

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни
“Вступ до спеціальності”
для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка,
освітня програма – “Обладнання та технології
пластичного формування конструкцій машинобудування»
всіх форм навчання

2020

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Вступ до спеціальності” для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітня програма – «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання /Укл.: А.А. Ленок, С.І. Стрижак – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2020. – 50 с.

Укладачі:

А.А. Ленок, ст. викладач
С.І. Стрижак, зав. лаб. технології та
обладнання для ОМТ

Рецензент:

В.В. Широкобоков, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск:

А.А. Ленок, ст. викладач

Затверджено
на засіданні кафедри
“Обробка металів тиском”
Протокол № 7 від 20 лютого 2020 р.

Рекомендовано до видання НМК МФ
Протокол №4 від 25 лютого 2020 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
Техніка безпеки при виконання лабораторних робіт.....	5
1 Лабораторна робота №1. Операції вільного кування.....	6
2 Лабораторна робота №2. Обладнання для вільного кування.....	10
3 Лабораторна робота №3. Обладнання об'ємного гарячого штампування.....	17
4 Лабораторна робота №4. Нагрівання та нагрівальне обладнання при гарячій обробці металів тиском.....	25
5 Лабораторна робота №5. Основні операції листового штампування.....	30
6 Лабораторна робота №6. Інструмент для листового штампування.....	36
7 Лабораторна робота №7. Преси для листового штампування.....	44
Література	50

ВСТУП

Вказівки призначені для використання студентами при виконанні лабораторних робіт. Безпосередньо, в лабораторії, студент повинен тільки проводити дослід, обробляти одержані дані та захищати звіт.

Метою лабораторних робіт з дисципліни "Вступ до спеціальності" – є ознайомлення та вивчення термінології по спеціальності, здобуття основних понять по технології та обладнанню по обробці металів тиском.

Кожна лабораторна робота містить мету, теоретичні відомості по розглянутому в роботі питанню, перелік засобів матеріально-технічного забезпечення роботи, порядок проведення роботи та контрольні запитання.

Лабораторні роботи виконують на листах стандартного розміру. Студенти приводять в роботі основні положення, ескізи, заповнюють необхідні форми, приводять результати розрахунків і висновки по роботі. До виконання лабораторних робіт студенти допускаються після здачі заліку по техніці безпеки.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

До початку роботи студенти повинні ознайомитись з правилами по техніці безпеки та пройти технічний інструктаж на відповідному робочому місці.

Роботу в лабораторії виконують під наглядом та за участі навчального майстра, провідного інженера, лаборанта або завідувача лабораторії.

Забороняється вмикати та вимикати без дозволу обладнання, на якому виконується робота.

Перед початком роботи при необхідності одягають спеціальний одяг.

Після закінчення роботи відповідальний вимикає обладнання.

Працювати тільки зі справним інструментом та приладами.

Забороняється користуватися органами керування у пресів, молотів, автоматів, електроапаратів, приладів, які не мають відношення до проведення лабораторної роботи.

Не працюючим на ковальсько-штампувальному обладнанні (КШО) і зі штампами студентам необхідно спостерігати за роботою в безпечній зоні і не заважати працюючим.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 ОПЕРАЦІЇ ВІЛЬНОГО КУВАННЯ

Мета роботи. Ознайомитися з різновидами операцій вільного кування. Спостерігати зміну форми заготовки під час деформування при виконанні основних операцій вільного кування. Метал деформування – свинець, бо його механічні властивості при кімнатній температурі відповідають аналогічним властивостям сталі при температурі 1200°C.

Матеріал, інструмент, обладнання. Свинцеві заготовки циліндричної форми діаметром 30...35 мм, висотою 40...50 мм. Інструмент – плоскі бойки, лінійка металева. Обладнання – гідравлічні преси П 481А ($P_n = 400$ кН), ПГ 100А ($P_n = 1000$ кН); пневматичний молот МБ-412 (м.п.ч. = 150 кг).

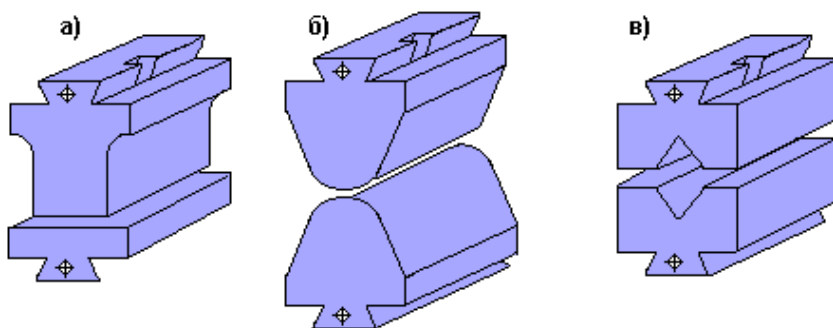
Загальні відомості. *Вільне кування* – різновид обробки металів тиском (пластичної деформації), який полягає у тому, що попередньо розігріту до пластичного стану заготовку піддають обробці ручним або механізованим молотом, завдаючи по ній в певній послідовності цілий ряд ударів, в результаті яких вона набуває необхідну геометричну конфігурацію (тобто певну форму і розміри).

Вільним куванням (ВК) цей процес називають тому, що він передбачає вільне розширення металу при деформації в тих напрямках, які не обмежені поверхнями інструменту (тобто течія металу, що деформується, не обмежується в площині, перпендикулярній напрямку діючої сили).

Заготовка – будь-який шматок металу (зливок, прокат, лист, тощо), який в холодному чи гарячому стані піддається обробці тиском. В результаті ВК із заготовок отримують вироби – поковки масою від декількох кілограмів до сотень тон.

Для операції ВК застосовують спеціальний інструмент – бойки, рисунок 1.1. Нижній боек – нерухомий, призначений для утримання заготовки і маніпулювання нею в процесі кування, а верхній – рухомий, безпосередньо деформуючий метал.

До основних операцій ВК відносять: осаджування, протягування, роздавання, відрубубування, прошивання та гнуття.



а - плоскі бойки, б - вузькі бойки для протягування, в - фасонні бойки

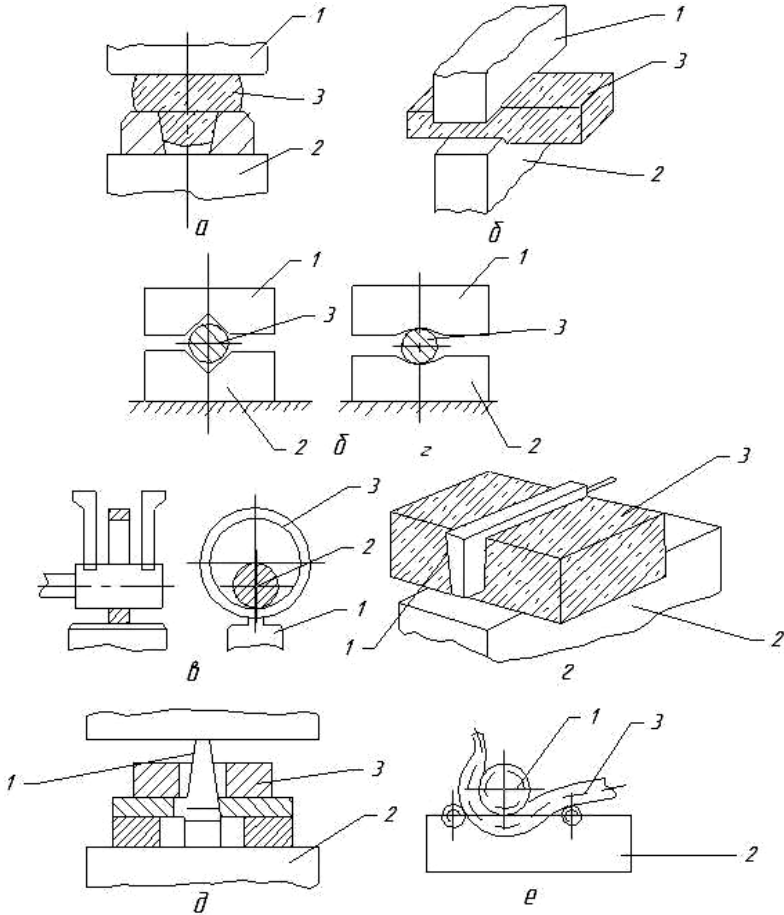
Рисунок 1.1 – Основний інструмент для вільного кування

Осаджування (рисунок 1.2, а) – основна операція ВК, наслідком якої є збільшення поперечних розмірів вихідної заготовки за рахунок зменшення її висоти. Осаджування застосовують як кінцеву, так і передчасну (заздалегідь) операцію. В якості кінцевої операції вона виконується при виготовленні поковок – напівфабрикатів з відносно великими площами поперечного перерізу (фланці, диски, зубчасті колеса). Для осаджування використовується така оснастка, як осаджувальні плити і бойки.

Протягування (рисунок 1.2, б) – операція ВК, при якій збільшується довжина заготовки при одночасному зменшенні площі її поперечного перерізу. Протягування та її різновиди використовуються при куванні основних видів поковок. Це технологія виготовлення валів (гладких, ступінчастих та колінчастих), шатунів, циліндрів та інших виробів. На практиці операції протягування часто передують осаджування. Протягування буває на площинних бойках та на вирізних бойках (рисунок 1.2, б – праворуч).

На рисунку 1.2, в показана схема *роздавання*, яка використовується для збільшення діаметру поковок у вигляді кільця.

Відрубубання (рисунок 1.2, г) – операція ВК, при якій відбувається повне відділення заготовки (або напівфабрикату) по незамкнутому контуру шляхом втиснення інструменту в заготовку (напівфабрикат). Ця операція часто застосовується при виробництві багатьох типів поковок за допомогою ковальських сокир різної форми.



а - осаджування; б - протягування; в - роздавання; г - відрубання;
 д - прошивання; е - гнуття: 1 - рухомий боек; 2 - нерухомий боек;
 3 - метал, що деформується

Рисунок 1.2 – Схеми операцій вільного кування

Прошивання (рисунок 1.2, д) – операція ВК, при якій отримують скрізні або глухі отвори (заглиблення) в заготовці за рахунок витиснення металу. Вона здійснюється за допомогою спеціального інструменту – прошивня (пуансона, дорна). Заготовлю перед

прошиванням обов'язково осаджують. Основними способами прошивки є: прошивання суцільним або порожнистим прошивнем та на підкладному кільці.

Гнуття (рисунок 1.2, е) – операція ВК, при якій заготовці або її частині надається вигнута форма. Процес гнуття супроводжується зміною форми поперечного перерізу заготовки за рахунок розтягування (утягування) зовнішніх шарів металу і стиснення внутрішніх. Застосовується при виготовленні гаків, колінчатих валів, тощо.

Порядок проведення лабораторної роботи. Виконати послідовно всі операції вільного кування, замірюючи заготовки до та після деформування.

Зміст звіту

1. Вказати тему та мету роботи.
2. Дати визначення основних операцій вільного кування.
3. Виконати ескізи кожного різновиду операцій вільного кування згідно з проведеними дослідженнями.

Контрольні запитання

1. Чому кування зветься вільним?
2. Який інструмент застосовують для операцій вільного кування?
3. Чому заготовки необхідно нагрівати?
4. Основні операції вільного кування.

Література [1], [2], [8], [9].

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІЛЬНОГО КУВАННЯ

Мета роботи. Ознайомитися з різновидами обладнання для вільного кування, з конструкцією та принципом дії пневматичного кувального молоту.

Матеріал, інструмент, обладнання. Принцип дії пароповітряного молоту вивчається по його аналогу – пневматичному молоту моделі МБ-412 (м.п.ч. = 150 кг).

Загальні відомості. Основними типами ковальсько-пресового обладнання для вільного кування є: пароповітряні кувальні молоти; гідравлічні кувальні преси; радіально-кувальні машини, тощо. Як приклад, розглянемо конструкцію та принцип дії найбільш розповсюдженого обладнання для вільного кування - пароповітряного молоту.

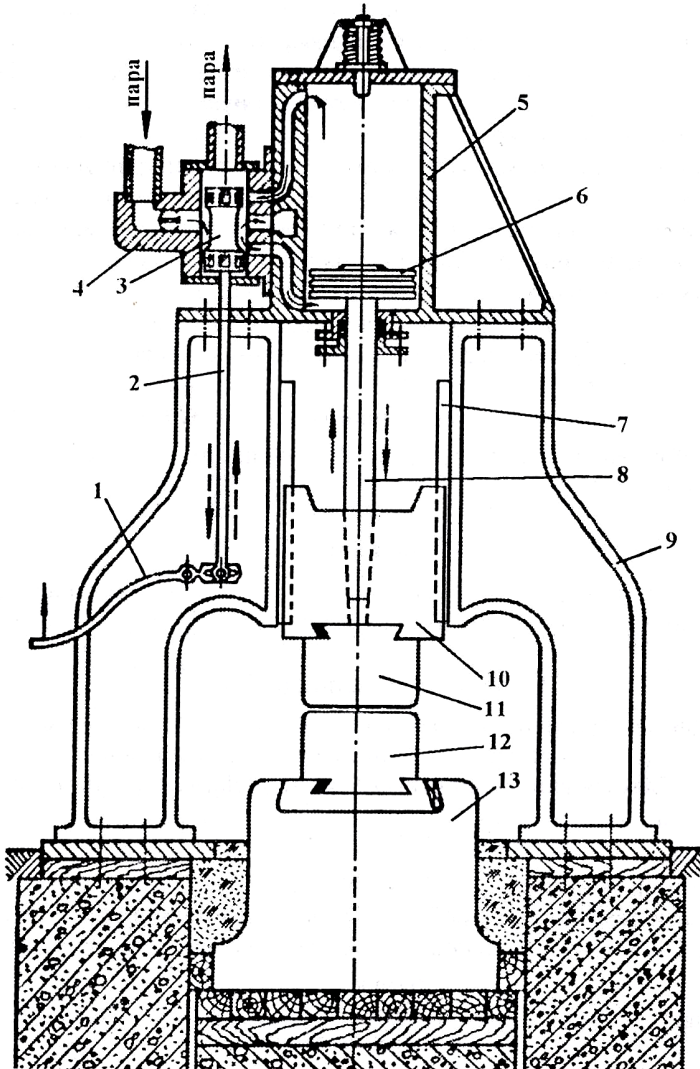
2.1 Пароповітряні кувальні молоти

Пароповітряні кувальні молоти – це перші кувальні машини, що виникли ще в ХІХ столітті і мало змінились до нашої часу. Енергоносіями в них є: свіжа пара з тиском 0,5...0,8 МПа, або стиснуте повітря з майже таким тиском. Останній енергоносіє - найбільш розповсюджений в наш час.

Принципова схема пароповітряного молоту показана на рисунку 2.1, загальний вигляд – на рисунку 2.2.

До основних вузлів молоту відносяться: станина, шабот, робочий циліндр, рухомі частини (поршень, шток, баба), система керування та система змащення.

Станину молоту утворюють дві стійки: права та ліва. Вони зв'язані зверху підциліндровою плитою. Внизу стійки розташовують на фундаментних плитах. До падаючих (рухомих) частин відносять бабу, шток, поршень та верхній бойок (рисунок 2.1).



1, 2 – важелі керування; 3 - золотник; 4 - труба впуску пари (повітря); 5 – циліндр;
6 - поршень; 7 - напрямні баби; 8 - шток; 9 - стійка; 10 - баба; 11,12 - бойки; 13 - шабот

Рисунок 2.1 – Пароповітряний кувальний молот

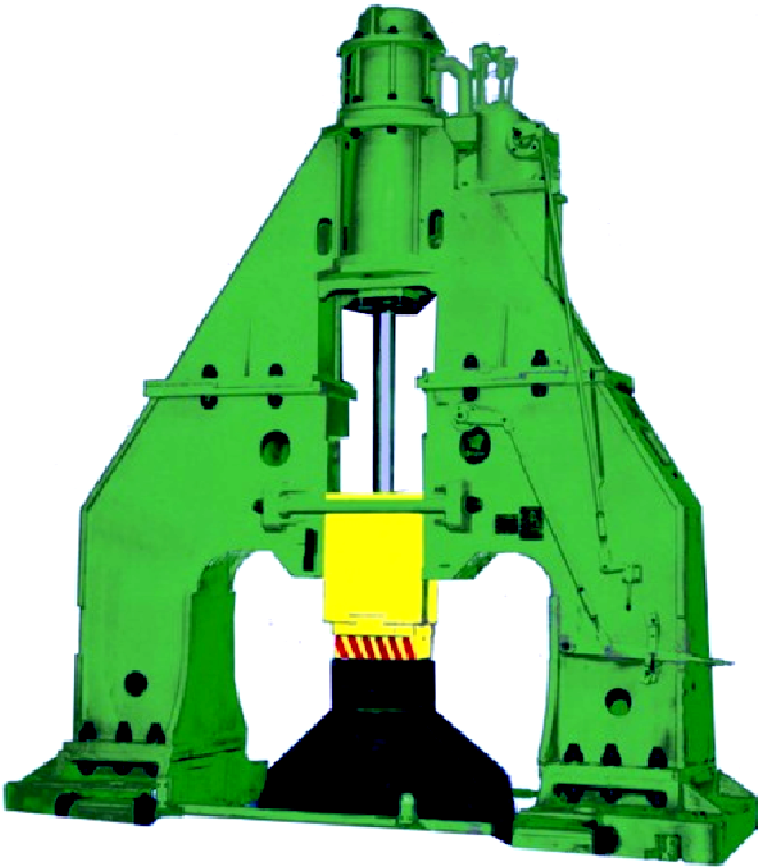


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд пароповітряного кувалального молота

Головний робочий та енергетичний вузол молоту – *робочий циліндр*, всередині якого рухається поршень, що жорстко зв'язаний зі штоком та бабою.

Праворуч від циліндра розташовується паро-(повітряно-) розподільна коробка з влаштованим в ній золотником. До коробки підводиться стиснуте повітря або свіжа пара під тиском. Відпрацьований енергоносій виштовхується в атмосферу через

випуску трубу, а свіжий енергоносієй підводиться праворуч від коробки, через впускну трубу.

Для впуску енергоносія зверху та знизу поршня в циліндровій стійці, праворуч, мають спеціальні канали.

Робота пароповітряного молоту відбувається таким чином. Рух рухомих частин (поршень, шток, баба з верхнім бойком, спонукається дією пари або стиснутого повітря зверху чи знизу поршня. Цими енергоносіями керує золотник, рух якого спонукається переміщенням важелів керування від дії коваля на рукоятку.

Якщо золотник рухається вгору, то енергоносієй діє на поршень зверху. Рухомі частини ідуть вниз, розвиваючи кінематичну енергію більшу за енергію вільного падіння. При такому русі вниз відбувається кування між бойками. При подачі енергоносія під поршень падаючі частини рухаються вгору.

Нижній боек влаштовують на шабот. Його маса в 15-20 разів більше маси рухомих частин для забезпечення жорсткості удару.

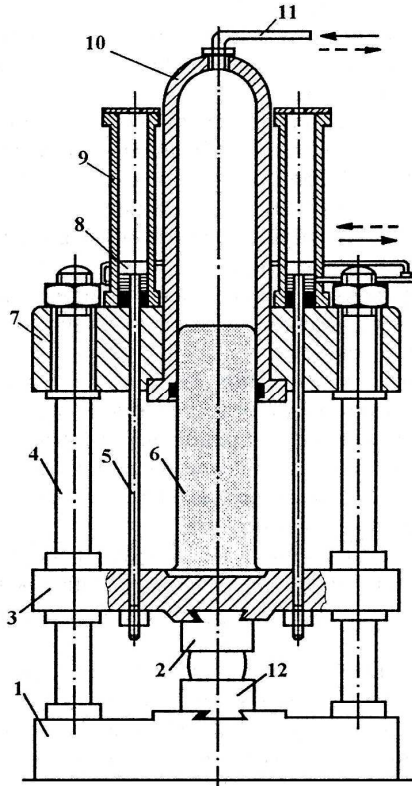
2.2 Гідравлічні кувальні преси

Гідравлічні кувальні преси (рисунок 2.2) – найбільш розповсюджене ковальське обладнання в наш час для отримання середніх за масою і, особливо, великих поковок (декілька сотень тон).

Гідравлічні преси виконують свою роботу за допомогою рідини високого тиску. Принцип дії таких машин ґрунтується на відомому з фізики законі Паскаля. Зміст його в тому, що в замкнутій системі, заповненій рідиною, тиск її розповсюджується на всі сторони рівномірно. Вважається також, що робоча рідина (вода, мінеральні масла) в системі гідропресу практично не стискаються.

Гідропресова установка складається з приводу (насоси високого тиску, тощо); системи керування; трубопроводів високого тиску та саме гідравлічного пресу (рисунок 2.3). Загальний вигляд гідравлічного кувального молота показаний на рисунку 2.4.

Установка працює таким чином. Від насосів потік робочої рідини високого тиску (водяний емульсол) керується системою керування. Внаслідок такого керування робоча рідина через трубопроводи попадає в робочий циліндр (рисунок 2.2). на плунжері з'являється зусилля, що штовхає його, рухому поперечину та верхній боек вниз. Рухома поперечина ковзає по колонам (4 штуки).



1 - стіл; 2 - верхній рухомий бойок; 3 - рухома поперечина; 4 - колона; 5 - шток; 6 - плунжер; 7 - верхня поперечина; 8 - поршень; 9 - зворотній циліндр; 10 - робочий (головний) циліндр; 11 - трубопровід високого тиску, 12 - нижній бойок

Рисунок 2.3 – Схема та загальний вигляд гідравлічного кувального пресу

Після кування, тобто в кінці робочого ходу, робоча рідина перестає подаватись в робочий циліндр. Починають заповнюватися зворотні циліндри. Їх поршні ідуть вгору, тягнучи за собою через штоки рухома поперечину вверх.

Бачимо, що цикл роботи преса складається із трьох рухів рухомої поперечини, а саме: холостий рух вниз до початку деформування – кування, робочий рух (саме деформування) та зворотній рух вгору.



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд гідравлічного кувального пресу

Гідропривід пресу створює тиск робочої рідини до 45 МПа (450 кгс/см^2) і більше.

Кувальні чотирьохколонні преси виготовляють з номінальним зусиллям 5000...150000 кН (500...15000 тс).

Порядок проведення лабораторної роботи. Спочатку студенти знайомляться з загальним видом молоту, його основними складовими та їх призначенням, системою керування молоту, і роблять відповідні ескізи для звіту. Демонструється принцип дії молоту.

Зміст звіту

1. Вказати тему та мету роботи.
2. Визначити основні деталі молоту.
3. Описати принцип дії пароповітряного молоту.

Контрольні запитання

1. Назвати основні типи ковальсько-пресового обладнання для вільного кування.
2. Основні механізми молоту.
3. Система керування молоту.
4. Типи енергоносіїв в молотах.
5. Принцип роботи пароповітряного молоту та гідравлічного пресу.

Література [5], [7], [8], [9].

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3. ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄМНОГО ШТАМПУВАННЯ

Мета роботи. Вивчити особливості об'ємного штампування. Ознайомитися з операціями об'ємного штампування.

Матеріал, інструмент, обладнання. Під час виконання лабораторної роботи студенти знайомляться з відповідним обладнанням та різними штампами для об'ємного штампування. Матеріал – свинець. Обладнання – преси кривошипні КА 2330 ($P_n = 1000$ кН), КД 2122 ($P_n = 160$ кН).

3.3 Загальні відомості

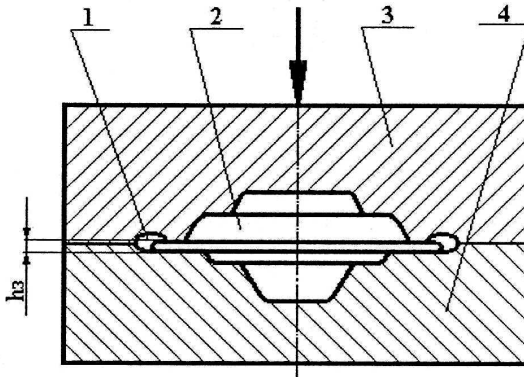
Об'ємне штампування (ОШ) – технологічний процес ковальсько-штампувального виробництва, який полягає у зміні найпростіших об'ємних заготовок (циліндричної, призматичної і ін. форми) в більш складні вироби (поковки), форма яких відповідає порожнині штампів. Об'ємне штампування як процес перерозподілу металу заготовки відбувається в результаті пластичної деформації.

До основних операцій ОШ відносять: осадження, висадження, протягування, витискування, гнуття, плющення, калібрування, утворення виступів, потовщень, поглиблень, які здійснювалися на ковальсько-пресових машинах – молотах, пресах та машинах спеціального призначення. З штампованих поковок після обробки різанням і термічної обробки отримують різні деталі: шатуни, колінчасті вали, важелі, зубчасті колеса, лопатки турбін, кріпильні деталі, кулі, ролики і кільця підшипників і ін.

Штамп – це спеціалізований інструмент з порожнинами, які називають ривчаками (рисунок 3.1). В порожнину нижньої частини штампущу влаштовують нагріту заготовку, яка деформується при русі верхньої (рухомої) частини штампущу вниз. Течія металу заготовки в ривчаках штампущу зустрічає опір їх стінок та сил тертя. Так поступово метал заповнює об'єм порожнини штампущу. Надлишковий метал в кінці процесу витікає в спеціальну канавку, утворюючи *облой*. Цей надлишковий метал береться з метою гарантованого заповнення всіх куточків останнього ривчака штампущу. Отримана поковка по формі

відповідає формі порожнини останнього ривчака штампу. Потім надлишковий метал (облой) відокремлюється від поковки.

Штамп – точний, складний і дорогий інструмент, тому застосування операцій ОШ доцільно головним чином у великосерійному і масовому виробництвах. Штампи виготовляють з сталей марок 5ХНВ, 5ХНМ, 5ХГМ, 3Х2У8Ф і ін. Кожен штамп призначений для отримання поковок певної конфігурації, розміру і маси. Загальний вигляд штампу показаний на рисунку 3.2.



1 – облойна канавка; 2 – поковка; 3 – верхня (рухома) частина штампу;
4 – нижня частина штампу

Рисунок 3.1 – Схема штампу

Розрізняють холодне (ХОШ) і гаряче (ГОШ) об'ємне штампування.

Холодне штампування здійснюється без нагрівання. Вихідний матеріал – калібровані прутки, нарізані на мірні (штучні) заготовки, або дріт в бунтах. Маса отримуваних виробів від декількох грамів до декількох кілограмів; точність по 3-2-му класам; шорсткість поверхні відповідає 7-10-го класів чистоти. ХОШ отримують відповідальні деталі з високими і стабільними механічними властивостями, що пояснюється відсутністю рекристалізації в металі і зміцненням. Так як заготовки не піддаються попередньому нагріванню, на поверхні поковок не відбувається утворення окалини, знеуглецювання, знецинкування і т. п., що покращує якість поковок в цілому і скорочує

припуски на подальшу обробку. У ряді випадків поковки не вимагають додаткової обробки, будучи готовими деталями (100 % використання металу). Однак для здійснення холодного ОШ потрібні значні зусилля – до 2500 Мн/м^2 ($1 \text{ Мн} = 100 \text{ тс}$) і більше, що негативно впливає на стійкість штампів. Істотно знизити зусилля (в 10-15 разів) дозволяє нагрівання заготовок.

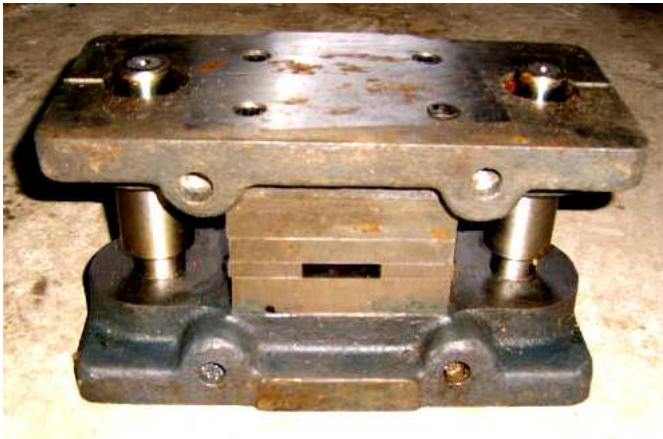


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд штампу

Гаряче штампування здійснюється з нагріванням до температури $200-1300^{\circ}\text{C}$ в залежності від складу сплаву і умов обробки. Вихідний матеріал – прокатні прутки, розділені на мірні заготовки, рівні за обсягом майбутньої поковки (з урахуванням неминучих відходів). Маса отримуваних виробів від декількох грамів до 6-8 тон; точність розмірів поковок залежить від їх маси і конфігурації і може бути підвищена в подальшому холодним калібруванням; шорсткість поверхні відповідає 3-7-му класам чистоти. Процес ГОШ аналогічний по фізичній суті вільному куванню, але здійснюється в штампах.

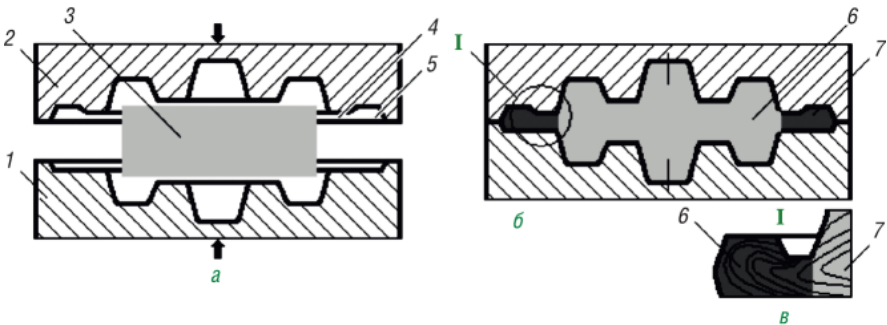
За допомогою ГОШ отримують поковки, однорідні за структурою, порівняно високої точності, складної конфігурації, якої неможливо отримати за допомогою вільного кування. Однак середній коефіцієнт використання металу при ГОШ 0,5-0,6 (тобто до 50-40 % металу йде у відхід), при холодному штампуванні цей коефіцієнт

значно вище. За допомогою ГОШ отримують різноманітні складні деталі масою 0,2...120 кг.

В залежності від вимог до поковок та типу інструменту штампування буває у відкритих, закритих штампах та штампах для видавлювання.

Штампування у відкритих штампах (рисунок 3.3) – характеризується тим, що надлишковий метал при деформуванні витікає в облойну канавку. Зазор (проміжок) між рухомою та нерухомою частинами штапу в цьому випадку є величиною змінною. Він зменшується до кінця штампування по мірі витікання надлишкового металу в облой.

У відкритих штампах (рисунок 3.3, а) по периметру рівчака виготовлена додаткова порожнина, магазин 5, поєднана з рівчаком тонкою щілиною – облойною канавкою 4.



- а - початкове положення штапу; б - кінцеве положення штапу;
в - розташування волокон; 1,2-половинки штапу; 3-заготовка;
4 - облойної канавки; 5 - магазин; 6 - поковка; 7 – облой

Рисунок. 3.3 - Схема штампування:у відкритих штампах

Об'єм заготовки 3 трохи більше об'єму рівчака штапу. При зближенні частин штапу 1, 2 течія металу відбувається в напрямку найменшого опору. До точності об'єму заготовки 3 не пред'являється жорстких вимог, так як надлишок металу видавлюється в магазин. Після штампування облой обрізається в обрізних штампах, як правило, на кривошипних пресах. Облой після обрізання направляють на переплавлення. Середній відхід металу на облой становить 15-20%

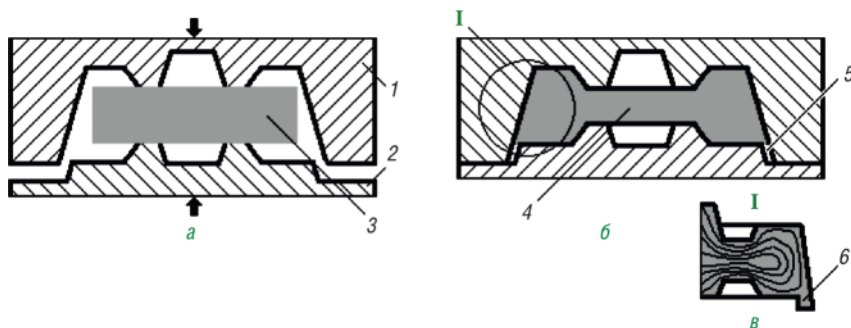
від маси поковок. Приклади поковок, отриманих штампуванням у відкритих штампах, наведені на рисунку 3.4.



Рисунок. 3.4 - Приклади поковок, отриманих штампуванням у відкритих штампах

Штампування в закритих штампах (рисунок 3.5) не передбачає утворення облою. Замість канавки для облою передбачається спеціальна порожнина 5, звана компенсатором. Дія компенсатора, аналогічне канавці для облою, засноване на законі найменшого опору, тобто послідовному заповненні елементів порожнини штампа різної

складності. Невелика частина металу, видавлена в компенсатор, утворює задилок 6 поковки.



а - початкове положення штампа; б - кінцеве положення штампа;
в - розташування волокон; 1,2 - половинки штампа; 3 - заготовка;
4 - поковка; 5 - компенсатор; 6 – задилок

Рисунок. 3.5 - Схема штампування у закритих штампах

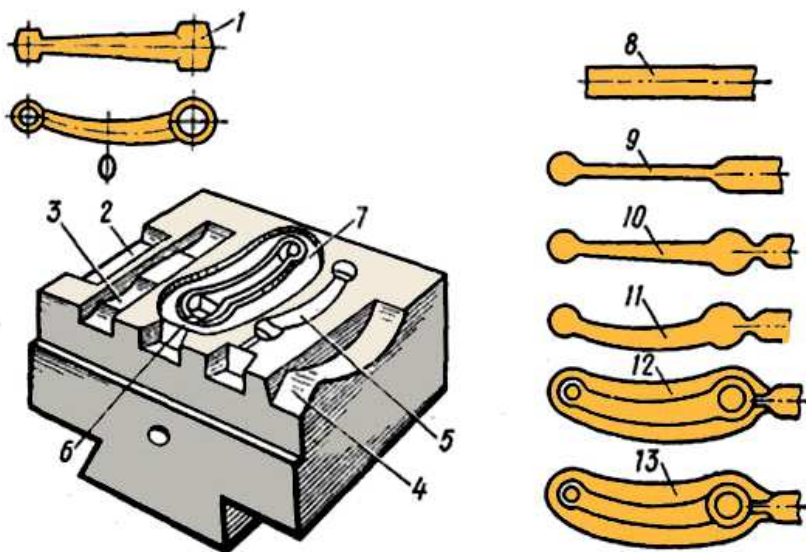
Практично весь об'єм заготовки йде на утворення поковки 3, тому висуваються жорсткі вимоги до точності рівності об'єму заготовки та об'єму ривчака штампа.

Штампуванням поковок в *однорівчаковому штампі* можна отримати поковки простої геометричної форми. Поковки складної форми виготовляють із фасонної заготовки або в багаторівчакових *штампах*.

При *багаторівчаковому штампуванні* всі необхідні для послідовної формозміни заготовки ривчаки виготовляють в одному штамповому блоці, що утворює багаторівчаковий штамп, рисунок 3.6.

Ривчаки при багаторівчаковому штампуванні діляться на заготівельні (рисунок 3.6, 2-4) та штампувальні (рисунок 3.6, 5,6). У заготівельних ривчаках отримують фасонну заготовку, з якої в штампувальних ривчаках отримують остаточну форму поковки.

Для виконання операцій об'ємного штампування застосовується спеціальне ковальсько-штампувальне обладнання: пароповітряні штампувальні молоти (ПШМ), гідравлічні преси (ГП), кривошипні гарячештампувальні преси (КГШП), карбувальні преси, тощо.



1 – поковка; заготівельні рівчаки: 2 – протяжний, 3 – підкатний, 4 – гнуттєвий;
штампувальні рівчаки: 5 – попередній, 6 – остаточний; 7 – облойна канавка;
переходи штампування: 8 – вихідна заготовка; 9 – протягування;
10 – підкочування; 11 – гнуття; 12, 13- попереднє та остаточне штампування

Рисунок. 3.6 - Багаторівчаковий штамп

У порівнянні з вільним куванням гаряче об'ємне штампування забезпечує отримання поковок досить точних розмірів з мінімальними припущеннями на обробку і чистішою поверхнею. Все це дає значну економію металу і знижує трудомісткість подальшої обробки. За продуктивністю гаряче штампування значно перевершує вільне кування. На теперішній час ковальсько-штампувальне виробництво дозволяє отримувати вироби з мінімальною подальшою обробкою.

Порядок проведення роботи. Вивчається термінологія процесів гарячого кування-штампування. Основні технологічні операції виконуються на обладнанні лабораторії. Робляться ескізи поковок з відповідними розмірами.

Зміст звіту

1. Зафіксувати тему та мету роботи, загальні вимоги про операції об'ємного штампування.
2. Дати ескізи: схема молотового штампу: схеми відкритого та закритого штампування.
3. У висновках порівняти переваги та недоліки різновиду об'ємного штампування.

Контрольні запитання

1. Що таке об'ємне штампування?
2. Що таке штамп?
3. Особливості відкритого об'ємного штампування.
4. Особливості закритого об'ємного штампування.
5. Обладнання для об'ємного штампування.

Література [5], [7], [8], [9].

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4. НАГРІВАННЯ ТА НАГРІВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Мета роботи. Вивчення технології та ознайомлення з конструкцією електричної камерної печі та ковальським індукційним нагрівачем (КІН).

Матеріал, інструмент, обладнання. Розглядається конструкція, принцип дії та керування лабораторної електричної камерної печі моделі СНОЛ 1.6.2.0.0,8/9-M1, КІНа.

Загальні відомості. Перед гарячим деформуванням (куванням, штампуванням) заготовки нагрівають. *Мета нагрівання* – різко збільшити пластичність металу та зменшити його опір деформуванню. Процес нагрівання ведеться на спеціальному теплотехнічному обладнанні. Це полуменеві печі, електричне нагрівальне обладнання, спеціальні печі, тощо.

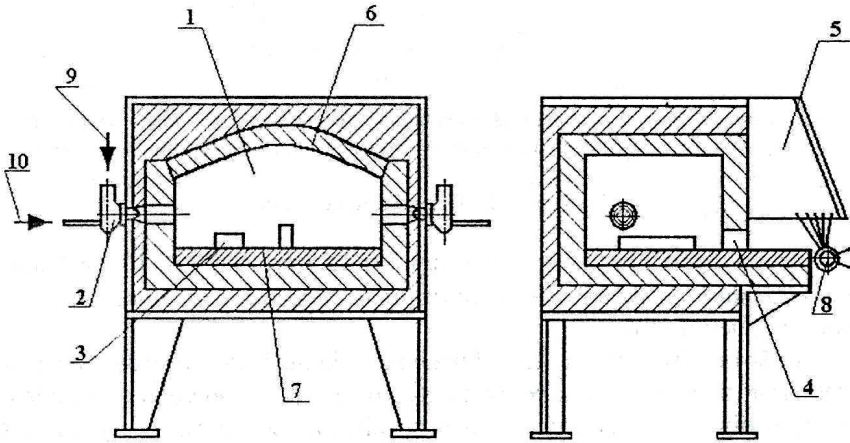
Найбільшого розповсюдження в промисловості набули *полуменеві камерні та методичні печі* на газовому або мазутному паливі.

Схема *полуменевої камерної печі* подана на рисунку 4.1. Особливість теплової роботи таких печей полягає в тому, що температура нагрівання завжди однакова в будь-якій точці робочої камери. В таких печах нагрівають невеликі за перерізом заготовки, які не бояться тріщиноутворення.

Якщо найбільша температура нагрівання середньовуглецевих сталей дещо 1200°C, то температура в робочому середовищі камерної печі повинна бути 1300...1400°C, а іноді і більше.

Робота камерної печі. Спочатку через вікно завантаження-розвантаження заготовки розташовують на поді печі. Через деякий час, коли температура заготовок стане необхідною, починають їх вивантажувати для кування-штампування. Температура в печі підтримується автоматично шляхом відповідного регулювання паливоспалюючих пристроїв: пальників (газ) чи форсунок (мазут).

Загальний вигляд камерної печі показаний на рисунку 4.2.



1 - робоча камера; 2 - пальник (форсунка); 3 - метал, що нагрівається; 4 - вікно завантаження-розвантаження; 5 - вихід пічних газів; 6 - склепіння; 7 - под;
8 - повітряний відсікач; 9 - повітря; 10 - паливо

Рисунок 4.1 – Схема камерної печі



Рисунок 4.2 – Загальний вигляд камерної печі

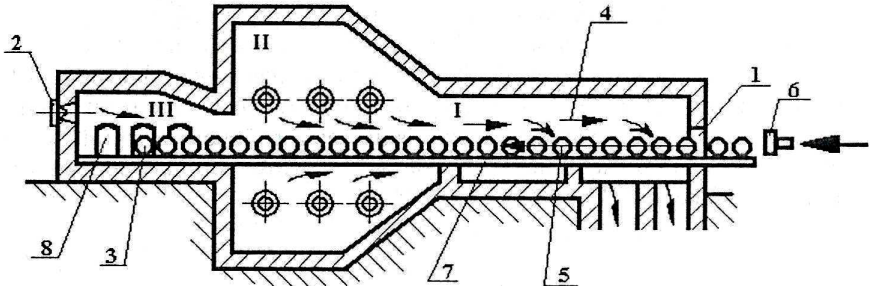
Більш удосконаленими вважаються *методичні печі* для нагрівання середніх та великих заготовок, рисунок 4.3, 4.4. Це печі зі змінною температурою в робочих зонах.

Методична піч може мати три температурні зони:

I – методична зона або зона низьких температур;

II – зварювальна зона;

III – зона томління (витримки).



- 1 - вікно завантаження; 2 - палиник (форсунка); 3 - метал, що нагрівається;
 4 - напрямок руху газів; 5 - напрямок руху металу; 6 - штовхач;
 7 - глісажна труба; 8 - вікно розвантаження

Рисунок 4.3 – Схема методичної печі

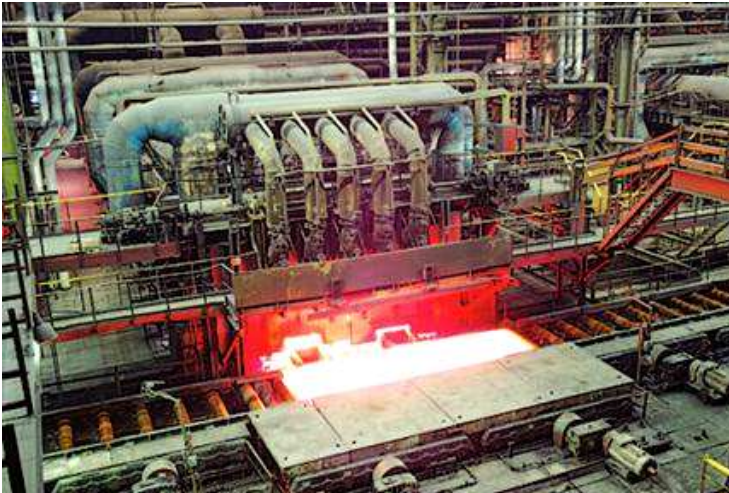


Рисунок 4.4 – Загальний вигляд методичної печі

Робота методичної печі. Заготовки, з допомогою штовхача, рухаються з зони низьких температур до зони високих температур назустріч пічним газам і поступово нагріваються. Термін руху заготовок дорівнює терміну нагрівання. Поступове нагрівання товстих (великих за перерізом) заготовок запобігає появі значних температурних напружень, які можуть призвести до тріщиноутворення в металі. Наявність в печі зони витримки (томління) дозволяє вирівнювати температуру по перерізі заготовок.

В полумєневих печах використовують найчастіше газове паливо, а іноді – рідинне, а саме мазут. В першому випадку паливоспалюючими пристроями є пальники, а в другому – форсунок. Сучасні полумєневі печі завжди мають систему автоматичного регулювання температури в печі.

При нагріванні металу в полумєневих печах на поверхні заготовок спостерігається окалиноутворення, що є суттєвим недоліком.

Більш досконалими вважаються електричні методи нагрівання:

- нагрівання в печах опору;
- нагрівання струмом високої частоти;
- контактне нагрівання.

Печі опору завжди нагадують невеликі камерні полумєневі печі, в яких замість пальників чи форсунок в стінках та на склепінні влаштовують електричні високоомні нагрівачі. В таких печах можливо отримувати будь-яку бажану атмосферу, або навіть вакуум.

Нагрівання струмом високої частоти або індукційне нагрівання є самим розповсюдженим та досконалим електричним методом нагрівання металу в сучасних ковальсько-пресових штампувальних цехах.

Фізична основа індукційного нагрівання – закон електромагнітної індукції. Якщо в індуктор, який являє собою соленоїдну котушку, вкласти заготовку, а потім, через індуктор, пропустити високочастотний змінний струм, то утворене магнітне поле буде індуктувати в металі вихровий струм (струм Фуко). Цей струм і нагріватиме заготовку внаслідок теплового ефекту протікання струму в тілі з опором.

Сутність іншого способу електронагрівання – контактного, полягає в наскрізному нагріванні металу за рахунок теплової енергії

струму, ще проходить по заготовці. Кількість цієї теплової енергії визначається за відомим законом Джоуля-Ленца.

Порядок проведення роботи. Послідовне ознайомлення з конструкціями двох видів нагрівального обладнання: електричної камерної печі та КІНа:

- загальний вид печей та їх систем.
- конструкції робочої камери та індуктора КІНа.
- вогнетривкі матеріали та кладка печей.
- виконання ескізів робочої камери та індуктора з позначенням їх основних елементів.

Зміст звіту

1. Визначити тему та мету роботи.
2. Подати загальні відомості про полуменеві та електричні печі.
3. Подати схеми цих печей та їх складові частини.
4. Порівняти полуменеві та електричні печі.

Контрольні запитання

1. Мета нагрівання металу.
2. Сутність нагрівання металу перед обробкою тиском.
3. Особливості нагрівання металу в камерних печах.
4. Особливості нагрівання металу в методичних печах.
5. Основні способи електронагрівання.

Література [7], [8], [9], [10].

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5. ОСНОВНІ ОПЕРАЦІЇ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ

Мета роботи. Ознайомлення з термінологією та операціями листового штампування та їх особливостями.

Матеріал, інструмент, обладнання. Виконуються найбільш характерні листоштампувальні операції на кривошипному та гідравлічному обладнанні у відповідних штампах. Обладнання – преси кривошипні КА 2330 ($P_n = 1000$ кН), КД 2122 ($P_n = 160$ кН); гідравлічні преси П 481 ($P_n = 400$ кН), ПГ 100А ($P_n = 1000$ кН). Застосовуються лабораторні штампи для вирубування, пробивання, гнуття, витягування, відбортуння, формування та правка.

Загальні відомості. *Листове штампування* – спосіб виготовлення тиском плоских та об'ємних деталей з листового матеріалу, стрічки або штаби у штампі. Матеріалом для листового штампування служать маловуглецеві сталі, пластичні леговані сталі, мідь, алюміній, титан і стопи на їх основі. Листовим штампуванням виготовляють шайби, втулки, посуд, ковпаки, гільзи, баки, облицювання автомобілів, автобусів, літаків, ракет, кораблів тощо.

Широкий розвиток листового штампування обумовлюється його перевагами:

- можливість виготовлення міцних, легких і жорстких тонкостінних виробів простої або складної форми, отримати які іншими способами важко або неможливо;
- висока продуктивність і економне витрачання металу;
- широкі можливості автоматизації штампувальних робіт із застосуванням для цього відносно нескладних пристроїв;

Операції листового штампування розподіляються на дві групи: *розділові та формозмінюючі.*

Розділові операції – різновид листової обробки матеріалів тиском, коли одна частина металу відокремлюється від другої по заданому контуру.

До розділових операцій відносять: відрізання, розрізання, вирубвання, пробивання, обрізання, надрізання, зачищення тощо. Розглянемо деякі з таких операцій.

Відрізання (рисунок 5.1, а) – повне відділення частини металу (заготовки) по незамкненому контуру шляхом зсуву.

Різання – відділення заготовки на частини по незамкнутому контуру шляхом зсуву. Різання буває з *відходом* (рисунок 5.1, б) та *без відходу* (рисунок 5.1, в).

Вирубвання (рисунок 5.1, г) – повне відділення заготовки чи виробу від листа по замкнутому контуру. В цьому випадку відокремлена частина металу вважається виробом або напівфабрикатом.

Пробивання (рисунок 5.1, д) – утворення в металі (заготовці, напівфабрикаті) отвору будь-якої форми. Відокремлена частина металу є відходом.

Надрізання (рисунок 5.1, е) – неповне відділення частини заготовки або напівфабрикату шляхом зсуву.

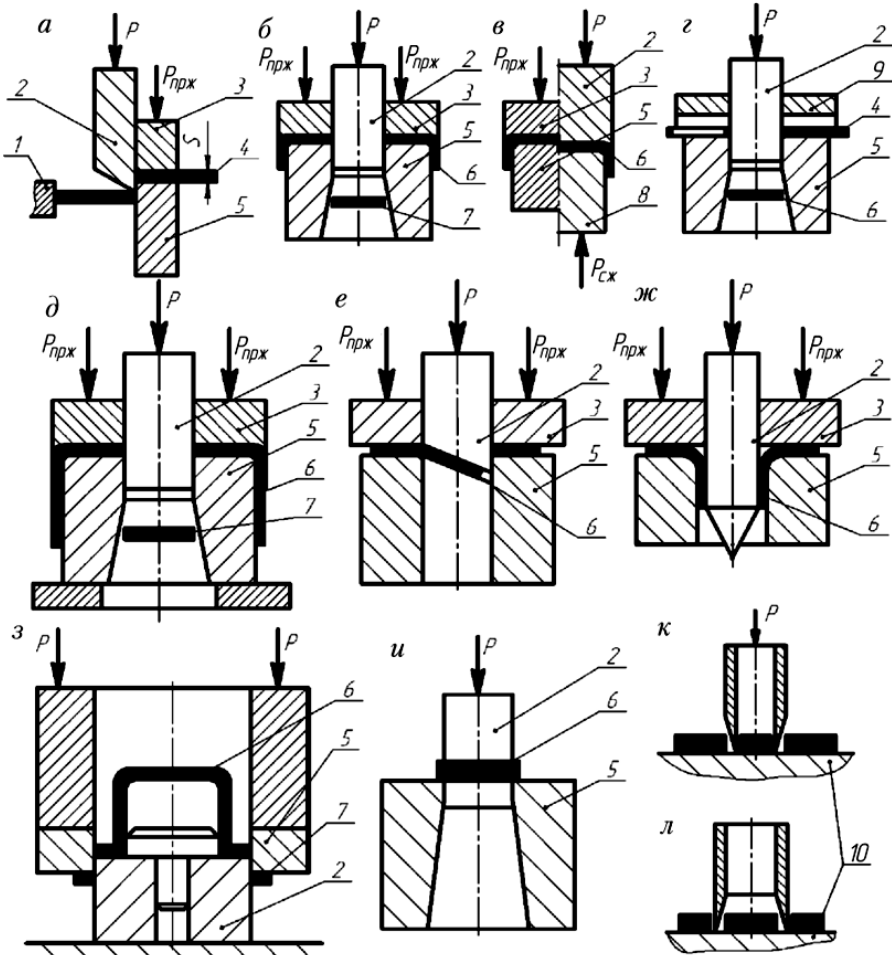
Проколювання (рисунок 5.1, ж) – утворення в заготовці отвору без видалення металу у відхід.

Обрізання (рисунок 5.1, з) – відділення по контуру невеликої частини напівфабрикату (так званого припуску) до утворення готового виробу шляхом зсуву.

Зачищення (рисунок 5.1, и) – видалення технологічних припусків за допомогою штампа з утворенням стружки для підвищення точності розмірів і зменшення шорсткості поверхні штампованої заготовки.

Висікання (рисунок 5.1, к) – повне відділення заготовки або виробу від вихідної заготовки по замкнутому контуру шляхом застосування інструменту.

Перфорація (рисунок 5.1, л) – утворення отворів різної форми та величини в металевих листах. При цьому вироби зберігають свою міцність і отримують підвищену гнучкість, стають більш легкими.



а - відрізання; б - різання з відходом; в - різання без відходу;
 г - вирубування; д - пробивання; е - надрізання; ж - проколювання;
 з - обрізання; и - зачищення; к - висічення; л - перфорація;
 1 - упор; 2 - пуансон; 3 - притиск; 4 - вихідна заготовка; 5 - матриця;
 6 - заготовка; 7 - відхід; 8 - виштовхувач; 9 - знімач; 10 - підкладна плита;
 $P_{зр}$ - зусилля зсуву (зрізу); $P_{прж}$ - зусилля притискання; S - товщина матеріалу

Рисунок 5.1 - Схеми основних розділових операцій

Тепер більш докладно розглянемо формозмінюючі операції. До таких операцій відносять: гнуття (згинання), закатування, різновид

операцій витягування, відборткування, роздавання, обтиснення, рельєфне формування, правлення тощо.

Формозмінюючі операції – різновид листового штампування, внаслідок якого шляхом пластичного деформування матеріалу йому надається необхідна форма.

Гнуття (згинання) (рисунок 5.2, а) – утворення або змінення кута між частинами заготовки (напівфабрикату), або надання їй криволінійної форми.

Завивка (рисунок 5.2, б) – утворення заокругленої на кінцях плоскої заготовки або заготовки з доту.

Калібрування (рисунок 5.2, в) – підвищення точності розмірів штампованої заготовки і зменшення шорсткості її поверхні.

Правка (рисунок 5.2, г) – позбавлення викривлення (спотворення) на поверхні заготовки (напівфабрикату) за рахунок її пластичного деформування.

Витягування (рисунок 5.2, д) – перетворення плоскої заготовки в порожнисту деталь будь-якої форми. Розрізняють витягування без стоншення стінки, з стоншенням стінки і комбіноване.

Витягування зі стоншенням (рисунок 5.2, е) – утворення порожнистої заготовки з обумовленим зменшенням товщини стінок вихідної порожнистої заготовки без зміни її внутрішнього діаметра.

Комбіноване витягування (рисунок 5.2, ж) – витягування плоскої або порожнистої заготовки з обумовленим зменшенням товщини стінок або зі зміною діаметра порожнистої заготовки.

Відборткування (рисунок 5.2, з) – створення борта по внутрішньому або зовнішньому контуру листової заготовки.

Роздавання (рисунок 5.2, и) – збільшення периметру поперечного перерізу порожнистої заготовки (напівфабрикату) на деякій частині її висоти.

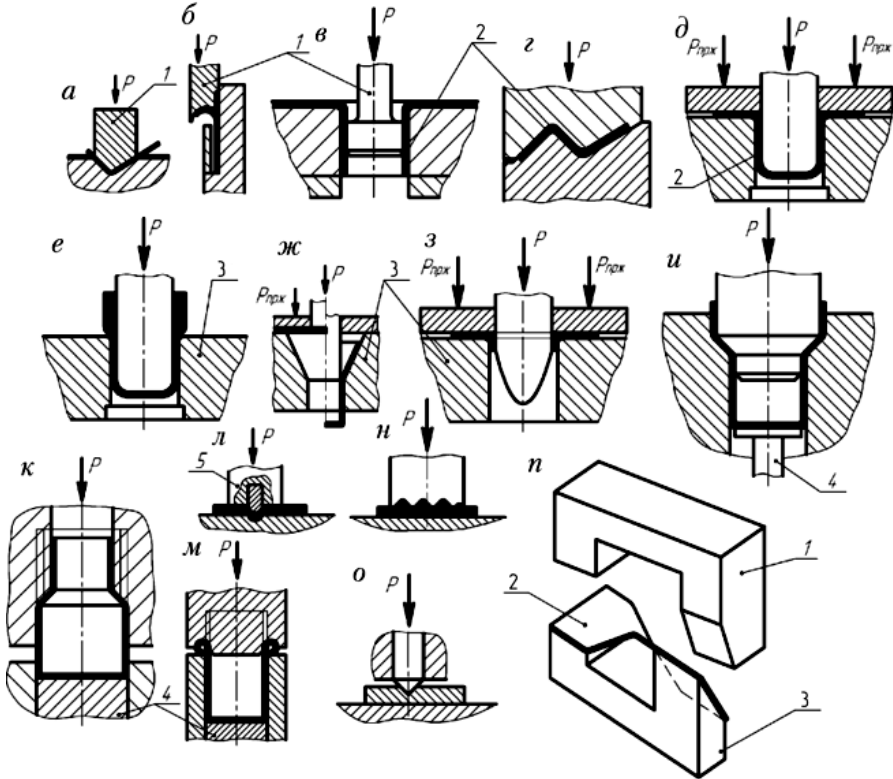
Обтиснення (рисунок 5.2, к) – зменшення периметру поперечного перерізу порожнистої заготовки шляхом місцевого деформування будь-якої її частини.

Рельєфне формування (рисунок 5.2, л) – утворення рельєфу на листовій заготовці за рахунок місцевих розтягнень без обумовленої зміни товщини металу.

Закатування (рисунок 5.2, м) – утворення закругленого борту на краю порожнистої або площинної заготовки (напівфабрикату).

Карбування (рисунк 5.2, н) – утворення на поверхні заготовки рельєфних зображень за рахунок перерозподілу металу.

Керніння, або розмітка в штампах, (рисунк 5.2, о) – утворення точкових заглиблень на заготовці для нанесення лунок – центрів під свердління дрібних отворів при обробці точних.



- а - гнуття; б - завивка; в - калібрування; г - правка; д - витягування;
 е - витягування зі стоншуванням; ж - комбіноване витягування;
 з - відборткування; и - роздавання; до - обтиснення; л - рельєфне формування;
 м - закочування; н - карбування; о - керпування; п - скручування;
 1 - пуансон; 2 - заготовка; 3 - матриця; 4 - виштовхувач; 5 - пуансон збірний
 Р - зусилля зсуву (зрізу); Р_{прж} - зусилля притискання

Рисунок 5.2 - Схеми формозмінюючих операцій:

Скручування (рисунок 5.2, п) – поворот частини заготовки навколо поздовжньої осі.

Всі перелічені як розділові, так і формозмінюючі операції виконуються в спеціальному інструменті – *штампи*. Штмп влаштовується у відповідному обладнанні – найчастіше це механічні (кривошипні) преси.

Порядок проведення роботи. Послідовне вивчення термінології операцій листового штампування та ознайомлення з особливостями їх виконання. Застосовуючи лабораторні штампи для операцій листового штампування виконуються найбільш характерні операції на кривошипному та гідравлічному обладнанні.

Зміст звіту

1. Визначити тему та мету роботи.
2. Подати загальні відомості, ескізи виконаних операцій з позначенням характерних розмірів, що з'явилися внаслідок виконаних операцій.
3. Подати загальні висновки щодо тематики роботи.

Контрольні запитання

1. Що таке листове штампування?
2. Переваги листового штампування.
3. Основні розділові операції.
4. Основні формозмінюючі операції.
5. Призначення інструменту – штампу та листоштампувального обладнання.

Література [5], [6], [7], [9].

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6. ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ

Мета роботи. Ознайомлення з термінологією та конструкціями простих штампів для типових листоштампувальних операцій.

Матеріал, інструмент, обладнання. Лабораторні діючі штампи для листового штампування – штампи для: вирубування, пробивання, гнуття, витягування, відборткування тощо. Деталі штампів: плити, пуансони, матриці, напрямні вузли, знімачі, виштовхувачі.

Загальні відомості. *Штамп* як інструмент для листового штампування – є технологічне оснащення, під дією якого заготовка або напівфабрикат здобуває форму і розміри згідно креслення. Отриманий внаслідок деформування виріб здобуває форму та розміри, що відповідають поверхням або контуру робочих деталей штампа. До робочих деталей штампа відносять перш за все пуансони та матриці.

В загальному випадку штамп складається з двох частин: *блока та пакета*.

До *блоку штампу* входять верхня та нижня плити, хвостовик та напрямні вузли. Останні забезпечують точність роботи всього штампу, найчастіше – це напрямні колонки та втулки.

Пакет штампу вмістить робочі деталі: пуансон, матриця, пуансоно- та матрицетримачі, знімач, виштовхувач, кріпильні деталі тощо (рисунки 6.1, 6.2 та 6.3).

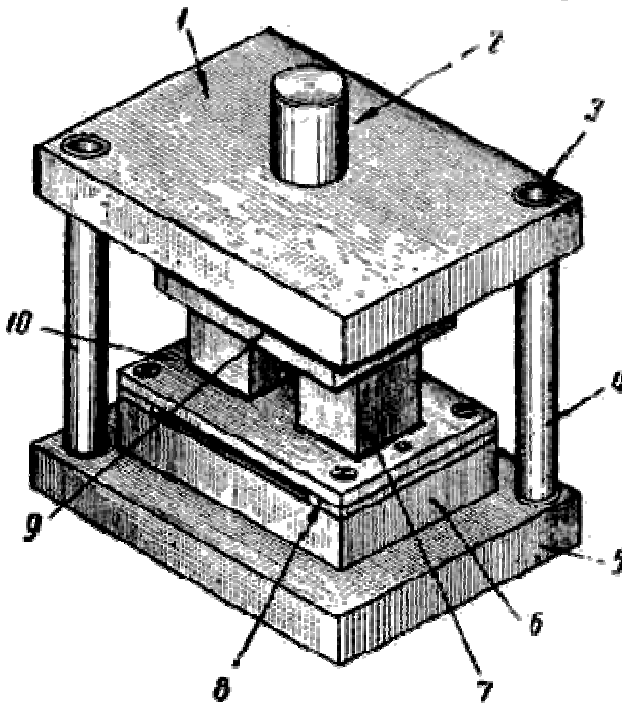
Штамп влаштовується і закріплюється в штамповому просторі механічного пресу. Найчастіше верхня плита та з'єднані з нею деталі є рухомою частиною штампу і кріпляться вони до повзуна пресу. Нижня нерухома частина, влаштовується на столі. Робота в штампі відбувається тоді, коли штамп змикається.

Розглянемо типовий *штамп для листового штампування* (рисунк 6.1). Базовими (корпусними) деталями штампу є плити – верхня 1 та нижня 5. На них влаштовуються всі інші деталі, крім цього плити забезпечують жорсткість всієї конструкції, а це перш за все – точність роботи штампу та його довговічність.

Невеликі штампи на верхній плиті мають хвостовик 2, він допомагає швидко зцентрувати штамп в міжштамповому просторі пресу.

Для того, щоб чітко забезпечити необхідні зазори між робочими частинами штампу, а саме пуансоном 7 та матрицею 6, конструкція інструменту містить напрямні вузли. Це колонки 4 та відповідні їм втулки 3.

Штамп має також пуансонотримач 9, який з'єднує пуансон верхньою шиною, та знімач 9, який знімає листовий матеріал, що деформується.



- 1 - верхня плита, 2 - хвостовик, 3 - напрямна втулка,
4 - напрямна колонка, 5 - нижня плита, 6 - матриця, 7 - пуансон,
8 - установчі деталі, 9 - пуансонотримач, 10 - знімач

Рисунок 6.1 – Типовий листоштампувальний штамп

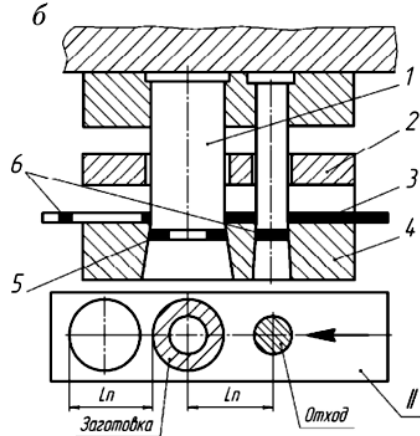
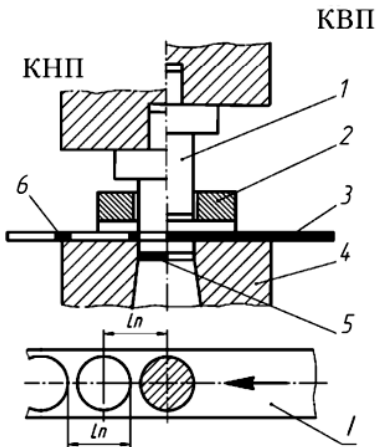
За технологічним призначенням штампи поділяють на: штампи для вирубування, гнуття, витягування тощо. Штмп може бути *простим* (одноопераційним) та *складним* (багатоопераційним або комбінованим). Складні штампи в свою чергу розподіляють на штампи *послідовної* або *сумісної дії* (рисунок 6.3).

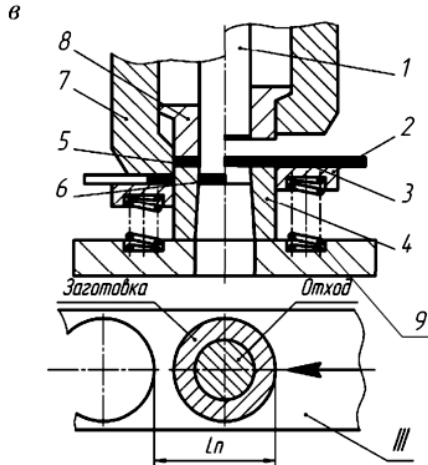
На *штампах простого дії* (рисунок 6.3, а) виконують одну штампувальну операцію за один хід повзуна преса в межах одного кроку подачі.

На *штампах послідовної дії* (рисунок 6.3, б) виконують послідовно кілька різних операцій. Процес штампування здійснюється за кілька ходів повзуна преса і відповідну кількість кроків подачі.

На *штампах сумісної дії* (рисунок 6.3, в) виконується одночасно кілька різних операцій. Процес штампування здійснюється за один хід повзуна преса і в межах одного кроку подачі. Штампи обов'язково мають специфічну тільки для них деталь - пуансон-матрицю⁷ (рисунок 6.3, в), що виконує одночасно функції і матриці, і пуансона.

а



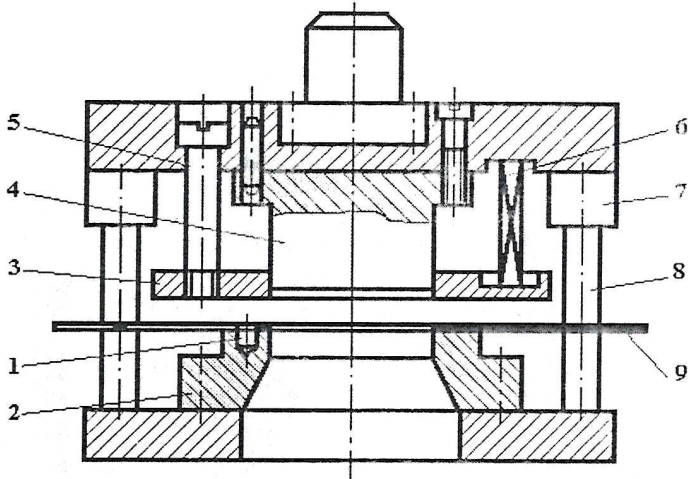


- а - простої дії; б - послідовної дії; в - сумісної дії;
 1 - пуансон; 2 знімач; 3 - смуга; 4 - матриця; 5 - заготовка;
 6 - відхід; 7 - пуансон-матриця; 8 - виштовхувач; 9 - пружина;
 I, II, III - схеми розкрою смуги; L_n - крок подачі смуги;
 КНП - крайнє нижнє положення; КВП - крайнє верхнє положення

Рисунок 6.3 – Технологічні схеми штампів

Штампи для вирубубвання. Сучасні конструкції таких штампів мають напрямні колонки 8 та втулки 7 (рисунок 6.4), які не тільки забезпечують точність та якість вирубубвання, а також підвищують стійкість інструменту. Стійкість зазвичай визначається кількістю відштампованих виробів між двома ремонтами інструменту.

Матриця 2 та пуансон 4 влаштовують відповідно в нижній та верхній плитах. Знімач 3 рухомий, він з'єднується через гвинти 5 з верхньою плитою, а пружини 6 забезпечують рух знімача по вертикалі. Під час роботи знімач притискує смугу 9 до матриці 2, а пуансон 4 вирубубує заготовку. При русі повзуна 4 вгору знімач 3, під дією стисненої пружини 6 іде вниз та знімає смугу 9 з пуансона 4. Упор 1, який влаштований на матриці 2 дозволяє витримувати сталий крок подачі.



1 - упор; 2 - матриця; 3 - знімач; 4 - пуансон; 5 - гвинти; 6 - пружини;
7 - втулки; 8 - колонки; 9 - смуга

Рисунок 6.4 – Штамп для вирубування

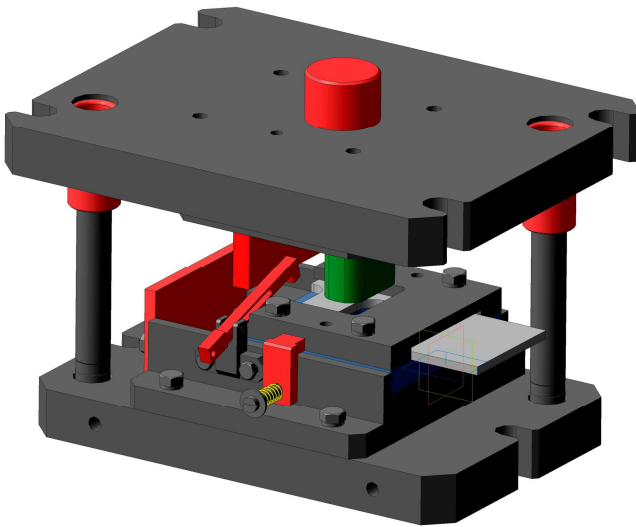
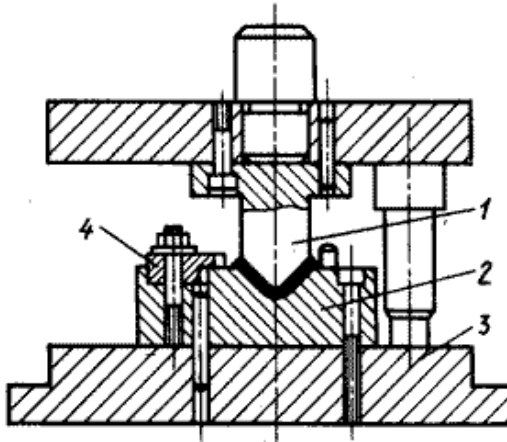


Рисунок 6.5 – Загальний вигляд штампу для вирубування

Штампи для гнуття складаються, в основному, з тих же елементів, що і штампи для вирубування і пробивання. На рисунку 6.6, 6.7 показаний штамп простої дії для однокутового гнуття.



1 - пуансон; 2 - матриця; 3 – нижня плита; 4 - упор; 5 - гвинти;
6 - пружини; 7 - втулки; 8 - колонки; 9 - смуга

Рисунок 6.6 – Штамп для гнуття

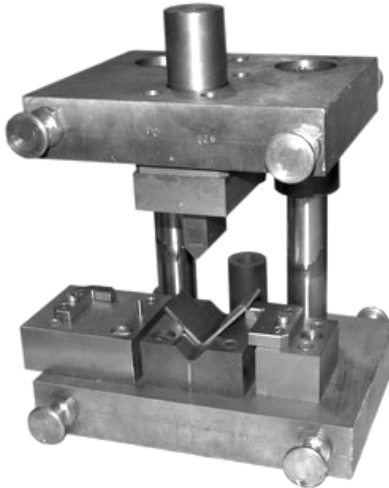
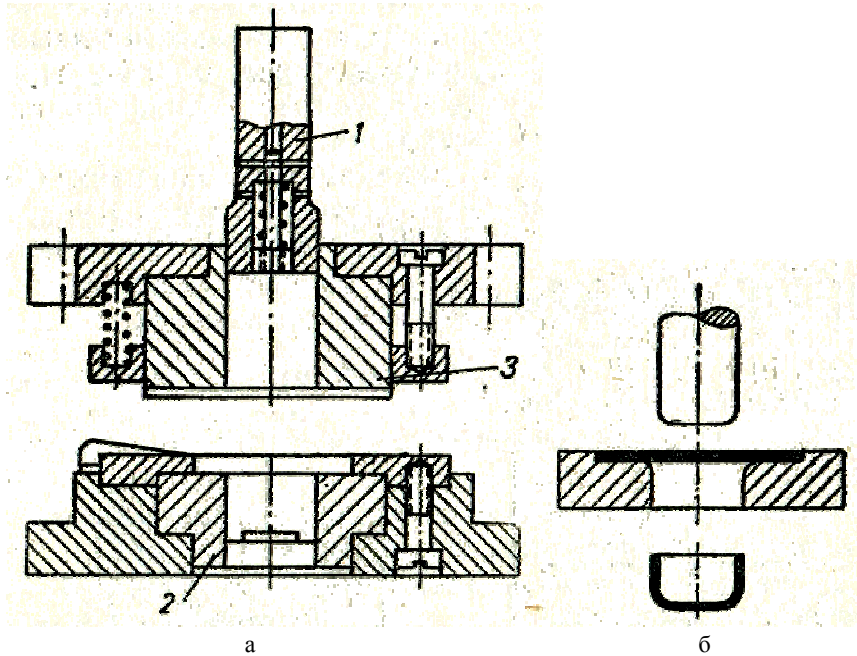


Рисунок 6.7 – Загальний вигляд штамп для гнуття

Головна відмінність їх полягає в конструкції і формі робочих інструментів – пуансонів і матриць. Робочим органом його є пуансон 1 і матриця 2, прикріплена до нижньої плити 3. Заготовка встановлюється в штамп за регульованим упором 4, який встановлений на нижній плиті 3.

Штамп для витягування призначений для виготовлення деталей найрізноманітнішої форми: циліндричних, прямокутних і фасонних. Найпростішим типом такого штамп – штамп для витягування циліндричного стакану з заготовки, що має форму диска (рисунок 6.8).



а – штамп для витягування; б – схема процесу витягування
1 – пуансон для витягування; 2 – матриця для витягування; 3 – притискне кільце

Рисунок 6.8 – Штамп для витягування

Штамп складається з пуансона для витягування 1, матриці для витягування 2, притискного кільця 3, яке пов'язане з пружиною, що притискає його до матриці. Під час робочого ходу преса притискне кільце 3 стикається з заготовкою раніше пуансона.

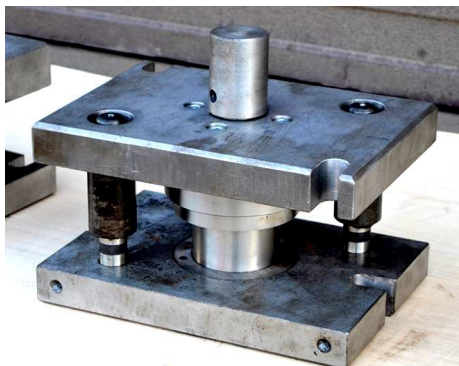


Рисунок 6.9 – Загальний вигляд штампу для витягування

Коли пуансон починає тиснути на заготовку, кільце 3 притискає заготовку до матриці і не дає їй можливості деформуватися поза матриці. Пуансон 1 посиляє заготовку в матрицю 2, в якій і деформується деталь. При зворотному ході преса виштовхувач подає заготовку вгору та знімає її з пуансона нижньою частиною матриці 2.

Порядок проведення роботи. Застосовуючи лабораторні діючі штампи їх моделі по листовому штампуванню виконується послідовне вивчення термінології та конструкції простих штамсів для типових листоштампувальних операцій. Ознайомитися з деталями штамсів.

Зміст звіту

1. Вказати тему та мету роботи.
2. Подати загальні відомості по темі роботи.
3. Зробити ескізи штамсів для вирубування та витягування.
4. Визначити назви основних деталей штамсів, їх принцип дії.
5. Зробити висновки за темою.

Контрольні запитання

1. Призначення та складові частини штампів для листового штампування.
2. Класифікація штамсів по технологічним ознакам. Сутність простих та комбінованих штамсів.
3. Складові частини та принцип дії штамсів для вирубування та витягування.

Література [4], [5], [6], [9].

7 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7. ПРЕСИ ДЛЯ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ

Мета роботи. Вивчення термінології, конструкції та принципу дії пресів простої та подвійної дії.

Матеріал, інструмент, обладнання. Преси кривошипні КА 2330 ($P_n = 1000$ кН), КД 2122 ($P_n = 160$ кН). На преси влаштовують штамп для відповідних операцій.

Загальні відомості. Основним типом обладнання для листового штампування є *механічні кривошипні преси* та *листоштампувальні автомати*. Як вже повідомлялось в лабораторній роботі №6 преси для листового штампування, в залежності від складності операцій штампування, які повинні на них виконуватись, бувають простої дії (одноповзунні) та багатократної дії (багатоповзунні).

Преси простої дії найбільш поширені в листоштампувальному виробництві. Вони є універсальним обладнанням, на якому можна виконувати майже всі операції штампування, як розділові, так і формозмінюючі.

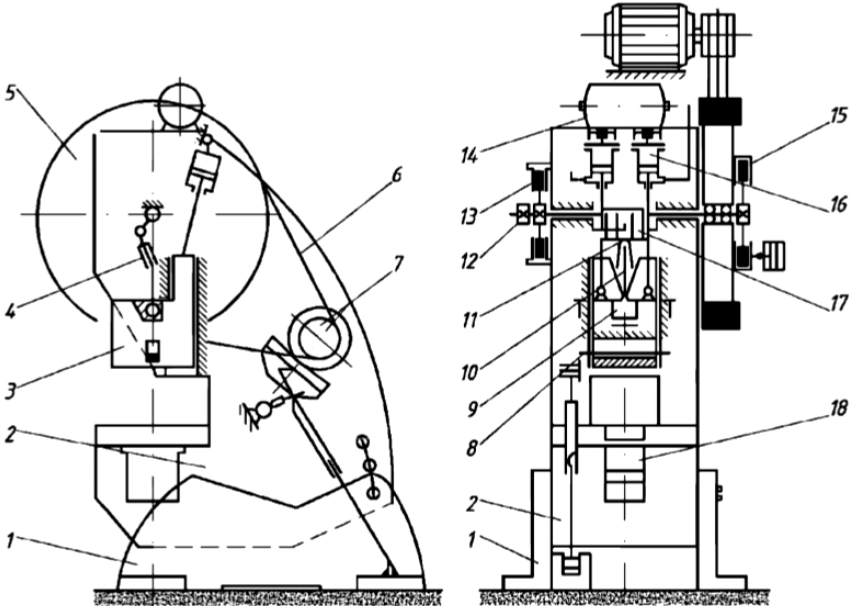
Найчастіше універсальні *листоштампувальні преси* бувають, з конструктивної точки зору, вертикальними, закритими чи відкритими одно-, двох- або чотирьохкривошипними. *Вертикальні* – це такі преси, у яких рух повзуна виконується згори вниз, а потім повзун повертається вгору, в так зване вихідне положення.

Відкритий прес має доступ до штампового простору з трьох сторін спереду, де звичайно знаходиться штампувальник, а також справа та зліва. Це явище значно поліпшує доступ до штампового простору, дає змогу працювати з великогабаритними листами. У *закритих пресах* доступ мається лише спереду та з протилежної сторони.

Кількість кривошипів у преса вказує на можливість роботи з металом різних розмірів. Для штампування невеликих виробів застосовують *однокривошипні преси*. *Двох-* та *чотирьохкривошипні*

преси – для великогабаритних деталей. В таких пресах під час робочого ходу повзун не перекошується.

Схема однокривошипного преса простого дії з станиною, що нахиляється, представлена на рисунку 7.1, загальний вигляд пресу – на рисунку 7.2.



- 1 - основа станини; 2 - станина; 3 - повзун; 4 - шатун; 5 - маховик;
 6 - клинопасова передача; 7 - електродвигун; 8 - виштовхувач; 9 - запобіжник;
 10 - механізм регулювання закритої висоти; 11 - механізм регулювання ходу повзуна;
 12 - привід засобів автоматизації; 13 - гальмо; 14 - ресивер; 15 - муфта;
 16 - врівноважувач; 17 - головний вал; 18 - пневматична подушка

Рисунок 7.1 - Прес однокривошипний простої дії станиною, що нахиляється

Кривошипний прес має у своєму складі такі вузли, механізми та системи: станина , привод, кривошипно-повзунний механізм, механізм керування вмиканням-вимиканням, механізм регулювання

штамповою простору, пневматична система, система змащення, запобіжники, виштовхувачі тощо.

Як і будь-яка технологічна машина, прес має *технічні характеристики (параметри)*. Основними з них є:

- номінальне зусилля пресу (кН, МН);
- найбільший хід повзуна (мм);
- число ходів повзуна (х/хв.).

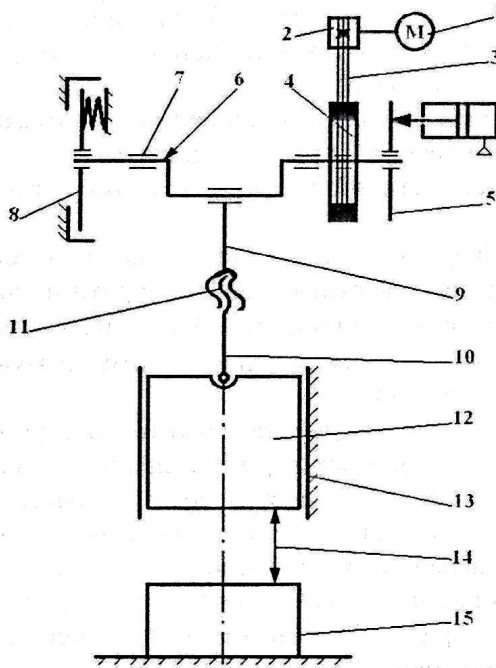


Рисунок 7.2 – Загальний вигляд однокривошипного пресу простої дії станиною, що нахилиється

Кінематична схема невеликого листоштампувального пресу подана на рисунку 7.3. Розглянемо його складові частини та принцип дії.

Електродвигун 1 має на своєму валі клиновий шків 2. Він з'єднаний з маховиком 4 клинопасовою подачею 3. Маховик сидить

на підшипниках на головному колінчатому валу 6. Сам вал має опори ковзання (підшипники) 7.



- 1 - електродвигун; 2 - клиновий шків; 3 - клинопасова подача; 4 - маховик;
 5 - муфта вмикання; 6 - колінчатий вал; 7 - підшипники; 8 - гальмо;
 9 - шатун; 10 - гвинт; 11 - механізм регулювання; 12 - повзун;
 13 - направляючі; 14 - міжштамповий простір; 15 – стіл

Рисунок 7.3 – Кінематична схема відкритого однокривошипного пресу

Для вмикання-вимикання пресу на хід з маховиком та валом з'єднана муфта вмикання 5, а на протилежному консолі валу – розташовано гальмо 8. Муфта та гальмо найчастіше дискові, фрикційні. Коліно головного валу охоплює велика головка шатуна 9. Гвинт 10 з кульовою опорою з'єднується з повзуном 12, шатун та гвинт з допомогою гвинтової пари утворюють механізм регулювання 11 міжштампового простору 14. Повзун ковзає по направляючим 13, до столу пресу 15.

Принцип дії кривошипного пресу полягає у перетворенні обертального руху приводу в зворотно-поступальний рух повзуна за допомогою кривошипно-повзунного механізму.

Робота кривошипного пресу. При вмиканні електродвигуна 1 в силову електричну мережу починає обертатися його ротор, вал та шків 2. Через клинопасову передачу 3 обертання передається на маховик 4. Якщо муфта вимкнута, то рух далі не передається, бо інші рухомі частини пресу в цей час утримуються гальмом 8.

Для того, щоб повзун почав рухатися і виконалась пластична деформація металу (робочий хід) необхідно ввімкнути муфту та вимкнути гальмо. При вмиканні муфти фрикційний зв'язок передає обертання від маховика через ввімкнену муфту на головний вал 6, і далі завдяки шатуну 9 та гвинту 10 повзун рухається вниз, і виконується корисна робота (штампування). Коли повзун при русі вгору доходить до крайнього верхнього положення система керування пресом вимикає муфту та вмикає гальмо. На цьому і закінчується цикл роботи пресу.

Система керування пресом дозволяє мати такі види ходів повзуна: одиночний, коли повзун спочатку рухається вниз, потім вгору і там зупиняється; автоматичний або безперервний (автомат) та штовхальний, при зміні та налагодженні штампу. При налагодженні також використовується механізм регулювання штампового простору 11.

Порядок проведення лабораторної роботи. Вивчити термінологію, конструкцію та принцип дії пресів для листового штампування на прикладі пресів КА 2330, КД 2122. Для проведення лабораторної роботи на преси влаштовують штампи для відповідних операцій.

Зміст звіту

1. Вказати тему та мету роботи,

2. Додати необхідні загальні відомості про преси простої та подвійної дії.
3. Навести кінематичні схеми цих пресів.
4. Визначити основні вузли та механізми.
5. Описати принцип дії пресів.

Контрольні запитання

1. Особливості кривошипних пресів простої дії.
2. Особливості кривошипних пресів подвійної дії.
3. Вузли та механізми пресів.
4. Принцип дії пресів простої та подвійної дії.

Література [5], [6], [7], [9].

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2263-93 Операції кування та штампування металу. Терміни та визначення.
2. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / В. В. Попович, В. В. Попович. — Львів: Світ, 2006. — 624 с. — ISBN 966-603-452-2.
3. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів / [навч. посібник для учнів проф. навч. зал.] / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. К.: Либідь, 2002. — 328 с. ISBN 966-06-0247-2.
4. Боков, В. М. Конструювання та виготовлення штамів. Проектування штамів: формозмінних, складної дії, для складання та автоматичного штампування: [навч. посіб.]. — Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2010. — 321 с. — ISBN 978-966-189-058-8.
5. Колесник Ф. И. и др. Штамповщик-эмалировщик. — М.: Металлургия, 1984. — 248 с.
6. Пособие штамповщику. Под общ. ред. Л. И. Рудмана. — К.: Техніка, 1882. — 264 с.
7. Линц В. П., Максимов Л. Ю. Кузнечно-прессовое оборудование и его наладка. — М.: Высшая школа, 1988. — 286 с.
8. Колесник Ф. И., Клеванский Н. Н. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Введение в специальность». — Запорожье, ЗМИ, 1983. — 45 с.
9. Колесник Ф. І. Російсько-український словник термінів з обробки матеріалів тиском. — Запоріжжя, ЗМІ, 1993. — 37 с.
10. Краснокутський П. Г., Колесник Ф. І. Технологічні процеси і конструкції нагрівальних печей. — К.: Вікол, 1995. — 246 с.