

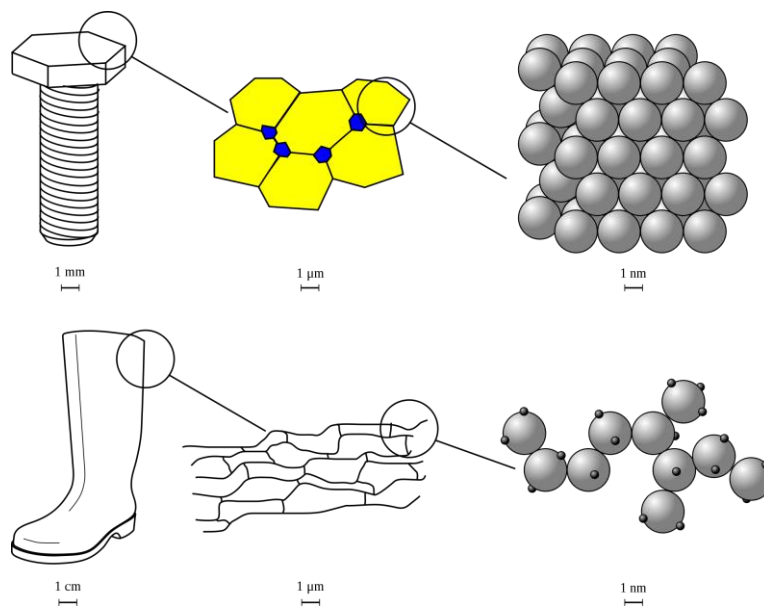


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра машинобудування, природничих дисциплін та інформаційних
технологій



ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ Лабораторний практикум

для студентів напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка»



Мукачево
МДУ 2018

УДК 621.93

*Розглянуто та рекомендовано до друку науково-методичною радою
Мукачівського державного університету
протокол № 9 від 19.02.2018 р.*

*Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри машинобудування,
природничих дисциплін та інформаційних технологій
протокол № 3 від 10.10.2017 р. р.*

Укладач:

Фордзюн Ю.І. - к.т.н., доцент кафедри машинобудування, природничих дисциплін та інформаційних технологій МДУ

Рецензент:

Жигуц Ю.Ю. – д.т.н., професор Ужгородського національного університету.

Р 57

Технологія конструкційних матеріалів: лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка»/ укладач Ю.І.Фордзюн. – Мукачево: МДУ, 2017. – 98с. (1,82 др.арк.)

Анотація.

Лабораторний практикум призначений для виконання лабораторних робіт з дисципліни технологія конструкційних матеріалів: містить короткі теоретичні відомості, опис обладнання, порядок проведення лабораторних робіт та вимоги щодо оформлення звіту, контрольні питання, додатки для виконання самостійної роботи студентами СРС та літературу. Практикум служить для закріплення теоретичних знань та формування практичних навиків у студентів щодо основ технології конструкційних матеріалів: переробки у вироби композиційних та полімерних матеріалів, ливарного виробництва, обробки металів тиском, електрофізичних й електрохімічних методів обробки, обробки металів різанням.... Лабораторний практикум забезпечує підготовку майбутнього спеціаліста для виробничо-технічної та ремонтно-господарської (обслуговуючої) та винахідницької діяльності в області машинобудування та легкої промисловості.

© Мукачівський державний університет, 2018

© Фордзюн Ю.І., 2018

З М І С Т

1.Лабораторна робота № 1. Лиття під тиском (технологічний режим переробки полівінілхлоридного пластикату).....	4
2. Лабораторна робота № 2.1. Види браку	7
3. Лабораторна робота № 2.2.Визначення усадки.....	10
4. Лабораторна робота № 3. Листове штампування.....	12
5. Лабораторна робота № 4. Вивчення технологічного процесу отримання заготовок методом лиття.....	21
6. Лабораторна робота № 5. Вивчення технологічного процесу отримання заготовок методом вільного кування.....	39
7. Лабораторна робота № 6. Ручне дугове зварювання металів.....	57
8. Лабораторна робота № 7. Газове зварювання та різання металів.....	69
9. Лабораторна робота № 8. Обробка поверхонь на токарному верстаті..	78
10. Лабораторна робота № 9. Обробка отворів на свердлильних верстатах.....	89
Список літератури.....	99

Лабораторна робота № 1

Лиття під тиском (технологічний режим переробки полівінілхлоридного пластикату)

Мета роботи: вивчити технологічний режим переробки полівінілхлоридного пластикату методом лиття під тиском та основи його складання

Прилади та матеріали: зразки матеріалу (гранули полівінілхлоридного пластикату молекулярна маса 18 000-20 000), литтєва машина лабораторного типу.

Теоретичні відомості

Відомо, що полівінілхлорид синтезується в автоклаві під тиском або в водній суспензії при 50⁰С в присутності персульфатів, тобто він є блочний - ПВХ-62-66 або суспензійний ПВХ-С63Ж, ДСТУ ГОСТ 14332-78.

Із ПВХ смоли виготовляють:

- вінілпласт - твердий, жорсткий матеріал, що містить стабілізатор і змазку.
- пластикат (полівінілхлоридний пластикат) - еластичний, м'який матеріал, що містить пластифікатор до 60 мас. процентів, стабілізатор, барвник та інші добавки.

Ці матеріали відрізняються за властивостями:

	вінілпласт	пластикат
Границя міцності при розтязі, МПа	40-60	3-12
Видовження при розтязі, %	10-25	200-400
	100	50-60
Твердість, умов. од.	(150-160МПа) по Брінелю	
Ударна в'язкість, кДж/м ²	120	-
Модуль пружності	400	1500
Опір стиранню, см ³ /мДж	180-200	100-250

По цій причині з вінілпласту в основному виготовляють каблучки, а із ПВХ - пластикату формовані підошви. Ці матеріали є термопластами, тому добре переробляються у виробі методом лиття під тиском.

Для розробки технологічного процесу лиття під тиском полівінілхлориду треба знати температурні характеристики матеріалу, які для різних марок ПВХ можуть приймати значення:

- температура крихкості - 0-+10⁰С
- температура скловання - 75-80⁰С (для термостійких 105⁰С)
- температура плавлення - 150-220⁰С
- температура початку розкладання 110-120⁰С
- температура деструкції -160-165⁰С.

Температура експлуатації виробу повинна бути не менше температури крихкості, так як виріб при цих умовах при незначних ударних навантаженнях здатний до крихкого руйнування. Температура переробки (температура лиття) матеріалу повинна бути більшою від температури плавлення (для кристалічних полімерів) температури текучості (для аморфних полімерів), але не вищою за температуру деструкції. Для кращої пластикації (перемішування) перероблюваного матеріалу ,в матеріальному циліндрі температурне поле повинно плавно збільшуватись від зони завантажування до сопла і максимальна температура по зонах повинна бути трохи вищою за температуру плавлення матеріалу.

Температура форми куди впорскується матеріал для зменшення кількості браку від недоливів, короблень та контактних швів, тощо, повинна бути трохи підігрітою ,але такою щоб забезпечити остивання відливки.Розкривання литтєвої форми можливе при умові коли матеріал перейде в склоподібний стан , тобто при температурі форми нижчій за температуру скловання матеріалу, що розраховується або коректується експериментально так, як залежить від товщини матеріалу. Це не призведе до короблення виробу та об`ємної усадки. Такі загальні рекомендації щодо розробки технологічного процесу переробки термопластів методом лиття під тиском.

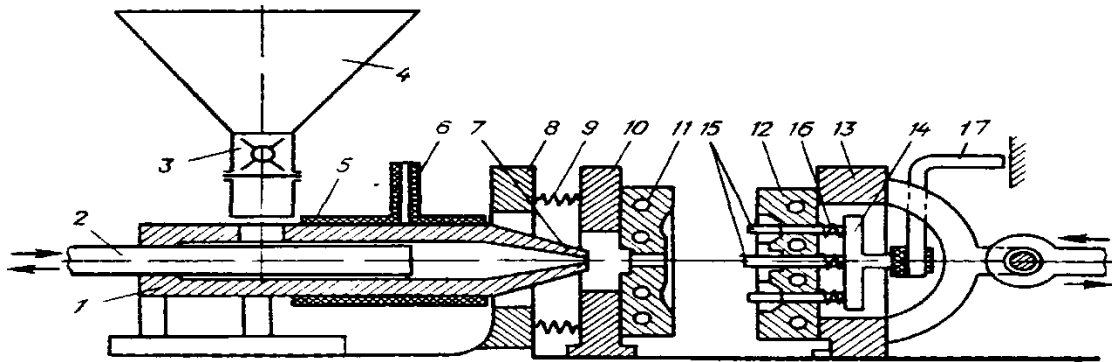
Хід роботи

Полівінілхлорид методом лиття під тиском переробляється на литтєвій машині лабораторного типу (мал.1). В бункер машини загрузають гранульований полівінілхлорид. Перед початком лиття обидві половини форми (напівматриці) (бажано мати прес-форму на стандартні взірці) змикають, в канали пускають гарячу воду (75-85⁰С) для деякого попереднього підігріву литтєвої форми. Після того як прес-форма нагріється до 50-60⁰С, а матеріальний циліндр до 150-200⁰С (температура лиття), пускають в хід вузол вприску литтєвої машини і починають литво.Питомий тиск при литті під тиском полівінілхлориду повинен бути в межах 40-100 МПа.

Температура литва визначається показниками текучості матеріалу і залежить від молекулярної маси і розмірів ливникової системи, тобто у відповідності до температури плавлення, температури текучості (див. лабораторна робота № 3 фізичні стани полімерів). Для полівінілхлоридного пластику (див. теоретичні відомості) температури по зонах матеріального циліндру вибираються в таких межах: 1- 120-140⁰С, 2- 140-160⁰С, 3-160-180⁰С, вони встановлюються на литтєвій машині і повинні регулюватись в процесі литва.

Після здійснення впрыску литтєвою машиною, виконують охолодження литтєвої форми пропусканням проточної холодної води по каналах системи охолодження, так як форма нагрівається за рахунок поступившого в неї нагрітого розплаву матеріалу. Під час лиття температура частини машини де здійснюється завантажування матеріалу може збільшуватись, але вона не повинна перевищувати 70⁰С, так як в матеріальному циліндрі матеріал може комкуватись і не буде забезпечено його перемішування в сторону сопла, зони впрыску.

Правильно вибраний режим охолодження литтєвої форми сприяє утворенню гладкої, глянцевої поверхні виробу, його товарному вигляду. Отримані стандартні взірці випробовують з метою визначення, наприклад, їхніх фізико-механічних властивостей.



Мал.1. Схема лабораторної машини для лиття під тиском

1 - циліндр; 2 - плунжер (черв'як); 3 - дозуючий пристрій; 4 - бункер для завантажування; 5 - електрообігрівач; 6 - гільза терморегулятора; 7 - сопло; 8 - кронштейн; 9 - пружина; 10 - рухома плита для кріплення напівматриці; 11 - нерухома напівматриця; 12 - рухома напівматриця; 13 - плита для кріплення рухоми напівматриці; 14 - траверза; 15 - виштовхувач; 16 - пружина; 17 - опора.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити будову і принцип роботи литтєвої машини.
2. Підготувати литтєву машину до роботи (вузол нагріву, вузол охолодження, вузол змикання литтєвої форми, литтєву форму...).
3. Призначити технологічні режими переробки.
4. Обґрунтувати вибір температурних режимів.
5. Виконати пробну відливку заготовки.
6. Скласти звіт про роботу.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі відомості про лиття під тиском.
2. Схему литтєвої машини.
3. Складальне креслення литтєвої форми.
4. Обґрунтування щодо вибору технологічних режимів переробки матеріалу (завдання індивідуальне, вказує викладач).
5. Завдання на роботу.
6. Опис технологічного процесу литва.
7. Складання технологічної карти відповідного процесу на конкретну деталь.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Загальні відомості про лиття під тиском.
2. Термопласти, як матеріали що переробляються методом лиття під тиском.
3. Будова і принцип роботи литтєвої машини-термопластавтомату.
4. Температурні параметри переробки полімерів.
5. Лиття під тиском в ручному режимі, напівавтоматичному, автоматичному.
6. Яке значення мають температурні характеристики матеріалу, при виборі режимів переробки термопласту методом лиття під тиском?

Лабораторна робота № 2.1. Види браку

Мета роботи: ознайомитися з видами браку та методами усунення цього браку.

Прилади та матеріали: термопласт-автомат (по даних екскурсії на діюче виробництво), взірці полімерних виробів.

Теоретичні відомості

Основні види браку при литті під тиском:

1. Недолив. Виражається в неповному відформуванні виробу. Основними його причинами є :

- а) брак дозування;
- б) недостатньо розплавлений матеріал;
- в) засмічення ливкового та розвідного каналів.

2. Перелив. Визиває утворення ґрату в місці змикання прес-форми. Він виникає при неправильній роботі дозувального пристрою, перегріві розплаву та прес-форми, недостатньому зусиллі змикання прес-форми.

3. Контактні шви. На зовнішній поверхні відформованої деталі видно криву лінію спайок у окремих потоків. Механічна міцність в місцях спайок понижена. Основними причинами є: зниження температури розплаву або прес-форми, невдала конструкція прес-форми, яка може утворювати охолодження окремих потоків розплаву до моментів їх спливання. А також недостатній тиск розплаву, який поступає в прес-форму.

4. Вздутість на поверхні та порожнечі в масі виробу. Спостерігається при підвищеному вмісті литючих при перегріванні розплаву, що призводить до часткової деструкції, і наступному газовиділенню, утворенні порожнечі вспучують м'яку поверхневу плівку виробу. Це також може бути зумовлене недостатнім охолодженням виробу.

5. Раковини від об'ємної усадки виробу. Це значні поглиблення на поверхні виробу, що виникають внаслідок підвищеної усадки, при перегріванні маси і недостатньому поступанню розплаву. Це також може бути викликано зниженням питомого тиску розчину, малим перерізом впускних каналів. Інколи поверхневі раковини можуть бути викликані нерівномірним розподіленням температури у прес-формі, що викликає неоднакову усадку.

6. Короблення готових виробів. Виникає внаслідок значних напружень у виробках, викликаних великою різницею температур в окремих частинах виробу, а також при недостатній видержці в прес-формі.

7. Тріщини. Вони утворюються внаслідок значних залишкових напружень виробів, а також при налипанні виробу до стінок прес-форми.

8.Риски, подряпини, сколи. На поверхні виробу виникають при неправильному стані прес-форми, її формуючої частини, а також при неакуратному відношенні.

9.Мороз. Виникають загрози, що нагадують зимове розмалювання вікон. Основною причиною є попадання вологи у матеріал і прес-форму.

10. Розслоїння. Наступає при підвищеному вмісті вологи в матеріалі, що перероблюється литтям під тиском. Якщо розслоєння виражене в незначній степені, його називають сребристією.

11. Різнотонність. Неоднорідна поверхнева окраска виробу, що може бути зумовлене недостатньо однорідним переміщенням барвника, його термічним розпадом.

12. Розмірний брак. Відхилення від нормальних розмірів, номінально допустимих. Спостерігається при: збільшеній нормі усадки та невдалій конструкції прес-форми.

Хід роботи

Розглянемо види браку при литті під тиском підшв ПВХ пластикату і способи їх усунення.

Таблиця 1

Види браку при литті під тиском термопластів і способи їх усунення

№	Види браку	Можливі недоліки	Способи усунення
1.	Недолив маси	Недостатня кількість пластикату поступає у форму	Збільшити подачу пластикату у форму
2.	Вмятини на відливці	Недостатня кількість пластикату поступає у форму	Збільшити подачу пластикату у форму
3.	Пригар на відливці	Висока температура пластикації і формування	Понизити температуру пластикації і формування
4.	Плями і смужки на відливці	Неправильно підібрана температура і тиск формування. Погано перемішаний барвник з пластикатом.	Підібрати дослідницьким шляхом температуру і тиск формування. Старанно перемішати пластикат з барвником.
5.	Шаруватість відливки	Низька температура у формі, неправильна швидкість вприску	Повисити температуру форми, відрегулювати швидкість вприску.
6.	Короблення відливу	Низька температура форми, висока швидкість охолодження, недостатній час витримки виробу у формі	Підібрати температуру форми і швидкість вприску, збільшити час витримки виробу у формі

Продовження таблиці 1

7.	Хвиляста поверхня виробу	Низька температура форми, висока швидкість охолодження, недостатній час витримки виробу у формі	Підібрати температуру форми і швидкість вприску, збільшити час витримки виробу у формі
8.	Пустотистість та вздутість	Підвищена вологість матеріалу	Просушити пластикат при температурі 60-700 С при допусканні вмісту вологи не

	відливу		більше 3%
9.	Залипання відливки прес-форми	Відсутність змазки у формі	Змазати форму перед роботою

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити будову і принцип роботи литтєвої машини.
2. Підготувати литтєву машину до роботи (вузол нагріву, вузол охолодження, вузол змикання литтєвої форми, литтєву форму...).
3. Охарактеризувати віливку, отриману після лиття під тиском (кількість гнізд, ливникова система, готова деталь)
4. Вимоги до виробу та види браку при литті під тиском.
5. Характеристика видів браку та способів цього усунення.
6. Скласти звіт про роботу.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі відомості про лиття під тиском.
2. Ескіз, креслення деталі, технічний опис.
3. Види браку та способи його усунення.
4. Складання технологічної карти відповідного процесу для усунення браку при литті під тиском.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Загальні відомості про лиття під тиском.
2. Види браку та причини його виникнення.
3. Способи усунення браку при литті під тиском.
4. Вимоги до матеріалів для лиття під тиском.
5. Вплив браку на властивості деталей (відливок).
6. Які існують технологічні прийоми, щодо зменшення кількості браку в процесах переробки полімерів у виробі (лиття під тиском, екструзія, термоформування, пресування)? Що таке прицевійне литво, які вимоги до технологічної оснастки?

Лабораторна робота № 2.2.

Визначення усадки

Мета роботи: навчитись визначати усадку термопластів та реактопластів.

Прилади та матеріали: штангель-циркуль, мікрометр, литтєва машина, прес, прес-форма, полістирол (термопласти), амінопласт, пінопласт (реактопласт).

Нормативно-технічна документація: ГОСТ 18616-80 Усадка полімерних матеріалів, ГОСТ 5689-66 Усадка

Теоретичні відомості

Усадка – це різниця розмірів виробу і оформляючої порожнини форми. Відрізняють усадку об'ємну виробу при охолодженні, та лінійну (зменшення лінійних розмірів при охолодженні виробів).

Усадку (S) визначають за формулою:

$$S = \frac{l_1 - l}{l_1} \cdot 100 \%$$

де l_1 – довжина формуючої порожнини матриці;

l – довжина або діаметр зразка;

Усадку полімерних матеріалів визначають по ГОСТ 18616-80. Для термопластичних матеріалів суть методу заключають у визначенні усадки – різниці, розмірів, форми та зразка, виражених у відсотках від розмірів форми і анізотропії усадки, викликаної термообробкою матеріалу.

Для визначення усадки при випробуванні використовують стандартні зразки у вигляді брусків, розмірами: 120×15×10 мм, 120×10×4 мм, 50×6×4 мм, а також диски, діаметрами 50 мм, товщиною 2 мм.

Загальні вимоги до зразків з реактопластів обговорені в ГОСТ 12015-66, 12019-66.

Поверхня оформляючої пластини прес-форми повинна бути хромованою. Для полегшення вилучення деталей із прес-форми допускають ухил вертикальних стінок оформляючої порожнини на $0,5^\circ$. Передбачається ГОСТ також вимоги до попередньої підготовки матеріалу, у випадку необхідності матеріал підсушується. Зразки вимірюють через 16 год після їх виготовлення.

Введення в склад гуми смол і термопластів, таких, як полістирол, поліетилен тощо, дозволять значно знизити усадку і отримати практично безусадочні гуми. Найбільше використання для цих цілей знайшли смоли на основі стиролу. Полістирол забезпечує меншу усадку, ніж смолонаповнений каучук БС-45 при однаковому їх вмісту в розрахунку на стирол. Ще меншою усадкою характеризуються гуми, які вміщують блоксополімер ДСТ-80. Введення в склад гум смол і термопластів приводить до зростання твердості, опору стиранню, підвищенню комплексу фізико-механічних властивостей.

Для отримання безусадочних еластичних виробів представляють інтерес термопласти. Пориста структура в цих випадках формується в розплавленому в'язкотекучому полімерному матеріалі, і після охолодження не виникає

великих напруг в матеріалі внаслідок перетворення, тому що утворені сітки фізичних зв'язків проходять при охолодженні виробу. Деформація ж зв'язана з перетворенням, проходять при температурі, коли всі деформації зворотні.

Низьке значення усадки пористих виробів з термопластів свідчить про те, що макромолекули полімера знаходяться в зваженому стані. Так, розміри виробів, отриманих на основі ДСТ-30 і порофора ЧХЗ-21 литтям під тиском в холодну платформу, не змінюється при зберіганні і навіть після нагрівання. Виріб, отриманий литтям під тиском з термоеластопластів в охолоджену форму, має інтегральну структуру пор внаслідок охолодження виробу з поверхні. Мікроструктура і властивості виробів залежать від температури пресформи. Підвищення температури форми призводить до зниження щільності, однак при цьому міцність і відносне видовження також знижується.

При введенні великої кількості пластифікаторів усадка збільшується, крім того, збільшується тенденція до утворення бульбашок і раковин. Використання смоли типу кумаронової викликає підвищення усадки і залишкового стиснення.

Пористі гумові вироби, отримані різними методами, мають різну пористу структуру і відповідно характеризуються різною величиною і швидкістю протікання усадочних явищ. Склад гуми, як правило, розробляється або коректується з врахуванням до певного способу отримання виробу з метою досягнення оптимальних фізико-механічних властивостей і найменшою усадкою.

Хід виконання роботи

1. Згідно технологічної карти приміюваних матеріалів виставляють відповідні режими на литтєвій машині

2. Завантажують досліджуваний матеріал. Після виходу литтєвої машини на режим, отримуємо деталь.

3. Через 16 год робимо заміри деталі.

За остаточний результат приймаємо середнє арифметичне значення із результатів всіх досліджень.

В протокол випробовувань записуємо:

- назва та марка матеріалу;
- підприємство-виготовлювач;
- число зразків та їх форма, розміри, дата виготовлення;
- умови конденсації (виділення вологи) та термообробки зразків, анізотропія усадки.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити будову і принцип роботи литтєвої машини.

2. Підготувати литтєву машину до роботи (вузол нагріву, вузол охолодження, вузол змикання литтєвої форми, литтєву форму...).

3. Охарактеризувати вилівку, отриману після лиття під тиском (кількість гнізд, ливникова система, готова деталь)

4. Вимоги до виробу та види браку при литті під тиском.

5. Усадка матеріалу при литті під тиском.

6.Визначення лінійної усадки.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі відомості про лиття під тиском.
2. Ескіз, креслення деталі , технічний опис.
3. Усадка матеріалу
4. Складання технологічної карти відповідного процесу для зменшення усадки при литті під тиском.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Загальні відомості про лиття під тиском.
2. Усадка , визначення, значення, технологічний параметр.
3. Вибір матеріалу з огляду його усадки.
4. Вимоги до матеріалів для лиття під тиском.
5. Вплив браку на властивості деталей (відливок).
- 6.Дати визначення усадці полімерних матеріалів , як технологічному параметру. Різновидності усадки. В чому вона проявляється?
- 7.Методика визначення усадки матеріалів. Вимоги стандарту , щодо визначення усадки.
- 8.Значення усадки при виробництві полімерних виробів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 ЛИСТОВЕ ШТАМПУВАННЯ

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

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

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.

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 вітчизняних 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 можна поділити на дві групи: роздільні і формозмінні.

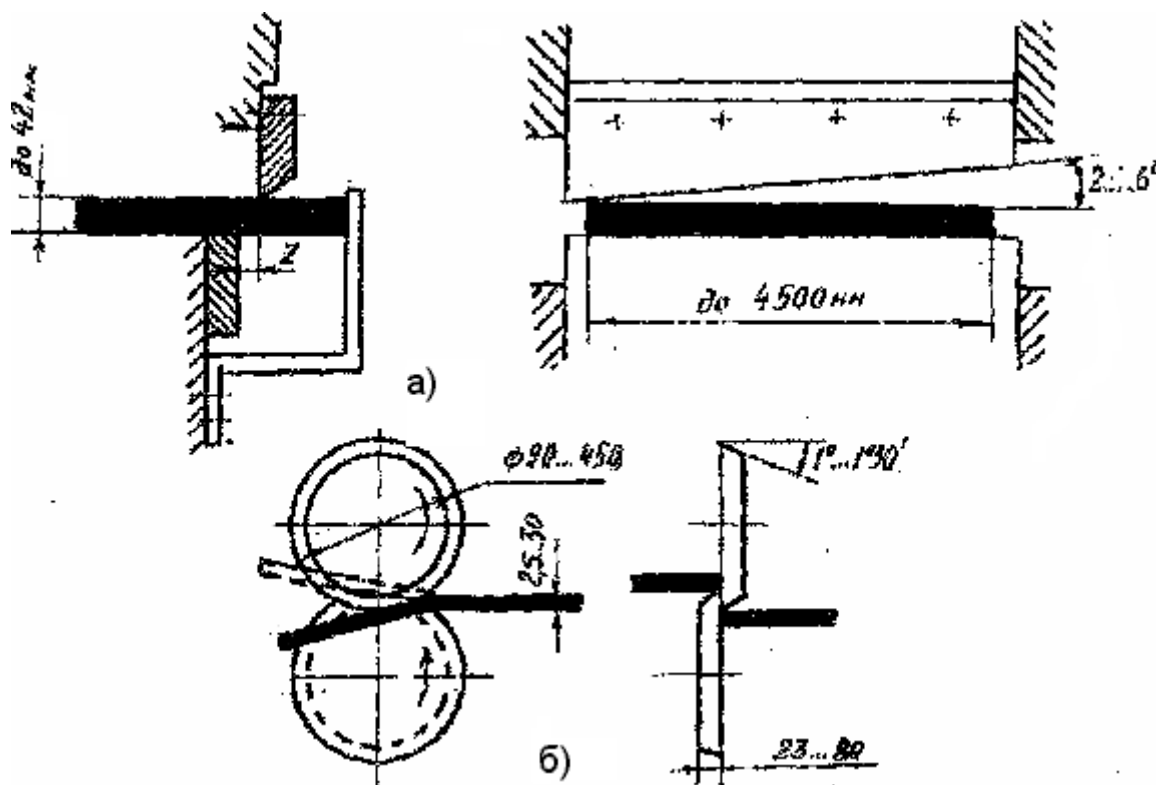
1.1 Роздільні операції

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

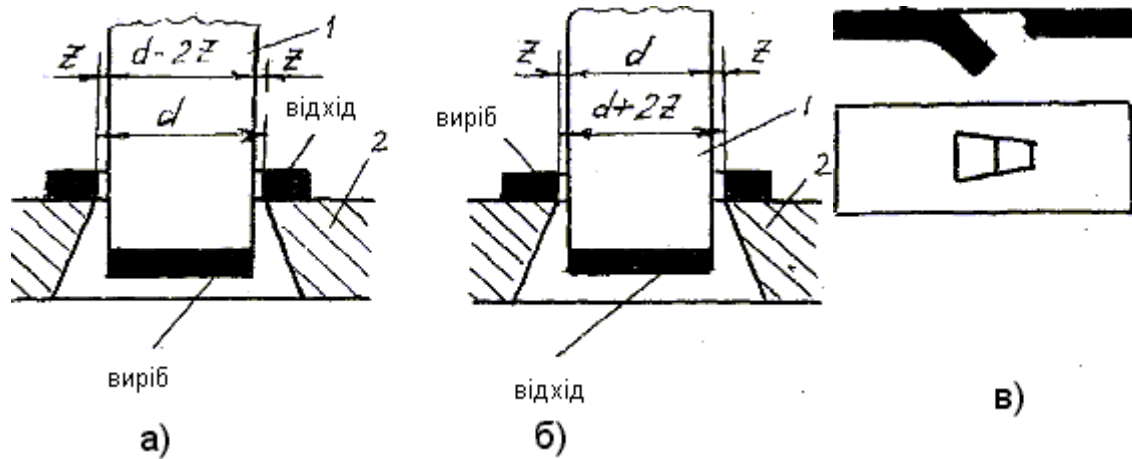
1.1.1 В і д р і з а н н я – розділення заготовки на частини за допомогою ножів або штампа. Його найчастіше застосовують як заготовчу операцію (різання заготовки). Ця операція виконується на ножицях з поступальним рухом ріжучих кромek ножів (гільйотинних) - Мал. 1.,а; обертовим (дисковим) - Мал. 1.,б; а також на відрізних штампах.

1.1.2 В и р і з у в а н н я (в и р у б у в а н н я) – повне відокремлення матеріалу по замкнутому контуру. При цьому частина, що відокремлюється, є виробом (Мал. 2.,а).

1.1.3 П р о б и в а н н я – операція отримання в деталі наскрізного отвору (Мал. 2.,б).



Мал. 1. Розрізання листового матеріалу на ножицях:
а - гільйотинних, б - дискових.



Мал. 2. Схеми роздільних операцій:
а - вирізування; б - пробивання; в - надрізання

Операції вирізування та пробивання виконуються за допомогою штампів (див.рис.16), Головними робочими деталями штампів є пуансон 1 і матриця 2 (Мал. 2.), які працюють як ножі замкнутої форми. Зазор γ між пуансоном та матрицею, що дорівнює $(0,05..0,1)S$, де S - товщина вихідної заготовки, забезпечується за рахунок зменшення діаметра пуансона при вирізанні (вирубанні) і за рахунок збільшення діаметра матриці при пробиванні.

1.1.4 **Надрізання** – операція часткового відокремлення матеріалу по незамкнутому контуру без видалення залишків, тобто без відходів (Мал. 2.,в).

1.2 Формозмінні операції (Мал. 3.)

Формозмінними операціями називають такі операції, коли плоска або порожниста заготовка перетворюється в просторову деталь потрібних форми та розмірів. До них належать:

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

1.2.1.1 **Витягання без стоншування стінки.** Неглибокі деталі простої форми витягають за один перехід. Деталі більшої глибини а також складної форми витягають за кілька послідовних переходів. При багаторазовому витяганні діаметр деталі зменшується з кожним переходом, а глибина збільшується.

На Мал. 3.,а показана схема витягання чашечки діаметром d_1 з вихідної заготовки діаметром D . На Мал. 3.,б показана схема другого переходу для одержання чашечки діаметром d_2 .

Відношення зовнішнього діаметра одержаної деталі до діаметра вихідної заготовки називається коефіцієнтом витяжки K . Для практичних розрахунків заготовок із сталі і сплавів кольорових металів користуються такими значеннями коефіцієнтів витяжки: для першого переходу $K = d/D = 0,5...0,7$;

для другого і наступних переходів $K_2 = K_3 = \dots = K_n = d_1 / d_2 = \dots = d_n / d_{n-1} = 0,75 \dots 0,90$.

Зазор між пуансоном і матрицею Z повинен бути таким, щоб заготовку можна було втягнути в цей зазор. Звичайно приймають $Z = (1,2 \dots 1,3)S$, а для останнього переходу витяжки $Z = 1,1S$.

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

Це досягається тим, що зазор між пуансоном і матрицею беруть меншим, ніж товщина стінки вихідної заготовки, а робочий отвір матриці у верхній частині виконують конічним (Мал. 3.,в). 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%.

1.2.2 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 $0,1 \dots 0,2$ товщини заготовки (Мал. 3.,г).

1.2.3 Розбортування – полягає в утворенні борта в заготовці з попередньо пробитим отвором. Розбортуванням можна одержати порожнисті заклепки, фланці, люки в днищах котлів та ін. (Мал. 3.,д). Коефіцієнт розбортовки K дорівнює відношенню діаметра отвору вихідної заготовки d_0 до діаметра борта d_1 . Допустиме без руйнування значення $K_p = 0,45 \dots 0,65$.

1.2.4 Обтискання – являє собою місцеве зменшення поперечного перерізу порожнистого виробу, одержаного витяганням (рис.16,е). Величина обтискання за один перехід становить 20...30%.

1.2.5 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 і ін. Різновидом формування є **випинання** – формування зсередини, коли опуклості одержують за рахунок тиску зсередини гуми або рідини. На Мал. 3.,ж показане випинання попередньо витягнутого виробу за допомогою гумового вкладиша b , на який тисне зверху пуансон. Штмп для випинання має роз'ємну матрицю, що дає можливість вийняти з нього готову деталь.

1.3 Визначення придатності матеріалу до листового штампування

Якість матеріалу, призначеного для штампування, повинна задовільняти вимогам, зумовленим не тільки призначенням і умовами роботи виробу, але і технологією штампування.

Здатність матеріалу до операцій листового штампування оцінюють за його механічними властивостями, а також за допомогою спеціальних технологічних проб. Для формозмінних операцій – це випробування на згинання та видавлювання (див. лаб. Технологічні властивості матеріалів).

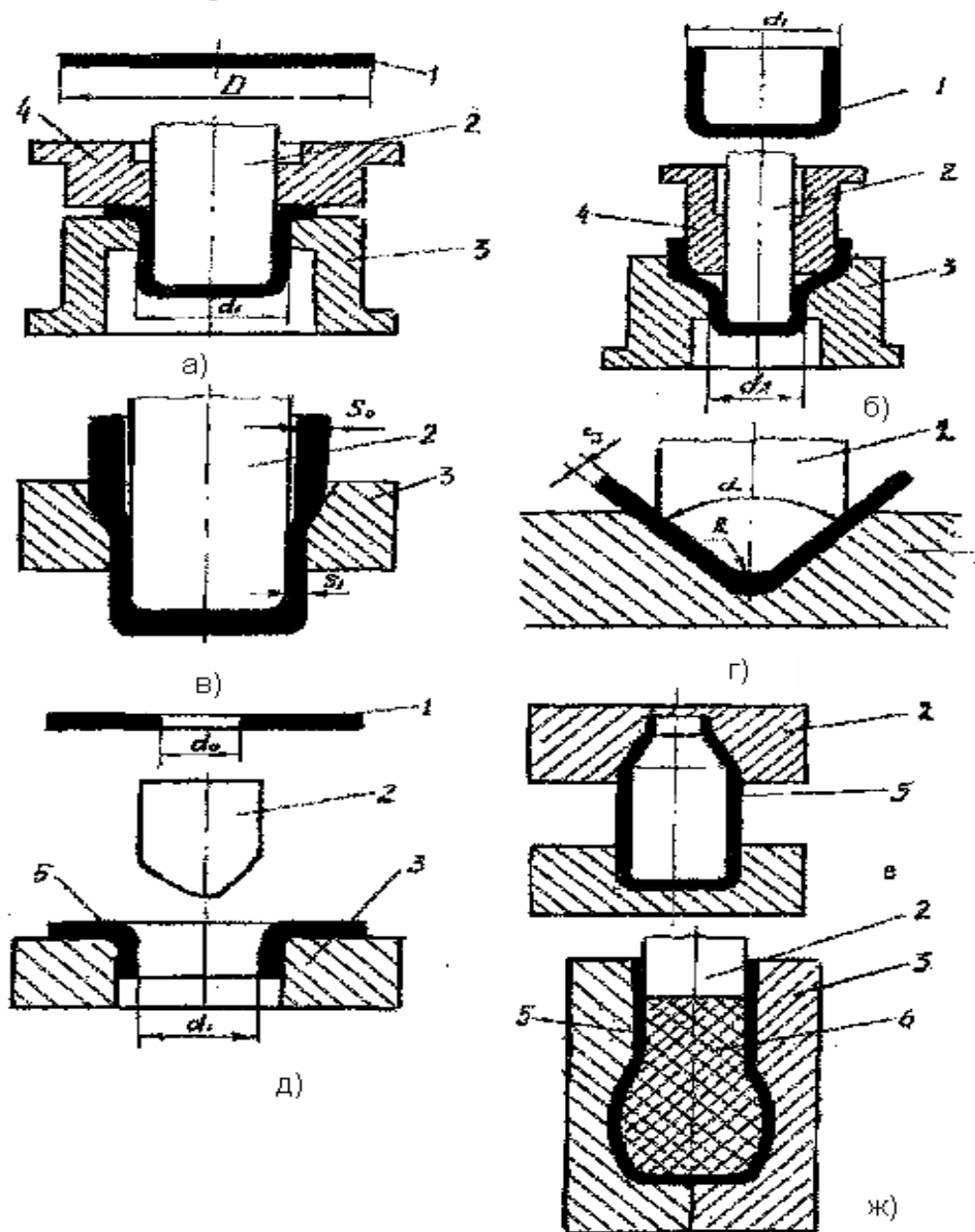
1.4 Обладнання для листового штампування

Більшість листоштампувальних робіт виконуються на кривошипних механічних пресах. Їм властива надійність в роботі, економічність і простота в керуванні. На Мал. 4. приведена схема такого пресу.

1.5 Інструмент для листового штампування

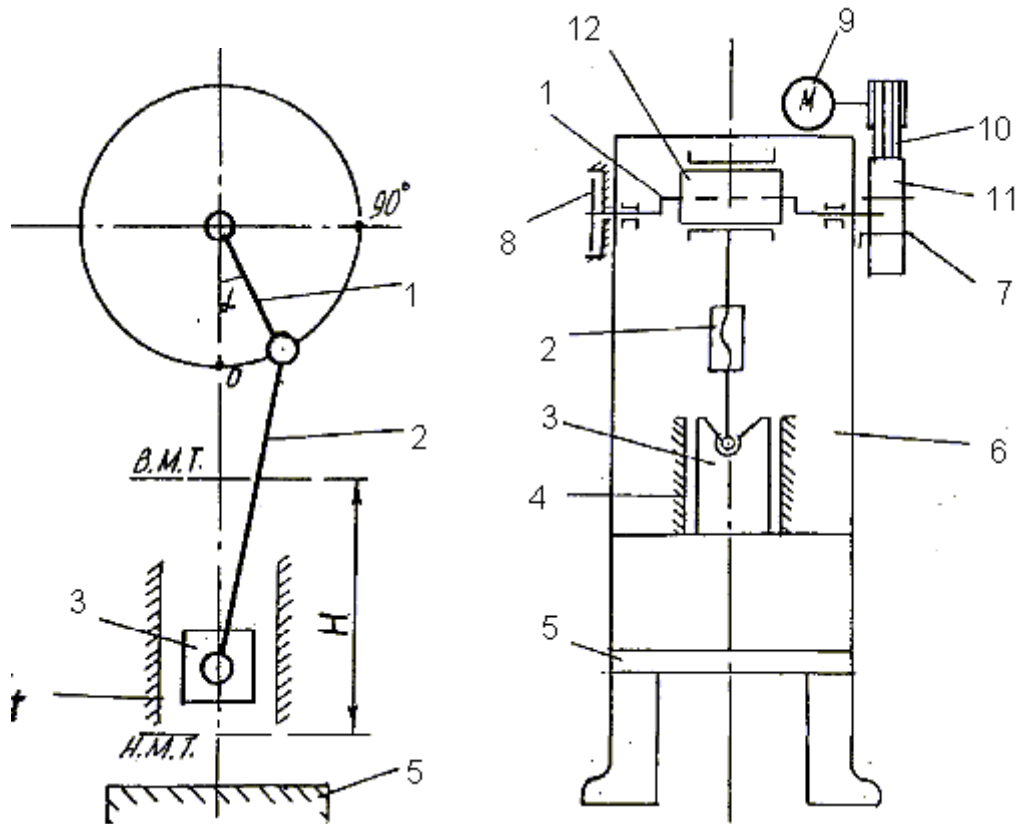
Інструментом для листового штампування є штамп, який складається з технологічних (робочих.) і конструктивних деталей (блока). Перші безпосередньо забезпечують виконання технологічних операцій. До них відносяться пуансони, матриці, притискувачі, виштовхувачі, напрямні планки та інші.

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.



Мал. 3.. Формозмінні операції листового штампування:

1 - вихідна заготовка; 2 - пуансон; 3 - матриця; 4 - притискувач; 5 - виріб;
 6 - гумовий вкладиш. а, б - витягання; в - редукування; г - згинання ; д - розбортування ; е - обтискання; ж - формування.



Мал. 4. 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

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.

В штампі 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.

На Мал. 5. показано штамп простої дії для вирубки кружків. Нижня частина штампа болтами прикріплюється до стола преса. До нижньої плити 6 за допомогою матрицетримача 7 і гвинтів прикріплюється матриця 5. На матрицю

кладуть дві напрямні пластини 10, а на них знімач 12. У нижній плиті 6 закріплені дві напрямні колонки 8. Верхня половина штампа змонтована на верхній плиті 2, за допомогою пуансонотримача 3 до неї прикріплений пуансон 1. Хвостовик 4 служить для прикріплення верхньої половини штампа до повзуна преса. Верхня плита 2 має дві втулки 9 для напрямних колонок.

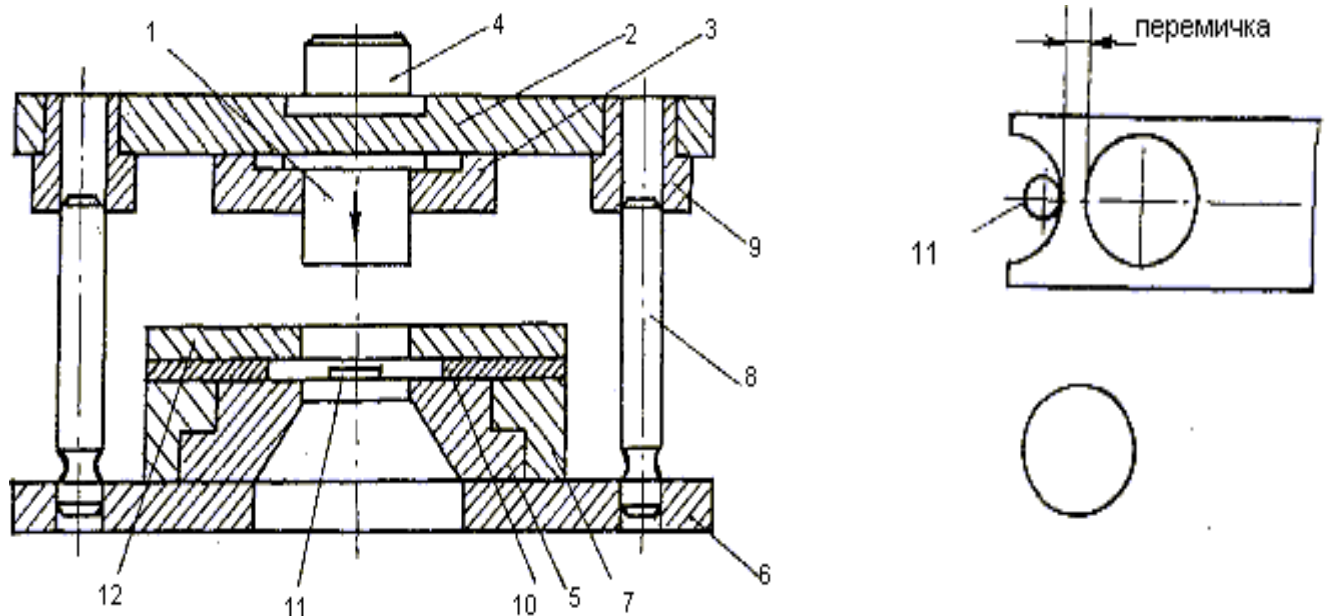
Процес штампування здійснюється так. Штаба матеріалу 13 подається в зазор під знімач і пуансон вирізує з неї першу деталь. При цьому заготовка щільно лягає на пуансон і разом з ним піднімається до знімача 12, який скидає штабу з пуансона, потім штабу просувається до упора 11.

На Мал. 6. показаний штамп послідовної дії для виготовлення шайб.

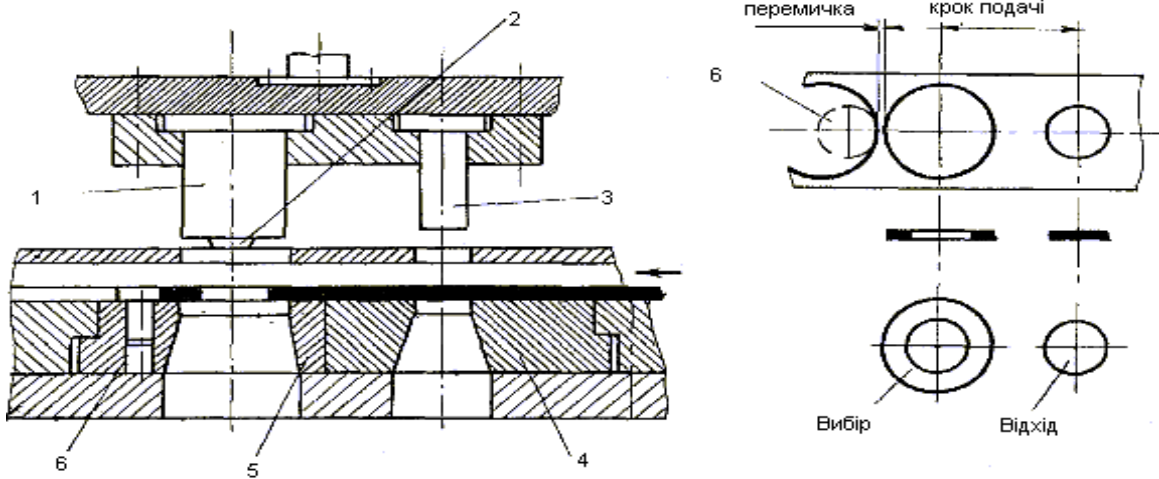
На Мал. 7. показаний штамп суміщеної дії для виробництва порожнистих виробів у формі чашечки за два технологічних переходи: вирубку круглої заготовки і витяжки чашечки.

2 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

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

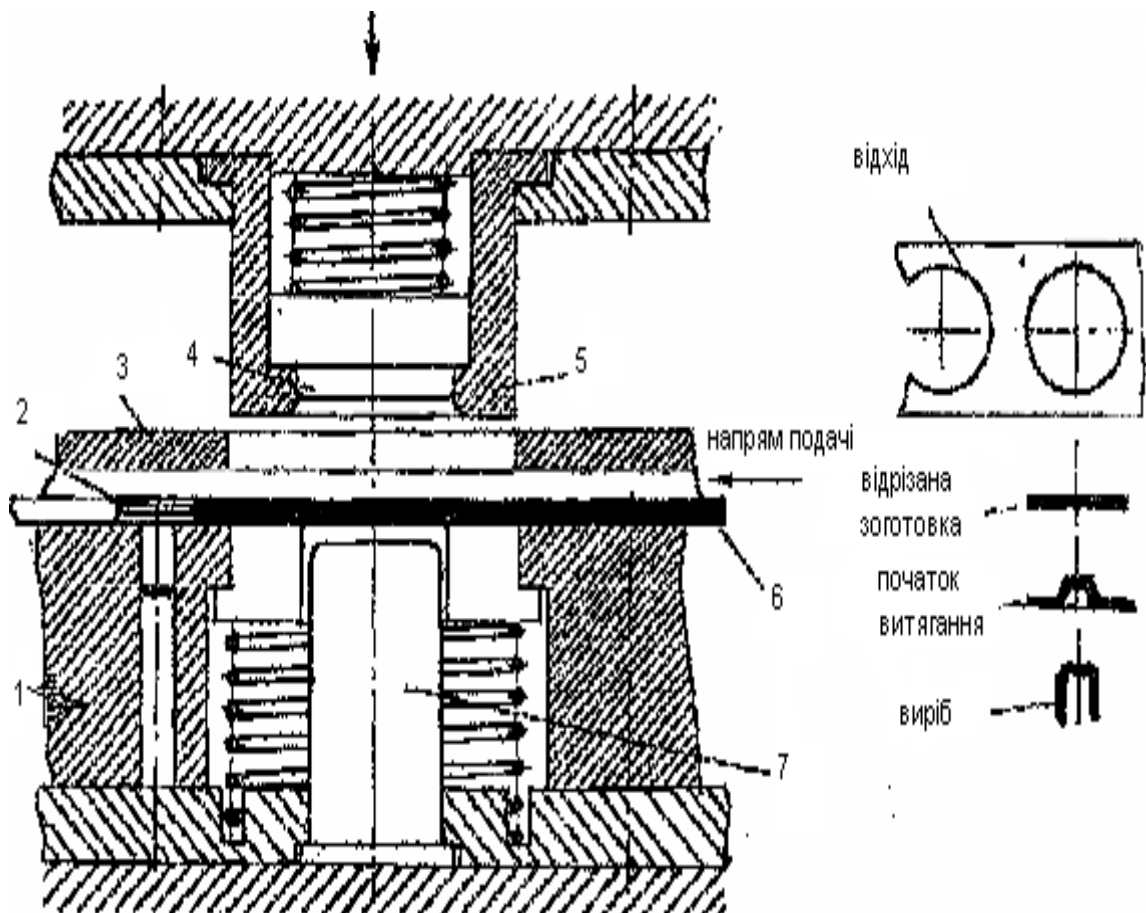


Мал. 5. Штамп простої дії



Мал. 6. Штамп послідовної дії:

1 - пуансон вирубки; 2 - фіксатор; 3 - пуансон пробивки;
4 - матриця пробивки; 5 - матриця вирубки


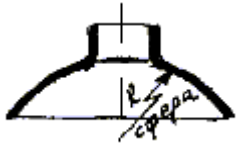



Мал. 7. Штамп суміщеної дії:

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

1

Індивідуальне завдання

Ескіз деталі		розміри		Завдання
		D	H	
1		300	200	Визначити кількість переходів, потрібних для виготовлення деталі
2		300	100	
3		200	100	
4		200	50	
5		100	100	
6		100	50	
7				Визначити які операції потрібні для виготовлення деталі
8				
9				
10				
11				Визначити операції, потрібні для виготовлення деталі
12				
13				
14				

3 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Короткі теоретичні відомості про листове штампування.
2. Необхідні схеми та розрахунки, потрібні для виконання індивідуального завдання згідно з таблицею 5.
3. Схема штампа, з допомогою якого проводилась практична робота та ескіз виготовленої деталі.
4. Висновки про роботу.

4 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.

Лабораторна робота № 4

„ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ ЛИТТЯ”

1. МЕТА РОБОТИ

1. Вивчення технологічного процесу отримання заготовки методом лиття у піщано-глинясті форми.

2. Вивчення технологічних процесів отримання заготовок спеціальними способами лиття: в кокіль, в оболонкові форми, а також в форми виготовлені за витоплюваними моделями.

3. Вивчення методики визначення усадки ливарного сплаву та внутрішніх напружень у виливку.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Ливарним виробництвом називають галузь машинобудування, що займається виготовленням фасонних деталей або заготовок (виливків) шляхом заливання розплавленого металу у форму, порожнина якої відтворює форму і розміри майбутньої деталі. Виливання використовують для отримання заготовок з наступною їх обробкою зварюванням і різанням.

Однією із переваг методів лиття є можливість отримувати вироби дуже складної форми з крихких металів і сплавів. Це дозволяє широко використовувати в машинобудуванні дешевий чавун, а також і інші ливарні сплави, котрі не піддаються обробці тиском. В основному для виготовлення виливків застосовуються сплави чорних металів сірі, високоміцні, ковкі чавуни, вуглецеві та леговані сталі, кольорові метали та їх сплави та ін.

Для виготовлення якісного виливка разом із механічними, фізичними та хімічними властивостями ливарні сплави повинні мати ще й ливарні (технологічні властивості), серед яких найважливішими є:

- **рідкотекучість** - це властивість рідких металів і сплавів швидко заповнювати складні і щільні порожнини ливарної форми;

- **усадка** - це властивість металів і сплавів зменшувати свій об'єм і лінійні розміри в процесі кристалізації і охолодження виливка у формі (усадку поділяють на об'ємну і лінійну);

- **ліквація** - неоднорідність хімічного складу металу виливка за перерізом (в різних частинах виливка). Структура виливка у різних перерізах неоднакова. Розрізняють зональну, внутрішню кристалічну (дендритну) ліквацію і ліквацію за питомою вагою;

- **газовбирання** – властивість металів і сплавів в розплавленому (рідкому) стані вбирати гази із атмосфери (кисень, водень і азот).

Сучасний рівень розвитку ливарного виробництва дозволяє виготовляти виливанням багато відповідальних деталей машин: блоки циліндрів, поршні, задні мости, колінчасті вали автомобілів, ротори парових і гідравлічних турбін, рами екскаваторів, станини різноманітних машин тощо.

Із загальної кількості деталей машин, що виробляються різними методами, виливки складають найбільшу частину (приблизно 60 %). Це пояснюється тим, що вартість литих деталей менше, ніж вартість деталей, виготовлених іншими методами.

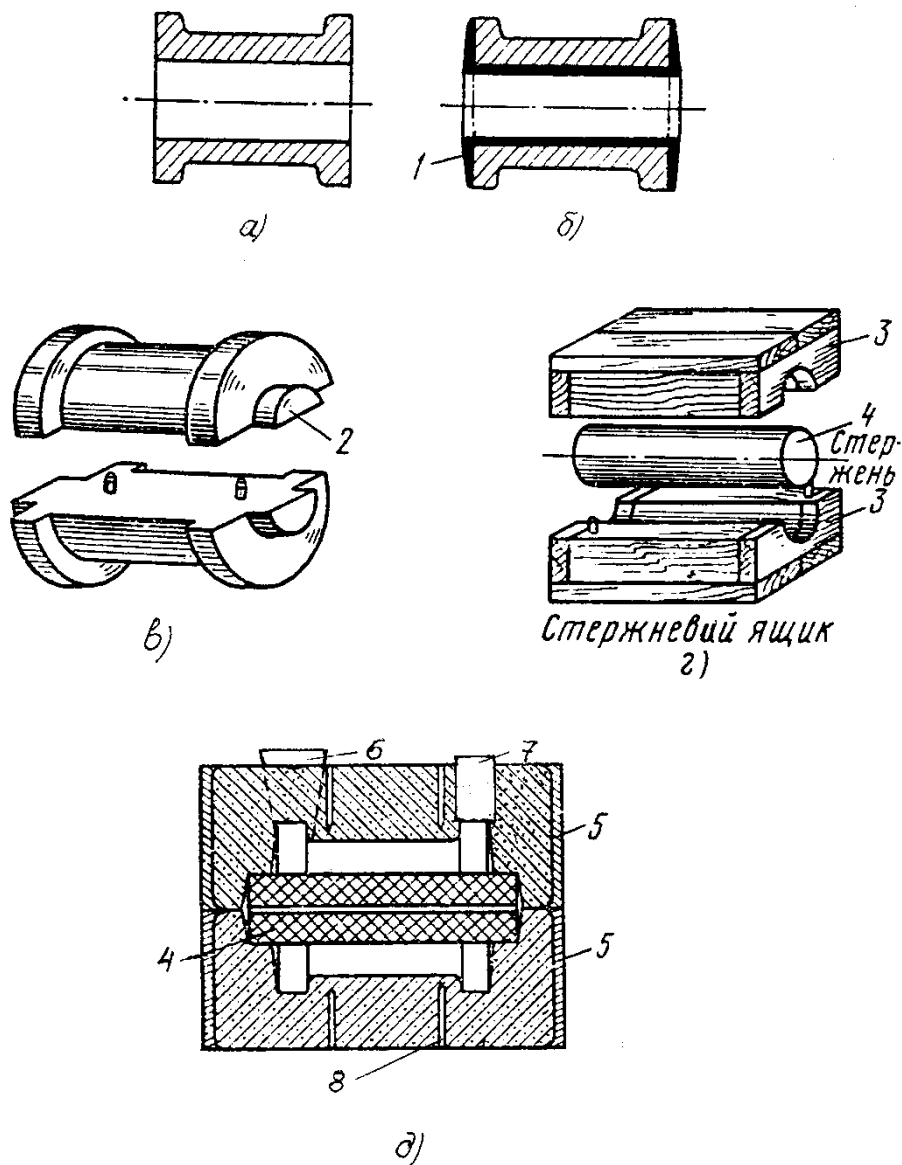
Але метод виливання має і недоліки. Відлиті заготовки мають знижену густину, неоднорідність складу і крупнокристалічну будову. Ці недоліки відливоків, як правило, виправляються і усуваються термічною обробкою і обробкою тиском.

ОТРИМАННЯ ВИЛИВКІВ В РАЗОВИХ ФОРМАХ

Модельний комплект. Модельним комплектом називають комплект формувальних пристосувань, необхідних для утворення при формуванні робочої порожнини ливарної форми. Він включає ливарну модель, стержневі ящики, моделі ливникової системи, формувальні, контрольні і складальні шаблони для конкретного відливка.

Ливарна модель (Мал. 1,в) - пристрій для отримання у ливарній формі відбитка, що відповідає конфігурації і розмірам виливка. В залежності від складності виливка, котрий виготовляється, моделі роблять суцільними і рознімними із двох або більше частин. Стержневий ящик (Мал. 1,г) - пристрій, що має робочу порожнину для отримання у ній стержня потрібних розмірів і конфігурації із стержневої суміші. Ливарний стержень є елементом ливарної форми і служить для утворення отвору, порожнини або іншого складного контуру у виливку. Ливниковою системою (Мал. 1,д) називають систему каналів і елементів ливарної форми для підведення розплавленого металу у порожнину форми, заповнення та живлення виливка при твердненні.

Стержневі ящики найчастіше роблять рознімними із двох частин (Мал. 1,г). Більшість моделей мають на кінцях виступи (поз.2, Мал. 1,в), котрі називають стержневими знаками. Вони служать для створення у ливарній формі відбитків, в котрі кладуть стержень. Вертикальним стінкам моделі надають конусність, що називається формувальним схилом, котрий є необхідним для того, щоб було легше виймати моделі із форми. Розміри моделі мають бути більшими ніж розміри виливка на значення усадки металу. Для чавунів усадка дорівнює 1%, а для сталей 2%. У багатьох виливках передбачають припуски на механічну обробку. Моделі і стержневі ящики роблять із деревини, чавуну, алюмінієвих сплавів, пластмас і інших матеріалів. Деревинні моделі застосовують в індивідуальному виробництві, а також при виготовленні виливків великих розмірів.



Мал. 1. Технологія виготовлення виливків :

а - креслення деталі, б - креслення відливка, в - модель, г - стержневий ящик, д - форма в опоках; 1 - припуск, 2 - стержневий знак, 3 - стержневий ящик, 4 - стержень, 5 - опоки, 6 - ливникова система, 7 - випар, 8 - газовідвідний канал.

Інструменти і приладдя для формування. Робітники-формувальники при ручному формуванні користуються наступними інструментами: лопатою, ситом, трамбівкою, гачком, ложкою, гладилкою, голкою-душником, шурупом-підйомником, пеньковою щіткою-паличкою тощо. До приладдя відносяться під модельні дошки і опоки різноманітних форм і розмірів.

Опоки - це металеві або деревинні рамки, в котрі розміщується модель і набивається формувальна суміш. Звичайно форми готують у двох опоках. Після виймання моделі напівформи можна переносити в опоках і складати форму. Деревинні опоки застосовують при виготовленні малого числа форм, оскільки строк їхньої служби невеликий. Металеві опоки, що знайшли широке застосування, виготовляють із чавуну, сталі і алюмінієвих сплавів.

Формувальним матеріалом називають сукупність природних і штучних матеріалів, що використовуються для приготування формувальних і стержневих сумішей, формувальних фарб, розділових складів і припилів.

Формувальна суміш - багатокомпонентна суміш формувальних матеріалів, що відповідає умовам технологічного процесу виготовлення неметалевих ливарних форм.

Склад формувальної суміші залежить від ливарного сплаву, маси виливків, і складається із кварцового піску, глини, молотого кам'яного вугілля, тирси і інших додатків.

Стержнева суміш - багатокомпонентна суміш формувальних матеріалів, що відповідає умовам технологічного процесу виготовлення неметалевих лінійних стержнів. Ці суміші складаються із кварцового піску (до 97%), глини (до 3%) і закріплювачів (патока, декстрин і ін).

Формувальні і стержневі піщано-глинисті суміші повинні мати такі властивості:

- **вогнетривкість** - здатність суміші не плавитися і не розм'якати під дією розплавленого металу;

- **пластичність** - здатність суміші набирати форму, яку їй надають (без руйнування), і давати точні відбитки моделі або стержневого ящика;

- **газопроникність** - властивість суміші пропускати з певною швидкістю газу, які утворюються в формі і які виділяє метал при охолодженні;

- **піддатливість** - властивість суміші не чинити значного опору усадці металу при охолодженні виливка у формі (особливо це важливо для стержневих сумішей);

- **міцність** - здатність ущільненої суміші не розмиватися рідким металом, який заповнює форму;

- **непригарність** - здатність суміші не вступати в хімічну взаємодію з металом і не пригоряти до поверхні виливка.

Усі ці вимоги забезпечуються відповідним складом суміші.

Пісок забезпечує суміші вогнетривкість і газопроникність, глина - пластичність і міцність, але знижує газопроникність і піддатливість, а також утруднює вибивання стержнів із виливка. Тому в стержневі суміші замість глини, як скріплювач, додають різні органічні і неорганічні речовини: смоли, декстрин (хімічно оброблений крохмаль), рідке скло, патоку, каніфоль та ін. У формувальних сумішах місткість глини обмежують до 8...12%. Для зменшення пригорання до виливків, а також для підвищення піддатливості і газопроникності у формові і стержневі суміші вводять також спеціальні добавки (кам'яновугільний пил, мазут, тирсу та ін.).

Коли всі компоненти підготовлені у необхідних пропорціях, приготування формувальних і стержневих сумішей найчастіше роблять в змішувачах-бігунах із катками.

Залежно від характеру використання формувальні суміші поділяють на:

- **облицьовувальні** - з яких виготовляють робочу поверхню ливарної форми (при заливанні вона стикається з розплавленим металом). Складається із

свіжих піску та глини з доданням матеріалів здатних не пригоряти і застосовують її при ручному формуванні покриваючи нею модель першим шаром;

- **наповнювальні** - які засипають зверху облицьовувальної, заповнюючи остаточно ливарну форму. Вона складається із оборотної, відпрацьованої, переробленої після вибивання опок суміші з додаванням 5...10% свіжих піску та глини;

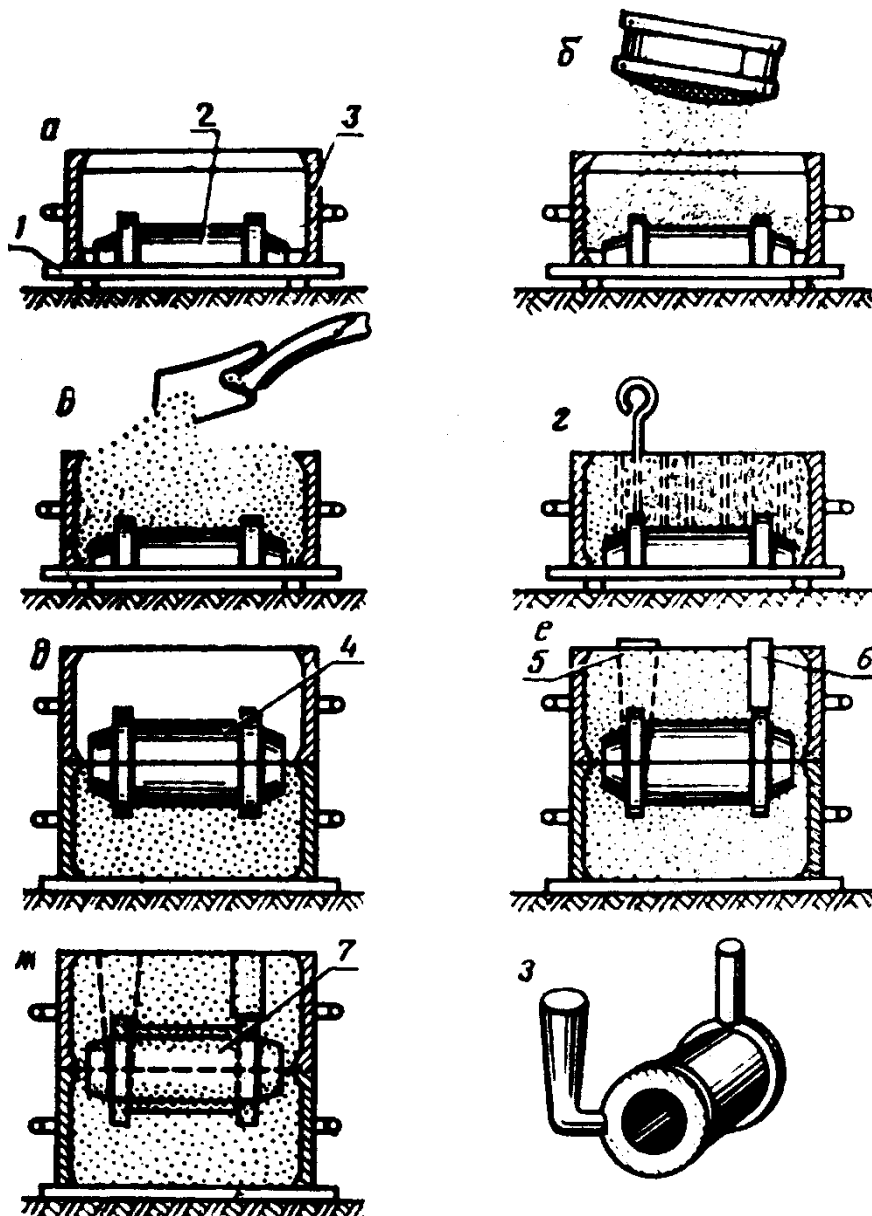
- **єдині** - які використовують у масовому виробництві при машинному формуванні для заповнення усього об'єму ливарної форми. Виготовляють їх з оборотної суміші з додаванням до 50% свіжих піску та глини.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА В ОДНОРАЗОВІЙ ПІЩАНО-ГЛИНЯСТІЙ ФОРМІ

При виготовленні виливків значних розмірів і маси, а також в індивідуальному виробництві дрібних і середніх виливків формування виконують вручну, оскільки машинне формування було б економічно не вигідним. Найбільш поширеним є ручне формування у двох опоках за рознімною моделлю.

Схему технологічного процесу виготовлення виливка в одноразовій піщано-глинястій формі можна уявити наступним чином (на прикладі виготовлення виливка втулки). За кресленням деталі (Мал. 1.,а) розробляють креслення моделі (Мал. 1.,б) з урахуванням припусків на усадку і обробку, потім виготовляють із деревини або металу модель (з урахуванням усадки металу виливка) (Мал. 1.,в) і стержневий ящик (Мал. 1.,г). За допомогою моделі із формувальної суміші виготовляють ливарну форму (Мал. 1.,д), а із стержневої суміші - стержні (Мал. 1.,г), конфігурація яких відповідає внутрішнім порожнинам виливка. Для підвищення міцності стержнів їх сушать у спеціальних сушильних печах.

Технологія ручного формування одноразової піщано-глинястої форми наступна (Мал. 2.). Формування починають з виготовлення нижньої напівформи: нижню половину 2 моделі, що має гнізда для напрямних шипів, розташованих в верхній половині 4 моделі, кладуть площиною розніму на підмодельну дошку 1 (Мал. 2.,а), виготовлену із сухої деревини (сосни, ялини).



Мал. 2. Схема формування для виливання втулки:

а - встановлення напівмоделі на підмодельну дошку; б - нанесення шару облицьовувальної суміші; в - засипання і трамбування наповнювальної суміші; г - наколювання отворів для виходу газів; д - встановлення елементів ливникової системи і заповнення формувальною сумішшю; е - встановлення стержня і складання форми; з - вилівок втулки з не відрубаним ливником і випором; 1 - підмодельна дошка, 2 - напівмодель; 3 - нижня опока; 4 - друга напівмодель; 5 - елементи ливникової системи; 6 - випор; 7 - стержень.

Довжина і ширина цієї дошки має бути більшою ніж відповідні розміри опоки. На підмодельну дошку встановлюють нижню опоку 3 верхньою стороною униз. При цьому між стінками опоки і моделлю має бути відстань 40...60 мм. Потім через сито (Мал. 2.,б) насипають шар облицьовуваної суміші завтовшки 20...30 мм, а на нього наповнювальну суміш (Мал. 2.,в). Після цього суміш ущільнюють ручною або пневматичною трамбівкою.

Знявши лінійкою з набитої напівформи на рівні верхньої кромки опоки надлишок формувальної суміші, для створення тонких газовідвідних каналів наколюють форму голкою-душником (Мал. 2.,г).

Готову напівформу разом з підмодельною дошкою і напівмоделью перевертають на 180°. Підмодельну дошку знімають і на поверхню напівформи насипають тонкий шар сухого дрібного піску, для запобігання прилипання суміші верхньої опоки до нижньої.

На заформовану половину 2 моделі накладають другу половину 4 моделі (Мал. 2.,д). При цьому напрямні шипи останньої заходять в гнізда першої напівмоделі. На нижню опоку 3 встановлюють верхню, при цьому з'єднують їх між собою за допомогою штирів. Встановлюють моделі ливникової системи 5 і випору 6 (Мал. 2.,е). Далі у такій же послідовності, як і для нижньої опоки, наносять шар облицьовувальної суміші на модель, а на нього наповнювальну суміш, ущільнюють її, після чого знявши лінійкою з набитої напівформи на рівні верхньої кромки опоки надлишок формувальної суміші, наколюють форму голкою-душником і тоді виймають моделі ливникової системи. Знімають верхню напівформу з нижньої і перевертають її на 180° площиною розніму догори. В напівмоделі загвинчують шурупи-підйомники. Змастивши щіткою формувальну суміш по краях моделі, легким постукуванням по моделі і підйомнику розхитують модель із боку в бік, щоб можна було вийняти її із суміші, не пошкодивши форми. Після цього за допомогою підйомників витягують напівмоделі, оглядають форму і виправляють її у тих місцях, де осипалась формувальна суміш. Порожнину форми покривають пилом, встановлюють стержень 7, складають форму, скріплюють стержнями опоки (Мал. 2.,ж).

Рідкий метал заливають із ковша у форму через ливникову систему. Метал заповнює порожнину між стержнем і стінками форми. Після тверднення і охолодження метал у формі утворюється вилівок, котрий звільняють від формувальної суміші (Мал. 2.,з). Із вилівка вибивають стержень, відрізають або відрубують ливникову систему і випор, очищують від пригорілої формувальної суміші і зачищають від залишків ливника. Після термічної обробки і наступного контролю вилівок спрямовують до механічного цеху або на склад готової продукції.

При виготовленні стержнів ручним способом спочатку складають стержневий ящик і вручну або малою пневматичною трамбівкою у нього набивають стержневу суміш, попередньо встановивши каркас із сталевого дроту діаметром 1...15 мм або литого із чавуну. Каркаси встановлюють для того, щоб стержень під час заливання розплавленого металу у форму не руйнувався. Для підвищення газопроникності стержні наколюють душником, утворюючи спеціальні вентиляційні канали.

Після виготовлення стержні сушать у спеціальних сушилах при 160...220°C (в залежності від виду закріплювача) з метою підвищення міцності і газопроникності.

Недоліки виготовлення виливків у разових піщано-глинистих формах: невисока точність і недостатня чистота поверхні виливків, необхідність залишати значні припуски на механічну обробку, утворення крупнозернистої литої структури.

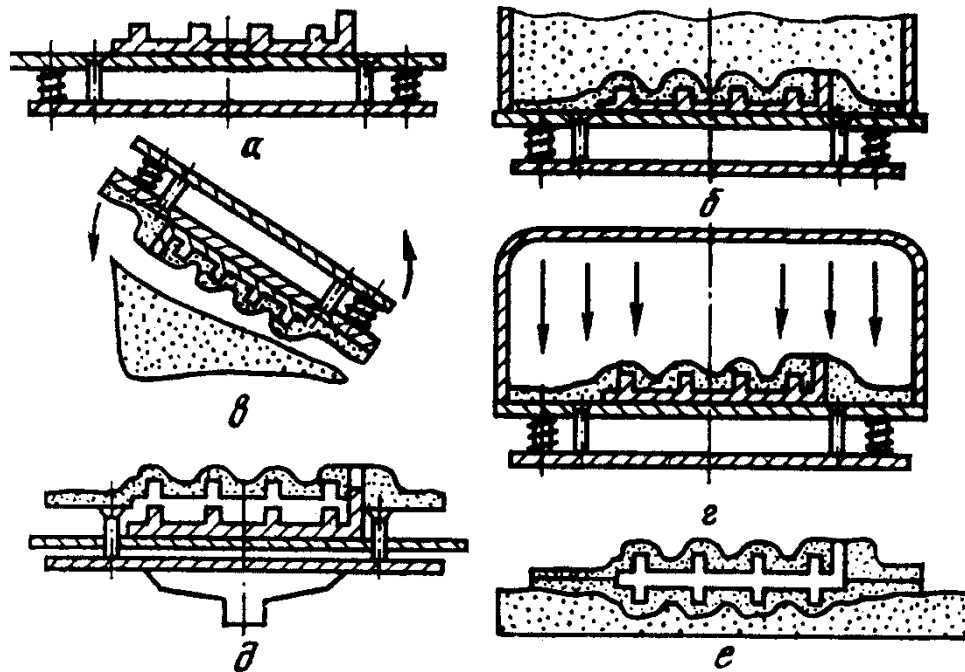
СПЕЦІАЛЬНІ СПОСОБИ ЛИТТЯ

Широке промислове застосування у сучасному виробництві знайшли спеціальні способи виготовлення виливків: лиття у кокілі, в оболонкові форми, за витоплюваними моделями, під тиском і відцентрове лиття. Спеціальними способами лиття отримують виливки з більш високою точністю розмірів і чистотою поверхні у порівнянні з виливками, отриманими у піщано-глинистих формах.

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ В ОБОЛОНКОВИХ ФОРМАХ

Оболонкові форми (рознімні, тонкостінні), виготовляють наступним чином (Мал. 3.). Металеву плиту з напівмоделлю (Мал. 3.,а) покривають шаром розділової рідини і завантажують у піч, де вони підігріваються до температури 200...250°C. Після цього модельну плиту з напівмоделлю встановлюють на бортах бункера, у котрому знаходиться формувальна суміш.

Бункер перевертають з тим, щоб формувальна суміш покрила розігріті напівмодель і модельну плиту і в такому стані витримують 10...30 с (Мал. 3.,б). Формувальна суміш, що складається з дрібнозернистого кварцового піску (93...96%) і термореактивної смоли ПК-104 (4...7%), яка від теплоти модельної плити розплавляється, склеює частинки піску з утворенням піщано-смоляної оболонки товщиною 5...20 мм в залежності від часу витримки. Бункер повертається в початковий стан (Мал. 3.,в), надлишки формувальної суміші зсипаються на дно бункера, а модельну плиту з напівтвердою оболонкою знімають з бункера і розміщують у печі (Мал. 3.,г), де при 350°C на протязі 1...1,5 хв. термореактивна смола переходить в твердий незворотній стан, а оболонка, відповідно, стає твердою. Тверду оболонку знімають спеціальними штовхачами (Мал. 3.,д) і охолоджують.



Мал. 3. Виготовлення оболонкової форми:

- а) підігріта металева модельна плита з напівмоделлю; б) засипка плити формувальною сумішшю; в) прибирання зайвої формувальної суміші; г) сушіння оболонкової напівформи; д) відокремлення оболонкової напівформи від модельної плити; е) з'єднані дві напівформи.

Готові оболонкові напівформи склеюють (рис.3.3,е) клеєм здатним до швидкого твердіння на спеціальних пресах, попередньо встановивши в них лінійні стержні, або скріплюють скобами і хомутами. Окрім оболонкових форм таким же способом виготовляють оболонкові стержні, використовуючи стержневі ящики, що нагріваються.

Заливання форм відбувається у вертикальному або горизонтальному стані. При заливанні у вертикальному стані ливарні форми розміщують в опоки-контейнери, які засипають кварцовим піском або металевим дробом для запобігання від передчасного руйнування оболонки при заливанні розплавленого металу.

Оболонкова форма до часу затвердіння вилівка легко руйнується і не перешкоджає усадці металу, тому у вилівку виникають незначні внутрішні напруги. Вибивку вилівок роблять на спеціальних вибивних або вібраційних установках.

Виливання у оболонкові форми забезпечує високу геометричну точність вилівок, оскільки формувальна суміш, маючи високу пластичність, дає можливість отримати чіткий відбиток моделі. Підвищена точність дозволяє у два рази знизити припуски на механічну обробку вилівок. Застосування дрібнозернистого кварцового піску для форм дозволяє знизити шорсткість поверхні вилівок. Висока міцність оболонок скорочує витрати формувальних матеріалів. В оболонкових формах виготовляють вилівки з товщиною стінки 3...15 мм і масою 0,25...100 кг із чавуну, вуглецевих сталей, сплавів кольорових

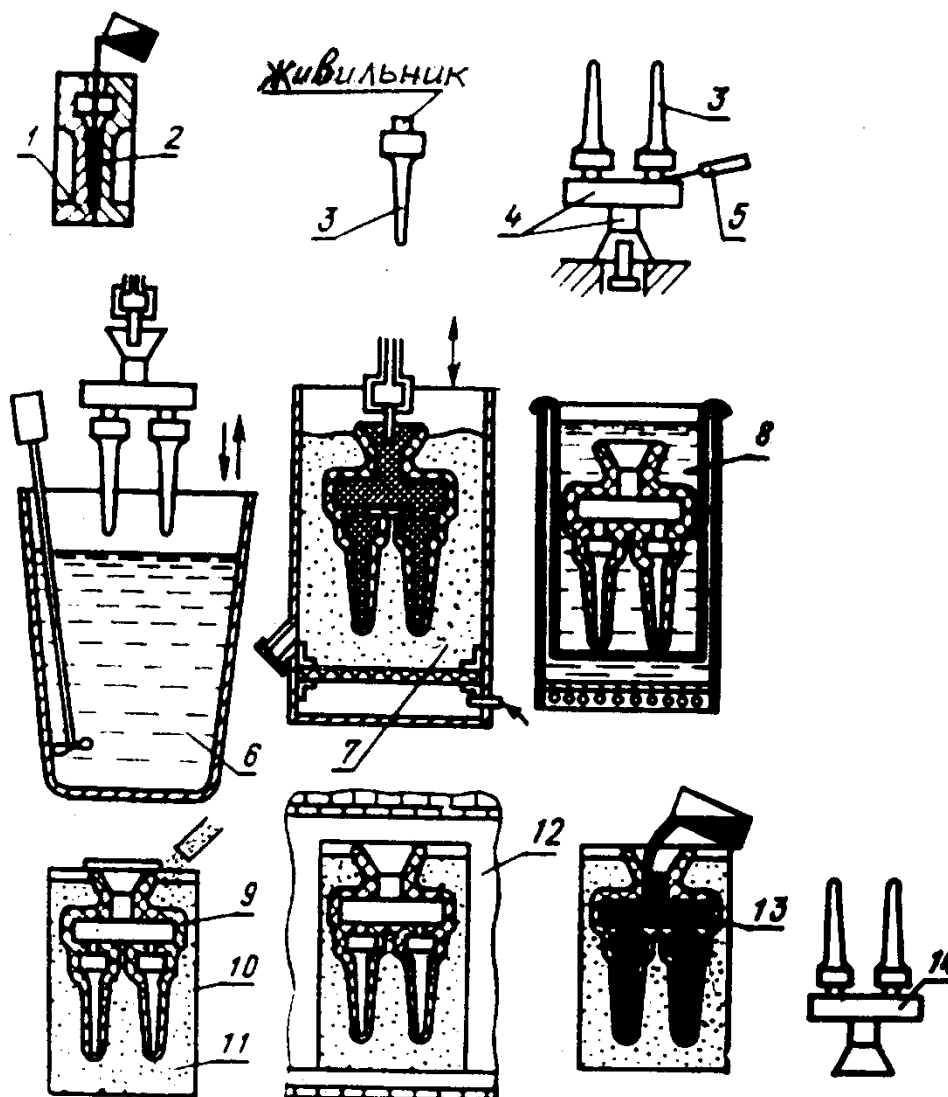
металів для автомобілів, тракторів (виготовлення колінчастих і розподільчих валів, циліндрів двигунів тощо).

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ ЗА ВИТОПЛЮВАНИМИ МОДЕЛЯМИ

Цим способом вилівки отримують шляхом заливання розплавленого металу в форми, виготовлені за витоплюваними моделями багаторазовим зануренням у керамічну суспензію з наступними обсипанням і затвердінням.

Разові витоплювані моделі виготовляють у прес-формах з модельних складів, що складаються з двох або більше легкоплавких компонентів (парафіну, стеарину, жирних кислот, церезину і ін.).

Модельний склад 2 (Мал. 4.) у пастоподібному стані запресовують в прес-форми 1. Після затвердіння модельного складу прес-форма розкривається і модель 3 виштовхується у ванну з холодною водою. Далі моделі складають в модельні блоки з загальною ливниковою системою 4. В один блок об'єднують 2...100 моделей.



Мал. 4. Виготовлення вилівоків за витоплюваними моделями:

1 - прес-форма; 2 - модельний склад; 3 - модель; 4 - ливникова система; 5 - паяльник; 6 - облицьовувальне покриття (керамічна суспензія); 7 - кварцовий пісок; 8 - гаряча вода; 9 - пустотіла оболонкова форма; 10 - металевий ящик (опока); 11 - кварцовий пісок; 12 - електропіч; 13 - розплавлений метал; 14 - відливоч.

Керамічну суспензію приготують ретельним перемішуванням вогнетривких матеріалів (пиловидного кварцу, електрокорунду і ін.) із речовиною, що має велику клейкість - гідролізованим розчином етилсилікату.

Форми за витоплюваними моделями виготують зануренням модельного блоку в керамічну суспензію 6 з наступним обсипанням кварцовим піском 7 у спеціальній установці. Далі модельні блоки сушать 2...2,5 години на повітрі або 20...40 хв. у середовищі аміаку. На модельний блок таким способом наносять чотири-шість шарів вогнетривкого покриття з наступним сушінням кожного шару. Моделі вилучають виплавленням у гарячій воді. Для цього їх занурюють на декілька хвилин в бак наповнений водою 8 нагрітою спеціальним пристроєм до 80...90°C. При певній витримці у цьому баку модельний склад розплавляється, спливає на поверхню ванни, звідкіля періодично вилучається для нового використання. Після витягнення із ванни оболонки промивають водою і сушать у шафах на протязі 1,5...2 год. при температурі 200°C. Далі оболонки 9 ставлять вертикально в жаростійку опоку 10 і навколо оболонки засипають сухий кварцовий пісок 11, котрий ущільнюють, після чого форму спрямовують в електричну піч 12, де її прожарюють не менше 2 годин при температурі 900...950°C. При прожарюванні частинки речовини, що має велику клейкість спікаються з частинками вогнетривкого матеріалу, випаровується волога, вигоряють залишки модельного складу. Форми одразу ж після прожарювання (гарячими) заливають розплавленим металом 13.

Після охолодження виливка форма руйнується. Виливки 14 на обрізних пресах або іншими способами відокремлюються від ливників і для кінцевого очищення спрямовуються на хімічне очищення в 45%-ному водному розчині їдкого натру, нагрітому до температури 150°C. Після травлення виливки промивають проточною водою, сушать, піддають термічній обробці і контролю.

Керамічна суспензія дозволяє точно відтворити контури моделі, а утворення нерознімної ливарної форми з малою шорсткістю поверхні сприяє отриманню виливків з високою точністю геометричних розмірів і малою шорсткістю поверхні, що значно знижує об'єм механічної обробки виливків. Припуск на механічну обробку складає 0,2...0,7 мм. Заливання розплавленого металу у гарячі форми дозволяє отримати складні за конфігурацією виливки з товщиною стінки 1...3 мм і масою від декількох грамів до декількох десятків кілограмів із жароміцних, важкооброблюваних сплавів (турбінні лопатки), корозійностійких сталей (колеса для насосів), вуглецевих сталей в автомобілебудуванні (корпуси форсунок насосів високого тиску), приладобудуванні і інших галузях машинобудування.

ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ У КОКІЛЯХ

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 великосерійного виробництва. Спосіб застосовується для отримання виливків з різних сплавів, але особливо широко з кольорових, головним чином з алюмінієвих. За конструкцією розрізняють кокілі: нерознімні; з вертикальним роз'єднанням; з горизонтальним роз'єднанням і ін.

Внутрішні порожнини у виливках отримують із застосуванням звичайних піщаних, оболонкових або металевих стержнів. Кокілі з піщаними або оболонковими стержнями використовують для отримання виливків складної конфігурації із чавуну, сталі і кольорових сплавів, а з металевими стержнями - для виливків із алюмінієвих і магнієвих сплавів.

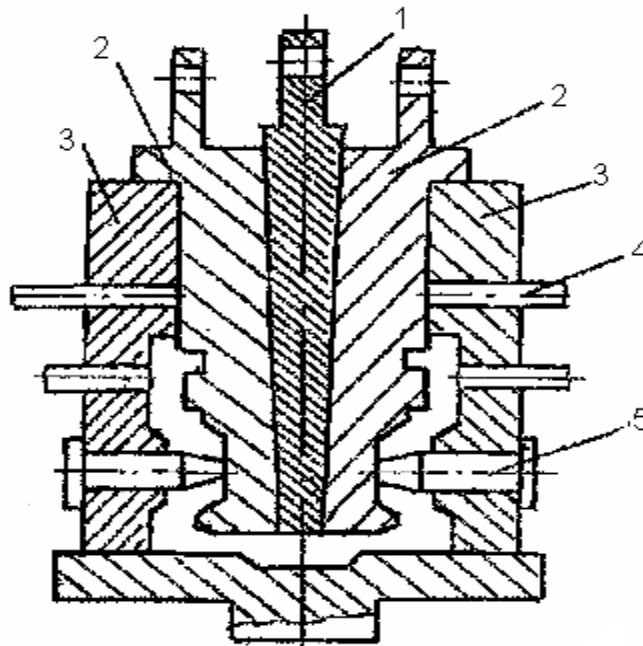
Кокілі виготовляють в основному із сірого чавуну марки СЧ-18, високоміцного чавуну ВЧ50-2 і вуглецевих конструкційних сталей з вмістом 0,25...0,35% вуглецю. Перед заливанням металу порожнину кокілю змащують протипригарним облицьовувальним покриттям. Після затвердіння залитого у кокіль металу витягують виливок і процес повторюють. Повітря і гази із кокілю виходять через випори і спеціальні вентиляційні канали в стінках кокілю або в стержнях.

У порівнянні з виливанням в разові форми технологічний процес виливання у кокіль має наступні переваги: дозволяє отримати дрібнозернисту структуру у виливках, що в 2...3 рази підвищує механічні властивості; дозволяє отримати велику кількість виливків; зменшує припуски на механічну обробку, а деякі виливки поступають прямо на складання без обробки. Недоліки виливання у кокілі: висока трудомісткість виготовлення кокілів, їхня обмежена стійкість, важкість виготовлення складних за конфігурацією виливків.

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 великосерійного виробництва.

Кокілі мають і недоліки: відсутність податливості і газопроникності; швидке охолодження розплаву при заливці сприяє зниженню рідкотекучості 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. Однак швидкість охолодження у деяких межах можна регулювати нанесенням на робочу поверхню форми спеціальних покриттів а також зміною температури форми. Кокілі використовують головним чином для виготовлення дрібних і середніх за вагою та розмірами виливків.



Мал.5.Кокіль для виготовлення алюмінієвих автомобільних поршнів

Конструкція кокілів.

Конструкція кокіля зумовлена конфігурацією виливка, розташуванням його у формі та умовами даного виробництва. До основних елементів кокіля відносять матриці (частина самої форми) і стержні. Розтин кокіля може бути вертикальним, горизонтальним, складним (розтин у кількох площинах). Для дуже простих виливків кокіль може бути суцільним.

Порожнини виливків утворюють стержнями, які можуть бути із стержневої суміші або металевими.

Металеві стержні використовують у випадках, коли порожнини простої форми - циліндричні або конічні, щоб стержень можна було легко видалити з виливка. Складні металеві стержні для зручності їх видалення з виливка роблять складовими. До таких, наприклад, відносять внутрішній стержень для поршня автомобільного двигуна з алюмінієвого сплаву (Мал. 5.). Цей стержень складається з трьох частин: однієї внутрішньої (клиноподібної) 1 та двох бокових 2. Спочатку після заливання форми виймають внутрішню частину

1, потім почергово видаляють бокові, пересуваючи їх до центру за допомогою штовхачів 4 і витягуючи вверх. Після цього виймають стержні 5, розсуваються стінки форми 3 і видаляється виливок.

ВИЛИВАННЯ ПІД ТИСКОМ

Виливання під тиском - високопродуктивний процес отримання виливків складної конфігурації з високою чистотою поверхні і точними розмірами із кольорових сплавів. Сутність лиття під тиском полягає в тому, що розплавлений метал заповнює форми під тиском і твердне в них.

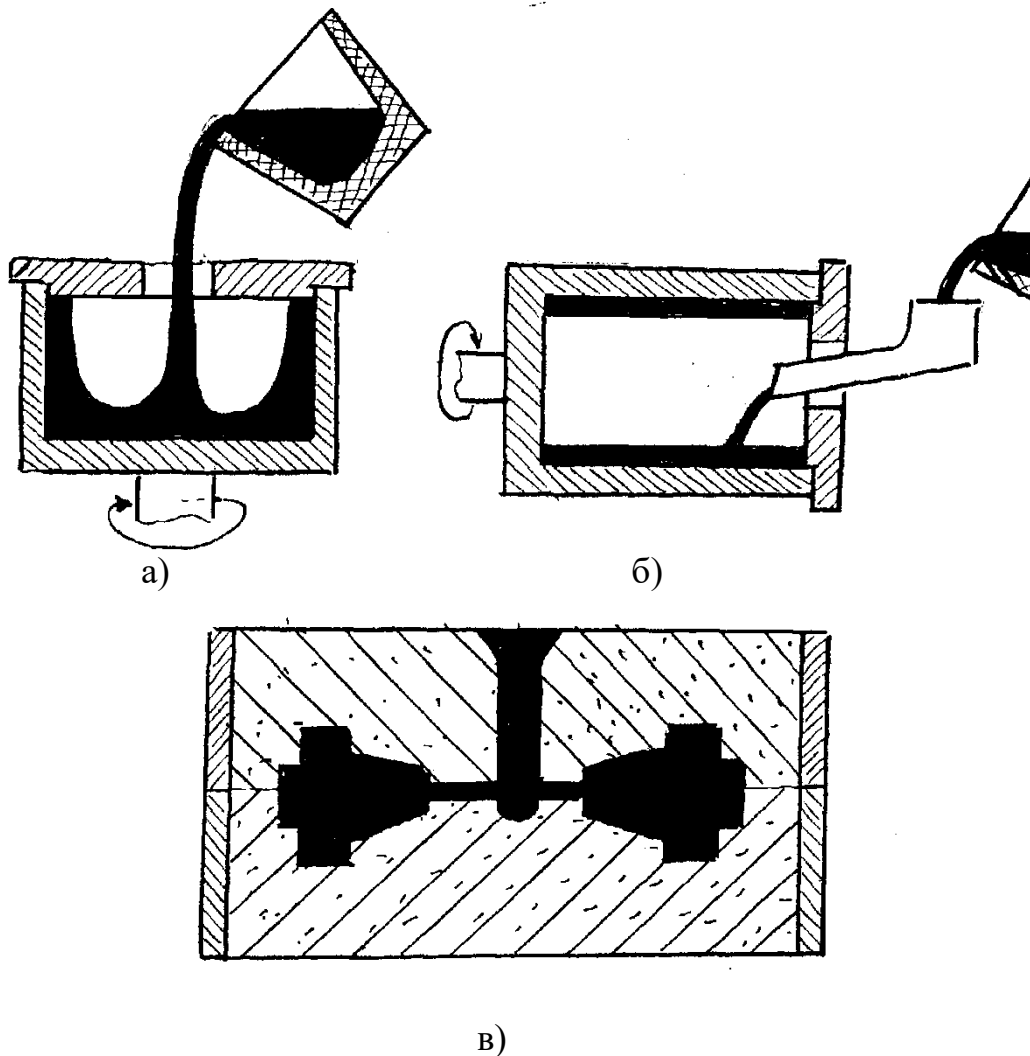
Виливок, вийнятий із форми і звільнений від ливника, є готовою деталлю, що не вимагає додаткової механічної обробки. Даним методом можна отримувати у відливку отвори малого діаметру і точну різьбу.

В машинах для виливання під тиском передбачена холодна або гаряча камера пресування, котра може бути розташована вертикально або горизонтально. Машини високопродуктивні і працюють в автоматичному режимі. Цим методом виливають деталі карбюраторів і ін.

ВІДЦЕНТРОВЕ ВИЛИВАННЯ

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.

Форма може обертатися навколо вертикальної, горизонтальної, інколи - навколо похилої осі. Розташування осі обертання вибирають в залежності від співвідношення висоти і діаметра виливка. Деталі, що мають висоту, яка в декілька разів перевищує діаметр (втулки, гільзи, труби тощо), отримують на машинах з горизонтальною віссю обертання (Мал.6.,б). Виливки більшого діаметра і малої висоти одержують на машинах з вертикальною віссю обертання (Мал.6.,а). Відцентровий спосіб лиття можна застосувати і для виготовлення фасонних виливків, 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 (Мал.6.,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.



Мал.6. Відцентрові установки з вертикальною (а), горизонтальною (б) віссю обертання та для лиття центрифугуванням (в)

Відцентровий спосіб лиття має ряд переваг: одержувані виливки не мають усадкових і газових раковин, не засмічені шлаком, оксидами і іншими неметалевими включеннями; висока продуктивність праці; відсутність стержнів і робіт, пов'язаних з їх виготовленням. Відцентрове лиття не обмежується ні масштабом виробництва, ні родом сплаву, ні матеріалом форми.

Відцентрове лиття, виконують звичайно у чавунних або сталевих формах: без облицювання, з облицюванням, футерованих формовою сумішшю, футерованих сухим піском, фосфоритною мукою.

Як облицювання використовуються такі ж фарби, як і при литті в кокіль, товщиною 0,5...0,7 мм.

Частота обертання форм 150...1200 об/хв. Виливки отримуються без газових раковин, з доброю щільністю і дрібнозернистою структурою. Даним способом виливають із чавуну гільзи автотракторних двигунів, заготовки поршневих кілець, чавунні труби і ін. В ремонтній справі цим методом заливають антифрикційними сплавами вкладиші підшипників двигунів.

ОБЛАДНАННЯ І МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНОЇ УСАДКИ ЛИВАРНИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

Лінійна усадка - зменшення лінійних розмірів виливка при його охолодженні. Вона визначається співвідношенням:

$$\varepsilon_{\text{лін}} = \frac{l_{\text{ф}} - l_{\text{вил}}}{l_{\text{вил}}} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

де $l_{\text{ф}}$ - внутрішні розміри форми, мм (при температурі 20°);
 $l_{\text{вил}}$ - розміри виливка, мм (при температурі 20°).

Об'ємна усадка - зменшення об'єму сплаву при його охолодженні. Її визначають за співвідношенням:

$$\varepsilon_{\text{об}} = \frac{v_{\text{ф}} - v_{\text{вил}}}{v_{\text{вил}}} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

де $v_{\text{ф}}$ - об'єм порожнини форми (при 20° С);
 $v_{\text{вил}}$ - об'єм виливка (при 20°С).

Справедливим є приблизне співвідношення:

$$\varepsilon_{\text{об}} \cong 3\varepsilon_{\text{лін}}. \quad (3.3)$$

Усадка у виливках виявляється у вигляді усадкових раковин, пористості, тріщин і короблення.

Тріщини у виливках мають місце в результаті нерівномірного твердіння тонких і товстих частин, і гальмування усадки (зменшення розмірів) формою. Лінійна усадка металу може бути вільною і утрудненою. Вільна лінійна усадка буде в тому випадку, якщо нічого не перешкоджає зміні (зменшенню) розмірів відливка під час його охолодження.

Величину лінійної усадки визначають, виливаючи пробні бруски. В моделях для виливання пробних брусків зроблені отвори, відстань між центрами котрих дорівнює 200 мм. Крізь ці отвори, за допомогою керна роблять у формі конічні заглиблення. На виливку отримують, відповідно, конічні виступи. Після охолодження виливка вимірюють відстань l_1 між цими виступами.

Лінійну усадку визначають у відповідності з формулою (1):

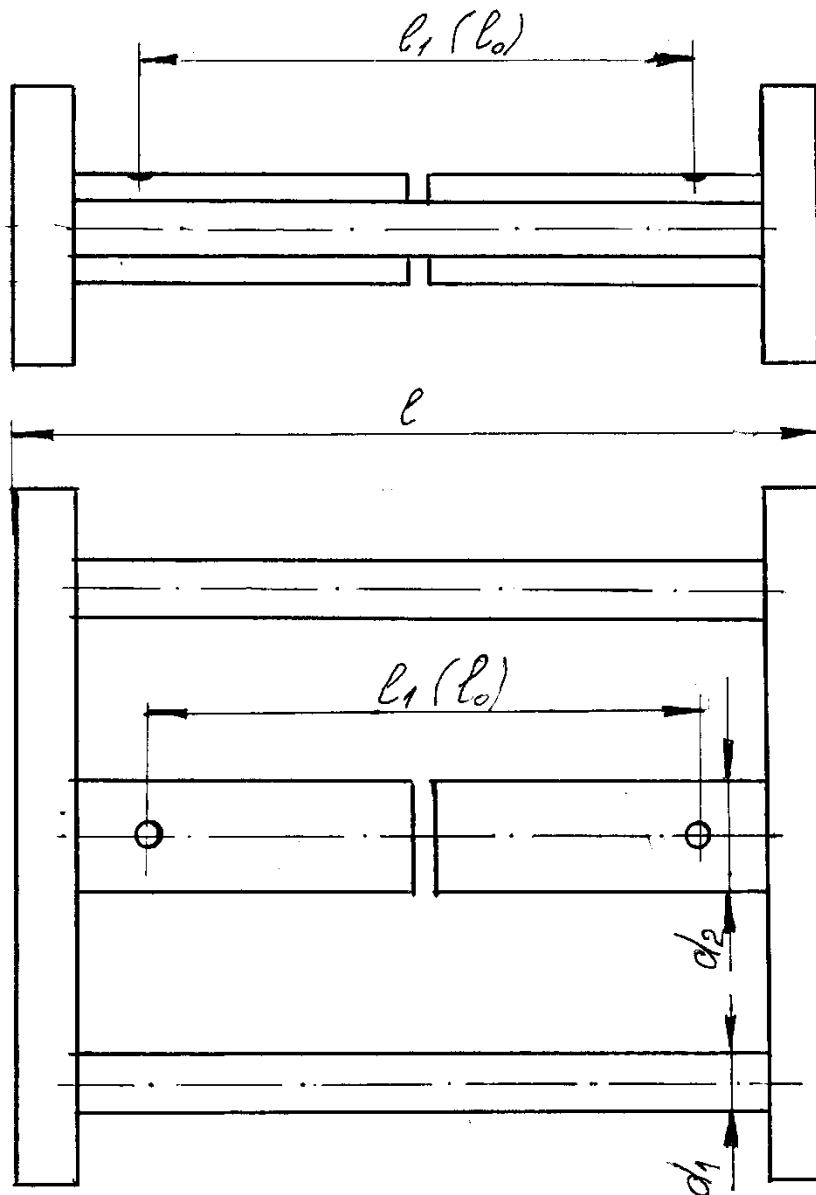
$$\varepsilon_{\text{лін}} = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \cdot 100\%, \quad (3.4)$$

де l_0 - 200 мм, відстань між осями отворів в моделі пробного бруска;
 l_1 - відстань між осями конічних виступів у виливку, мм.

Моделі для вільної і утрудненої усадки формують в одній опоці із загальною ливниковою системою.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВНУТРІШНІХ НАПРУЖЕНЬ В ВИЛИВКАХ

Для визначення величини внутрішніх напружень використовують технологічні проби - усадкові решітки (Мал.7.). Ці проби складаються з брусків різного діаметру, жорстко скріплених між собою. Оскільки вони будуть охолоджуватись із різною швидкістю - тонкі швидше, а середній товстий - повільніше, то в решітці будуть виникати напруження. Після охолодження товстий середній брусок буде розтягнутим, а тонкі крайні стиснуті, тобто виливок буде знаходитись у пружньо-деформованому стані.



Мал.7. Виливок усадкової решітки (після розрізання середнього бруска).

Для вимірювання величини деформації необхідно:

- а) на товстий брусок нанести керном мітки і виміряти відстань між ними;
- б) розрізати посередині товстий брусок між накерненими мітками і знову виміряти відстань між ними;
- в) обчислити величину абсолютної деформації брусків за формулою

$$\Delta = l_1 - l_0, \quad (3.5)$$

де l_0 - відстань між осями накернених міток до розрізування, мм;

l_1 - відстань між накерненими мітками після розрізування, мм.

- г) визначити величину статичних напружень у елементах решітки за формулою:

$$\sigma_1 = \frac{E \cdot \Delta}{l_1} \left(\frac{f_2}{2f_1} + 1 \right) \quad (3.6)$$
$$\sigma_2 = \frac{E \cdot \Delta}{l_1} \left(\frac{2f_1}{f_2} + 1 \right)$$

де σ_1 - напруження в тонких брусках, кг/мм²;

σ_2 - напруження в товстому бруску, кг/мм²;

E - модуль пружності сплаву, кг/мм² ($E = 7200$ кг/мм²);

f_1 - площа поперечного перерізу тонкого бруска, мм²;

f_2 - площа поперечного перерізу товстого бруска, мм²;

l - довжина товстого бруска, мм.

4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити технології литва
2. Вивчити обладнання для виготовлення піщано-глинястих, оболонкових форм, та форм для виготовлення виливків за витоплюваними моделями.
3. Вивчити технологію виготовлення форм і виливків виливанням у піщано-глинясті, оболонкові форми, кокіль та виливанням за витоплюваними моделями.
4. Вивчити методику визначення усадки ливарного сплаву.
5. Визначити усадку виливка моделі із утрудненою усадкою та виливка моделі із вільною усадкою.
6. Вивчити методику визначення внутрішніх напружень у виливках.
7. Визначити внутрішні напруження в усадковій решітці.
8. Ознайомитись з завданням на роботу.
9. Зробити ескізи виливка та зібраної ливарної форми.
10. Виготовити ливарну форму у двох опоках за роз'ємною моделлю.
11. Зробити аналіз якості виливка. При наявності дефектів встановити причину браку та шляхи їх усунення.
12. Скласти звіт про роботу.

5 ЗМІСТ ЗВІТУ ПРО РОБОТУ

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

6 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.
7. В чому полягає сутність ливарного виробництва ?
8. Назвіть і дайте визначення найважливіших ливарних властивостей сплавів?
9. Що таке модельний комплект і що він до себе включає?
10. Що таке формувальна суміш і які вона повинна мати властивості?
11. Що собою являє технологічний процес виготовлення виливка в одноразовій піщано-глинястій формі?
12. Що собою являє технологічний процес виготовлення виливків в оболонкових формах?
13. Що собою являє технологічний процес виготовлення виливків за витоплюваними моделями?
8. Дайте коротко характеристику виготовлення виливків у кокілях, під тиском та відцентровим литтям.
9. Як визначається вільна та утруднена усадка сплавів у виливках?
10. Як визначаються внутрішні напруження у виливках?

Лабораторна робота № 5

“ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ ВІЛЬНОГО КУВАННЯ”

1.МЕТА РОБОТИ

1. Вивчення технології, устаткування, обладнання і інструменту для виконання вільного кування.

2. Вивчення приладів для контролю температури металу при нагріванні для обробки тиском.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

ОБРОБКА МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Обробка металів тиском базується на використанні однієї з основних властивостей металів - **пластичності**. Вона проявляється в незворотній зміні форми та розмірів тіла під дією зовнішніх сил без порушення його цілісності, яке супроводжується зміною структури та механічних властивостей металу.

Обробка металів тиском - високопродуктивний процес, який дає можливість отримати вироби з надто точними розмірами, з гарною чистотою поверхні, з невеликими відходами металу, і з більш високими механічними властивостями порівняно з виливками.

Пластична деформація полягає в переміщенні одних атомів відносно інших на відстані більші за міжатомні в одній кристалографічній площині. При зміщенні атомів без зміни відстаней між кристалографічними площинами силова взаємодія атомів не зникає, деформація відбувається без порушення суцільності тіла за рахунок ковзання (зсуву) однієї частини кристалу відносно іншої.

Зсув найбільш легко відбувається по певним кристалографічним площинам, якими є площини з найбільш щільним розташуванням атомів (площини ковзання), оскільки в цих площинах зв'язок між атомами міцніше, ніж зв'язок площин між собою.

Найменш здатними до пластичної деформації є метали з гексагональною решіткою. Найбільшу пластичність мають метали з ГЦК-решіткою.

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПЛАСТИЧНІСТЬ МЕТАЛУ

Пластичність металів залежить від наступних факторів: хімічного складу, ступеню і швидкості деформації і температури нагрівання.

Вплив складу. Найбільшу пластичність мають чисті метали. Сплави - тверді розчини більш пластичні, ніж сплави, що утворюють хімічні сполуки. Компоненти сплавів впливають також на їх пластичність. З підвищенням вмісту вуглецю пластичність сталі зменшується. Сталі, що містять понад 1,5% вуглецю майже не піддаються куванню. Кремній знижує пластичність сталі.

У легованих сталях хром і вольфрам зменшують, а нікель і ванадій підвищують пластичність сталі, сірка і фосфор зменшують пластичність.

Вплив температури. З підвищенням температури нагріву пластичність металів зростає, а міцність зменшується. Але у вуглецевих сталях при температурах 100...400°C пластичність знижується, а міцність підвищується (зона крихкості, або синьоламкості сталі), що пояснюється появою найдрібніших часток карбідів на площинах зсуву при деформації.

Ступінь і швидкість деформації. Під ступенем деформації ε розуміють відношення різниці початкової F_n (до деформації) і кінцевої F_k (після

деформації) площ поперечних перерізів заготовки до початкової площі поперечного перерізу F_n :

$$\varepsilon = \frac{F_n - F_k}{F_n} \cdot 100\%.$$

Швидкість деформації - це зміна ступеня деформації ε за одиницю часу $d\varepsilon / dt$. З підвищенням швидкості деформації межа міцності зростає, а пластичність зменшується.

ВПЛИВ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

В залежності від температури металу пластична деформація може бути холодною або гарячою. В результаті холодної пластичної деформації міцнісні властивості металу (межа міцності σ_B , межа текучості σ_T і твердість HB) із зростанням ступеня деформації ε збільшуються, а його пластичні властивості (відносне здовження δ , звуження ψ і ударна в'язкість a_n) зменшуються, виникають внутрішні напруги. Зміцнення металів при пластичній деформації називається **наклепом**.

Внаслідок зміцнення пластичні властивості можуть погіршитися настільки, що подальша деформація викличе руйнування.

Холодна пластична деформація металу супроводжується спотворенням кристалічної решітки, подрібненням зерен, їхнім сплюснуттям і здовженням у напрямку найбільшого плину металу. Після холодної обробки метал набуває стрічкову дрібнозернисту структуру.

При нагріванні зміцненого металу до температур $0,25 \dots 0,3 T_{пл}$ зникають спотворення кристалічної решітки та внутрішні напруги без суттєвої зміни мікроструктури; частково відновлюються механічні властивості деформованого металу. Цей процес називається **вороття** (або **відпочинок**).

При нагріванні зміцненого металу до температур вище $0,4T_{пл}$ відбувається зародження нових центрів кристалізації та зростання з них нових рівноважних зерен, що супроводжується зменшенням міцності, зростанням пластичності та відновленням інших властивостей. Цей процес називається **рекристиалізація**.

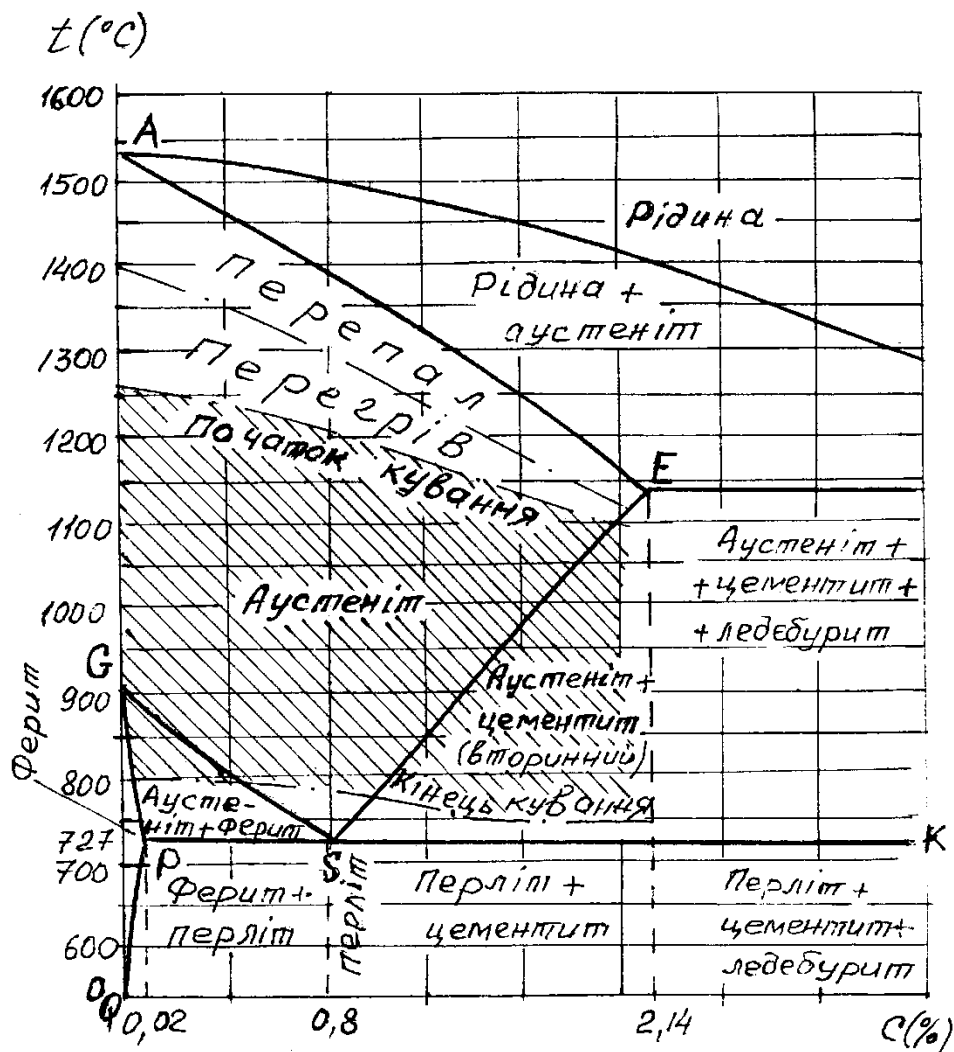
Обробку металів тиском, що виконується при температурах нижче температури рекристиалізації, називають холодною. Обробку тиском, що виконується при нагріванні металу вище температури початку рекристиалізації ($0,4T_{пл}$), називають гарячою.

При гарячій обробці тиском в металі відбуваються одночасно процеси зміцнення і знеміцнення. Швидкість процесу зміцнення, котрий викликаний наклепом, звичайно перевищує швидкість процесу знеміцнення.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ НАГРІВАННЯ МЕТАЛУ І ТЕМПЕРАТУРНИЙ ІНТЕРВАЛ ОБРОБКИ ТИСКОМ

Метали і сплави перед обробкою тиском нагрівають до певної температури для підвищення їх пластичності і зменшення опору деформації. Цю температуру називають температурою початку гарячої обробки тиском. Проте, в процесі обробки температура металу знижується. Мінімальна температура, при котрій можна робити обробку, називається температурою закінчення обробки тиском. Область температур між початком і закінченням обробки, в котрій метал або сплав має найкращу пластичність, найменшу схильність до зростання зерна і мінімальний опір деформації, називають *температурним інтервалом гарячої обробки тиском*.

Температурний інтервал обробки тиском обирають з урахуванням діаграми стану сплаву. Бажано, щоб в цьому температурному інтервалі метал знаходився в однофазному стані. В дво- або багатофазному стані при низькій пластичності однієї з фаз можлива руйнація металу. Виключенням є доевтектоїдні сталі (Мал.1.), котрі при температурах двофазного стану між лініями *GS* і *PS* мають достатню пластичність.



Мал.1. Температурний інтервал кування вуглецевих сталей за діаграмою стану залізо-вуглець.

Достатню пластичність мають і заевтектоїдні сталі вище 750°C , в котрих між лініями *ES* і *SK* фіксується двофазна система із аустеніту і вторинного цементиту. Цементит розташовується у вигляді сітки по межах зерен і знижує пластичність сталі. Проте після руйнування цієї сітки методом обробки тиском сталь відновлює свої пластичні властивості.

Температурний інтервал обробки сплавів залежить від їхнього хімічного складу. Так з діаграми залізо-вуглець видно, що із збільшенням кількості вуглецю в сталі температурний інтервал обробки звужується. Особливо різко при цьому знижується температура початку обробки.

При нагріванні сталі вище температури початку гарячої обробки тиском починається інтенсивне зростання аустенітного зерна. Завдяки цьому структура стає крупнозернистою, внаслідок чого знижуються її пластичні властивості. Сталь набуває крупнозернистої структури при *перегріві*. Перегрів є дефектом і його можна усунути відпалюванням або нормалізацією.

При подальшому підвищенні температури нагрівання відбувається розплавлення легкоплавких складових, розташованих по межах зерен. Окислення цих границь зерен киснем, який є в наявності в робочому просторі печі, призводить до явища, що називається *перепалом*. Перепал - брак, що не виправляється, оскільки при цьому настає повна втрата пластичності металу внаслідок появи крихкої окисної плівки між зернами цього металу. Перепалений метал може бути тільки відправлений на переплавку.

Таким чином, максимальну температуру нагрівання, тобто температуру початку гарячої обробки тиском, слід призначити такою, щоб не було ані перепалу, ані перегріву.

Заготовка має бути нагріта рівномірно по всьому об'єму до потрібної температури. Різниця температур по перерізу заготовки призводить до того, що внаслідок теплового розширення між більш нагрітими поверхневими шарами металу і менш нагрітими внутрішніми шарами виникають напруги. Останні тим більші, чим більшою є різниця температур по перерізу заготовки, і можуть зрости настільки, що у центральній зоні з розтягувальними напругами при низькій пластичності металу утворюються тріщини. Різниця температур по перерізу збільшується з підвищенням швидкості нагрівання, тому існує припустима швидкість нагрівання. Найбільший час потрібен для нагрівання крупних заготовок з високовуглецевих сталей із-за їхньої низької теплопровідності. Наприклад, час нагрівання зливка масою приблизно 40 т з легованої сталі складає більше 24 годин.

ВТРАТИ МЕТАЛУ ПРИ НАГРІВАННІ

Проте із збільшенням часу нагрівання збільшується окислення поверхні металу, оскільки при високих температурах метал активніше хімічно взаємодіє з киснем повітря. В результаті на поверхні, наприклад, сталевій заготовці, утворюється окалина - шар, що складається з оксидів заліза: Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO . Окрім втрат металу з окалиною, остання, втискуючись у поверхню

заготовки, викликає необхідність збільшення припусків на механічну обробку. Окалина збільшує знос деформуючого інструмента, оскільки її твердість значно більше твердості гарячого металу.

При високих температурах на поверхні сталеві заготовки інтенсивно окислюється не тільки залізо, але і вуглець: відбувається так зване знеуглецьовування. Товщина знеуглецьованого шару в окремих випадках досягає 1,5...2 мм.

Для зменшення окислення заготовки нагрівають у нейтральній або відновлювальній атмосфері.

Необхідно дотримуватись і режиму охолодження обробленої заготовки, щоб запобігти виникненню тріщин і короблення, внаслідок термічних напруг.

НАГРІВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

Нагрівальні пристрої, в котрих нагрівають метал перед обробкою тиском, можна підрозділяти на нагрівальні печі і електронагрівальні пристрої. У печах теплота до заготовки надходить із навколишнього робочого простору нагрітої печі; в електронагрівальних пристроях теплота виділяється у самій заготовці.

Кожна піч має нагрівальну камеру, викладену вогнетривким матеріалом. Нижню частину камери, на котру укладають заготовки, що нагріваються, називають подом печі. Передавання теплоти металу заготовок відбувається конвекцією і випромінюванням. При високих температурах, існуючих у печах для нагрівання металу, перед обробкою тиском, основним видом передачі теплоти є випромінювання від нагрітих стін печі.

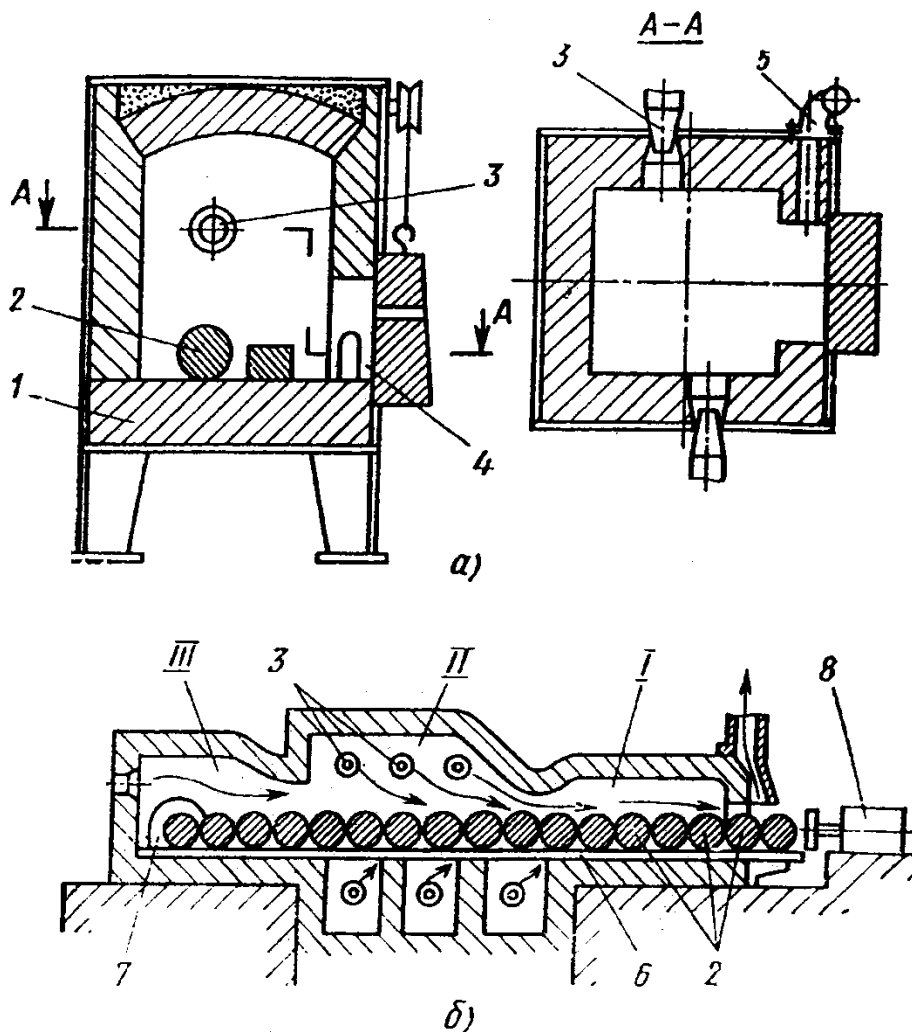
Печі, у свою чергу, розподіляють на полум'яні, в котрих теплоту отримують за рахунок спалювання палива, і електричні, в котрих джерелом нагрівання робочого простору печі є електрична енергія. Полум'яні печі працюють в основному на рідкому і газоподібному паливі. Рідке паливо (мазут) спалюють за допомогою форсунок, що розпилюють паливо і забезпечують його добре змішування з повітрям. Для спалювання газу застосовують газові пальники, котрі служать для подачі газу і повітря у піч і змішування їх в необхідній пропорції. За характером розподілу температур у робочому просторі печі можуть бути розподілені на дві групи: печі з однаковою температурою по всьому робочому просторі (камерні) і печі, у котрих температура в робочому просторі підвищується у напрямку від місця завантаження до місця їх видачі (методичні печі).

Камерна піч. В печі (Мал.2.а) заготовки 2 укладають на поду 1 печі (причому спосіб укладки впливає на швидкість нагрівання) і після їхнього прогрівання до заданої температури виймають, як правило, через вікно 4, крізь яке їх і завантажували у піч. Робочий простір печі нагрівається за рахунок спалювання палива за допомогою форсунок або пальників 3. Продукти спалювання відводяться через димохід 5. При нагріванні крупних заготовок із легованої або високолегованої сталі для зменшення температурних напруг температура печі при завантаженні заготовок має бути значно нижче ніж необхідна кінцева температура нагрівання. Потім температуру поступово

підвищують. Для полегшення завантаження і вивантаження крупних заготовок застосовують різні завантажувальні машини, а також печі з висувним піддоном.

Камерні печі широко розповсюджені головним чином у дрібносерійному і ремонтному виробництві зважаючи на найбільшу (у порівнянні з іншими нагрівальними пристроями) універсальність і для нагрівання дуже крупних заготовок (наприклад зливків масою до 300 т).

Методична піч (Мал.2.б). Робочий простір печі має витягнуту форму і поділений на дві (або три) зони з різною температурою. Заготовки 2 проштовхуються за допомогою штовхача 8 і, переміщуючись по поду 6 печі, потрапляють спочатку в першу підігрівальну зону I (600...800°C), потім у зону максимального нагрівання II (1250...1350°C), де встановлені пальники 3. Зона III є зоною витримки, в котрій відбувається вирівнювання температури по перерізу заготовки.



Мал.2. Нагрівальні печі:
а) - камерна, б) - методична.

Гарячі гази рухаються назустріч заготовкам, котрі переміщуються і видаються нагрітими крізь вікно 7. Методичні печі застосовують у прокатному виробництві і крупносерійному штампувальному.

Ковальські горни є найпростішим обладнанням для нагрівання металу. Вони застосовуються у всіх кузнях на машинобудівних підприємствах та у ремонтних майстернях. В залежності від призначення, конструктивних особливостей і виду палива горни розподіляються на стаціонарні і переносні, відкриті і закриті, одновогневі і багатовогневі, для роботи на твердому, рідкому і газоподібному паливі.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВАННЯ СТАЛІ ПІД ОБРОБКУ ТИСКОМ

Температуру нагрівання сталі можна визначити візуально (по кольорам розжарювання) і за допомогою вимірювальних приладів.

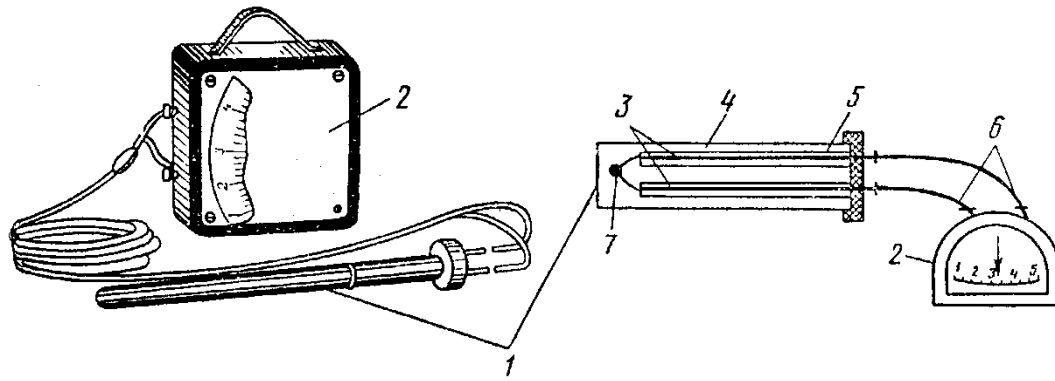
Визначення температури візуально. При нагріванні до високих температур (вище 550°C) сталь починає світитися. Чим вище температура, тим яскравішим є світіння. В процесі роботи ковалі визначають температуру нагрівання заготовок по кольорам розжарювання:

темно-коричневий	550...580°C;
коричнево-червоний	580...650°C;
темно-червоний	650...730°C;
темно-вишневий-червоний	730...770°C;
вишнево-червоний	770...800°C;
світло-вишнево-червоний	800...830°C;
світло-червоний	830...900°C;
оранжевий	900...1050°C;
темно-жовтий	1050...1150°C;
світло-жовтий	1150...1250°C;
яскраво-білий	1250...1300°C.

На око температуру нагрітої заготовки можна визначити з точністю $\pm 25^\circ\text{C}$.

Для більш точного контролю температури робочого простору печі або заготовки, що нагрівається, застосовують термоелектричні пірометри, оптичні пірометри.

Термоелектричний пірометр (Мал.3.) складається із термопари 1 і гальванометра 2, шкала котрого звичайно проградуєвана в градусах Цельсія. Основною частиною пірометра є термопара 1, яка складається з двох різнорідних металів (платина - платинородій, хромель-алюмель та інш.) у вигляді дротів 3, спаяних на одному з кінців 7 (робочий кінець). Кожен із дротів укладений у фарфоровій трубочці 5 і обидва дроти 3 розміщуються в кожуху 4. Вільні кінці дротів 3 з'єднані із гальванометром 2 за допомогою провідників 6.



Мал.3. Термоелектричний пірометр:

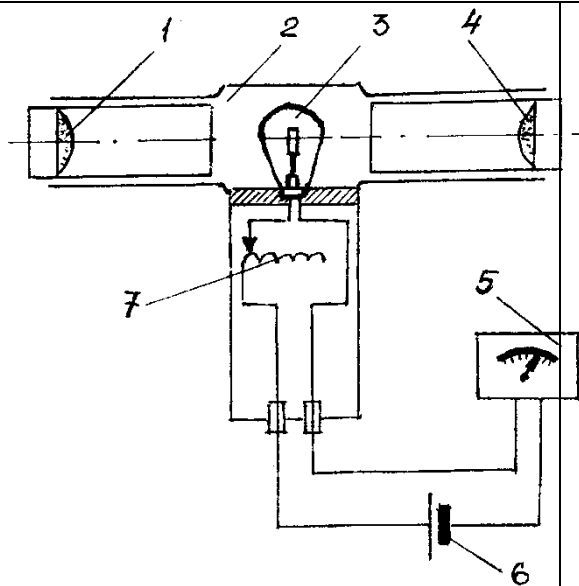
1 - термопари, 2 - гальванометр, 3 - дроти, 4 - кожух, 5 - фарфорова трубочка, 6 - провідники, 7 - місце спайки.

Робочий кінець термопари розміщують безпосередньо у піч або підводять до стикання з гарячим металом. Завдяки різниці температур між робочим і холодними кінцями термопари у ній виникає термоелектрорушійна сила, що надходить по провідниках до гальванометра. Технічні термопари дозволяють вимірювати температуру в інтервалі від -50°C до $+1800^{\circ}\text{C}$.

Температуру гарячих стінок печі і металу в межах $700\text{...}2000^{\circ}\text{C}$ визначають оптичним пірометром.

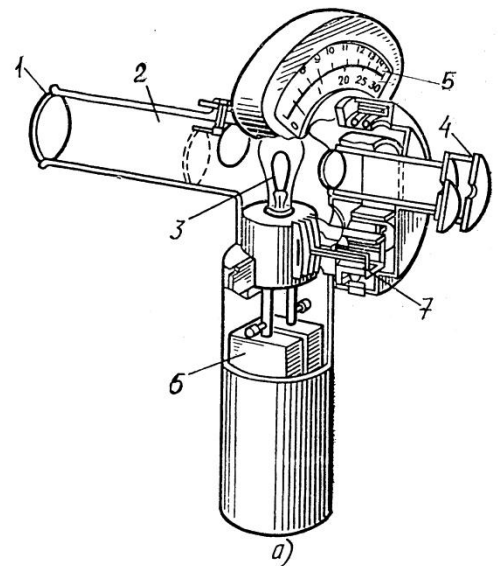
Оптичні пірометри - це пірометри часткового випромінювання монохроматичного типу із "зникаючою ниттю" змінного розжарення.

Пірометри цього роду дозволяють вимірювати температуру тіл, що нагріваються вище температури початку видимого світіння по їхній спектральній (монохроматичній) яскравості, тобто по яскравості, яка спостерігається, в променях певного кольору (певного достатньо вузького діапазону довжини хвиль) і, що оцінюється приводимою з нею в фотометричну рівновагу еталонної регулюємої яскравості ниті електричної лампи розжарювання. Будова пристрою, що містить оптичну систему, наведено на Мал.4. (принципова схема).



Мал.4.1. Принципова схема пірометра із “зникаючою ниткою”:

1 - об'єктив; 2 - зорова труба; 3 - лампа розжарювання; 4 - окуляр, 5 - міліамперметр;
6 - акумулятор, 7 - реостат.



Мал.4.2. Оптичний пірометр із “зникаючою ниткою”:

а)- будова; б) - нитка нагріта слабкіше заготовки; в) - нагрів однаковий;
г) - нитка нагріта сильніше ніж заготовка; 1 - об'єктив; 2 - зорова труба; 3 - лампа розжарювання; 4 - окуляр; 5 - шкала міліамперметра, 6 - акумулятор;
7 - реостат.

Основною частиною приладу є лампа розжарювання 3, котра через реостат 7 і гальванометр 5 приєднана до акумулятора 6. Гальванометр 5, увімкнений у електричне коло послідовно, проградуєований за напругою струму в градусах Цельсія. Змінюючи за допомогою реостата 7 напругу, що подається на лампу, добиваються, щоб колір розжарення нитки співпав з кольором металу або стінки печі (Мал.4.). При цьому гальванометр показує температуру об'єкта спостереження.

ВІЛЬНЕ КУВАННЯ

Вільне кування - вид гарячої обробки тиском, при якому метал деформується за допомогою універсальних інструментів (бойків), при цьому метал вільно плине в сторони, не обмежені робочими поверхнями інструмента.

Куванням отримують заготовки для наступної механічної обробки, котрі називають поковками.

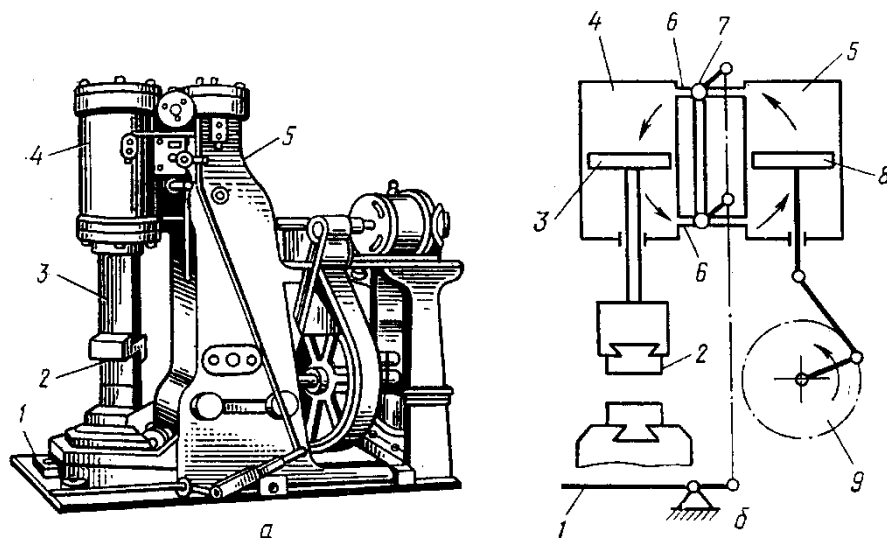
При куванні змінюються макро- і мікроструктури, поліпшуються властивості і якість металу. Структура становиться дрібнозернистою, механічні властивості поковок (пластичність, а у деяких сплавів міцність і твердість) підвищуються.

Кування буває ручним і машинним. Цей вид обробки металів тиском широко застосовують при ремонті техніки, виготовленні переважно нескладних, з невеликою масою деталей і інструментів в ремонтних майстернях і заводах.

До обладнання для кування відносять ковальські машини і гідравлічні ковальські преси. За принципом дії ковальські молоти підрозділяють на приводні і пароповітряні. До приводних відносять пневматичні, ресорні, важільні і фрикційні.

Дрібні поковки масою приблизно до 250 кг кують на пневматичних молотах (Мал.5.). Молот має два циліндри: компресорний 5 і робочий 4. Поршень 8 компресора приводиться у зворотно-поступальний рух від електродвигуна через редуктор за допомогою кривошипно-шатунного механізму 9. Обидва циліндри молота з'єднані між собою пристроєм, який розподіляє повітря, що складається із кранів 7 і повітряних каналів 6. Стиснуте в компресорному циліндрі 5 повітря через повітрянорозподільний пристрій спрямовується догори або вниз робочого циліндра 4, переміщуючи відповідно поршень 3 разом із штоком і бойком 2.

При ручному куванні застосовують наступні пристосування: ковадла, шпераки, гвоздильні, різні оправки, лещата для стулювання та інші. Шперак - маленьке ковадло з хвостовиком, котре встановлюється у отвір великого ковадла. Гвоздильні застосовують для висадки головок болтів, заклепок і т.д.. Оправки служать для виготовлення втулок.

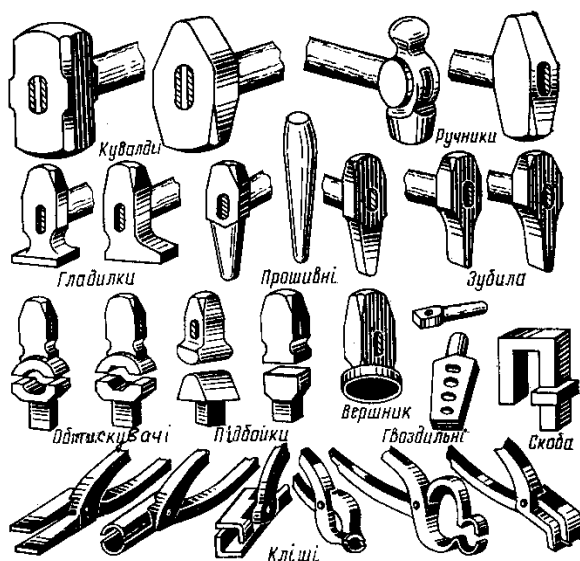


Мал.5. Пневматичний молот:

а) - загальний вигляд; б) – схема: 1 - педаль; 2 - бойок; 3 - поршень; 4 - робочий циліндр; 5 - компресорний циліндр, 6 - повітряні канали; 7 - кран; 8 - поршень компресора; 9 - кривошипно-шатунний механізм.

Інструмент, що використовують при ручному куванні, поділяють на наступні групи: для обробки поковок, для утримання поковок, вимірвальний, горновий. Для обробки поковок застосовують кувалди (ручний молот) масою

0,5...2 кг, ручники (ковальські молотки), зубила з підсічкою, радіусні і плоскі підбійки, гладилки, бородки, прошивні (Мал.6.).



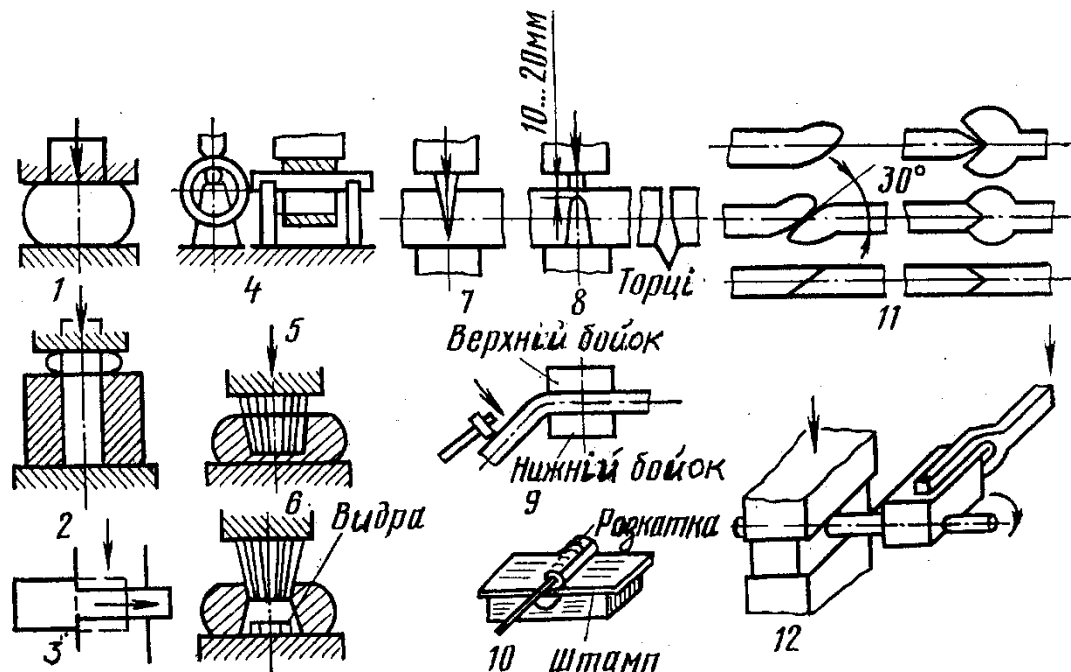
Мал.6. Ковальський інструмент для ручного кування.

Вказані інструменти виготовляють із вуглецевих інструментальних сталей якісних і високоякісних марок У7, У7А і ін. Для утримання поковок служать кліщі різних форм і розмірів. Для вимірювання поковок застосовують лінійки, кронциркулі, нутроміри, кутники, шаблони і ін. Для машинного кування застосовують плоскі і радіусні змінні бойки для молотів, обтискувачі, ковальські сокири, розкатки, прошивні і ін.

Операції ручного і машинного кування поділяють на розподільні і формозмінювальні. Схеми основних операцій кування наведено на Мал.7. **Розподільна операція** - обробка тиском, в результаті котрої відбувається відокремлення однієї частини заготовки від іншої по заданому контуру. До розподільних операцій відносяться: відрубка, надрубка, пробивка, ламання. При виконанні відрубки користуються зубилом з підсічкою, ковальською сокирою. При надрубці деформуючий інструмент занурюється в заготовку не на усю товщину. Підшивка (прошивка) - утворення у заготовці наскрізних отворів за допомогою бородка або прошивня. Ламання - ділення заготовки на частини шляхом руйнування згинанням.

Формозмінююча операція - обробка тиском, в результаті якої заготовці шляхом пластичної деформації матеріалу надається задана форма. До формозмінюючих операцій відносяться : осадка, висадка, протяжка, розгонка, прошивка, розкатка, згинання, прогладжування, правка. Осадка - зменшення висоти заготовки при збільшенні площі її поперечного перерізу. Висадка - осадка частини заготовки, наприклад, висадка головки болта із застосуванням гвоздильні. Протяжка - здовження заготовки або її частини за рахунок зменшення площі поперечного перерізу. При виконанні цієї операції застосовують підбійки, розкатки. Розгонка - збільшення ширини частини заготовки за рахунок зменшення її товщини. Для її виконання застосовують ті ж інструменти, що і для протяжки. Прошивка (підшивка) - отримання

порожнин у заготовці за рахунок витискання матеріалу. При прошивці використовують прошивні. Розкатка - збільшення діаметра кільцевої заготовки при обертанні за рахунок зменшення її товщини за допомогою бойка, оправки або роликів. Згинання - утворення або змінення кутів між частинами заготовки або надання їй криволінійної форми. Прогладжування - усування нерівностей поверхні гладилками. Правка - усування спотвореної форми заготовки ручником.



Мал.7. Схеми основних операцій кування:

1 - осадка; 2 - висадка; 3 - протяжка; 4 - розкатка; 5 і 6 – прошивка (підшивка) ; 7 і 8 - відрубка; 9 і 10 - згинання; 11 - зварювання, 12 - кручення.

Штампування - спосіб обробки тиском за допомогою штампа. Штампування буває гарячим і холодним.

Гарячим штампуванням виготовляють заготовки сталевих колінчастих валів, розподільних валів, шатунів і інші деталі автомобілів. Обладнанням для гарячого штампування служать механічні молоти, преси, горизонтальні ковальські машини, а інструментами є штампи. Штампи для гарячого штампування складаються з двох частин, що являють собою сталеві бойки з заглибленнями, конфігурація котрих відповідає конфігурації деталі, що виготовляється. Застосування штамтів дає можливість отримувати заготовки або деталі із складними контурами. Гаряче штампування застосовують у серійному і масовому виробництві.

Холодне штампування виконується без нагрівання металу. Цей вид обробки застосовують для виготовлення деталей в основному із прокату різних профілів. Холодним штампуванням виготовляють деталі з високою точністю розмірів і високою чистотою поверхні. Цим методом із сталевого листового прокату виробляють кузова, крила, капоти, обшивку і інші деталі автомобілів.

Виконують холодне штампування на пресах і горизонтальних згинаючих машинах із застосуванням штампів. Операції холодного штампування бувають розподільні і формозмінюючі. До розподільних відносяться: відрізання, обрізання, надрізання, вирубка, пробивка і інші. До формозмінюючих операцій відносяться: витягування, відбортівка, роздача, обтискування, рельєфне формування, рельєфна чеканка, навивка, витискування, накочування. Накочуванням виготовляють різьбу на стержнях (болти, шпильки).

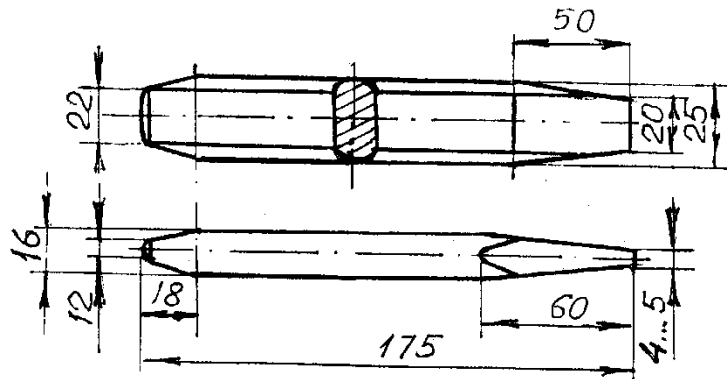
3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити технологію, устаткування і інструмент для вільного кування.
2. Вивчити види операцій вільного кування.
3. Вивчити будову і принцип роботи пневматичного молоту.
4. Вивчити основні типи нагрівальних пристроїв.
5. Вивчити прилади, що застосовуються для вимірювання температури заготовок при обробці тиском.
6. Визначити втрати металу при нагріванні.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОКОВКИ

Технологічний процес виготовлення слюсарного зубила вільним куванням розробляється і оформлюється у відповідності з вимогами ЄСТД.

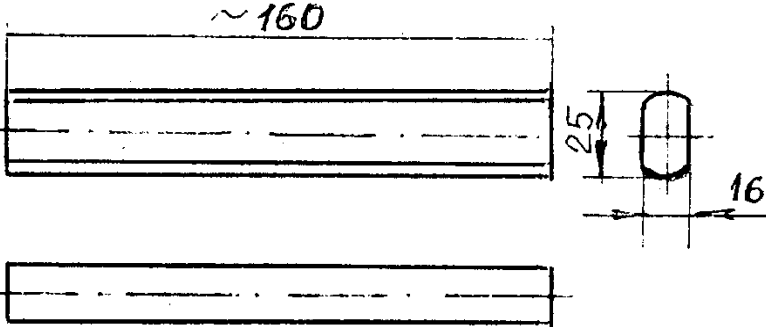
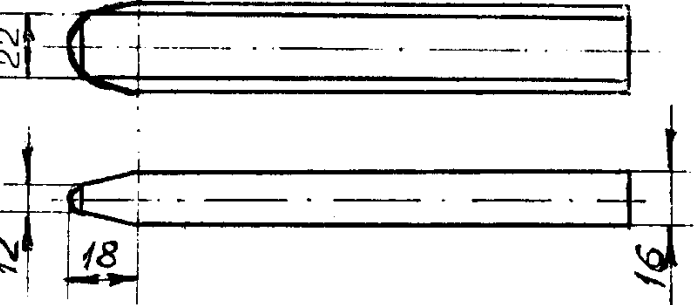
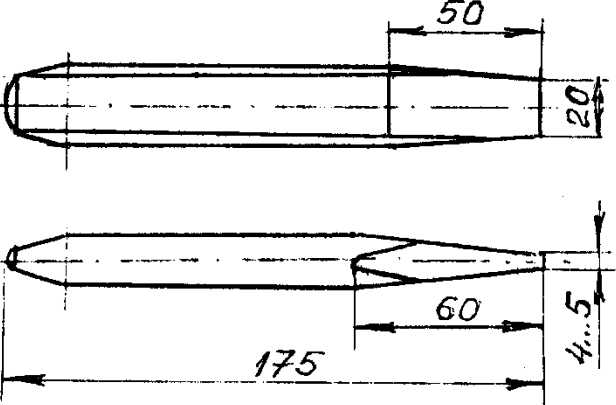
Нижче наведена спрощена форма послідовності виготовлення слюсарного зубила (Мал.8.).



Мал.8. Ескіз поковки для слюсарного зубила.

Послідовність операцій вільного кування

№ з/п	Переходи Найменування	Ескіз переходу	Обладнання інструмент
1	2	3	4
1.	Заготовка: сортовий прокат - круг $\varnothing 23$ мм, довжиною 160 мм, сталь У7-У8А.		

2.	Протягнути заготовку на полосу 16x25		Пласкі бойки, кліщі, кронциркуль
3.	Відтягнути і скруглити ударну частину до розмірів вказаних у ескізі поковки		Ковадло, кувалда, кліщі, обтискувачі
1	2	3	4
4.	Спустити бокові грані частини, яка рубить, до вказаних розмірів.		Пласкі кліщі, бойки, кліщі, відкос
5.	Відробити поковку		Ковадло, кувалда, ручник, гладилка, напилек

ТЕМПЕРАТУРНИЙ ІНТЕРВАЛ КУВАННЯ

Температурний інтервал кування встановлюється наступний:

- температура початку кування $t_{п} = 1150^{\circ}\text{C}$;

- температура закінчення кування $t_k = 850^\circ\text{C}$.

Контроль температури здійснюється за допомогою термоелектричного пірометра (термопари), оптичного пірометра і візуально за кольорами розжарення.

ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ЗУБИЛА

Термічна обробка зубила включає гартування із самовідпусканням різальної і ударної частин зубила, нормалізацію середньої частини:

1. Нагріти зубило у печі до $t = 780^\circ\text{C}$ і витримати на протязі 10 хв.

2. Швидко занурити у воду різальну, а потім ударну частину зубила, залишаючи неохолодженою середню частину, покласти зубило на робочий стіл. При цьому, в результаті теплопровідності відбуватиметься нагрівання охолоджених раніше частин (самовідпускання).

3. Зачистити напилком від окалини різальну частину зубила і спостерігати за появою окисної плівки світло-жовтого кольору, що відповідає температурі $200...220^\circ\text{C}$ (низьке відпускання).

4. Для запобігання подальшого нагрівання зубило опустити у воду.

КОЛЬОРИ МІНЛИВОСТІ НА ВУГЛЕЦЕВІЙ СТАЛІ

1. 220°C	Світло-жовтий	6. Фіолетовий 285°C
2. 230°C	Жовтий	7. Темно-синій 295°C...325°C
3. 240°C	Темно-жовтий	8. Світло-синій 315...325°C
4. 255°C	Коричневий	9. Сірий 330°C
5. 265°C	Коричнево-червоний	

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ

Контроль якості оцінюється твердістю різальної, ударної і середньої частин зубила, виміряною за допомогою приладу Роквелла.

ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВИЗНАЧЕННЮ ВТРАТ МЕТАЛУ НА УГАР

До показників, що характеризують втрати металу на його окислення при нагріванні відносяться:

- ваговий угар – кількість металу, окисленого у процесі нагрівання,

$$q = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

де q_1 - маса заготовки до нагрівання, г;

q_2 - маса заготовки після нагрівання і очищення, г;

- поверхнєве окалиноутворення - кількість окисленого металу, віднесена до одиниці поверхні заготовки, що піддається нагріванню,

$$a = \frac{q_1 - q_2}{S}, \text{ г/см}^2, \quad (4.2)$$

де S - повна площа поверхні заготовки, см²;

- швидкість окислення - відношення маси поверхневого

окалиноутворення до часу нагрівання: $w = \frac{a}{\tau}, \text{ г/см}^2 \cdot \text{год.}, \quad (4.3)$

де τ - час нагрівання заготовки, год.

Дослідження залежності втрат металу від температури і часу нагрівання провести наступним чином.

Сім чистих (без слідів корозії) однакових сталевих заготовок зважити на аналітичних терезах з точністю до 0,01 г. По одній із заготовок визначити середню площу повної її поверхні, виміряв за допомогою штангенциркуля лінійні розміри.

Укласти заготовки на пронумеровані вогнетривкі підставки і завантажити у печі:

чотири заготовки у піч з $t = 1000^\circ\text{C}$;

одну заготовку у піч з $t = 900^\circ\text{C}$;

одну заготовку у піч з $t = 1200^\circ\text{C}$;

одну заготовку у піч з $t = 1300^\circ\text{C}$.

Для виявлення впливу тривалості нагрівання на величину окалиноутворення заготовки витягнути із печі з $t = 1000^\circ\text{C}$ через 10 хв.

Для виявлення впливу температури нагрівання на величину окалиноутворення витримати заготовки у печах з температурами 900, 1000, 1200, 1300°C 20 хвилин, а потім витягти.

Кожну заготовку охолодити у воді, очистити від окалини наждачним папером і зважити з точністю до 0,01 г.

Зробити розрахунок втрат металу при нагріванні за наведеними формулами, отримані результати звести у таблиці і побудувати графіки:

$$W_1 = f_1(\tau) \quad \text{при } t = 1000^\circ\text{C};$$

$$W_2 = f_1(t) \quad \text{при } \tau = 20 \text{ хв},$$

зробити стислі висновки за результатами досліджень.

4. ЗМІСТ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

До звіту необхідно включити:

- опис будови та принцип роботи оптичного пірометра;
- опис будови та принцип роботи термопари;

- ескізи з описами будови і роботи камерної і методичної печей;
- зображення на діаграмі стану залізо-цементит інтервалу температур гарячої обробки тиском;
- зображення та опис основних видів операцій вільного кування;
- схему будови пневматичного молоту;
- технологію виготовлення та термообробки слюсарного зубила і контроль його якості;
- результати дослідження по визначенню втрат металу в залежності від температури і часу нагрівання.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. На якій властивості базується обробка металів тиском?
2. В чому полягає пластична деформація металів? Визначте фактори, що впливають на пластичність металів і сплавів.
3. Який вплив чинить пластична деформація на метали і сплави? Яка різниця між холодною та гарячою обробкою металів тиском?
4. Що називається наклепом при обробці металів тиском?
5. Як позбутися тільки внутрішніх напружень, але залишити метал зміцненим в результаті холодної обробки тиском?
6. Чи можна поновити усі властивості металу, що були у нього перед холодною обробкою тиском?
7. Що таке температурний інтервал гарячої обробки, і як на нього впливає хімічний склад сталі? Доведіть це за допомогою діаграми стану *Fe-C* для сталей.
8. Який чинять вплив температура, час нагрівання і швидкість охолодження при гарячій обробці тиском на якість сталевої поковки? Як треба правильно проводити ці режими?
9. Назвіть і дайте характеристику нагрівальних пристроїв, що застосовуються для нагрівання металу перед обробкою тиском?
10. Як і за допомогою яких приладів вимірюють температуру сталевих заготовок при нагріванні під обробку тиском?
11. Що таке вільне кування? Назвіть і охарактеризуйте його види і операції. Яке обладнання і інструменти застосовуються при вільному куванні?
12. Що таке холодне штампування? Назвіть і охарактеризуйте його операції.
13. Як визначаються втрати металу при нагріванні заготовок під обробку тиском та від яких факторів залежать такі втрати?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

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 кромek теплом електричної дуги з наступною сумісною кристалізацією розплавленого металу.

1.1 Джерела зварювального струму

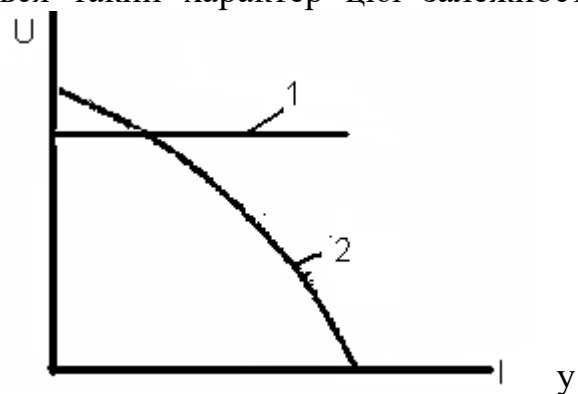
Для дугового зварювання застосовують як постійний, так і змінний струм. Джерелами постійного струму служать зварювальні генератори постійного струму і зварювальні випрямлячі.

При зварюванні змінним струмом використовують переважно зварювальні трансформатори. Оскільки режим дугового зварювання характеризується частими короткими замиканнями, то для обмеження струму короткого замикання джерела струму у більшості випадків мають так звану падаючу зовнішню характеристику.

Зовнішньою характеристикою називається залежність між напругою U на затискувачах джерела струму і струмом навантаження I . Падаючою ж характеристикою називається такий характер цієї залежності, коли зі збільшенням струму навантаження напруга на клеммах джерела струму знижується.

На Мал.1. показано два види зовнішніх характеристик: жорсткої 1 і падаючої 2. Жорстку характеристику звичайно мають джерела струму, які призначені для силових або освітлювальних навантажень. Напруга таких джерел при зміні струму навантаження залишається постійною.

Якщо ж джерело струму має падаючу зовнішню характеристику, то зі збільшенням струму навантаження напруга на затискувачах джерела струму падатиме і це приведе до обмеження струму короткого замикання.

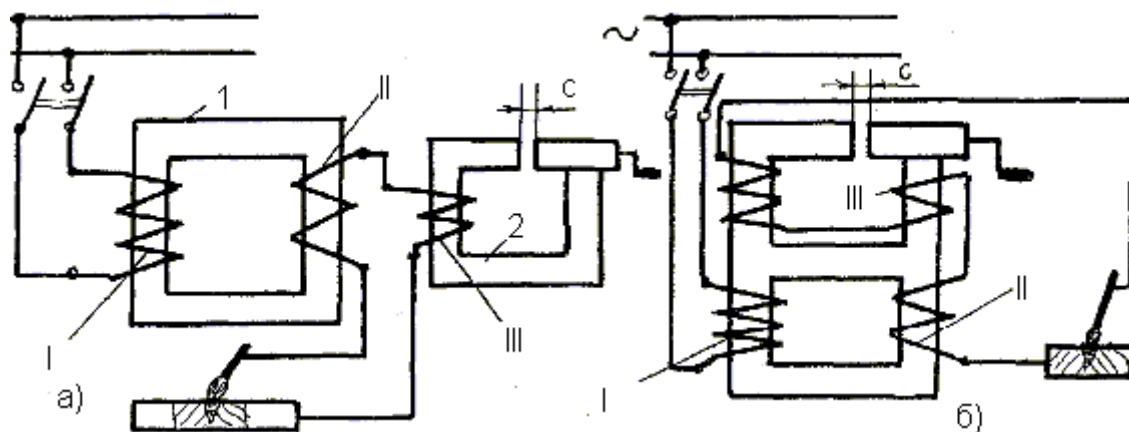


Мал.1. Зовнішні характеристики джерел струму:
1 - жорстка, 2 - падаюча

Падаючу зовнішню характеристику зварювального трансформатора отримуємо за рахунок того, що послідовно з дугою і вторинною обмоткою трансформатора вмикають так звану дросельну або реактивну обмотку. При проходженні зварювального струму у витках дросельної обмотки індукується е.р.с. (електрорушійна сила) самоіндукції, яка має напрям, протилежний основній е.р.с. трансформатора. Тому напруга, підведена до дуги, знижується від значення холостого ходу (55...80 В) до 15...45 В під час горіння дуги і майже до нуля при короткому замиканні.

Є кілька схем вмикання дросельної обмотки з трансформаторними обмотками (Мал.2.). При першій схемі (Мал.2. а) первинна I і вторинна II обмотки знижувального однофазного трансформатора розташовані на залізнму сердечнику 1, а дросельна обмотка III - на сердечнику 2, які є двома окремо виконаними апаратами.

При другій схемі вмикання (Мал.2.б) трансформаторні (I - II) і дросельна (III) обмотки розташовані на спільному залізнму сердечнику і являють собою один апарат. Причому, та частина сердечника, на якій розміщені обмотки I і II, є власне трансформатором, а частина, на якій розташована обмотка III – дроселем.



Мал.2. 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".

1.2 Електроди для ручного дугового зварювання

Для ручного дугового зварювання використовують електроди, що розплавляються, і електроди, що не розплавляються. Найчастіше зварювання проводять електродом, що розплавляється. Їх виготовляють із сталюго 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.

Застосування електродів повинно забезпечувати такі технологічні умови: легке запалювання і стійке горіння дуги; рівномірне розплавлення покриття; рівномірне покриття шва шлаком; легке відокремлення шлаку після зварювання; відсутність непроварів, пор, тріщин та інших дефектів в металі шва.

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 $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_m$).

2 ТЕХНОЛОГІЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

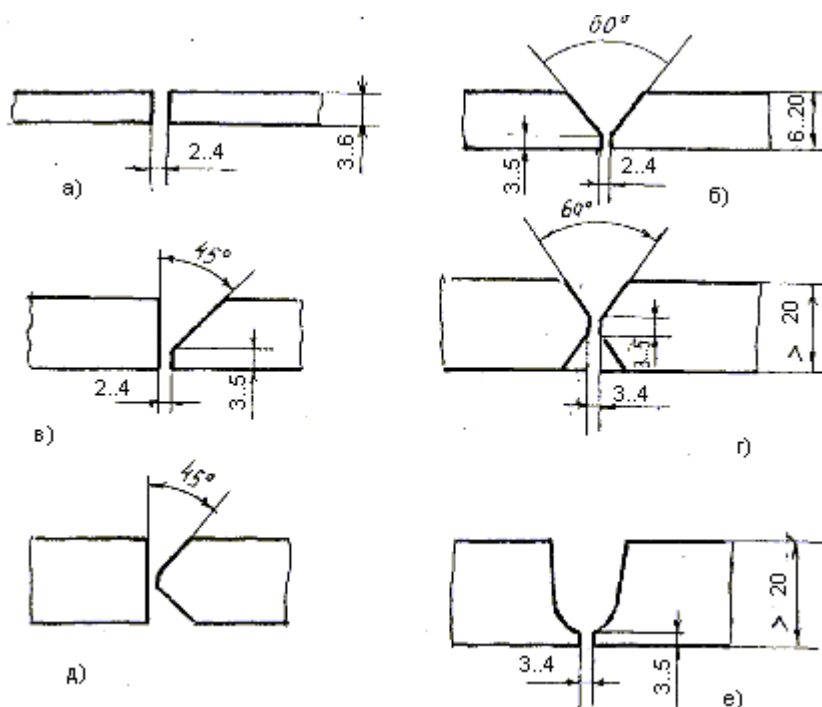
2.1 Підготовка металу до зварювання

Підготовка металу до зварювання складається з правки, очистки, розмітки і збирання підготовлених деталей для зварювання. Правкою ліквідують деформацію прокатої сталі, з якої головним чином і виготовляють зварні конструкції. Очистку кромки від іржі, забруднень проводять металевою щіткою, роблять це, а також сушку вологих місць, досить ретельно, щоб запобігти утворенню в зварних швах пор, раковин, різних включень та інших дефектів. Різку при підготовці деталей застосовують головним чином термічну (вогневу) . Механічне різання доцільно виконувати при заготовці однотипних деталей, підготовці кромки. Зібрані вузли і деталі з'єднують прихватками, які являють собою короткі шви з поперечним перерізом 1/3 поперечного перерізу повного шва. Довжина прихватки 20...100 мм в залежності від товщини листів і довжини шва.

2.2 Підготовка кромки під зварювання

При зварюванні встик листів товщиною до 6 мм кромки не скошують (Мал.3.а). Для досягнення необхідного провару листи розташовують з зазором

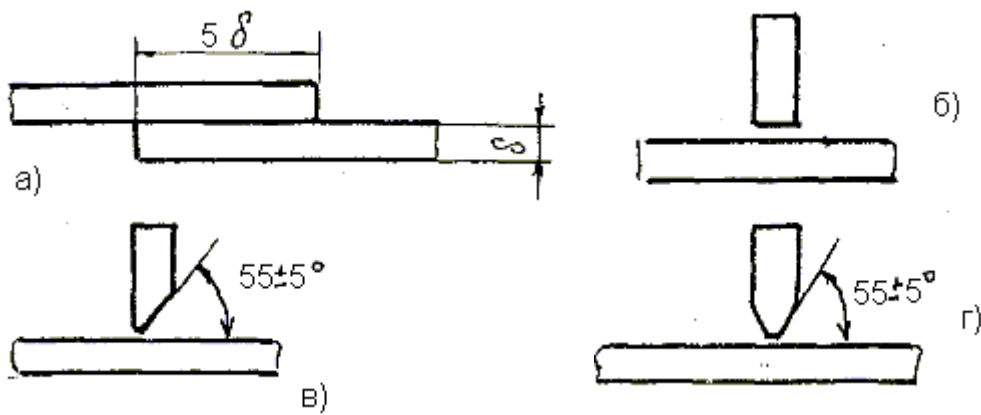
2...4 мм. При товщині листів від 6 до 20 мм роблять ∇ - подібний скіс кромки під кутом 60° ... 70° (Мал.3.б). Біля вершини кута залишають притуплення 3...5 мм щоб запобігти пропалу і для зменшення кількості наплавленого металу. Між листами залишають зазор 2...4 мм для покращання провару вершини шва. Для стикових швів в горизонтальному положенні звичайно роблять скіс кромки одного листа під кутом 45° (Мал.3.,в) . При зварюванні листів товщиною більше 20 мм роблять Х- або К-подібну розробку (Мал.3.г,д). Для зварювання встик більших товщин роблять чашоподібну підготовку кромки (Мал.3.е).



Мал.3. Підготовка кромки для ручного дугового зварювання встик

При зварюванні кутовими швами з'єднань внапусток (Мал.4. а) кромки не скошують, а тільки очищають від окалини, іржі та забруднень. Таврові з'єднання часто зварюють без скошу кромки (Мал.4. б). В конструкціях таврових з'єднань, що працюють при динамічних навантаженнях, рекомендується робити підготовку кромки стінки з V- або К-подібною розробкою (Мал.4. в,г) .

У всіх випадках кромки листів, що підлягають зварюванню, повинні бути очищені від іржі, окалини та інших забруднень. Підготовка кромки під зварювання виконується на стругальному або фрезерному верстаті, а також за допомогою газорізки з наступною очисткою від окалини.



**Мал.4. Підготовка кромки для кутових швів:
з'єднань внапусток (а) і таврових (б - г)**

2.3 Вибір режиму зварювання

Під режимом зварювання розуміють сукупність показників, які визначають характер протікання процесу зварювання. Ці показники впливають на кількість тепла, що вводиться у виріб при зварюванні. До основних показників режиму зварювання відносяться: діаметр електрода, сила зварювального струму, напруга на дузі і швидкість зварювання. Допоміжними показниками режиму зварювання вважаються вид і полярність струму, тип і марка покриття електрода, кут нахилу електрода, температура попереднього нагріву металу.

Вибір режиму ручного дугового зварювання часто обмежується визначенням діаметра електрода і сили зварювального струму. Швидкість зварювання і напруга на дузі встановлюються зварником в залежності від виду зварного з'єднання, марки сталі, марки електрода, положення шва у просторі.

Діаметр електрода вибирається в залежності від товщини зварюємого металу, виду зварного з'єднання, типу шва тощо. При стиковому зварюванні листів товщиною до 4 мм у нижньому положенні діаметр електрода береться рівним товщині листа. При зварюванні сталі більшої товщини беруть електроди діаметром 4...6 мм за умови забезпечення повної можливості проварювання металу деталей, що з'єднуються, і правильного формування шва.

В багатошарових стикових і кутових швах перший шар чи прохід виконується електродом діаметром 2...4 мм, наступні шари і проходи виконуються електродами більшого діаметра.

Зварювання у вертикальному положенні звичайно виконується електродами діаметром не більше 4 мм, електроди більшого (5...6 мм) діаметра можуть застосовуватись тільки зварниками високої кваліфікації.

Стельові шви звичайно виконуються електродами діаметром не більше 4 мм.

Силу зварювального струму вибирають в залежності від діаметра електродів за формулою

$$I = K \cdot d, A \quad (5)$$

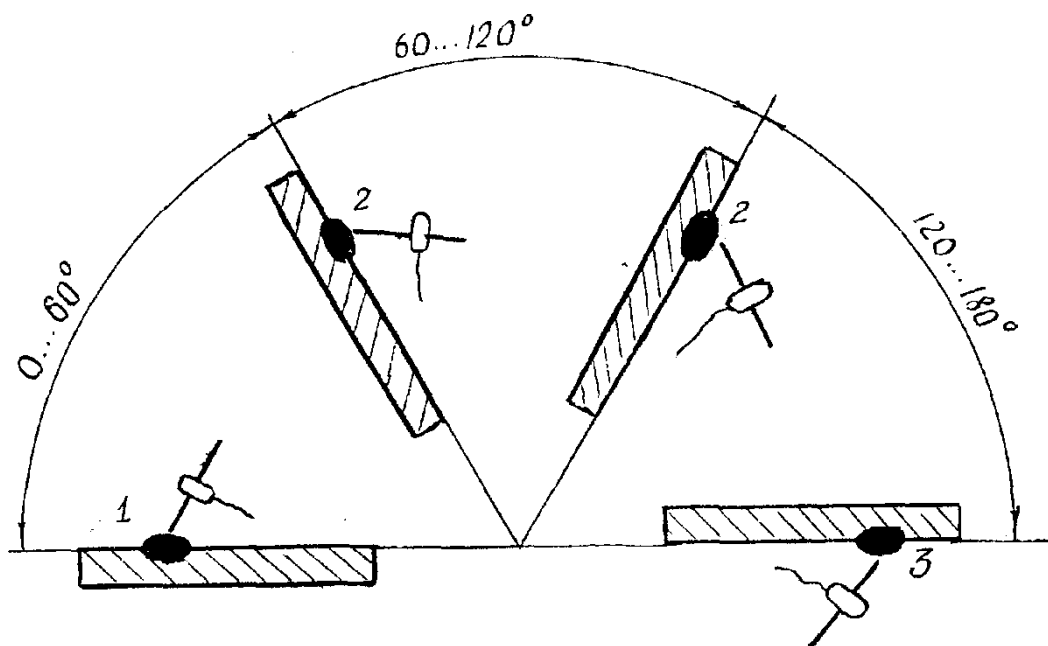
де K - коефіцієнт, що дорівнює 35...60 А/мм,
 d - діаметр електрода, мм.

Відносно малий струм приводить до нестійкого горіння дуги, непровару і низької продуктивності. Надто великий – до сильного перегріву електрода при зварюванні, збільшенню швидкості розплавлення електрода, підвищеному розбризкуванню електродного матеріалу і погіршенню формування шва.

При зварюванні вертикальних і горизонтальних швів струм повинен бути меншим проти прийнятого для зварювання у нижньому положенні приблизно на 5...10%, а для стельових на 10...15% для того, щоб рідкий метал не витікав із зварювальної ванни. Положення швів у просторі показане на Мал.5.

Мал.5. Положення зварних швів у просторі:

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



2.4 Техніка виконання швів

Запалювання дуги. Існує два способи запалювання дуги електродами з покриттям - прямим відривом електрода і відривом по кривій.

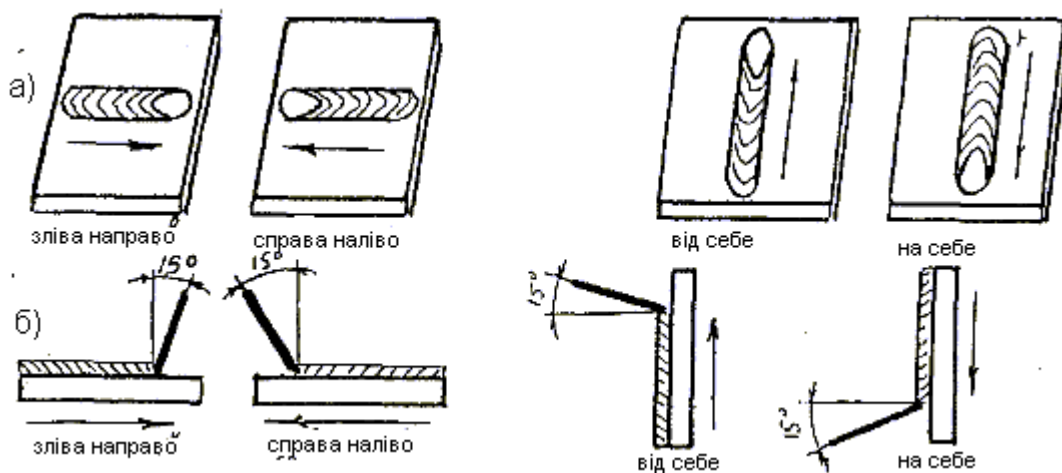
Перший спосіб називається запалюванням впритул; другий - нагадує рух при запалюванні сірника і його називають чирканням.

Довжина дуги. Негайно після запалювання дуги починається плавлення металу. Довжина дуги повинна бути постійною. Від вірно вибраної довжини дуги у великій мірі залежить продуктивність зварювання і якість зварного шва.

Нормальною вважається довжина дуги, що дорівнює 0,5...1,1 діаметра електрода стержня. Збільшення довжини дуги знижує стійкість її горіння, глибину проплавлення основного металу, збільшує витрати на угар і розбризкування металу, викликає утворення шва з нерівною поверхнею і

збільшує вплив навколишньої атмосфери на розплавлений метал. Швидкість подачі електрода в дугу повинна бути рівною швидкості розплавлення електрода.

Положення електрода. Нахил електрода при зварюванні залежить від положення зварювання у просторі, товщини і складу зварюваного металу, діаметра електрода, виду і товщини покриття. Напрямок зварювання може бути зліва направо, справа наліво, від себе і на себе (Мал.6. а). Незалежно від напрямку зварювання положення електрода повинно бути визначеним: він повинен бути нахиленим до осі шва так, щоб метал виробу проплавлявся на найбільшу глибину. 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 (Мал.6. б).



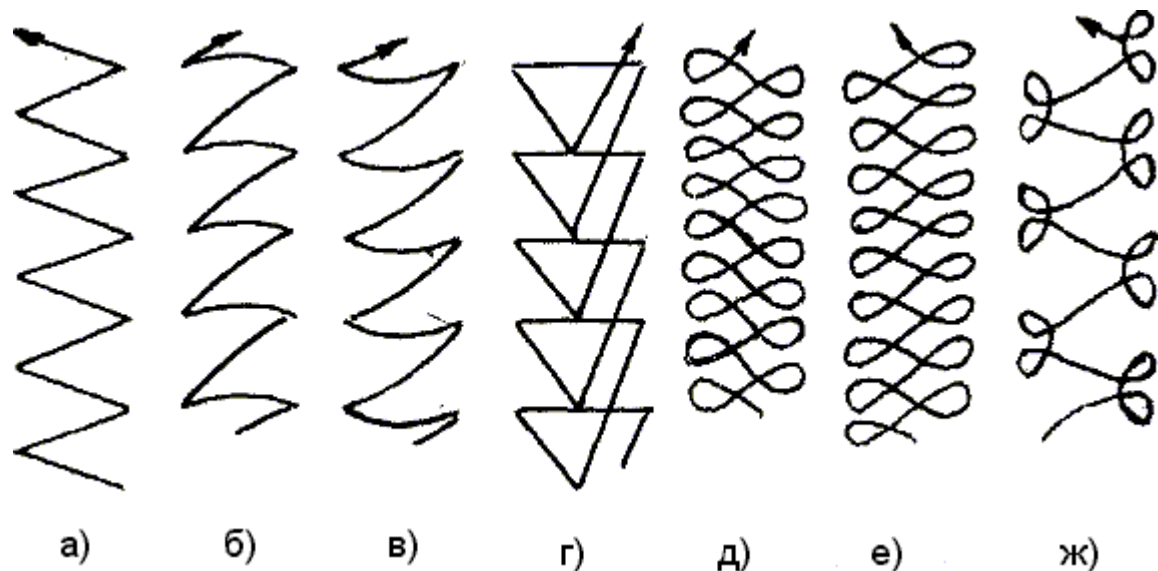
Мал.6. Напрямок зварювання (а) і нахил електрода (б)

Кут нахилу електрода при ручному дуговому зварюванні у різних просторових положеннях шва приводиться на Мал.6. б.

Коливальні рухи електрода. Для отримання валика потрібної ширини проводяться поперечні коливальні рухи електрода. Якщо пересувати електрод тільки вздовж осі шва без його поперечного коливання, то ширина валика визначається тільки силою зварювального струму і швидкістю зварювання і складає $0,8 \dots 1,5$ діаметра електрода. Такі вузькі (ниточні) валики застосовують при зварюванні тонких листів, при накладанні першого кореневого шару багат шарового шва та в деяких інших випадках.

Найчастіше використовують шви шириною від 1,5 до 4 діаметрів електрода, які одержують за допомогою поперечних коливальних рухів.

Найбільш поширені види поперечних коливальних рухів електрода при ручному зварюванні (Мал.7.): прямі по ламаній лінії; півмісяцем, поверненим кінцями до наплавленого шва; півмісяцем, поверненим кінцями до напрямку зварювання; трикутниками; петлеподібні з затримкою у певних місцях.



Мал.7. Основні види поперечних рухів кінця електрода:

а - г при звичайних швах;

д - ж - при швах з посиленням прогрівом кромки

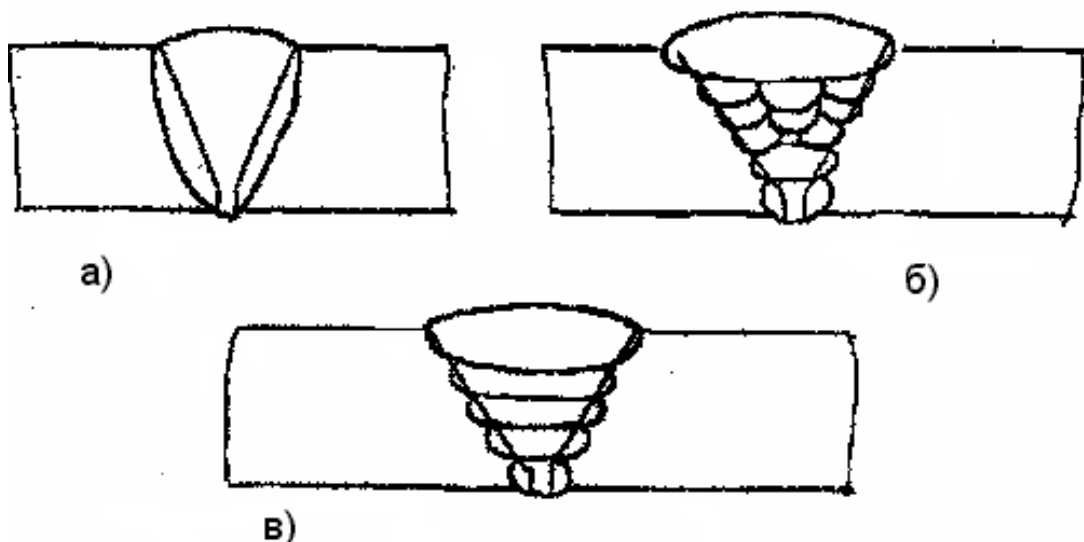
Поперечні коливання по ламаній лінії часто застосовують для одержання наплавних валиків, при стиковому зварюванні листів без скосу кромки в нижньому положенні і в тих випадках, коли немає небезпеки пропалювання зварюємої деталі.

Рухи півмісяцем застосовують для стикових швів зі скосом кромки і для кутових швів з катетом менше 6 мм, які виконуються у будь-якому положенні електродом діаметром до 4 мм.

Рухи трикутником застосовують при виконанні кутових швів з катетом шва більше 6 мм і стикових із скосом кромки у будь-якому просторовому положенні.

Петлевидні рухи застосовують у випадках, які потребують більшого прогріву металу по краях шва, головним чином, при зварюванні листів із високолегованих сталей. Ці сталі мають високу текучість і для задовільного формування шва потрібно затримувати електрод на краях, щоб попередити пропалювання в центрі шва і витікання металу із зварної ванни при вертикальному зварюванні.

Способи заповнення шва по перерізу. За способом заповнення шва по перерізу розрізняють одношарові шви (Мал.8. а), багатопрхідні багатошарові (Мал.8.,б) і багатошарові (Мал.8.,г).



Мал.8. Схеми заповнення швів по перерізу:

- а) - одношаровий і однопрохідний; б) - багат шаровий і багатопрохідний;**
в) - багат шаровий

Якщо число шарів дорівнює числу проходів, то такий шов називається багат шаровим. Якщо деякі з шарів виконують за кілька проходів, то такий шов називають багатопрохідним.

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

3 ВИДИ І ПРИЧИНИ БРАКУ

Дефектами зварних швів називають різні відхилення від встановлених норм і технічних вимог, що висуваються до зварних з'єднань. Дефекти зменшують міцність зварних з'єднань і можуть призвести до руйнування всієї конструкції.

До дефектів форми шва відносять: нерівномірні ширину і висоту шва, хвилястість шва, неоднакові розміри катетів кутових швів. Причиною їх утворення є коливання напруги, нерівномірність швидкості зварювання, недостатня кваліфікація зварника.

Напливи (Мал.9.а) утворюються в результаті натікання рідкого металу на кромки холодного основного металу. Це відбувається внаслідок надмірного струму, невірної нахилу електрода.

Підрізи (Мал.9.б) являють собою продовгуваті заглибини (канавки), які утворились в основному металі по кореню шва, внаслідок надмірного струму і напруги на дузі.

Незаплавлені кратери утворюються при різкому обриванні дуги. Вони зменшують переріз шва і можуть бути місцем утворення тріщин. Пропалами називають проплавлення основного металу і утворення наскрізних отворів.

Вони утворюються внаслідок великого зазору, надмірного струму при високих швидкостях зварювання.

Газові пори утворюються внаслідок перенасичення рідкого металу газами, які не встигли вийти на поверхню в процесі швидкого затвердіння шва. Причиною пор є:

- іржа, масло і фарба на кромках основного металу і на поверхні електродів;
- використання вологих електродів;
- надмірна швидкість зварювання, що призводить до порушення газового захисту ванни рідкого металу;
- невірно вибрана марка електродів.

Шлакові включення (Мал.9. в) утворюються внаслідок незадовільної зачистки кромок металу і електродів від окалини, іржі та інших забруднень.

Непровари (Мал.9. г) - це несплавлення основного металу з наплавленим, їх основна причина - недостатня сила струму і відхилення електрода від осі шва.

Тріщини (Мал.9.д) є найбільш небезпечним дефектом зварних швів. Вони можуть виникати як у самому шві, так і в навколошовній зоні. Однією з багатьох причин утворення тріщин є підвищений вміст вуглецю, який сприяє утворенню структур загартування. На утворення тріщин впливає також підвищений вміст у наплавленому металі шкідливих елементів - сірки та фосфору.

4 СПОСОБИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ ШВІВ І З'ЄДНАНЬ

Якість зварювання визначає надійність і довговічність зварних конструкцій. Сучасна зварювальна техніка має у своєму розпорядженні різноманітні методи контролю якості зварювання.

Зовнішній огляд і обміри зварних швів. Цьому способу контролю піддають заготовки деталей і готові зварні шви. Мета зовнішнього огляду заготовок - виявити вм'ятини, задирки та інші дефекти а також бруд, масло, іржу, окалину на поверхні кромок.

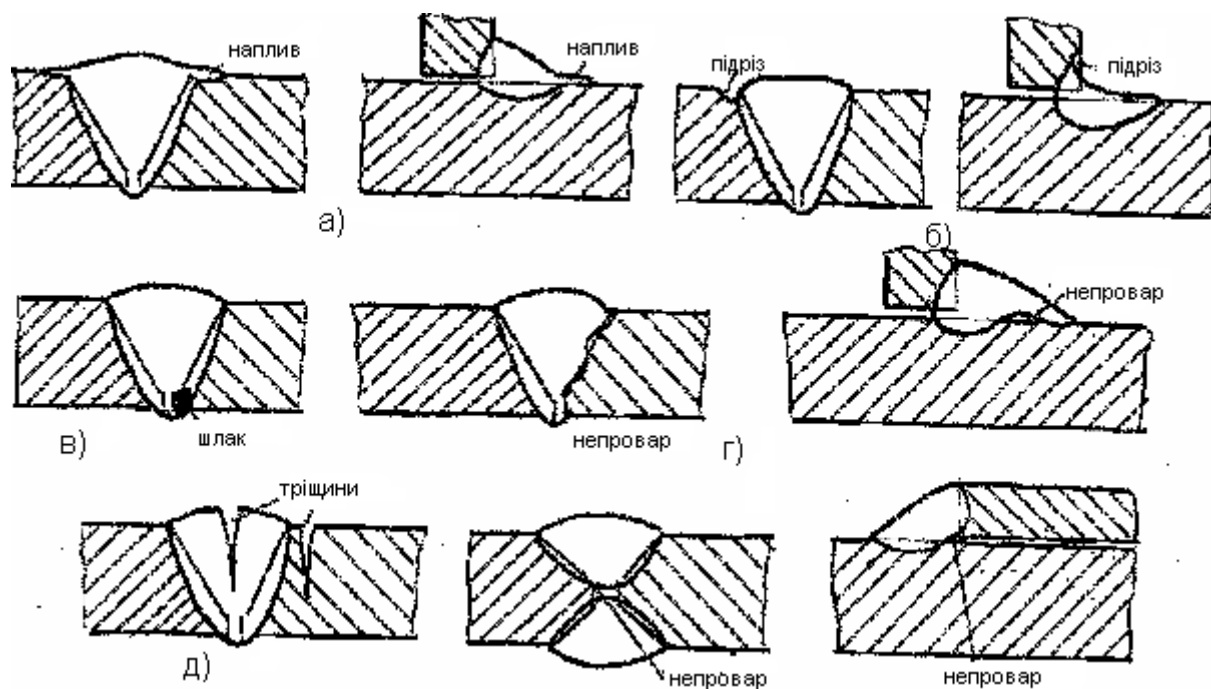
Мета зовнішнього огляду готових зварних з'єднань - виявити зовнішні дефекти (непровари кореня стикового шва, напливи, подрізи, незаварені кратери, зовнішні тріщини тощо).

Зовнішньому огляду піддають усі шви, незалежно від того, який спосіб контролю буде застосовано в подальшому.

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 несущільності. Він широко застосовується для перевірки герметичності посудин і трубопроводів.

Гідравлічні випробування. Ними контролюється не тільки щільність зварних з'єднань, але і відносна міцність всієї зварної конструкції. При гідравлічних випробуваннях посудина наповнюється водою, потім в ній

гідравлічним пресом створюється тиск, що дорівнює робочому. Якщо дефектів не виявлено, то тиск підвищується до $P = (1,25 \dots 1,50)P_{роб}$.



Мал.9. Дефекти зварних з'єднань

Пневматичні випробування виконують з метою контролю щільності зварних з'єднань в посудинах, які працюють під тиском.

Рентгенівське просвічування ґрунтується на властивості рентгенівських променів проникати через непрозорі тіла, ослаблювати свою інтенсивність в залежності від пустот, включень і тріщин. При наявності дефектів у швах, рентгенівські промені ослаблюються неоднаково і на проявленій фотоплівці з'являються місця з різною інтенсивністю затемнення, за якими і роблять висновок про характер і розміри дефектів.

Рентгенівське просвічування дозволяє виявити такі внутрішні дефекти як тріщини, непровари, шлакові включення, газові пори.

Магнітографічний метод контролю. Суть цього методу полягає у намагнічуванні зварних швів і фіксації магнітного потоку на феромагнітну стрічку.

Ультразвуковий контроль зварних швів полягає у здатності ультразвукових хвиль проникати в метал на велику глибину і відбиватися від неметалічних включень, пустот, тріщин тощо.

Металографічні випробування зварних швів дозволяють на зразках, вирізаних із шва, виявити структуру металу і її відповідність заданій.

Механічні випробування виконують на зразках, вирізаних із зварного з'єднання, або зварених окремо. Це випробування на міцність, твердість, згин, ударну в'язкість та інші.

5 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.

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про роботу повинен складатися з визначення мети роботи, коротких теоретичних відомостей 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.

Таблиця 1

Індивідуальне завдання

Марка матеріалу	Товщина зразків, мм	Тип з'єднання	Діаметр електрода, мм	Сила струму, А	Контроль шва	
					Дефект шва	Причина дефекту

7 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

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.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ГАЗОВЕ ЗВАРЮВАННЯ ТА РІЗАННЯ МЕТАЛІВ

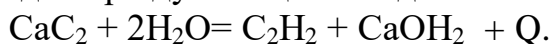
Мета роботи - вивчити будову і принцип роботи обладнання, технологію та режими газового зварювання і різання металів.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

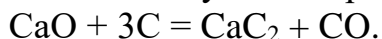
При газовому зварюванні для нагрівання кромки основного металу та присадочного матеріалу до розплавленого стану використовується тепло газового полум'я, яке утворюється від згоряння різних горючих газів в суміші з киснем. Як горючі гази використовуються водень, природний газ, пропан-бутан але найбільше розповсюдження має ацетилен, який при згорянні в кисні дає температуру полум'я достатню для зварювання сталей і більшості інших металів і сплавів. Найбільш часто газове зварювання застосовують при виготовленні листових і трубчастих конструкцій, з маловуглецевих і низьколегованих сталей товщиною до 3...5 мм, при виправленні дефектів у виливках з сірого чавуну і бронзи, а також для зварювання кольорових металів та їх сплавів (бронз, латуней).

1.1 Ацетилен та його одержання.

Ацетилен C_2H_2 одержують в апаратах - ацетиленових генераторах - при взаємодії карбиду кальцію з водою



При розкладанні 1 кг хімічно чистого карбиду кальцію виділяється близько 340 л ацетилену і 1675 кДж (400 ккал) тепла. З технічного карбиду кальцію, залежно від його сорту і грануляції, вихід ацетилену, становить від 230 до 300 л/кг. Карбід кальцію одержують в електродугових печах опаленням коксу або антрациту з випаленим вапном



Розплавлений карбід кальцію виливають з печі в чавунні форми і після остигання подрібнюють на куски розміром 2...120 мм.

В залежності від принципу взаємодії карбиду кальцію з водою розрізняють такі системи генераторів: "карбід у воду", "вода на карбід", а також контактного типу "зануренням".

Генератор системи "вода на карбід" показано на рис.27,б. Корпус генератора 1 поділений на дві частини перегородкою 2. В корпусі розміщена реторта 6, яка сполучається з нижньою частиною корпусу резиновим рукавом 5 з краном 4. На корпусі генератора закріплюють водяний затвор 10, який з'єднується трубкою 9 з краном 16 з газовою порожниною генератора. Перед початком роботи в генератор заливають воду при закритому крані 4 і відкритому крані 16. Водяний затвор заповнюють водою до рівня контрольного крана

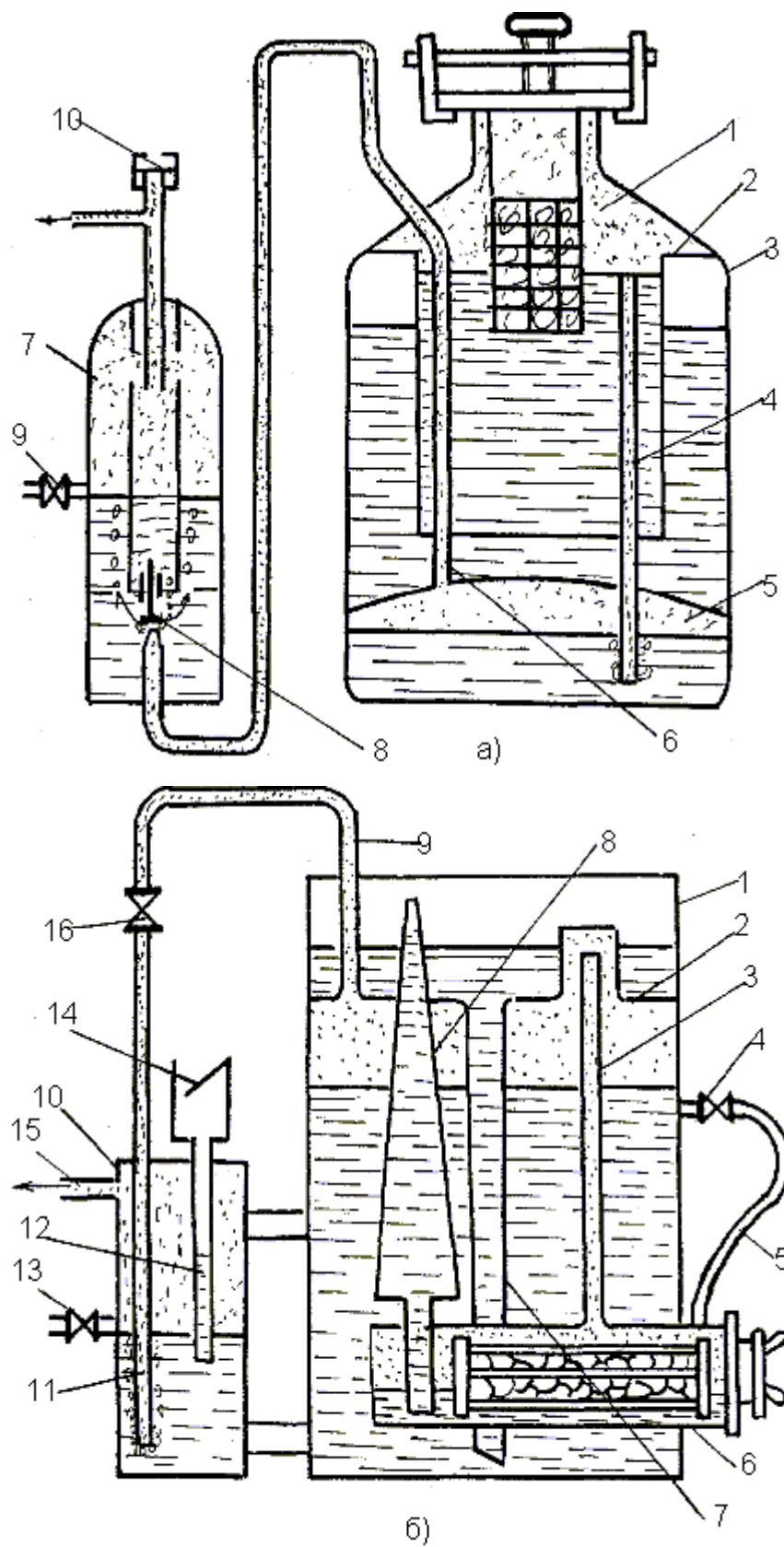
13. Корзину з карбідом кальцію вставляють у реторту 6, яка щільно закривається кришкою. При відкриванні крана 4 вода надходить в реторту.

Ацетилен, що утворюється при цьому, надходить з реторти по трубі 3 в нижню частину генератора (під перегородку), витісняючи воду по трубі 7 у верхню частину генератора (над перегородку). Як тільки рівень води у нижній частині генератора стане нижчим рівня крана 4, вода перестав надходити в реторту, а та вода, що була в реторті, витісняється під дією тиску ацетилену у конусоподібну посудину 8, відкриту зверху. Це дещо сповільнює розкладання карбиду кальцію і зменшує виділення ацетилену. По мірі витрачання ацетилену на технологічні потреби тиск в генераторі падає. При цьому вода з посудини 8 знову надходить в реторту і інтенсивність розкладання карбиду кальцію збільшується, а значить і збільшується утворення ацетилену. Таким чином, генератор працює автоматично в залежності від витрат газу.

Ацетилен з генератора надходить по трубах 9, 11 через водяний затвор 10 по трубі 15 і резиновому шлангу до пальника або різачка. При зворотному ударі полум'я під тиском вибухової хвилі частина води і полум'я викидається в атмосферу через запобіжну трубу 12, яка занурена у воду вище труби 11, завдяки чому шлях полум'я до генератора лишається закритим рештою води у затворі і зануреним в неї кінцем труби 11. Відбійник 14 запобігає випліскуванню води з затвору.

Генератори системи "вода на карбід" випускають невеликої продуктивності, низького тиску (0,001...0,01 МПа) і в більшості випадків переносними. Більш високий тиск ацетилену (0,01...0,03 МПа) розвивають генератори контактного типу "зануренням" (Мал.1. а). Корпус генератора 1 має знизу резервуар-промивач 5, зверху -газоутворювач 3 з горловиною, яка герметично закривається кришкою після того, як генератор заповнено водою (9 л), а в шахту генератора вставлена корзина з карбідом кальцію (2,2 кг). При змочуванні карбиду кальцію водою утворюється ацетилен, який із газоутворювача по трубі 4 надходить в промивач 5, проходить в ньому через шар води і по трубі 6 надходить в водяний затвор 7, звідки по трубі і гумовому шлангу надходить до місця споживання. Вода з газоутворювача тиском газу витісняється в простір між стінками шахти 1 і корпусу 2, внаслідок чого газоутворення сповільнюється.

В міру витрат газу тиск в генераторі падає і рівень води в газоутворювачі знову підвищується, змочуючи карбід кальцію в корзині. Таким чином, автоматично регулюється процес газоутворення і тиску газу.



Мал.1. Схеми ацетиленових генераторів:

а - контактного типу "зануренням";

б - системи "вода на карбід"

При нормальній роботі ацетилен проходить по трубі 6 через зворотний клапан 8, шар води в корпус 7 водяного затвору і далі - по трубі і шлангу до пальника або різачка. Якщо сопло пальника з якихось причин забивається, полум'я проникає в ацетиленовий шланг і швидкість його розповсюдження стає більшою, ніж швидкість руху ацетилену по шлангу, то воно (полум'я) може проникнути в генератор і спричинити вибух. Таке явище називається зворотним ударом. Щоб запобігти цьому на шляху полум'я стоїть водяний затвор. При зворотному ударі тиск в затворі підвищується і вода закриває зворотний клапан 8, попереджаючи можливість проходження вибухової хвилі в трубу 6 і в генератор. Одночасно відбувається розрив тонкої алюмінієвої або олов'яної мембрани 10 і вибухова суміш викидається в атмосферу.

1.2 Кисневі балони та редуктори

Транспортують і зберігають газоподібний кисень звичайно в кисневих балонах. Найбільш поширені балони місткістю 40 л. В такому балоні при тиску 15 МПа (150 кг/см²) вміщується 6000 л кисню. Для зменшення тиску кисню до робочого 1...4 кг/см² (0, 1... 0,4 МПа) і підтримання його постійним в процесі зварювання застосовують кисневі редуктори (Мал.2.).

Робота редуктора ґрунтується на підтриманні рухомої рівноваги між силою стискування головної пружини 8, яка намагається відкрити клапан 11, і силою стискування зворотної пружини 4 і тиском кисню, які намагаються закрити клапан 11. Ці дві протидіючі сили передаються на мембрану 7, положення якої і залежить від співвідношення цих сил.

У початковий момент клапан 1 притиснутий до сідла клапана пружиною 4 та тиском кисню на клапан. Для того, щоб відкрити клапан і пропустити кисень в камеру низького тиску 10, користуються регулювальним гвинтом 9. Загвинчуючи цей гвинт у корпус редуктора, натискають через головну пружину 8 і мембрану 7 на штифт, який і відкриває клапан 11. Як тільки тиск кисню в камері низького тиску 10 подолає зусилля головної пружини 8, мембрана знову переміститься в початкове положення і пружина 4 знову закриє клапан 11. При відборі газу з редуктора через вентиль 6 тиск кисню в камері 10 знизиться і під дією головної пружини 8 клапан знову відкриється.

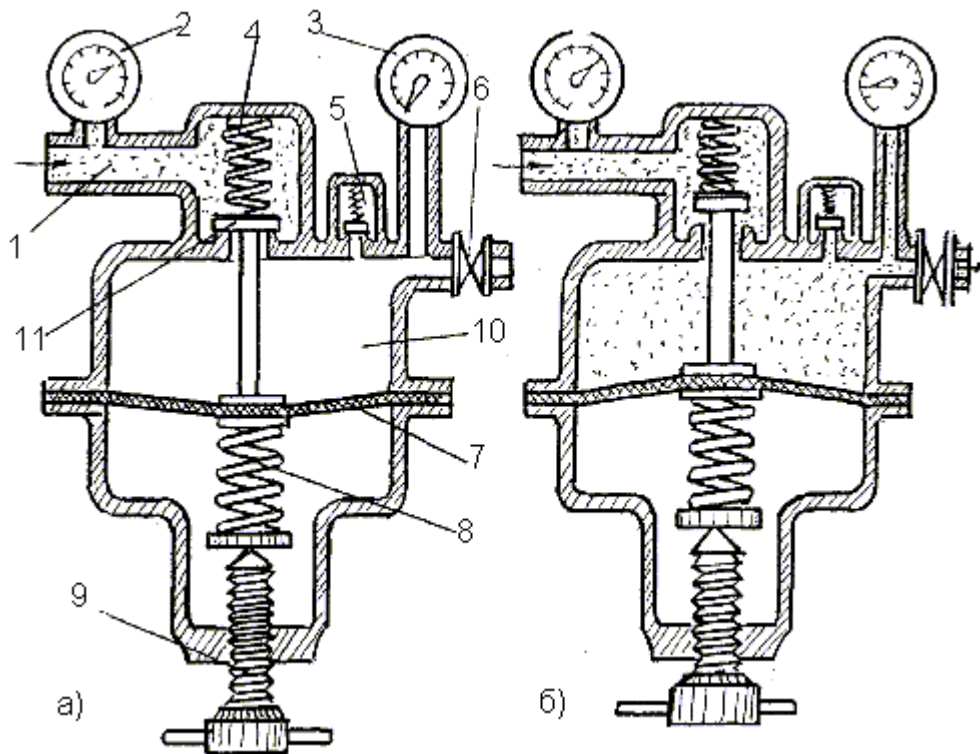
Кисневі редуктори постачають манометрами високого 2 і низького 3 тиску і запобіжним клапаном 5, який захищає мембрану 7 від розриву в разі підвищення тиску кисню в камері 10 вище допустимого.

1.3 Зварювальні пальники

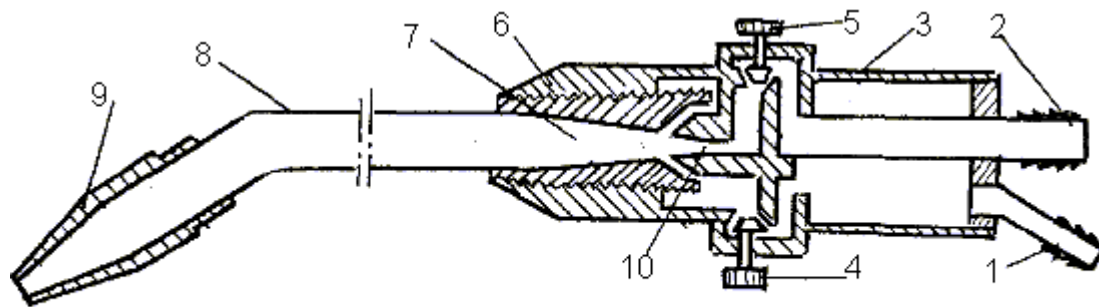
Зварювальний пальник - основний інструмент газозварника. Він служить для змішування в потрібних пропорціях горючого газу і кисню з метою одержання потрібних властивостей зварювального полум'я.

На Мал.3. показана схема універсального зварювального пальника інжекторного типу. Кисень під тиском 0,1...0,4 МПа через ніпель 2 і вентиль 3 надходить в сопло інжектора 10 і створює на виході з нього велике розрідження, внаслідок чого ацетилен, який має більш низький тиск,

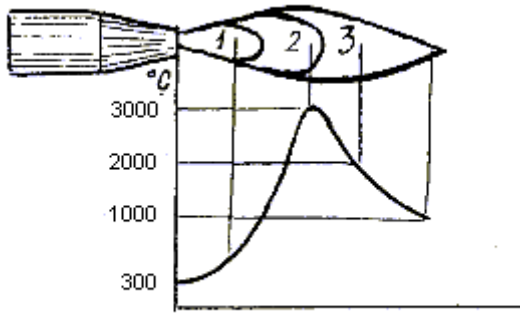
засмоктується через ніпель 1, внутрішній канал рукоятки 3, регулювальний вентиль 4, повздовжні пази інжектора 10 в камеру змішування 7. Тут кисень і ацетилен утворюють горючу суміш, яка з камери змішування трубкою 8 надходить в мундштук 9. При виході з мундштука і запалюванні цієї суміші утворюється зварювальне полум'я (Мал.4.).



**Мал.2. Схема кисневого редуктора:
а - неробоче положення; б - робоче положення**



Мал.3. Схема зварювального пальника інжекторного типу



Мал.4. Схема нормального ацетиленового полум'я:

1 - ядро;

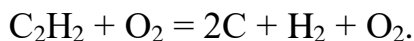
2 - зона зварювання;

3 - факел

1.4 Ацетиленово - кисневе полум'я

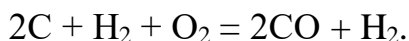
Залежно від співвідношення кисню і ацетилену в суміші, яка виходить з пальника, розрізняють три основних види ацетиленово -кисневого полум'я: нормальне або відновне; з надлишком кисню або окислювальне; з надлишком ацетилену або науглецьовувальне.

В більшості випадків при газовому зварюванні застосовують нормальне полум'я при співвідношенні кисню і ацетилену як (1,1...1,2): 1. Нормальне ацетиленово - кисневе полум'я складається з трьох зон (рис. 30). В першій зоні, яка називається ядром полум'я, проходить екзотермічний розпад ацетилену на його складові елементи:



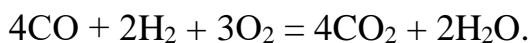
Розжарені частинки вуглецю надають цій зоні яскравого освітлення. Температура в ядрі полум'я досягає 1000°C.

В другій зоні, що називається зварювальною, відбувається неповне згоряння вуглецю за реакцією:



Завдяки відновному характеру другої зони внаслідок присутності в ній оксиду вуглецю і водню, а також високої температури цієї частини полум'я, яка досягає 3150°C, метал зварюється другою зоною.

Третя зона називається факелом. В ній за рахунок кисню повітря проходить згоряння оксиду вуглецю і водню за рівнянням:



Температура третьої зони приблизно 1200°C.

При співвідношенні кисню і ацетилену, більшому ніж 1,2, полум'я має зайвий кисень і стає окислювальним. Таке полум'я використовують для зварювання латуней.

Якщо ж це співвідношення буде меншим 1, то полум'я матиме надлишок ацетилену і стане науглецьовувальним. Його використовують інколи для зварювання чавуну.

1.5 Техніка та режим газового зварювання

При газовому зварюванні використовують два способи переміщення пальника - лівий і правий. При лівому способі полум'я пальника переміщується справа наліво і напрямлене на холодний метал. Попереду пальника переміщують присадний матеріал. При правому способі пальник переміщують зліва направо і зварне полум'я напрямлене на гарячий метал, а присадний дріт рухається попереду пальника.

При товщині сталі до 3 мм більш продуктивним є лівий спосіб, а для більших товщин - правий.

Однак, при виборі способу газового зварювання керуються не тільки товщиною зварюваного металу, а й положенням шва у просторі. Так, вертикальні шви незалежно від товщини листів виконують тільки лівим способом знизу вгору, а стельові - тільки правим.

При товщині металу до 2 мм зварювання стикових з'єднань виконують без зазору і розробки кромки. Листи товщиною 2...5 мм зварюють з зазором 1...2 мм також без скошу кромки. При більших товщинах виконують одно- або двосторонній скіс кромки під кутом 60...90°.

Діаметр присадного дроту "d" приймається в залежності від товщини зварюваного металу "S":

$d = S / 2 + 1$ мм - для лівого способу;

$d = S / 2$ мм - для правого способу.

Витрати ацетилену можна визначити за формулою

$$A = K \cdot S, \text{ л/год} \quad (6)$$

де S - товщина металу, мм,

K - коефіцієнт, що дорівнює для маловуглецевої сталі 100..130.

Швидкість зварювання

$$V = n / S, \text{ м/год} \quad (7)$$

де n - коефіцієнт, який дорівнює для лівого способу 12, а для правого - 15.

2 ГАЗОКИСНЕВЕ РІЗАННЯ МЕТАЛУ

Газокисневе різання ґрунтоване на здатності металу, підігрітого до температури займання, згоряти в струмені чистого кисню.

Для здійснення кисневого різання необхідно, щоб метал задовольняв таким основним вимогам:

1. Температура займання металу повинна бути нижчою від температури його плавлення.

2. Температура плавлення оксидів металу, що утворюються в процесі різання, повинна бути нижчою від температури плавлення основного металу.

3. Оксиди металу повинні бути досить рідкоплинними і легко видуватися

із порожнини різання.

4. Теплопровідність металу не повинна бути дуже високою.

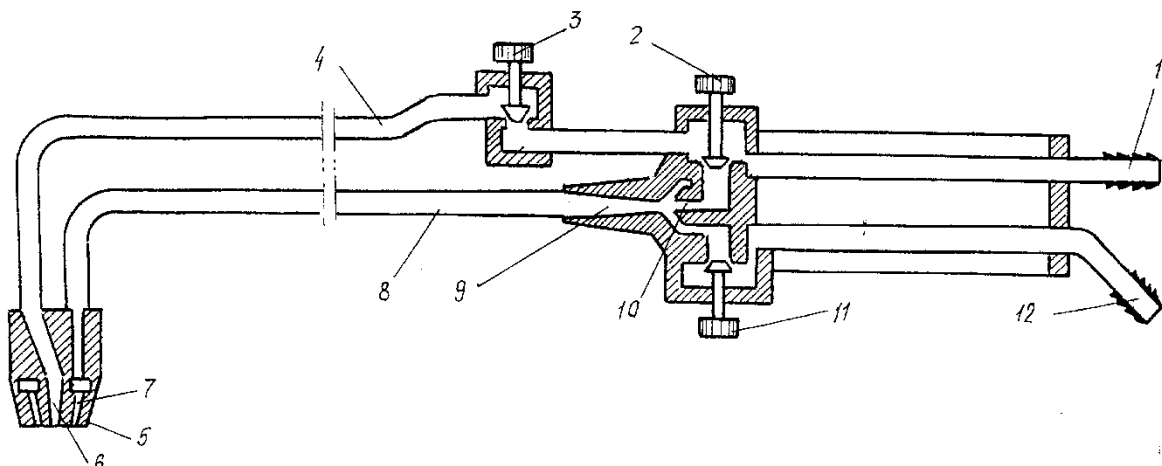
5. При горінні металу повинна виділятися достатня кількість теплоти, необхідної для нагрівання шарів металу, що лежать нижче, до температури займання.

Цим вимогам найбільш повно задовольняють тільки вуглецеві і низьколеговані сталі, що містять вуглецю до 0,7%. Температура займання цих металів (1300°C) нижче температури їх плавлення (1535°C).

Для кисневого різання застосовують обладнання для ацетиленового зварювання, тільки замість пальника використовують різак, який являє собою комбінацію зварювального пальника з окремою трубкою 4, призначеною для подачі ріжучого струменя кисню (Мал.5.).

Кисень через кисневий ніпель 1 подається в різак. Частина кисню, проходячи вентиль 2 і інжектор 10, іде в камеру змішування 9 для утворення горючої суміші з ацетиленом, яка використовується для нагрівання металу до температури займання. Решта кисню (ріжучий кисень) направляєється в головку 5 через вентиль 3 і трубу 4.

Ацетилен підводиться в різак через ніпель 12. Проходячи через вентиль 11, він засмоктується струменем кисню і по пазах інжектора потрапляє в камеру змішування 9. Далі горюча суміш по трубці 8 потрапляє в головку різака 5, звідки через кільцевий зазор між зовнішнім мундштуком 7 і внутрішнім 6 подається у вигляді підігрівуючого полум'я кільцеподібної форми.



Мал.5. Схема різака інжекторного типу

Після прогрівання металу до температури займання, на що витрачається від 5 до 40 сек, залежно від товщини металу, подається струмень кисню через центральний канал внутрішнього мундштука 6.

2.1.ОБЛАДНАННЯ, МАТЕРІАЛИ, НАОЧНІ ПОСІБНИКИ

Джерело живлення для зварювання на змінному (постійному) струмі.

Амперметр для вимірювання сили зварювального струму.

Вольтметр для вимірювання напруги на дузі.

Електроди зварювальні типу Э38, Э40 діаметром 4...5 мм.

Зразки для зварювання - пластини із вуглецевої сталі.

Ацетиленовий генератор.

Водяний затвор.

Кисневий редуктор.

Зварювальний пальник типу ГС із комплектом змінних сопел.

Карбід кальцію.

Навчальний стенд: “Обладнання для електродугового та газового зварювання”.

Плакати із схемами: ацетиленового генератора, водяного затвора, кисневого редуктора, універсального газового пальника типу ГС, зон зварювального полум'я.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити будову і принцип роботи устаткування для газового зварювання і різання (ацетиленового генератора, редуктора, пальника, різачка).

2. Підготувати вироби для зварювання (розробити кромки, призначити зазори тощо).

3. Призначити режим зварювання.

4. Відрегулювати полум'я за формою його ядра.

5. Виконати пробне зварювання зразків.

6. Скласти звіт про роботу.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі відомості про газове зварювання і різання металу.

2. Схему ацетиленового генератора.

3. Схему пальника або різачка.

4. Схему зварювального полум'я та описання його видів.

5. Завдання на роботу.

6. Описання техніки та режиму зварювання.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Суть і сфера застосування газового зварювання.

2. Властивості ацетилену і його одержання.

3. Будова і принцип роботи ацетиленового генератора.

4. Призначення і принцип роботи водяного затвора.

5. Призначення, будова і принцип роботи кисневого редуктора.

6. Будова і принцип роботи зварювального пальника.

7. Будова і види ацетиленово-кисневого полум'я.

8. Техніка та режим зварювання.

9. Суть газового різання металу.
10. Будова і принцип роботи різачка.
11. Умови газокисневого різання металу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ОБРОБКА ПОВЕРХОНЬ НА ТОКАРНОМУ ВЕРСТАТІ

Мета роботи: ознайомитись з будовою, органами управління токарно-гвинторізного верстата; набути практичних навичок з налагодження, настроювання токарного верстата і обробки на ньому різних поверхонь.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Точінням називається високопродуктивний технологічний метод обробки поверхонь, головним чином поверхонь обертання різної форми (циліндричних, конічних, фасонних) - а також плоских (торцевих) токарними різцями на токарних верстатах.

1.1 Токарні верстати

Основними розмірними характеристиками токарних верстатів є висота центрів над напрямними станини і відстань між центрами. Висота центрів над станиною визначає найбільший діаметр заготовки, яку можна обробляти на верстаті, а відстань між центрами найбільшу її довжину.

Токарно-гвинторізні верстати поділяються на дрібні з висотою центрів до 150 мм, середні з висотою центрів 150...300 мм і крупні з висотою центрів більше 300 мм.

На токарно-гвинторізних верстатах можна виконувати такі роботи:

- точіння зовнішніх і внутрішніх циліндричних і конічних поверхонь;
- точіння торцевих поверхонь;
- свердління, зенкерування, розвертання і розточування отворів;
- нарізання зовнішніх і внутрішніх різьб різцем, плашкою, гайкорізом;
- точіння фасонних і сферичних поверхонь;
- обкатування поверхонь роликками і накатування рифлень.

Незалежно від розмірів і конструктивних особливостей всі токарно-гвинторізні верстати мають загальні вузли і механізми (Мал.1.).

Станина 1 служить для з'єднання всіх основних вузлів і частин верстата. На ній встановлені передня бабка 3, коробка подач 2, задня бабка 11 і супорт. Передня бабка розташована зліва на станині. Вона має чавунний корпус, всередині якого розміщена коробка швидкостей 4 і пустотілий шпиндель 5. Коробка швидкостей надає обертання шпинделю і дозволяє змінювати частоту і напрям обертання. На правому кінці шпинделя встановлюється пристрій 6 для закріплення заготовки, яка оброблюється (патрон, планшайба тощо). Задня бабка 11 встановлюється на правому кінці станини і може пересуватися по її

інструмента відносно заготовки (Мал.2.) .

Рух різання визначається швидкістю різання, яка вимірюється в метрах за хвилину і може бути розрахована за формулою:

$$V = \pi D n / 1000, \text{ м/хв} \quad (8)$$

де D - діаметр оброблюваної заготовки в мм;

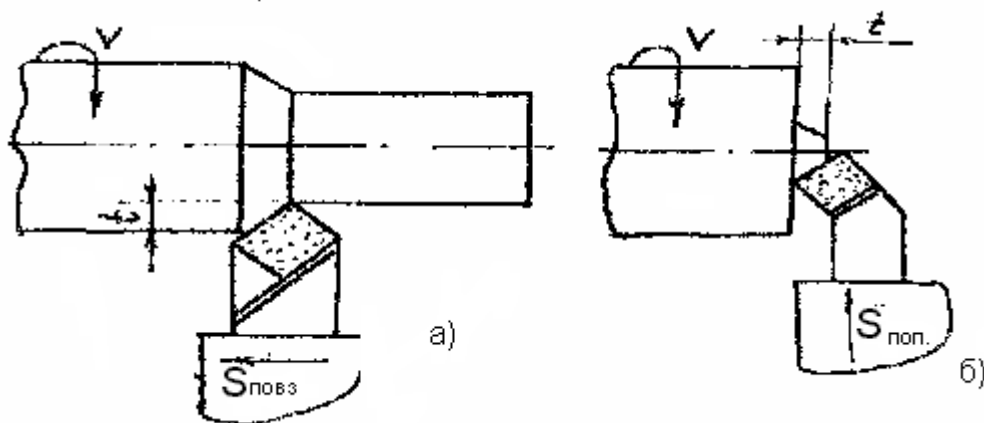
n - частота обертання заготовки в обертах за хвилину.

Рух подачі визначається шляхом, пройденим інструментом відносно заготовки за її один оберт, і вимірюється в мм / 1 об.

1.3 Режим різання

Під режимом різання розуміють сукупність показників, які визначають продуктивність процесу різання та якість оброблених поверхонь. До основних показників режиму різання відносять швидкість різання V , подачу S та глибину різання (рис. 33). Глибиною різання називають відстань між оброблюваною і обробленою поверхнями за один робочий хід інструмента відносно поверхні, яка обробляється.

Призначення елементів режиму різання відбувається у такій послідовності: спочатку вибирається максимально можлива і доцільна глибина різання t , потім максимально можлива подача S , а потім вже підраховується з урахуванням оптимальної стійкості інструмента і інших конкретних умов обробки швидкість різання. Для призначення елементів режиму різання необхідно знати матеріал заготовки і його фізико-механічні властивості; розміри заготовки, розміри деталі і технічні умови на її оброблені поверхні; матеріал і геометричні елементи ріжучої частини інструмента, його розміри, максимально допустимий знос і стійкість; кінематичні і динамічні дані верстата, на якому будуть обробляти дану заготовку.



**Мал.2. Схеми робочих рухів при токарній обробці:
а - з поздовжньою подачею; б - з поперечною подачею**

Глибина різання визначається величиною припуску на обробку. При чорновій обробці припуск доцільно видаляти за один прохід. В цьому випадку

глибина різання дорівнює припуску на обробку. При зрізанні підвищених припусків або при роботі на малопотужних верстатах припуск інколи приходиться розбивати на частини, роблячи уже кілька проходів.

При напівчистовій обробці глибина різання призначається в межах 0,5...2,0 мм, а при чистовій - в межах 0,1...0,4 мм.

Подачу доцільно призначати максимально можливою з метою підвищення продуктивності праці з урахуванням всіх факторів, що впливають на її величину.

На практиці подача звичайно надається з таблиць довідників з режимів різання, складених на основі досвіду роботи передових машинобудівних заводів. При чорновій (грубій) обробці максимальну подачу можуть обмежувати міцність і жорсткість ріжучого інструмента, заготовки, міцність деталей механізмів верстата.

При напівчистовій і чистовій обробці максимальну подачу обмежують вимоги до якості обробленої поверхні, тому що чим більша подача, тим більш шорстка оброблена поверхня.

Після визначення глибини різання і подачі при відомій стійкості інструмента визначається швидкість різання V за формулами, що приводяться у довідниках з режимів різання.

1.4 Токарні різці і їх застосування

Для обробки заготовки на токарно-гвинторізних верстатах застосовують різноманітні різці, які класифікують за різними ознаками.

За матеріалом ріжучої частини розрізняють різці з швидкоріжучої сталі, тврдосплавні (металокерамічні) і мінералокерамічні.

За конструкцією різці поділяють на суцільні і складені. У складених різців ріжуча частина являє собою пластинку із швидкоріжучої сталі, тврдого сплаву або іншого високоякісного інструментального матеріалу, яка з'єднана механічно, зварюванням або паянням з державкою різця, що виконана з вуглецевої сталі.

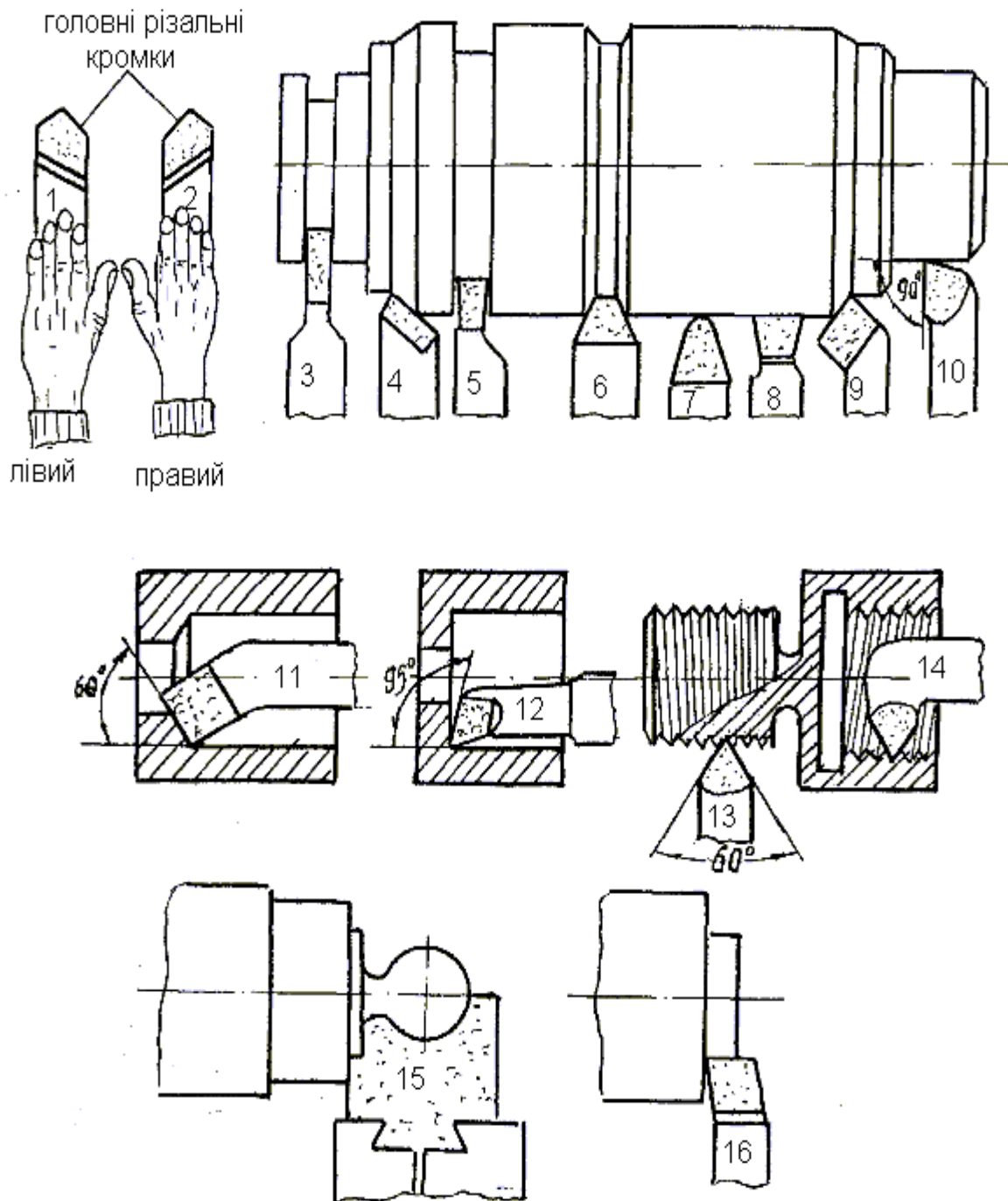
За розташуванням головної ріжучої кромки різці поділяють на праві і ліві. Правим називається різець 2 (Мал.3.), у якого головна ріжуча кромка знаходиться з боку великого пальця правої руки, накладеної долонею зверху на різець таким чином, що пальці напрямлені до вершини різця. На верстаті такі різці (9, 10) працюють при подачі справа наліво (до передньої бабки). Лівим називають різець 1, у якого головна ріжуча кромка знаходиться з боку великого пальця лівої руки. На верстаті він працює при подачі зліва направо (різець 4).

За виглядом осі різця в плані розрізняють різці прямі 4 і відігнуті 9 (див. Мал.3.).

За характером обробки різці поділяють на обдирні (чорнові) і чистові.

За призначенням токарні різці поділяють на прохідні, підрізні, відрізні, розточні, різьбові, канавні, фасонні.

Прохідні, різці призначені для обточування зовнішніх поверхонь тіл обертання і для підрізання торцевих поверхонь. Прохідні прямі різці використовують головним чином для обробки зовнішніх 4 (Мал.3., Мал.3. а) поверхонь.



Мал.3. Типи токарних різців

Прохідні відігнуті різці більш універсальні, тому що ними можна обробляти як зовнішні поверхні тіл обертання (9, Мал.3.), так і підрізати торець (Мал.3. б).

Прохідні упорні різці 10 (Мал.3.) з головним кутом у плані, що дорівнює

90°, застосовують для деталей, у яких обробка циліндричної поверхні повинна бути закінчена підрізкою невеликого уступу.

Для чистової обробки застосовують різці двох типів: з закругленою вершиною (7, Мал.3.) і широкі чистові 8 з прямолінійною головною ріжучою кромкою. Перші застосовують при обробці невеликих деталей, другі - великих.

Підрізні торцеві різці 16 (Мал.3.) застосовують для обробки торцевих площин.

Відрізні різці 3 застосовують для розрізання заготовки.

Розточувальні різці прохідні 11 та упорні 12 призначені для розточування відповідно наскрізних і глухих отворів.

Різьбові різці 13 та 14 застосовують для нарізання на заготовках відповідно зовнішніх і внутрішніх різьб. Форма ріжучої частини різця повинна відповідати формі профілю різьби (трикутна з кутами 60° і 55°, трапецеїдальна, прямокутна та ін.).

Фасонними різцями 15 обробляють фасонні поверхні.

Канавкові різці 5, 6 застосовують для прорізання канавок різного профілю.

2 ОСНОВНІ РОБОТИ, ЩО ВИКОНУЮТЬСЯ НА ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНИХ ВЕРСТАТАХ

2.1 Обробка циліндричних поверхонь

Циліндричні поверхні обробляють при поздовжньому переміщенні поздовжнього супорта або верхнього супорта. Зовнішні циліндричні поверхні обробляють звичайно прохідними різцями, а внутрішні розточувальними. Пристосування для закріплення заготовок вибирають в залежності від їх форми і розмірів. Заготовку типу вал в залежності від відношення її довжини до діаметра рекомендується закріплювати так:

при $l / d < 4$ - в патроні;

при $4 \geq l / d < 10$ - в центрах;

при $l / d > 10 \dots 12$ - в центрах з додатковою опорою заготовки на кулачки рухомого або нерухомого люнета.

2.2 Обробка конічних поверхонь

Конічні поверхні на токарному верстаті можуть бути оброблені одним з таких методів:

- різцем з похило розташованою ріжучою кромкою;
- за допомогою повороту верхньої каретки супорта (верхнього супорта);
- зміщенням задньої бабки;
- за допомогою копіювальної лінійки.

Різцем з похило розташованою ріжучою кромкою обробляють зовнішні 1 і внутрішні 2 конічні поверхні (рис.35,а), довжина яких не перевищує 20...25

мм.

За допомогою повороту верхнього супорта обробляють зовнішні і внутрішні конічні поверхні, довжина яких не перевищує довжини ходу верхнього супорта. Напрямні верхнього супорта встановлюють під кутом φ (Мал.3.б) до осі обертання заготовки, який дорівнює половині кута при вершині оброблюваного конуса. Подача різця здійснюється вручну.

Методом зміщення корпусу задньої бабки обробляють тільки зовнішні конічні поверхні, у яких довжина твірної порівняно велика, а кут при вершині конуса не перевищує $10...12^{\circ}$. Заготовку в цьому випадку закріплюють у центрах, а корпус задньої бабки зміщують в поперечному напрямі на величину h (рис.35,в):

$$h = L \cdot \sin \varphi, \text{ мм} \quad (9)$$

де L - довжина заготовки, мм;
 φ - половина кута при вершині конуса.

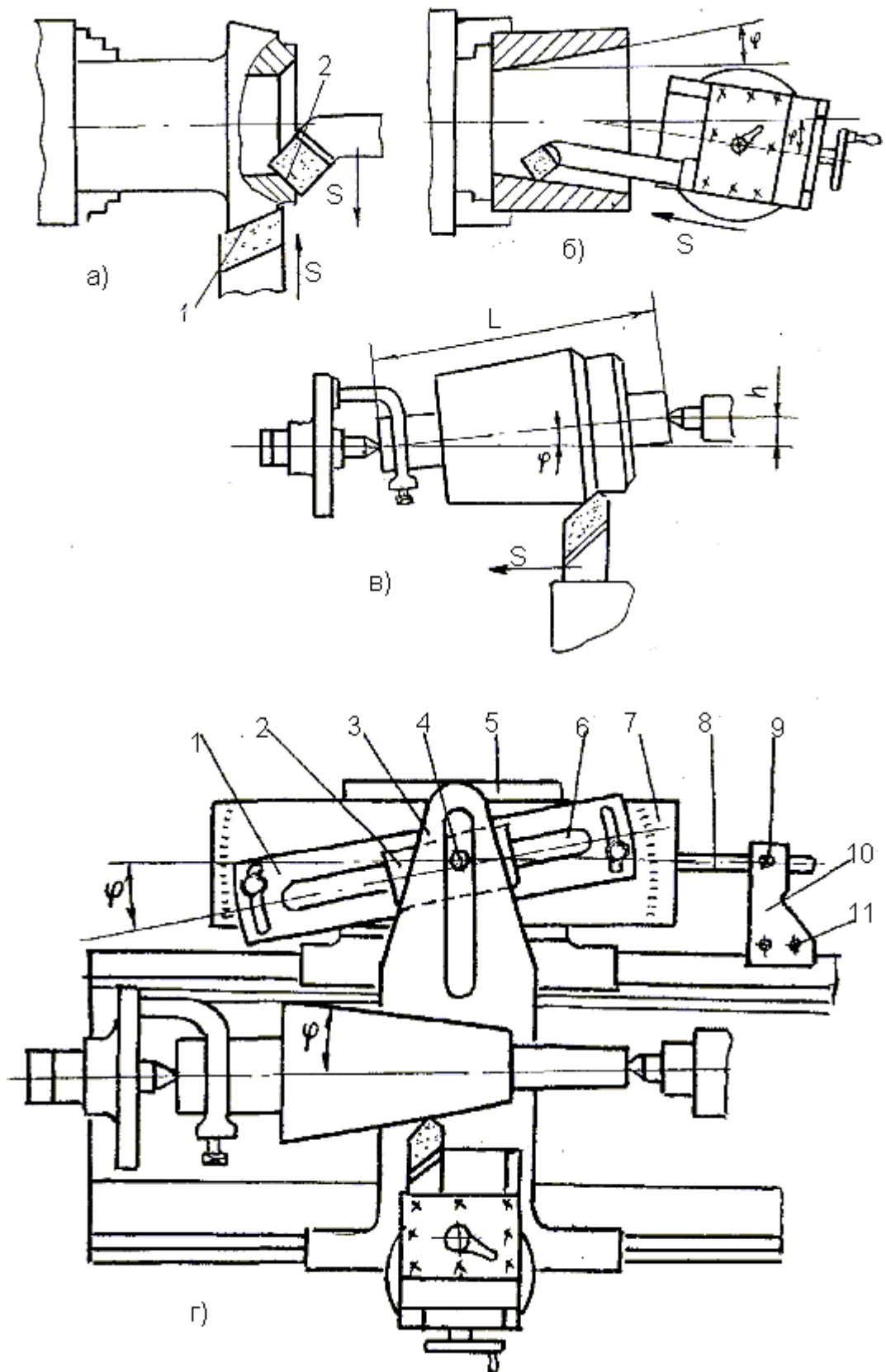
За допомогою копювальної лінійки можна обробляти зовнішні і внутрішні конічні поверхні великої довжини, кут при вершині у яких не перевищує 25° .

На рис.35,г показано будову однієї з конструкцій конусної лінійки.

Основою конусної лінійки служить кронштейн 5, прикріплений болтами до поздовжніх полозків супорта; в кронштейні є поздовжні напрямні у вигляді ластівчиного хвоста для основи лінійки 7. В основу лінійки вкручений стержень 8, який другим кінцем входить в отвір кронштейна 10 і закріплюється в ньому болтом 9.

Кронштейн 10 за допомогою болтів 11 закріплюють на станині верстата. На верхній площині основи лінійки встановлена конусна лінійка 1, в якій зроблено прямокутний паз 6. В пазу знаходиться повзунок 2, з яким за допомогою болта 4 з'єднана тяга 3 другий кінець тяги гвинтами з'єднаний з поперечними полозками супорта.

При користуванні конусною лінійкою поперечні полозки відокремлюють від гвинта поперечної подачі, для чого звичайно гвинт поперечної подачі виймають із супорта. Конусну лінійку встановлюють по одній з шкал, нанесених на кінцях основи лінійки, на кут φ , який дорівнює половині кута при вершині конуса, що обробляється, і закріплюють болтами. При поздовжньому автоматичному або ручному переміщенні



Мал.4. Схеми обробки конічних поверхнь на токарних верстатах

супорта повзунок 2 і різець переміщуються паралельно твірній оброблюваного конуса. Необхідну глибину різання встановлюють ручним переміщенням верхнього супорта.

2.3 Нарізання різьби

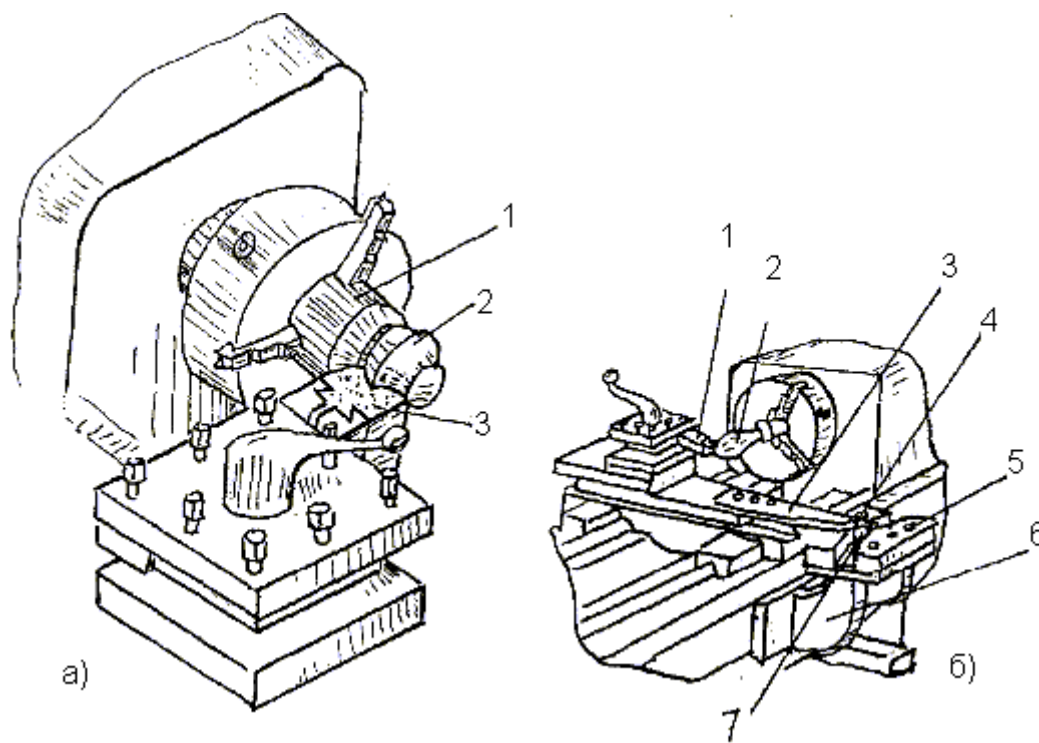
На токарно-гвинторізних верстатах можна нарізати різні типи різьби у великому діапазоні їх кроків за допомогою токарних різців. Перед нарізанням різьби механізм подачі верстата настроюють таким чином, щоб за кожний оберт шпинделя, а отже, і заготовки різець разом з супортом (який дістає в цьому випадку рух від ходового гвинта) переміщувався б на величину кроку різьби. Це досягається за допомогою коробки подач та гітари. При необхідності нарізання різьби підвищеної точності коробка подач відокремлюється від механізму подачі, а необхідний крок різьби забезпечується настройкою тільки однієї гітари змінних зубчастих коліс.

На Мал.4. показана схема нарізання зовнішньої і внутрішньої різьб відповідно різцями 13 і 14.

2.4 Обробка фасонних поверхонь

Фасонні поверхні 2 невеликої довжини на заготовці 1 обробляють фасонним різцем, застосовуючи тільки поперечну подачу (рис. 36,а).

Фасонні поверхні великої довжини обробляють за допомогою копіра. Призначення копіра: передати різцю за допомогою спеціальної слідкуючої системи поперечне переміщення, погоджене з його поздовжнім переміщенням. Застосовують різні слідкуючі системи: механічну, гідравлічну, електромеханічну та ін. Як приклад на рис. 36,б показана схема обробки фасонної поверхні 2 за допомогою копіра 5 з механічною слідкуючою системою. Копір 5 закріплений на кронштейні 6, який болтами прикріплений до станини верстата. В копірі зроблений криволінійний паз по формі твірної поверхні, що обробляється. В паз входить ролик 7, вільно насаджений на осі 4, яка закріплена в тязі 3, з'єднаній жорстко з поперечними полозками супорта. Гвинт поперечної подачі повинен бути відокремлений від поперечних полозків. При поздовжньому переміщенні супорта ролик котиться по криволінійному пазу і механічно через тягу переміщує в поперечному напрямі супорт разом з різцем 1, вершина якого при цьому переміщується еквідистантно криволінійній твірній поверхні, що оброблюється. Встановлюють різець на глибину різання за допомогою верхніх полозків, для чого поворотний круг закріплюють так, щоб напрямні верхніх полозків були перпендикулярні напрямним станини.



Мал.5. Схеми обробки фасонних поверхонь на токарному верстаті різцем:

а - фасонним; б - прохідним за допомогою копіювальної лінійки

3 ХІД РОБОТИ

1. Вивчити принцип роботи та будову токарно-гвинторізного верстата: розташування та призначення головних вузлів та механізмів, рукояток управління.

2. Вивчити конструкцію та типи токарних різців, їх призначення.

3. Вивчити методи обробки різних поверхонь на токарних верстатах.

4. Виконати точіння заготовки діаметром D , розраховавши за вказаною швидкістю різання необхідну частоту обертів шпинделя. За виміряним часом обробки знайти подачу.

5. Скласти звіт про роботу.

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості про обробку на токарних верстатах.

2. Загальний вигляд токарно-гвинторізного верстата з вказанням його основних частин і рукояток керування.

3. Ескізи токарних різців і схеми обробки різних поверхонь.

4. Розрахунки частот обертання шпинделя, подачі (або швидкості різання і часу обробки за вказаними частотою обертання і подачею).

У звіт необхідно включити:

- схему обробки деталі заданим різцем;
- переріз різця головною січною площиною;
- зазначити оброблювану і оброблену поверхні, поверхню різання, головну різальну кромку, передню і головну задню поверхні, указати стрілкою напрямок головного руху і руху подачі, зазначити кути $\alpha, \beta, \delta, \gamma, \varphi, \varphi_1, \varepsilon, \lambda$;
- ескіз різця у двох проекціях;
- характеристику різця (найменування, марка матеріалу) різальної частини;
- результати виміру основних розмірів і кутів токарного різця (табл. 1; 2);
- ескізи свердла, зенкера та розвертки;
- характеристику свердла, зенкера, розвертки (номінальні діаметри та марки матеріалів різальних частин);
- результати виміру основних розмірів і кутів інструментів для обробки отворів (табл. .3);

Розміри різця

Таблиця 1

Позначення розмірів	L	l1	l2	h	B	H
Значення розмірів						

Таблиця 2

Позначення кутів	α	β	γ	δ	φ	φ_1	ε	λ
Значення кутів								

Розміри свердла, зенкера і розвертки

Таблиця 3

Геометр. параметри / Інструмент	d	d1	K	2 φ	φ	ω	Кількість зубців
Свердло							
Зенкер							
Розвертка							

5. Висновки про роботу.

5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Призначення токарних верстатів.
2. Типи токарних верстатів.
3. Призначення основних вузлів і механізмів токарно-гвинторізного верстата.
4. Рухи при токарній обробці.
5. Режим різання при точінні.
6. Порядок розрахунку елементів режиму різання при точінні.
7. Методи обробки конічних поверхонь на токарних верстатах.
8. Методи нарізання різьби на токарно-гвинторізних верстатах.
9. Способи закріплення заготовок на токарних верстатах.
10. Методи обробки фасонних поверхонь на токарних верстатах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ОБРОБКА ОТВОРІВ НА СВЕРДЛИЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Мета роботи: вивчити типові способи обробки отворів, інструмент, що при цьому застосовується, основні типи свердлильних верстатів; навчитися вибирати режими різання процесів обробки отворів; набути навички роботи на вертикально-свердлильних верстатах.

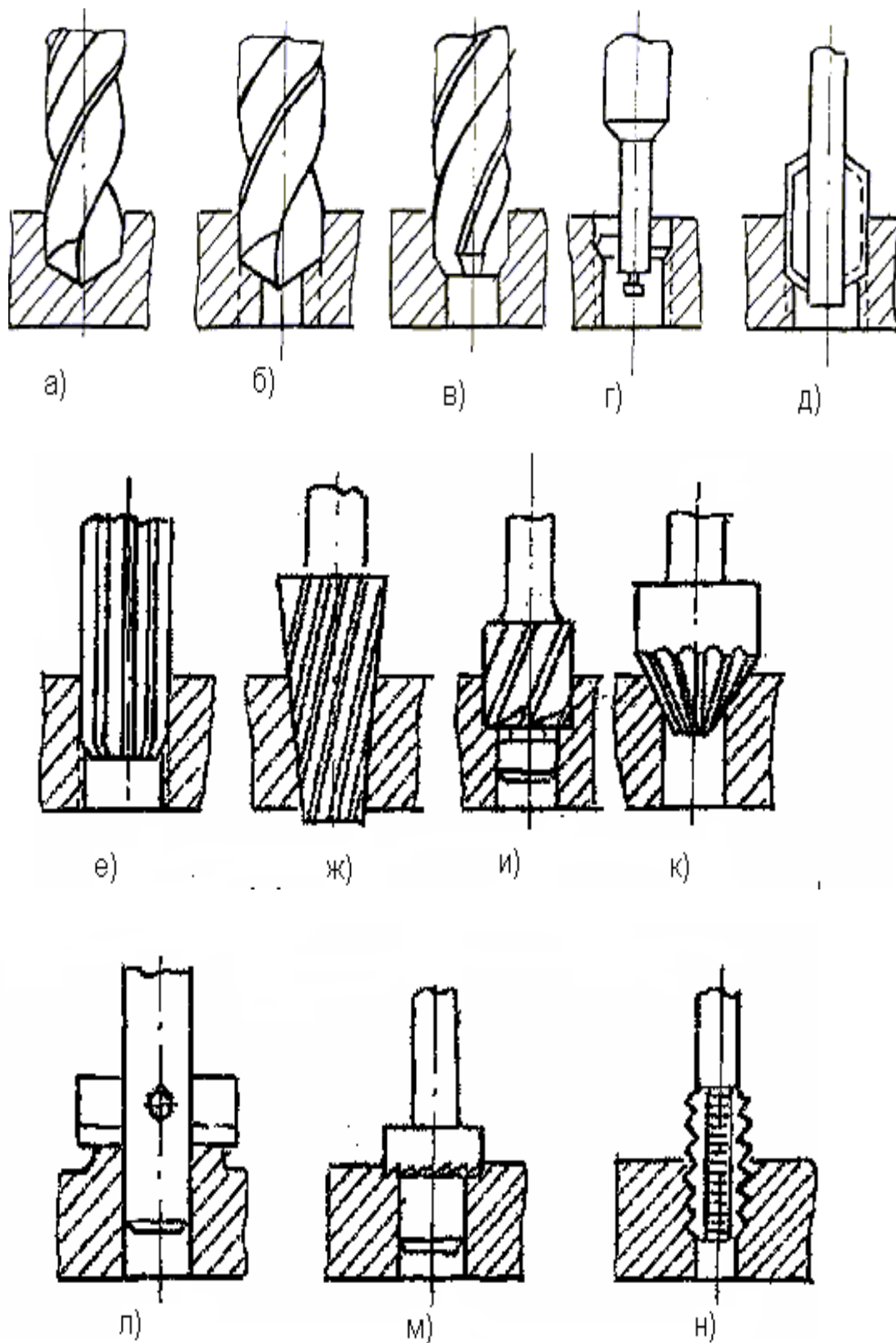
1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Обробка заготовок на свердлильних верстатах - розповсюджений метод отримання отворів з різною точністю розмірів і шорсткістю поверхні. Процес різання здійснюється за рахунок обертального руху інструмента або заготовки (головного руху) і одночасного переміщення інструмента вздовж осі (руху подачі).

На свердлильних верстатах отримують отвори як в суцільному матеріалі, так і збільшують діаметр готових отворів (литих, штампованих, попередньо просвердлених).

На свердлильних верстатах виконують такі основні технологічні процеси:
с в е р д л і н н я глухих і наскрізних отворів у суцільному матеріалі за допомогою свердел як по розмітці, так і по кондукторах (Мал.1. а). Свердління як закінчена операція виконується тоді, коли точність отвору не перевищує 12 квалітета, а шорсткість – 3...4 класів;

р о з с в е р д л ю в а н н я (Мал.1. б) - процес збільшення свердлом діаметра наявних отворів, головним чином просвердлених. Отвори, одержані литтям, штампуванням, розсвердлювати не рекомендується через сильне відхилення свердла внаслідок неправильної форми отворів або незбігу центра отвору з віссю свердла;



Мал.1. Схеми одержання і обробки отворів на свердильних верстатах

з е н к е р у в а н н я (Мал.1. в) - процес обробки циліндричних литих, штампованих або попередньо просвердлених отворів зенкером для надання їм правильної геометричної форми, потрібних розмірів і необхідної шорсткості поверхні;

р о з т о ч у в а н н я о т в о р і в (Мал.1. г,д) – здійснюється різцями у тих випадках, коли осі їх повинні бути розташовані за точними координатами;

р о з в е р т а н н я (Мал.1. е,ж) – процес остаточної обробки отворів розвертками з метою надання їм точних розмірів і високої чистоти поверхні;

з е н к у в а н н я (Мал.1. а,к) – процес одержання циліндричних або конічних заглиблень у попередньо просвердлених отворах під головки болтів, гвинтів і інших деталей за допомогою циліндричних і конічних зенкерів (зенківок);

ц е к у в а н н я – обробка торцевих поверхонь під гайки, шайби, кільця пластинками або торцевими зенкерами (Мал.1. л,м);

н а р і з а н н я різьби в отворах може здійснюватися на свердлильних верстатах гайкорізами (Мал.1. н). При нарізанні різьби в глухих отворах верстат повинен мати пристрій для реверсивного (зворотного) обертання

шпинделя для викручування гайкоріза з нарізаного отвору. З цією метою застосовують також спеціальні патрони, що дають змогу змінювати напрям обертання гайкоріза без зміни напряму обертання шпинделя верстата.

Найбільш поширеною схемою обробки отворів свердлами, зенкерами, розвертками є така, коли головний рух надається інструменту. Однак при цьому вісь отвору може відхилитися вбік. Це відхилення зростає із збільшенням глибини отвору. Тому при свердлінні глибоких отворів, у яких глибина перевищує діаметр у 5 і більше разів, обертального руху надають заготовці, а поступального – свердлу. При цьому відхилення осі отвору вбік значно зменшується.

1.2 Ріжучий інструмент

1.2.1 Свердла

Свердла виготовляють діаметром від 0,1 до 200 мм. Розрізняють такі основні типи свердл:

п е р о в і (Мал.2.а), що являють собою стержень або закріплювану в оправці пластинку з ріжучими кромками, заточеними під кутом $2\varphi = 80...150^\circ$. Застосовують їх рідко, в основному для свердління отворів у твердих поковках і виливках і для обробки ступінчастих отворів;

с п і р а л ь н і (Мал.2. б), які широко застосовують при роботі на свердлильних та інших верстатах для отримання отворів. Величина кута між головними ріжучими кромками, утвореними перетином передніх і задніх поверхонь, при обробці сталі і чавуну приймається $2\varphi = 118^\circ$, для свердління м'яких і в'язких матеріалів (алюмінію, магнію) $2\varphi = 80...90^\circ$, для свердління твердих і крихких матеріалів – $2\varphi = 130...140^\circ$.

Для свердління отворів у твердому чавуні, загартованій сталі і інших матеріалах підвищеної твердості великого поширення набули спіральні

свердла, оснащені пластинками з твердих сплавів, що дає змогу значно підвищувати режими різання і продуктивність праці.

Свердло

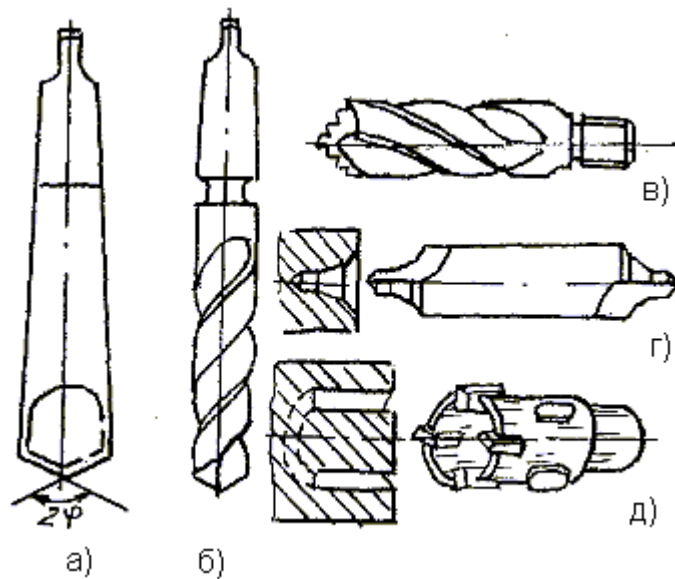
1. Виміряти штангенциркулем основні розміри свердла (номінальний діаметр d ; діаметр d_1 , у місті, де закінчуються спіральні канавки; довжини робочої та різальної частин; головних різальних кромки).

2. Вирахувати зворотну конусність K калібрувальної частини на довжині 100 мм.

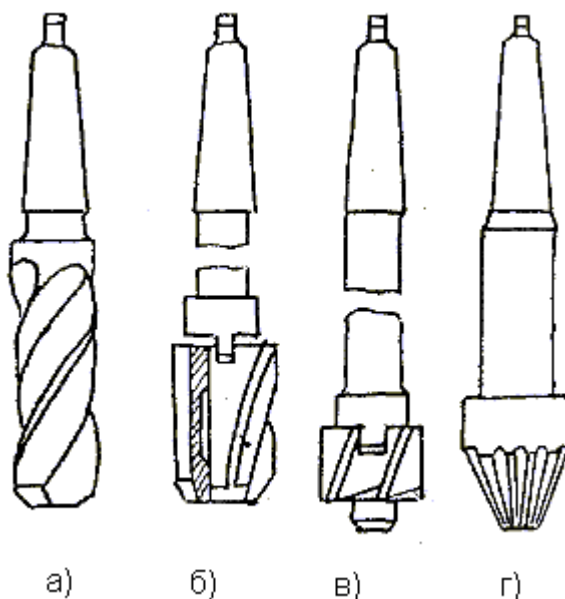
$$K = \frac{d - d_1}{l} \cdot 100.$$

3. Виміряти основні кути свердла. Виміряти універсальним кутоміром кут при вершині свердла 2φ та кут нахилу поперечної кромки (перемички).

Виміряти настільним кутоміром кут нахилу гвинтової канавки.



Мал.2. Свердла



Мал.4. Типи зенкерів

свердла для глибокого свердління (Мал.3. в), що використовуються при свердлінні отворів діаметром до 80 мм, глибина яких перевищує діаметр в 5 і більше разів;

центрувальні (Мал.3. г), які служать для одержання центрових отворів у деталях машин, що обробляються в центрах на токарних верстатах;

свердла для кільцевого свердління (Мал.3.д), що застосовуються при свердлінні глибоких отворів діаметром від 90 до 200 мм. При кільцевому свердлінні в стружку відходить тільки вузька кільцева частина матеріалу, а серцевина залишається суцільною і може бути використана.

1.2.2 Зенкери

Зенкер

1. Виміряти мікрометром номінальний діаметр d зенкера та діаметр d_1 , у кінці робочої частини.

2. Вирахувати зворотну конусність зенкера.

3. Виміряти кути зенкера. Головний кут в плані ϕ виміряти універсальним кутоміром. Кут нахилу гвинтової канавки – настільним кутоміром.

Залежно від призначення розрізняють такі основні типи зенкерів:

а) спіральні (Мал.4. а,б), що застосовують для обробки наскрізних отворів;

б) циліндричні - з напрямною цапфою (Мал.4. в), які служать для обробки торцевих площин або отворів під циліндричні головки гвинтів;

в) конічні (зенківки) (Мал.4. г) що застосовують для зенкування конічних заглиблень у циліндричних отворах.

За способами кріплення розрізняють зенкера хвостові (Мал.4.а) і насадні

(Мал.4. б).

Зенкери виготовляють суцільними, з напаяними пластинками і збірними з вставними ножами.

Наявність більшої кількості зубців у порівнянні з свердлом підвищує стійкість і продуктивність зенкерів, а також точність отворів і чистоту їх поверхні.

Зенкерування отворів більш продуктивна операція, ніж розсвердлювання, оскільки може здійснюватися з подачами в 2...2,5 разів більшими, ніж свердління; воно забезпечує одержання отворів 9...11 квалітетів і 4...5 класів шорсткості поверхні.

1.2.3 Розвертки

В залежності від способу застосування розвертки поділяються на ручні і машинні.

Розвертка

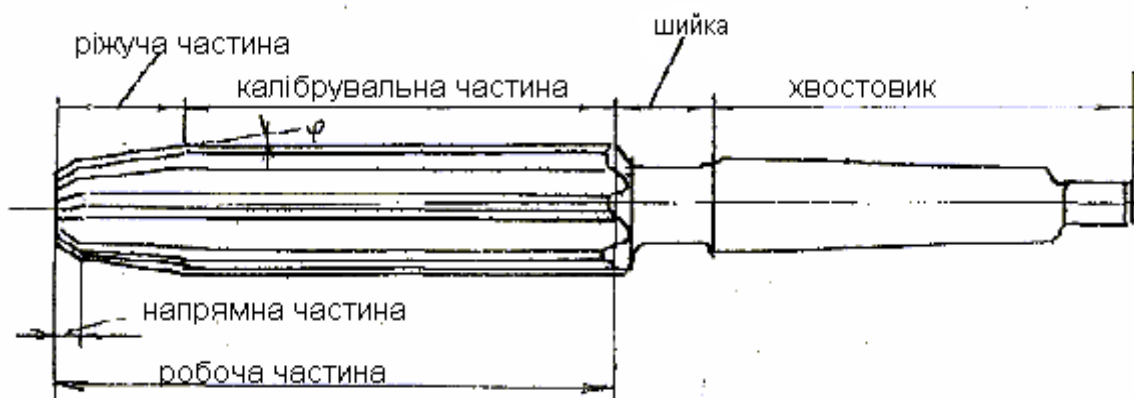
1. Виміряти мікрометром діаметр розвертки у кількох місцях вздовж калібрувальної частини. У результаті беруть найбільше значення діаметру.

2. Виміряти штангенциркулем (вимірювальною лінійкою) довжину розвертки, довжину різальної і робочої частин.

3. Виміряти кут φ універсальним кутоміром.

За конструктивними особливостями розвертки поділяються на хвостові і насадні, суцільні і з вставними ножами.

За формою оброблюваного отвору розрізняють розвертки циліндричні, конічні і ступінчасті.



Мал.5. Розвертка

Розвертка складається з робочої частини, шийки і хвостовика (Мал.5.). В робочу частину входять ріжуча і калібрувальна частини. Різальна частина виконує основну роботу різання. Кут ϕ для ручних розверток приймають таким, що дорівнює $1... 2^\circ$, а у машинних для обробки крихких і твердих матеріалів $\phi = 3...5^\circ$ і для в'язких матеріалів – $12...15^\circ$.

Калібрувальна частина спрямовує розвертку в отворі, надає йому потрібної точності і шорсткості поверхні.

Число зубців розверток від 6 до 12 і більше. За допомогою розверток одержують отвори 7...11 квалітетів і 7...9 класів шорсткості.

1.3 Режими різання

При свердлінні глибина різання дорівнює половині діаметра отвору D :

$$t = D / 2, \text{ мм} \quad (10)$$

При розсвердлюванні, розвертанні і зенкеруванні глибина різання

$$t = (D - d) / 2, \text{ мм} \quad (11)$$

де D - діаметр отвору після обробки, мм;

d - діаметр отвору до обробки, мм.

Величину подачі при свердлінні визначають за емпіричною формулою

$$S = CD^{0,6}, \text{ мм/об} \quad (12)$$

де C - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що обробляється, точності і шорсткості поверхні отвору. Значення C беруть з довідників.

При зенкеруванні величина подачі приймається приблизно в 2...2.5 разів більша, ніж при свердлінні. Залежно від оброблюваного матеріалу, діаметра зенкера і точності отвору вона змінюється в межах від 0,2 до 3,4 мм/об.

При розвертанні величина подачі може змінюватися від 0,2 до 7,5 мм/об. При чистовому розвертанні точних отворів подача не повинна перевищувати 1...1,5 мм/об.

Швидкість різання при обробці отворів

$$V = \pi Dn / 1000, \text{ м/хв} \quad (13)$$

де D - діаметр різального інструменту, мм;

n - число його обертів за хвилину.

1.4 Свердлильні верстати

Свердлильні верстати поділяються на такі основні типи:

1. Вертикально-свердлильні - найбільш поширені верстати, що

застосовуються в одиничному і серійному виробництві. Основною характеристикою їх є найбільший діаметр отвору, який можна свердлити на них в сталі середньої твердості. Цей діаметр в сучасних вертикально-свердлильних верстатах складає 6, 12, 18, 25, 35, 50 і 75 мм.

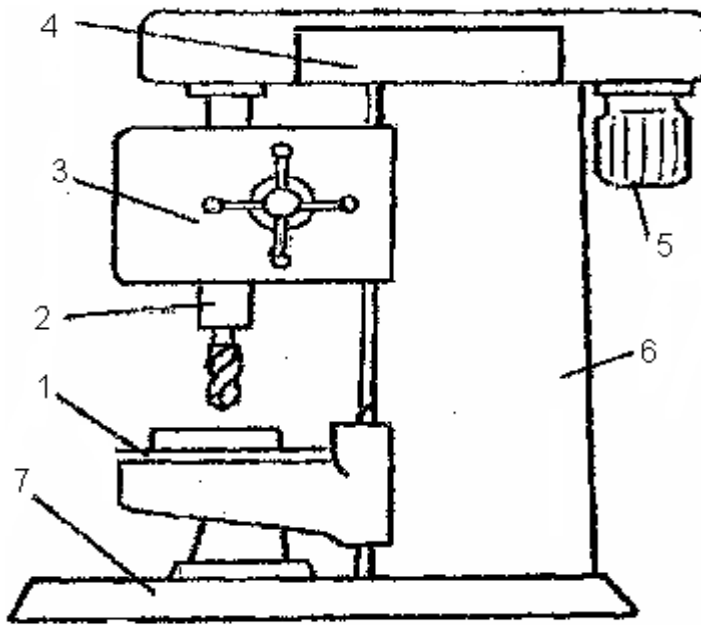
Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстата показано на Мал.6. Він складається з фундаментної плити 7, станини 6, коробки швидкостей 4, шпинделя 2, коробки подач 3 і стола 1, на якому встановлюється оброблювана деталь. Для закріплення деталей на столі верстата застосовують універсальні і спеціальні пристрої. До універсальних затискних пристроїв відносяться притискні планки, призми, машинні лещата, кутники. Для забезпечення правильного положення інструмента відносно осі оброблюваного отвору і спрямування його під час роботи застосовують спеціальні пристрої-кондуктори.

2. Радіально-свердлильні верстати призначені для обробки отворів у великих і важких деталях. Загальний вигляд такого верстата показано на Мал.7. Навколо нерухомої колони 2, закріпленої на фундаментній плиті 1, може повертатися на кут 360° гільза 3, по якій за допомогою електродвигуна 5, зубчастої передачі і гвинта 6 може переміщуватися ввєрх і вниз і закріплюватися у потрібному положенні траверса 4. По напрямних траверси вручну переміщується шпиндельна головка 8, всередині якої вміщена коробка швидкостей і коробка подач, за допомогою яких шпиндель 9 дістає обертання і осьову подачу. В конічному отворі шпинделя закріплюється ріжучий інструмент. Оброблюваний виріб встановлюється на плиті 1 або на столі 10.

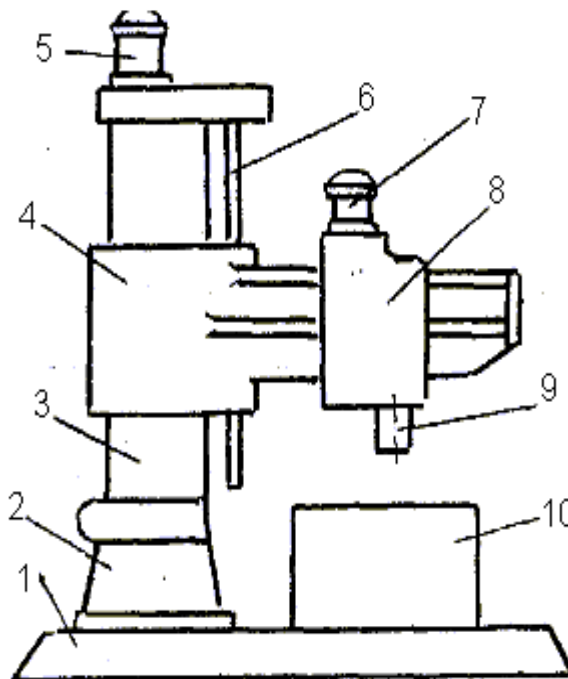
В результаті переміщення шпиндельної головки по траверсі і обертання траверси вісь шпинделя можна встановити в будь-якій точці площини, обмеженої колами, радіуси яких дорівнюють найбільшій і найменшій відстані осі шпинделя від осі колони 2. Таким чином, при обробці отворів у великих і важких деталях при переході від одного отвору до другого не треба пересувати деталь, а у відповідне місце переміщується шпиндель верстата.

3. Багатошпиндельні свердлильні - мають кілька шпинделів, взаємне розташування яких може бути постійним або змінюватися залежно від оброблюваної деталі. Ці верстати широко застосовуються в серійному і масовому виробництві.

4. Горизонтально-свердлильні – застосовуються для свердління глибоких отворів. В цих верстатах обертається оброблювана деталь, а свердло має лише поздовжню подачу.



Мал.6. Загальний вигляд вертикально-свердильного верстата



Мал.7. Загальний вигляд радіально-свердильного верстата

2 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити методи, інструмент та технологію обробки отворів на свердильних верстатах.

2. Ознайомитись з конструкцією, принципом роботи, призначенням рукояток управління вертикально-свердильного верстата.

3. Виконати розрахунки режиму різання при свердлінні, зенкеруванні та розвертанні за заданими викладачем вхідними даними.

4. Виконати обробку отворів свердлінням, зенкеруванням, розвертанням.
5. Скласти звіт про роботу.

3 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану роботу повинен вміщувати:

1. Короткі теоретичні відомості про обробку отворів на свердлильних верстатах.
2. Схеми обробки поверхонь на свердлильних верстатах.
3. Ескізи ріжучого інструмента для обробки отворів (свердл, зенкерів, розверток).
4. Ескіз загального вигляду вертикально-свердлильного верстата.
5. Розрахунки режимів різання за вказаними даними.
6. Описання ходу та результатів виконаної роботи по обробці отворів.
 - ескізи свердла, зенкера та розвертки;
 - характеристику свердла, зенкера, розвертки (номінальні діаметри та марки матеріалів різальних частин);
 - результати виміру основних розмірів і кутів інструментів для обробки отворів (табл. 1);

Розміри свердла, зенкера і розвертки

Таблиця 1

Геометр. параметри Інструмент	d	d1	K	2φ	φ	ω	Кількість зубців
Свердло							
Зенкер							
Розвертка							

7. Висновки про роботу.

4 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ

1. Методи обробки отворів.
2. Інструмент для обробки отворів.
3. Верстати, на яких обробляють отвори.
4. Операції, які виконуються на свердлильних верстатах.
5. Особливості обробки глибоких отворів.
6. Точність і якість поверхні отворів, оброблених різними способами.
7. Елементи режиму різання при свердлінні, зенкеруванні, розвертанні.
8. Порядок призначення елементів режиму різання.
9. Особливості обробки отворів у великих та важких деталях.

Список використаної і рекомендованої літератури

1. А.М. Дальский, И.А. Артюнова и др. Технология конструкционных материалов. М.: Машиностроение. 1985. - 448с.
2. В.И.Онищенко и др. Технология металлов и конструкционные материалы, М.: Агропромиздат. 1991. - 479 с.
3. П.Д. Дудко та інші. Конспект лекцій з курсу технологія заготовочного виробництва. Харків: ХІЕІ. 1993. – 88 с.
4. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедение. Под ред. С.С.Некрасова. М.: “Колос”, 1978.
5. Технологія конструкційних матеріалів. За ред. проф. М.А.Сологуба. Київ: “Вища школа”. 1993. - 300с.
6. С.С. Некрасов. Обработка материалов резанием. М: Агропромиздат. 1988. – 336 с.
7. Технология металлов и материаловедение. /Б.В.Кнорозов, Л.Ф.Усова, А.В.Третьяков и др./ - М.: Металлургия. 1987.- 800 с.
8. А.М.Дальский, И.А. Артюнова и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение. 1985. - 448с.
9. Козаков Н.Ф. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов”. М.: Металлургия. 1975. - 468 с.

Технологія конструкційних матеріалів

Лабораторний практикум

Укладач *Ю.І.Фордзюн*

Тираж 15 пр.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 4916 від
16.06.2018 р.

Редакційно-видавничий відділ МДУ, 89600, м.Мукачево, вул.Ужгородська, 26



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: www.msu.edu.ua

E-mail: info@msu.edu.ua, pr@mail.msu.edu.ua

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>