

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра якості, стандартизації, сертифікації та технологій
виготовлення матеріалів**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних робіт в навчально-виробничих майстернях
з дисципліни
«МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТКМ»**

**Розділ
ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО**

Частина 1

Харків – 2018

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри якості, стандартизації, сертифікації та технології виготовлення матеріалів 26 лютого 2018 р., протокол № 11.

Рекомендується для бакалаврів денної повної та скороченої форми навчання за освітніми програмами «Локомотиви та локомотивне господарство», «Високошвидкісний рухомий склад», «Вагони та вагонне господарство», «Вагони та транспортна інженерія», «Мехатроніка у вагонобудуванні», «Теплоенергетика», «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання», «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка».

Укладачі:

проф. Л. А. Тимофєєва,
асист. Л. В. Волошина

Рецензент

доц. Г. Л. Комарова

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт в навчально-виробничих майстернях
з дисципліни
«МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТКМ»

Розділ
ЛИВАРНЕ ВИРОБНИЦТВО

Частина 1

Відповідальний за випуск Волошина Л. В.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 03.04.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗАНЯТТЯ 1. Охорона праці в ливарному виробництві.....	5
ЗАНЯТТЯ 2. Склад ливарного цеху. Обладнання. Технологічний процес виготовлення відливка.....	9
ЗАНЯТТЯ 3. Формувальний комплект. Технологія виготовлення піщано-глинистої форми за нерознімною моделлю.....	14
ЗАНЯТТЯ 4. Ливникова система. Типи ливникових систем.....	22
ЗАНЯТТЯ 5. Формувальні матеріали. Формування за рознімними моделями.....	30
ЗАНЯТТЯ 6. Стрижневі суміші. Технологія виготовлення стрижнів. Обладнання стрижневих дільниць.....	38
ЗАНЯТТЯ 7. Машинне формування. Вибивання і очищення відливок.....	44
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	51

ВСТУП

Методичні вказівки (частина 1) для проходження практики в навчально-виробничих майстернях з ливарного виробництва – складова частина курсу УВМ для бакалаврів освітніх програм «Локомотиви та локомотивне господарство», «Високошвидкісний рухомий склад», «Вагони та вагонне господарство», «Вагони та транспортна інженерія», «Мехатроніка у вагонобудуванні», «Теплоенергетика», «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання», «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» денної повної та скороченої форми навчання.

Методичні вказівки (частина 1) з курсу УВМ розділ «Ливарне виробництво» включають сім тем. Кожна тема складається з теоретичної та практичної частин, а також контрольних запитань.

Теоретична частина методичних вказівок дає можливість студентам самостійно освоїти сучасні методи одержання і ремонту деталей машин за допомогою лиття, ознайомитися з новими технологіями та сучасним обладнанням, яке використовується в ливарному виробництві. Вивчення цих тем сприятиме формуванню кругозору бакалавра, виконанню дипломного проектування й успішній роботі на виробництві після закінчення університету.

Практика з ливарного виробництва проводиться у ливарній лабораторії кафедри ЯСС та ТВМ УкрДУЗТу, де студенти набувають практичних навичок формування у разових ливарних формах, самостійно одержують відливки і вивчають їх дефекти на практиці, аналізують їх причини, та знаходять способи запобігання утворенню дефектів лиття.

Ливарному виробництву належить найважливіша роль у машинобудуванні. Сутність ливарного виробництва полягає в тому, що деталі або заготівлі одержують у результаті кристалізації металу, що заливається в розплавленому стані в ливарну форму, порожнина якої відповідає розмірам і формам цих деталей або заготівель. Ливарне виробництво дозволяє з рідкого металу одержати литі деталі або заготівлі, максимально

наближені за формою до готових деталей, що значно скорочує витрату металу й обсяг механічної обробки.

Основна перевага лиття – можливість одержання деталей найскладнішої форми, яку не можна одержати іншими методами, деталей із широким діапазоном маси (від декількох грамів до сотень тонн) і розмірів (від декількох міліметрів до десятків метрів), деталей з різних сплавів (пластичних або крихких). Крім того, виготовлення литих деталей обходиться, в основному, дешевше порівняно зі зварними і забезпечує високу якість. Подальший розвиток ливарного виробництва нерозривно зв'язаний з застосуванням високопродуктивних матеріалозберігаючих маловідходних і сучасних безвідходних технологій. Подальше удосконалення технології ливарного виробництва, механізація й автоматизація всіх процесів, освоєння і впровадження прогресивних способів скоротять механічну обробку відливків, знизять їх вартість і розширять галузь застосування ливарного виробництва в промисловості.

Заняття 1

ОХОРОНА ПРАЦІ В ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Мета роботи – вивчення охорони праці при роботі в ливарному цеху, визначення небезпек та виробничих шкідливостей при виконанні ливарних робіт, засвоєння правил охорони праці в ливарній майстерні.

1.1 Короткі відомості з теорії

1.1.1 Основні шкідливі фактори при виконанні ливарних робіт

До основних шкідливих факторів ливарного виробництва відносяться запиленість і загазованість ливарних цехів, особливо у виробництві відливків у піщаних формах, а також теплове випромінювання від печей, розплавленого металу, гарячих відливків. Шкідливо впливають на організм людини також інтенсивний виробничий шум і вібрація, які створюються обладнанням ливарного цеху (пневматичні, формувальні і

стрижневі машини, вибивні решітки, барабани і ручний пневмоінструмент). Небезпеку являють також іскри і бризки розплавленого металу при заливанні ливарних форм. При цьому особлива небезпека виникає при зіткненні розплавленого металу з вологою. І, звичайно ж, варто враховувати небезпеку можливого ураження електричним струмом. Існують такі нормативи: вплив на людський організм електричного струму напругою понад 36 В (у сухих приміщеннях) і 12 В (у вологих приміщеннях) при силі струму від 0,5 до 0,1А може привести до смертельного випадку.

З метою боротьби з запиленістю, загазованістю і пароутворенням у ливарних цехах над джерелами цих шкідливих факторів встановлюється місцева витяжна вентиляція або спеціальні пиловідсмоктувальні установки, влаштовується механічна загальнообмінна припливно-витяжна або припливна вентиляція, що сполучається з природною аерацією через ліхтарі і віконні рами цехів. У плавильних відділеннях біля печей монтуються індивідуальні витяжні шафи. Застосовують також у печах типу вагранок підігрів і збагачення дуття киснем, охолодження плавильного пояса, пилоочищення і повне спалення газів. Усе це значно знижує виділення теплоти і газів. Використовуються також різні теплоізоляційні пристрої плавильних печей і металевих форм. Для зменшення впливу теплового випромінювання на робітників у ливарних цехах застосовуються установки повітряного обдування робочих місць, а також місцевої витяжної вентиляції.

З метою зниження шуму і вібрації в ливарних цехах у необхідних випадках використовують засоби індивідуального захисту. Пневматичні машини, якщо є така можливість, замінюють пресовими, пневматичні приводи машин замінюють гідравлічними. Вихлопні клапани машин виводять за межі виробничих приміщень, влаштовують віброізоляційні фундаменти і прокладки, застосовують спеціальні глушники й амортизатори. Використовується також більш прогресивне устаткування – звукоізоляційні камери.

Захистом від іскор і бризків розплавленого металу є спецодяг (брзентові костюми, фартухи, рукавиці, каски), захисні щитки, захисні окуляри або маски.

Основними способами захисту від ураження електричним струмом у ливарних цехах є: обов'язкова наявність контуру заземлення і підключення до нього всього електрообладнання; частини, які подають струм до обладнання, повинні бути ізольовані, розміщені на недоступних висотах і установлені огорожі з відповідними попереджувальними знаками і написами; усунення можливості ураження з появою напруги на корпусах устаткування, для чого забезпечується подвійна ізоляція, заземлення, встановлюється електрозахист.

1.1.2 Загальні правила поведінки в ливарній лабораторії

Перед початком роботи необхідно:

- надіти й привести в порядок спецодяг і взуття; застібнути обшлага рукавів, заправити одяг, забрати волосся у головний убір, який повинен щільно облягати;

- перевірити на холостому ходу справність закріплених за робітником машин, підйомно-транспортних і допоміжних технологічних пристроїв;

- переконатися в справності і міцності кріплення загороджень і пристроїв;

- перевірити наявність і справність інструмента і пристроїв;

- повідомити майстрові про усі виявлені несправності, після чого діяти відповідно до його вказівок.

Під час роботи необхідно:

- виконувати тільки доручену майстром роботу;

- вимагати від майстра додаткового інструктажу, якщо доручено нову роботу;

- бути уважним, не відволікатися і не відволікати від роботи інших;

- не працювати несправним інструментом і на несправному обладнанні;

- тримати в порядку і чистоті своє робоче місце, не захарашувати його сторонніми предметами;

- не торкатися до механізмів, що рухаються, не заходити за огороження машин;

- не торкатися до гарячих відливків навіть в рукавицях;

– якщо під час роботи відлітають іскри, осколки і окалина, користуватися захисними окулярами;

– необхідна обов'язкова присутність в лабораторії більше двох осіб для надання працюючому допомоги у разі виникнення нещасного випадку, пожежі тощо;

– бути уважним до сигналів транспортних і вантажопідійомних машин.

Після закінчення робіт необхідно:

– прибрати робоче місце;

– прибрати інструмент і пристрої;

– видалити обрізки, окалину;

– здати робоче місце й обладнання майстру;

– повідомити керівника занять про всі неполадки, що виникли під час роботи;

– зняти спецодяг і робоче взуття, прибрати в шафу, прийняти душ.

Студентам забороняється:

1) здійснювати будь-які перемикання приладів, які знаходяться під напругою;

2) здійснювати ввімкнення напруги живлення до огляду приладів з керівником робіт;

3) заходити до лабораторії та проходити до робочих місць, а також ходити по лабораторії та залишати без нагляду свою роботу без дозволу майстра або викладача;

4) виконувати роботу, яка не доручена керівником занять;

5) залишатися працювати в лабораторії самому.

1.2 Практична частина

Вивчити правила охорони праці в ливарній лабораторії. Ознайомлення з правилами охорони праці оформляється підписом студентів в журналі викладача.

Контрольні питання

1 Перелічіть основні шкідливі і небезпечні фактори ливарних цехів. Дайте їх коротку характеристику і вкажіть

профілактичні заходи, що запобігають впливу несприятливих факторів на працюючих.

2 Назвіть основні засоби індивідуального захисту робочих ливарних цехів.

3 Охорона праці та правила поведінки в ливарній лабораторії УкрДУЗТ.

Заняття 2

СКЛАД ЛИВАРНОГО ЦЕХУ. ОБЛАДНАННЯ. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ВІДЛИВКА

Мета роботи – вивчення складу ливарного цеху, ознайомлення з обладнанням ливарної лабораторії, вивчення технологічного процесу виготовлення відливка в разовій формі.

2.1 Короткі відомості з теорії

2.1.1 Склад ливарного цеху й обладнання

Ливарний цех, як правило, складається з таких відділень: модельного, землеприготувального, стрижневого, формувального, плавильного, вибивного, обрубного, очисного. Виділяється також місце для заливання металу у форми – заливальний плац. Крім того, до складу ливарного цеху входять – конструкторський, технологічний відділи і відділ (бюро) технічного контролю.

Конструкторський відділ розробляє креслення відливка, а також робочі креслення модельного комплексу (моделі і стрижневого ящика) і необхідного оснащення.

Технологічний відділ розробляє технологічний процес виготовлення відливка (карту технологічного процесу, маршрутну технологію).

Відділ технічного контролю здійснює контроль над усіма стадіями технологічного процесу виготовлення відливка, починаючи зі складу і якості формувальної суміші і закінчуючи контролем якості готового відливка.

У модельному відділенні за робочими кресленнями, які розроблені конструкторським відділом ливарного цеху,

виготовляють модельний комплект. Модельне відділення оснащено деревообробним обладнанням, пресами для склеювання і камерами для просушування. Додатково можуть установлюватися деякі металообробні верстати і зварювальний пост, якщо застосовуються металеві моделі.

У **землеприготувальному** відділенні готують формувальну і стрижневу суміш. Основне обладнання землеприготувального відділення: печі, для сушіння компонентів, дробарки (млини) для розмелювання і дроблення, сито для просівання відпрацьованих формувальних сумішей, змішувачі (періодичної або безперервної дії), машини для розпушення готової формувальної суміші (дезінтегратори, аератори, розпушувачі), фарбозмішувачі, дозатори. Застосовуються також установки для приготування суміші з автоматичним управлінням і установки для відновлення відпрацьованих сумішей.

У **стрижневому** відділенні виготовляють стрижні, а у формувальному – ливарну форму. Застосовують при ручному формуванні спеціальне оснащення й інструмент. При машинному формуванні застосовують формувальні машини (ручні, пневматичні і гідравлічні преси, пневматичні струшувачі, піскомети), а також спеціалізовані верстати-автомати. Для виготовлення стрижнів застосовуються як перераховані вище формувальні машини, так і спеціалізовані стрижневі машини (струшуючі, мундштукові, піскодувні). В окремих випадках застосовують автоматизовані машини високої продуктивності (наприклад, чотиріпозиційна піскодувна машина).

У **стрижневому і формувальному** відділенні є дільниця фарбування і сушіння стрижнів і ливарних форм. Сушіння проводиться різними методами: гарячими газами (пальники і сушила), холодними газами (на повітрі – в'ялення), тепловипромінюванням (інфрачервоними променями спеціальних ламп), струмами високої частоти.

У **плавильному** відділенні ливарного цеху одержують рідкий метал. Застосовуються різні плавильні агрегати: вагранки, дугові електропечі, індукційні високочастотні печі, малі бесемерівські конвертери і мартенівські печі. Мартенівські й електричні дугові печі ливарних цехів відрізняються від відповідних печей, які застосовуються у металургії, меншим

об'ємом. Плавку в мартенівських печах ливарних цехів ведуть скрап-процесом (сталевий брухт і чушковий передільний чавун). Ливарний цех оснащений різним підйомно-транспортним обладнанням і ковшами для розливання розплаву.

Готову ливарну форму заливають рідким металом і після його затвердіння відправляють у **вибивне** відділення, де з форми видаляють відливки. Дрібні і середні відливки вибивають з форм на вибивних решітках (ексцентрикових або інерційних), а великі відливки – на вібраційних коромислах. Стрижні з відливок видаляють на пневматичних вібраційних машинах, а великі стрижні вимивають на гідравлічних установках, використовуючи потужний струмінь води.

З вибивного відділення відливки надходять в **обрубне**, де відділяються ливникова система і додаток. У чавунних відливках ливникова система і додатки легко відбиваються молотком, і тому цю операцію проводять разом з вибиванням. В інших випадках обрубання проводиться ексцентриковими пресами-кусачками, стрічковими або дисковими пилами, а також газокисневим різанням. Заливи на відливу обрубують пневматичним зубилом або зачищають абразивним кругом.

В **очисному** відділенні поверхню відливка очищають від пригорілої формувальної суміші. В індивідуальному виробництві очищення роблять вручну сталевими щітками або пневматичним зубилом. У серійному і масовому виробництвах відливок очищається в обертових барабанах (разом із зірочками з білого чавуна), пневматичними дробо- і піскоструминними машинами, дробометними машинами.

2.1.2 Технологічний процес виготовлення відливка в разовій формі

Існує багато способів формоутворення литих виробів, що відрізняються як технікою виготовлення і матеріалом форм, так і пристроями для подачі металу в їх порожнини. Вибір способу лиття визначається службовим призначенням деталі, виробничою програмою, економічною доцільністю, а також необхідною точністю і якістю поверхні відливка. Найбільш універсальним і поширеним (близько 90 % відливоків) є лиття в разові піщані

форми. Цей спосіб простий і дешевий, дозволяє одержувати відливки різної конфігурації, будь-яких розмірів і маси, досить хорошої якості. При цьому процес формоутворення може бути ручним, механізованим і автоматизованим у залежності від технічної озброєності і масовості виробництва. До недоліків цього способу можна віднести недостатньо високу точність відливка, необхідність великої кількості формувальних матеріалів (пісок, глина), що приводить до великих витрат енергії і створює несприятливі умови праці (запиленість, загазованість і ін.). Загальну схему технологічного процесу виготовлення відливка в разовій формі подано на рисунку 2.1.

Сучасне ливарне виробництво має у своєму розпорядженні такі способи виготовлення відливок:

- у піщано-глинистих формах з ручним і машинним формуванням;
- у металевих формах;
- під тиском;
- за виплавленими моделями;
- в оболонкових формах;
- відцентровим литтям;
- електрошлаковим литтям;
- під низьким тиском;
- вакуумним всмоктуванням;
- витисканням;
- рідким штампуванням.

При цьому використовують або разові, або постійні (багаторазові) ливарні форми.

Разові форми служать для одержання тільки одного відливка і виготовляються з піщано-глинистих, піщано-смоляних, хімічно твердіючих або самотвердіючих формувальних сумішей. Вони бувають рознімні, що складаються з нижньої і верхньої півформ, і нерознімні, виготовлені за виплавленими моделями. Разові форми можуть бути товстостінні (30-250 мм і більше), тонкостінні (10-20 мм) і оболонкові (до 10 мм).

Постійні (багаторазові) ливарні форми виготовляють з вогнетривких матеріалів (шамот, азбест, алебастр, цемент і ін.) або з металу (чавун, сталь, іноді – мідні й алюмінієві сплави). Металеві рознімні форми називають кокілями.

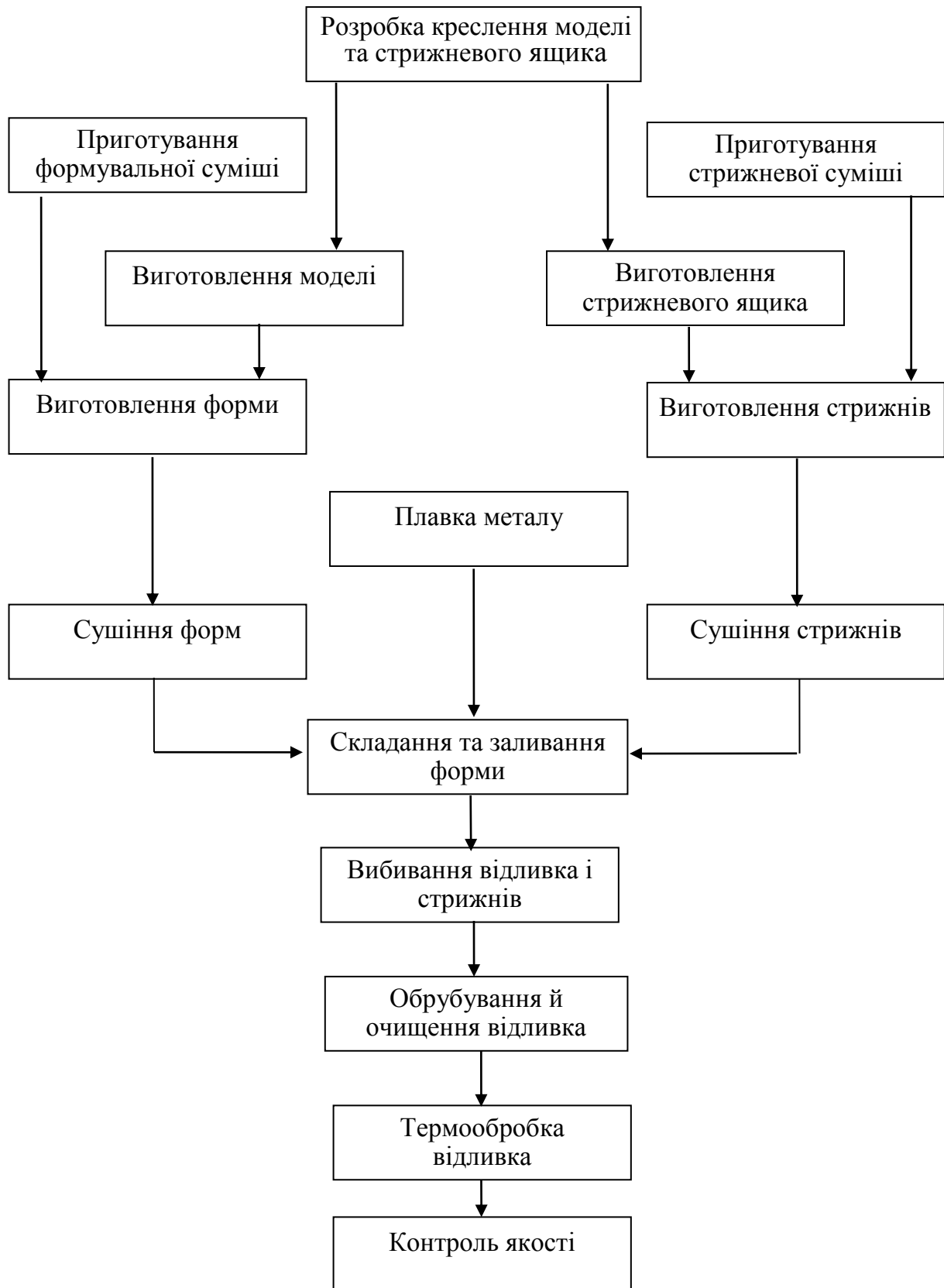


Рисунок 2.1 — Схема технологічного процесу виготовлення відливка

2.2 Практична частина

Вивчити будову і принцип роботи обладнання ливарної лабораторії. Засвоїти технологічний процес виготовлення відливка в разових піщаних формах. За допомогою майстра освоїти склад формувального інструмента і його застосування на практиці.

Контрольні питання

- 1 Назвіть відділення ливарного цеху. Які роботи виконуються в цих відділеннях?
- 2 Обладнання ливарного цеху.
- 3 Перелічіть основні етапи технологічного процесу виготовлення відливка в разовій формі.
- 4 Назвіть переваги і недоліки лиття в разові піщані форми.

Заняття 3

ФОРМУВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКТ. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПІЩАНО-ГЛИНИСТОЇ ФОРМИ ЗА НЕРОЗНІМНОЮ МОДЕЛЛЮ

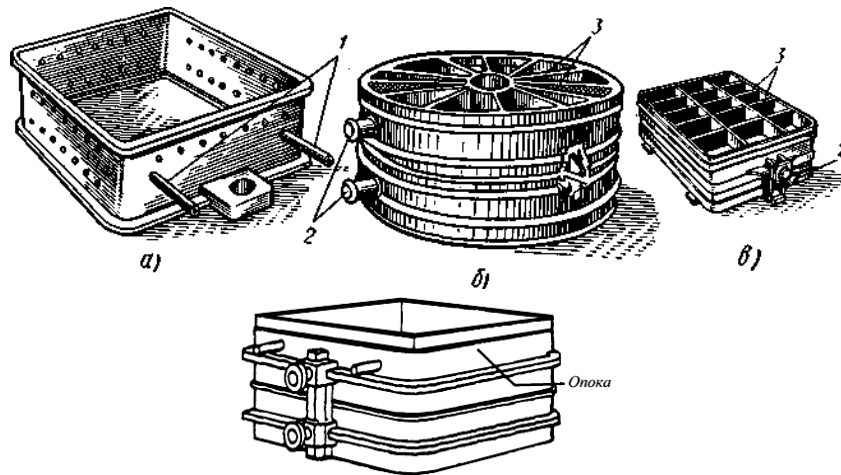
Мета роботи – вивчення складу формувального комплекту, вивчення формувального інструменту для ручного формування, його призначення, виготовлення піщано-глинистої форми за нерознімною моделлю.

3.1 Короткі відомості з теорії

При виготовленні піщано-глинистої разової ливарної форми застосовують **формувальний комплект**. Він складається з опок, штирів, шаблонів, інструменту і модельного комплекту.

Опоки (рисунок 3.1) бувають ручні (дрібні і малі) і кранові (середні, великі і крупні). Виготовляють опоки з чавуна, низьковуглецевої сталі, алюмінієвого сплаву марки АЛ. Як виключення застосовують дерев'яні опоки і тільки в умовах одиничного виробництва. Металеві опоки можуть бути

суцільнолитими, зварними або скрученими, які складаються з окремих частин.



а – ручки; б – цапфи; в – ребра жорсткості

Рисунок 3.1 — Опоки

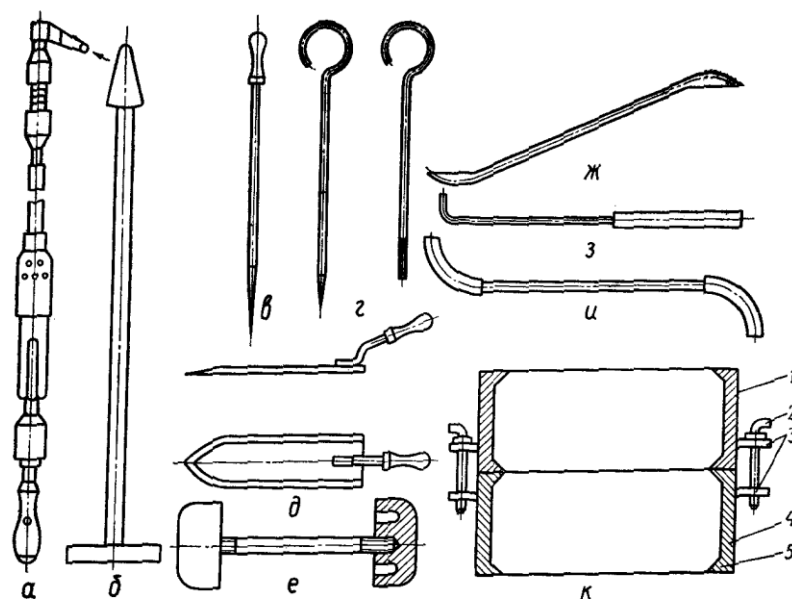
Штирі для спарювання опок виготовляють зі сталі 45. Вони бувають знімними (контрольні) або постійними (напрямні). Звичайно застосовують комбінацію знімного і постійного штирів. Ця система забезпечує точне спарювання і ліквідує перекося через зміщення опок.

Шаблон – профільована дошка з вирізаним зовнішнім або внутрішнім профілем відливка. Використовується в одиничному і дрібносерійному виробництві великих відливок, що мають форму тіла обертання (котли, чаші, маховики й ін.). Процес одержання ливарної форми здійснюється без моделі шляхом вигрібання шаблоном профілю відливка в ущільненій формувальній суміші.

До **формуального інструмента** відносяться (рисунок 3.2):

ручні **сита** круглі або квадратні з розміром отворів сітки 1,8-4,5 мм – для просівання облицювальних сумішей; **грохоти** з розміром отворів сіток 5,5-12 мм – для просівання наповнювальної суміші; **лопати**; **рівні** металеві або дерев'яні - для горизонтального установлення лінійок, шаблонів при формуванні в ґрунт; **трамбівки** ручні (глибокого і поверхневого ущільнення) і пневматичні; спеціальні **голки (душники)** – для

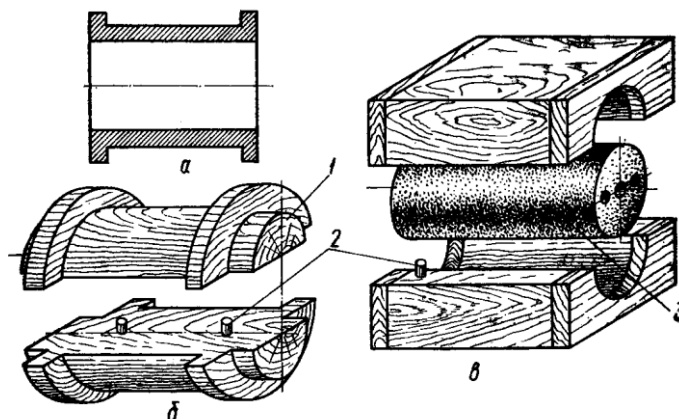
наколювання вентиляційних каналів у формах і стрижнях; **підйоми** (підйомники) гострі і гвинтові – для видалення моделей з форми; **дерев'яні молотки** – для розштовхування моделей і стрижневих ящиків; **гладилки** – при оформлювальних роботах і прорізання ливників; **формувальні гачки** – для загладжування заглиблених вузьких частин форм і стрижнів; двокінцеві круглоплоскі **ложки** – для обробки ввігнутих поверхонь, у тому числі ливникових каналів, а також для площин форм і стрижнів, недоступних гладилці; **ланцети** (полозки) – для обробки і виправлення вузьких заглиблених радіальних поверхонь на формах і стрижнях; **лінійки** дерев'яні або металеві – для згрібання зайвої формувальної суміші з поверхні форми або стрижневого ящика. Для обробки кутів, галтелей і інших частин форм і стрижнів служить набір косинців. Для змочування і фарбування форм застосовують **ляні кисті**. **Волосяні щітки** служать для змитання піску з моделей і оброблених поверхонь форм і стрижнів у ході формування й обробки.



а – пневматична і б – ручна трамбівка; в – душник; г – підйомник; д – гладилка; е – торцева гладилка; ж – ложка; и – гачок; к – ланцет; л – опоки: 1 – верхня опока, 2 – штирі, 3 – вушка, 4 – нижня опока, 5 – буртики

Рисунок 3.2 – Формувальний інструмент і опока

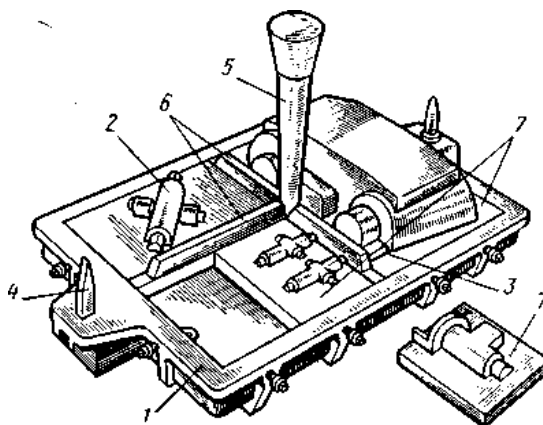
В модельний комплект входять (рисунок 3.3): модельні плити для установлення і закріплення моделей, сушильні плити, модель відливка, модель елементів ливникової системи, один або кілька стрижневих ящиків (якщо відливок має порожнини або отвори).



а – креслення відливка; б – рознімна модель; в – стрижневий ящик зі стрижнем: 1 – стрижневі знаки, 2 – центрувальні шипи, 3 – стрижень

Рисунок 3.3 – Модельний комплект

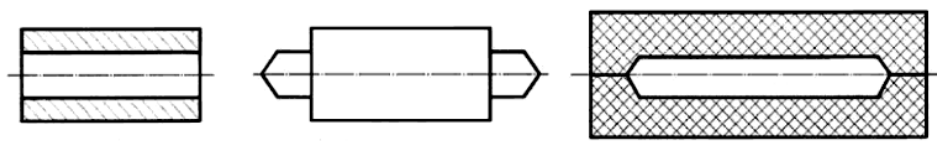
Модельні плити (рисунок 3.4) застосовують при машинному формуванні, підмодельні дошки – при ручному формуванні. Найчастіше їх виготовляють зі сталевого листового матеріалу або з алюмінієвих сплавів. Підмодельні дошки виготовляють з дерева твердих порід. При формуванні на модельну плиту або підмодельну дошку встановлюють модель або півмодель.



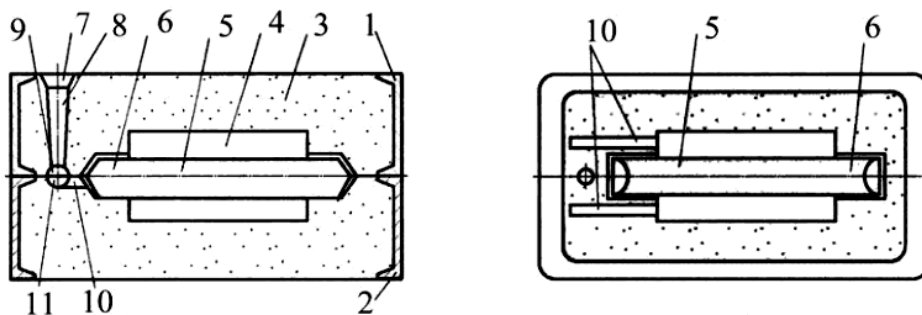
1 – плита-рамка; 2 – модель відливка; 3 – модель живильника; 4 – штир;
5 – модель стояка; 6 – модель шлакоуловлювача; 7 – вкладиш

Рисунок 3.4 — Багатопозиційна модельна плита

Модель відливка (рисунок 3.5) являє собою копію відливка і відрізняється від нього збільшеними розмірами в зв'язку з усадкою сплаву і подальшою механічною обробкою робочих поверхонь відливка. На вертикальних стінках моделі передбачають формувальні ухили на невеликі кути ($0,5-3^\circ$), що полегшує виймання моделі з порожнини форми. З торців моделі розташовуються стрижневі **знаки** (рисунок 3.5, 3.6), призначені для одержання в ливарній формі гнізд, у які при складанні форм установлюють стрижні. Припуски на механічну обробку, формувальні ухили, розміри стрижневих знаків установлюються стандартом.

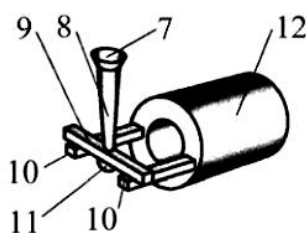


Втулка (деталь) Модель відливка Стрижневий ящик



Форма у складенні

Вигляд на нижню півформу



Одержаний відлинок

1 – верхня опока; 2 – нижня опока; 3 – формувальна суміш; 4 – порожнина ливарної форми; 5 – стрижень; 6 – стрижневий знак; 7 – ливникова чаша; 8 – стояк; 9 – шлаковловлювач; 10 – живильники; 11 – зумпф; 12 – відлинок

Рисунок 3.5 – Виготовлення разової ливарної форми

Моделі можуть бути нерознімними (цільними), рознімними, з окремими частинами і т. ін. Вони виготовляються з дерева (одиничне і серійне виробництво), чавуну, алюмінію, пластмас (масове виробництво).

У модельному виробництві найбільш широко використовують для моделей сосну, вільху, бук, липу, ясен.

Металеві моделі і стрижневі ящики виготовляють з алюмінієвих сплавів, чавуну, сталі, бронзи, латуні. Алюмінієві сплави, що мають малу щільність і легко піддаються механічній обробці, найбільш широко застосовують для виготовлення моделей і невеликих модельних плит. Алюмінієві моделі не окиснюються, після обробки мають гладку поверхню. Недолік алюмінієвих моделей — низька зносостійкість, що особливо важливо в масовому виробництві. Чавунні моделі міцні, дешеві, добре обробляються і після обробки мають гладку робочу поверхню. Стійкість цих моделей значно вище алюмінієвих. Недоліки чавунних моделей — велика маса й низька стійкість до окиснення. Сталеві моделі виготовляють з поковок або прокату, в основному механічною обробкою. Поверхня бронзових і латунних моделей після обробки дуже гладка. Моделі не окиснюються, одержуваний з них відбиток є найкращим за якістю. Однак ці моделі значно важчі чавунних і сталевих моделей. Бронзові і латунні моделі застосовують для виготовлення невеликих складних відливків. Конструкція металевої моделі повинна бути легкою і досить твердою. Цю вимогу задовольняють полегшені моделі (пустотілі) з ребрами жорсткості, розташованими у внутрішній порожнині.

Пластмасові моделі і стрижневі ящики виготовляють із пластмас на основі синтетичних смол. Подібне оснащення має малу вагу, високу точність і міцність, не піддається коробленню, розбуханню, корозії при збереженні й експлуатації і дозволяє точно відтворювати контури моделі при формуванні.

Основні операції технологічного процесу виготовлення відливків можуть бути об'єднані в три групи: формування; плавки і заливання; вибивання й очищення відливків.

Технологічний процес ручного формування складається з таких основних елементів: набивання нижньої опоки; набивання

верхньої опоки; видалення моделі з форми; обробка форми; складання і навантаження форми.

3.2 Практична частина

3.2.1 Формування в двох опоках за нерознімною моделлю

У ливарному виробництві в переважній більшості випадків разові форми виготовляють у парних опоках. Модель 2 плоскою стороною укладають на підмодельну дошку 1 (рисунок 3.6, а), а потім встановлюють нижню опоку 3 робочою площиною вниз (рисунок 3.6, б).

На модель наносять шар облицювальної суміші товщиною 40—100 мм, який злегка ущільнюють. Потім опоку заповнюють наповнювальною сумішшю. Після заповнення опоки (рисунок 3.6, в) суміш ущільнюють ручною або пневматичною трамбівкою. Надлишок формувальної суміші зрізують (рисунок 3.6, г) і опоку з заформованою у ній моделлю повертають на 180° поверхнею роз'єднання вверх (рисунок 3.6, д).

На нижню опоку 3 встановлюють верхню опоку 6, модель шлаковловлювача 10 і стояка 7 і насипають невеликий шар облицювальної суміші, щоб покрити модель (рисунок 3.6, е). Облицювальну суміш додатково просівають через сито 4. Потім весь об'єм верхньої опоки заповнюють формувальною сумішшю, яку ущільнюють.

Надлишок суміші зрізують врівень із краями верхньої опоки, роблять наколювання для вентиляції форми і витягають модель стояка (рисунок 3.6, ж), знімають верхню опоку, повертають її й оглядають (рисунок 3.6, и). У нижній опці прорізають горизонтальні ливникові канали-живильники 8 (рисунок 3.6, к) і спеціальним підйомником 9 витягають модель (рисунок 3.6, л). Після цього форму знову оглядають і потім збирають (рисунок 3.6, м).

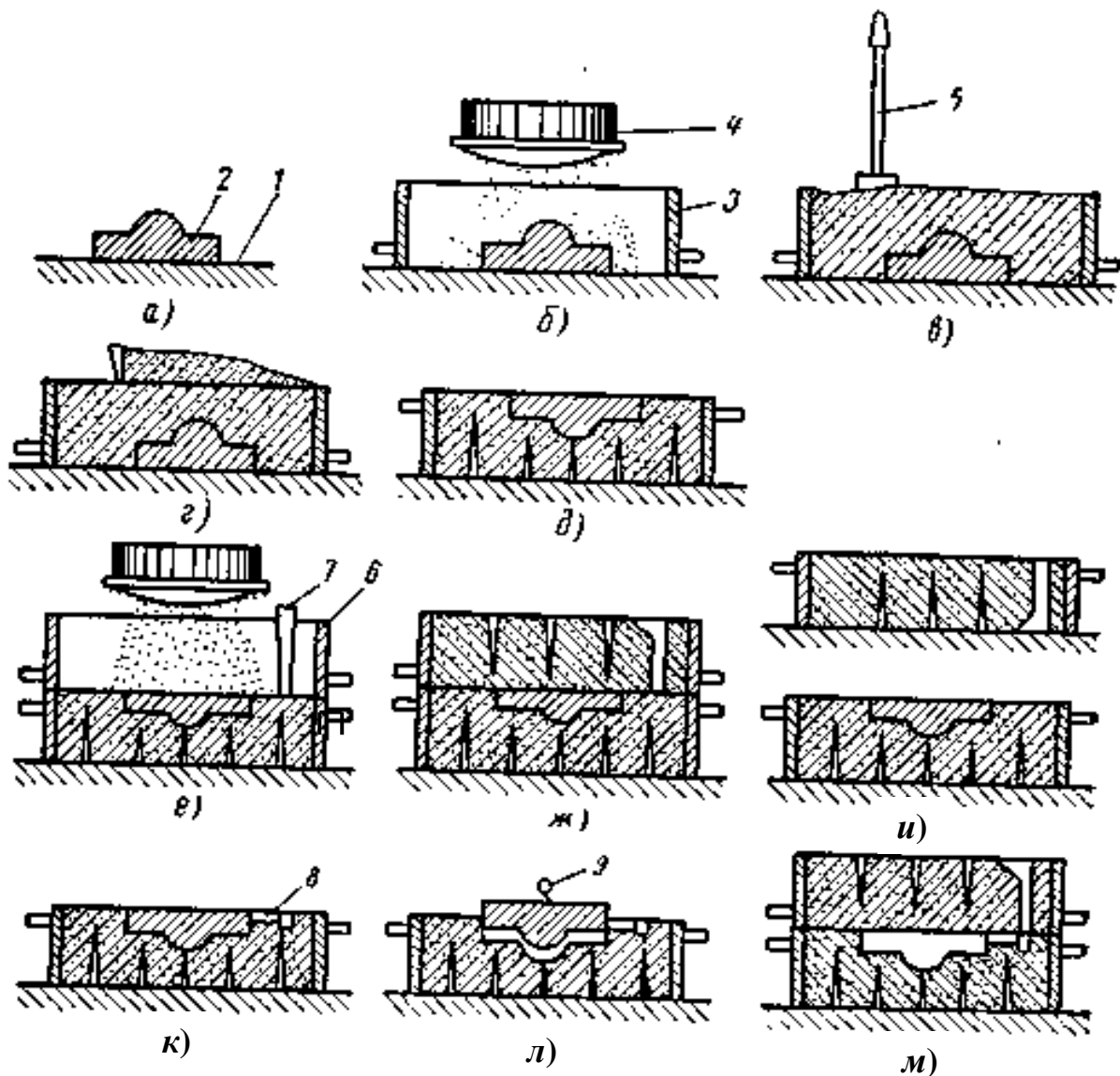


Рисунок 3.6 – Схема виготовлення форми в двох опоках за нерознімною моделлю

Контрольні питання

- 1 Склад формувального комплекту.
- 2 Який інструмент необхідний для формування і його призначення?
- 3 Які складові містить у собі модельний комплект?
- 4 З яких матеріалів виготовляють моделі для формування в піщано-глинисті форми?
- 5 Види моделей. У чому відмінність між моделлю і відливком.
- 6 Опишіть технологічний процес формування в двох опоках за нерознімною моделлю.

Заняття 4

ЛИВНИКОВА СИСТЕМА.

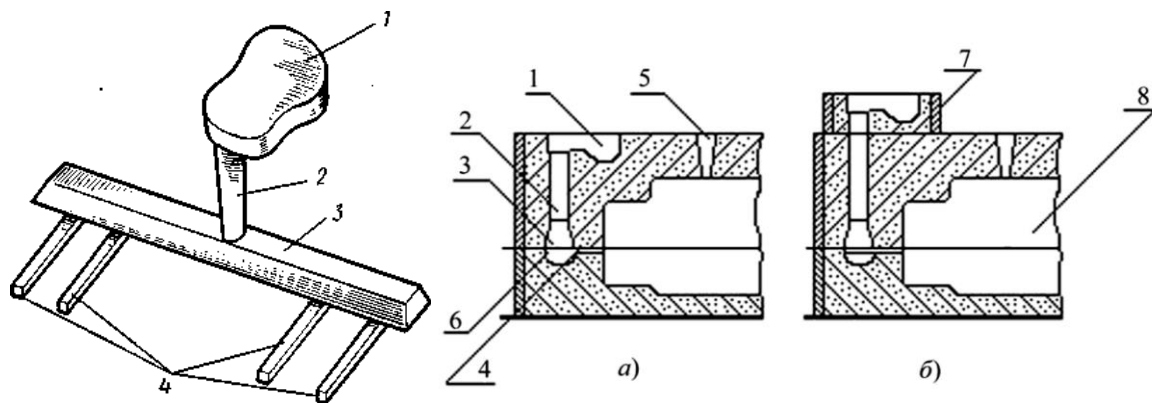
ТИПИ ЛИВНИКОВИХ СИСТЕМ

Мета роботи – вивчення основних елементів ливникової системи, їх призначення, ознайомлення з типами ливникових систем, визначення їх переваг і недоліків, виконання формування з підрізуванням.

4.1 Короткі відомості з теорії

Ливниковою системою називають сукупність каналів і резервуарів, по яких рідкий метал з ковша надходить у порожнину ливарної форми. Ливникова система впливає на якість відливків; неправильно сконструйована або неправильно розрахована вона може бути причиною браку відливків.

Основні елементи ливникової системи показано на рисунку 4.1.



1 – ливникова чаша; 2 – стояк; 3 – шлаковловлювач; 4 – живильники;
5 – випор; 6 – зумпф; 7 – рамка; 8 – порожнина форми

Рисунок 4.1 – Елементи ливникової системи

Ливникова чаша 1 — резервуар, призначений для приймання рідкого металу з ковша, часткового утримання шлаку (у чаші) і передачі металу в стояк.

Стояк 2 — вертикальний (іноді похилий) канал круглого, овального або іншого перетину, призначений для передачі металу

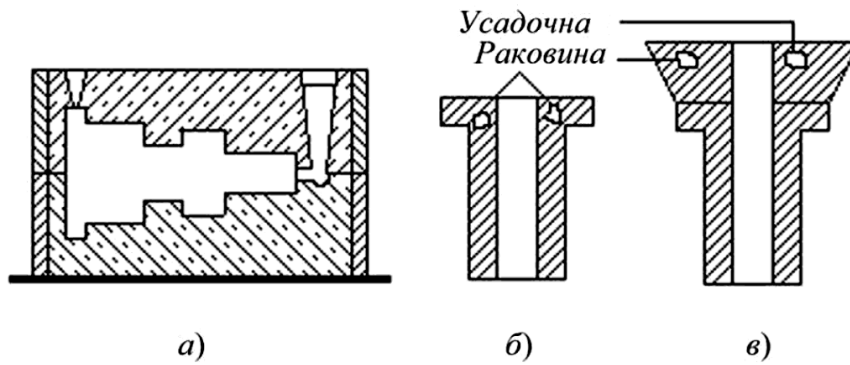
з чаші до інших елементів ливникової системи (шлаковловлювача, живильників).

Ливниковий хід 3, який називається «шлаковловлювачем» для чавунного і сталюого лиття і «колектором» для кольорового — це горизонтальний канал, призначений для утримання шлаку і передачі металу зі стояка до живильників.

Живильники 4 (ливники) — канали, призначені для передачі металу безпосередньо в порожнину форми.

При заливанні крупних форм, щоб запобігти розмиванню металом дна стояка, під ним, на поверхні рознімання форми, в нижній опоці роблять поглиблення, яке називається **зумпф** (рисунок 4.1, б). До елементів ливникової системи, що забезпечують живлення відливка розплавом при твердінні, відносяться випори, бобишки і додатки. Додаток і живильні випори застосовують для виготовлення відливків із білого, легованого, високоміцного чавуну, товстостінних відливок із сірого чавуну. **Випор** — елемент ливникової системи для виведення газів із форми при заливанні і контролю заповнення форми розплавленим металом. Випор ставлять в тій частині порожнини форми, яка розташована вище всіх (рисунок 4.1, а)

Під час усадки металу в формі в стінках відливка можуть утворюватися усадочні раковини. Вони утворюються там, де метал тривалий час залишається в рідкому стані, тобто в товстих перетинах відливка (рисунок 4.1, б). В тонких перетинах відливка раковина утворитися не може, тому що усадка, яка виникає в процесі твердіння, компенсується металом із сусідніх, товстих перетинів відливка, які знаходяться в рідкому стані. Живлення відливка в момент його усадки відбувається за рахунок рідкого металу елемента ливникової системи, який розташовується в формі над тією частиною відливка, де можливо утворення раковини. Таку порожнину в формі називають **додатком** (рисунок 4.2, в).



а – випор в верхній частині форми; б – відливок без додатка;
в – відливок з додатком

Рисунок 4.2 – Будова випору і додатка

Ливникові системи поділяють на п'ять основних типів:

1) верхня ливникова система (рисунок 4.3, а). Живильники підводять або у верхню частину відливка, або в додаток, або під додаток.

2) нижня або сифонна ливникова система (рисунок 4.3, б). Живильники підводять у нижню частину відливка;

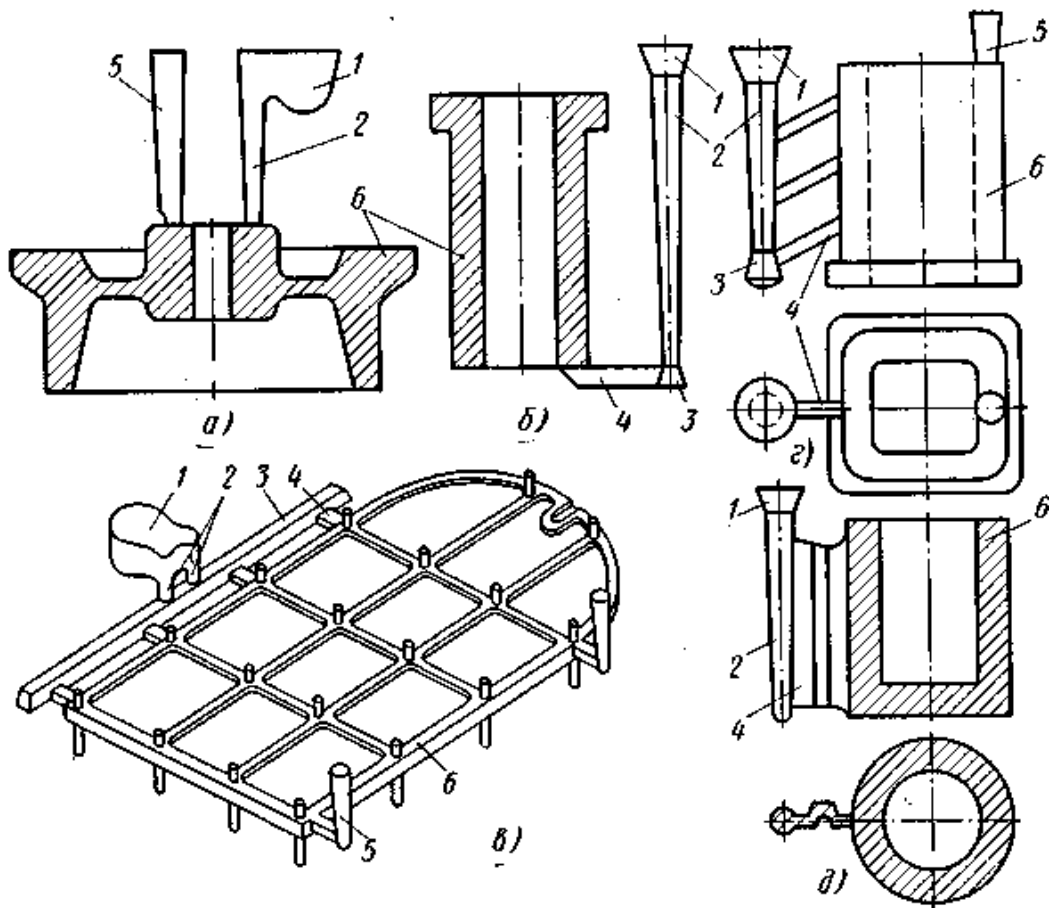
3) бокова ливникова система (рисунок 4.3, в). Живильники підводять по лінії роз'єднання форми;

4) ярусна (поверхова) ливникова система (рисунок 4.3, г). Живильники підводять до відливки на декількох рівнях. Різновидом ярусної ливникової системи є вертикально-щілинна (рисунок 4.3, д);

5) дощова ливникова система.

Тип ливникової системи вибирають у залежності від виду металу, конструкції відливка, положення його при заливанні і т.д.

Верхня ливникова система найбільш проста за конструкцією, легко виконується, вимагає незначної витрати на неї металу. Вона створює найбільш сприятливі умови для живлення відливка, тобто створює потрібний для спрямованої кристалізації розподіл температур — підвищення температур від нижньої частини відливка до верхньої.



1 – чаша; 2 – стояк; 3 – ливниковий хід;
 4 – живильник; 5 – випор; 6 – відливоч

Рисунок 4.3 – Типи ливникових систем

Однак верхня ливникова система має істотний недолік, а саме при падінні струменя металу з великої висоти розмивається форма, утворюються затори; метал окиснюється, розбризкується, у ньому збільшується кількість неметалічних включень. До того ж верхня ливникова система не забезпечує затримку шлаку. Тому її застосовують для низьких відливків невеликої маси, простої конфігурації, з малою і середньою товщиною стінок.

Нижня (сифонна) ливникова система забезпечує спокійне заповнення форми, усуває небезпеку розмивання стінок і утворення заторів. Однак нижнє підведення металу створює несприятливий розподіл температур по об'єму металу відливка (тому що гарячий метал надходить знизу), сприяє розвитку і місцевих розігрівів, і внутрішніх напружень.

Сифонна ливникова система складна у виготовленні і вимагає підвищеної витрати металу, застосовується звичайно для відливок середньої і великої маси, значної висоти, з великою товщиною стінок.

Підведення металу по роз'єднанню є одним з найпоширеніших способів заливання форм різних відливок, особливо відливок, площина симетрії яких збігається з площиною роз'єднання форми.

Бокова ливникова система, зменшуючи (у порівнянні з верхньою) висоту падіння металу і можливість руйнування форми, разом з тим погіршує умови кристалізації і збільшує витрату металу. Вона застосовується для відливок невеликої висоти, середньої маси, великих розмірів; широко використовується при машинному способі виготовлення форм.

Ярусна ливникова система застосовується для великих, важких відливок. Вона забезпечує краще живлення відливка, ніж сифонна ливникова система. Яруси системи повинні подавати метал у порожнину форми послідовно, знизу нагору. Ярусна ливникова система найбільш складна у виконанні і вимагає найбільшої витрати металу. Вертикально-щілинна ливникова система, що забезпечує спокійне заповнення форми при збереженні спрямованості затвердіння, використовується для лиття кольорових сплавів.

Дощова ливникова система застосовується в основному для відливок циліндричної форми. Метал зі стояка попадає в кільцевий колектор, з якого через живильники, розташовані по колу на рівній відстані один від одного, тонкими струмками рівномірно заповнює розташовану нижче порожнину форми. Метал при цьому не повинний розбризкуватися, тому що краплі металу швидко твердіють, окиснюються і не зварюються з основним металом, утворюючи дефекти у відливках, які називаються корольками.

Крім вибору типу ливникової системи, велике значення має вибір місця підведення живильників до відливка. У залежності від властивостей сплаву, конструкції відливка (габаритних розмірів, товщини стінки) при підведенні металу прагнуть забезпечити або спрямоване затвердіння, або одночасне рівномірне охолодження різних частин відливка.

Для виготовлення відливків застосовують ливникові системи, які звужуються,

$$F_{\text{ст}} > F_{\text{шл}} > F_{\text{жив}}$$

і ливникові системи, що розширюються,

$$F_{\text{ст}} < F_{\text{шл}} < F_{\text{жив}},$$

де $F_{\text{ст}}$, $F_{\text{шл}}$ і $F_{\text{жив}}$ — перетини відповідно стояка, шлаковловлювача і живильника (живильників).

Ливникові системи, які звужуються, краще уловлюють шлак, зменшують інжекцію повітря, збільшують лінійну швидкість проходження металу через канали ливникової системи. Їх застосовують при литті сплавів, не схильних до окиснювання, що утворюють неміцні окисні плівки.

Ливникові системи, що розширюються, зменшують швидкість руху металу, забезпечують спокійне заповнення порожнини форми без окиснювання металу. Їх застосовують при литті сплавів, схильних до окиснювання, що утворюють міцні окисні плівки.

При розрахунку ливникової системи необхідно враховувати такі вимоги: 1) ливникова система повинна забезпечувати заповнення форми за оптимальний час з визначеною швидкістю; 2) у всіх перетинах ливникової системи тиск металу повинний дорівнювати або бути більше атмосферного, щоб уникнути засмоктування газів; 3) при заданій тривалості заливання швидкість металу, який виходить з живильників, повинна бути невеликою; 4) ливникова система повинна затримувати неметалічні включення; 5) витрата металу на ливникову систему повинна бути мінімальною.

Недотримання цих вимог викликає брак відливків, незважаючи на чітке виконання всіх інших етапів технологічного процесу.

4.2 Практична частина

4.2.1 Формування з підрізуванням

У практиці ручного формування за нерознімною моделлю трапляються випадки, коли край моделі, яка формується, має складну поверхню і не прилягає до плоскої модельної плити. Під час формування за такою моделлю суміш із нижньої півформи попадає у зазори між краями моделі і поверхнею модельної плити. Вийняти модель із такої форми неможливо. Якщо ж суміш, яка знаходиться у зазорах, вилучити з нижньої півформи, а заглиблення, які при цьому утворилися, оформити у вигляді болванів у верхній півформі, то отримана фасонна поверхня рознімача форми (яка відповідає рельєфу країв моделі) не заважатиме вільному видаленню моделі з нижньої півформи.

Порядок формування з підрізуванням:

1) модель встановлюють на модельну плиту, накривають нижньою опокою і формують її загальним порядком (рисунок 4.4, б);

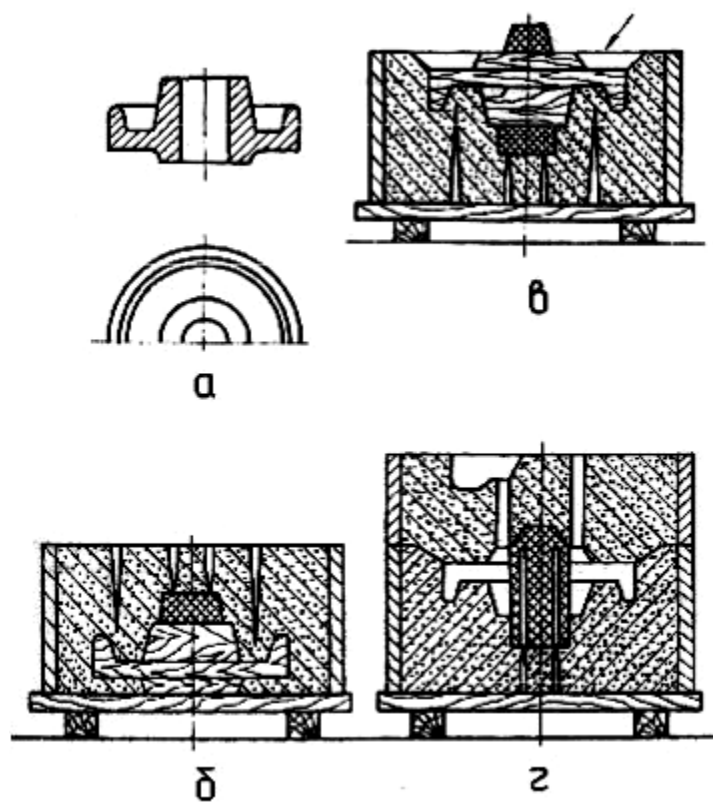


Рисунок 4.4 – Формування з підрізуванням

2) готову півформу перевертають і виконують підрізування суміші (рисунок 4.4, в);

3) посипавши розділяючим піском отриману поверхню рознімача форми, встановлюють верхню опоку, модель стояка і виготовляють верхню півформу;

4) виймають модель стояка, прорізають ливникову чашу, знімають верхню півформу, з нижньої півформи виймають модель, прорізають ливникову систему, складають форму під заливання.

Одержавши інструктаж майстра, виконати формування з підрізуванням. Описати технологію формування з підрізуванням та навести ескізи процесу.

Контрольні питання

- 1 Визначення ливникової системи.
- 2 Розповісти склад ливникової системи і призначення всіх її елементів.
- 3 Типи ливникових систем.
- 4 Укажіть переваги і недоліки різних типів ливникових систем. Область застосування.
- 5 Розрахунок ливникової системи в загальному вигляді.
- 6 Принцип формування з підрізуванням.

Заняття 5

ФОРМУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ.

ФОРМУВАННЯ ЗА РОЗНІМНИМИ МОДЕЛЯМИ

Мета роботи – вивчення видів формувальних сумішей і їх властивостей, засвоєння методів контролю і перевірки придатності сирих форм, виконання формування за рознімними моделями.

5.1 Короткі відомості з теорії

Для виготовлення ливарних разових форм застосовують формувальні суміші, до складу яких входять вихідні формувальні матеріали і відпрацьовані суміші, які були в застосуванні.

Основні вихідні формувальні матеріали містять кварцовий пісок – як наповнювач і глину – як зв'язуюче.

Кварцовий пісок забезпечує хорошу вогнестійкість і газопроникність формувальної суміші. Крупнозернистий пісок забезпечує високу газопроникність, але дає шорстку поверхню відливка і підвищує пригар піску. Дрібний пісок сприяє утворенню гладкої поверхні відливка, але різко знижує газопроникність суміші. Тому при виробництві великих відливок, де потрібне відведення великої кількості газів, що виділяються, застосовують крупнозернистий пісок, а при одержанні дрібного лиття, де чистота поверхні є головною вимогою, використовують дрібнозернистий пісок.

Глина поліпшує такі властивості суміші, як вогнестійкість, міцність і пластичність, але погіршує газопроникність і піддатливість. Тому глини в суміші вводять не більш 8-12 % від об'єму.

На межі метал-форма протікають складні процеси взаємодії формувальних матеріалів і рідкого металу. Нагрітий до високої температури рідкий метал викликає міграцію вологи в приповерхневих зонах форми, газовиділення, розкладання компонентів суміші, їх розм'якшення і розплавлювання і т.ін. А ці процеси у свою чергу можуть несприятливо впливати на розплав і відливання, бути причинами виникнення у відливку газових і піщаних раковин і інших дефектів. Тому до формувальних сумішей ставлять ряд вимог, виконання яких необхідно для одержання якісного відливка. Суміші повинні мати достатню **міцність**, щоб форми не руйнувалися при складанні, транспортуванні і під дією струменя і тиску металу, який заливається. Вони повинні бути досить **піддатливими**, тобто здатними стискатися під дією усадки металу (усадка металу – скорочення об'єму металу при його затвердінні і подальшому охолодженні). При недостатній піддатливості суміші у відливку виникнуть внутрішні напруження, під дією яких він може зруйнуватися. **Обсипальність** характеризується здатністю форми зберігати свою конфігурацію під дією струменя металу. **Обсипальність** може викликати утворення заторів, які складаються із частинок формувальних матеріалів.

Формувальні суміші повинні мати досить хорошу **газопроникність**, тобто здатність пропускати газу, які виділяються з форми і стрижня при їх нагріванні. При недостатній газопроникності газу будуть прориватися через метал відливка, утворювати в ньому газу раковини і пористість, тобто створювати несучільності, що знижують міцність і герметичність заготовки. Суміші повинні мати низьку **газотвірну здатність**, тобто не повинні виділяти велику кількість газу при заливанні рідкого металу. Формувальні суміші повинні також мати такі властивості: вогнестійкість, пластичність і непригоряємість.

Вогнестійкість – здатність суміші, не розм'якшуючись, витримувати високі температури рідкого металу, який заливається у форму. Від вогнестійкості залежить чистота поверхні відливка.

Пластичність – здатність суміші давати чіткий відбиток моделі при виготовленні форми.

Непригоряємість – здатність суміші не утворювати пригоряння піску на поверхні відливка, який ускладнює її механічну обробку.

Крім того, формувальні суміші повинні бути негігроскопічними, довговічними і дешевими.

Текучість – здатність формувальної суміші під дією зовнішніх сил обтікати модель. Внаслідок низької текучості в формі утворюються пухкості, і міцність суміші буде неоднорідною. Вона залежить від кількості зв'язуючих і глини, вологості суміші та ін.

Гігроскопічність – здатність суміші після сушіння поглинати вологу із навколишнього середовища. Якщо суміш має підвищену гігроскопічність, тоді форми перенасичуються вологою і втрачають поверхневу міцність, що веде до утворення у відливках газу раковин і заторів.

Вибиваємість – здатність формувальних сумішей без перешкод видалятися із відливка після його охолодження. Хороша вибиваємість пов'язана з втратою міцності зв'язуючого матеріалу після завершення формування відливка.

Для поліпшення механічних, технологічних і інших властивостей у формувальні суміші вводять допоміжні

формувальні матеріали: зв'язуючі (смоли, рідке скло), протипригарні (у вигляді припилу – пилоподібний кварц, кам'яновугільний пил, тальк, графіт; у вигляді фарби для сталевих відливків – маршаліт, магнезит, циркон), захисні (борна кислота, фториста присадка) і ін. Як обробні матеріали для форм використовують також допоміжні формувальні склади (замазки, клеї, фарби й ін.)

За характером використання формувальні суміші розділяються на облицювальні, наповнюючі і єдині.

Облицювальна суміш (товщиною 15-40 мм) наноситься на модель. Вона безпосередньо контактує з рідким металом, тому повинна мати підвищені фізико-механічні властивості. Готують її із свіжих піску і глини з додаванням протипригарних матеріалів.

Наповнююча суміш заповнює іншу частину ливарної форми поверх облицювальної. Її готують з оборотної, переробленої після вибивання опок суміші з додаванням 5 – 10 % свіжих піску і глини. Застосовують ці дві суміші зазвичай при ручному формуванні для одержання великих і складних відливків.

Єдині суміші застосовують у масовому виробництві при машинному формуванні для набивання всього об'єму ливарної форми. Готують її з оборотної суміші з додаванням до 50 % свіжих компонентів.

За станом форми перед заливанням металу розрізняють суміші для виготовлення форм: вологих, підсушених, сухих, хімічнотвердіючих і самотвердіючих.

Вологі форми (найбільш економічні) виготовляють з великої кількості оборотної суміші і широко застосовують для якісних відливків із сталі, чавуна і кольорових сплавів масою до 3000 кг.

Напівсухі (підсушені) форми виготовляють з облицювальної суміші, що містить 2-4 % швидко твердіючих з'єднуючих закріплювачів. Такі форми застосовують для одержання відповідальних відливків з чавуна і сталі з поверхнями великої довжини (станини, столи верстатів і ін.).

Сухі форми виготовляють із сумішей з підвищеним вмістом глини і меншою кількістю оборотної суміші, тобто більш міцних і менш газопроникних і піддатливих. Щоб полегшити вихід газів і підвищити піддатливість, у такі суміші вводять добавки, що вигорають при сушінні (тирсу, торф). Сухі форми застосовують

тільки для відповідальних і великих (більш 1000 кг) відливків із різних сплавів.

Хімічно твердіючі форми виготовляють із суміші, що містить рідке скло, яке швидко твердіє при 5-хвилинному продуванні вуглекислим газом. Застосовують в одиничному і дрібносерійному виробництві середніх і великих відливків.

Самотвердіючі форми виготовляють з рідких самотвердіючих сумішей (РСС), які мають високу текучість протягом 10 хв, завдяки додаванню спеціальних хімічних реагентів (рідке скло – зв’язуюче, затверджувач – шлак ферохромового виробництва, піноутворювач типу ДС РАС).

Через 30-40 хв після заливання РСС модель видаляється. Заливання металу у форми з РСС проводиться після її витримки протягом 4 год.

Застосовують РСС в одиничному і дрібносерійному виробництвах великих відливків.

Як облицювальні застосовують холоднотвердіючі суміші (ХТС), до складу яких входять збагачені кварцові піски, фенолоформальдегідні й інші смоли як зв’язуюче, ортофосфорна кислота – затверджувач. Заливання ХТС в опоку роблять за 1-1,5 хв, витримка форми в нормальних умовах протягом 2 год. Застосовують при виготовленні середніх і великих форм. Основний недолік ХТС – токсичність компонентів.

До **допоміжних** формувальних складів відносять матеріали, які наносяться на поверхню форм і стрижнів для поліпшення чистоти поверхні відливків.

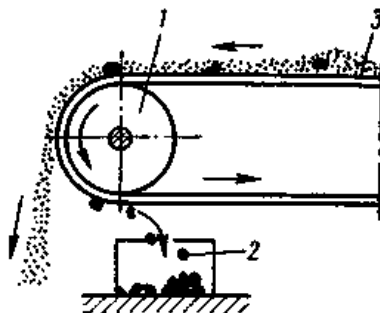
На поверхню форм, що заливаються у вологому стані, наносять протипригарні покриття, які називаються припилами. Як припил для форм сталевих відливків застосовують пилоподібний кварц, а для форм великих товстостінних чавунних відливок — сріблястий графіт.

Сухі форми і стрижні покривають протипригарними фарбами.

Підготовка формувальних сумішей складається з трьох етапів:

1 — підготовка свіжих формувальних матеріалів; 2 — підготовка відпрацьованих сумішей; 3 — приготування суміші з попередньо підготовлених матеріалів.

У землеприготувальному відділенні готують формувальну суміш. Для розмелювання глини застосовуються дробарки молоткові і кульові млини. Відпрацьовану суміш регенерують: спечені шматки дроблять і пропускають через магнітний сепаратор (рисунок 5.1) для відділення металевих включень (бризків металу, каркасів стрижнів).



1 – ведучий шків, 2 – бункер, 3 – стрічковий конвеєр

Рисунок 5.1 – Схема роботи магнітного сепаратора

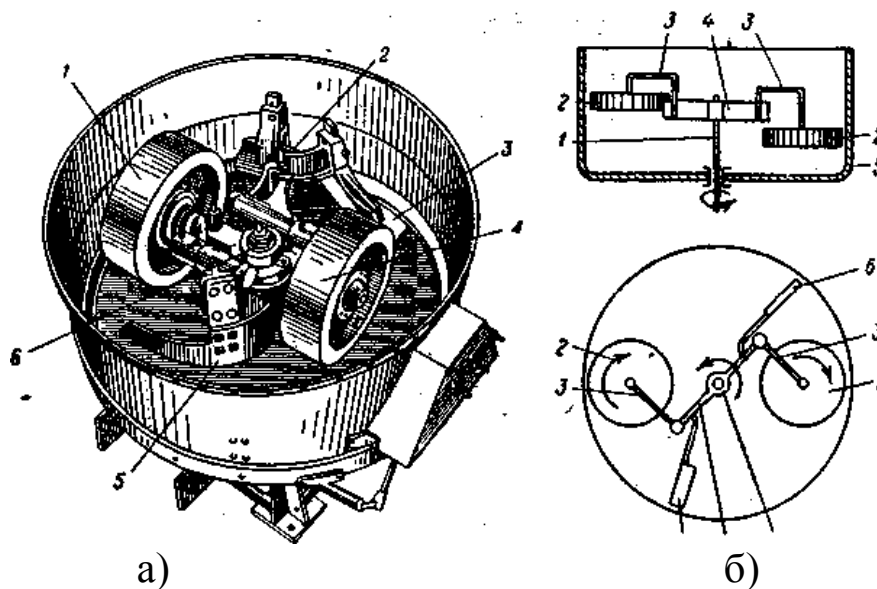
Після такої підготовки усі вихідні компоненти змішують у потрібних пропорціях у бігунах.

Для дозування використовують об'ємні і вагові дозатори, для змішування використовуються бігуни періодичної дії з вертикально-обертливими котками; бігуни періодичної дії відцентрові з горизонтально-обертливими котками; бігуни безперервної дії, здвосні з вертикально-обертливими котками (рисунок 5.2).

Зволожена формувальна суміш стрічковим конвеєром направляється в бункер-відстійник для витримки протягом 1-3 год для вирівнювання вологості по всьому об'єму, потім проводиться розпушення суміші аераторами з метою підвищення її властивостей, після чого суміш подається до місця формування.

Інші свіжі матеріали (зв'язуючі, пилоподібний кварц і ін.) надходять у ливарні цехи в готовому вигляді і не потребують спеціальної підготовки.

Контролю підлягають наступні властивості формувальної суміші.



а – бігуни, що змішують: 1, 4 — гладкі котки;
 2, 5 — плужки; 3 — розвантажувальне вікно; 6 - вертикальний вал;
 б – схема відцентрових бігунів: 1 — вертикальний вал; 2 — котки;
 3 — кривошипи; 4 – траверси; 5 — чаша бігунів

Рисунок 5.2 – Бігуни

Вологість. При вологості нижче 3 % зменшується міцність суміші, ускладнюється видалення моделі і ремонт форм, підвищується обсипальність форм. Вологість вище 6 % знижує газопроникність, зменшує текучість, міцність і твердість форм, створює нерівномірність властивостей по перетину форми, низьку якість поверхні відливок, підвищену схильність до газових раковин.

Газопроникність. При газопроникності вологої форми нижче 60 од. утворюються газові раковини, вибуховий пригар. При газопроникності форми вище 140 од. можливе погіршення якості поверхні відливок, утворення пригару.

Границя міцності на стиск у вологому стані. Визначається спеціальним приладом на стандартних зразках і знаходиться в межах 0,3-0,6 кгс/см².

Текучість. Текучість повинна бути не менш 50-60 %. Низька текучість приводить до зниження твердості форми, погіршення якості поверхні відливка, порушення геометричних розмірів і збільшення маси відливок. Текучість є показником здатності суміші до перетікання при ущільненні.

Визначаються також:

1) границя міцності на розрив у вологому стані для машинного формування повинна знаходитися в межах 0,15 - 0,35 кгс/см²;

2) формівність;

3) обсипальність при формуванні по вологому повинна бути в межах 0,1-0,5%;

4) газотвірна здатність;

5) ущільнення (при зниженому ущільненні спостерігається обсипальність країв форми, підриви виступаючих частин форми при витягуванні моделі. Надмірне ущільнення приводить до газових раковин, погіршення якості поверхні). Суміші з ущільненням 40-55 % раціонально використовувати для машинного формування, а з ущільненням понад 55 % – при ручному формуванні.

Перед складанням разової форми при вологому формуванні контролюється її твердість. Для одержання якісних відливків твердість форм у місці, яке найбільш складно ущільнити, повинна бути не нижче 50-60 од. Для коефіцієнта нерівномірності, що характеризує відношення мінімальної твердості до середньої, рекомендується значення не нижче 0,85.

Нещільність прилягання півформ при складанні не повинна перевищувати 1мм.

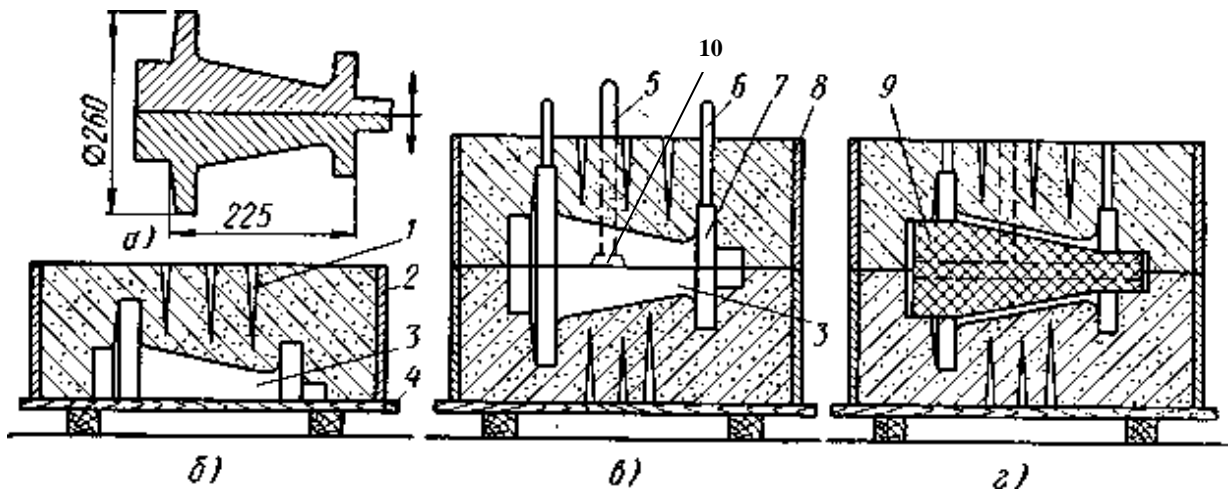
Тривалість збереження складених під заливання вологих форм не повинна перевищувати 1 год.

5.2 Практична частина

5.2.1 Виконати формування в двох опоках за рознімною моделлю

Формування за рознімною моделлю застосовують у випадках, коли модель не має плоскої поверхні.

Спочатку виготовляють нижню півформу (рисунок 5.3, б).



- а — модель; б, в — виготовлення нижньої і верхньої півформ;
 г — складена форма: 1 — вентиляційні наколювання; 2 — нижня опока;
 3 — нижня половина моделі; 4 — підмодельна дошка;
 5 — модель стояка; 6 — моделі випорів; 7 — верхня половина моделі;
 8 — верхня опока; 9 — стрижень; 10 — шлаковловлювач

Рисунок 5.3 – Схема виготовлення форми в двох опоках за рознімною моделлю

Послідовність операцій при формуванні за рознімною моделлю така ж, як і при формуванні за нерознімною моделлю. Відмінність тільки в тому, що після виготовлення нижньої півформи і її повороту на 180° на нижню половину моделі 3 встановлюють верхню половину 7 (рисунок 5.3, в). Площину роз'єднання форми посипають розділовим піском і продовжують формування в звичайній послідовності. В обох півформах спеціальною голкою роблять канали, що збільшують газопроникність форми. Для виконання внутрішньої порожнини відливка у формі встановлюють стрижень 9 (рисунок 5.3, г).

Контрольні питання

- 1 Які матеріали використовуються для виготовлення формувальної суміші і чому?
- 2 Які вимоги ставляться до формувальних сумішей?
- 3 Назвіть властивості формувальних сумішей і дайте їх визначення.
- 4 Які суміші використовуються для формування і їх склад?

5 Опишіть процес підготовки формувальної суміші. Обладнання землепріготувального відділення.

6 Опишіть технологічний процес формування за рознімною моделлю.

7 Які властивості формувальної суміші підлягають контролю і від яких факторів вони залежать?

Заняття 6

СТРИЖНЕВІ СУМІШІ.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРИЖНІВ.

ОБЛАДНАННЯ СТРИЖНЕВИХ ДІЛЬНИЦЬ

Мета роботи – вивчення видів стрижневих сумішей і їх властивостей, освоєння технології виготовлення стрижнів, ознайомлення з обладнанням стрижневих ділень, виготовлення відповідно до завдання стрижня.

6.1 Короткі відомості з теорії

Стрижні використовують для одержання порожнин всередині відливків. Вони працюють у дуже важких умовах, тому що оточені рідким металом з усіх боків (за винятком знакових частин). Тому стрижнева суміш повинна мати більш високу міцність, газопроникність і піддатливість. Глина як зв'язуюча добавка в стрижневій суміші застосовується тільки для великих стрижнів простої форми. Для одержання тонких і складних отворів як зв'язуючу добавку в стрижневій суміші використовують оксоль, рідке скло, смоли, декстрин, патоку й ін. Для підвищення газопроникності і піддатливості в стрижневу суміш вводять тирсу або торф (2-3 %), які у процесі сушіння стрижня вигорають, утворюючи пори, які підвищують газопроникність і піддатливість.

Стрижневі суміші, основною складовою частиною яких є кварцовий пісок, поділяються за способом виготовлення на суміші, що твердіють при тепловому сушінні або в оснащенні, яке підігрівається; рідкі самотвердіючі; суміші з додаванням рідкого скла і холоднотвердіючі суміші.

До складу холоднотвердіючих сумішей (ХТС) входять збагачені кварцові піски, фенолоформальдегідні й інші смоли як зв'язуючі добавки й ортофосфорна кислота як каталізатор твердіння. Заливання ХТС у стрижневий ящик здійснюють за 1 - 1,5 хв, витримка в нормальних умовах протягом 2 год. Основний недолік ХТС – токсичність зв'язуючих і затверджувача.

Рідкоскляні стрижневі суміші мають у своєму складі як зв'язуюче рідке скло.

Рідкі самотвердіючі суміші (РСС) складаються з кварцового піску, рідкого скла, шлаку ферохромового виробництва і піноутворювача.

Для стрижневих сумішей рекомендуються сухі кварцові піски, просіяні через сито з отворами розміром 3-5 мм.

Зв'язуючі матеріали для стрижневих сумішей поділяються на органічні (вигоряючі), неорганічні (невигоряючі), водні і неводні. Органічні зв'язуючі виготовляються найчастіше на основі сульфітної барди, а неорганічні на основі рідкого скла. Водні зв'язуючі застосовуються як швидкотвердіючий матеріал (емульсія сульфітної барди з кріпителем ГТФ і лаком етиноль або водний розчин силікату натрію). Неводні зв'язуючі відносяться до нормально або уповільнено твердіючих матеріалів (розчин в уайт-спириті сплаву рослинної олії і каніфолі або розчин окисненого петролатума в уайт-спириті).

Для поліпшення видалення стрижнів до складу суміші вводять: рослинні і мінеральні олії, їх замітники, штучні смоли; каніфоль, бітум, пеки, які вводяться у вигляді порошків, що при сушінні розплавляються й обволікають зерна піску плівкою; сульфітно-спиртову барду, кормову патоку, декстрин, пектиновий клей і ін., що вводяться у вигляді водних розчинів.

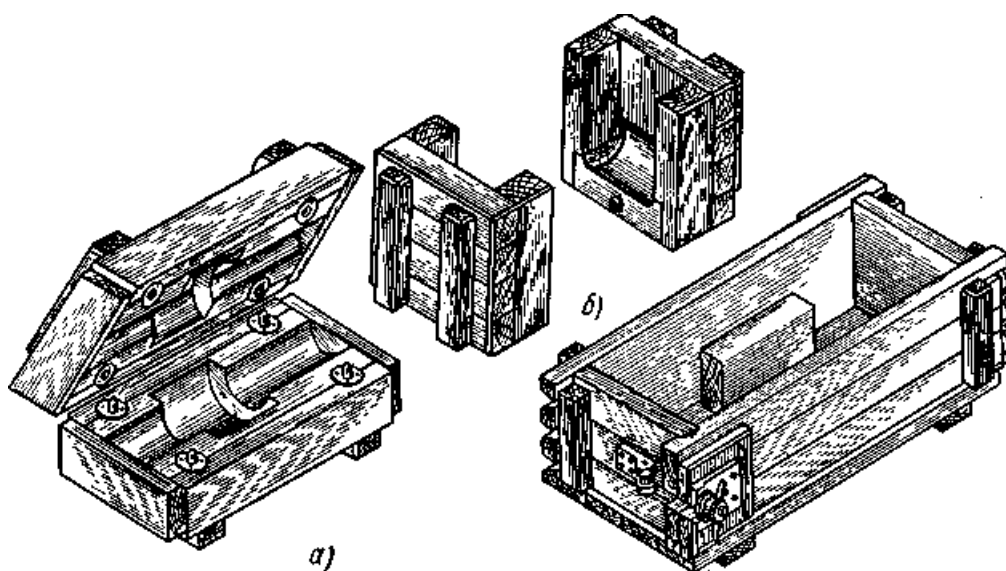
Для забезпечення піддатливості в стрижневу суміш вводять тирсу, яку перед цим просівають через сито з отворами 20×20 мм і змочують до вологості 25-30 %. При машинному виготовленні стрижнів у суміш додають азбест хризолітовий.

Для зниження липкості в суміш вводять азбестову крихту, пилоподібний кварц, напівжирні піски, мазут або гас. З тією ж метою наносять на робочу поверхню стрижневого ящика припили, розділові рідини (наприклад, розчин каучуку в уайт-спириті).

При перевірці якості стрижневих сумішей контролюються міцність як у вологому, так і в сухому стані, газопроникність і вологість.

Стрижні вручну виготовляють у стрижневих ящиках або за шаблонами. За конструкцією стрижневі ящики підрозділяються на цільні, рознімні, витрясні й ін. (рисунки 6.1, 6.2). Виготовляють їх з тих же матеріалів, що і моделі. Найчастіше застосовують рознімні стрижневі ящики. Такий ящик складається з двох половин, що перед формуванням з'єднують струбцинами. Потім ящик набивають стрижневою сумішшю. У стрижень вставляють каркас із дроту і проколюють наскрізні вентиляційні канали. Потім стрижневий ящик обережно розкривають і готовий стрижень відправляють сушити.

Великі стрижні, що мають форму тіл обертання, можна виготовити за допомогою різних шаблонів.

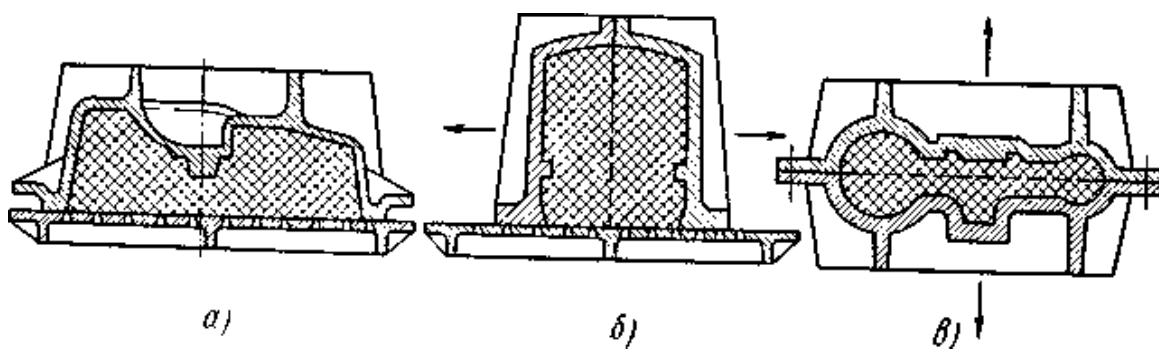


а – з горизонтальним розніманням; б – з вертикальним розніманням;
в – складений

Рисунок 6.1 – Дерев'яні стрижневі ящики

Машинне формування стрижнів, яке забезпечує більш високу продуктивність праці і точність, ніж ручне формування, застосовують у серійному і масовому виробництвах. Використовують пресувальні і струшувальні машини, а також піскомети, робота яких нічим не відрізняється від роботи машин,

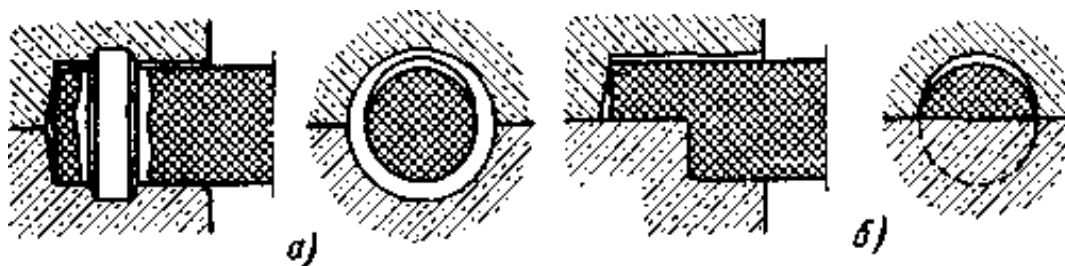
що використовуються при виготовленні форм. Крім зазначених, для виготовлення стрижнів застосовують також мундштукові (для виготовлення стрижнів простої форми з постійним поперечним перерізом по довжині діаметром не більш 50 мм), піскодувні (стрижні будь-якої складності) і піскострільні машини.



а – витрясний; б – з вертикальним роз'єднуванням; в – з горизонтальним роз'єднуванням

Рисунок 6.2 – Металеві стрижневі ящики

Стрижні встановлюють у формі на знаках, конфігурація і розміри яких залежать від форми і габаритних розмірів стрижня. Знаки повинні забезпечувати правильне і стійке положення стрижнів у формі, тому знакові частини роблять з фіксаторами (рисунок 6.3).



а – кільцевий; б – з одним зрізом

Рисунок 6.3 – Типи стрижневих фіксаторів

Сушіння стрижнів може бути поверхневе і наскрізне. Для масивних товстостінних стрижнів для скорочення виробничого

циклу слід застосовувати поверхневе сушіння. Наскрізне сушіння застосовується для виготовлення особливо відповідального лиття. Йому піддають дрібні і середні, а також великі, але тонкостінні і складні за формою стрижні.

Температура сушіння стрижнів визначається природою зв'язуючих. Мінімальну температуру сушіння мають стрижні, виготовлені на патоці або каніфолі; максимальну — на глині.

Тривалість сушіння залежить від товщини стрижня, вологості суміші і газового середовища. Чим масивніші стрижні, тим триваліше сушіння при постійній температурі. Наприклад, сушіння стрижнів триває від 1 до 10 год. Зі збільшенням вологості суміші тривалість сушіння зростає. Склад суміші і її газопроникність практично не впливають на тривалість сушіння. Спочатку здійснюють повільний обережний прогрів усієї товщі стрижня до 100 °С, після цього здійснюється швидке нагрівання до максимальної температури 350 °С, потім проводиться повільне охолодження сухих стрижнів до температури 50 – 70 °С.

Сушіння проводиться різними способами:

1) гарячими газами за допомогою камерних і конвеєрних сушил із природною і примусовою циркуляцією газів, а також переносних сушил і пальників - для наскрізного і поверхневого сушіння;

2) спеціальними лампами інфрачервоного випромінювання - для поверхневого сушіння великих стрижнів і наскрізного сушіння дрібних стрижнів із сумішей на всіх зв'язуючих;

3) струмами високої частоти за допомогою тепла змінного магнітного поля при переміщенні стрижнів між електродами коливального контуру генератора високої частоти - для наскрізного сушіння стрижнів без металевих каркасів. Можливе застосування конвеєрного сушіння.

Для сушіння стрижнів застосовують сушильні печі різної конструкції: вертикальні і горизонтальні конвеєрні сушила, камерні сушила з візками, що викочуються, сушильні шафи з висувними полицями та ін.

Після сушіння проводять контроль стрижнів. Розміри стрижнів перевіряють шаблонами або в одиничному виробництві кронциркулем і іншими вимірювальними інструментами. Крім розмірів, контролюють якість поверхні стрижнів (наявність

тріщин, рубчиків і т.д.). Особлива увага приділяється станові знаків стрижнів. Тріщини в стрижнях і з'єднуючі шви, що утворюються після склеювання, зашпаровують стрижневою сумішшю або спеціальною пастою. Потім стрижні фарбують і подають на складання форм. Стрижні фарбують за допомогою пульверизатора. Фарбу наносять на стрижні рівним шаром, який не перевищує 1—1,5 мм. У іншому випадку фарба при заливанні форми відшаровується, що викликає брак відливок.

Вибиваються стрижні з відливок на пневматичних вібраційних машинах. Великі стрижні вимивають з відливки потужним струменем води, використовуючи гідравлічні установки.

6.2 Практична частина

Виготовити стрижні до заданих моделей відливок із застосуванням стрижневих ящиків. Описати технологію виготовлення стрижнів.

Контрольні питання

- 1 Для чого служать стрижні?
- 2 Вимоги до стрижнів.
- 3 Склад стрижневих сумішей.
- 4 Назвіть основні види стрижневих сумішей.
- 5 Вимоги, пропоновані до стрижневих сумішей.
- 6 Склад комплекту для одержання стрижнів.
- 7 Опишіть технологію виготовлення стрижнів.
- 8 Назвіть переваги машинного формування стрижнів.
- 9 Які бувають способи сушіння стрижнів?
- 10 Яким чином проводиться видалення стрижнів з готових відливок?

Заняття 7

МАШИННЕ ФОРМУВАННЯ. ВИБИВАННЯ І ОЧИЩЕННЯ ВІДЛИВКІВ

Мета роботи – вивчення процесу машинного формування, методів виймання моделей з півформ, виконання формування за роз'ємними моделями із застосуванням стрижня, здійснення заливання розплавленого металу в порожнину форми, вибивання й очищення відливки.

7.1 Короткі відомості з теорії

7.1.1 Машинне формування

У трудомісткості виготовлення відливків частка формування складає близько 60 % (від усієї трудомісткості), плавлення і заливання металу – 10 %, вибивання, обрубкування та очищення – 30 %. Тому трудомісткі операції намагаються механізувати.

У порівнянні з ручним машинне формування має ряд переваг: велика продуктивність, велика точність і краща якість поверхні, більш рівномірне ущільнення, велика міцність і краща газопроникність ливарної форми.

Процес машинного формування складається з таких основних операцій:

- встановлення опоки на модельну плиту і її центрування за штирями;
- наповнювання опоки формувальною сумішшю;
- ущільнення формувальної суміші в опоці;
- виймання моделі з півформи;
- знімання півформи з машини і передача її на складання;
- складання, скріплення форми і транспортування на заливання металом.

Найбільш трудомісткою і відповідальною операцією з перелічених вище є операція ущільнення суміші. Мета ущільнення формувальної суміші – це досягнення такої її щільності і міцності, за якої ливарна форма не змінювала би свої розміри під впливом статичного, динамічного та хіміко-

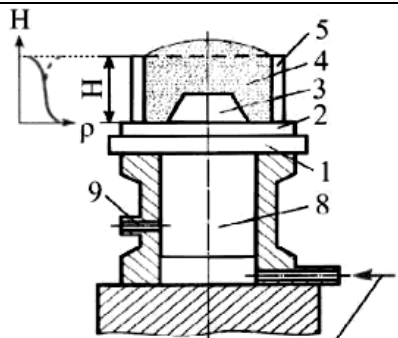
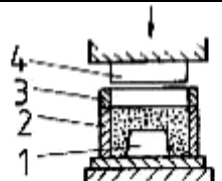
термічного впливу металу, який у неї заливають, і забезпечувала отримання точного відливка з гладкою поверхнею.

Існують такі методи машинного ущільнення суміші в опоках:

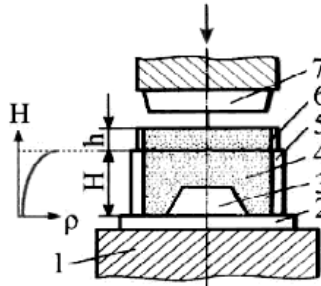
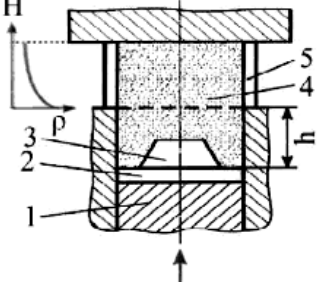
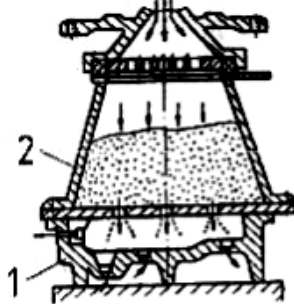
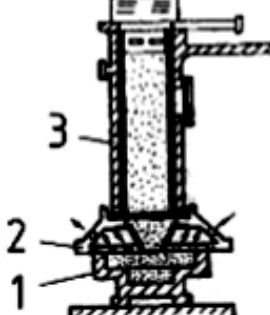
- струшування;
- струшування з наступним підпресуванням верхніх шарів форми;
- пресування (верхнє і нижнє);
- вібропресування (поєднання пресування з вібрацією);
- надув (піскодувний, піскострільний і піскодувно-піскострільний методи);
- піскометний.

Характеристики методів машинного формування наведені у таблиці 7.1.

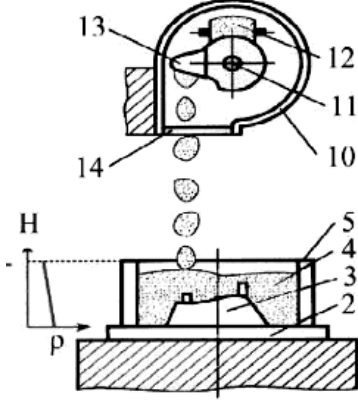
Таблиця 7.1 – Характеристики методів машинного формування

Метод ущільнення	Схема роботи машини	Позначення
1	2	3
Струшування	 <p>Стисле повітря</p>	<p>1 – стіл формувальної машини 2 – модельна плита 3 – модель 4 – формувальна суміш 5 – опока 9 – вихлопний отвір</p>
Струшування з підпресуванням		<p>1 – модель 2 – опока 3 – наповнювальна рамка 4 – пресова колодка</p>

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
Верхнє пресування	 <p>The diagram shows a cross-section of a top pressing machine. A vertical arrow indicates downward force. A top plate (7) is positioned above a movable frame (6). Below the frame is a mold (4) containing a mixture (3) and a model (2). The mold sits on a sand bed (5), which is on a table (1). Dimensions include height H, height h, and radius ρ.</p>	<p>1 – стіл 2 – модельна плита 3 – модель 4 – формувальна суміш 5 – опока 6 – нерухома додаткова рамка 7 – пресова колодка</p>
Нижнє пресування	 <p>The diagram shows a cross-section of a bottom pressing machine. A vertical arrow indicates upward force. A sand bed (5) is on a table (1). Above it is a mold (4) containing a mixture (3) and a model (2). A movable frame (2) is positioned above the mold. Dimensions include height H, height h, and radius ρ.</p>	<p>1 – стіл 2 – модельна плита 3 – модель 4 – формувальна суміш 5 – опока</p>
Піскодувний	 <p>The diagram shows a sand blowing process. A vertical pipe (1) is connected to a reservoir (2) at the bottom. Sand is blown upwards through the pipe.</p>	<p>1 – стрижневий ящик 2 – резервуар</p>
Піскострільний	 <p>The diagram shows a sand gun process. A vertical pipe (3) is connected to a reservoir (2) at the bottom. Sand is blown upwards through the pipe. The pipe is supported by a frame (1).</p>	<p>1 – стрижневий ящик 2 – насадка 3 – резервуар</p>

Продовження таблиці 7.1

1	2	3
Піскометний		2 – модельна плита 3 – модель 4 – формувальна суміш 5 – опока 10 – корпус-кожух 11 – вал 12 – стрічковий конвеєр 13 – металева лопатка 14 – вікно

Іншою важливою операцією машинного формування є операція видалення моделі з півформи. Існують такі методи виймання моделей з півформи:

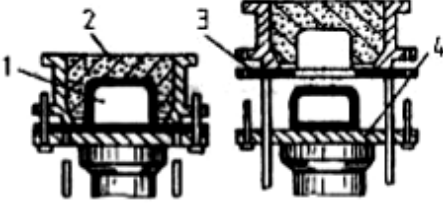
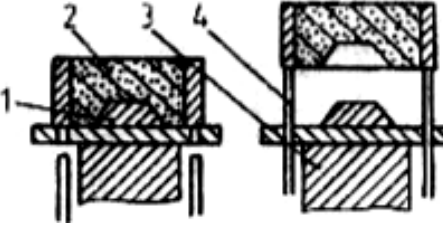
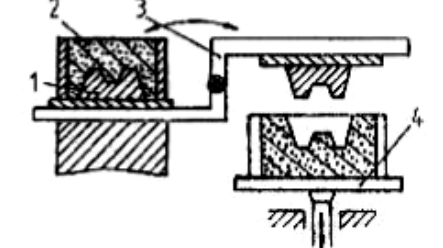
- виймання моделі з півформи вгору;
- вниз крізь протяжну плиту;
- піднімання півформи з модельною плитою за допомогою штифтів;
- опускання пів форми вниз від модельної плити.

Схеми методів виймання моделей з півформ наведені у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Характеристики методів машинного формування

Метод видалення	Схема роботи машини	Позначення
1	2	3
З півформи вгору		1 – поворотний стіл 2 – півформа 3 – модель 4 – штики піднімання

Продовження таблиці 7.2

1	2	3
Вниз крізь протяжну плиту		1 – модель 2 – півформа 3 – протяжна плита 4 – стіл, який опускається
Піднімання півформи штирями		1 – модель 2 – півформа 3 – стіл машини 4 – штифти
Опускання півформи вниз від модельної плити		1 – модель 2 – півформа 3 – поворотний стіл 4 – приймальний стіл

7.1.2 Вибивання і очищення відливоків

Після заливання металу у форми відбувається його кристалізація і охолодження. Час перебування відливка у формі до моменту вибивання залежить від сплаву, з якого виготовляється відливки, а також від маси, габаритів і переважної товщини стінки відливка. Середня швидкість охолодження у формах коливається у досить широких межах – від 2 – до 150 °С/ хв. Швидкість охолодження обирають з урахуванням товщини стінок відливоків і міцності сплаву. Передчасне вибивання відливоків з форм може привести до появи різних видів браку або втрати їх якісних показників.

Вибивання відливоків з форм проводять шляхом руйнування залитої форми ручним або механізованим способами в залежності від маси відливоків, виду сплаву, об'єму, і організації їх виробництва. Температура вибивання відливоків: чавунних дрібних 700 – 800 °С, чавунних середніх – 400 – 500 °С, чавунних великих 300 – 400 °С, з бронзи – 300 – 500 °С, з алюмінієвих

сплавів – 200 – 300 °С, з магнієвих сплавів – 100 – 150 °С, сталевих – 500 – 700 °С. Під час механізованого вибивання ця операція здійснюється на лініях або конвеєрах спеціальними вибивними установками, на вибивних ексцентрикових, інерційно-ударних або інерційних решітках.

Після вибивання з форм відливки підлягають цілому ряду фінішних операцій з метою надання їм певного товарного вигляду.

Вибиті відливки перш за все потрібно відокремити від елементів ливникових систем: ливників, випорів, бобишок, додатків. Обрубкування і очищення лиття від залишків стрижнів і суміші, що пригоріла, є одними з найбільш трудомістких, важких і шкідливих для людини операцій в ливарному виробництві. В залежності від матеріалу відливок, відділення їх від ливникових систем може відбуватися різними способами. Завдяки крихкості чавунних відливок, живильники і випори окремих чавунних відливок відокремлюються під час очищення їх у галтувальних барабанах, а від більш великих – ударами молотків у процесі вибивання форм. Від дрібних сталевих, бронзових та латунних відливок ливники відрізають на пресах різної конструкції, а від відливок з алюмінієвих сплавів – стрічковими пилами. Живильні бобишки і додатки відрізають на верстатах з дисковими пилами, а дуже великі додатки – полум'ям газокисневих різаків.

Далі відливки піддаються очищенню від пригорілої до їх поверхні суміші. Для невеликої кількості відливок ця операція виконується вручну або за допомогою механізованих металевих щіток.

Під час масового виробництва відливок очищення буває:

галтувальне – відбувається у результаті тертя і зіткнення відливок один об одного в процесі їх взаємного перемішування у барабані, який обертається в горизонтальній площині;

дробометне – здійснюється потоком чавунного дроби, який направляється на відливок спеціальними головками, в барабанах, в камерах або на поворотних столах;

дробоструменеве – як і попереднє здійснюється потоком чавунного дроби, який викидається стисненим повітрям через сопло дробоструменевого апарата;

вібраційне – здійснюється абразивами, які знаходяться разом з відливками у вібраційному контейнері, частота коливань якого 1000 - 2000 за хвилину;

гідравлічне – здійснюється струменем води, яка спеціальними гідромоніторами під тиском більш за 10 МПа направляється на відливки;

електрогідравлічне – використовує енергію високовольтних електричних розрядів, які створюються у воді між електродом і поверхнею відлиwkів;

хімічне – застосовується для відлиwkів, одержаних литтям за виплавленими моделями, шляхом вилуджування їх у ванні з гарячим розчином каустику (NaOH);

електрохімічне – ґрунтується на хімічних реакціях, які відбуваються у розплаві гідрооксиду калію або натрію при пропусканні крізь нього постійного струму напругою 5 – 10 В.

Майже завжди у процесі очищення відлиwkів відбувається їх звільнення від стрижнів.

Потім відливки піддають обрубуванню і зачищенню. Під обрубуванням розуміють зачищення заливів, швів та грубих нерівностей на поверхні відлиwkів за допомогою зубил вручну або пневматичними молотками. Зачищення місць живильників, додатків і різних дрібних поверхневих нерівностей здійснюють надфілями за малих об'ємів виробництва і за допомогою різних приладів, обладнаних абразивними кругами, за великої кількості відлиwkів.

Далі проводять виправлення дефектів відлиwkів; при необхідності їх піддають термічній обробці (відпалу, нормалізації, гартуванню, відпуску, хіміко-термічній обробці) з метою поліпшення властивостей, здійснюють контроль їх якості (візуальний, виявлення прихованих дефектів, встановлення необхідної структури, визначення фізико-механічних властивостей тощо). Внутрішні дефекти виявляють радіографічною і ультразвуковою дефектоскопією; невидимі поверхневі дефекти виявляють за допомогою люмінесцентної і кольорової дефектоскопії. Потім у разі необхідності відливки ґрунтують.

7.2 Практична частина

Ознайомитися з основними вузлами і принципом роботи формувальної машини. Під керівництвом викладача студенти виготовляють верхню та нижню півформи, проводять заміри твердості, встановлюють стрижні, складають форму. За допомогою таблиць 7.1 і 7.2 визначають метод ущільнення формувальної суміші і схему видалення моделей з півформи.

Описати різні способи вибивання відливок з форм і послідовність операцій з надання відливкам товарного вигляду.

Контрольні питання

- 1 Які існують методи ущільнення суміші при машинному формуванні?
- 2 Які існують методи видалення моделі з півформи?
- 3 Які переваги має машинне формування у порівнянні з ручним формуванням?
- 4 Які основні операції виконуються при машинному формуванні?
- 5 Назвіть види механізованого вибивання форм.
- 6 Методи очищення відливоків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Литейное производство [Текст] / под ред. И. Б. Куманина. – М.: Машиностроение, 1971. – 320 с.
- 2 Специальные способы литья [Текст]: справочник / под общ. ред. В. А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 436 с.
- 3 Литье под давлением [Текст] / М. Б. Беккер, М. Л. Заславский, Ю. Ф. Игнатенко [и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
- 4 Матюхов, В. Г. Техника безопасности в литейном производстве [Текст] / В. Г. Матюхов. – М.: Высшая школа, 1980. – 94 с.
- 5 Технология конструкционных материалов [Текст] / под ред. Г. А. Прейса. – К.: Вища школа, 1984. – 359 с.

6 Болдин, А. Н. Экология литейного производства. Борьба с шумом в литейных цехах [Текст] /А. Н. Болдин, А. Н. Поддубный, Л. М. Романов. – М. : МИСиС, 1999. – 123 с.

7 Экология литейного производства [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. А. Н. Болдина, С. С. Жуковского, А. Н. Поддубного, Яковлева, В. Л. Крохоткина. — Брянск: Изд-во БГТУ, 2001. — 315 с.

8 Граблев, А. Н. Машины и технология литейного производства. Введение в специальность [Текст]: учеб. пособие / А. Н. Граблев, А. Н. Болдин. – М. : МГИУ, 2010. – 228 с.

9 Мамина, Л. И. Формовочные материалы [Текст]: учеб. пособие / Л. И. Мамина, Б. А. Кулаков. – М. : Изд.-во «Проспект», 2015. – 297 с.

10 Марукович, Е. И. Литейные сплавы и технологи [Текст] / Е. И. Марукович, М. И. Карпенко. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 442 с.

11 Проектирование литейных цехов. Машины литейного производства [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Болдин, Е. А. Резчиков, А. Н. Граблев, Е. А. Осипов. – М. : МГИУ, 2010. – 435 с.

