фальцем. Послідовність з'єднання стику зображено на рисунку 12.18.

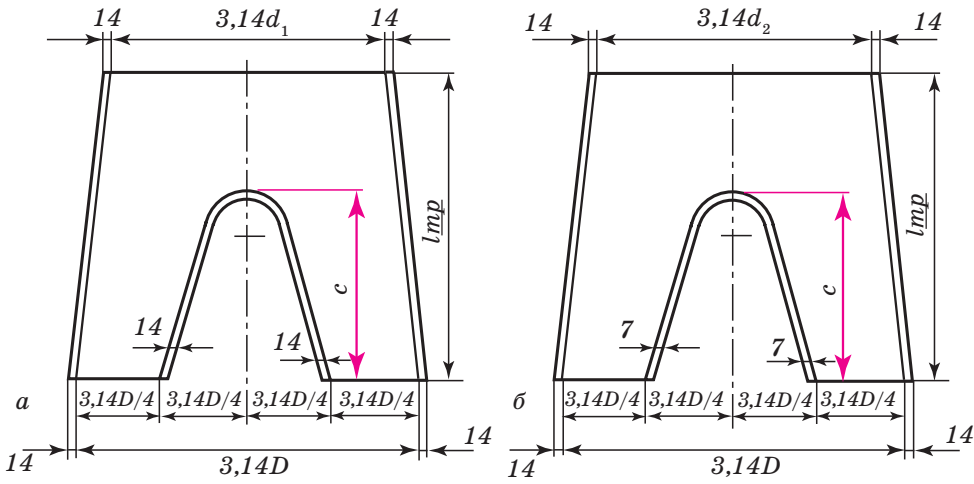
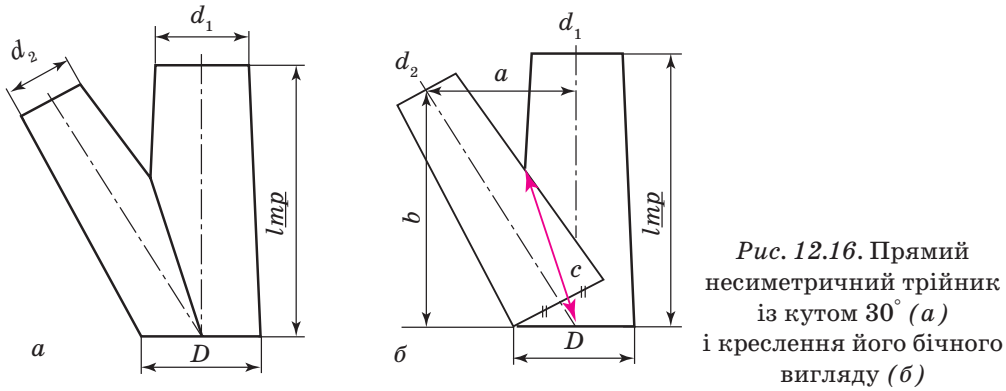


Рис. 12.17. Викрійка прохідного стовбура (а) і бічного відгалуження трійника (б)

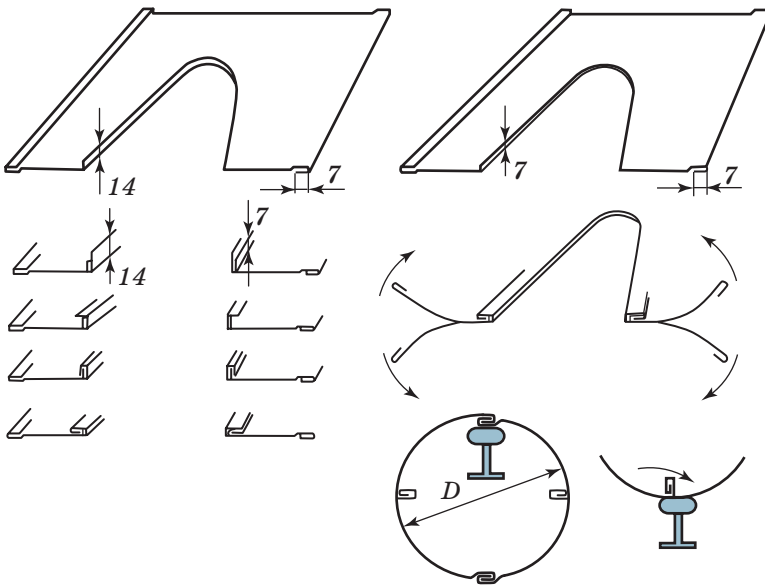


Рис. 12.18. Послідовність виготовлення трійника

Обидва стовбури трійника прогинають у круглу форму, застібають фальці й ущільнюють фальцевий шов. Початок внутрішнього з'єднувального шва «завалюють» на довжині 3–5 см, достатніх для встановлення фланця або з'єднання з патрубком круглого перерізу. Основу, прохідний та бічний стовбури трійника рівно відкреслюють та обрізають по фланцю або по круглому патрубку відповідного діаметра, залишаючи припуски на відборткування для з'єднання з наступною деталлю. У такий спосіб отримують симетричний штаноподібний трійник. Його можна зробити несиметричним, якщо обрізати основу перпендикулярно до прохідного повітропроводу, або залишити штаноподібним, обрізавши основу перпендикулярно до лінії c . Якщо для з'єднання використовують широку манжету (хомут), то основний переріз трійника потрібно доповнити прямим патрубком того самого діаметра.

Трійник з іншим центральним кутом креслять і роблять так само, але розміри a , b і c визначають для відповідного кута з'єднання. У трійнику з кутом $\alpha = 45^\circ$ розміри a і b однакові.

12.6. Виготовлення дахових елементів вентиляції

Виготовлення вузла короба витяжної труби в покрівлі даху. Короб (рис. 12.19) установлюють на прямокутний стакан, усі сторони якого на 3–4 мм менші за сторони короба. Стакан під кутом похилу даху склепують із листом того самого кольору, що й колір покрівлі.

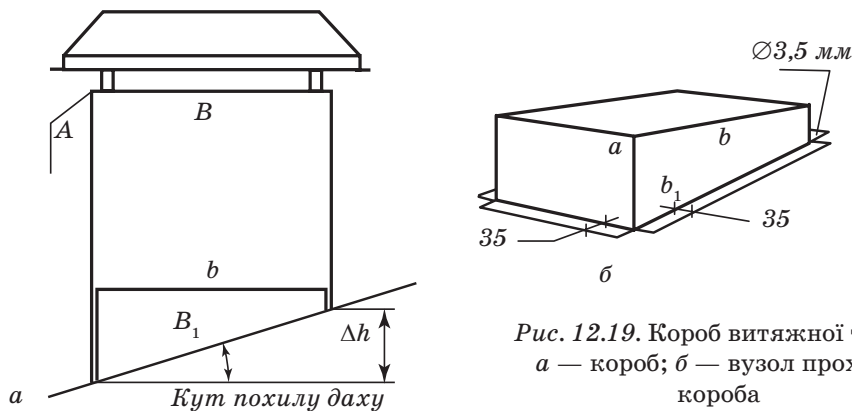


Рис. 12.19. Короб витяжної труби:
 a — короб; b — вузол проходу
короба

Викрійку короба й встановлювального стакана зручно креслити на одному бляшаному листі. Якщо висота конструкції невелика, то вентиляційний (або захисний, теплоізоляційний) короб можна з'єднувати безпосередньо з покрівельним листом без проміжного стакана (рис. 12.20).

Прямокутний отвір розміщують на зворотному боці покрівельного листа розгортки (рис. 12.21). Розміри листа беруть такими, щоб із достатнім запасом (щонайменше по 20 см) перекрити прилеглі до труб ділянки покрівлі, а частину листа з боку гребеня накрити листом покрівлі зверху.

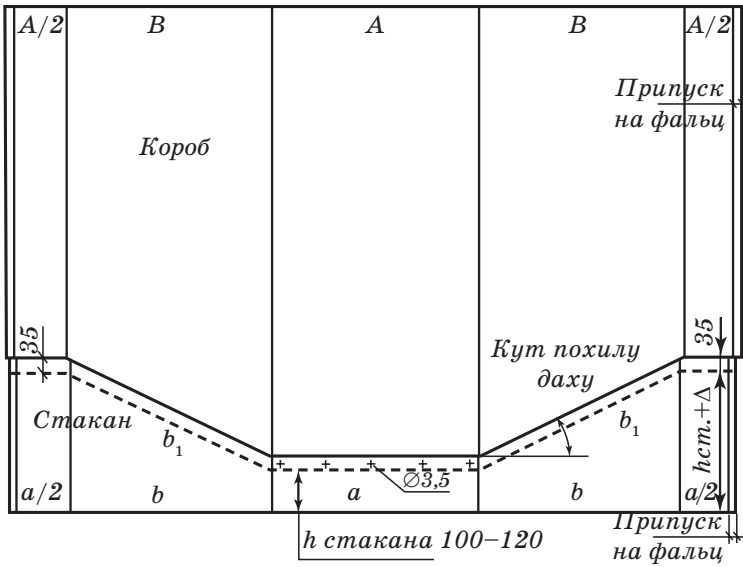


Рис. 12.20. Розгортка короба

Потім перевіряють щільність установлення стакана на листі й намічають відповідні отвори діаметром 3,5 мм для кріплення заднього борта. Після цього знімають стакан і просвердлюють отвори. Перед остаточним установленням стакана на лист під борти кріплення наносять герметик або морозостійкий клей. Заклепками діаметром 3,2 мм фіксують задній борт, а потім бічні й передній.

Стакан і короб (уже із зонтом) по черзі встановлюють на витяжну трубу для їхньої теплової ізоляції та поліпшення зовнішнього вигляду. З боку гребеня даху в нижній частині конструкції додатково встановлюють перед нею кутик-відбійник для відведення стічної води тоді, коли натиск потоку посилюється на крутому або довгому схилі даху.

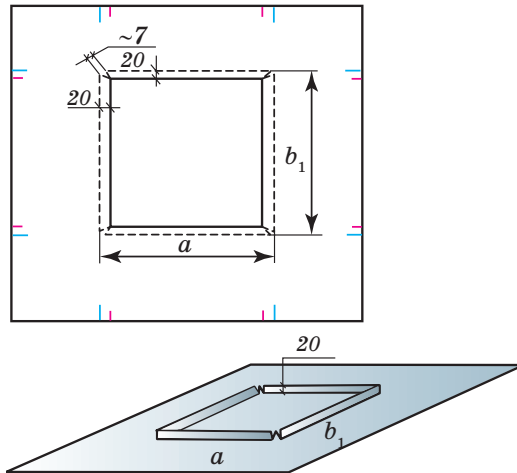


Рис. 12.21. Розміщення прямокутного отвору на розгортці

Виготовлення зонта і флюгарки. Якщо в торцевих деталях зонта відрізати невеликі ділянки в їхньому верхньому кутку (по лінії k), то у ньому будуть два додаткові вікна для витяжки (рис. 12.22; с. 232). Зверху ці вікна закривають виступним гребенем, торці якого можна зрізати фігурно. За рівнем цієї ж лінії k можна зробити одне прямокутне

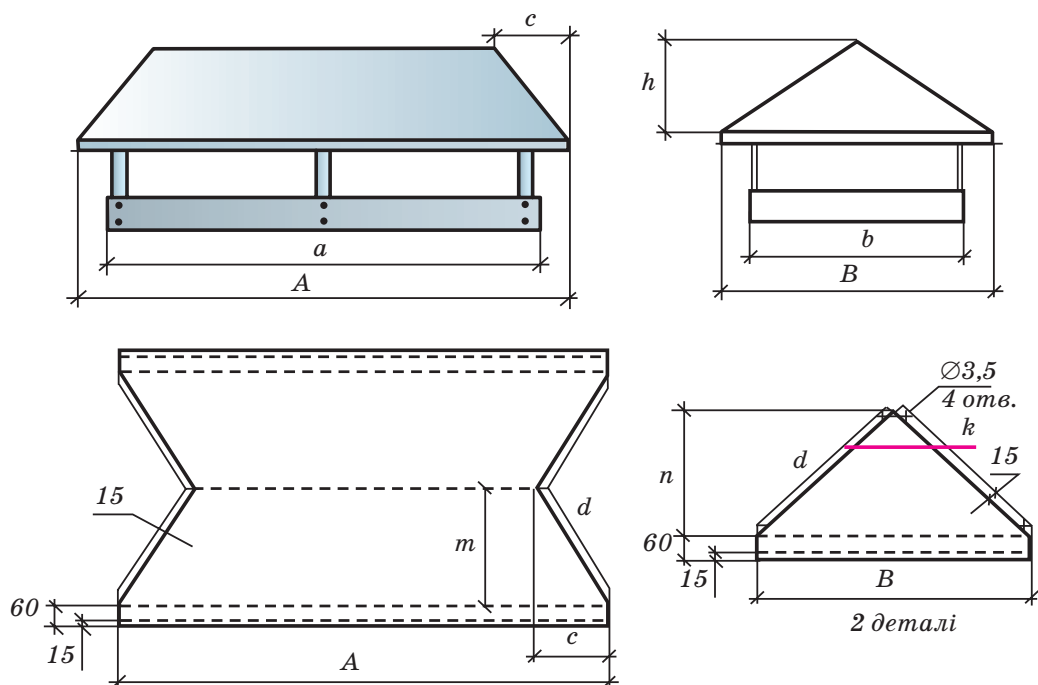


Рис. 12.22. Розгортка зонта

вікно у верхній частині зонта, яке захищають зверху другим зонтом, але меншого розміру.

Під час виготовлення розгортки зонта використовують такі розрахункові формули: $d = \sqrt{h^2 + (B/2)^2 + c^2}$; $m = \sqrt{h^2 + (B/2)^2}$; $n = \sqrt{h^2 + c^2}$.

Флюгарка — зонт із флюгером, її часто називають комбінацією з двох зонтів різного розміру та форми. Викрійку основної (великої) деталі можна розділити на дві однакові частини — по лінії її гребеня.

У двох торцевих деталях просвердлюють по чотири отвори діаметром 3,5 мм. Усі ребра жорсткості прогинають по лініях d майже на 90° , ребра жорсткості 15 мм — по лініях A і B на 90° . Потім прогинають зонт по лінії гребеня до кута площин, а всі лінії — з урахуванням похилу площин зонта. Згинання потрібно робити в листозгині, що значно покращує якість згину ліній та зовнішній вигляд виробу. Після цього основну деталь тимчасово закріплюють на рівній поверхні, витримуючи розмір B так, щоб торцева деталь щільно прилягала до основної. Далі позначають відповідні отвори діаметром 3,5 мм і просвердлюють їх (рис. 12.23), складені деталі фіксують заклепками діаметром 3,2 мм.

Стояки роблять зі смуг цього ж матеріалу, зігнувши смугу завширшки 105–110 мм і завдовжки 40 мм двічі в три шари по 35 мм, без осадки по лініях згину для збереження жорсткості. Розрахункові формули для стояків до зонта: $x = mb/B$; $y = (A - a)/2 + 23 \sim 6$ см). У розрахунках

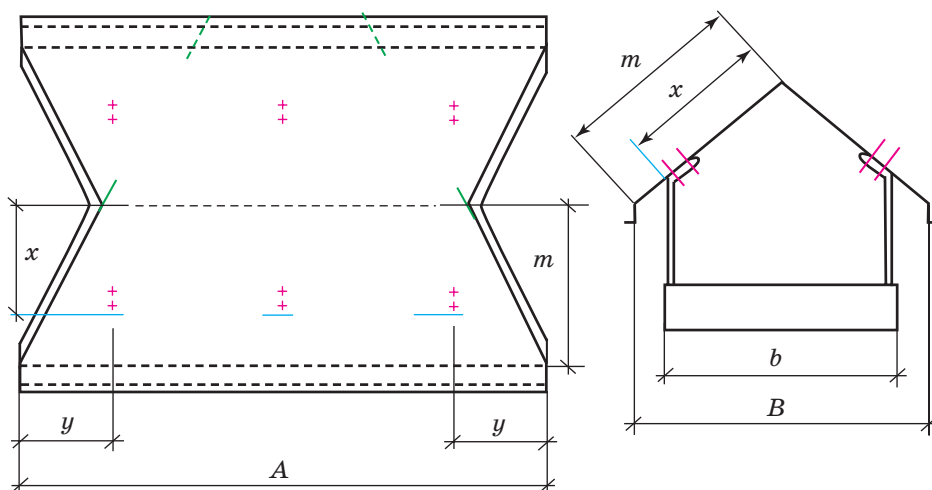


Рис. 12.23. Розмічання отворів для кріплення стояків до зонта

розміри $y = 3$ см беруть до зонтів для коробів або поясів із бляхи, а $y = 6$ см — до зонтів для цегляних труб.

Виготовлення трійника для витяжки. Спочатку розмічають і вирізають отвір у викрійці основного патрубка D (рис. 12.24). У цьому випадку показано точне розмічання отворів трійника, який найчастіше застосовують для влаштування індивідуального газового опалення в приватному будинку або у квартирі. Після цього підготовлюють фальці, «про-

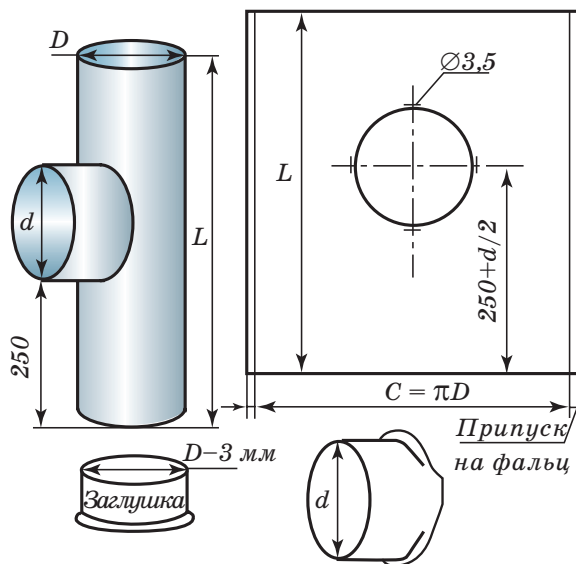


Рис. 12.24. Розмічання вхідного отвору діаметром 140 мм у трубу діаметром 150 мм

катують» патрубок D у формі труби, але фальцевий шов не з'єднують. Вхідний патрубок d тимчасово встановлюють у згорнутий (але не ущільнений по шву) патрубок D і вирівнюють взаємне розташування патрубків. Патрубок d відрізують по лінії вхідного отвору. Уздовж лінії відрізу на патрубку d відгинають борт завширшки 8–10 мм. Потім встановлюють вхідний патрубок у трійник із середини прохідного патрубка D , загинають фальци й перевіряють щільність примикання деталей. Далі ущільнюють фальцевий шов, просвердлюють відповідні отвори діаметром 3,5 мм і фіксують складені деталі заклепками діаметром 3,2 мм. У разі потреби зсередини трійника додають у лінію з'єднання герметизуючий матеріал: шпаклівку, фарбу, герметик.

Під час облаштування витяжки від газового обладнання, опалювального котла або водонагрівальної колонки особливу увагу приділяють щільності з'єднань.

Запитання та завдання

1. Для чого призначена вентиляційна система?
2. Охарактеризуйте технологію виготовлення бляшаних труб.
3. Як можна з'єднати дві труби?
4. Як виготовляють прямі ділянки прямошовних повітропроводів прямокутного перерізу?
5. Як виготовляють повітропроводи прямокутного перерізу вручну?
6. Назвіть особливості виготовлення фасонних частин повітропроводів.
7. Як виготовляють відводи прямокутного перерізу?
8. Яка послідовність виготовлення трійника?
9. Як виготовляють вузол проходу короба витяжної труби в покрівлі даху?
10. Системи вентиляції за призначенням класифікують на
 - А місцеві й загальнообмінні
 - Б з природним і штучним переміщенням
 - В припливні та витяжні
 - Г місцеві й загальнообмінні
11. Критерієм продуктивності вентиляційної системи є
 - А допустима концентрація шкідливих речовин
 - Б кількість повітря, яка подається чи видаляється за одиницю часу
 - В кількість шкідливих речовин у приміщеннях
 - Г швидкість потоку повітря
12. Укажіть, які бувають види трубних колін
 - А пряме, фасонне, тупе
 - Б пряме, фігурне, гостре
 - В пряме, тупе, гостре
 - Г фасонне, фігурне, тупе
13. Для механічної міцності повітропроводів прямокутного перерізу передбачають
 - А просічні заціпки, зварні прихватки
 - Б рамки жорсткості, елементи жорсткості у формі зиків
 - В просічні заціпки, рамки жорсткості
 - Г зварні прихватки, рамки жорсткості

Розділ 13. ПОКРІВЕЛЬНІ РОБОТИ

13.1. Латування карнизних звисів

Усі елементи металевої покрівлі — звиси, жолоби, розжолобки, фартухи — улаштовують на дерев'яних *латах* 2 — дошках, які кладуть упоперек кроків (рис. 13.1). Якщо відстань між кроками становить 1,2–2 м, лати роблять із дощок перерізом 50×200 мм і брусків 4 перерізом 50×50 мм. Бруски й дошки розміщують на відстані 200 мм одне від одного, щоб ступня людини, яка йтиме схилом даху, завжди ставала на два бруски, що запобігатиме прогину покрівельного покриття.

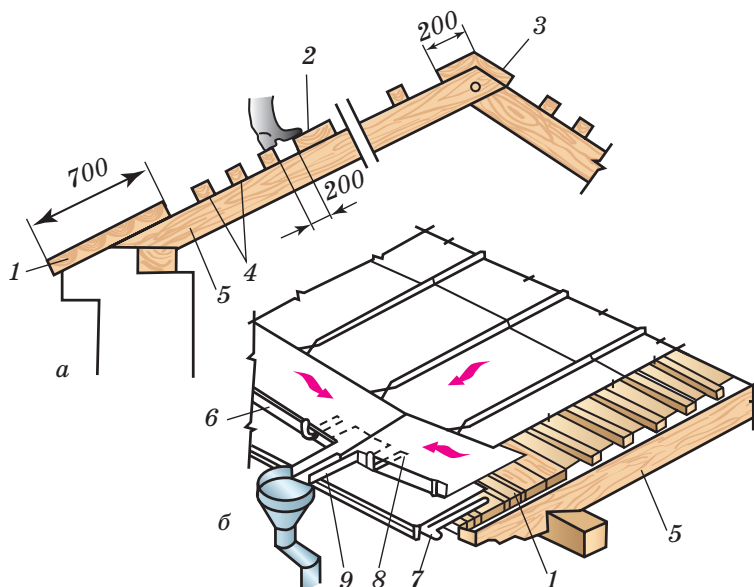


Рис. 13.1. Латування під покрівлю:

- а* — вигляд збоку; *б* — частина покрівельного покриття; 1 — дошки настилу;
2 — дошка лати; 3 — гребеневі дошки; 4 — бруски; 5 — крокви; 6 — жолоб;
7 — костиль; 8 — гак; 9 — зливовий лотік

Для влаштування карнизного звису та настінних жолобів 6 укладають суцільний дощатий настил 700 мм завширшки. Уздовж гребеня покрівлі кладуть дві дошки так, щоб вони сходилися кромками 3; ці дошки підтримуватимуть гребеневий стик. Суцільний настил із дощок улаштовують також під розжолобками (на ширину до 500 мм у кожний бік). По латах на карнизи набивають костилі 7 і гаки 8 для жолобів, щоб настінні жолоби спиралися на суцільну частину дерев'яних лат. Латування під покрівлю з листової сталі має бути рівним, ребра та гребінь — прямолінійними, лицьові дошки карнизного звису — прямими та звисати з карниза на однакову відстань по всій довжині.

Улаштування **карнизного звису** (рис. 13.2) розпочинають з установлення кронштейнів зі скобами й Т-подібних костилів. Кронштейни (карнизні штирі) 1 розміщують на осях водоприймальних лійок, а костилі 3 — через 700 мм один від одного з допусками ± 30 мм. Відстань між штирем і найближчим костилем має становити 200–400 мм.

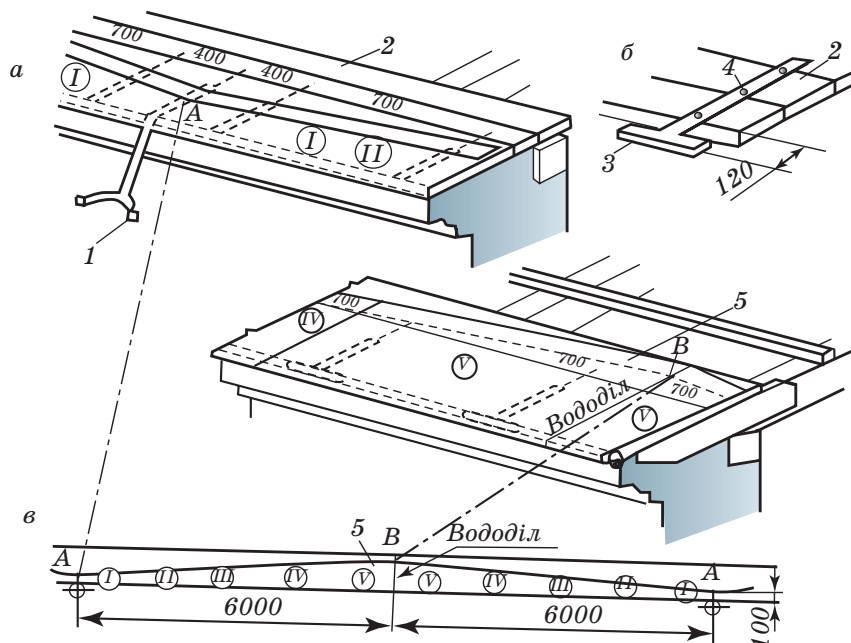


Рис. 13.2. Покриття карнизного звису:

а — карнизний звис; *б* — урізання костила в настил; *в* — порядок укладання картин даху; 1 — карнизний штир; 2 — дощаний настил; 3 — Т-подібний костиль; 4 — цвяхи; 5 — покриття звису картинами (I–V)

Поперечні планки костилів розміщують на відстані 120 мм від звису дощаного настилу 2. Спочатку прибивають два крайні костилі, причому один із цвяхів 4 на кожному костилі забивають не повністю. Між цими цвяхами натягують шнур, за яким визначають розміщення всіх проміжних костилів. Картини I–V укладають поверх костилів на звисі даху так, щоб їхній край щільно обгинав виступну частину костиля. Незагнуту кромку листів на протилежному боці прибивають до лат цвяхами з кроком 400–500 мм. Головки цвяхів надалі закривають настінним жолобом. Штирі, як і костилі, урізають у рівень основи та кріплять цвяхами або саморізами. На даху заготовлені картини I–V з'єднують спочатку для однієї половини звису між водоприймальними лійками, потім — для іншої. Картини вздовж верхньої поздовжньої кромки закріплюють цвяхами по три на кожний лист.

Укладання картин на костилі починають від осей лійок (допустиме укладання і від вододілу в обидва боки). Для з'єднання картин одну фальцеву кромку, змащену замазкою, уводять в іншу й ущільнюють

фальц киянкою на металевій рейці; кінці *крапельників* (відгинів зворотної стрічки) з'єднують унапуск. З'єднані картини почергово вкладають на костилі так, щоб їхні поперечні планки ввійшли у відгини крапельників. Картини для покриття карнизного звису з'єднують на вододілі одинарним лежачим фальцем. На довгій стороні, яка буде краєм звису, відгинають зворотну стрічку, що направлятиме воду вниз.

Конструкцією покрівлі передбачено розміщення на карнизних звисах системи водовідведення. Воду, що стікає схилами покрівлі, відводять у водоприймальні лійки водостічних труб, розташованих у карнизних звисах на відстані 12–20 м одна від одної. Для спрямування води із жолобів у лійку влаштовують лотік 9, який установлюють у вирізах настінного жолоба 6 (див. рис. 13.1; с. 235). Покрівлю з листової сталі прикріплюють до лат 3 за допомогою металевих пластин кляммер 2 (рис. 13.3). Один кінець клямри приєднують до бічної стінки бруска лат, другий уставляють у фальц з'єднуваних між собою картин 1.

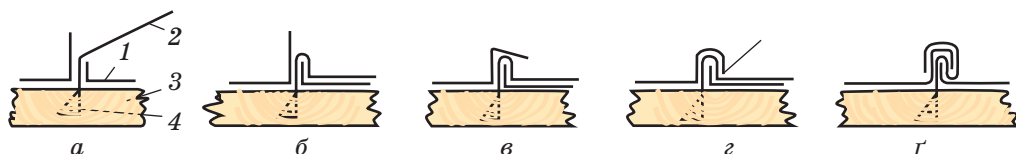


Рис. 13.3. Кріплення фальців клямрою до лат:
1 — картина; 2 — клямра; 3 — лата; 4 — цвях;
а–г — послідовність з'єднання картин із клямрою

Фронтонний звис має виступати за лати на 40–50 мм. Його кріплять кінцевими клямрами, які встановлюють через 300–400 мм. Разом із рядовою смугою їх потім загинають як подвійний стоячий фальц. Краї покрівельного покриття, що примикають до кам'яних стін, відгинають не менше ніж на 150 мм. Відігнуті краї укладають у щілини й закріплюють цвяхами або саморізами через кожні 300 мм.

13.2. Установлення настінного жолоба

Після закінчення покриття карнизних звисів укладають настінні жолоби. Зазвичай їх розміщують між водоприймальними лійками з похилом від 1 : 20 до 1 : 10. Роботи починають з установлення гаків 12 (рис. 13.4; с. 238) уздовж наміченої шнуром лінії для укладання жолоба. Гаки ставлять поверх карнизних картин 11 на відстані 650 мм один від одного.

Для влаштування настінного жолоба на змонтованому карнизному звисі відновлюють нанесені раніше похилі лінії АВ (див. рис. 13.2, в; с. 236) в обидва боки від вододілу. На цих лініях біля лійок А й на вододілі В встановлюють маятникові гаки так, щоб їхні вертикальні відгини містилися на вказаних лініях. Між маяками (перпендикулярно до лінії АВ) так само кріплять інші гаки з кроком 670–730 мм. Гаки 12

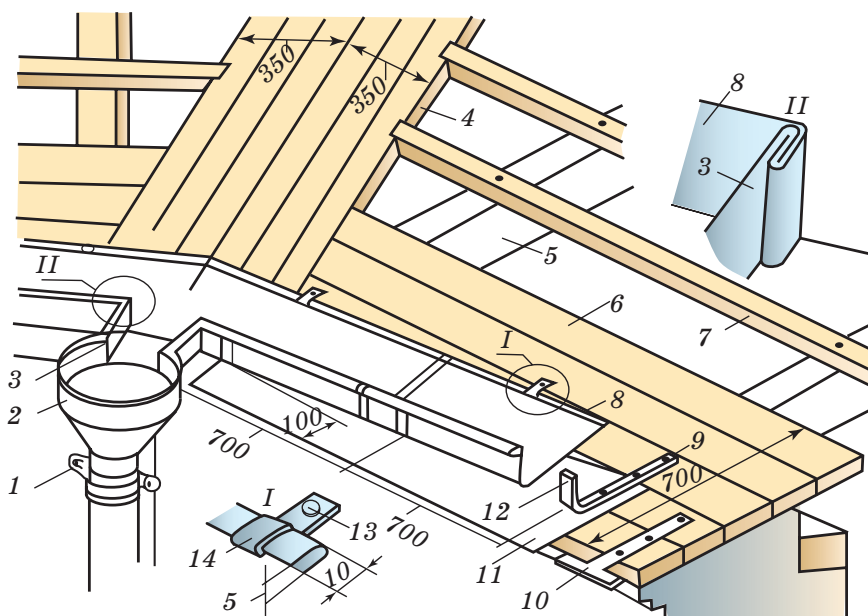


Рис. 13.4. Влаштування настінного жолоба:

1 — штир зі скобою; 2 — водоприймальна лійка; 3 — зливовий лотік; 4 — настил розжолобків; 5 — кроква; 6 — карнизний настил; 7 — лата; 8 — картина настінного жолоба; 9, 13 — цвяхи; 10 — костиль; 11 — картина карнизного звису; 12 — гак для жолоба; 14 — клямра

(рис. 13.4) на вододілі встановлюють перпендикулярно до карнизного звису й лінії настінного жолоба 8 (під невеликим кутом до схилу даху) і прибивають двома або трьома цвяхами. Для з'єднання настінного жолоба з рядовим покриттям звису в жолобі відгинають кромку заввишки 20 мм на кут 90° . Це найпростіше зробити щипцями або за допомогою металевої планки завдовжки 500–600 мм, на вузькому боці якої є поздовжня щілина завширшки 3 мм, завглибшки 20 мм. Щоб у з'єднувальному фальці не було зайвих потовщень, у кромках, які відгинають, обрізають кути. Нижній поздовжній край рядового покриття 2 (рис. 13.5, а) в процесі складання рядових смуг укладають на заздалегідь зроблений відгин у настінному жолобі 1.

Після укладання рядового покриття край звису по всій довжині обрізають так, щоб ширина його не перевищувала 20 мм. Одночасно підрізують кромки фальців 3 і 4, які опираються на відгин настінного жолоба (рис. 13.5, б). За допомогою металевої лапи 5 і киянки 6 обрізаний край покриття підгинають на всю довжину фальцевого з'єднання (рис. 13.5, в). Потім нижній край покриття нахиляють киянкою та гребнегином 7 (рис. 13.5, г), молотком і гребнегином загинають його всередину відгину настінного жолоба (рис. 13.5, г) та ущільнюють фальц за допомогою покрівельного зубила 8 і киянки 6 (рис. 13.5, д). Далі кінцеві кути по черзі «зава-

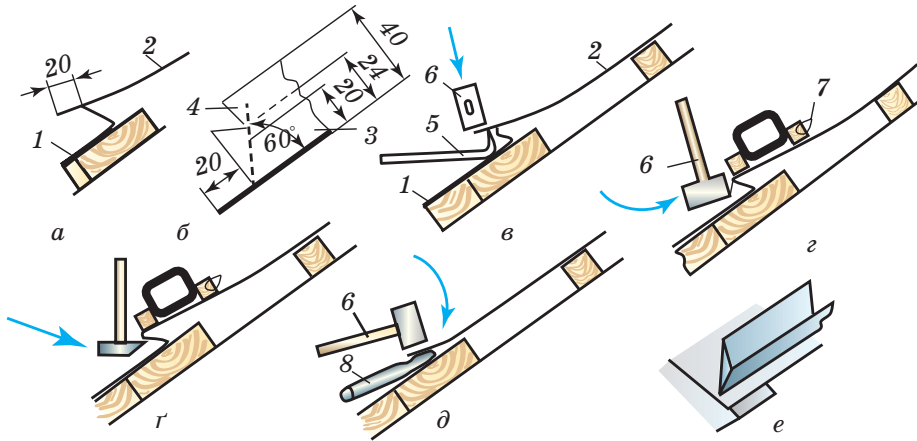


Рис. 13.5. З'єднання рядового покриття з кромкою настінного жолоба:
а-е — послідовність загинання; ж — готовий жолоб; 1 — жолоб; 2 — рядове покриття; 3, 4 — фальцеві кромки; 5 — металева лапа; 6 — киянка; 7 — гребнегин; 8 — зубило (стрілками показано напрямки ударів киянкою)

люють» на гребінь (рис. 13.5, е). Після укладання покриття на одному схилі так само його укладають і на суміжному. Насамкінець роблять гребневий відгин (завширшки 30 і 50 мм) із подальшим виконанням одинарного стоячого фальца на гребені.

Заготовлені картини жолобів (ринв) складають, як і карнизне покриття. Під час виготовлення картин потрібно враховувати напрямки стоку води. Складання ведуть від водоприймальних ліжок до вододілу. Борти жолобів з'єднують між собою внапуск також з урахуванням напрямку стоку води, стежачи, щоб верхня кромка картин на карнизному звисі завжди була розміщена вище від верху борту жолоба. На вододілі та в місці стикування біля водоприймальних ліжок картини з'єднують подвійним лежачим фальцем. Борти жолобів на гаках закріплюють зачіпками. Верхню поздовжню кромку настінних жолобів з'єднують із картинами рядового покриття фальцевим швом. Лотік установлюють уздовж осі водоприймальної ділянки так, щоб його хвостовий відгин містився під кінцями з'єднаних настінних жолобів. Відворот кріплять чотирма цвяхами розміром 3×40 мм. Борти лотоків і жолобів з'єднують кутовими фальцами, які відгинають на внутрішні площини лотоків бортів (див. рис. 13.4, вузол II).

Лотоки для водоприймальних ліжок, які складають у кутах даху будівлі, дещо відрізняються від лотоків, які встановлюють на його карнизах. Якщо для карнизів лотоки можна заготовити заздалегідь, то кутові лотоки роблять на місці за натурними вимірами, урахувавши ширину картин настінних жолобів, їхнє розміщення щодо карнизів і висоту бортів.

Підвісні жолоби (рис. 13.6; с. 240) — напівкруглі або прямокутні лотоки, які підвішують безпосередньо під зливною кромкою карнизного

звису. Підвісні жолоби 1 мають таке саме призначення, як і настінні: відводити до водоприймальних лійок воду, що збирається в жолобах. На карнизному звисі жолоб розташовують так, щоб вода, яка стікає зі схилу, не переливалася через його передній борт.

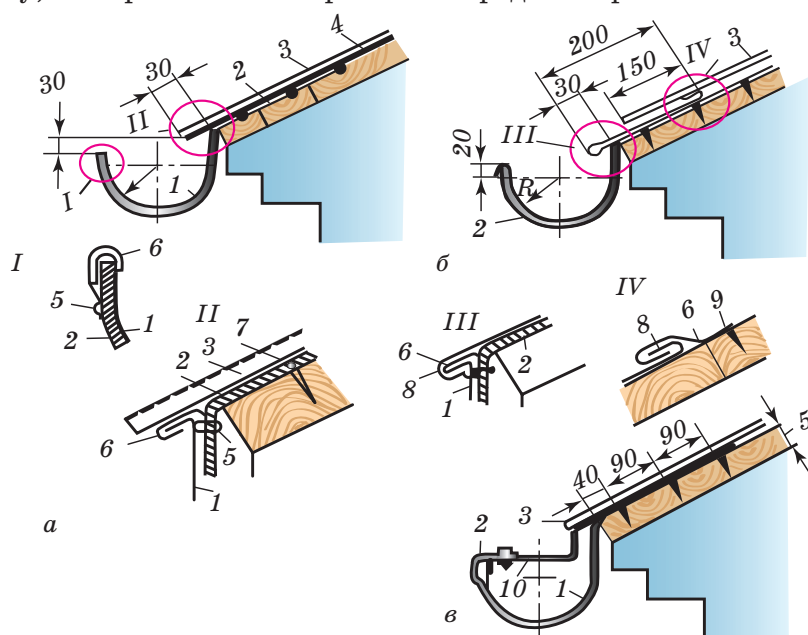


Рис. 13.6. Улаштування підвісних жолобів (а-в):

- 1 — жолоб; 2 — лоткова скоба; 3 — покрівля; 4 — настил; 5 — заклепка;
 6 — клямра; 7 — шуруп із потайною головкою; 8 — картина карнизного схилу;
 9 — цвях; 10 — розпірка (перерізи показано в точках максимального підйому)

Перед установленням лоткових скоб 2 рівнеміром перевіряють горизонтальність передньої кромки. Скоби кріплять у такій послідовності. Спочатку встановлюють дві крайні (маятникові) скоби, натягують між ними шнур і по ньому розмічають і врізають у настил 4 (дощану основу) сталеві скоби. Піднятий на карниз жолоб укладають на лоткові скоби 2 і кріплять клямрами 6. Щоб запобігти розширенню жолоба в разі температурних коливань, у ньому влаштовують компенсатори або рухомі шви. Компенсатор є водоприймальною лійкою, у яку з двох боків входять вільно вкладені кінці підвісних жолобів. Завдяки такій конструкції жолоб може вільно подовжуватися або коротшати на 10–15 мм, що цілком достатньо для температурних змін у різну пору року. Рухомий шов роблять у точці найвищого підйому жолобів. Тут же кінцеві торці жолобів закладають бляшаними заглушками. Між торцями залишають температурний зазор 30–40 мм. Обидва кінці жолобів закривають зверху бляшаною кришкою (на два схили), по якій вода стікає в кінці жолобів. У певних випадках можна обмежитися жорстким кріпленням

жолоба до однієї з розташованих посередині скоб, залишивши кінці лише рухомо закріпленими в клямрах.

13.3. Установлення рядового покриття

Схили дахів (спочатку протилежні фасадним, потім фасадні) покривають після встановлення карнизних звисів і настінних жолобів. Залежно від форми даху рядове покриття схилу (рис. 13.7, а, б) укладають у різній послідовності: на фронтонному даху першу смугу розташовують уздовж фронту або *брандмауера* (протипожежного бар'єра); на вальмовому, напіввальмовому й багатощипцевому — від краю гребенів. Зазвичай картини в рядах розкладають у напрямку від жолоба до гребеня. Кромки в стоячих фальцах 3 в межах одного схилу покрівлі загинають в один бік. До першої картини першої рядової смуги 1 укладають другу, яку зачіплюють відгином попередньої. Картини з'єднують лежачими фальцями 2, для ущільнення яких як підкладку використовують сталеву смугу розміром 5×60 мм. У готовій смугі в місцях стикування картин випрямляють кромки для стоячих фальців 3. Усі рядові смуги схилу перепускають через гребінь так, щоб після обрізання можна було відігнути гребеневу кромку на одному схилі завширшки 30 мм, на іншому — 50 мм. Стоячі фальці 3 рядового покриття, які виходять на гребінь даху та до ребер, «завальюють» у бік малого відгину на довжину 80–100 мм. Для реберного з'єднання роблять припуски, як і для гребеневого стоячого фальца 4 (рис. 13.7, в).

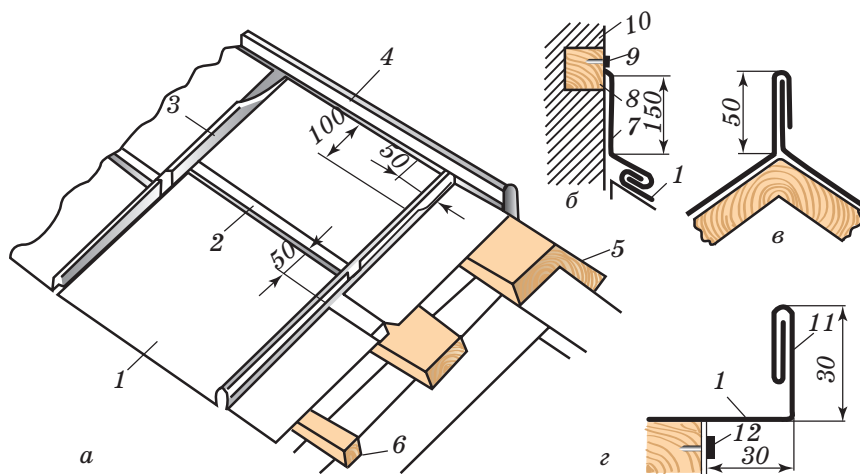


Рис. 13.7. Рядове покриття схилу:

- а — укладання рядових смуг; б — поперечне примикання схилу до стіни;
- в — гребеневий стоячий фальц; г — кріплення фронтового краю рядової смуги;
- 1 — картина в рядовій смугі; 2, 3 — одинарні лежачий та стоячий фальці;
- 4 — гребеневий стоячий фальц; 5 — дошка; 6 — брус; 7 — фартук;
- 8 — заставний брус; 9, 12 — покрівельні цвяхи; 10 — цементно-піщаний розчин; 11 — фронтова клямра

Зміцнивши смугу цвяхом за малий відгин, біля дощок 5 гребеня за допомогою шнура перевіряють її розміщення. Потім зміцнюють рядову смугу вздовж малого відгину, щільно підтягуючи її до лат клямрами. Клямри ставлять не менше двох на кожну сторону листа (через 600 мм), прибивають цвяхами 12 (3,5×45 мм) до бокових граней брусків 6 лат і загинають їх на кромку малого відгину. Якщо клямра збігається з лежачим фальцем у рядовій смузі, її переміщують на інший бік бруска. Суміжні рядові смуги на схилі розміщують так, щоб взаємне зміщення лежачих фальців у картинах у межах одного схилу покрівлі та взаємне зміщення стоячих фальців на протилежному схилі покрівлі були не меншими за 50 мм (рис. 13.7, а; с. 241). Досягають цього підрізанням на 50 мм кожної парної смуги біля гребеня та обрізанням першої рядової смуги суміжного схилу в поздовжньому напрямку. Обрізаючи парні смуги, потрібно стежити за тим, щоб лежачі фальці в смузі не потрапляли у відігнуті кромки гребеневого стоячого фальца. Другу рядову смугу збирають як першу, потім її підсувають стороною з великим відгином до малого відгину першої смуги. Малий відгин другої смуги кріплять до лат клямрами, після чого рядові смуги з'єднують одинарним стоячим фальцем за допомогою гребнегина й киянки. Для цього майстер/майстриня стає так, щоб бачити весь фальц, який потрібно загнути, і рухається в напрямку від карниза до гребеня. Згинальний скребок гребнегина підводить уприутл до великого відгину; малий відгин має бути на одному рівні зі скребком. Потім майстер/майстриня «завалює» киянкою кромку великого відгину на площину скребка, одночасно плавно переставляючи гребнегин уздовж фальца. Просуваючись уперед, ударами киянки нахиляє кромку великого відгину з горизонтального положення донизу. Після цього переставляє гребнегин на суміжну рядову смугу так, щоб брусок гребнегина впирався в тильну грань фальца, і починає ущільнювати його, рухаючись знову вздовж фальца та завдаючи киянкою рівномірні удари по кромці. Під час кожної операції гребнегин пересувають рукою вздовж фальца.

За відсутності гребнегина й киянки картини з'єднують іншими способами. У разі з'єднання за допомогою покрівельних молотків (рис. 13.8, а) один молоток використовують спочатку як скребок гребнегина, а другим молотком-ручником «завалюють» фальц. Потім ручник використовують як брусок гребнегина (упор), а другим молотком ущільнюють фальц. Використовуючи молоток і брус-викрутку (рис. 13.8, б), брус-викрутку підставляють до фальца, молотком «завалюють» його на скребок частину. Потім брус-викрутку переставляють так, щоб брусок гребнегина упирався в тильну частину фальца. Майстер/майстриня молотком ущільнює фальц, рівномірно б'ючи по відігнутій кромці фальца.

Картини рядового покриття багатощипцевих дахів, на відміну від двохстих, зазвичай укладають від щипцевої стінки, а вальмових — від краю гребенів. Картини розкладають смугами по схилу покрівлі в напрямку від

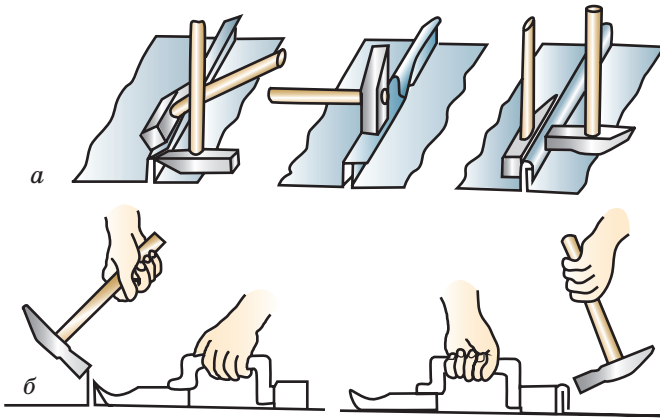


Рис. 13.8. З'єднання картин стоячим фальцем за допомогою:

а — покрівельних молотків;
б — молотка та бруса-викрутки

гребеня до жолоба. У кожній смузі картини з'єднують лежачими фальцями. Таким способом укладають кілька смуг, які тимчасово прикріплюють біля гребеня до лат цвяхами за краї відігнутої кромки гребеня (див. рис 13.7, г; с. 241). Уздовж зібраної з картин смуги до бічної сторони лат прибивають клямри на відстані 600 мм одна від одної. Потім збирають другу смугу й укладають її так, щоб велика відігнута кромка першої смуги примикала до малої відігнутої кромки листів другої смуги. При цьому суміжні смуги зміщують одну щодо іншої на 40–50 мм, щоб фальци суміжних картин були розташовані врозбїг. Рядові смуги на схилі укладають із випуском 50–60 мм вище від гребеня даху. Щоб уникнути перетину на гребені двох гребневих фальців, їх розміщують врозбїг на взаємній відстані не менше 50 мм. Суміжні смуги картин спочатку з'єднують гребневим фальцем лише біля клямер, щільно підтягуючи їх до лат, а потім уздовж усього гребеневого фальца.

Після покриття схилів покрівлі покривають розжолобки в напрямку від гребеня до схилу. Зібрану в майстерні й подану на дах у згорнутому вигляді смугу розжолобка розгортають та укладають на місце так, щоб поздовжні кромки заходили під краї рядового покриття схилів. Краї покриття обрізають ручними ножицями по межах розжолобка. Потім краї розжолобка з'єднують із краями рядового покриття лежачим фальцем, відігнутим у бік розжолобка, та остаточно ущільнюють фальци киянкою. Після з'єднання з рядовим покриттям розжолобок з'єднують із гребенем гребневим фальцем і з настінним жолобом — лежачим фальцем, відігнутими в бік жолоба (у напрямку стоку води). Попередньо верхній кінець розжолобка, що примикає до гребеня, обрізають за формою гребеня, а нижній, що примикає до настінного жолоба, — паралельно до напрямку жолоба, чи залишаючи край для фальца.

13.4. Виготовлення водоприймальних лійок, труб і колін

Водоприймальні лійки (рис. 13.9, а; с. 244) роблять круглої або прямокутної форми, з одним або двома отворами для введення жолобів.

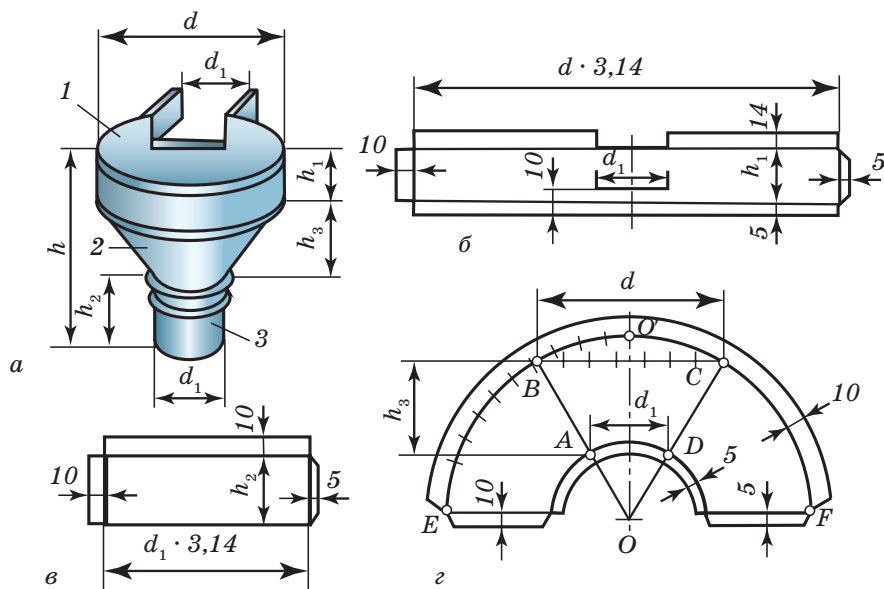


Рис. 13.9. Водоприймальна лійка:

a — загальний вигляд; *б* — заготовка обідка; *в* — заготовка стаканя; *г* — заготовка конуса; 1 — обідок; 2 — конус; 3 — стакан; *h* — загальна висота лійки; h_1, h_2, h_3 — висота обідка, стаканя й конуса відповідно; *d* — діаметр лійки; d_1 — діаметр стаканя

Лійку кріплять до карниза штирем із хомутом. Отвори обідка лійки рекомендовано додатково скріплювати заклепками з обома бортами зливого лотка.

Для отримання заготовки конуса будують його вигляд *ABCD* (рис. 13.9, *г*). Бічні грані конуса продовжують до перетину точки *O*, звідки, як із центра, через точки *B, C, D* і *A* проводять дуги. Хорду *BC* ділять на сім однакових частин і $\frac{1}{7}$ відрізка відкладають на дузі *EF* ліворуч і праворуч від осі *OO'* 11 разів. Провівши від кінців дуги радіуси в напрямку центра *O*, отримують потрібну заготовку. До заготовки додають припуски на кромки фальців, які загинають уручну або на верстаті. Під час вальцювання заготовку скочують у конус і з'єднують фальцем. Діаметр стаканя d_1 дорівнює ширині вирізу в обідку. Довжина заготовки стаканя (рис. 13.9, *в*) дорівнює діаметру d_1 ланки, помноженому на 3,14.

Для побудови розгортки **лотка водоприймальної лійки** на металевому листі проводять вертикальні лінії на відстані 200 мм одна від одної (рис. 13.10, *а*). На лінії праворуч відкладають відрізки *b* і *a*, що відповідно дорівнюють ширині зливної частини лотка (рис. 13.10, *б*) та висоті обідка лійки. Так само на вертикальній лінії ліворуч однаковими частинами від осі відкладають відрізки (*a* + 120 мм).

Побудувавши кути α , що дорівнюють куту нахилу жолоба, і відклавши відрізки *h* (висота жолоба), проводять похилі до кінців відрізків *b* й отримують контур розгортки лотка. Хвостова частина лотка *A* призначена для

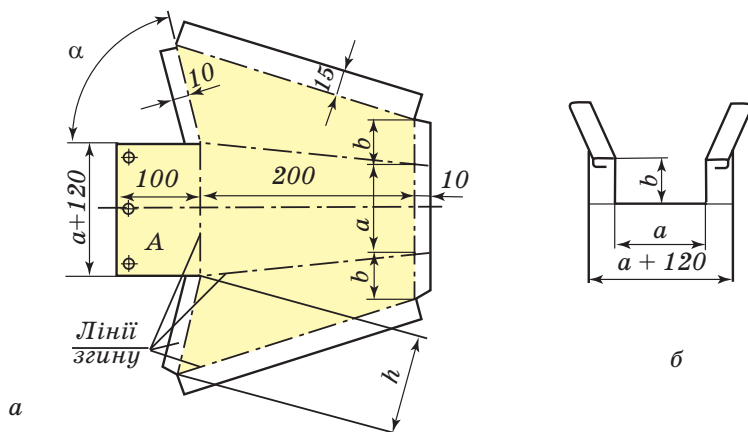


Рис. 13.10. Розгортка лотка:

a — розгортка; $б$ — готовий лотік (вид із боку зливу); a — ширина лотка;
 b — висота лотка; h — висота жолоба; α — кут нахилу жолоба

його кріплення до лат. Потім залишають припуски на кромки й бортові відгини. Праву кромку відгинають під лотік, а з похилих утворюють бортові відгини. Насамкінець борти лотка згинають під прямим кутом.

Перехідне коліно — сполучна ланка між водоприймальною лійкою та стояком жолоба. Коліно виготовляють *гофрованим*, зігнутим на пресі з прямої ланки труби, і *гладким*, складеним з окремих ланок. Прямі ланки водостічних труб виготовляють із стандартних листів сталі, які розрізають на однакову кількість поперечних або поздовжніх смуг. За поперечного розрізання стандартного листа отримують ланки завдовжки 710 мм, за поздовжнього — 1420 мм. З листа, розрізаного поперечно на чотири, три та дві однакові частини, отримують заготовки ланок для труб діаметром відповідно 100, 140 та 180 мм. Якщо лист розрізати на дві однакові частини в поздовжньому напрямку, отримують дві заготовки для ланок діаметром 100 мм. Із цілого листа згортають ланку діаметром 216 мм, завдовжки 1420 мм.

Водостічні труби складають з одинарних або подвійних ланок. Для прямих ланок труб, лійок і колін використовують сталь завтовшки 0,63 або 0,7 мм, для нижніх зливних колін — 0,8 мм. Щоб ланки добре входили одна в одну під час складання труби, заготовкам надають невелику конусність: одну сторону в кожній заготовці звужують на 5–6 мм. Заготовлені ланки з відігнутими кромками для фальцевого з'єднання згортають уручну на брусі-оправці, сталевій трубі або викочують на вальцювальному верстаті. На кінцях прямих ланок труб, а також на стаканах лійок і у верхній частині нижніх зливних колін на зикмашині викочують валики, що є ребрами жорсткості й одночасно обмежувачами глибини заходу однієї ланки в іншу. Валики мають виступати над поверхнею ланки на 8 мм.

Нижнє зливне коліно в найпростішому вигляді роблять із гладкого коліна, косо обрізаючи один з його кінців. Для цього в натуральну величину креслять нижнє зливне коліно — вигляд спереду та збоку (рис. 13.11, а, б). З точки A радіусом AB , що дорівнює висоті коліна h , проводять дугу до перетину її в точці B' з продовженням твірної ланки SA . Унизу з точки, що лежить на осі коліна, радіусом $D/2$ окреслюють коло й позначають на ньому точки A' , F' і E' . З точки B' праворуч проводять горизонтальну допоміжну пряму й на неї зносять точку F , позначивши її F'' . З точки F радіусом, що дорівнює висоті отвору коліна, роблять засічку на продовженні твірної ланки в точці E та сполучають їх лінією FE . Фігура $B'SCEF$ — розпрямлений вигляд коліна. На колі дугу $F'E'$ ділять на чотири однакові частини та з точок поділу $1'$, $2'$, $3'$ і E' проводять допоміжні прямі до перетину їх із лінією FE ; точки перетину позначають 1 , 2 і 3 .

Для креслення розгортки коліна (рис. 13.11, в) проводять вертикальну лінію та на неї з точок C і F опускають перпендикуляри CK' і FK . Паралельно з точок 1 , 2 , 3 і E проводять допоміжні прямі, що перетинають точки K' і K . Далі з точки K в обидва боки відкладають відрізки KL і KM , що дорівнюють $3,14 \cdot D/4$, і відрізки KN і KO , що дорівнюють $3,14 \cdot D/2$. Відрізки KL і KM ділять на чотири однакові частини, з точок поділу проводять перпендикуляри до їх перетину з горизонтальними допоміжними прямими. Точки перетину позначають $1''$, $2''$, $3''$ і E'' . Проведена через них крива LE'' є лінією фігурного вирізу.

Якщо обсяги робіт малі й заготовку деталей труб виконують уручну, то листову сталь ріжуть за допомогою ручних вібраційних ножиць.

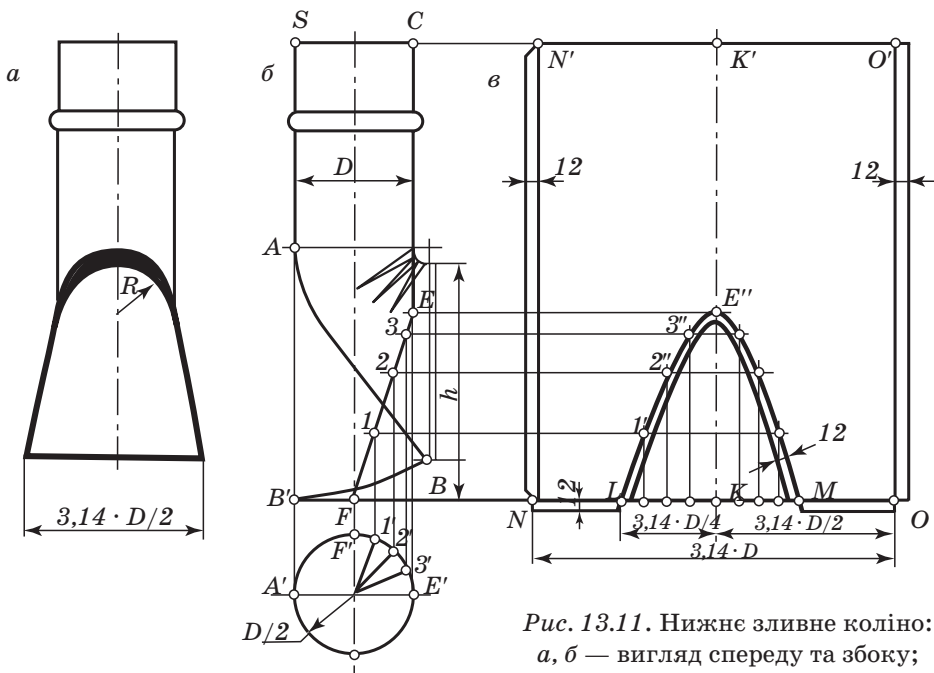


Рис. 13.11. Нижнє зливне коліно:
а, б — вигляд спереду та збоку;
в — розгортка

13.5. Виготовлення комірів і слухових вікон

Комір димовідвідної труби — це найслабша ланка покрівлі, яку виготовляють із сталевих листів. Щоб під час складання верхнього й нижнього фартухів із бічними фартухами не утворювалися щілини в місцях переходу вертикального фальца в похилий та комір не протікав, потрібно ретельно робити виміри в натуральну величину.

Виготовлення коміра починають із натурних вимірів біля стовбура труби (рис. 13.12, а). За отриманими даними роблять розмічання на плоских листах. Після цього заготовки згинають, ураховуючи, що заготовки верхньої та нижньої частин бічних фартухів (рис. 13.12, б, в) мають бути парними, тобто дві ліві та дві праві.

Половини коміра (рис. 13.12, г, д) складають на верстаті з брусом-оправкою. Заготовки з'єднують одинарними фальцами (рис. 13.12, е) і пропаюють, особливо щілини в місцях переходів. Іноді ці щілини закривають підігнаними латками, які після укладання паяють. Для спрощення робіт замість фальцевих з'єднань фартухів коміра роблять відгини, спрямовані за стоком води, з подальшим їх клепаанням (дві або три заклепки діаметром 3 мм) і паянням.

Слухові вікна бувають різних розмірів і форм. Найчастіше картини покриття слухових вікон виготовляють тільки після влаштування несучих конструкцій даху (кроков, лат) на основі точних натурних вимірів (рис. 13.13, а). Слухові вікна діаметром основи до 1 м зазвичай покрива-

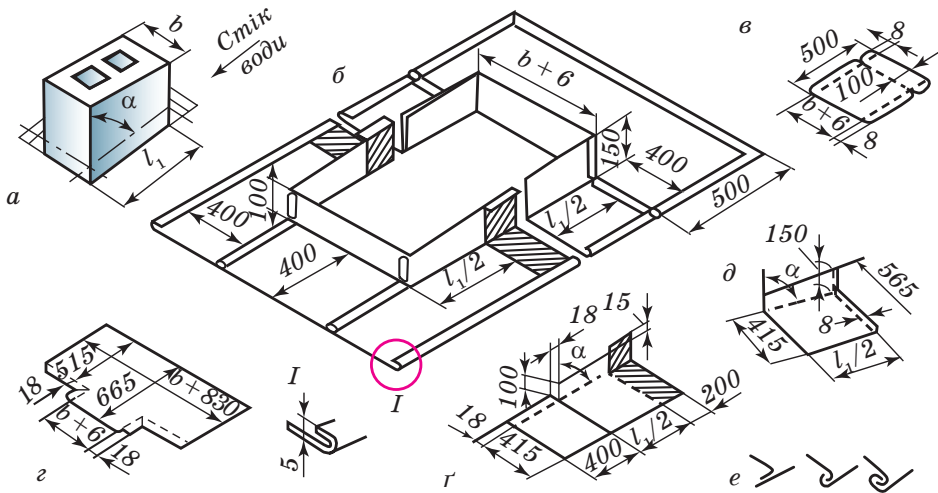


Рис. 13.12. Комір димовідвідної труби:

а — ескіз стовбура труби; б — частини коміра, підготовлені до укладання;
в — передній фартух; г — затрубний фартух; г' — нижня частина правого бічного фартуха; д — верхня частина правого бічного фартуха; е — з'єднання вертикального відгину переднього фартуха з таким самим відгином бічного фартуха; l_1 — довжина стовбура димовідвідної труби по схилу; b — ширина стовбура; α — кут між стінкою труби та схилом даху

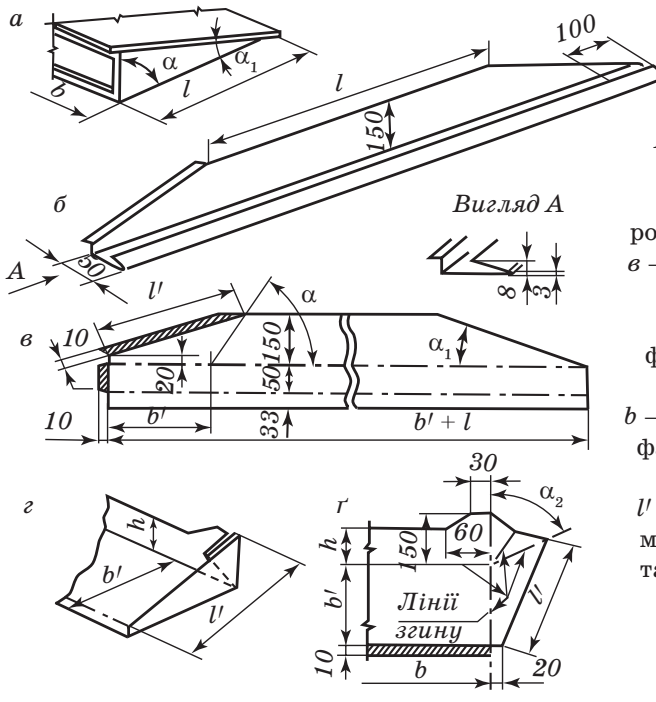


Рис. 13.13. Комір слухового вікна:

a — вікно з вихідними розмірами; b — бічний фартух; $в$ — розгортка бічного фартуха; $г$ — передній фартух; $г'$ — розгортка переднього фартуха; l — довжина бічної стінки вікна (по схилу); b — ширина вікна; b' — ширина фартуха; h — висота нижньої обв'язки рами вікна; l' — довжина фальца; α — кут між передньою стінкою вікна та схилом даху; α_1 — кут між схилом слухового вікна та схилом даху; α_2 — кут між обв'язкою рами вікна та фальцем

ють однією картиною, понад 1 м — двома. Роботу починають із вимірів основи вікна, потім роблять креслення вікна (вигляд спереду та збоку).

Отвори переднього фартуха (рис. 13.13, $г$) відгинають поступово: спочатку короткі бічні, потім довгий, розміщений між ними (рис. 13.13, $в$). Одночасно із згинанням плоскогубцями роблять надломи двограних кутів α_2 у суміжних трикутниках по катетах, позначених точками та штрихпунктиром. У процесі згинання трикутники накладають на площини бічних відгинів, як показано на *рисунку 13.13, г*. Відгини, які з'єднують, обрізають так, щоб передній відворот накладався на відігнуту під кутом 90° кромку бічного фартуха. Після цього з'єднання скріплюють двома заклепками та пропаюють. Бічний фартух (рис. 13.13, $б$) роблять у такій послідовності. Спочатку відгинають кромку, а потім смугу, яку укладають на лати. Вузькі кромки (на рис. 13.13, $в$ заштриховані) відгинають: коротку — на площину, довгу — під прямим кутом. Бічні фартухи гнуть так, щоб вийшла пара, тобто один правий та один лівий.

13.6. Виготовлення ковпаків і зонтів

Ковпаки (рис. 13.14, $а$) захищають оголовки димовідвідних і вентиляційних труб. Ковпак складається із чотирьох боковин (рис. 13.14, $б$) та кришки (рис. 13.14, $г$). Іноді боковини поєднують в одну або дві заготовки.

Для виготовлення однотипних труб роблять шаблони, за якими вирізують потрібну кількість заготовок для боковин і кришок. Вихідні дані для

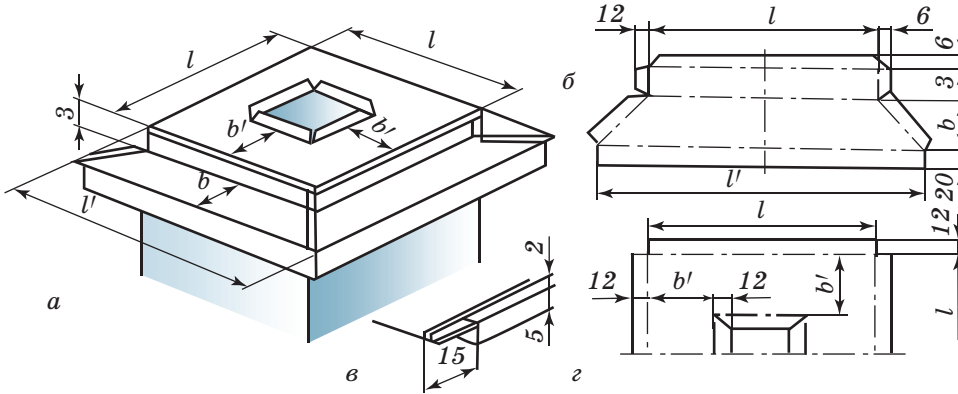


Рис. 13.14. Виготовлення ковпака димовідвідної труби:

a — ковпак, зібраний на вершину труби; *б* — розгортка боковини;
в — крапельник; *г* — розгортка даху ковпака; *l, b'* — розміри вершини;
b, l' — розміри основи ковпака

розмічання отримують натурним виміром вершини труби. Елементи заготовки відгинають у такій послідовності: спочатку в боковинах відгинають крапельники (рис. 13.14, *в*), потім верхні прямокутні обідки, а після цього — кромки для фальцевого з'єднання. Коли всі боковини будуть складені, їх з'єднують із кришкою кутовими фальцами. Для цього в кришці прорізають отвір за розмірами димоходу й відгинають внутрішні борти.

Зонти захищають внутрішній простір димоходу від потрапляння вологи. Вони бувають конічні й пірамідальні (рис. 13.15). Конічні зонти виготовляють із листової сталі завтовшки 1–1,5 мм, пірамідальні — із звичайної покрівельної сталі завтовшки 0,63 або 0,7 мм.

Розгортку конічного зонта (рис. 13.15, *а*) будують так. З точки *O* радіусом *R* креслять коло. З довільної точки *a* на колі відкладають 24 відрізки, що дорівнюють $D \cdot 3,14 / 24$, і кінець дуги позначають точкою *б*. Сполучивши точки *a* і *б* із центром *O* та зробивши припуск на напуск, отримують розгортку. Розгортку стягують і закріплюють трьома-чотирма заклепками: з увігнутого боку до зонта приклепують три стояки.

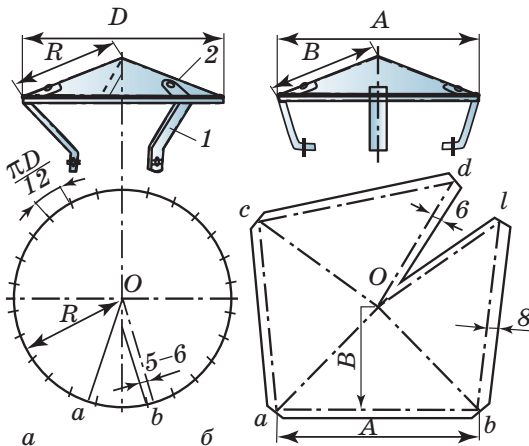


Рис. 13.15. Виготовлення зонтів:

а — конічного;
б — пірамідального; 1 — стійка;
2 — заклепка

Розгортку *пірамідального зонта* (рис. 13.15, б; с. 249) роблять так. Маючи основу A та твірну B , на листі покрівельної сталі будують рівнобедрений трикутник aOb . Потім із точки a радіусом ab роблять засічку (*зліва вгору*). Після цього з точки O радіусом Oa роблять другу засічку. Перетин засічок позначають точкою c . Так само з точок b і c будують ще два рівнобедрені трикутники — cOd і bOl . Далі прикреслюють зливні смужки (на підгинання) та кромки на з'єднувальний фальц. Кути в кромках обрізають. На верстаті зливні кромки відгинають на кут 90° , а потім «завалюють» на площини трикутників. Відгинають також фальцеві кромки. Насамкінець заготовку трохи згинають по рівних сторонах трикутників і з'єднують замикаючим фальцем. До зонти кріплять (на заклепках) чотири стояки.

13.7. Виготовлення парапетів і брендмауерів

Парапетні стіни та брендмауери покривають заздалегідь заготовленими вузькими картинами, на поздовжніх кромках яких улаштовують відвороти з крапельниками. Картини з'єднують лежачими фальцями, а до стін кріплять дротом. Його пропускають через отвори в кромках картин і закріплюють цвяхами ($3,5 \times 45$ мм), які забивають у шви будівельної кладки. До бетонних блоків картини кріплять дюбелями.

Парапет 1 (рис. 13.16) покривають зверху покрівельною сталлю 2 (рис. 13.16, а), а за невеликої висоти (до 500 мм) улаштовують фартух 3 (рис. 13.16, в). Сталеве покриття кріплять за допомогою спеціального Т-подібного костиля або смугової сталі. Костилі прибивають до брусків цвяхами завдовжки 50 мм через 650–700 мм. На кінцях парапетного покриття улаштовують крапельники 5. Для надання жорсткості покриття підсилюють спеціальними гаками зі смугової сталі завдовжки 420 мм і завширшки 30–40 мм. Гаки прибивають двома цвяхами до брусків.

За наявності *брендмауера* прилягання сталевोї покрівлі здійснюють так званою «видрою». Це з'єднання виконують так. У кам'яній стіні під час цегляної кладки залишають щілину завглибшки 60 мм і заввишки 70–140 мм. Покрівельну сталь уставляють у щілину на повну глибину з висотою відгину 60–80 мм: вона залежить від місця розташування прилягання

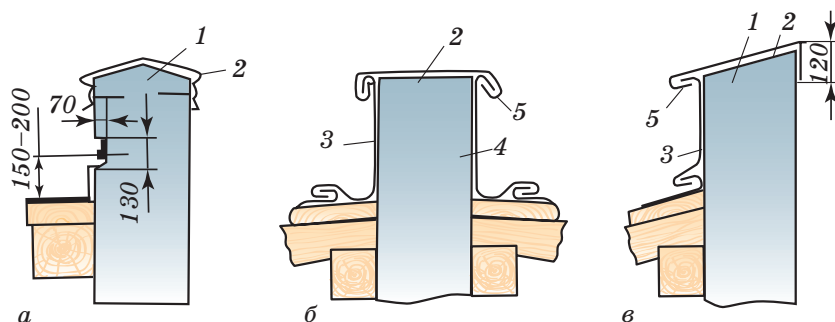


Рис. 13.16. Покриття парапетів і брендмауерів (а–в):

1 — парапет; 2 — покрівельна сталь; 3 — фартух; 4 — брендмауер;
5 — крапельник

з урахуванням можливого скупчення снігу. Брандмауерні стіни покривають покрівельною сталлю тільки зверху або зверху та з боків (рис. 13.16, б).

За будь-якого способу покриття: між стіною та відгином покрівельної сталі не повинно бути зазорів; цвяхи мають бути надійно забиті в стіну; дріт, яким прив'язують вільний кінець сталевого листа, має бути завтовшки не менше 2 мм і захищений від корозії.

Картини для покриття парапетів і брандмауерів розмічають за кресленнями або за натурним виміром. Під час укладання картин покрівельні листи зазвичай розрізають у поздовжньому напрямку й з'єднують у подвійні картини одинарними лежачими фальцами з підсіканням. Нижні кромки бічного покриття парапетів і брандмауерів, які з'єднують із рядовим покриттям схилів даху, відгинають для стоячого фальца, якщо парапет або брандмауер має напрямом уздовж схилу, або для лежачого фальца, якщо парапет має напрямом поперек схилу. Верхні кромки бічного покриття парапетів і брандмауерів відгинають для з'єднання їх із покриттям верху кутовим стоячим або лежачим фальцем. Фартухи для покриття карнизів і місць прилягання схилів до стін заготовляють із листів покрівельної сталі. Виготовляючи фігурні деталі, спочатку відгинають кромки в картинах, а потім виконують відгини.

13.8. Виготовлення підвісних жолобів і підвіконних зливів

Підвісний жолоб (лотік) розміщують під кромкою карнизного схилу. Ці жолоби бувають напівкруглі та прямокутні. Радіус заокруглення напівкруглого жолоба беруть 40, 50, 60, 70, 80 або 90 мм; бік квадрата прямокутного жолоба — 80, 100, 120, 140, 160 або 180 мм; переріз жолоба визначають як добуток площі жолоба на коефіцієнт 1,25. Підвісні жолоби встановлюють із похилом 1 : 200 або 1 : 100. Виготовляють їх ланками завдовжки 3–4 м. Нарізані заготовки з'єднують у картину подвійними лежачими фальцами, які осаджують так, щоб вони опинилися зовні жолоба. Зібрану картину вигинають на спеціальному пристрої киянкою. На кінцях жолобів, які не приєднують до лійок, ставлять заглушки.

Пояски, сандрики (карнизи), підвіконні зливи й інші архітектурні деталі, які виступають із площини стін, на фасадах будівель покривають покрівельною сталлю або черепицею для захисту їх від атмосферних опадів і запобігання руйнуванню стін будівель потоками води. Картини для покриття заготовляють із покрівельної сталі лише тоді, коли похил деталі, яку покривають, не перевищує 50 %. Якщо похил пасків, сандриків і підвіконних зливів понад 50 %, то їх покривають черепицею. Елементи покриття карнизних поясків заготовляють у майстерні на верстаті за кресленнями або натурними вимірами. Зазвичай елементи виготовляють як здвоєні картини, з'єднані подвійним лежачим фальцем чи одинарним фальцем із підсіканням. На одній поздовжній кромці заготовки роблять відгин для вставляння в щілину на глиби-

ну 25–30 мм. На іншій кромці відгинають крапельник із виносом його від краю пояса на 50–70 мм. Інші розміри визначають за місцем. Сталеві картини укладають на пояски й сандрики на Т-подібних костилях. Костилі кріплять йоржами, які закладають цементно-піщаним розчином. Картини з'єднують унапуск на 100 мм. Верхні кромки картин кріплять до дерев'яних пробок у щілинах або дюбелями до бетонних основ. Залежно від довжини пояса, сандрика або підвіконного зливу вздовж похилу даху, що перевищує 30 %, для їх покриття використовують пазову стрічкову або плоску стрічкову черепицю, яку укладають на розчині.

Для покриття підвіконня (рис. 13.17) картину 1 із покрівельної сталі або черепичний ряд уставляють у нижню частину віконної коробки 5 та одночасно в обидва відкоси віконного отвору, у яких роблять щілини. Картину закріплюють на двох або трьох костилях 4, установлених у зливному відкосі віконного отвору. Верхню кромку картини кріплять до рами коробки саморізами або цвяхами.

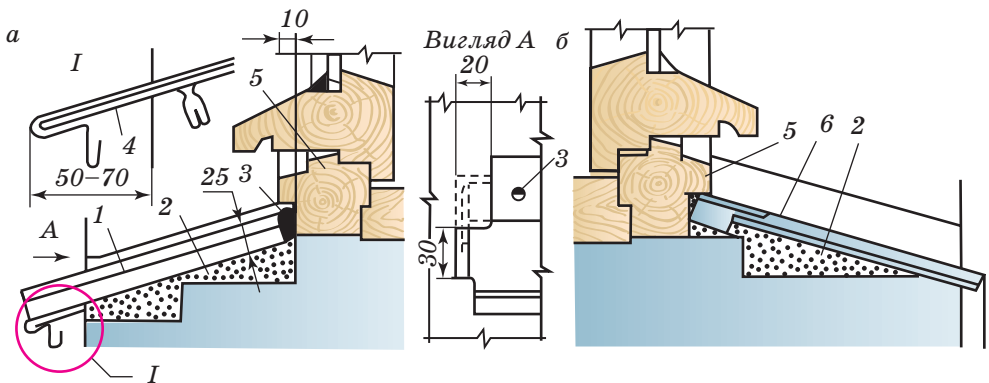


Рис. 13.17. Покриття підвіконня (а, б):

1 — картина з листової сталі; 2 — легкий бетон; 3 — цвях; 4 — Т-подібний костиль; 5 — віконна коробка; 6 — підвіконна плита

13.9. Навішування водостічних труб

Водоприймальні лійки й водостічні труби кріплять за допомогою карнизних і настінних штирів зі скобами. Водостічні труби навішують у два прийоми. Спочатку встановлюють хомути (рис. 13.18, в), потім навішують елементи водостічних труб: ланки — нижні, замикаючі 9, міжколінні 8, коліно 7 і водоприймальну лійку 6. Гнізда в кам'яних стінах для пробок 11 під штир хомута 10 пробивають шлямбуром або свердлять електродрилем (рис. 13.18, а).

Установлення хомутів починають із закріплення двох маятникових хомутів, причому нижній хомут ставлять після встановлення верхнього. Проміжні хомути встановлюють між крайніми на відстані один від одного 1,3–1,4 м, забиваючи їх у стіну на глибину 120 мм. У кам'яних стінах хомути забивають у шви кладки. Хомути мають охоплювати трубу 9 більше ніж на половину її окружності. Загнуті кінці хомутів (рогачі) з'єднують

дротом, туго закрутивши його плоскогубцями. Використовують також хомути на болтах 17 із гайками 18.

Установлюючи карнизний штир 5 для кріплення водоприймальної лійки, його кріпильну смугу підгинають або вкорочують так, щоб вхідний отвір конуса лійки містився на 8–10 мм нижче від крапельного карнизного схилу, а валик жорсткості стакана лійки впирався на хомут штиря. Точку кріплення верхнього настінного штиря визначають за кутом коліна (135°), конструкцією водоприймальної лійки, заданим розміщенням її щодо крапельника та відстанню, на яку карнизи винесено щодо стіни.

Водостічні труби монтують знизу вгору. Першим на два штирі встановлюють нижнє зливне коліно 16 (рис. 13.18, б), яке кріплять хомутом 10 на болтах (рис. 13.18, в) так, щоб валик жорсткості коліна лежав на хомуті

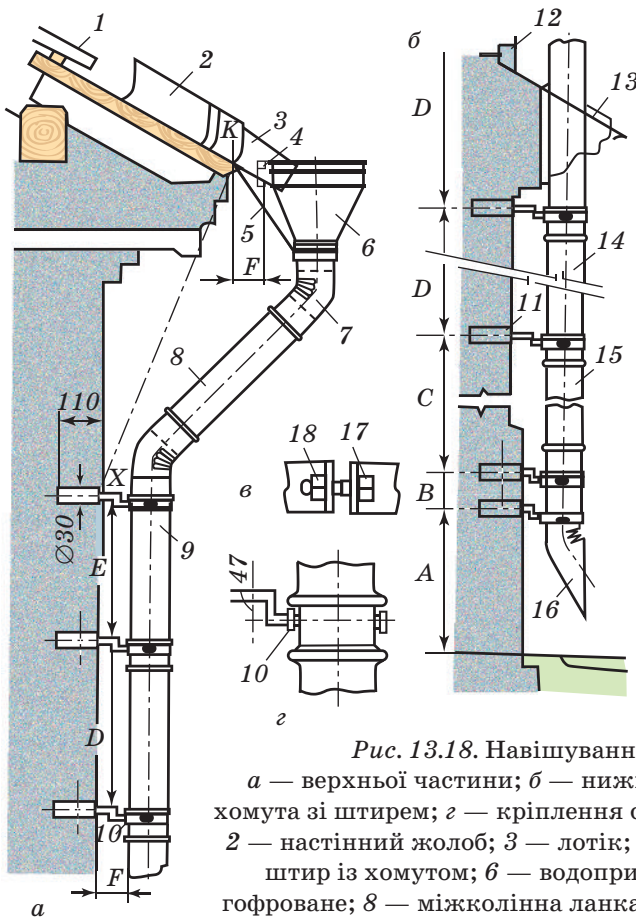


Рис. 13.18. Навішування водостічної труби:

a — верхньої частини; *б* — нижньої частини; *в* — кріплення хомути зі штирем; *г* — кріплення суміжних ланок; 1 — покрівля; 2 — настінный жолоб; 3 — лотік; 4 — заклепка; 5 — карнизний штир із хомутом; 6 — водоприймальна лійка; 7 — коліно гофроване; 8 — міжколінна ланка; 9 — замикаюча ланка труби; 10 — настінный штир із хомутом; 11 — пробка; 12 — цементно-піщаний розчин; 13 — покрівля пояски; 14 — проміжна ланка; 15 — цокольна ланка; 16 — нижнє зливне коліно; 17 — болт; 18 — гайка; A, B, C, D, F — відстані між деталями труби; KX — відстань між верхнім ребром настилу й останнім настінным штирем

другого штиря. Потім уставляють першу ланку 15 водостічної труби до упору нижнього валика у верхній розтруб нижнього коліна. Верхній обріз розтруба першої ланки має міститися всередині хомута третього штиря (рис. 13.18, з). У цей розтруб уставляють другу ланку, яка нижнім ребром жорсткості опирається на хомут штиря 10. З'єднані ланки кріплять хомутом. Так закріплюють усі проміжні ланки 14 труби, крім замикаючої 9. Під час установлення замикаючої ланки стежать за тим, щоб обидва її ребра жорсткості лежали на хомутах штирів.

Маса водостічної труби рівномірно розподілена на всі штирі, що запобігає її поздовжньому осіданню. Затяжки хомутів мають щільно утримувати з'єднані ланки, щоб вони не зміщувалися. Частини труби (проміжну 14 і цокольную 15 ланки, гофроване коліно 7, водоприймальну лійку 6) під час складання з'єднують зі щільним напуском у стиках на 70–100 мм. Лійку кріплять до карниза м'яким відпаленим дротом або до лотка 3 жолоба на заклепках. Труби монтують на відстані 100–150 мм від стіни.

13.10. Кріплення водостічних елементів за допомогою кронштейнів

Кронштейн — опорна деталь або конструкція для кріплення на вертикальній площині (стіні, колоні) деталей і вузлів, що виступають або висунуті в горизонтальному напрямку. Їх використовують для побудови водозливу та проведення трубопроводних комунікацій. Особливості встановлення кронштейнів залежать від матеріалу поверхні, на яку їх кріплять. У місці кріплення не повинні проходити дроти, кабелі, газопровід.

Кронштейни для водостічних систем бувають довгі й короткі. **Довгі кронштейни** (рис. 13.19, а) встановлюють тільки перед монтажем покрівлі. Вони мають довжину від 200 до 350 мм. **Короткі кронштейни** (рис. 13.19, б) установлюють до й після монтажу покрівлі.

Кронштейни розрізняють і за способом кріплення. Довгі кронштейни монтують до крокви або до настилу (рис. 13.20, а, б), а короткі — тільки до фронтоної дошки або до карниза (рис. 13.20, в).

Найчастіше водостічні кронштейни кріплять тоді, коли покрівля вже змонтована і її звис становить від 80 до 150 мм (рис. 13.21). У такому разі монтувати короткі кронштейни неможливо, тому що вода не потраплятиме навіть у $\frac{2}{3}$ жолоба. Є два способи вирішення цієї проблеми. *Перший спо-*



Рис. 13.19. Кронштейни для водостічних систем:
а — довгі; б — короткі

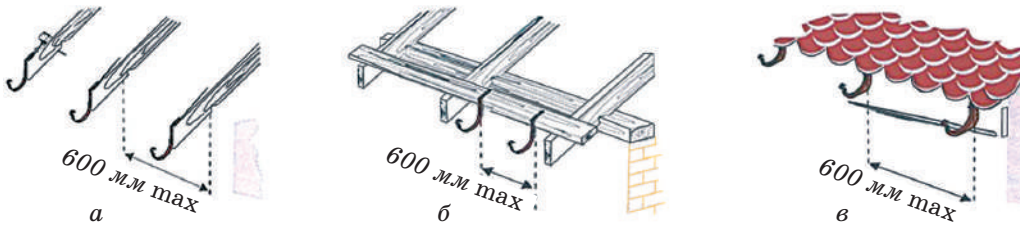


Рис. 13.20. Кріплення кронштейнів:

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

сіб — зрізати ножицями для металу зайвий вихід покрівлі, щоб потім кріпити короткі кронштейни.

Запам'ятайте! Покрівлю ні в якому разі не можна різати болгаркою, щоб уникнути корозії на лінії зрізу.

Другий спосіб — використати довгі кронштейни, але кріпити їх під покрівлю (до настилу або крокви). Для цього потрібно відкрутити покрівельні саморізи, підняти покрівлю та закріпити кронштейн, просвердлити нові отвори через покрівлю та закрутити шурупи.

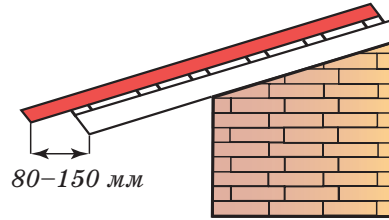


Рис. 13.21. Покрівельний звис

Використовують також додаткові елементи для кріплення кронштейнів.

Подовжувач кронштейна прямий (рис. 13.22, а) призначений для кріплення коротких гаків і кріплення кронштейна до настилу. Їх використовують для покрівель із великим кроком лат. Лінії згинів усіх подовжувачів розміщують на однаковій відстані, похил забезпечують переміщенням кронштейна по подовжувачу.

Подовжувач кронштейна бічний (рис. 13.22, б) — елемент, за допомогою якого короткий кронштейн кріплять до кроков готової покрівлі, де немає фронтонної дошки.

У процесі монтування водостічних систем потрібно дотримуватися **правил установалення кронштейнів під жолоби (ринви) водостоку**. Система водостоку має самопливну регуляцію, тому її монтують під невеликим кутом у межах 3–7°. Це означає, що один кінець жолоба 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 кут похилу водостоку. Суть у тому,



Рис. 13.22. Додаткові елементи для кріплення кронштейнів:

а — подовжувач кронштейна прямий; б — подовжувач кронштейна бічний

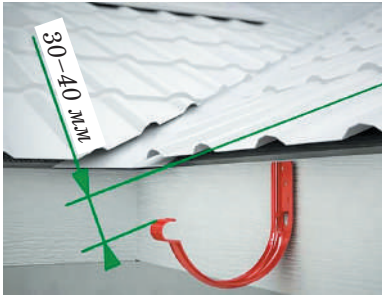


Рис. 13.23. Установлення кронштейна під ринви водостоку

що один із крайніх елементів, він же найвище встановлений, має певне точне місце кріплення — біля краю схилу на відстані від кута на даху 300 мм так, щоб кінець його гака розміщувався нижче від покрівельного покриття приблизно в межах 30–40 мм (рис. 13.23). Другий крайній кронштейн розміщують біля водоприймальної лійки, яка з'єднує жолобчасту частину водостоку з трубою на відстані 300 мм. Цю лійку можна розмістити біля протилежного краю карниза даху або посередині, тому що

відстань між лійками не повинна перевищувати 12 м. Якщо довжина карниза будинку велика, то на цій стіні потрібно встановити два або три трубні стояки. Отже, потрібно правильно сформувавши кут похилу. Наприклад, відстань між крайніми кронштейнами 10 м. Значить, на кожний метр треба опустити вниз 3–7 мм, на 10 м — 30–70 мм. Інакше кажучи, місце кріплення другого кронштейна, у якого місце кріплення вже визначено, треба змістити вниз на 30–70 мм і там закріпити його саморізами. Після цього між двома кріпильними виробами натягують міцну нитку, яка і сформує кут похилу жолобчастої частини водостоку. По цій нитці встановлюють і прикріплюють проміжні кронштейни через кожні 500–600 мм.

Зазвичай кронштейни йдуть у комплекті із жолобами та всією водостічною системою, тому вони точно відповідають формі й кольору жолоба. Розміри кронштейнів мають відповідати розмірам жолобів. Вибираючи кронштейни для жолобів, важливо враховувати такі **критерії**: *тип матеріалу* — максимально міцними вважають сталеві з додатковим захисним покриттям або просто оцинковані; *товщина виробів* — оптимально, якщо вона становитиме 2,5 мм; *діаметр вигину* (радіус) — має відповідати перерізу й розмірам жолобів; *тип кронштейна* (короткий, довгий, універсальний) — підбирають залежно від доступного способу кріплення; *кількість кронштейнів* — обчислюють за передбачуваною відстанню між опорами: протяжність одного схилу потрібно розділити на запланований крок фіксації (наприклад, якщо довжина одного схилу становить 700 мм, а передбачувана відстань між кронштейнами — 700 мм, то отримуємо 10 кронштейнів); так само обчислюють для другого схилу; *колір* — має бути ідентичний обраним жолобом.

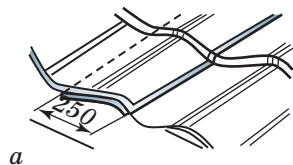
13.11. Монтаж покрівлі з металочерепиці

Перш ніж розпочати монтаж покрівлі з металочерепиці, здійснюють замір схилів із встановленням перпендикулярності торців даху щодо ліній гребеня та карнизів. Латування під листи металочерепиці роблять із дощок перерізом 32×100 мм із відстанню між ребрами 350 мм, тобто такою, що дорівнює розмірам між ребрами металочерепиці. Якщо роз-

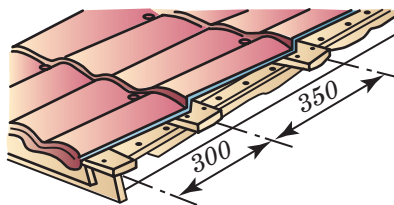
мір поперечних ребер металочерепиці інший, наприклад 400 мм, то й лати влаштовують відповідно. На карнизах відстань від зовнішнього краю карнизної дошки — 300 мм (рис. 13.24).

Дошки на торцевих ділянках і дошки ребристої обшивки, що виходять на карнизи, розташовують вище за інші дошки. Кромки листів металочерепиці мають бути закриті суцільною обшивкою дошками для їх міцного закріплення.

Монтаж листів металочерепиці починають із торцевих ділянок. Біля краю карниза закріплюють напрямну дошку, від якої буде напрямна лінія. Доцільно 3–4 листи закріпити одним шурупом на гребені, вирівняти по карнизу, потім закріпити остаточно: спочатку перший лист прикріпити біля гребеня, потім другий. Напуск скріплюють шурупом по верху хвилі. Канавку на кромці кожного листа закривають суміжним листом. Край із канавкою кожного наступного листа розміщують під раніше укладений, попередньо закріплений лист, який утримує лист, що монтується (якщо монтаж почати з лівого торця). Для закріплення листів металочерепиці до обрешітки використовують саморізи з ущільнювальною шайбою (6 саморізів на 1 м²). Саморізи встановлюють перпендикулярно до листів на кожну другу гофровану складку, на дно канавки та на нижню сторону поперечної складки. Усі подальші напуски роблять біля поперечної межі листа. Довжина напуску становить приблизно 250 мм. Місця напуску закріплюють саморізами або шурупами. Гребінь закривають спеціальними гребневими елементами з ущільненням. Вони мають напівциліндричну форму, тож їх добре укладати на верхні кінці профільних листів металочерепиці (рис. 13.25, а). Торцеві елементи закривають покрівлю від потрапляння дощу й вітру, карнизні — захищають карниз і латуння від стікання з даху води (рис. 13.25, б).

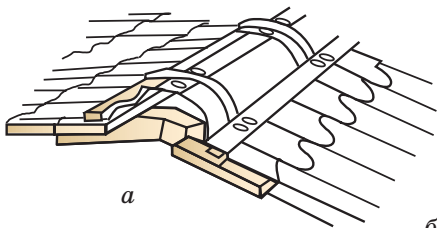


а

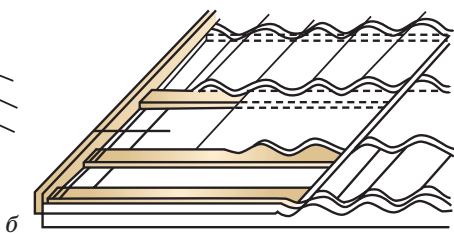


б

Рис. 13.24. Розмічання укладання листів металочерепиці:
а — місця напуску;
б — установлення самонарізних гвинтів



а



б

Рис. 13.25. Схема розміщення елементів покрівлі:
а — гребневих; б — карнизних

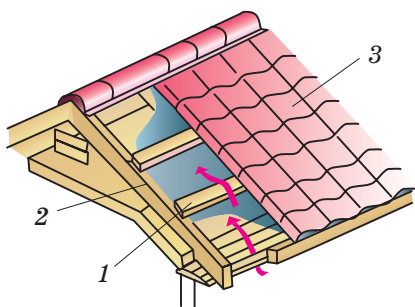


Рис. 13.26. Конструкція покрівлі з металочерепиці:

1 — лати; 2 — гідроізоляційний матеріал; 3 — металочерепиця (стрілки вказують напрямок руху повітря)

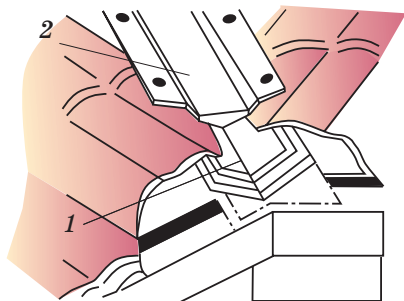


Рис. 13.27. Монтаж розжолобка:

1 — проміжна конструкція;
2 — розжолобний елемент

Щоб запобігти утворенню конденсату на холодній внутрішній поверхні металочерепиці, створюють умови для вентиляції під покрівлю від карниза до гребеня, а під латами розміщують гідроізоляційний рулонний матеріал (рис. 13.26).

Розжолобок покрівлі з металочерепиці виконують за допомогою спеціального розжолобного елемента. На обшивку, розміщену знизу, монтують проміжну конструкцію, на яку прикріплюють на болтах розжолобний елемент (рис. 13.27).

Зазори між металочерепицею та розжолобним елементом, а також під гребенем у всіх місцях, де є нещільності, герметизують будь-яким силіконовим чи іншим герметиком або спеціальними ущільнювальними стрічками, які прибивають до профілю невеликими цвяхами чи скобами.

Для монтажу покрівлі з металочерепиці потрібно 30 різних комплектувальних виробів. Листи металочерепиці постачають за розмірами. Довжина листа кожного типу має дорівнювати довжині схилу плюс карниз. Для забезпечення повного монтажу та надійності покрівлі потрібні прямокутний коник, коник напівциліндричний,

торцевий елемент гребеня, торцеві елементи карнизів, зовнішніх і внутрішніх кутів, конструкції листів для виходу на дах тощо (рис. 13.28).

На дахах житлових будинків, висота яких становить 10 м і більше, а похил даху перевищує 18 %, на карнизних звисах установлюють огорожі у формі металевих решіток 2 (рис. 13.29) заввишки не менше 600 мм.

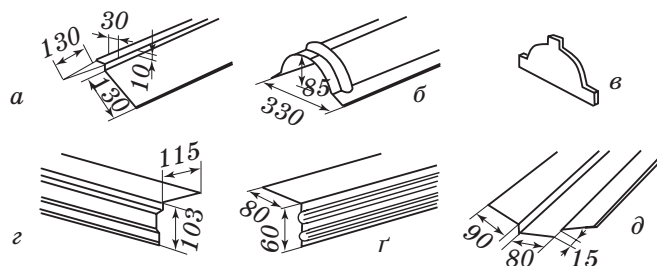


Рис. 13.28. Основні конструктивні додаткові елементи для покрівлі з металочерепиці:

а — коньковий елемент; б — коньковий елемент із напівкруглим профілем;
в — торцевий елемент гребеня; з — торцевий елемент до рядових листів;
г — карнизний елемент; д — елемент розжолобка

Стояки огорожі кріплять до карнизного настилу різними способами залежно від конструкції основи: приварюють до закладних деталей збірних панелей або металевих труб (рис. 13.29, а, вузол I), заздалегідь прикріпленим до конструкцій карнизного звису. Стояки 3 (рис. 13.29, б) також установлюють за допомогою підкоса 5. У цьому випадку стояк і підкіс кріплять до основи шурупами «глухарями» 4 розміром 10×40 мм. Між лапками стояків і підкосів укладають шайби-прокладки завтовшки 10,5 мм із прогумованої тканини. Нижній пояс решітки огорожі має підніматися над покрівлею на 200–300 мм.

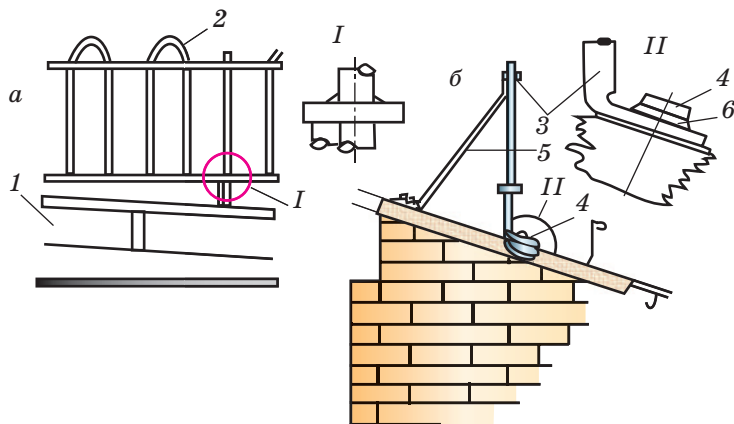


Рис. 13.29. Установлення огорож на карнизних звисах:

а — огорожа, установлена на настінному жолобі; б — кріплення стійки й підкоса;
1 — настінний жолоб; 2 — металева решітка; 3 — стояк із підкосом;
4 — шуруп «глухар»; 5 — підкіс; 6 — шайба

Запитання та завдання

1. Як виконують латування карнизних звисів?
2. Як покривають карнизний звис?
3. Охарактеризуйте послідовність укладання настінного жолоба.
4. У якій послідовності укладають рядове покриття схилів дахів?
5. Як з'єднують картини покрівлі?
6. Назвіть особливості виготовлення водоприймальних лійок.
7. Як виготовляють розміри димовідвідних труб і слухових вікон?
8. Назвіть особливості навішування водостічних труб.
9. Охарактеризуйте кріплення водостічних елементів за допомогою кронштейна.
10. Які особливості монтажу покрівлі з металочерепиці?
11. Визначте, на яку відстань має виступати за лати фронтонний звис
 - А 10–20 мм
 - Б 20–30 мм
 - В 40–50 мм
 - Г 60–70 мм
12. Рухомий шов під час з'єднання водостічних жолобів роблять у точці
 - А найвищого підйому жолобів
 - Б найнижчого підйому жолобів
 - В посередині підйому жолобів
 - Г на початку підйому жолобів

Розділ 14. БЛЯХАРНІ РОБОТИ ПІД ЧАС РЕМОНТУ КУЗОВІВ АВТОМОБІЛІВ

14.1. Бляхарні кузовні роботи

Бляхарні роботи виконують під час ремонту кузовів легкових і кабін вантажних автомобілів, сільськогосподарських машин і механізмів і деталей, що втратили початкову форму. Такими деталями є передні й задні двері, передні й задні крила, капот, кришка багажника, лонжерони, пороги, дах, підлога, брызговики тощо. Ці роботи передбачають виправлення механічних пошкоджень, зокрема опуклостей, погнутостей та увігнутостей, установлення латок й усунення інших дефектів.

Ремонт кузова автомобіля здійснюють у визначеному порядку. Перший етап — *діагностика*: аналізують пошкодження кузова (як зовнішні, так і внутрішні), перевіряють розміри зазорів у дверних отворах і на капоті, а також наявність корозії. Якщо є пошкодження несучих частин кузова, то перш ніж ремонтувати кузов автомобіля, перевіряють розміщення контрольних точок: чи відповідає воно тому, що зазначено в технічній документації автомобіля. Також для виявлення пошкоджень перевіряють розвал і сходження коліс.

Після обстеження пошкоджень автомобіль може зазнавати однієї з двох категорій *ремонту*: 1) якщо зовнішні пошкодження знімних елементів не спричинили деформацію кузова й підрамника, то виконують лише малий ремонт обшивки кузова; 2) якщо пошкодження призвели до спотворення розмірів між точками кріплення механічних вузлів, то потрібне відновлення структури кузова автомобіля або його заміна. В обох випадках відновлення кузова обов'язково супроводжується **контролем геометрії кузова** із застосуванням шаблонів або за допомогою вимірювання розмірів основи кузова. Перед початком роботи проводять експертизу геометрії кузова автомобіля: вимірюють геометрію кузова, звертаючи увагу на складки на даху, зминання лонжеронів, зміну зазорів у прорізах. Геометрію кузова автомобіля розраховують за контрольними точками, визначеними виробником цього транспортного засобу. Відновлення геометрії кузова здійснюють у майстернях за допомогою спеціального обладнання та спеціалізованих вимірювальних систем, зокрема на основі сучасних комп'ютерних технологій.

14.2. Усунення вм'ятин

Перед виконанням робіт у зоні вм'ятин металу шабером знімають фарбу та протишумну мастику, а потім починають відновлювати форму деталі. Якщо вм'ятина велика, але неглибока, її виправляють ударом по вершині вм'ятини. Якщо вм'ятина глибша, то її виправляють поступово, починаючи від краю; під поверхню, яку потрібно виправити, на межі вм'ятини підставляють наковальню відповідної форми. Якщо в деформованій зоні є більш жорсткі перерізи (ребра жорсткості, підкладки, стояки), то насампе-

ред ремонтують ці деталі, тому що вони створюють великий опір деформації та ускладнюють відновлення форми листових деталей.

Відновлення форми передбачає дві основні операції: вибивання та вирівнювання, або рихтування. **Вибивання** — це попереднє, чорнове надання початкової конфігурації пошкоджених деталей. Вибивання роблять тиском або молотком, починаючи з більш жорстких деталей від граничної кромки в напрямку до центра вм'ятини. Зусилля прикладають у напрямку, протилежному тому, у якому відбулася деформація.

Вибивання можна робити й витисканням за допомогою домкрата або важеля, стежачи за тим, щоб створюване зусилля не спричиняло деформації в точках опори. Операцію продовжують за допомогою молотка й ручної опорної наковальні (рис. 14.1). Профіль наковальні для вибивання вибирають подібним до профілю деталі перед деформацією.

Ударні інструменти, які застосовують для вибивання, не повинні спричиняти подовження листа; не можна завдавати удари по листу на ковадлі ударними сталевими інструментами. Найкраще використовувати дерев'яні киянки. Вони мають значну опорну поверхню, не залишають слідів на обробленій поверхні металу та не викликають ніякого подовження. Можна користуватися і сталевими молотками (рис. 14.2) або молотками з гумовими накладками.

У певних випадках вибивання роблять безпосередньо на автомобілі, особливо в разі ремонту незнімної деталі, що значно ускладнює роботу. Тому, якщо елемент знімний, його краще зняти й виконати роботу на верстаку. Такими деталями є двері, капоти та крила деяких автомобілів.

Особливий інструмент — *рифлені кувалди*, робоча поверхня яких подібна до поверхні напилка. Ці кувалди меншою мірою витягують метал, оскільки профіль рифлень створює стиснення металу.

Якість виконаної роботи оцінюють візуально й обмацуванням поверхні долонею руки. Візуально найлегше контролювати опуклі або вгнуті поверхні, пильно оглядаючи їх під кутом або збоку. Для контролю плоских поверхонь застосовують лінійки.

Після **рихтування** можливе утворення дефектів поверхні двох видів: 1) на опуклій ділянці невеликої листової панелі утворюється заглибина, яку не можна усунути витисканням; 2) на широкій ділянці листової пане-



Рис. 14.1. Молотки та наковальні для ремонту кузовів



Рис. 14.2. Усунення пошкоджень за допомогою металевих молотків

лі утворюється опуклість, яка в разі натискання на неї поперемінно переміщається врізнобіч поверхнею листа. Для усунення цих дефектів спочатку визначають межі опуклості й позначають їх крейдою. Далі усувають подовження металу, наносячи удари в центр заглибини, а потім переміщуються до периферії з поступовим зменшенням сили удару. У разі рихтування сильними розрізненими ударами інструменти залишають на поверхні металу сліди й надмірно розтягують і стоншують лист.

14.3. Ремонт кузовних деталей за допомогою нагрівання

Якщо на поверхні панелі приладів виявлено випуклість, то метал потрібно стягнути. Це можна зробити лише способом потовщення металу. Однак пластичність м'якої сталі за кімнатної температури недостатньо висока; водночас метал, нагрітий до високої температури (для м'якої сталі це $+800^{\circ}\text{C}$), стає пластичним і легко деформується. Нагрівати всю опуклість немає потреби, достатньо вибрати кілька відповідних точок. Зручним джерелом нагрівання є киснево-ацетиленовий пальник.

Під час нагрівання ділянка металу швидко розігрівається до червоного кольору, розширюється і може спричинити утворення опуклості. Як тільки метал розігріється до червоного кольору, його пластичність різко підвищиться. Під дією пружного ефекту суміжного, не нагрітого до червоного кольору металу відбувається усадка ділянки металу, розігрітої до червоного кольору. Оскільки розширенню металу перешкоджає менш нагрітий метал, то збільшення його об'єму відбувається внаслідок потовщення. Як тільки метал розігріється до червоного, пальник відводять і починається охолодження: нагріта ділянка металу стає темно-червоною, потім чорною і далі охолоджується до температури навколишнього середовища. Унаслідок охолодження метал стискається, його об'єм зменшується, але утримується розміщеним навколо металом, довжина й ширина якого не змінювалися. Необхідно, щоб додаткове потовщення, отримане під час розтягування металу, було відновлене після охолодження. Але оскільки метал має температуру, що не відповідає максимальній пластичності, то, стискаючись, він поглинає невелику частину подовження суміжного металу.

Для того щоб забезпечити потрібну усадку, застосовують такі методи: зменшують швидкість поширення тепла, створюючи навколо нагрітої частини металу кільце з мокрого ганчір'я; протидіють деформації, натискаючи на метал рукою молотка або іншим предметом біля нагрітої точки; вистукують точки межі металу, нагрітого до червоного кольору, а потім і самої нагрітої точки киянкою або рихтувальним молотком.

У процесі рихтування нагріванням і вистукуванням пальник швидко підводять до центра опуклості та прогрівають його. Пальник відводять, коли розігріта до червоного кольору ділянка металу досягне діаметра, що дорівнює максимум 12 мм. Під час нагрівання метал не повинен розплавитися. Якщо нагріта ділянка матиме більший діаметр, це спричи-

нить набагато більшу усадку, ніж треба. Якщо роботу виконують по-одиноці, то пальник відкладають, під лист (майже під дефект) поміщають ковадло та швидко вистукують метал, який не почервонів, навколо нагрітої точки, а потім і саму нагріту точку, поки метал ще залишається темно-червоним. Оброблення найкраще робити дерев'яною киянкою. У разі рихтування молотком-гладилкою сила удару має бути невеликою, щоб не розтягнути метал замість усадки. Якщо опуклість невелика, достатньо обробити лише одну точку.

Точки нагрівання та їхнє розташування залежать від форми й розміру опуклості. Якщо опуклість кругла, то їх розташовують по радіусу. Якщо опуклість довга й вузька, то точки нагрівання мають вузькі ряди.

Найважче — відновити довжину металу. Розганяти опуклість необхідно якомога обережніше, оскільки рихтування викликає подовження металу, яке має забезпечити бажану довжину металу. Варто лише завдати кілька сильних ударів, як утворюється нова випуклість.

Вирівнювання металу можна виконувати й електронагріванням за допомогою апаратів точкового зварювання мідними та вугільними електродами, які легко нагрівають метал, стиснутий двома електродами, до червоного кольору (рис. 14.3). Щоб усунути опуклість або вм'ятину цим способом, проводять підготовчі роботи. Спершу виправляють деформовану частину за допомогою звичайних інструментів. Якщо вм'ятини невеликі, виправлення необв'язкове. З місць оброблення видаляють старе покриття, що є ізолятором. Це можна зробити будь-яким способом: шабером або шліфувальною машиною. Місце з'єднання з масою зачищають.



Рис. 14.3. Апарат точкового зварювання з мідними електродами

В електродотримач апарата встановлюють електрод відповідно до виконуваної роботи: електрод із плоским або опуклим наконечником — для виконання точок усадки, електрод із гострим наконечником — для виконання усадкових рядків. Після цього електрод на короткий час уводять у контакт із металом у зоні виправлення. Кожне контактування електрода спричиняє місцеве нагрівання металу до червоного кольору внаслідок опору металу проходженню струму. Якщо апарат не переміщують убік, то отримують точки нагрівання. Якщо ж переміщують, виходять усадкові ряди. Не потрібно довго тримати електрод у контакті з листом, щоб не пропалити його наскрізь.

14.4. Витягування за допомогою стрижнів, приварених до вм'ятин

Якщо деформації зазнали порожнисті деталі кузова, їх найчастіше замінюють. До таких деталей належать пороги, стояки кузова та крила, які

здвоєні й важкодоступні зсередини, тощо. Ці деформації усувають зовні за допомогою спеціальних стрижнів (штирів або цвяхів), приварених до вм'ятин. Для цього використовують комплект інструментів із трансформатором, подібним до трансформатора апаратів точкового зварювання.

Апарат приварювання стрижнів подібний до великого пістолета, на кінці якого розміщене мідне сопло-затискач зі стрижнями діаметром від 2 до 3 мм, а на краю встановлено кільце. Кінець стрижня, що утворює головку, приварюють до зачищеної ділянки деформованої деталі кузова. На верхньому кінці стрижня є упор, а в нижньому встановлений патрон для їх затискання.

Деталі очищають від фарби й інших ізоляційних продуктів, щоб оголити метал листа та забезпечити хороший контакт. У сопло пістолета закріплюють стрижень, пістолет підключають до джерела живлення. Потім установлюють середню витримку реле часу пістолета: час витримки визначає час зварювання, тобто час проходження електричного струму. Перед початком виправлення кузова бажано виконати кілька пробних зварювань, щоб визначити найкращий режим. Їх роблять на листі такої самої товщини та зі сталі такої ж марки, що й лист деталі. Пістолет приставляють до деформованої зони й починають приварювання від країв ум'ятини, якщо вона велика. На пістолет натискають так, щоб його кільце дотикалося до металу, забезпечуючи проходження струму для зварювання. Після приварювання стрижня пістолет відводять. Потім установлюють на стрижень малий патрон, затискають його та роблять кілька витяжок деформованої ділянки за допомогою стрижня, наносячи удари вантажем по упору. Для завершення виправлення можна продовжити витягування вручну (за стрижень), не б'ючи вантажем та одночасно вибиваючи по краях ум'ятини за допомогою проковочного або прасувального молотка. Після виправлення стрижні відварюють за допомогою того ж пістолета.

Дедалі більшої популярності набувають так звані *спотери*. Це електрод, який тимчасово приварюють до металу для подальшого витягування. Наконечник має гачок або цанговий затискач. Розтягне зусилля створюють важелем або зворотним молотком. Основна перевага методу — можливість працювати з лицьового боку й обійтися без розбирання салону, що заощаджує час і кошти.

14.5. Ремонт кузова паянням і зварюванням

Якщо ударами кузов пошкоджений у важкодоступних місцях, виникає потреба в його розбиранні, що довго та клопітно. Щоб цього уникнути, використовують *паяння кузова автомобіля оловом*. Після очищення поверхні листа його лудять, а потім заповнюють ум'ятину олов'яним припоєм. Припій обпилюють напилком, після чого поверхню полірують.

Дрібні отвори просто заповнюють припоєм, починаючи від країв і поступово наплавляючи до центра. Велику дірку в кузові закривають латкою, вирізаною з бляхи, та розмірами, більшими за дірку; краї латки й місця

пошкодження зачищають наждачним папером до блиску й лудять. Після припаювання латки потрібно заміряти металевою лінійкою, чи не виступає вона над поверхнею випуклості. Якщо виступає, то легким молотком і легкими ударами латку треба заглибити. Невеликі нерівності вирівнюють шпаклівкою.

Для ремонту кузова автомобіля **зварюванням** із відповідного шматка металу (за наскрізної корозії знадобиться метал завтовшки 0,8 мм) виготовляють латку, на 2–3 мм більшу за наскрізний отвір. Якщо є можливість, то латку прикладають на звороті деталі кузова, і за допомогою зварювання обварюють точками по контуру з лицьового боку. У жодному разі не можна зварювати суцільним швом, щоб не повело й не затягнуло метал. Зварювальні точки зачищають урівень із ремонтною зоною. Утворюється заглибина, яку потім вирівнюють автомобільними шпаклівками.

14.6. Ремонт кузова з використанням силового обладнання

Стапельне обладнання складається з підйомної платформи, кромки-опори для силових агрегатів, силової вежі та спеціальних домкратів.

Принцип роботи стапельного обладнання полягає в застосуванні стискального й розтяжного зусиль. Автомобіль фіксують на рамі, проводять діагностику геометрії кузова та визначають місця встановлення захоплювачів стапеля; виготовляють пробну й основну «розтяжку» пошкоджених деталей. Операція кузовного відновлення на стапельному обладнанні відбувається за принципом зім'ятого аркуша паперу — пошкоджені металеві деталі розтягують у різні боки, допоки вони не набудуть початкової форми.

Під час використання домкратів (рис. 14.4, а) зусилля на штоку домкрата може досягати значних значень на початку ходу й поступово зменшуватися до кінця ходу. У кожному випадку потрібно застосовувати такі подовжувачі та вставки, які б забезпечували найкращі умови роботи.

У разі застосування **домкратів із ланцюгами** (рис. 14.4, б) необхідно враховувати, що кут виправлення має бути протилежним куту, утвореному внаслідок деформації. Щоб дотриматися цієї умови, ланцюги треба розміщувати перпендикулярно до пошкодженої зони. Кут, утво-



Рис. 14.4. Застосування домкратів:

а — вирівнювання геометрії кузова; б — з ланцюгами

рений натягнутим ланцюгом, має завжди бути майже прямим. Різко виражений тупий кут не забезпечує точності напрямку рихтування, а занадто гострий кут обмежує хід домкрата.

14.7. Усунення вм'ятин без фарбування та з фарбуванням



Рис. 14.5. Усунення вм'ятин присосками без фарбування

Виправлення без фарбування вм'ятини можливе за наявності невеликого локального пошкодження, коли покриття навколо нього й безпосередньо в ньому не пошкоджене. Здійснюють так зване *витягування вм'ятин*, яке виконують одним із трьох способів: *клейовий спосіб видалення* вм'ятин використовують, якщо немає змоги підібратися до дефекту зсередини; *вакуумний* — за допомогою спеціальних присосок (рис. 14.5); *використання важелів і гаків* найрізноманітніших габаритів і типів робочої частини.

Усунення подряпин і вм'ятин із фарбуванням виконують за *технологією локального ремонту та локального фарбування*, коли впливу піддають не всю деталь, а безпосередньо місце дефекту.

Роботи з виправлення вм'ятин, подряпин і сколів на автомобілі з фарбуванням виконують тоді, коли пошкодження зачепили лише лакове покриття, ремонт подряпин може обмежитися застосуванням олівця або стандартної поліролі. Їх вибирають з урахуванням маркування фарби, яке зазначено в паспорті до будь-якого автомобіля. За глибокого локального дефекту використовують пасту для механічного оброблення, наносячи її спеціальними колами. Якщо пошкодження мають великі глибину та площу ділянки, потрібен ретельний ремонт ум'ятин. Виконання таких кузовних робіт передбачає використання шпаклівки, ґрунтовки, розчинника, наждачної шкірки та фарби.

14.8. Ремонт деталей за допомогою заклепок, скловолокна й епоксидного клею, металевих латок

За допомогою заклепок не тільки зашпаровують великі дірки в кузові автомобіля, а й ремонтують деталі (крила, фартухи) без зварювання. Заклепки рекомендовано встановлювати в малопомітному місці, наприклад для ремонту підлоги в салоні автомобіля. Технологічний процес заклепування передбачає такі операції. Латку вирізають так, щоб її накласти внапуск на 2 см по кромках отвору. Приклавши латку до кузова, їй надають необхідної форми й намічають місця отворів під заклепки. Після свердління латки свердлом по діаметру заклепок (4–6 мм) кромки отворів бажано зенкувати, щоб латка щільніше прилягала до поверхні кузова. Знову приклавши латку до кузова, у ньому просвердлюють перший отвір. Після його заклепування та вирівнювання латки свердлять за місцем ²⁶⁶інші отвори. Щоб забез-

печити щільне прилягання латки, заклепки закріплюють від центра до країв. Місце з'єднання по периметру заклепок промазують герметиком, щоб усередину не потрапляла волога.

Латки **зі скловолокна й епоксидного клею** накладають у такій послідовності. Спочатку зачищають ділянку поверхні панелі кузова навколо дірки й обробляють очищену поверхню перетворювачем іржі. Зі скловолокна вирізають не менше трьох латок розміром, який перевищує розмір дірки в кузові з усіх боків щонайменше на 20–30 мм. До того ж перша латка має бути більшою на 20–30 мм, друга — на 30–40 мм, а третя латка — на 50–60 мм. Кожну латку просочують епоксидним клеєм, завдяки якому не тільки латки склеяться між собою, а й волога не просочуватиметься із зовні всередину. Дірку заклеюють на звороті панелі кузова — зсередини кузова. Шари скловолокна в епоксидному клеї приклеюють почергово: верхній шар латки приклеюють тільки після висихання нижнього. Із зовнішнього боку панелі кузова зачищають поверхню, на якій виступає скловолокно. Після цього накладають шар шпаклівки, потім затирають і фарбують усю панель кузова з нанесенням лаку.

14.9. Усунення корозії деталей автомобіля

Перш ніж усунути осередок іржі з кузова, потрібно ретельно його помити, щоб поверхня автомобіля була ідеально чистою, оскільки на брудній поверхні погано видно уражені ділянки, до того ж неможливо якісно виконати захист металу від корозії. Якщо до ураженої корозією ділянки утруднений доступ через інші деталі, їх необхідно демонтувати. Окрім того, поверхні навколо ураженої іржею ділянки потрібно обклеїти малярським скотчем, щоб не пошкодити їх у процесі роботи та не забруднити фарбою.

Для роботи необхідно підготувати такі матеріали й інструменти: куту шліфувальну машинку або звичайний електродриль із спеціальною насадкою — металевою щіткою (рис. 14.6); наждачний папір з абразивом P120, P600 та P1000; перетворювач іржі; знежирювач; поліефірну смолу для ламінування та склополотно; антикорозійну ґрунтовку; шпаклівку зі скловолокном і без наповнювача (фінішну); фарбу. Також використовують спеціальні ремонтні комплекти, які містять три компоненти: перетворювач іржі, знежирювач та антикорозійне покриття, виготовлені на основі цинку. Такими комплектами усувають невеликі осередки корозії.

Роботу починають із механічного оброблення іржавих місць за допомогою болгарки або електродриля. Іржу



Рис. 14.6. Зачищення шліфувальною машинкою із насадкою (металевою щіткою)

видаляють разом із старою фарбою і шаром старої ґрунтовки, до появи чистого блискучого металу не тільки на ураженій іржею ділянці, а й ділянці навколо неї завширшки 10–20 мм. Коли поверхня буде зачищена, зверху обробляють наждачним папером з абразивом Р600, за потреби зачищають важкодоступні місця вручну, використовуючи шкірку із зерном марки Р120, потім дочищають шкіркою Р600. Якщо метал прогнів наскрізь, необхідно розширити дірку до «живого» металу. Потім підготовлену поверхню обробляють перетворювачем іржі, який дасть змогу позбутися навіть мікроскопічних слідів корозії. При цьому не потрібно використовувати більш грубий наждачний папір, ніж Р120, оскільки він залишить на поверхні глибокі подряпини, які доведеться шпаклювати.

Перш ніж використовувати перетворювач іржі, його ретельно збовтують і за допомогою розпилювача, помазка або навіть ганчірки наносять рідину, щоб поверхня була добре змочена. Після цього роботу припиняють, аж поки рідина повністю не висохне. Далі поверхню обробляють металевою щіткою, щоб видалити залишки перетворювача й наждачного паперу. На завершення роботи оброблену ділянку ретельно промивають водою і витирають насухо ганчіркою.

Після цього починають антикорозійне оброблення підготовленої ділянки з протирання металу знежирювачем. Далі наносять на поверхню антикорозійну ґрунтовку за допомогою розпилювача або звичайної щітки. Після просихання першого шару наносять другий, а потім третій шар. У такий спосіб ґрунтовкою обробляють усі зачищені від корозії місця.

Після ґрунтування невеликі дірки (якщо вони є) потрібно заробити скловолоконною шпаклівкою. Її наносять шпателем як на звичайну суцільну поверхню.

Якщо дірка більша, діаметром 20–30 мм, із тильного боку металу можна підклеїти малярський скотч. Якщо площа діри велика, понад 30–40 мм в діаметрі, її заклеюють склополотном, яке приклеюють поліефірною смолою. Для цього попередньо вирізають латку зі склополотна, щоб вона на 50–100 мм перекривала непошкоджений метал. Потім змішують смолу із затверджувачем, який додають у кількості 3 % від кількості смоли («живучість» смоли становить не більше 10 хв, після чого вона твердіє та схоплюється). Тому відразу після замішування необхідно нанести її помазком на підготовлену поверхню та прикласти до цієї ділянки скловолоконну латку. Поверхню латки промазують смолою так, щоб вона нею повністю просочилася. Після застигання смоли її потрібно відшліфувати наждачним папером, аби видалити всі великі нерівності.

Потім на поверхню наносять фінішну або універсальну шпаклівку тонким шаром. Щоб фарба добре трималася і під фарбою не проявилися плями, на поверхню наносять ще один шар ґрунтовки. Після застигання її потрібно відшліфувати наждачним папером, попередньо розмоченим у воді. Підготовлену поверхню фарбують. Поверх фарби наносять лак і потім його полірують.

14.10. Шпаклювання

Ремонт кузова шпаклівкою (рис. 14.7) застосовують, коли потрібно терміново заробити невелику дірку без зварювання чи інших способів ремонту автомобіля. Однак треба розуміти, що це тимчасовий захід, оскільки шпаклівка швидко розсиплеться. Щоб виправити пошкодження, використовують спеціальну шпаклівку з дрібними, середніми або великими скловолокнами. Готуючи її, стежать, щоб не було бульбашок повітря. Для створення рівномірного шару на звороті дірки встановлюють підкладку.



Рис. 14.7. Шпаклювання

На підготовлене місце пошкодження наносять ґрунтовку, після її висихання — шпаклівку з великими скловолокнами. Залежно від розміру дірки наносять кілька шарів із повним просушуванням кожного. Загальна товщина шарів не повинна перевищувати 2 мм, інакше латка почне тріскатися. Останній шар наносять шпаклівкою із дрібними скловолокнами. Відремонтовану поверхню обробляють дрібнозернистим наждачним папером.

Якщо на поверхні кузова утворилися заглибини, їх вирівнюють шпаклівкою. Спочатку поверхню обробляють наждачним папером Р120 для надійного зчеплення шпаклівки з металом. Зачищену поверхню очищають від пилу та знежирюють розчинником. Щоб метал не встиг покритися іржею, ґрунтовку наносять упродовж 1 год після підготовки поверхні. Перші два шари наносять фосфатною або кислотною ґрунтовкою через 15 хв кожний. Почекавши ще 15 хв, накладають два-три шари акрилової ґрунтовки з періодичністю 5 хв. Для повного висихання потрібно 3–4 год. Процес сушіння можна прискорити за допомогою інфрачервоного обігрівача.

Для зароблення наскрізних пошкоджень використовують ґрунтувальний склад із великими скловолокнами. Для фіксації ґрунтовки використовують підкладки, які встановлюють на звороті пошкодження.

Пошкодження більшого розміру ремонтують із використанням алюмінієвої сітки. Її прикладають до отвору та фіксують скотчем. Після закінчення робіт скотч прибирають і шпаклюють.

Незалежно від того, яким способом було виконано ремонт кузова автомобіля, усі вони закінчуються шпаклюванням, окрім способу без фарбування. Однак шпаклівка вбирає вологу, що призводить до швидкого руйнування. Тому зверху її покривають антикорозійною або епоксидною ґрунтовкою. Завершують кузовний ремонт фарбуванням. Для цього застосовують фарбопульти або аерозольні балончики, попередньо затуливши прилеглу поверхню автомобіля поліетиленовою плівкою. Помазком користуватися не варто, тому що можливі патьоки фарби.

Запитання та завдання

1. Які механічні пошкодження автомобіля виправляють із використанням бляхарних робіт?
2. Охарактеризуйте особливості діагностики кузова автомобіля.
3. Що передбачає перевірка геометрії кузова автомобіля?
4. Як усувають вм'ятини кузова автомобіля?
5. Назвіть особливості ремонту кузовних деталей за допомогою нагрівання.
6. У чому суть витягування за допомогою стрижнів, приварених до вм'ятин?
7. Як виконують паяння кузова автомобіля?
8. Які способи ремонту за допомогою силового обладнання?
9. Які є способи усунення вм'ятин без фарбування?
10. Охарактеризуйте особливості ремонту деталей за допомогою заклепок.
11. Як усувають корозію деталей автомобіля?
12. Що таке *шпаклювання*?
13. Відновлення форми пошкодженої деталі передбачає
 - А рубання, вибивання, свердління
 - Б вибивання, вирівнювання, рихтування
 - В свердління, вирівнювання, рихтування
 - Г вибивання, свердління, вирівнювання
14. Для усунення вм'ятин без фарбування застосовують способи
 - А клейовий, різьбовий, вакуумний
 - Б різьбовий, заклепками, вакуумний
 - В клейовий, вакуумний, з використанням важелів і гаків
 - Г різьбовий, клейовий, заклепками
15. Щоб забезпечити щільне прилягання латки, заклепки закріплюють
 - А від країв до центра
 - Б від центра до країв
 - В по діагоналі
 - Г по периметру

Список використаної літератури

1. *Макієнко М. І.* Загальний курс слюсарної справи : підручник / М. І. Макієнко; пер. з рос. В. К. Сидоренко. — Київ : Вища шк., 1994. — 311 с.
2. *Попов А. Ф.* Основи слюсарної справи : навч. посіб. / А. Ф. Попов, Т. В. Пахар, О. В. Паржницький, Г. Ю. Шулепіна. — Чернівці : Букрек, 2020. — 224 с.
3. *Бабіч Б. С.* Технічне обслуговування й ремонт металевих кузовів автомобілів / Б. С. Бабіч, В. В. Лущик. — Київ : Либідь, 2001. — 460 с.

З М І С Т

Розділ 1. Бляхарні вироби	3
Розділ 2. Матеріали для бляхарних виробів	12
Розділ 3. Організація праці під час виконання бляхарних робіт . . .	29
Розділ 4. Обладнання, пристосування та інструменти для виконання бляхарних робіт	36
Розділ 5. Слюсарні роботи	71
Розділ 6. Бляхарні роботи	100
Розділ 7. Складально-монтажні роботи	134
Розділ 8. Геометричні побудови розгорток	174
Розділ 9. Побудова розгорток елементів вентиляційних систем . . .	189
Розділ 10. Розкроювання матеріалів	200
Розділ 11. Технологія виготовлення бляхарних виробів	211
Розділ 12. Технологія виготовлення елементів повітропроводів . . .	219
Розділ 13. Покрівельні роботи	235
Розділ 14. Бляхарні роботи під час ремонту кузовів автомобілів . . .	260
Список використаної літератури	270

Навчальне видання

ГУМЕНЮК Ігор Всеволодович,
ГУМЕНЮК Ольга Василівна,
ПАРЖНИЦЬКИЙ Віктор Валентинович

ТЕХНОЛОГІЯ БЛЯХАРНИХ РОБІТ

Навчальний посібник для здобувачів професійної
(професійно-технічної) освіти

Схвалено для використання в освітньому процесі

Посібник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

У навчальному посібнику з навчальною метою використано ілюстративні
матеріали, що перебувають у вільному доступі в мережі «Інтернет»

Редактор *С. Кашка*

Художній редактор *Т. Канарська*

Технічне редагування та комп'ютерна верстка *Л. Ткаченко*

Коректор *І. Барвінок*

Формат 70×100/16.

Ум. друк. арк. 22,032. Обл.-вид. арк. 24,73.

Тираж 4500 прим.

Зам. №

Видавництво «Грамота»,
вул. Паньківська, 25, оф. 15, м. Київ, 01133.

тел./факс: 253-98-04.

E-mail: info@gramota.kiev.ua;

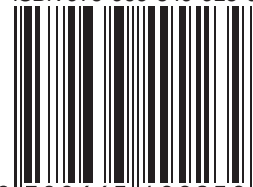
www.gramota.kiev.ua

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України
суб'єктів видавничої справи ДК № 341 від 21.02.2001 р.

Віддруковано в ТОВ «КОНВІ ПРІНТ». 03680, м. Київ, вул. Антона Цедіка, 12.
Свідоцтво ДК № 6115 від 29.03.2018 р.



ISBN 978-966-349-923-9



9 789663 499239 >