


Практична робота № 1

Тема: Технологічні випробування матеріалів. Визначення оброблюваності сталей

Мета роботи - формування первинних знань про технологічні властивості конструкційних матеріалів і методику визначення оброблюваності сталей.



Технологічні властивості конструкційних матеріалів - це комплекс фізико-хімічних властивостей цих матеріалів, зумовлених станом, складом і структурою в процесі взаємодії речовини з технологічним середовищем, тобто під час їх обробки.

Суть та особливості обробки металів тиском

Оброблюваність матеріалу є основним критерієм його технологічності. Розрізняють матеріали з низькою, нормальною та підвищеною оброблюваністю.

Ливарні властивості матеріалу визначають його здатність до переробки в рідкому стані з метою отримання виливків певних розмірів, форми та властивостей.

Деформовність – оброблюваність тиском – це здатність матеріалу сприймати пластичну деформацію без руйнування єдності в процесі формозміни тиском в холодному або гарячому стані.

Зварюваність визначає властивість матеріалу утворювати нероз'ємне з'єднання, якість якого відповідає суцільному.

Зміцнюваність термічною обробкою визначає здатність матеріалу до загартування.

Оброблюваність різанням визначає опір матеріалу стружко-утворенню при заданих шорсткості, точності та якості оброблених поверхонь.

Електрофізична та електрохімічна оброблюваність матеріалу визначає його здатність до розплавлення та випаровування під дією електричного розряду або розчинення в електроліті при електролізі.

Металокерамічна оброблюваність визначає здатність матеріалу до утворення порошкових формовок та спечених виробів.

Технологічні проби

До основних технологічних проб належать проби на визначення ливарних властивостей - рідкоплинність та усадка, проби на згин, на зварюваність, видавлювання, оброблюваність різанням тощо.

2.1 **Проба на згин** (ГОСТ 3728-78) виконується для оцінки здатності металу сприймати згин до певного кута, до паралельності сторін при огинанні валика або до дотикання сторін (рис.1). Цій пробі піддають пластичні метали завтовшки до 30 мм. Випробування виконують на пресах, спеціальних машинах та на лещатах з заокругленими губками. Дріт, прутки, тонкий лист та стрічку випробують на перегин (ГОСТ 13813-68), подвійний кровельний замок (ГОСТ 13614-68) (рис.2).

2.2 **Проба на видавлювання листів і стрічок** за методом Еріксена (ГОСТ 10310-10) визначає здатність матеріалу до витягування при виготовленні об'ємних виробів з плоскої заготовки. Схема випробування листового матеріалу на видавлювання показана на рис.3. В залежності від товщини листа вибирають номер та діаметр пуансону 1, матриці 3 та притискувача 4. Лист 2 притискують кільцем 4 до матриці 3 і деформують пересуванням пуансону 1. Як наслідок в листі утворюється поглиблення, глибина якого в момент з'явлення тріщини фіксується на відповідній шкалі приладу. При дослідженнях застосовується мастило, наприклад, графітне.

Випробування на згин

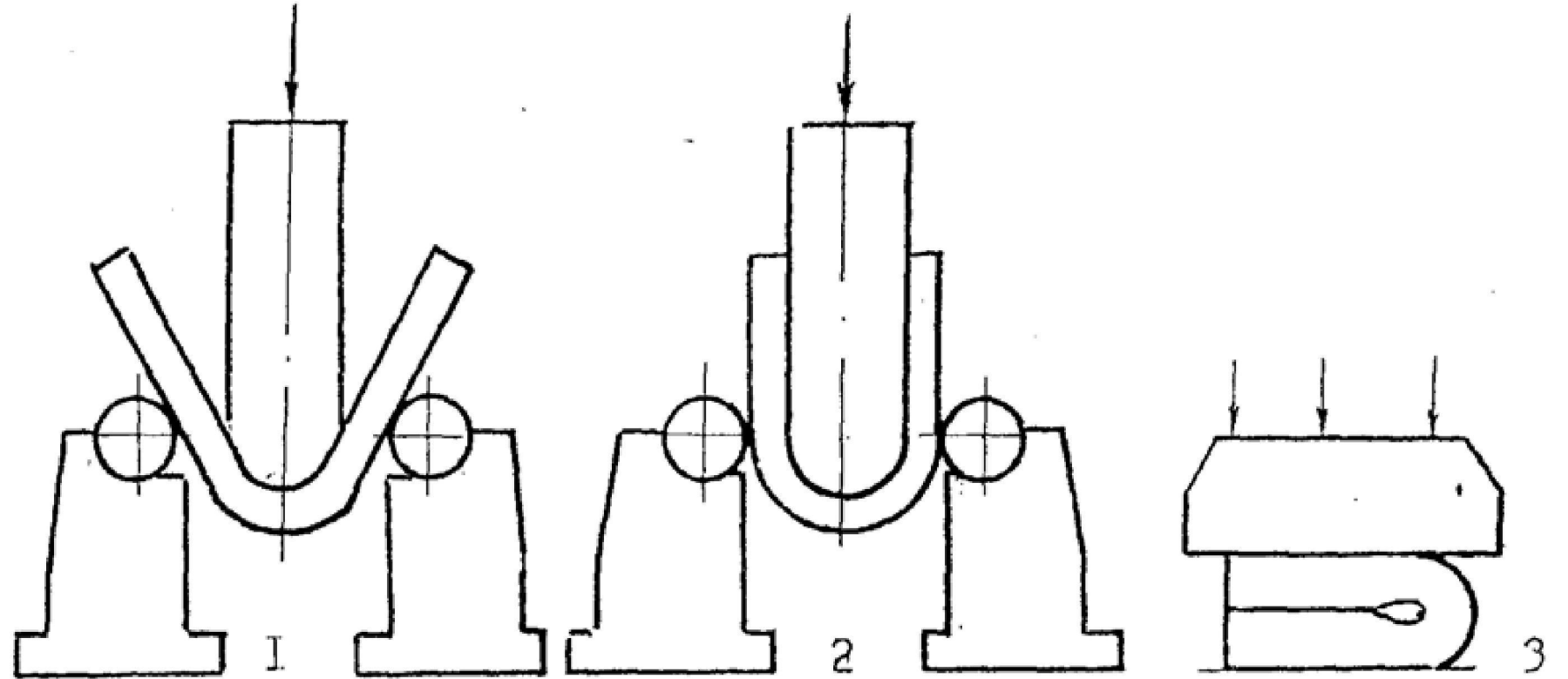


Рисунок 1 – Схеми випробувань на згин:
1 - до певного кута; 2 - до паралельності сторін;
3 - до дотикання сторін

Випробування на згин

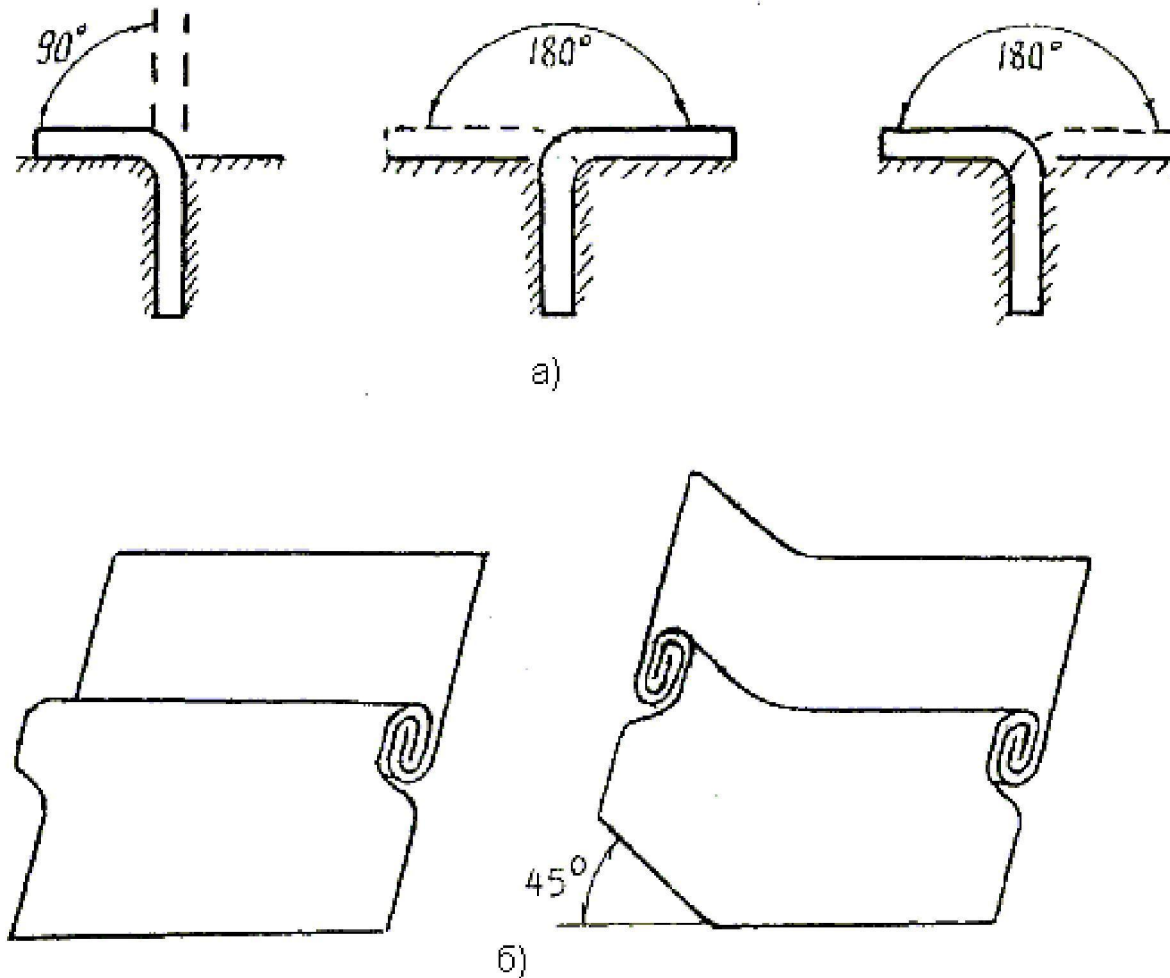


Рисунок 2 – Схеми випробувань на:
а - перегинання; б - подвійний кровельний замок

Проба на видавлювання листів і стрічок

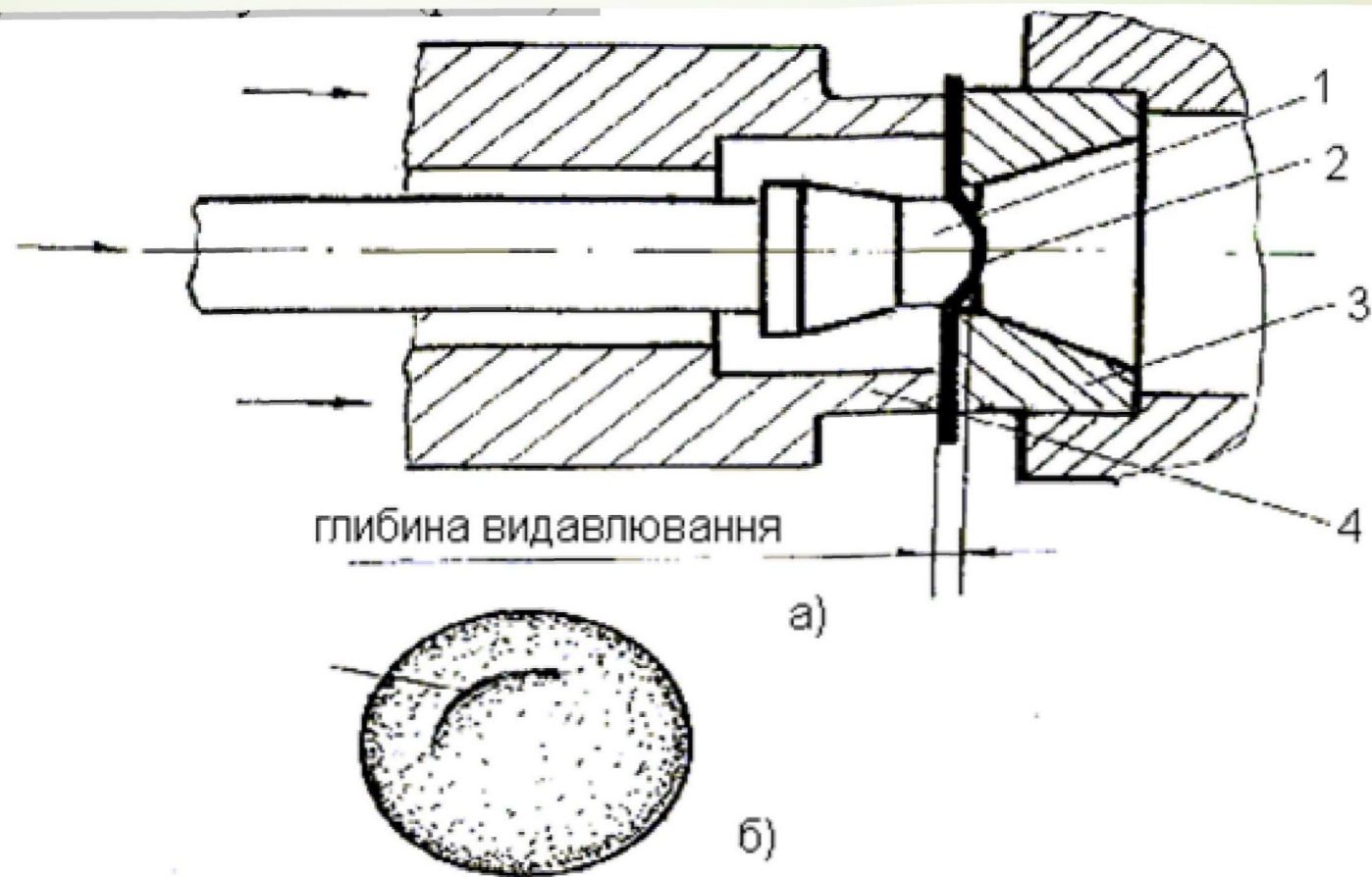


Рисунок 3 – Випробування листового металу на видавлювання:
а - схема, випробування; б - лунка з тріщиною

Проба на оброблюваність різанням

Проба на оброблюваність різанням виконується різними способами. За основу більшості з них береться порівняння оброблюваності еталону (сталь 45) та матеріалу, що випробовується. Для класифікації матеріалу за оброблюваністю застосовують метод Кеснера, суть якого полягає в свердлінні отвору діаметром 10 мм при частоті обертання близько 400 об/хв. При цьому подача свердла відбувається під дією постійного зусилля 50 кгс. Характеристикою оброблюваності є глибина проникнення свердла в металі за 100 обертів шпинделя верстата.

Оброблюваність оцінюється коефіцієнтом, що визначається за формулою

$$K_{\text{різ}} = (l_x / l_{45}) \cdot 100 \%,$$

де l_x - глибина отвору у випробуваному матеріалі;
 l_{45} - глибина отвору в еталонному матеріалі.

Випробування виконуються на вертикально-свердлильному верстаті. При випробуванні тонких матеріалів 5...10 мм можна порівнювати час за який свердління наскрізні отвори.

Проба на міцність зварного з'єднання

Проба на міцність зварного з'єднання дозволяє оцінити зварюваність різних матеріалів. Для цього зразки зварюються заданим швом за ГОСТ 5264-80. Зварне з'єднання піддають випробуванню на згин за ГОСТ 3728-78 до заданого кута, наприклад, 90°. Фіксується кут згину, при якому з'являються тріщини або відбувається руйнування з'єднання. Результати порівнюють з даними подібних випробувань основного матеріалу. Зварюваність оцінюється відношенням кутів згину, при яких утворюються тріщини, у вигляді коефіцієнта:

$$K_{зв} = \alpha_x / \alpha_0 ,$$

де α_x - кут згину зварного з'єднання;
 α_0 - кут згину основного матеріалу.

Випробування виконують на спеціальних пристроях або в лещатах з заокругленими губками (рис.4).

Проба на міцність зварного з'єднання

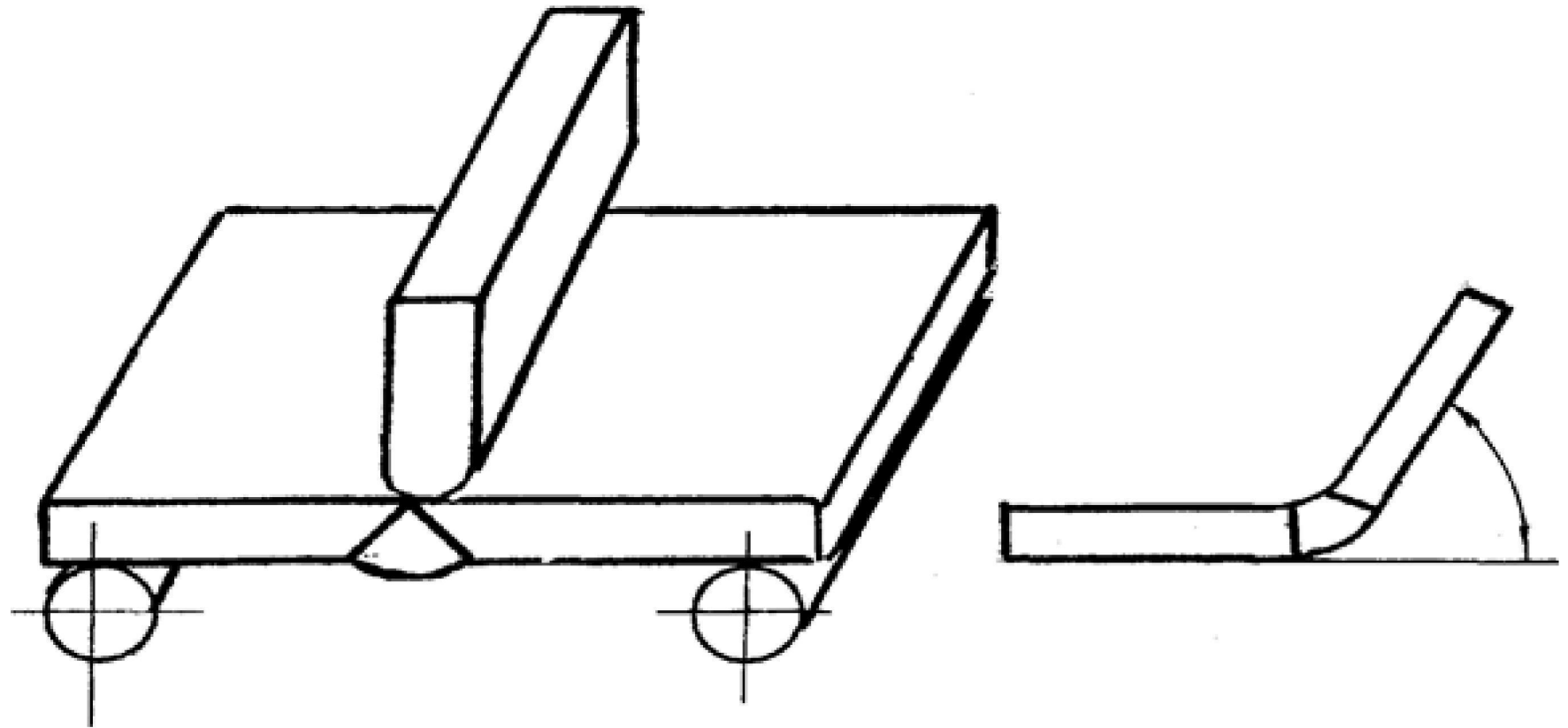


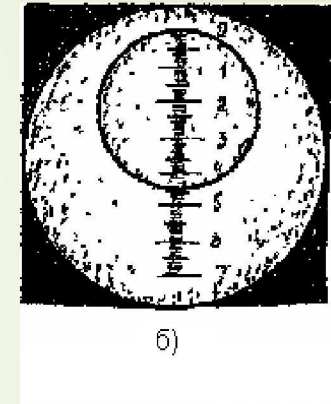
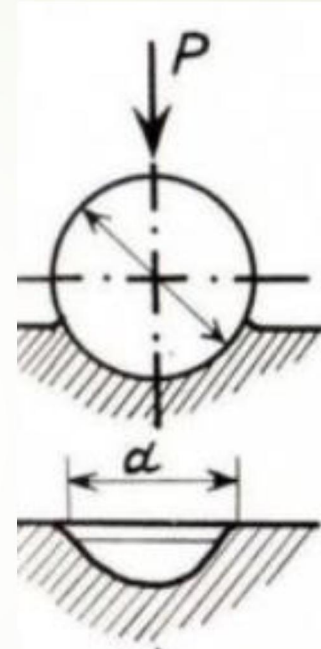
Рисунок 4 – Схема випробовування зварних швів на згин

Випробування на твердість

Твердість - це властивість поверхневого шару матеріалу чинити опір пружній та пластичній деформаціям або руйнуванню при місцевій пластичній взаємодії з боку іншого, більш твердішого тіла (індентора) відповідної форми та розмірів.

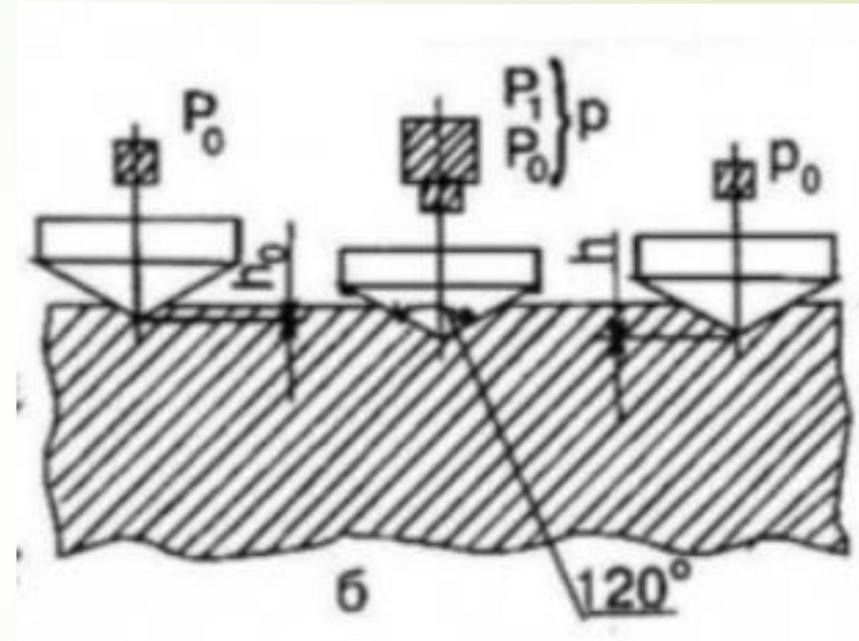
Для багатьох сплавів встановлена чітка залежність між твердістю, механічними та технологічними характеристиками (міцністю, зносостійкістю, оброблюваністю різанням, тиском тощо). Тому вимірювання твердості є найбільш поширеним методом механічних випробувань. Способи визначення твердості поділяють на статичні та динамічні в залежності від швидкості прикладання навантаження, а за способом його прикладання - на методи вдавлення та шкрябання. Найбільш розповсюджені методи де використовується статичне навантаження індентора перпендикулярно до поверхні зразка. Це методи **Брінелля**, **Роквелла** та **Віккерса**.

Вимірювання твердості методом Брінелля



$$HB = P / F = 2 P / \pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2}), \text{ кгс/мм}^2$$

Вимірювання твердості методом Роквелла

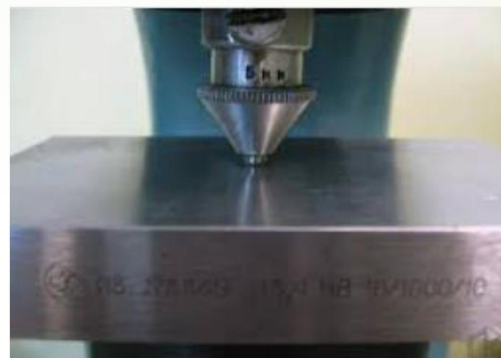
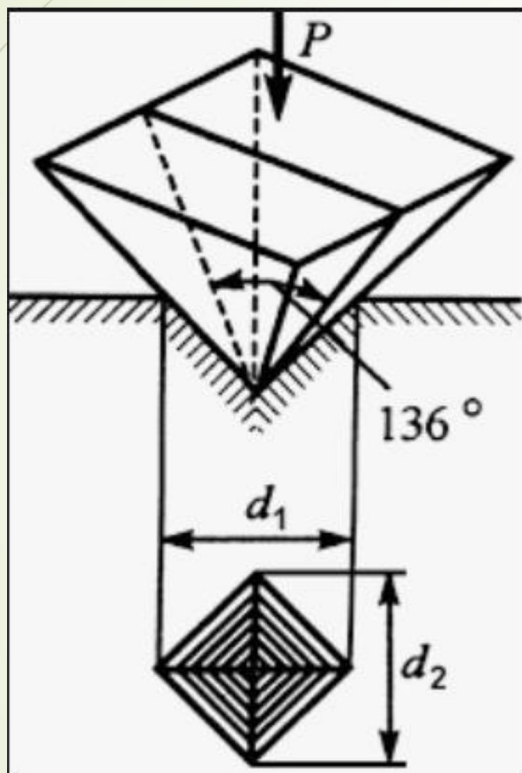


$$HV = 2 P \sin(\alpha / 2) / d^2 = 1,854 P / d^2, \text{ МПа}$$

де d - середнє арифметичне двох діагоналей відбитка;
 $\alpha = 136^\circ$ - кут при вершині піраміди.



Вимірювання твердості методом Віккерса



$$HV = 2 P \sin (\alpha / 2) / d^2 = 1,854 P / d^2, \text{ МПа}$$

де d - середнє арифметичне двох діагоналей відбитка;
 $\alpha = 136^\circ$ - кут при вершині піраміди.

Вплив елементів, що входять до складу сталі, на її властивості

Сталь - це цінний конструкційний матеріал, з нього виготовляють різні деталі для машин та обладнання: зубчасті колеса; корпуси верстатів; труби та ін.

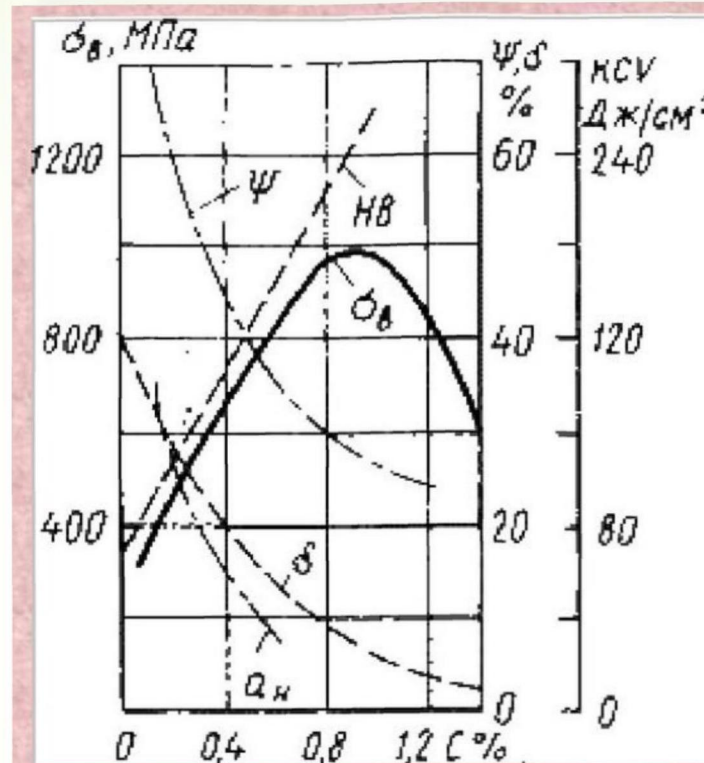
Крім основи (**заліза Fe і вуглецю – C**) в сталях в невеликих кількостях присутні домішки.

На властивості сталей впливають постійні домішки, які в них містяться:

шкідливі – сірка, фосфор, кисень, азот, водень;
корисні – кремній, марганець та інші.



Вплив вуглецю на механічні властивості сталі



- міцність сталі (σ_B - границя міцності при розтязі);
- твердість (НВ - твердість за Брінеллем);
- в'язкість сталі (ψ - ударна в'язкість);
- пластичність (δ - відносне видовження).

Підвищення вмісту вуглецю погіршує ливарні властивості сталі (використовуються сталі з вмістом вуглецю до 0,4%). Також зростання вмісту вуглецю в сталі погіршує її оброблюваність тиском і різанням, а також зварюваність.



Контрольні питання для самопідготовки

1. Особливості обробки металів тиском.
2. Випробування на згин.
3. Проба на оброблюваність різанням.
4. Проба на міцність зварного з'єднання.
5. Твердість за методом Брінелля.
6. Твердість за методом Роквелла.
7. Твердість за методом Віккерса.

Практична робота № 2

Тема: Виробництво виливків в піщано-глинистих формах

Мета роботи - вивчити технологію отримання виливків в піщано-глинистих формах, отримати навички формовки, заливки форм, вибивки литва, аналізу браку, сфери застосування литва, виготовленого таким способом.

Лиття в піщано-глинисті форми є основним способом одержання виливків із сплавів чорних та кольорових металів. Приблизно 70% (по масі) заготовок для деталей машин одержують литтям, а в деяких галузях машинобудування, наприклад, у верстатобудуванні 90 - 95%. Литтям можна отримати виливки практично будь-якої складності, маси та розмірів.

Загальні відомості

Найбільшу кількість виливків одержують у разових піщано-глинистих формах з формової суміші, що складається з кварцевого піску, вогнетривкої глини та спеціальних добавок. Спосіб виготовлення виливків у разових піщано-глинистих формах є найпростішим і найдешевшим. Однак виливки, одержані таким способом, в більшості випадків мають понижену точність, вимагають підвищених припусків на механічну обробку, потребують великої кількості формових матеріалів (5-7 тон на тону литва) що погіршує умови праці робітників і утруднює автоматизацію технологічного процесу виготовлення виливків.

Схема технологічного процесу виготовлення виливків у разових формах

Технологія виготовлення, виливків у разових піщано-глинистих формах складається з таких послідовних операцій:

- виготовлення модельних комплектів;
- приготування формових і стержневих сумішей;
- виготовлення форм і стержнів;
- сушіння стержнів (а іноді і форм);
- складання форм;
- одержання рідкого металу;
- заливання форм металом;
- вибивання виливків з форм;
- обрубубування і очищення литва;
- термічна обробка, виливків (в разі необхідності);
- контроль готових виливків.

Схема технологічного процесу виготовлення виливків у разових формах

Модельний комплект складається з моделі, одного або кількох стержневих ящиків і моделей елементів ливникової системи.

Модель – зразок, за допомогою якого одержують звичайно зовнішні окреслення вилівка в формі. Внутрішні порожнини та отвори у вилівках утворюють за допомогою стержнів, які виготовляють у стержневих ящиках. Модель за конструкцією дещо відрізняється від деталі. Вона не має отвору, а, навпаки, в місцях виходу отвору, на торцях, є виступи - знаки 2 (рис. 8,б). Аналогічні знаки є і в стержневому ящику, отже, вони будуть і у стержня (рис. 8, в). Моделі складної форми виготовляють роз'ємними (рис. 8, б), або зі знімними частинами, а вертикальні стінки їх, перпендикулярні до площини рознімання, виконують з нахилом, що дає змогу виймати модель без руйнування форми.

Схема технологічного процесу виготовлення випливіків у разових формах

Розміри моделей більші ніж деталі на величину лінійної усадки і припусків на механічну обробку.

У с а д к а – зменшення об'єму (об'ємна усадка) і лінійних розмірів (лінійна усадка) випливка в процесі охолодження металу від температури заливання до нормальної температури. Середнє значення лінійної усадки становить: для сірого чавуну 1%, для сталі 2%, для бронзи 1,25... 1,5%.

Величина припусків на обробку залежить від розмірів і точності виготовлення випливка, марки сплаву, точності деталі, розташування оброблюваної частини випливка у формі.

Формові матеріали, які застосовують для виготовлення разових форм, повинні мати такі властивості: пластичність, текучість, міцність, газопроникність, податливість вогнетривкість, непригарність і мінімальну газотвірність.

Властивості формових матеріалів

Пластичність – здатність формової суміші приймати форму, що їй надається, без руйнування і давати точні відбитки моделі при формуванні.

Текучість – здатність зерен формової суміші до взаємного переміщення під впливом зовнішніх сил.

Міцність – здатність ущільненої суміші не руйнуватися під тиском металу, що заливається в форму, а також від поштовхів при складанні і транспортуванні.

Газопроникність – властивість формової суміші пропускати з визначеною швидкістю газу.

Вогнетривкість – здатність суміші не плавитись і не розм'якшуватись під впливом розплавленого металу.

Непригарність – здатність суміші не вступати в хімічну взаємодію з металом, не сплавлятися з ним, не приварюватися до поверхні виливка.

Податливість – властивість суміші не чинити великого опору усадці металу при охолодженні виливка в формі.

Газотвірність – здатність формової суміші виділяти газу при нагріванні.

Властивості формових матеріалів

Формові суміші повинні бути дешеві і при необхідності зберігати свої властивості при багатократному їх використанні.

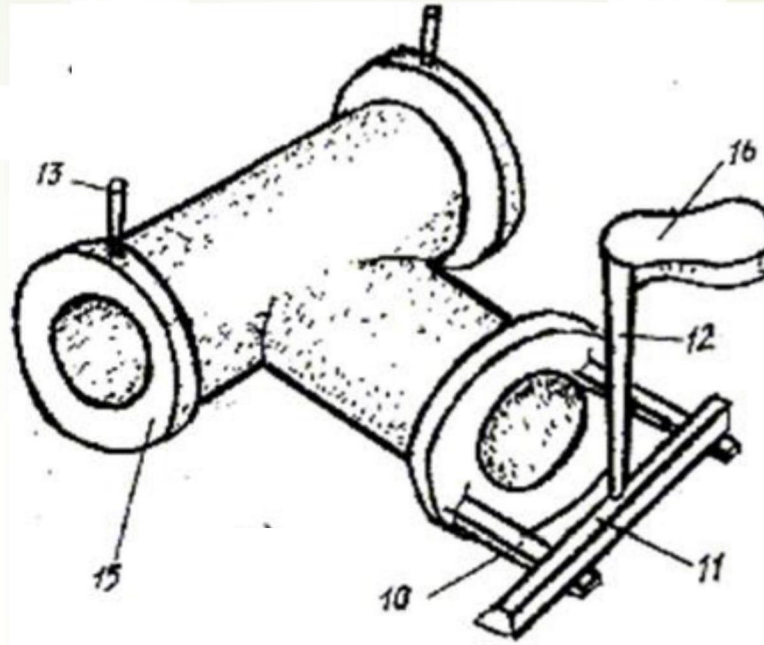
Основними складовими формових і стержневих сумішей є кварцевий пісок, вогнетривка глина, вода і спеціальні добавки, до яких належать закріплювачі (крім глини), протипригарні добавки та добавки, що підвищують податливість та газопроникність. Як скріплювачі застосовуються різні органічні та неорганічні речовини: олія і мінеральне масло, різні смоли, сульфітно-спиртова барда (продукт перероблення відходів целюлозно-паперового виробництва), декстрин (хімічно оброблений крохмаль) і рідке скло, що є швидкотвердіючим закріплювачем.

Протипригарними добавками є кам'яновугільний пил і мазут для сумішей, що використовують для виготовлення виливків з чавуну і сплавів з кольорових металів, а маршаліт (кварцева мука) – для виливків із сталі.

Для підвищення податливості і газопроникності застосовують тирсу і торф.

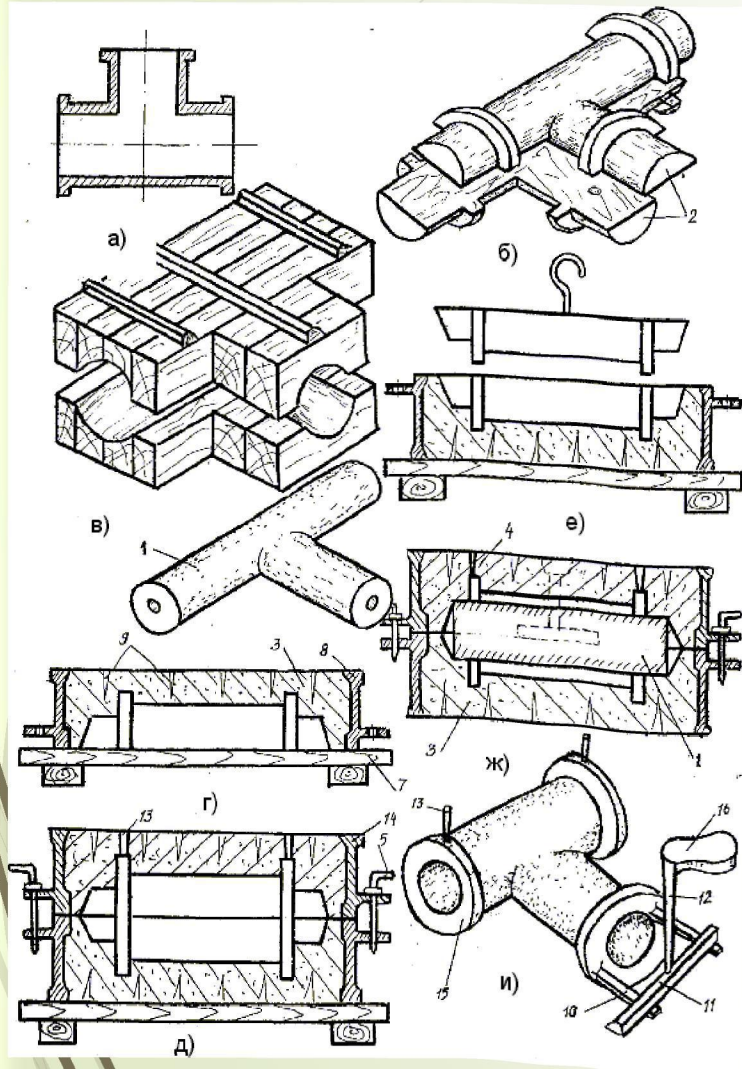
Ливникові системи призначені для заливання з визначеною швидкістю металу в форму, а в деяких випадках - для живлення вилівка рідким металом у процесі його кристалізації

Ливникова система



Ливникова система складається з ливникової чаші 16, стояка 12, шлаковловлювача 11 і включень. При поворотах і втраті швидкості руху струменя живильників 10. Ливникова чаша – приймач струменя металу, що заливається в форму. Стояк – вертикальний канал, який з'єднує ливникову чашу з іншими елементами ливникової системи. Шлакоуловлювач призначений для затримки неметалевих включень. При поворотах і втраті швидкості руху струменя металу в шлаковловлювачі шлак спливає на поверхню, а чистий метал проходить у живильники і по них безпосередньо у форму.

Ручне формування. Виготовлення форм у двох опорах за рознімною моделлю



Модельний комплект складається з роз'ємної моделі (рис. 8,б) і стержневого ящика (рис. 8,в). Формування виконують у такій послідовності. На під модельну дошку 7 (рис. 8,г) встановлюють нижню половину моделі і моделі живильників 10 (рис. 8, и), за допомогою яких рідкий метал подається у порожнину форми, та нижню опоку 8 (рис. 8,г). Для запобігання прилипання формової суміші до поверхні моделі та підмодельної дошки їх посипають сухим піском, графітом чи лікоподієм.

Після виправлення дефектів в нижню половину форми встановлюють раніше виготовлені і висушені стержні (рис. 8,ж) і верхню опоку ставлять на нижню, центруючи їх штирями 5. Опки скріплюють скобами або зверху на них кладуть вантаж, щоб при заливанні метал не пройшов у площину роз'єму форми. Форму заливають розплавом через канали ливникової системи.

Порядок виконання роботи.

1. Вивчити технологію ручного формування
2. Ознайомитись з завданням на роботу.
3. Зробити ескізи вилівка та зібраної ливарної форми.
4. Виготовити ливарну форму у двох опоках за роз'ємною моделлю.
5. Залити форму, вибити та очистити вилівок.
6. Зробити аналіз якості вилівка. При наявності дефектів встановити причину браку та міри по його усуненню.
7. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту про роботу.

1. Назва роботи та її мета.
2. Коротке викладення основних відомостей про ливарне виробництво: суть, основні етапи виготовлення вилівоків, сфера застосування, перевага та недоліки лиття в піщано-глинисті форми.
3. Ескізи вилівка, моделі, стержневого ящика, стержня, зібраної форми.
4. Викладення послідовності виготовлення ливарної форми.
5. Результати контролю вилівка, аналіз причин браку.
6. Висновки по роботі.

Контрольні питання.

1. Матеріали для виготовлення формових сумішей.
2. Вимоги до формових та стержневих сумішей.
3. Склад модельних комплектів для ручного формування.
4. Технологія ручного формування у двох опоках за роз'ємною моделлю.
5. Призначення ливникових систем та їх складові частини.
6. Види браку виливків та їх причини.

Практична робота № 3

Тема: Лиття в металеві форми.

Мета роботи - вивчити суть, особливості і призначення лиття в металеві форми (кокілі), технологію отримання виливків цим методом та оцінити їх якість.

Литтям в кокіль називають процес отримання фасонних виливків шляхом заливання розплаву вільним струменем в металеві форми.

Цей спосіб лиття є досить прогресивним, він забезпечує високу якість і економічний ефект в умовах серійного виробництва. Спосіб застосовується для отримання виливків з різних сплавів, але особливо широко з кольорових, головним чином з алюмінієвих.

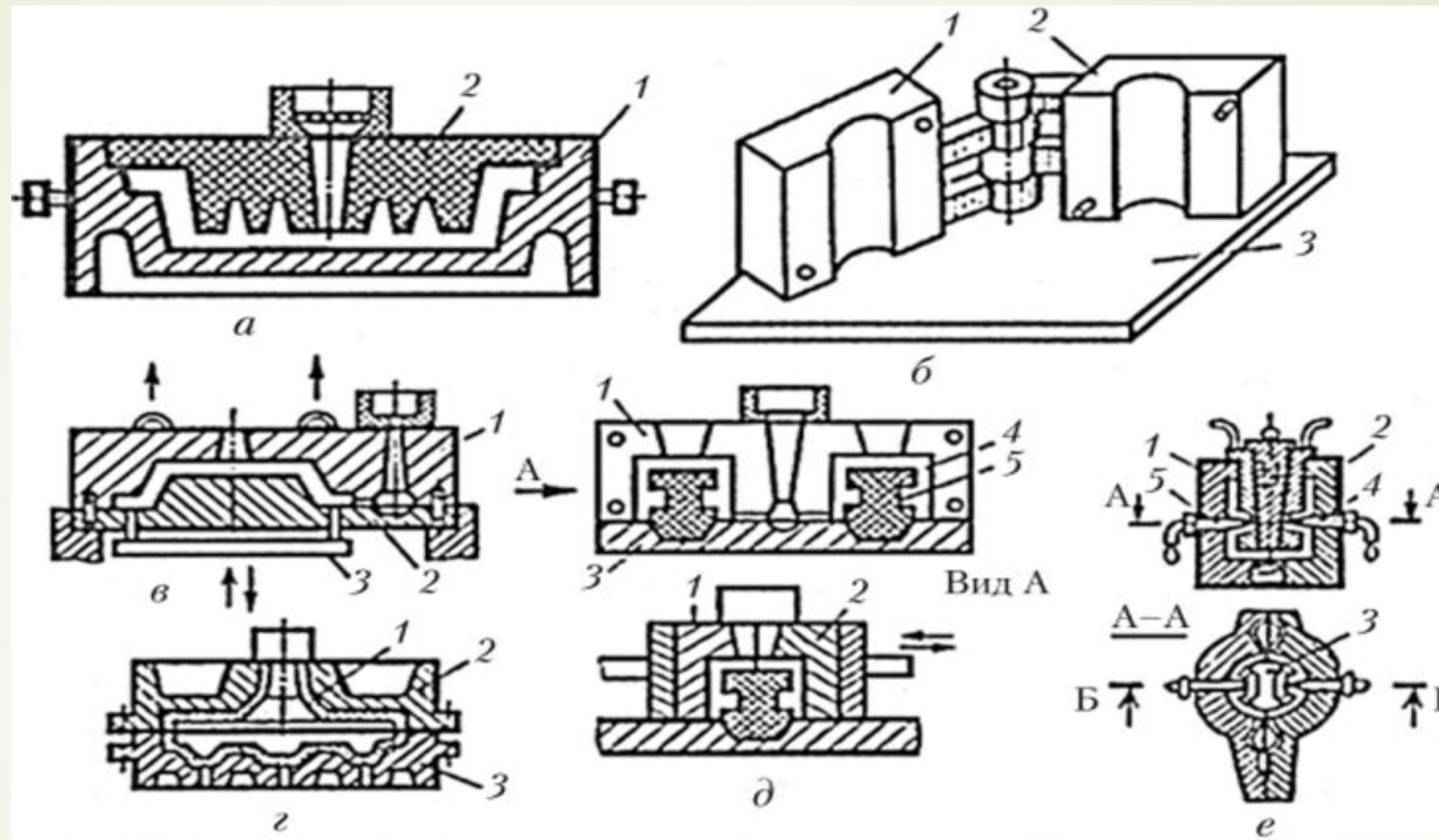
Переваги лиття в металеві форми

Порівняно з литтям в піщано-глинисті форми лиття в кокіль має досить суттєві переваги:

- багаторазове використання форм;
- збільшення в 2...4 рази ефективності використання виробничих площ;
- зменшення обсягу обробки різанням внаслідок зменшення припусків на обробку;
- зменшення кількості браку;
- зменшення витрат стержневої суміші і виключення з використання формової суміші;
- збільшення як точності виливків, так і механічних властивостей литого металу;
- скорочення циклу виготовлення виливків.

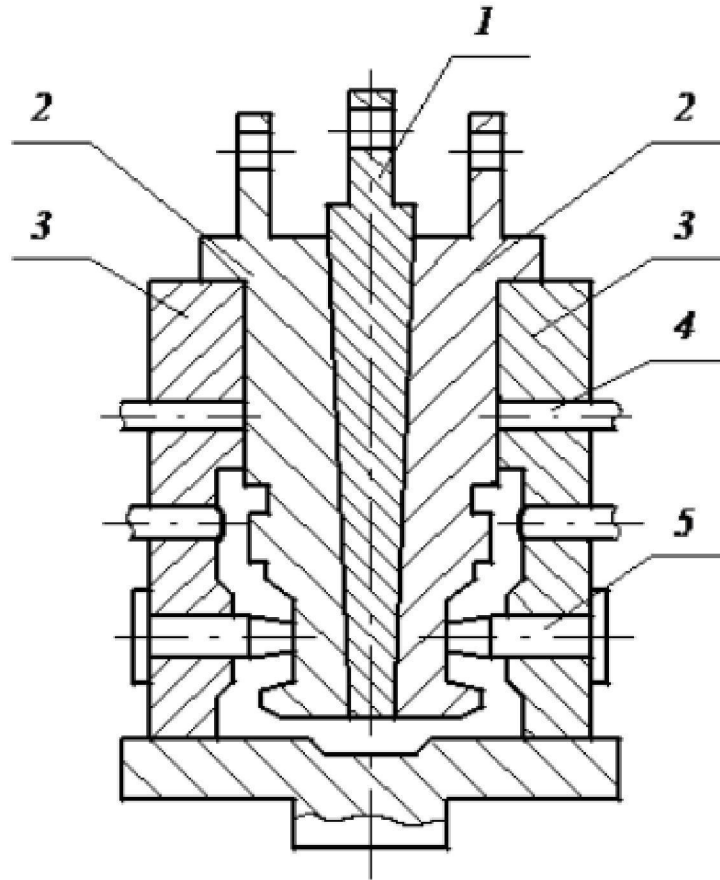
Все це сприяє зменшенню собівартості кокільних виливків на 10...15% в умовах серійного виробництва.

Приклади конструкцій коків



- а - нероз'ємний: 1 - кокінь; 2 - піщаний стрижень;
б - стулковий: 1,2 - матриці кокиля; 3 - плита;
в - з горизонтальним роз'ємом: 1 - верхня матриця; 2 - нижня матриця; 3 - плита штовхачів;
г - облицьований: 1 - оболонка; 2,3 - матриця;
д - з вертикальним роз'ємом: 1,2 - ліва і права матриці; 3 - плита; 4 - порожнина форми; 5 - піщаний стрижень;
е - роз'ємний з металевими стрижнями: 1,2 - матриці кокиля; 3,4,5 - металеві стрижні

Кокіль для виготовлення алюмінієвих автомобільних поршнів



1 - внутрішня частина; 2 - бокова частина; 3 – основна форма;
4 – штовхачі; 5 – стержні.

Недоліки и лиття в металеві форми

Порівняно з литтям в піщано-глинисті форми лиття в кокіль має досить певні недоліки:

- відсутність податливості і газопроникності;
- швидке охолодження розплаву при заливці сприяє зниженню рідко-текучості і поганому заповненню форми;
- висока вартість кокілів;
- низька стійкість при литті чавунних та сталевих виливків внаслідок високої температури заливки розплаву;
- утворення вибілу на чавунних виливках, що приводить до необхідності допоміжної операції - відпалу.

Головна особливість кокілів - велика швидкість охолодження а, значить, і кристалізації залитого розплаву, зумовлене високим коефіцієнтом теплопровідності матеріалу форми, що суттєво впливає на структуру і властивості сплаву, а, значить, і на якість виливків.

Покриття і облицювання

Для захисту поверхні кокіля від дії розплаву, регулювання швидкості охолодження вилівка і покращання заповнюваності форми на робочу поверхню кокіля, металевих стержнів і ливникової системи наносять покриття спеціального складу. Змінюючи теплопровідність покриття введенням в його склад речовин з різною теплопровідністю і змінюючи товщину його шару, можна зменшувати або збільшувати швидкість охолодження розплаву, тобто керувати в деякій мірі швидкістю затвердіння вилівка. Це має велике значення при виготовленні вилівоків з чавуну, схильного до відбілу при збільшенні швидкості охолодження.

Покриття складають звичайно з кількох компонентів, кожний з яких виконує відповідне призначення: служить розчинником (вода), скріплювачем (рідке скло), наповнювачем (пиловидний кварц, графіт, тальк, крейда, азбест). Товщина шару покриття різна: від долей міліметра (фарбування) до 5 (облицювання)...10 мм (футерування).

Порядок виконання роботи

1. Засвоїти мету роботи.
2. Вивчити загальні відомості про лиття в кокіль.
3. Вивчити будову лабораторних кокілів: суцільного, роз'ємного ручного та механізованого. Виконати їх ескізи.
4. Підготувати кокілі до роботи, вибравши раціональний спосіб в залежності від розплаву.
5. Залити кокілі розплавом.
6. Оглянути виливки та зробити аналіз їх якості.
7. Зробити ескізи виливків.

Зміст звіту

1. Назва лабораторної роботи та її мета.
2. Коротке викладення загальних відомостей про лиття в кокіль.
3. Послідовність виготовлення виливків в кокілях.
4. Ескізи виливків та кокілів.
5. Аналіз якості виливків.
6. Висновки про роботу.

Контрольні питання

1. Суть способу лиття в кокіль.
2. Типи кокілів.
3. Переваги та недоліки лиття в кокіль.
4. Які проблеми виникають при литті в кокіль чавунних та сталєних виливків?
5. Чому при виготовленні сталєних виливків в кокілях обмежуються відносно простими за формою та невеликими за вагою і розмірами виливками?
6. З якою метою на робочі поверхні кокілів наносять покриття?
7. Які компоненти входять до складу покриття?
8. Чому при виготовленні кокільних виливків, наприклад, з кольорових сплавів покращуються їх механічні властивості?

Практична робота № 4

Тема: Відцентрове лиття.

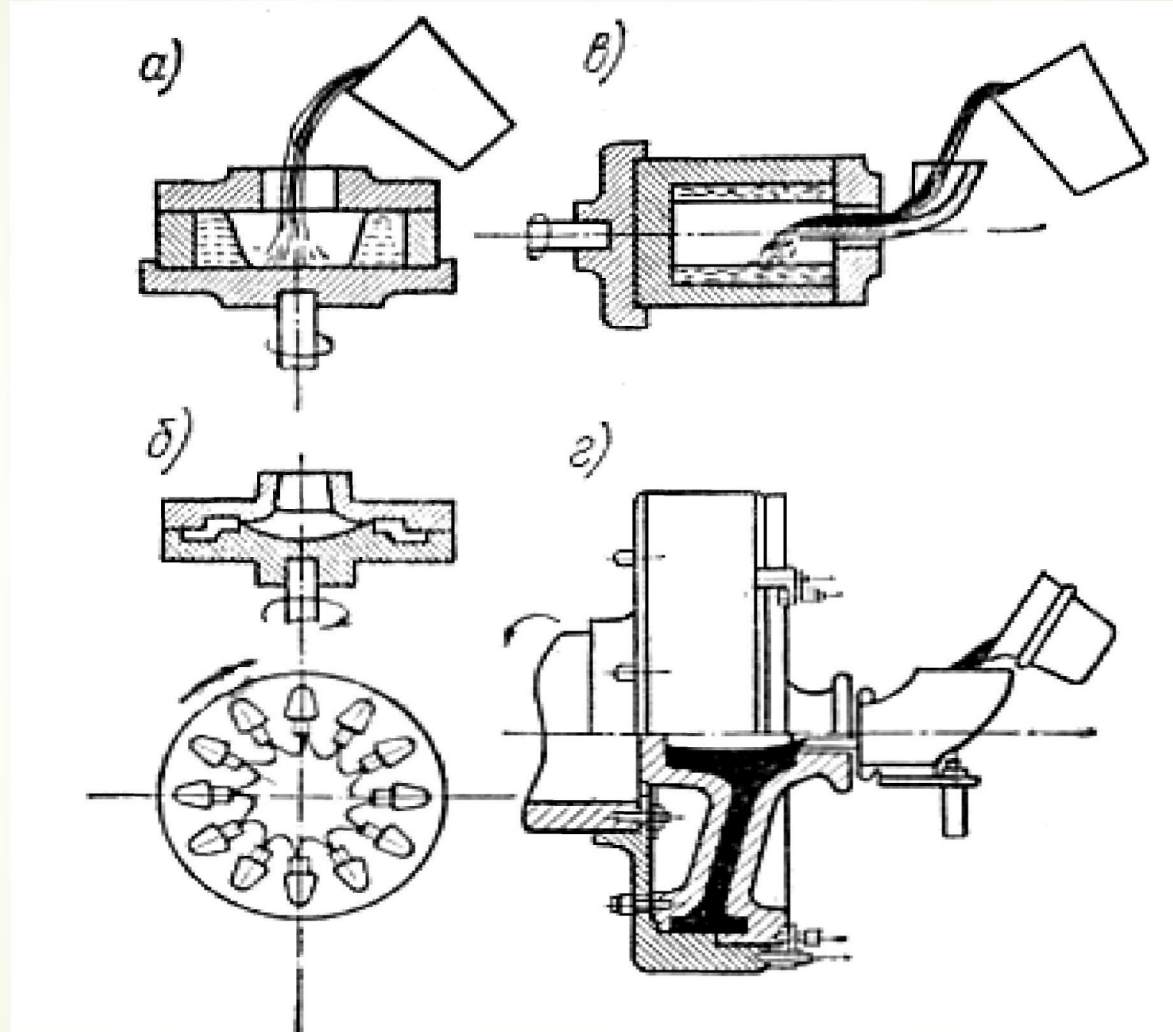
Мета роботи - вивчити суть, особливості і призначення відцентрового лиття, засвоїти технологію отримання виливків цим способом.

Суть відцентрового лиття полягає в тому, що розплав заливається у форму, яка обертається. Форма заповнюється розплавом під дією відцентрової сили, яка діє на розплав також і в період його затвердіння. Завдяки дії відцентрової сили з розплаву видаляються різноманітні неметалеві включення (бульбашки повітря, шлак тощо), які, маючи набагато меншу щільність ніж метал, зосереджуються біля внутрішньої поверхні виливка і видаляються при обробці різанням, для чого припуск на обробку внутрішньої поверхні призначається більшим, ніж зовнішньої.

Теоретичні відомості

Форма може обертатися навколо вертикальної, горизонтальної, інколи - навколо похилої осі. Розташування осі обертання вибирають в залежності від співвідношення висоти і діаметра вилівка. Деталі, що мають висоту, яка в декілька разів перевищує діаметр (втулки, гільзи, труби тощо), отримують на машинах з горизонтальною віссю обертання (рис. 10,б). Вилівки більшого діаметра і малої висоти одержують на машинах з вертикальною віссю обертання (рис.10,а). Відцентровий спосіб лиття можна застосувати і для виготовлення фасонних вилівок, які не є тілами обертання. В цьому випадку метал, що заливається в центральний ливник, при обертанні відкидається в периферійні зони форми, з'єднані з центральним ливником живильниками (рис.10,в). Відцентрову силу використовують тільки для заповнення форми розплавом. Такий метод відцентрового лиття, коли вісь обертання форми не збігається з геометричною віссю деталей, що відливаються, називається центрифугуванням.

Відцентрові установки



Відцентрові установки з вертикальною (а), горизонтальною (б) віссю обертання та
Лиття центрифугуванням (в) та (г)

Приклади застосування відцентрового способу лиття



заготовки отримані на відцентрових установках з вертикальною віссю обертання



заготовки отримані на відцентрових установках з горизонтальною віссю обертання

Технологічні особливості застосування відцентрового способу лиття

Частоту обертання форми рекомендується визначати за формулою

$$n = \frac{5520}{\sqrt{\rho \cdot r_2}},$$

де ρ — густина металу, г/см³;

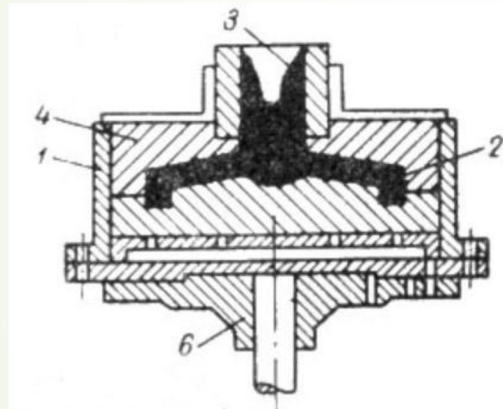
r_2 — внутрішній радіус циліндра, м.

Частоту обертання форм при литті фасонних виливків центрифугуванням визначають за формулою:

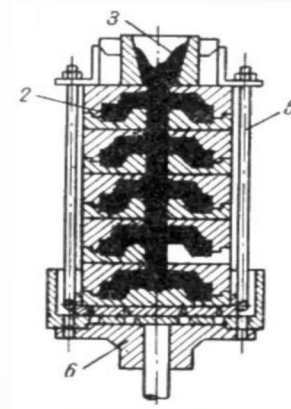
$$n = \frac{30v}{\pi \cdot r},$$

Технологічні особливості напіввідцентрового способу лиття

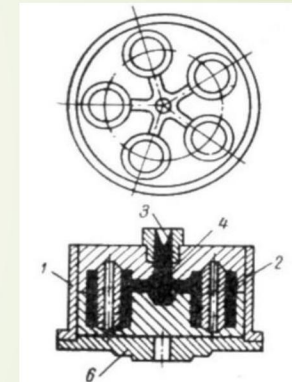
На відміну від відцентрового, застосовують для відливання фасонних тіл обертання, в яких внутрішню поверхню одержують не за допомогою відцентрової сили, а за допомогою стержнів, причому виливки виходять більш точними і потребують меншої механічної обробки, ніж при звичайному литті.



а)



б)



в)

а - вертикальна вісь обертання, піщана форма (спосіб лиття «напіввідцентровий»);

б – вертикальна вісь обертання, форма багатоповерхова піщана;

в - вертикальна вісь обертання, форма піщана (лиття центрифугуванням): 1 - опока; 2 - виливка; 3 - літник; 4 - піщана форма; 5 – кріплення форми; 6 - обертаний стіл.

Переваги застосування відцентрового способу лиття

- зростання густини виливків внаслідок малої кількості міжкристалічних порожнин усадкового і газового походження;
- менші витрати металу через відсутність ливникової системи та зниження маси виливків;
- виключення витрат на виготовлення стержнів для формування порожнин в циліндричних виливках;
- можливість отримувати двошарові заготовки, шляхом по чергового заливання у форму різних сплавів (сталь - чавун, чавун - бронза тощо).
- покращення заповнення форми металом та зменшення браку (вихід придатних виливків досягає 95% і більше).

Недоліки застосування відцентрового способу лиття

- важко виготовити виливки із сплавів, що схильні до ліквідації;
- неточність діаметра порожнини виливка;
- забруднення вільної внутрішньої поверхні виливків лікватами та неметалевими включеннями, а у товстостінних виливків ця поверхня може мати пористість;
- можливість появи дефектів у вигляді поздовжніх і поперечних тріщин, газових бульбашок;
- для виготовлення виливків потрібні спеціальні машини;
- ливарні форми дорогі, вони повинні мати високу міцність і герметичність у зв'язку з дією відцентрових сил та підвищеним тиском металу.

Порядок виконання роботи

1. Вивчити загальні відомості про відцентрове лиття: суть, призначення, можливості тощо.
2. Вивчити будову лабораторної установки для відцентрового лиття.
3. Підготувати установку до роботи.
4. Залити форму розплавом.
5. Зробити ескіз виливка та аналіз його якості.

Зміст звіту

1. Назва лабораторної роботи та її мета.
2. Коротке викладення загальних відомостей про відцентрове лиття.
3. Описання лабораторної установки з ескізом.
4. Ескіз виливка. Аналіз його якості.
5. Висновки про роботу.



Контрольні питання

1. Суть відцентрового лиття.
2. Типи машин для відцентрового лиття.
3. Можливості відцентрового лиття та його переваги.
4. За рахунок чого збільшується продуктивність праці при відцентровому литті?
5. Чому при відцентровому литті збільшується коефіцієнт використання металу?
6. Як впливає відцентрова сила на якість металу?

Практична робота № 5

Тема: Листове штампування.

Мета роботи - вивчення суті, обладнання, інструменту та операцій листового штампування.

Листовим штампуванням називають метод виготовлення плоских і об'ємних тонкостінних деталей з листового, стрічкового і штабового матеріалу. Товщина вихідної заготовки звичайно не перевищує 5 мм (у рідких випадках більше 5 мм, при цьому застосовується гаряче листове штампування). Матеріалом для штампування є сталь і сплави кольорових металів.

Теоретичні відомості

Широке застосування листового штампування в промисловості пояснюється рядом його позитивних якостей:

- 1) високою продуктивністю (до 30...90 тис. деталей за зміну);
- 2) можливістю використання низькокваліфікованої робочої сили;
- 3) точністю деталей, що забезпечує їх взаємозамінність і виключає у більшості випадків наступну механічну обробку;
- 4) сприятливими умовами для автоматизації процесу.

На сучасних заводах штампуванням з листового матеріалу виготовляють близько 60% автомобільних деталей, наприклад, кузов автомобіля, раму, крила, щитки, деталі радіатора, фари, диски коліс тощо.

Технологічні операції листового штампування

Групи технологічних операцій листового штампування

Роздільні

Відрізання

Вирізування (вирубубвання)

Пробивання

Надрізання

Формозмінні

Витягання

Витягання без стоншування стінки

*Витягання з стоншуванням стінки
(редукування)*

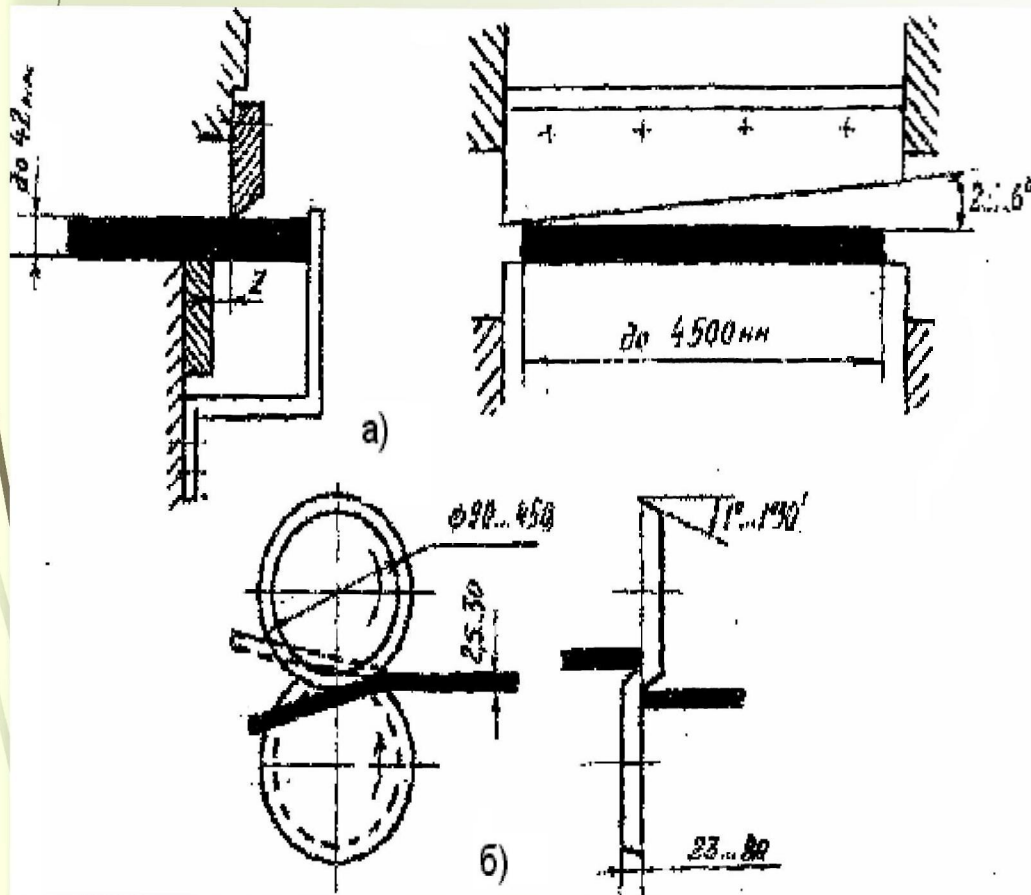
Згинання

Розбуртування

Обтискання

Формування

Роздільні технологічні операції

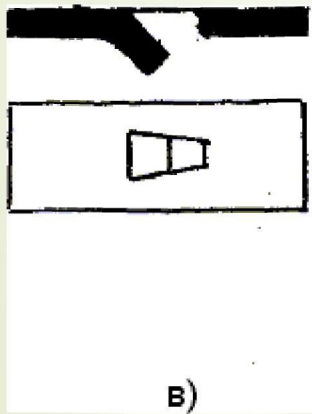
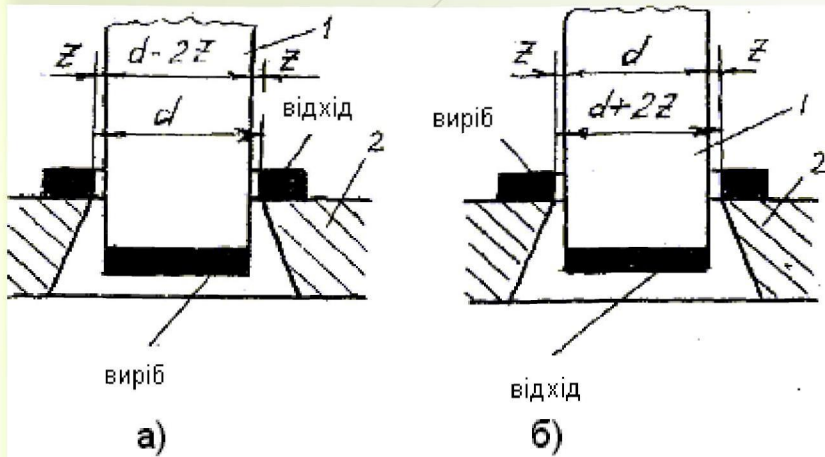


Ці операції пов'язані з відокремленням однієї частини матеріалу від іншої по замкнутому або незамкнутому контуру.

В і д р і з а н н я – розділення заготовки на частини за допомогою ножів або штампа. Його найчастіше застосовують як заготовчу операцію (різання заготовки). Ця операція виконується на ножицях з поступальним рухом ріжучих кромek ножів (гільйотинних); обертотвим (дискових); а також на відрізних штампах.

Розрізання листового матеріалу на ножицях:
а - гільйотинних, б - дискових.

Роздільні технологічні операції



Схеми роздільних операцій:
а - вирізування; б - пробивання;
в - надрізання

Вирізування (вирубування) – повне відокремлення матеріалу по замкнутому контуру. Частина, що відокремлюється, є виробом.

Пробивання – операція отримання в деталі наскрізного отвору.

Операції виконуються за допомогою штампів, пуансоном і матрицею, які працюють як ножі. Зазор між пуансоном та матрицею дорівнює $(0,05..0,1)S$, де S - товщина вихідної заготовки, забезпечується за рахунок зменшення діаметра пуансона при вирізанні і за рахунок збільшення діаметра при пробиванні.

Надрізання – операція часткового відокремлення матеріалу по незамкнутому контуру без видалення залишків, тобто без відходів

Формозмінні технологічні операції

Такі операції, коли плоска заготовка перетворюється в просторову деталь.

Витягання – процес одержання порожнистих виробів з плоскої листової заготовки. Витяганням виготовляють кузови і гальмові барабани автомобілей, каструлі, гільзи тощо.

Витягання без стоншування стінки. Неглибокі деталі простої форми витягають за один перехід. Відношення зовнішнього діаметра одержаної деталі до діаметра вихідної заготовки називається коефіцієнтом витяжки K .

Коефіцієнти витяжки: для першого переходу $K = d/D = 0,5...0,7$; для другого і наступних переходів $K_2 = K_3 = ... = K_n = d_1 / d_2 = ... = d_n / d_{n-1} = 0,75...0,90$.

Витягання з стоншуванням стінки (редукування) є додатковою операцією для стоншування бічних стінок попередньо витягнутої деталі.

Це досягається зазором між пуансоном і матрицею за рахунок стоншування бічних стінок з розміру S_0 до S_1 , збільшується висота деталі. Зменшення товщини стінки, що допускається за один перехід, має дорівнювати 40..60%.

Формозмінні технологічні операції

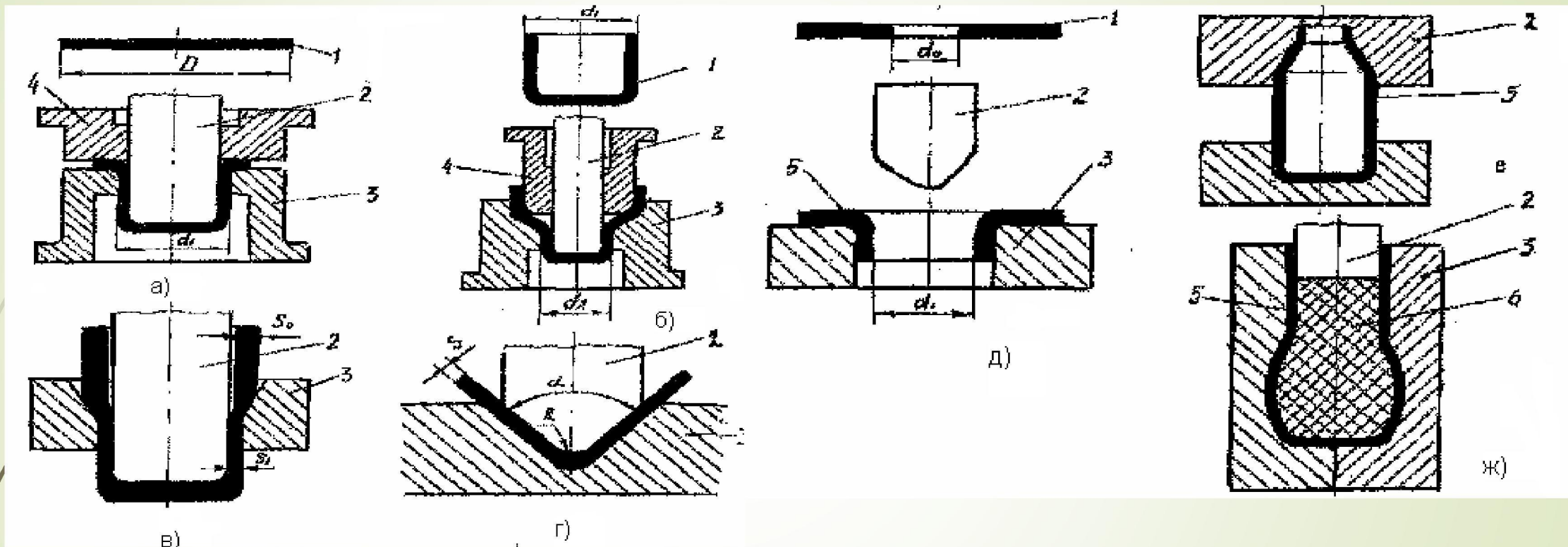
Згинання – операція, яка змінює напрямлення осі деталі. При згинанні формозміна обмежується мінімальним радіусом інструмента R в зоні згинання. В залежності від пластичних властивостей металу радіус R приймається рівним $0,1...0,2$ товщини заготовки.

Розбортування – полягає в утворенні борта в заготовці з попередньо пробитим отвором (порожнисті заклепки, фланці, люки в днищах котлів та ін). Коефіцієнт розбортовки K_p дорівнює відношенню діаметра отвору вихідної заготовки d_0 до діаметра борта d_1 . Допустиме без руйнування значення $K_p = 0,45...0,65$.

Обтискання – являє собою місцеве зменшення поперечного перерізу порожнистого виробу, одержаного витяганням. Величина обтискання за один перехід становить $20...30\%$.

Формування – операція, яка виконується з метою одержання остаточного профілю (форми) чи більш точних розмірів попередньо витягнутого виробу. Прикладом формування є одержання на виробках різного роду опуклостей, западин, орнаментів, ребер жорсткості та ін.

Формозмінні технологічні операції

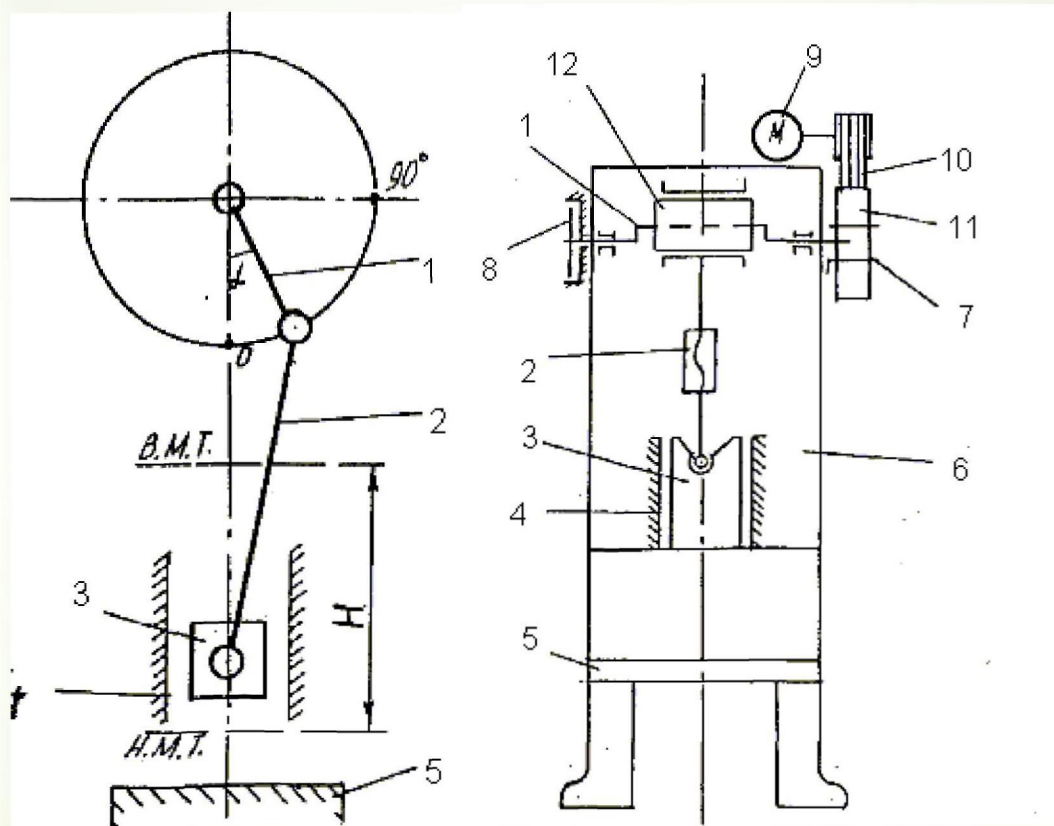


1 - вихідна заготовка; 2 - пуансон; 3 - матриця; 4 - притискувач;
5 - виріб; 6 - гумовий вкладиш.

а, б - витягання; в - редукування; г - згинання; д - розбуртування;
е - обтискання; ж - формування.

Обладнання для листового штампування

Більшість листоштампувальних робіт виконуються на кривошипних механічних пресах. Їм властива надійність в роботі, економічність і простота в керуванні.



Однокривошипний механічний прес:

- 1 - кривошип; 2 - шатун; 3 - повзун; 4 - напрямні повзуна; 5 - стіл; 6 - станина;
7 - муфта включення кривошипа; 8 - гальмо; 9 - електродвигун; 10 - пасова передача;
11 - маховик; 12 - ексцентрикова втулка для регулювання величини ходу повзуна

Інструмент для листового штампування

Інструментом для листового штампування є штамп, який складається з технологічних (робочих.) і конструктивних деталей (блока). Перші безпосередньо забезпечують виконання технологічних операцій. До них відносяться пуансони, матриці, притискувачі, виштовхувачі, напрямні планки та інші.

Другі служать для з'єднання всіх деталей штампа в загальну конструкцію і для закріплення штампа в пресі. Це верхня і нижня плити, хвостовик, напрямні колонки, скріплювальні деталі.

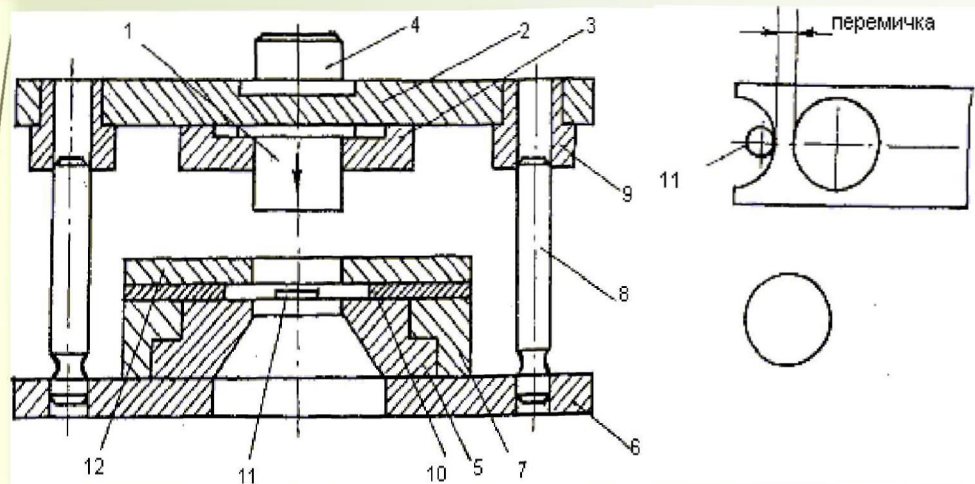
За технологічними ознаками штампи поділяються на штампи простої, суміщеної та послідовної дії.

Штампи простої дії призначені для виконання однієї або кількох однойменних технологічних операцій на одній позиції за один хід рухомої частини штампа.

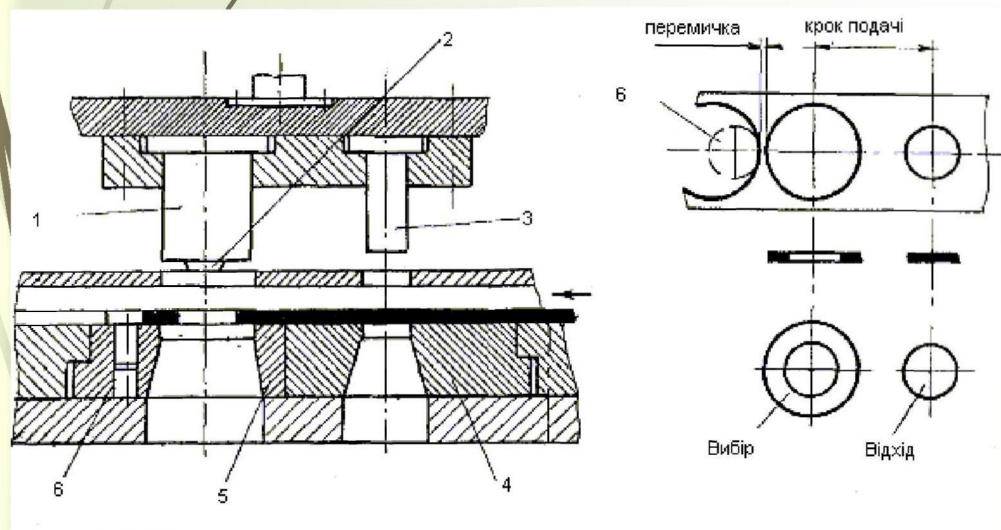
Штамп суміщеної дії - за один хід рухомої частини штампа виконуються різнойменні технологічні операції або технологічні переходи, наприклад, вирубка та витяжка.

Штампи послідовної дії призначені для кількох технологічних операцій або технологічних переходів на кількох позиціях за відповідне число ходів рухомої частини штампа.

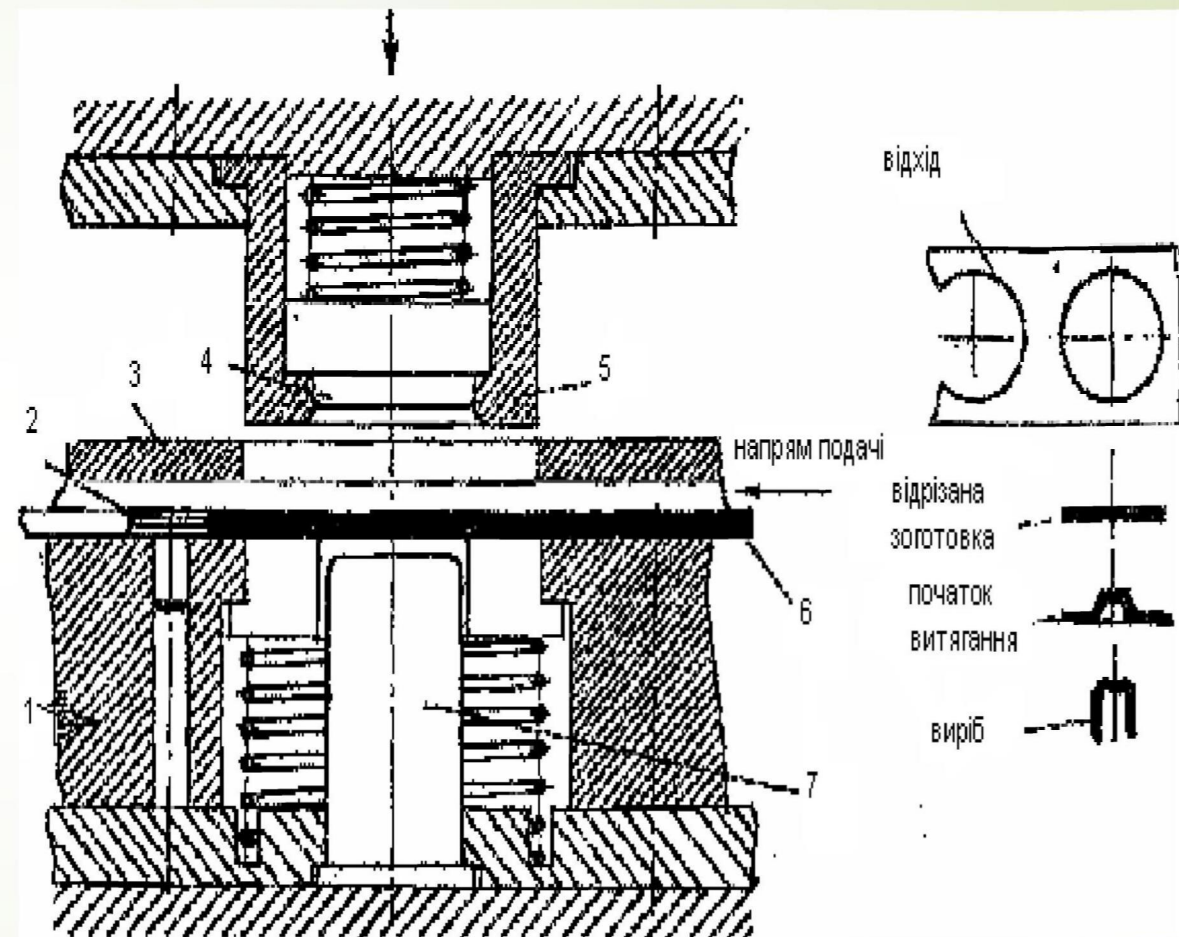
Обладнання для листового штампування



Штамп простої дії



Штамп послідовної дії



Штамп суміщеної дії

1 - матриця вирубки; 2 - упор; 3 - знімач; 4 - виштовхувач;
5 - пуансон вирубки і матриця витяжки; 6 - штаба; 7 - пуансон
ВИТЯЖКИ

Порядок виконання роботи

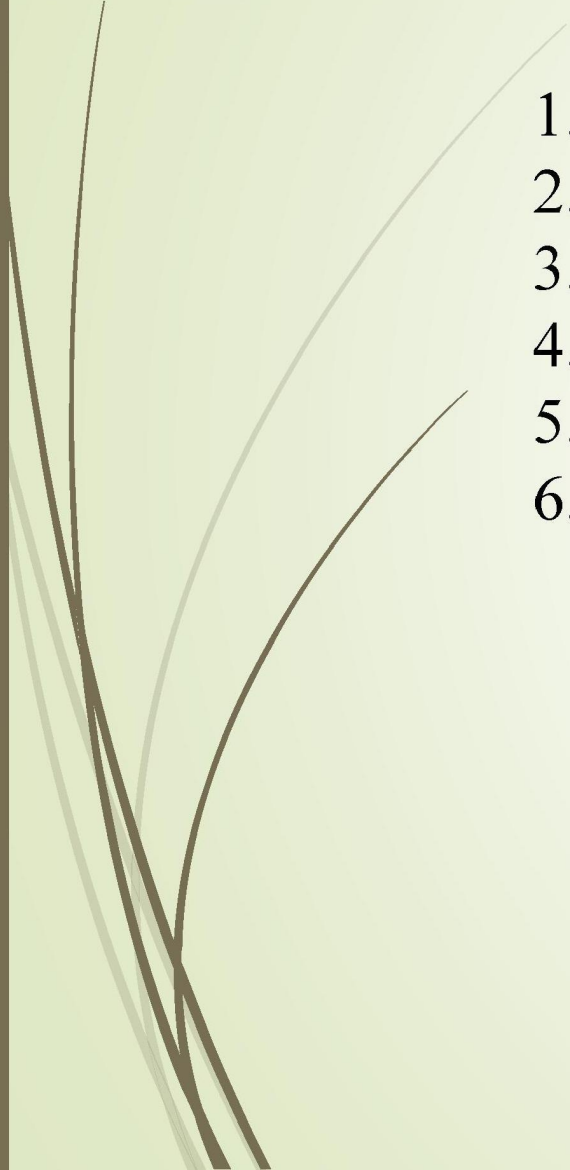
1. Вивчити суть, операції, обладнання і інструмент для листового штампування.
2. Виконати завдання згідно з таблицею 5. Номер завдання відповідає порядковому номеру прізвища студента у журналі викладача.
3. Виконати штампування на пресі під керівництвом майстра.
4. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

1. Записати тему і мету роботи.
2. Короткі теоретичні відомості про листове штампування..
3. Схема штампа, з допомогою якого проводилась практична робота та ескіз виготовленої деталі.
4. Висновки про роботу.



Контрольні питання

1. Як перевіряють здатність матеріалу до листового штампування ?
 2. Які операції відносяться до роздільних, формозмінних ?
 3. Яке обладнання використовується для листового штампування ?
 4. Інструмент для листового штампування.
 5. Типи штампів.
 6. Суть листового штампування.
- 

Практична робота № 5

Тема: Листове штампування.

Мета роботи - вивчення суті, обладнання, інструменту та операцій листового штампування.

Листовим штампуванням називають метод виготовлення плоских і об'ємних тонкостінних деталей з листового, стрічкового і штабового матеріалу. Товщина вихідної заготовки звичайно не перевищує 5 мм (у рідких випадках більше 5 мм, при цьому застосовується гаряче листове штампування). Матеріалом для штампування є сталь і сплави кольорових металів.

Теоретичні відомості

Широке застосування листового штампування в промисловості пояснюється рядом його позитивних якостей:

- 1) високою продуктивністю (до 30...90 тис. деталей за зміну);
- 2) можливістю використання низькокваліфікованої робочої сили;
- 3) точністю деталей, що забезпечує їх взаємозамінність і виключає у більшості випадків наступну механічну обробку;
- 4) сприятливими умовами для автоматизації процесу.

На сучасних заводах штампуванням з листового матеріалу виготовляють близько 60% автомобільних деталей, наприклад, кузов автомобіля, раму, крила, щитки, деталі радіатора, фари, диски коліс тощо.

Технологічні операції листового штампування

Групи технологічних операцій листового штампування

Роздільні

Відрізання

Вирізування (вирубубвання)

Пробивання

Надрізання

Формозмінні

Витягання

Витягання без стоншування стінки

*Витягання з стоншуванням стінки
(редукування)*

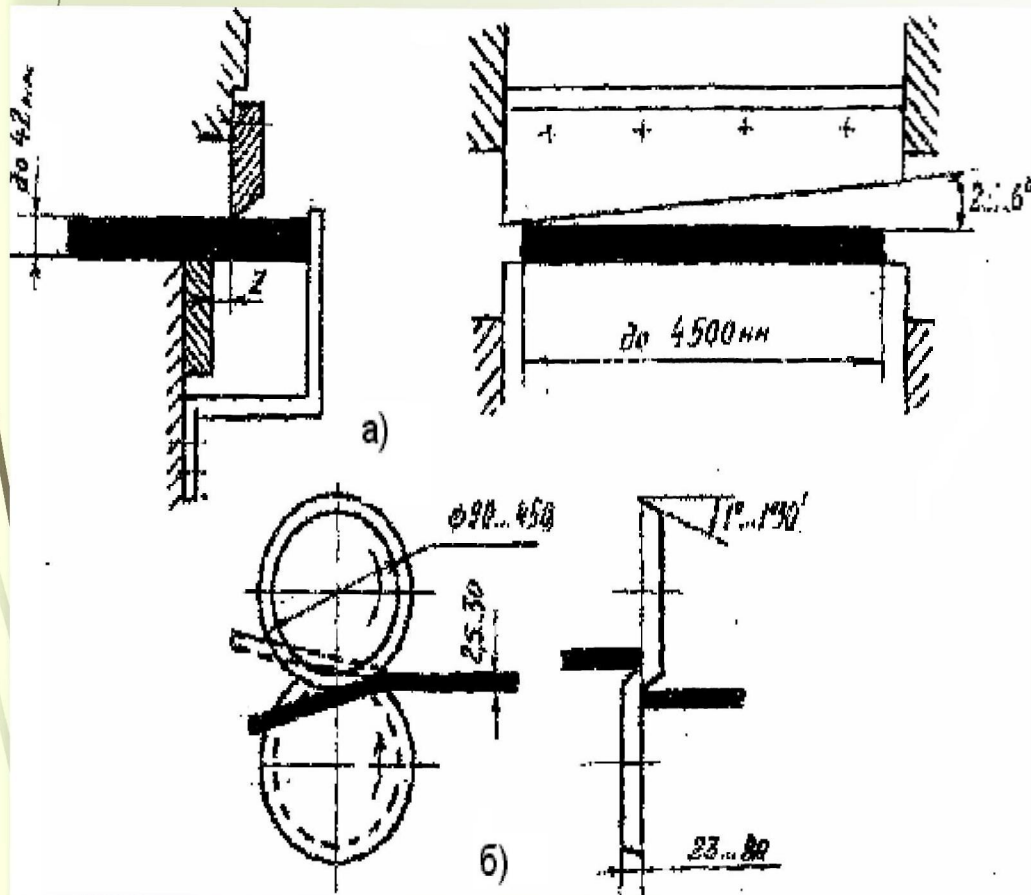
Згинання

Розбуртування

Обтискання

Формування

Роздільні технологічні операції

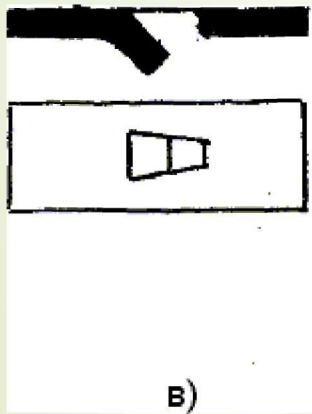
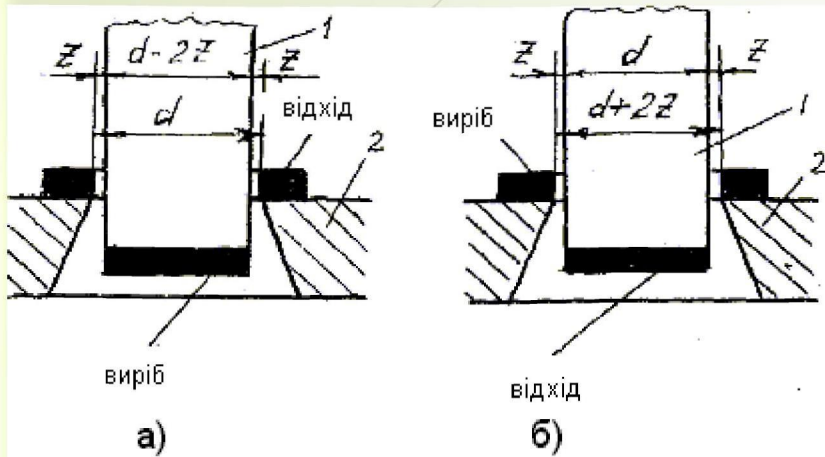


Ці операції пов'язані з відокремленням однієї частини матеріалу від іншої по замкнутому або незамкнутому контуру.

В і д р і з а н н я – розділення заготовки на частини за допомогою ножів або штампа. Його найчастіше застосовують як заготовчу операцію (різання заготовки). Ця операція виконується на ножицях з поступальним рухом ріжучих кромek ножів (гільйотинних); обертотвим (дискових); а також на відрізних штампах.

Розрізання листового матеріалу на ножицях:
а - гільйотинних, б - дискових.

Роздільні технологічні операції



Схеми роздільних операцій:
а - вирізування; б - пробивання;
в - надрізання

Вирізування (вирубування) – повне відокремлення матеріалу по замкнутому контуру. Частина, що відокремлюється, є виробом.

Пробивання – операція отримання в деталі наскрізного отвору.

Операції виконуються за допомогою штампів, пуансоном і матрицею, які працюють як ножі. Зазор між пуансоном та матрицею дорівнює $(0,05..0,1)S$, де S - товщина вихідної заготовки, забезпечується за рахунок зменшення діаметра пуансона при вирізанні і за рахунок збільшення діаметра при пробиванні.

Надрізання – операція часткового відокремлення матеріалу по незамкнутому контуру без видалення залишків, тобто без відходів

Формозмінні технологічні операції

Такі операції, коли плоска заготовка перетворюється в просторову деталь.

Витягання – процес одержання порожнистих виробів з плоскої листової заготовки. Витяганням виготовляють кузови і гальмові барабани автомобілей, каструлі, гільзи тощо.

Витягання без стоншування стінки. Неглибокі деталі простої форми витягають за один перехід. Відношення зовнішнього діаметра одержаної деталі до діаметра вихідної заготовки називається коефіцієнтом витяжки K .

Коефіцієнти витяжки: для першого переходу $K = d/D = 0,5...0,7$; для другого і наступних переходів $K_2 = K_3 = \dots = K_n = d_1 / d_2 = \dots = d_n / d_{n-1} = 0,75...0,90$.

Витягання з стоншуванням стінки (редукування) є додатковою операцією для стоншування бічних стінок попередньо витягнутої деталі.

Це досягається зазором між пуансоном і матрицею за рахунок стоншування бічних стінок з розміру S_0 до S_1 , збільшується висота деталі. Зменшення товщини стінки, що допускається за один перехід, має дорівнювати 40..60%.

Формозмінні технологічні операції

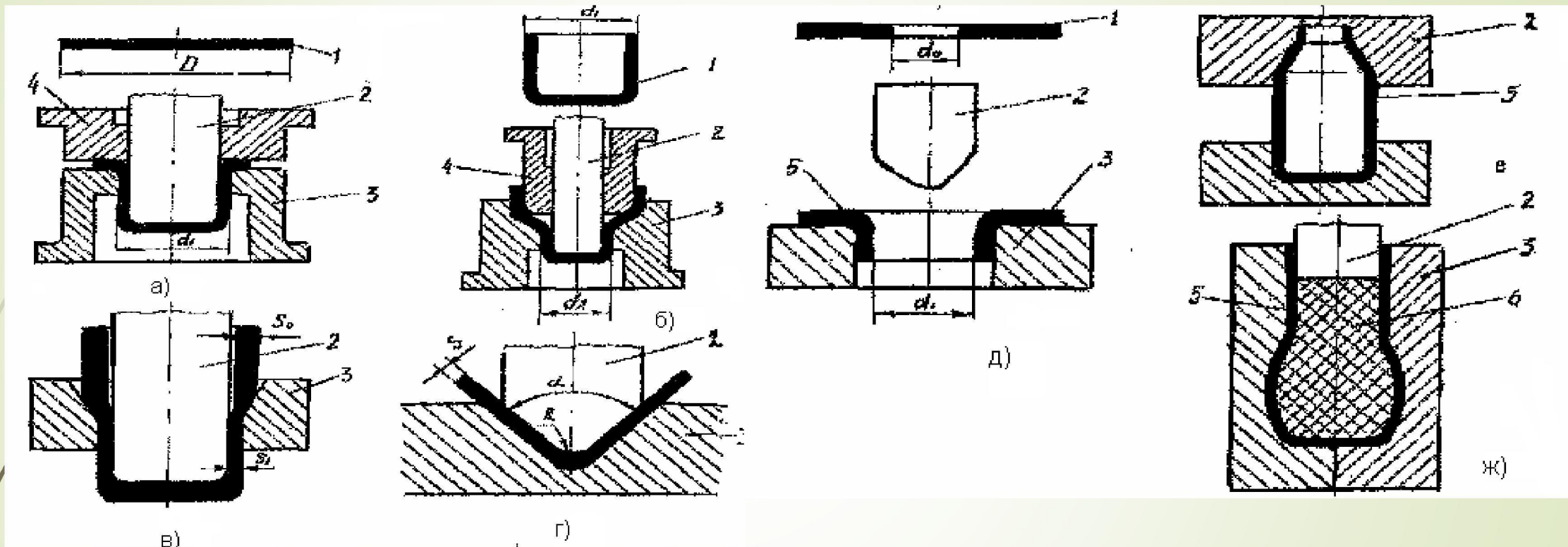
Згинання – операція, яка змінює напрямлення осі деталі. При згинанні формозміна обмежується мінімальним радіусом інструмента R в зоні згинання. В залежності від пластичних властивостей металу радіус R приймається рівним $0,1...0,2$ товщини заготовки.

Розбортування – полягає в утворенні борта в заготовці з попередньо пробитим отвором (порожнисті заклепки, фланці, люки в днищах котлів та ін). Коефіцієнт розбортовки K_p дорівнює відношенню діаметра отвору вихідної заготовки d_0 до діаметра борта d_1 . Допустиме без руйнування значення $K_p = 0,45...0,65$.

Обтискання – являє собою місцеве зменшення поперечного перерізу порожнистого виробу, одержаного витяганням. Величина обтискання за один перехід становить $20...30\%$.

Формування – операція, яка виконується з метою одержання остаточного профілю (форми) чи більш точних розмірів попередньо витягнутого виробу. Прикладом формування є одержання на виробках різного роду опуклостей, западин, орнаментів, ребер жорсткості та ін.

Формозмінні технологічні операції

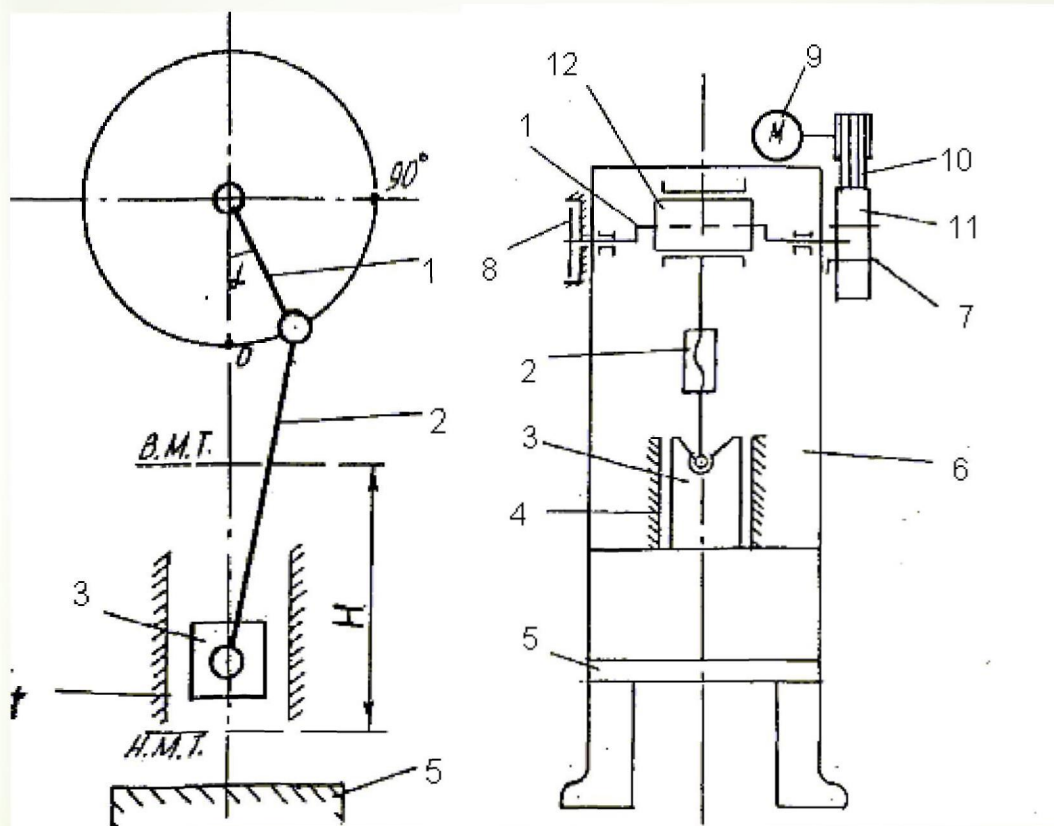


1 - вихідна заготовка; 2 - пуансон; 3 - матриця; 4 - притискувач;
5 - виріб; 6 - гумовий вкладиш.

а, б - витягання; в - редукування; г - згинання; д - розбуртування;
е - обтискання; ж - формування.

Обладнання для листового штампування

Більшість листоштампувальних робіт виконуються на кривошипних механічних пресах. Їм властива надійність в роботі, економічність і простота в керуванні.



Однокривошипний механічний прес:

- 1 - кривошип; 2 - шатун; 3 - повзун; 4 - напрямні повзуна; 5 - стіл; 6 - станина;
- 7 - муфта включення кривошипа; 8 - гальмо; 9 - електродвигун; 10 - пасова передача;
- 11 - маховик; 12 - ексцентрикова втулка для регулювання величини ходу повзуна

Інструмент для листового штампування

Інструментом для листового штампування є штамп, який складається з технологічних (робочих.) і конструктивних деталей (блока). Перші безпосередньо забезпечують виконання технологічних операцій. До них відносяться пуансони, матриці, притискувачі, виштовхувачі, напрямні планки та інші.

Другі служать для з'єднання всіх деталей штампа в загальну конструкцію і для закріплення штампа в пресі. Це верхня і нижня плити, хвостовик, напрямні колонки, скріплювальні деталі.

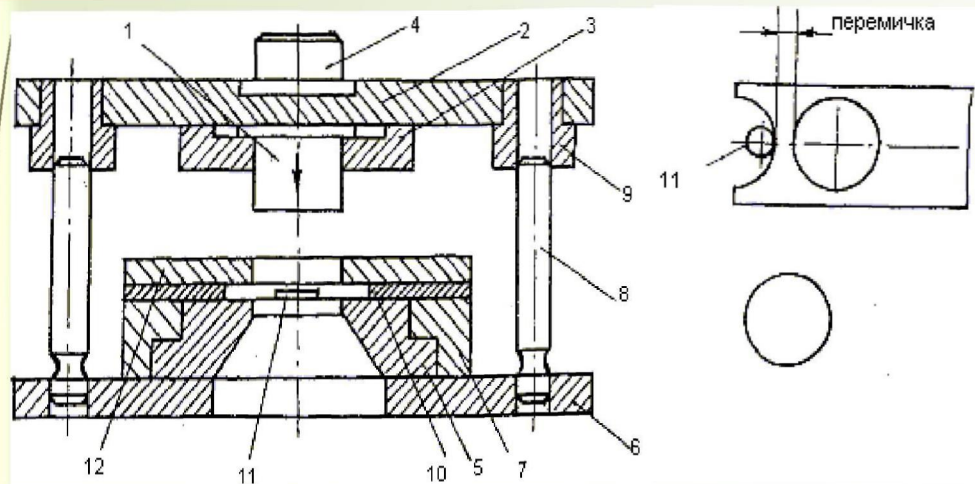
За технологічними ознаками штампи поділяються на штампи простої, суміщеної та послідовної дії.

Штампи простої дії призначені для виконання однієї або кількох однойменних технологічних операцій на одній позиції за один хід рухомої частини штампа.

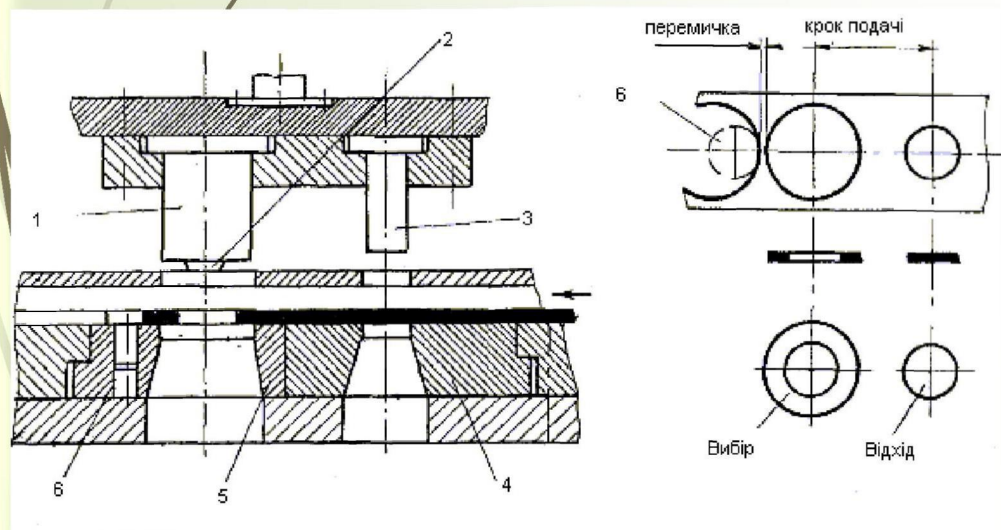
Штамп суміщеної дії - за один хід рухомої частини штампа виконуються різнойменні технологічні операції або технологічні переходи, наприклад, вирубка та витяжка.

Штампи послідовної дії призначені для кількох технологічних операцій або технологічних переходів на кількох позиціях за відповідне число ходів рухомої частини штампа.

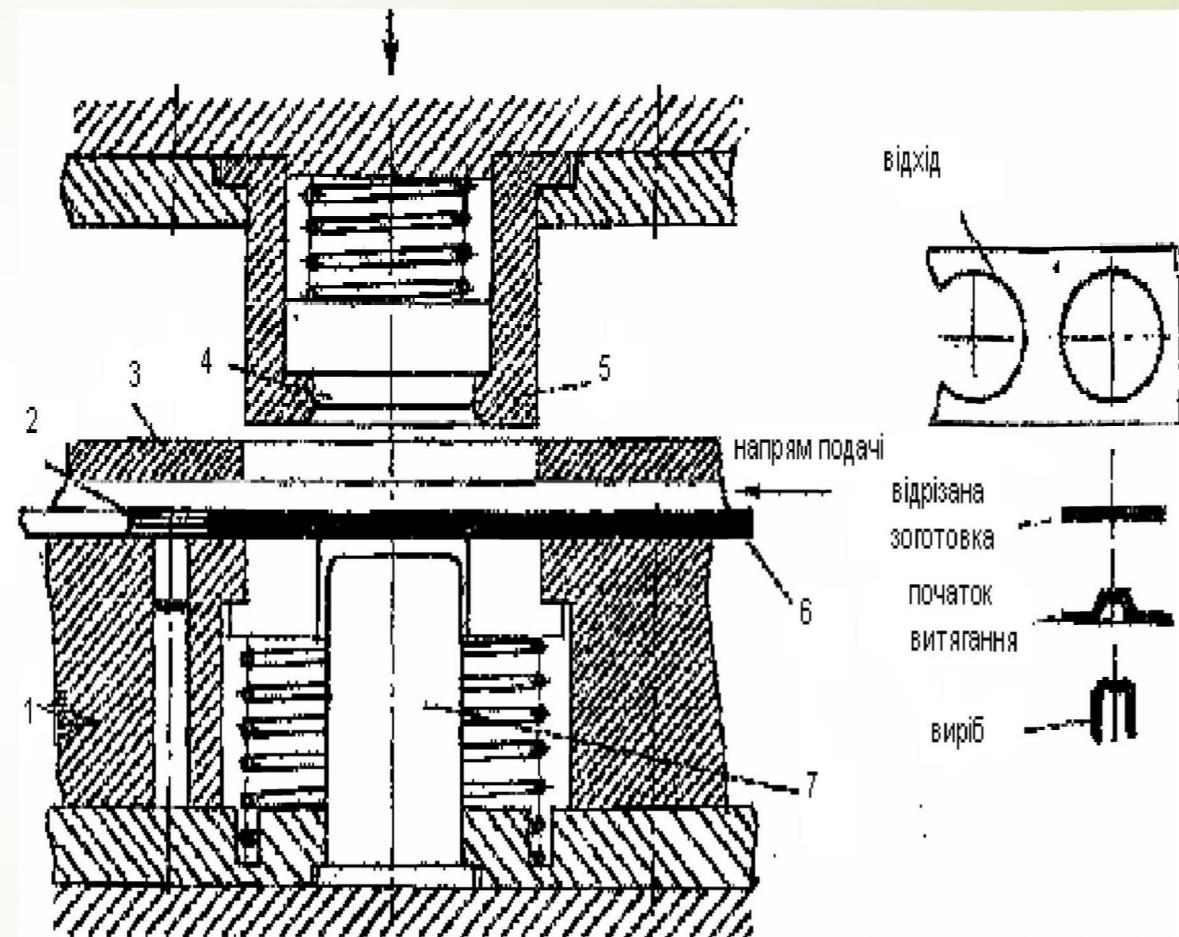
Обладнання для листового штампування



Штамп простої дії



Штамп послідовної дії



Штамп суміщеної дії

1 - матриця вирубки; 2 - упор; 3 - знімач; 4 - виштовхувач;
5 - пуансон вирубки і матриця витяжки; 6 - штаба; 7 - пуансон
ВИТЯЖКИ

Порядок виконання роботи


1. Вивчити суть, операції, обладнання і інструмент для листового штампування.
2. Виконати завдання згідно з таблицею 5. Номер завдання відповідає порядковому номеру прізвища студента у журналі викладача.
3. Виконати штампування на пресі під керівництвом майстра.
4. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

1. Записати тему і мету роботи.
2. Короткі теоретичні відомості про листове штампування..
3. Схема штампа, з допомогою якого проводилась практична робота та ескіз виготовленої деталі.
4. Висновки про роботу.



Контрольні питання

1. Як перевіряють здатність матеріалу до листового штампування ?
 2. Які операції відносяться до роздільних, формозмінних ?
 3. Яке обладнання використовується для листового штампування ?
 4. Інструмент для листового штампування.
 5. Типи штампів.
 6. Суть листового штампування.
- 

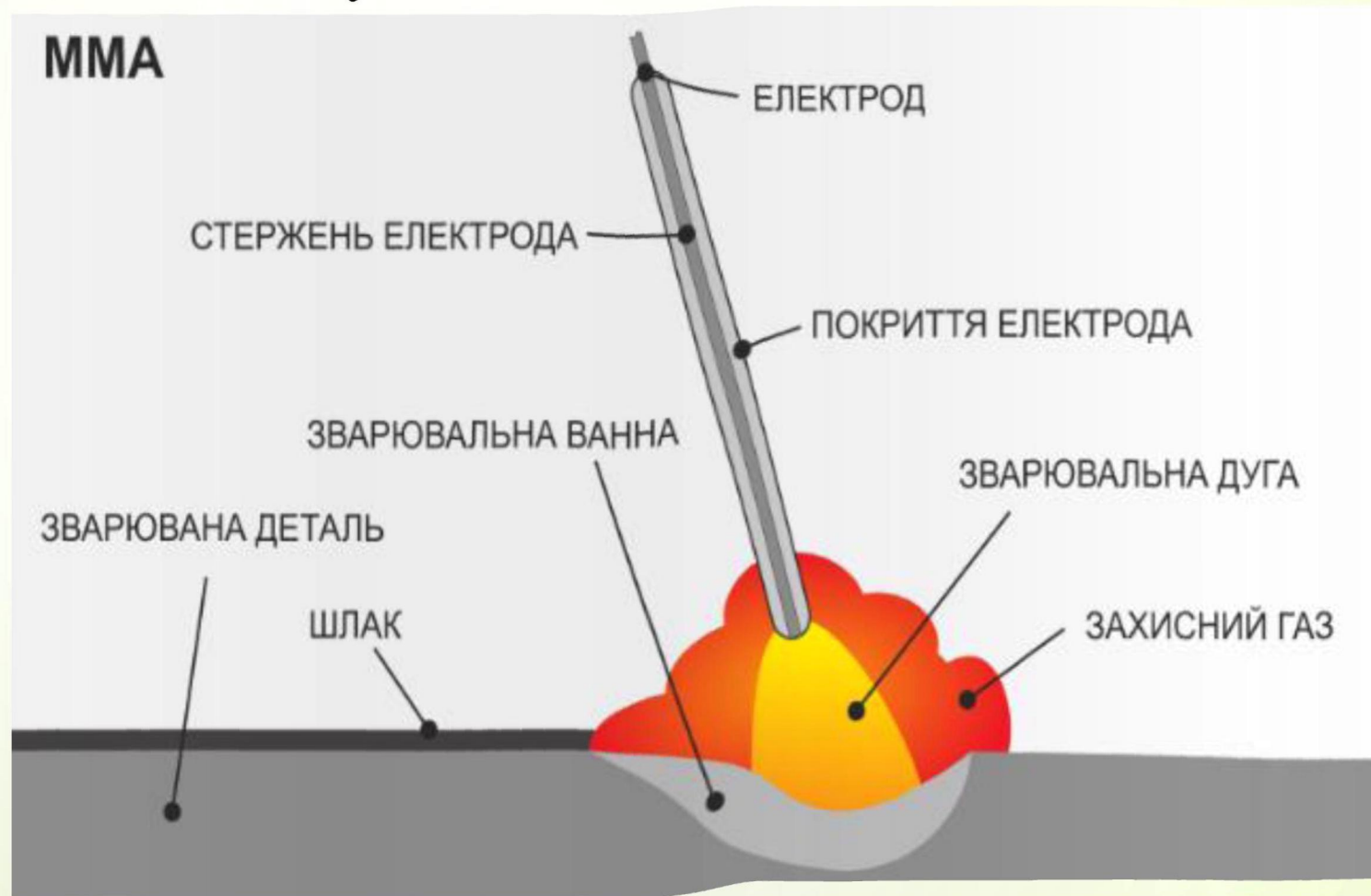
Практична робота № 6

Тема: Ручне дугове зварювання металів

Мета роботи - вивчення фізичної суті дугового зварювання, технології, обладнання та матеріалів для ручного дугового зварювання, виконання розрахунків режиму зварювання, отримання практичних навичок виконання найпростіших електрозварювальних робіт.

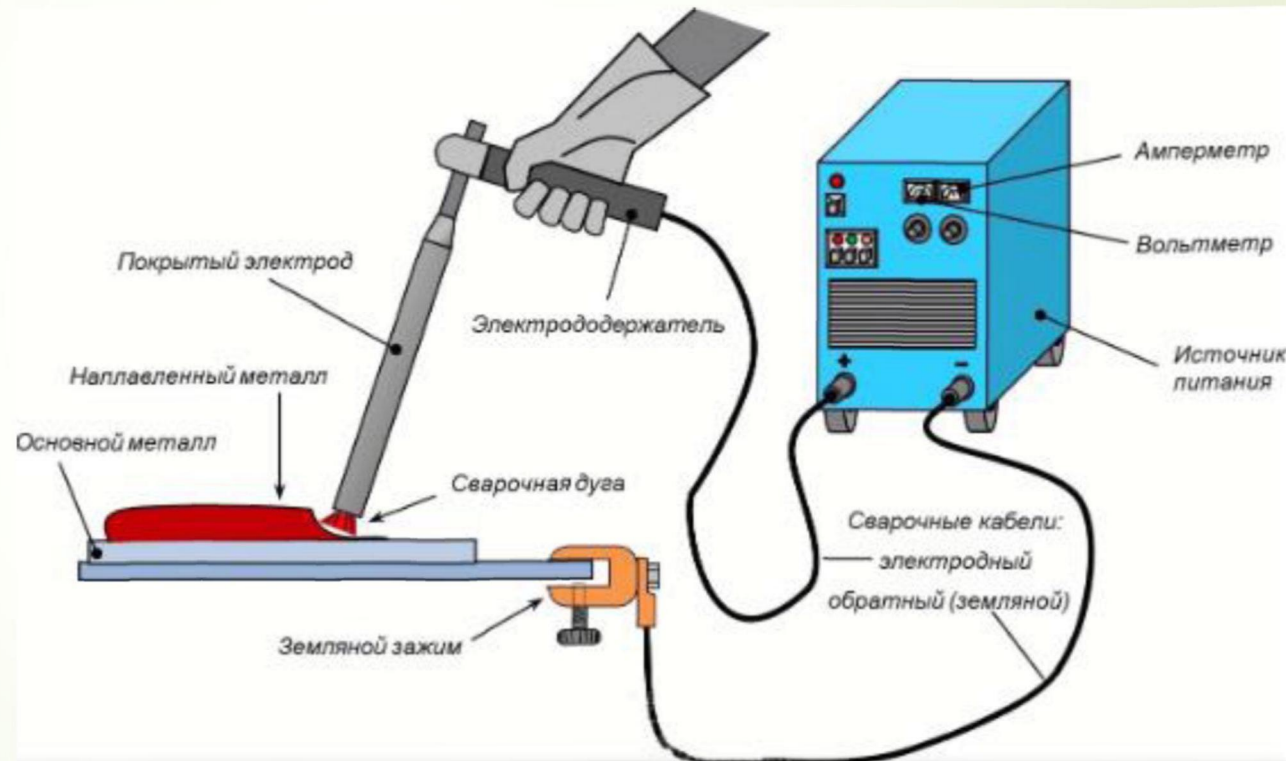


Електричне дугове зварювання – це процес з'єднання металевих заготовок шляхом розплавлення їх кромки теплом електричної дуги з наступною сумісною кристалізацією розплавленого металу



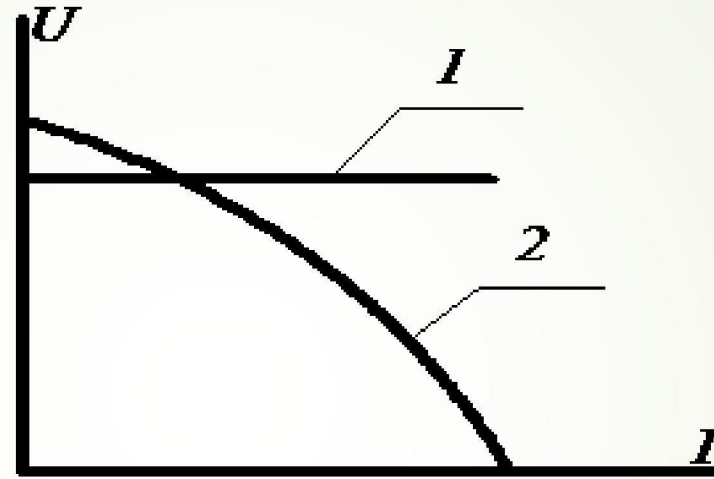
Теоретичні відомості

Дугове зварювання проводять вручну за допомогою змінного або постійного струму на електродах, з спеціальним покриттям.



Джерелами постійного струму служать зварювальні генератори постійного струму і зварювальні випрямлячі. При зварюванні змінним струмом використовують переважно зварювальні трансформатори.

Зовнішньою характеристикою називається залежність між напругою U на затискувачах джерела струму і струмом навантаження I .

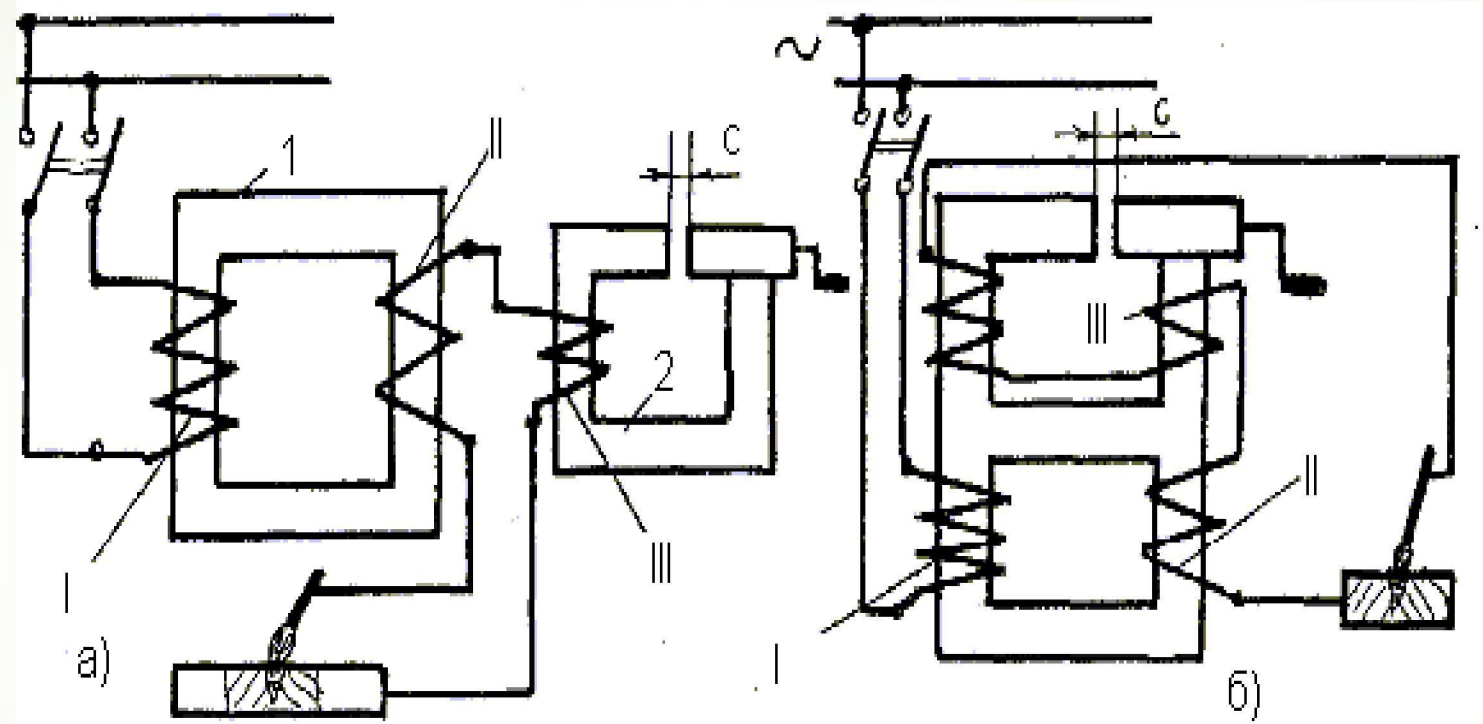


Види зовнішніх характеристики: жорстка 1 і спадаюча 2

Режим з падаючою зовнішньою пов'язаний з частими короткими замиканнями, є необхідність в обмеженні струму короткого замикання джерела струму.

Падаючу зовнішню характеристику зварювального трансформатора отримуємо за рахунок того, що послідовно з дугою і вторинною обмоткою трансформатора вмикають так звану дросельну або реактивну обмотку.

Джерела змінного струму для зварювання



Схеми зварювальних трансформаторів:

I - первинна обмотка, II - вторинна обмотка, III - дросельна обмотка.
1 - сердечник трансформатора; 2 - сердечник дроселя

Сила зварювального струму регулюється зміною повітряного зазору "С".

Джерела постійного струму для зварювання

Випрямлячі



Дві котушки, що утворюють силовий трансформатор, перетворюють вхідними напругу і видають змінний струм для зварювання. Випрямний блок, у свою чергу, перетворює змінний струм в постійний.

Зварювальні інвертори



Вхідна напруга подається в дросель, який виконує роль випрямляча (перетворює змінний струм в постійний), потім напруга подається на мікросхеми, які збільшують частоту струму. Потім струм поступає на трансформатор, а після і на зварювальну дугу.

Зварювальні напіваавтомати



Напіваавтомат – це звичайний інвертор, але зі вбудованим механізмом подання зварювального дроту і режимами зварювання, призначеними для роботи в середовищі захисного газу.

Електроди для ручного дугового зварювання

Для ручного дугового зварювання використовують електроди, що розплавляються, і електроди, що не розплавляються. Найчастіше зварювання проводять електродами, що розплавляються. Їх виготовляють із сталюого зварювального дроту у вигляді стержнів діаметром від 1 до 12 мм (у більшості випадків до 6 мм) і довжиною від 150 до 450 мм, на які нанесені покриття.

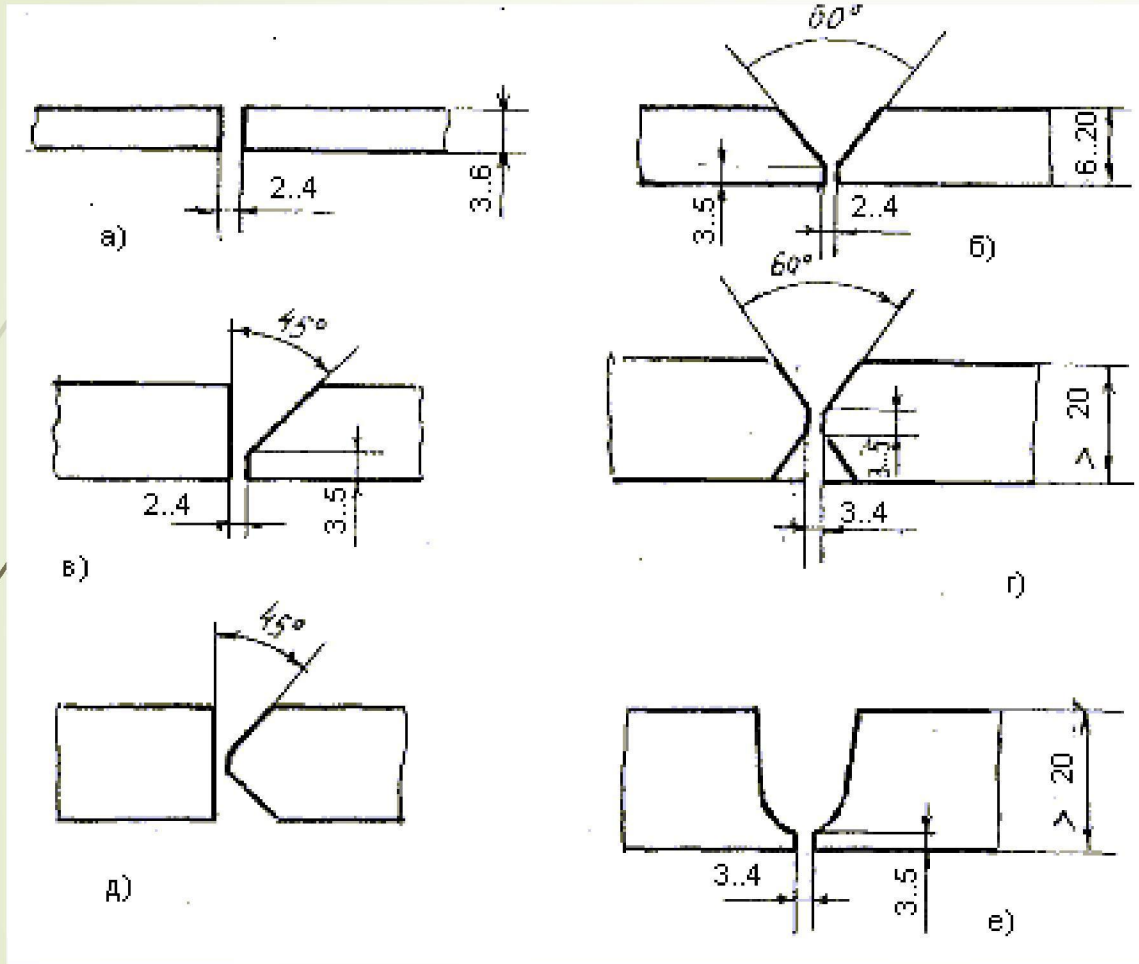
Електроди класифікують за такими ознаками:

- матеріалом, з якого вони виготовлені;
- призначенням для зварювання відповідних сталей;
- товщиною покриття, нанесеного на стержень;
- видом покриття;
- характером шлаку, який утворюється при розплавленні покриття;
- технічними властивостями металу шва;
- просторовими положеннями зварювання, родом та полярністю зварювального струму.

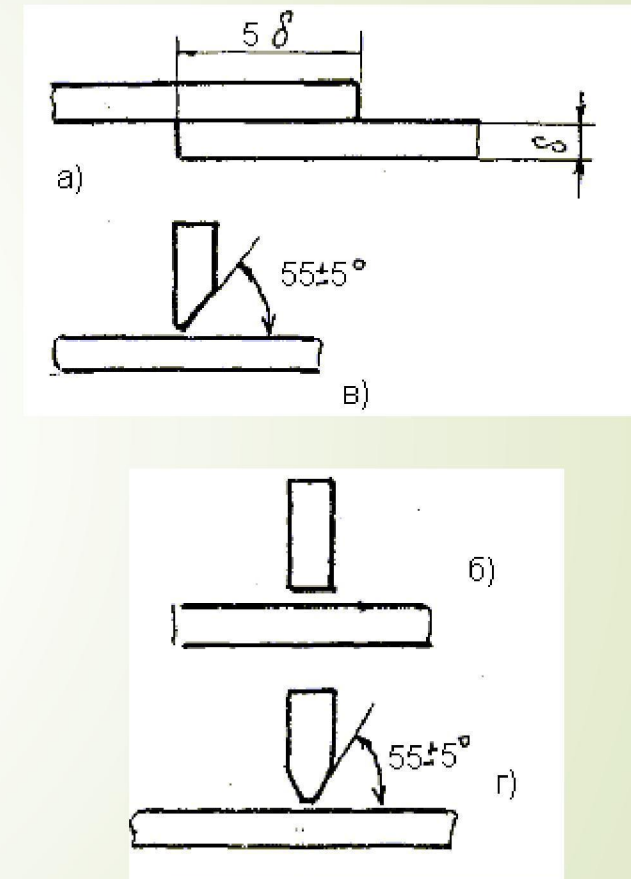
Покриття на електроді виконує такі функції:

- забезпечує стабільне горіння дуги за рахунок зниження потенціалу іонізації повітряного простору між електродом і деталлю, що зварюється. Для цього в покриття вводяться крейда, мармур, силікати натрію і калію, поташ;
- забезпечує газовий захист дуги, зони зварювання і розплавленого металу за рахунок речовин у складі покриття, які легко розкладаються при високій температурі - крохмалю, целюлози, магнезиту та ін.;
- забезпечує шлаковий захист поверхні розплавленого металу. Шлакоутворюючими компонентами покриття є марганцева руда, плавиковий шпат, рутил, мармур, крейда та ін.;
- розкислення металу зварювальної ванни. Як розкислювачі застосовують феромарганець, феросиліцій;
- легування металу шва феросплавами. Як скріплювач перерахованих компонентів звичайно використовують рідке скло (силікат натрію $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_m$).

Підготовка кромки під зварювання



Підготовка кромки для ручного дугового зварювання в стик

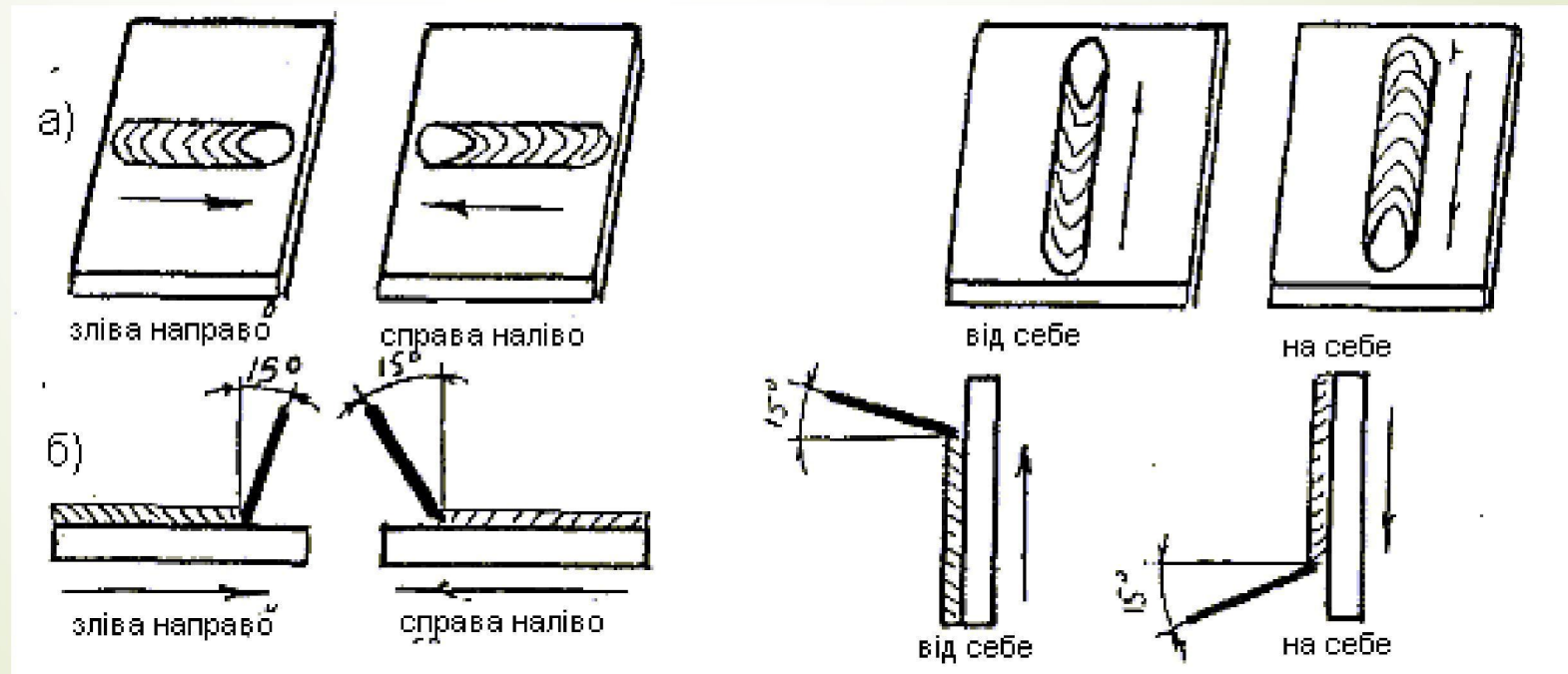


Підготовка кромки для кутових швів: з'єднань внапусток (а) і таврових (б - в)

Вибір режиму зварювання

Діаметр електрода вибирається в залежності від товщини металу, що зварюють, виду зварного з'єднання, типу шва тощо. При стиковому зварюванні листів товщиною до 4 мм у нижньому положенні діаметр електрода береться рівним товщині листа.

Для отримання щільного і рівного шва при зварюванні у нижньому положенні на горизонтальній площині кут нахилу електрода повинен бути 15° від вертикалі у бік ведення шва.

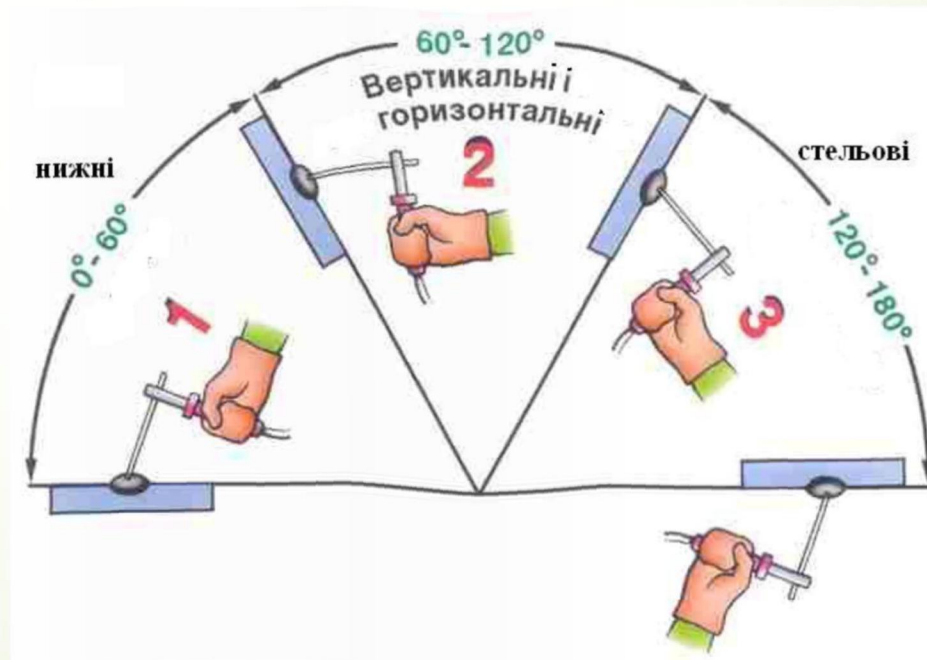


Вибір режиму зварювання

Силу зварювального струму вибирають в залежності від діаметра електродів за формулою

$$I = K \cdot d, A$$

де K - коефіцієнт, що дорівнює 35...60 А/мм,
 d - діаметр електрода, мм.

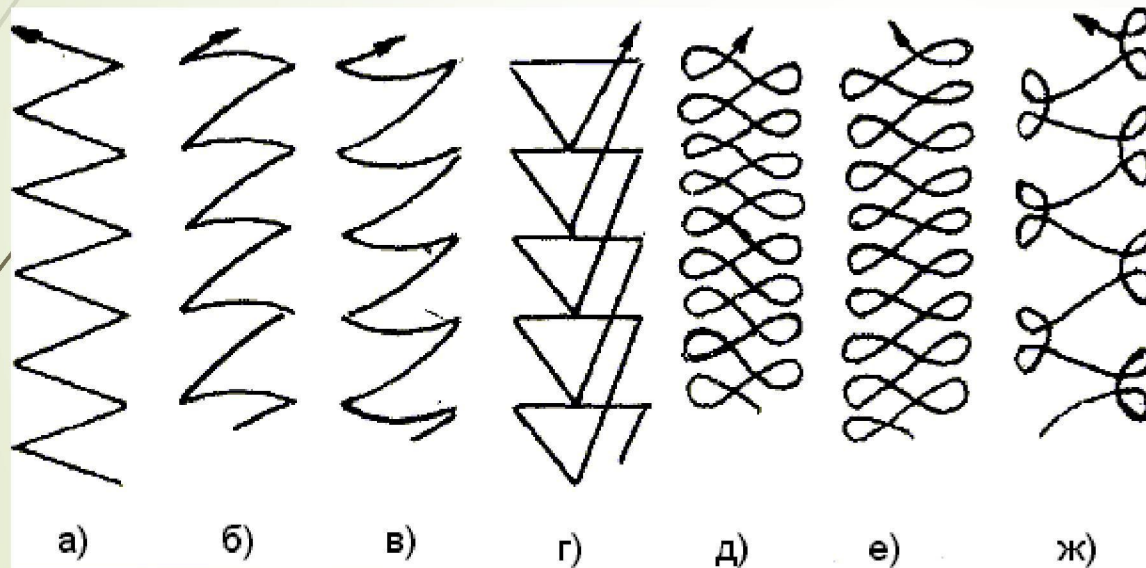


Положення зварних швів у просторі:

1 - нижнє; 2 - вертикальне або горизонтальне; 3 - стельове

Коливальні рухи електрода.

Отримання валика потрібної ширини забезпечується поперечними коливальними рухами електрода.



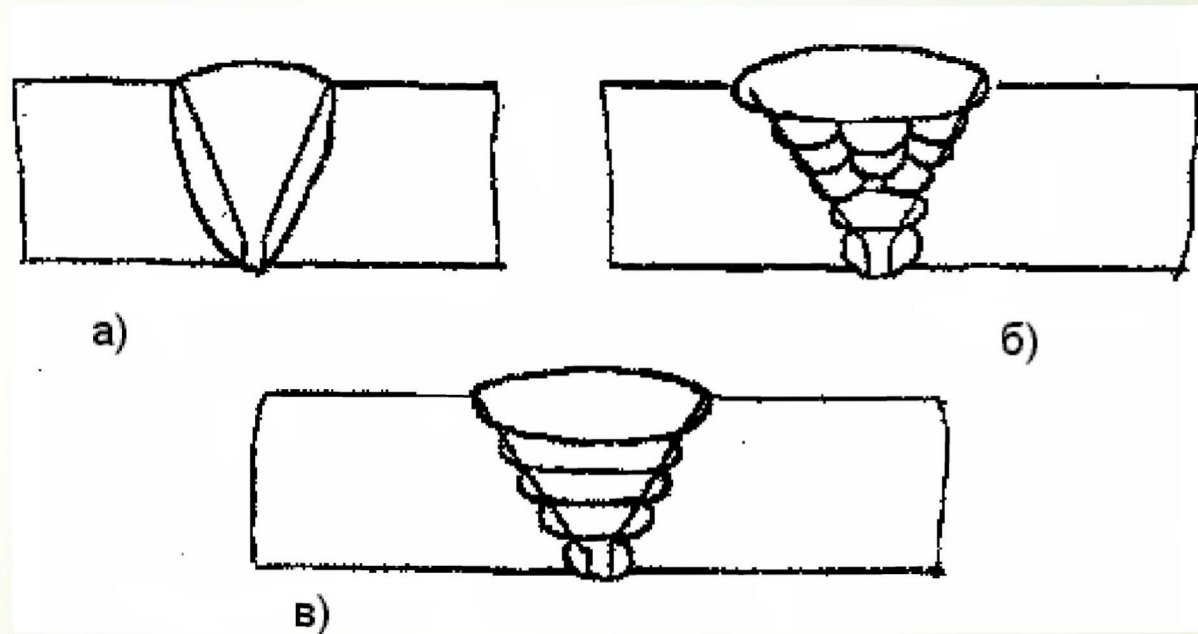
Найчастіше використовують шви шириною від 1,5 до 4 діаметрів електрода



Зварювання
кутових вертикальних швів

Способи заповнення перерізу шва.

За способом заповнення шва по перерізу розрізняють одношарові шви (а), багатопрохідні багат шарові (б) і багат шарові (в).

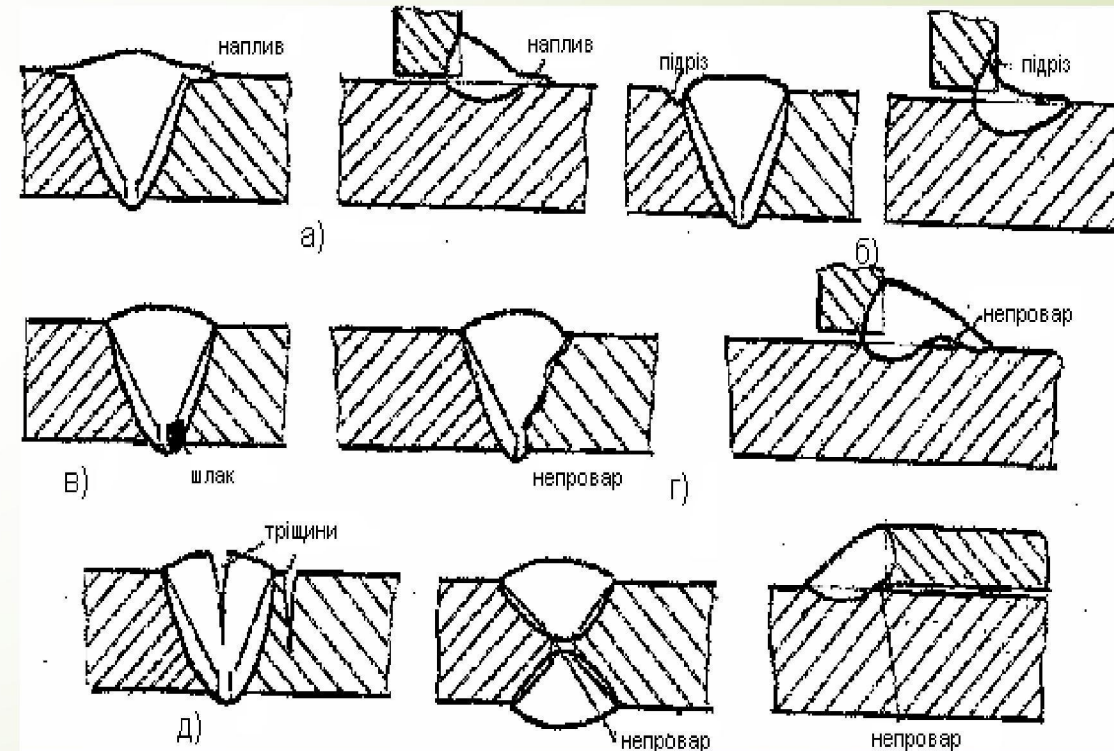


Багат шарові шви найчастіше використовують у стикових з'єднаннях, багатопрохідні - в кутових і таврових.

Якість зварювання

Контроль непроникності швів. Цей спосіб полягає у контролі за проникненням газів (повітря, суміші повітря з аміаком і іншими індикаторами) та рідин (води, гасу) через щонайменші дефекти несцільності.

- Рентгенівське просвічування
- Магнітографічний метод контролю
- Ультразвуковий контроль
- Металографічні випробування
- Механічні випробування - це випробування на міцність, твердість, згин, ударну в'язкість та інші



Дефекти зварних з'єднань

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись та засвоїти правила техніки безпеки при роботі на зварювальному устаткуванні.
2. Підготувати до зварювання зразки: очистити від іржі, масла та іншого бруду, підготувати кромки і скласти зразки під зварювання.
3. Вибрати тип і діаметр електродів.
4. Призначити режим зварювання.
5. Включити живлення, запалити дугу, виконати зварювання.
6. Провести контроль якості шва зовнішнім оглядом.
7. Скласти звіт про роботу.

Зміст звіту

1. Записати тему і мету роботи.
2. Звіт про роботу повинен включати короткі теоретичні відомості про зварювальне обладнання, електроди, типи зварних з'єднань, техніку виконання зварних швів; завдання на самостійну роботу: матеріал зразків, тип з'єднання, тип та діаметр електрода, розрахунки режиму зварювання, результати контролю шва.



Контрольні питання

1. Суть процесу ручного дугового зварювання.
2. Властивості електричної дуги.
3. Джерела зварювального струму.
4. Зовнішня характеристика джерела струму.
5. Способи регулювання сили зварювального струму.
6. Електроди для ручного дугового зварювання.
7. Роль покриття електродів.
8. Види зварних з'єднань.
9. Режим ручного дугового зварювання.