

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни

“Технологія ливарного виробництва”

та виконання контрольних завдань і курсового проекту
для студентів

заочної форми навчання

2021

Методичні вказівки з вивчення дисципліни "Технологія ливарного виробництва" та виконання контрольних завдань і курсового проєкту: для студентів заочної форми навчання / уклад.: В. Г. Іванов, О. Ф. Кузовов. – Електронні дані. – Запоріжжя: НУЗП, 2021. – 45 с.

Укладачі: В.Г.Іванов, доцент, д.т.н.
О.Ф.Кузовов, доцент, к.т.н.

Рецензент: В. В. Наумик, професор, д.т.н.

Відповідальний
за випуск: В.Г. Іванов, зав.каф., д.т.н.

Схвалено
НМК Інженерно-фізичного
факультету

Затверджено
на засіданні кафедри машин і тех-
нології ливарного виробництва

Протокол № 1
від „ 19 ” серпня 2021 р.

Протокол № 1
від „ 17 ” серпня 2021 р.

ЗМІСТ

1	Загальні методичні положення.....	5
2	Робоча програма і методичні вказівки щодо вивчення тем дисципліни.....	6
2.1	Вступ.....	6
2.1.1	Зміст робочої програми.....	6
2.1.2	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	6
2.1.3	Питання для самоперевірки.....	6
2.2	Формувальні матеріали і суміші.....	6
2.2.1	Зміст робочої програми.....	7
2.2.2	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	7
2.2.3	Питання для самоперевірки.....	8
2.3	Модельне виробництво. Опокова оснастка.....	9
2.3.1	Зміст робочої програми.....	9
2.3.2	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	9
2.3.3	Питання для самоперевірки.....	10
2.4	Технологія виготовлення разових форм та стрижнів.....	11
2.4.1	Зміст робочої програми.....	11
2.4.2	Ручне формування.....	13
2.4.2.1	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	13
2.4.2.2	Питання для самоперевірки.....	13
2.4.3	Технологія машинного формування.....	14
2.4.3.1	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	14
2.4.3.2	Питання для самоперевірки.....	14
2.4.4	Виготовлення стрижнів.....	15
2.4.4.1	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	15
2.4.4.2	Питання для самоперевірки.....	16
2.4.5	Зміцнення форм та стрижнів.....	16
2.4.5.1	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	16
2.4.5.2	Питання для самоперевірки.....	17
2.5	Складання форм.....	17
2.5.1	Зміст робочої програми.....	17
2.5.2	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	17
2.5.3	Питання для самоперевірки.....	18
2.6	Заливка та вибивання форм. Обрубка та очищення литва.....	18
2.6.1	Зміст робочої програми.....	18
2.6.2	Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	28

2.6.3 Питання для самоперевірки.....	18
2.7 Проектування технологічного процесу виготовлення виливка.....	19
2.7.1 Зміст робочої програми.....	19
2.7.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми.....	20
2.7.3 Питання для самоперевірки.....	20
3 Лабораторні і практичні заняття.....	22
3.1 Перелік лабораторних робіт.....	22
3.2 Перелік практичних занять.....	22
4 Контрольні завдання.....	23
4.1 Загальні вказівки.....	23
4.2 Контрольне завдання №1.....	23
4.3 Контрольне завдання №2.....	27
4.4 Методичні вказівки до виконання контрольних робіт.....	31
5 Завдання на курсовий проект.....	32
6 Рекомендована література.....	34
Додаток А. Креслення деталей для курсового проекту.....	36

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

За навчальним планом дисципліна “Технологія ливарного виробництва” для заочної форми навчання за освітньою програмою “Обладнання і технології ливарного виробництва” за спеціальністю 131 – прикладна механіка вивчається протягом шостого семестру та складається з лекційного курсу, лабораторних і практичних занять, а також самостійної роботи студентів (2 контрольні роботи та курсовий проєкт), згідно табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Нормативні дані до вивчення курсу (год.)

курс	семестр	Лекції	Лабораторні	практичні	всього	Самостійна робота	контрольні роботи	курсний проєкт	Залік	Екзамен
3	VI	6	2	2	195	185	+	+	-	+

На установчу сесію виносяться такі теми лекцій:

- | | |
|---|----------|
| 1. Вступ. Формувальні матеріали та суміші | 0,5 год. |
| 2. Технологія виготовлення разових форм та стрижнів | 2 год. |
| 3. Складання форм | 0,5 год. |
| 4. Заливка та вибивання форм.
Обрубка та очищення литва | 1 год. |
| 5. Проектування технологічного процесу
виготовлення виливків | 2 год. |

2 РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

Це основний розділ для вивчення дисципліни “Технологія ливарного виробництва”, у якому наведені основні теми, їх зміст за робочою програмою¹, приблизні питання для самоконтролю.

2.1 Вступ

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 0,5 години і 2 години необхідно для самостійного вивчення теми.

2.1.1 Зміст робочої програми теми

Мета та задачі курсу. Короткий огляд історії розвитку ливарної технології. Вдосконалення та перспективи розвитку ливарного виробництва. Схема технологічного процесу отримання виливків у разових піщаних формах. Основні елементи ливарної форми.

2.1.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Загальні питання, що відносяться до курсу “Технологія ливарного виробництва”, досить повно відображені у роботах [1, С.3-6; 2, С.5-11; 3, С.141-162].

2.1.3 Питання для самоперевірки

1 Значення ливарного виробництва для інших галузей виробництва країни.

2 Переваги ливарного виробництва над іншими методами отримання заготовок.

3 Види ливарних форм та область їх використання.

4 Чому один з видів ливарних форм називається разовим? Які перспективи використання цього виду форм?

5 Основні елементи ливарної форми.

6 Сучасний стан та перспективи розвитку ливарного виробництва в Україні.

2.2 Формувальні матеріали і суміші

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 2 години і 6 годин необхідно для самостійного вивчення теми.

¹ Робоча програма складена на підставі освітньо-професійної програми вищої освіти за професійним спрямуванням “Інженерна механіка” для спеціальності 8.090205 “Обладнання ливарного виробництва” від 1994 р.

2.2.1 Зміст робочої програми теми

Формувальні матеріали, їх класифікація. Формувальні піски і глини, їх походження, мінералогічна, хімічна та гранулометрична характеристика. Класифікація формувальних пісків за ГОСТ 2138-91 та маркування пісків. Вплив домішок. Фазові зміни у пісках при нагріванні. Класифікація каолінових та каолініто-гідрослюдистих глин за ГОСТ 3226-93 та бентонітових глин за ГОСТ 28177-89. Поняття про гідратацію частинок глини. Будова міцели. Зв'язуюча здатність глин. Вплив домішок у глинах на якість виливків. Зміна властивостей глин при нагріванні.

Зв'язуючі матеріали, їх класифікація, основні характеристики. Механізм зв'язуючої дії матеріалів. Характеристика найбільш розповсюджених зв'язуючих: лігносульфонатів (ЛСТ), рідкого скла, синтетичних смол та ін. Комплексні зв'язуючі.

Вогнетривкі формувальні матеріали. Область використання.

Регенерація відпрацьованих сумішей (мокра, суха, термічна, комбінована), їх ефективність. Екологічні та економічні аспекти регенерації.

Допоміжні формувальні матеріали. Протипригарні матеріали, фарби, пасти, припили. Характеристика матеріалів, що додають у суміші для попередження пригару, покращення текучості, податливості, вибивання тощо.

Формувальні та стрижневі суміші. Класифікація сумішей. Підготовка початкових матеріалів і технологія приготування сумішей. Піщано-глинисті суміші. Рідкоскляні суміші. Суміші з лігносульфонатом технічним. Суміші холодного та гарячого твердіння. (Склад, різновиди, переваги та недоліки, основні властивості та області використання для всіх сумішей).

Властивості сумішей (фізико-механічні, технологічні, робочі). Їх визначення та регулювання. Вологість сумішей. Визначення вологості. Методи визначення основних технологічних властивостей формувальних сумішей: міцності, газопроникності, текучості, вибивання, ущільненості, тощо. Вибір формувальних та стрижневих сумішей.

2.2.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Відомості про формувальні матеріали викладені у роботах [1, С.98-129; 2, С.73-113; 4; 5; 6, С.19-37, С.44-65; 7, С.25-95].

Основні формувальні матеріали - піски та глини. Необхідно вивчити природу та властивості цих матеріалів, їх мінералогічний та хі-

мічний склад. Багата кількість зв'язуючих матеріалів для формувальних та стрижневих сумішей викликає певні труднощі при виборі того чи іншого матеріалу для конкретного випадку. У зв'язку з цим слід ретельно розглянути класифікаційні ознаки зв'язуючих матеріалів, їх зв'язуючі властивості, питання адгезії та когезії плівок зв'язуючих матеріалів.

У ливарному виробництві знайшли широке використання не тільки піщано-глинисті, але й пластичні самотвердіючі (ПСС), рідкі самотвердіючі (РСС) та холоднотвердіючі (ХТС) суміші. Знаходять все більше розповсюдження сучасні суміші з мінімальним вмістом, або навіть без зв'язуючих (вакуумна, магнітна формовка, заморожування сумішей), внаслідок чого спрощуються операції регенерації піску, вибивки та очищення виливків, змінюється організація робіт на ділянках вибивання, підвищується продуктивність та покращуються умови праці в очисних відділеннях ливарних цехів.

Якщо подібні суміші використовуються у цеху, де працює студент, необхідно більш глибоко ознайомитися з особливостями їх приготування та використання.

2.2.3 Питання для самоперевірки

- 1 Які вимоги ставлять до формувальних матеріалів?
- 2 Походження пісків та глин.
- 3 Як класифікуються формувальні піски та глини?
- 4 Як класифікуються зв'язуючі матеріали?
- 5 Охарактеризуйте найбільш розповсюджені зв'язуючі.
- 6 Охарактеризуйте природу спеціальних протипригарних матеріалів, що використовуються у якості вогнетривкої основи сумішей, паст та фарб.
- 7 Для чого призначені єдині, облицювальні та наповнювальні формувальні суміші? Чи існує різниця в їх складах та властивостях?
- 8 Які суміші називаються швидкотвердіючими? Розгляньте механізм твердіння таких сумішей.
- 9 Розгляньте склад рідких самотвердіючих сумішей, який механізм їх твердіння?
- 10 Як впливає зерновий склад піщаної основи, вологість та вміст глини на властивості сумішей?
- 11 Назвіть приклад складу пластичних самотвердіючих сумішей. Механізм їх твердіння.
- 12 В чому полягає підготування формувальних матеріалів та приготування сумішей?

13 Що таке вологість суміші? Види вологості, що існують у сумішах. Методи визначення вологості.

14 Що таке газопроникність суміші, методи її визначення?

15 Які існують характеристики міцності формувальної суміші, яка методика їх визначення?

16 Як здійснюється регенерація оборотної формувальної та стрижневої сумішей?

2.3 Модельне виробництво. Опокова оснастка

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 2 години і 8 годин необхідно для самостійного вивчення теми.

2.3.1 Зміст робочої програми

Модельний комплект та його призначення. Вимоги, що ставлять до модельного комплекту. Класифікація модельних комплектів. Техніко-економічне обґрунтування вибору матеріалу та конструкції модельних комплектів.

Виготовлення дерев'яних модельних комплектів. Характеристики деревини як матеріалу для модельних комплектів. Породи деревини. Властивості деревини та її підготовка. Модельне креслення. Способи виготовлення заготовок, їх збірка та кріплення між собою. Обладнання та інструмент для обробки деревини. Контроль та прийом моделей. Відділка, фарбування, маркірування. Ремонт модельних комплектів та їх зберігання.

Виготовлення металевої модельної оснастки. Характеристика сплавів, що використовуються для їх виготовлення. Технологія виготовлення металевих моделей, модельних плит, стрижневих ящиків, драйерів, кондукторів, шаблонів. Монтаж моделей на плитах. Швидкоз'ємна модельна оснастка.

Гіпсові, цементні та залізобетонні моделі. Використання пластмасових моделей та стрижневих ящиків. Технологія виготовлення моделей з пінополістиролу. Переваги та перспективи використання.

Опоковий інвентар: опоки, втулки, штирі та пристосування для кріплення півформ, їх призначення. Стандарти.

2.3.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Модельний комплект – це частина ливарної оснастки, що уявляє сукупність технологічних пристосувань, необхідних для отримання у ливарній формі контурів виливка. Основні елементи модельного ком-

плекту – модель та стрижневі ящики.

За моделлю у формі отримують порожнину, що відтворює, в основному, зовнішні контури майбутнього виливка. Для зручності вилучення моделі з форми її виконують суцільною, роз'ємною, з від'ємними частинами. Внутрішню порожнину виливка оформлюють стрижнем, який отримують окремо за допомогою стрижневого ящика. Також стрижнем оформлюють зовнішні поверхні виливка, які не можна отримати за моделлю. Крім моделей та стрижневих ящиків у модельний комплект входять моделі живильників, шлаковловлювачів, стояків, випорів, надливів та інших частин литниково-живильної системи, модельні плити для встановлення або кріплення моделей і литникової системи, сушильні плити, драйери, пристосування для доводки та контролю форм і стрижнів [10].

Якість литва і продуктивність праці багато в чому залежить від якості виготовлення модельного комплекту, тому при вивченні матеріалу за літературою [1, С.90-98; 2, С.330-340; 3, С.375-380; 8, С.272-280; 13, С.295-305] головну увагу треба звернути на особливості конструкції моделей, стрижневих ящиків та інших елементів, що входять у модельний комплект.

Матеріал моделі та стрижневого ящика залежить в першу чергу від характеру та технології виробництва виливків. При виготовленні моделей та стрижневих ящиків для ручного формування в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва широко застосовують деревину. Необхідно докладно ознайомитися з її породами, способами її підготовки, процесами виготовлення модельних комплектів. В умовах багатосерійного та масового виробництва виливків використовують металеві моделі та стрижневі ящики, тому необхідно вивчити властивості сплавів, що використовують, та технологічний процес виготовлення металевих модельних комплектів. Необхідно знати особливості використання і виробництва моделей з гіпсу, цементу, пластмас і пінополістиролу.

2.3.3 Питання для самоперевірки

- 1 Призначення модельного комплекту. Що входить у модельний комплект?
- 2 Для чого призначені знакові частини на моделях та стрижневих ящиках? Як вони конструюються?
- 3 Для чого призначені від'ємні частини на моделях?

4 Для чого передбачаються формувальні ухили на моделях та стрижневих ящиках? Типи формувальних ухилів.

5 З якою метою на моделях та ящиках робляться припуски на механічну обробку і як їх визначити?

6 Які породи дерева застосовують для виготовлення модельного комплекту?

7 Особливості виготовлення дерев'яного модельного комплекту. Що таке модельне креслення?

8 Класифікація дерев'яних моделей і стрижневих ящиків за міцністю виготовлення.

9 Доцільність використання дерев'яного модельного комплекту?

10 Які сплави використовують для виготовлення металевих модельних комплектів?

11 Особливості технологічного процесу виготовлення металевих моделей і стрижневих ящиків.

12 Доцільність використання металевих модельних комплектів?

13 Особливості виготовлення моделей з гіпсу і цементу?

14 Особливості виготовлення модельних комплектів з пластмас.

2.4 Технологія виготовлення разових форм та стрижнів

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 2 години і 16 годин необхідно для самостійного вивчення теми.

2.4.1 Зміст робочої програми теми

Класифікація методів формування. Область використання різноманітних методів виготовлення форм.

Ручне формування. Формувальний інструмент. Основні технологічні операції ручного формування. Способи виготовлення ливарних форм.

Формування у ґрунті та кесонах. Тверде та м'яке “ліжко”. Формування у двох, трьох та кількох опоках. Формування з підрізкою. з від'ємними частинами моделі, у кусках, у стрижнях, з перекидним “болваном”, формування з глиняною “сорочкою”, з фальшивою півформою. Формування за шаблоном. Шаблони обертання та протягання. Скелетне формування. Формування за контрольними перерізами. Комбіноване формування з використанням шаблонів, моделей, стрижнів. Принципи лиття за газифікованими моделями.

Машинне формування. Технологія виготовлення разових форм в умовах механізованого та автоматизованого виробництва. Формування

у парних опоках. Стосове формування. Безопчне формування з горизонтальним та вертикальним роз'ємом. Використання швидкоз'ємної оснастки.

Спосіб ущільнення формувальної суміші пресуванням. Ущільнення на машинах з верхнім та нижнім пресуванням. Плоскі, профільні і диференціальні пресові плити. Розрахунок наповнювальної рамки. Пресування діафрагмою. Вібропресування. Пресування під високим питомим тиском. Шнековий спосіб ущільнення. Методи розрахунку сили пресування. Епюри ущільнення суміші за висотою опоки. Боковий тиск та його роль на процес пресування. Переваги та недоліки силового методу ущільнення.

Ущільнення струшуванням. Методи розрахунку питомої роботи та ступеня ущільнення суміші при струшуванні. Епюри ущільнення за висотою опоки. Розрядження суміші та методи боротьби з чим явищем. Струшування з одночасним пресуванням. Додаткове ущільнення пресуванням.

Ущільнення суміші за допомогою піскомету. Розрахунок питомої роботи та ступеня ущільнення суміші при піскометному методі. Епюри ущільнення суміші за висотою опоки. Область використання піскометного методу ущільнення.

Піскодувний і піскострільний методи ущільнення. Ступень ущільнення суміші при цих методах. Переваги, недоліки та область використання.

Спеціальні методи ущільнення ливарних форм. Вакуумно-плівковий процес. Магнітне формування. Виготовлення форм заморожуванням. Гравітаційне ущільнення форм. Імпульсне формування.

Способи та пристрої для вилучення моделей із форм. Вибір оптимального способу виготовлення ливарних форм в залежності від серійності виробництва, маси виливків та інших факторів.

Виготовлення стрижнів. Класифікація виготовлення стрижнів. Технологія виготовлення стрижнів вручну за ящиками та шаблонами. Технологія виготовлення стрижнів на машинах: ручних, пресових, струшувальних, піскометних, мундштукових, піскодувних та піскострільних. Армвання і вентилявання стрижнів. Контроль, збірка і склеювання стрижнів. Встановлення стрижнів на сушильні плити. Виготовлення стрижнів за нагрітою оснасткою та зі холоднотвердіючих сумішей. Особливості виготовлення стрижнів з рідких самотвердіючих

рідкоскляних та холоднотвердіючих сумішей. Виготовлення складних стрижнів з використанням газифікованих вставок.

Зміцнення форм і стрижнів. Область використання лиття у вогні та сухі форми. Сушка форм і стрижнів, її призначення. Періоди сушки. Поверхнєве підсушування. Пров'ялювання.

Хімічне твердіння. Заморожування. Процеси твердіння суміші у холодній оснастці. Продування газами. Твердіння суміші у нагрітій оснастці. Особливості застосування самотвердіючих сумішей. Використання інфрачервоних променів та електричного струму високої частоти. Сполучення хімічних та теплових методів зміцнення сумішей.

2.4.2 Ручне формування

2.4.2.1 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Формування – це технологічний процес виготовлення ливарних форм, що багато в чому визначає якість майбутнього виливка. В залежності від типу виробництва, а також складності виливків, існує економічна та технічна доцільність використання ручних, машинних або автоматизованих методів формування. Як правило, в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва застосовують різні види ручного формування, що відрізняються великою різноманітністю методів і прийомів та дозволяють отримувати різні за складністю, масою та розмірами виливки [2].

При вивченні даного розділу за літературою [1, С.129-136; 2, С.113-142; 3, С.164-245] слід розглянути основні технологічні операції виготовлення ливарних форм, класифікацію способів формування, формувальну оснастку та інструмент. Слід привернути увагу на область застосування та специфічні особливості кожного методу ручного формування. Для більш повного засвоєння матеріалу доцільно провести самостійну практичну роботу з ручного виготовлення форм під керівництвом викладача.

2.4.2.2 Питання для самоперевірки

- 1 В чому полягає сутність процесу формування?
- 2 Охарактеризуйте модельно-опочну оснастку для ручного формування?
- 3 Основні методи ручного формування та інструмент, що використовується?
- 4 Як проводиться підготовка м'якого та твердого “ліжка” для формування у ґрунті.

5 Що таке закрите та відкрите формування?

6 Коли застосовують формування з підрізкою та фальшивою пі-
вформою? Сутність цих методів формування.

7 Коли застосовується формування з від'ємними частинами?
Сутність цього методу формування.

8 Коли застосовується формування за скелетними моделями?
Особливості виготовлення форм за скелетною моделлю.

9 У яких випадках застосовується шаблонне формування?

10 Назвіть пристосування, що використовується при шаблонно-
му формуванні.

11 Назвіть область використання та сутність методу формування
з глиняною “сорочкою”.

12 Сутність технології виготовлення виливків за газифікованими
моделями. Назвіть переваги та недоліки цього методу.

2.4.3 Технологія машинного формування

2.4.3.1 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Машинне формування застосовують переважно у масовому ви-
робництві виливків. Але іноді машинні методи формоутворення засто-
совують також і в одиночному та дрібносерійному виробництвах, як-
що використовується швидкоз'ємна модельна оснастка [2]. Тому при
вивченні матеріалу даного розділу треба привернути увагу на способи
машинного формування, необхідно ознайомитися з існуючими мето-
дами ущільнення сумішей, їх класифікацію, особливостями та обла-
стями застосування. Треба вивчити зміни щільності суміші за висотою
та об'ємом опоки для кожного виду ущільнення за літературою [1,
С.136-147; 2, С.147-205; 3, С.246-277; 6, С.38-43; 12, С. 200-242].

Більш глибокому засвоєнню матеріалу сприяє відвідування ли-
варного цеху та уважне вивчення методів машинного формування.

2.4.3.2 Питання для самоперевірки

1 Які існують методи машинного формування?

2 Особливості пристосувань, інструменту та модельно-опокової
оснастки, що використовується при машинному формуванні?

3 Як здійснюється контроль ступеня ущільнення форм?

4 Яка область використання та сутність опокового, стосового та
безопокового формування?

5 Способи ущільнення суміші пресуванням.

6 Наведіть епюри ущільнення суміші за висотою опоки при вер-

хньому та нижньому пресуванні.

7 Як впливає високий тиск та вібрація на процес ущільнення пресуванням?

8 Ущільнення суміші при струшуванні. Визначте роботу ущільнення.

9 Наведіть епюри ущільнення суміші за висотою опоки при чистому струшуванні та струшуванні з додатковим ущільненням пресуванням.

10 Які дефекти форми виникають при струшуванні та методи боротьби з ними?

11 У чому полягає сутність способу виготовлення форм піскометом?

12 Особливості піскодувного та піскострільного способів ущільнення формувальної суміші?

13 Сутність імпульсного формування.

14 Сутність вакуумного формування.

15 Особливості гравітаційно-пресового способу формування.

16 Ущільнення форм вибухом.

17 Які методи застосовують для вилучення моделей з форм?

2.4.4 Виготовлення стрижнів

2.4.4.1 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Стрижень – елемент ливарної форми, що утворює у виливку отвір, порожнину, а іноді й складну зовнішню поверхню. У більшості виливків стрижень повністю, крім знаків, що фіксують його положення у формі, заливається сплавом, внаслідок чого він піддається значним механічним навантаженням та впливу високої температури. Тому вимоги до якості стрижнів вище ніж до якості форми, що утворює зовнішні поверхні виливка. За складністю конфігурації і умовам роботи у ливарній формі, а також вимогам до якості литої поверхні усі стрижні поділяють на п'ять класів, де перший – найбільш складний [2].

Найбільш розповсюджений спосіб виготовлення стрижнів – за ящиками. Набивання стрижневих ящиків може бути ручним та машинним. При вивченні розділу за літературою [1, С.147-152; 2, С.220-251; 3, С.278-325] необхідно ознайомитися з існуючими методами ущільнення, зміцнення та вентиляції стрижнів, їх класифікацією, областю використання.

2.4.4.2 Питання для самоперевірки

- 1 За якими ознаками класифікують стрижні?
- 2 Назвіть основні конструктивні і технологічні елементи стрижнів. Що таке знаки і для чого вони призначені?
- 3 Для чого призначені зазори між поверхнею сполучення знаків стрижня і форми? Як вони призначаються?
- 4 Для чого призначена арматура та каркаси у стрижнях?
- 5 Способи вентилявання стрижнів?
- 6 Що відносять до стрижневої оснастки?
- 7 Вимоги до стрижневих ящиків та їх конструктивне виконання?
- 8 Типи стрижневих ящиків, що використовуються для виготовлення стрижнів у одиничному та дрібносерійному виробництві.
- 9 Типи стрижневих ящиків, що використовуються для виготовлення стрижнів у багатосерійному та масовому виробництві.
- 10 Технологічні особливості виготовлення стрижнів вручну.
- 11 Способи виготовлення стрижнів на пресових, піскодувних і піскострільних машинах.
- 12 Виготовлення стрижнів на струшувальних машинах, піскометом та мундштукових машинах.
- 13 Назвіть технологічні заходи, що використовуються при виготовленні стрижнів та забезпечують підвищення їх міцності, газопроникності, податливості тощо.
- 14 Як відбувається склеювання, збірка та контроль стрижнів?
- 15 Процес виготовлення стрижнів із сумішей, що тверднуть в оснастці (РСС, CO₂, ХТС тощо).
- 16 Охарактеризуйте процес хімічного зміцнення стрижнів, що виготовленні з сумішей на рідкому склі.
- 17 Особливості виготовлення стрижнів у нагрітій оснастці.
- 18 Назвіть особливості зміцнення стрижнів, що виготовленні з сипучих холоднотвердіючих сумішей.
- 19 Особливості зміцнення стрижнів, виготовлених з РСС.
- 20 Особливості зміцнення стрижнів заморожуванням.

2.4.5 Зміцнення форм та стрижнів

2.4.5.1 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Одним з основних методів зміцнення вогких форм та стрижнів є сушіння. Основною метою процесу сушіння є видалення вологи з форм та стрижнів, надання їм підвищеної міцності та газопроникності.

Процес сушіння часто збільшує виробничий цикл виготовлення форм та стрижнів, підвищує його енергомісткість. Тому сушіння треба застосовувати тільки у тих випадках, коли без цього не забезпечується висока якість виливків. У сьогоденні для виготовлення форм і стрижнів широко використовується хімічно-твердіючі суміші. При цьому відпадає необхідність у операціях сушіння, а застосовується лише поверхнєве підсушування шару, у разі якщо стрижень вкрито водною протипригарною фарбою [2].

При вивченні даного розділу за літературою [1, С.149-152; 2, С.251-267; С.273-310; 3, С.274-278; С.300-301; 11, С.141-184; 12, С.200-242] треба розглянути область використання лиття у вогкі та сухі форми, методи сушіння, поверхнєвого підсушування, хімічного твердіння тощо. Особливу увагу звернути на нові розробки у області зміцнення форм і стрижнів такі як: продування газами, за допомогою інфрачервоних променів, електричного поля високої частоти та ін.

2.4.5.2. Питання для самоперевірки

- 1 Область використання лиття у вогкі, підсушені та сухі форми.
- 2 Режими сушіння форм та стрижнів.
- 3 Як залежать параметри сушіння форм і стрижнів від природи зв'язуючого матеріалу суміші та їх габаритних розмірів?
- 4 Охарактеризуйте обладнання, що використовується для зміцнення форм та стрижнів.

2.5 Складання форм

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 0,5 години і 8 годин необхідно для самостійного вивчення теми.

2.5.1 Зміст робочої програми теми

Складання ливарної форми. Порядок складання. Контроль якості встановлення стрижнів у порожнину форми, методи їх закріплення. Кріплення та навантаження форм. Розрахунок вантажу. Складання форм на поточних та автоматичних лініях. Центрування півформ.

2.5.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми

Від якості складання форм в значній мірі залежить точність геометричних розмірів виливків, наявність поверхневих і внутрішніх дефектів. За літературою [1], С.152-166; [2], С.310-313; [3], С.382-422 треба вивчити основні принципи правильного порядку складання форм. Звернути увагу на вихід газів з форми, правильне кріплення форми під заливку, виконання литникових чаш і лійок.

2.5.3 Запитання для самоперевірки

- 1 Як відбувається процес складання форм на плацу та конвеєрі?
- 2 Для чого навантажують ливарну форму? Як розраховують вантаж для форми?
- 3 Які існують методи кріплення півформ?
- 4 Як центруються півформи?
- 5 Як виконуються литникові чаші та лійки?

2.6 Заливка та вибивання форм. Обрубка та очищення литва

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 1 години і 8 годин необхідно для самостійного вивчення теми.

2.6.1 Зміст робочої програми теми

Температурний режим і технологія заливки форм на плацу та конвеєрі. Типи ливарних ковшів в залежності від металомісткості форми, серійності виробництва та сплаву, що заливається. Контроль температури заливки. Техніка безпеки при заливці. Процеси, що відбуваються у формі під час заливки розплаву. Охолодження виливка у формі. Тривалість витримки виливка у формі. Прискорення охолодження виливка у формі.

Вибивання форм та стрижнів. Способи вибивання форм та стрижнів в залежності від їх розмірів та властивостей суміші.

Обрубка литників і надливів. Очищення виливків: механічне, гідравлічне, електрогідравлічне, термохімічне тощо. Особливості обрубки та очищення виливків в залежності від виду сплаву. Грунтовка та фарбування виливків.

2.6.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми

При вивченні теми за літературою [1, С.166-167; 2, С.361-379; 6, С.270-315; 13, С.613-690] необхідно ознайомитися з технологію фінішних операцій: заливальних, вибивних, обрубних та очисних. Максимальну увагу треба звернути на температури заливки різних ливарних сплавів, особливості технології розливання у одиничному та масовому виробництві, техніку безпеки при заливці.

2.6.3 Запитання для самоперевірки

- 1 Типи розливальних ковшів та область їх використання.
- 2 Від чого залежить температура заливання металу у форму?
- 3 Визначення часу охолодження виливка у формі.
- 4 Які існують способи вибивання форм і стрижнів та області їх використання?

5 Які існують способи обрубки виливків?

6 Назвіть методи очищення виливків та область їх використання.

7 Для чого призначена ґрунтовка та фарбування виливків?

2.7 Проектування технологічного процесу виготовлення виливка

Під час проведення установчої сесії вивчення теми займає 2 години і 16 годин необхідно для самостійного вивчення теми.

2.7.1 Зміст робочої програми теми

Аналіз технологічності конструкції виливка. Аналіз можливих варіантів положення виливка у формі при заливанні та поверхні роз'єму форми. Вибір оптимального варіанту. Визначення припусків на механічну обробку виливка, припусків на усадку, призначення формувальних нахилів тощо.

Вибір технічно та економічно обґрунтованого варіанту технології формування, складу суміші та обладнання. Визначення меж і кількості стрижнів, конструювання знаків, каркасів, улаштування вентиляції стрижнів, визначення доцільності застосування контрольних знаків стрижнів. Вибір способу виготовлення стрижнів, складу суміші та обладнання. Визначення габаритів опок за розташуванням виливків (моделей), елементів литникової системи, надливів.

Литникова система. Призначення литникової системи, вимоги до неї. Елементи литникової системи. Типи литникових систем. Основні принципи підводу металу до форми. Вибір місця підводу металу і конструювання литникової системи. Випір, його призначення та вибір місця встановлення. Методи розрахунку литникової системи для виливків з чавуну (методи Озана-Дитерта, Фундатора, Соболева тощо). Розрахунок литникової системи для сталевого литва (з поворотного та стопорного ковшів).

Живлення виливків. Усадка металів. Фактори, що впливають на рідкотекучість та усадку металу. Надливи. Їх призначення, види і розташування на виливках. Розрахунок надливів. Холодильники, їх призначення та види, розрахунок холодильників.

Розробка креслення виливка з елементами ливарної форми.

Визначення способу навантаження опок. Розрахунок вантажу. Вибір способу та обладнання для заливки форм.

Розрахунок часу охолодження виливка у формі. Вибір способу та обладнання для вибивання та очищення литва. Призначення режиму термічної обробки. Визначення методів контролю. Технологічна карта.

Порядок запуску оснастки у виробництво, відладки технологічного процесу, виробництво дослідної партії, складання висновку про придатність оснастки.

2.7.2 Методичні вказівки щодо вивчення теми

При вивченні розділу за літературою [1, С.180-183; 2, С.315-367; 3, С.148-162; С.326-380; 8, С.8-30; С.38-40; С.43-54; С.76-128; С.130-159; С.182-207; 13, С.268-366] необхідно засвоїти основні правила вибору положення вилівка у формі і раціонального роз'єму моделі, форми, стрижневого ящика, а також розробки креслення вилівка та моделей з урахуванням необхідних припусків, допусків, ухилів, чистоти поверхні. Необхідно навчитися правильно конструювати модельно-опокову оснастку, вибирати місце підводу металу до вилівка, тип литникової системи, розраховувати її різними методами для різних сплавів. Треба вивчити фактори, що впливають на заповнювальність форми та отримання здорового вилівка. Необхідно навчитися розраховувати надливи, холодильники, правильно визначати засоби боротьби з усадкою, тріщинами, жолобленням та іншими дефектами.

Засвоєння цього розділу дозволить успішно виконати курсовий проект.

2.7.3 Запитання для самоперевірки

1 Наведіть схему технологічного процесу виробництва вилівка у разовій формі?

2 Як правильно вибрати положення вилівка у формі та поверхню її роз'єму? Як вибрати роз'єм моделі?

3 Як призначаються припуски на механічну обробку вилівка?

4 Як призначаються формувальні ухили?

5 Як визначається конфігурація і розмір стрижнів?

6 Як призначаються допуски на розміри моделей?

7 Що таке чистота поверхні моделей, як вона призначається?

8 Як визначити розміри опок та модельних плит? Від чого вони залежать?

9 Призначення литникової системи, її типи.

10 З яких елементів складається литникова система? Їх призначення.

11 Основні методи розрахунку литникової системи.

12 Мета встановлення випору і місце його встановлення?

13 Що таке рідкотекучість сплаву та від чого вона залежить?

14 Які умови ставлять до місця вибору підводу металу у форму?

15 Назвіть фактори, що впливають на усадку сплаву? Механізм утворення усадочної порожнини?

16 Що таке надлив, його призначення. Типи надливів та їх місця встановлення

17 Засоби втілення спрямованого твердіння у виливках.

18 Розрахунок надливів.

19 Що таке холодильники, їх типи, призначення та розрахунок.

20 Як відбувається центрування між опоками та модельними плитами?

21 Які вказівки даються на кресленні при розробці технології виготовлення виливків?

3 ЛАБОРАТОРНІ І ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

3.1 Перелік лабораторних робіт

- 1 Визначення марки формувального піску.
- 2 Визначення вологості формувальної суміші.
- 3 Визначення газопроникності та вогкої міцності формувальної суміші.
- 4 Визначення впливу глини на фізико-механічні властивості формувальної суміші.
- 5 Формування за простими і складними моделями.
- 6 Машинне формування.
- 7 Формування за шаблоном.
- 8 Формування зі застосуванням рідких самотвердіючих сумішей.
- 9 Виготовлення стержнів за гарячими ящиками.
- 10 Вакуумне формування.
- 11 Вплив способу твердіння на міцність пластичної рідкоскляної суміші.

3.2 Перелік практичних занять

Практичні заняття проводять з метою закріплення теоретичного матеріалу з проектування технологічного процесу виготовлення виливків у разових формах, надбання навичок у роботі з державними стандартами та виконання необхідних технологічних розрахунків для успішного виконання курсового проекту (роботи).

1 Розробка креслення виливка. Вибір припусків на механічну обробку. Елементи ливарної форми.

2 Розробка креслення моделей верху та низу (сплави для моделей, кріплення моделей до модельних плит, усадка сплаву, формувальні ухили, шорсткість поверхні тощо).

3 Вибір розмірів і конструкцій опок, модельних плит, втулок та штирів.

4 Розрахунок та проектування литникової системи, надливів, маси вантажу.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

4.1 Загальні вказівки

При вивченні дисципліни “Технологія ливарного виробництва” студенти виконують дві контрольні роботи.

Завдання на контрольну роботу видається викладачем, що читає дисципліну на установчій сесії, або самостійно вибирається студентом за порядковим номером у списку групи.

4.2 Контрольне завдання №1

Варіант 1

1 Формувальні піски, їх походження, мінералогічний та хімічний склад. Класифікація формувальних пісків за ГОСТ 2138-91.

2 Піщано-глинисті формувальні суміші. Приготування, властивості, область доцільного використання.

Варіант 2

1 Бентонітові глини, їх класифікація за ГОСТ 28177-89, мінералогічний склад та властивості. Область використання.

2 Пластичні суміші з рідким склом. Типові склади. Приготування, властивості, способи твердіння. Область використання.

Варіант 3

1 Формувальні глини (каолінітові та каолінітогідрослюдисті), їх класифікація за ГОСТ 3226-93, мінералогічний склад та властивості. Область використання.

2 Холоднотвердіючі суміші зі синтетичними смолами. Типові склади, приготування, властивості. Область використання.

Варіант 4

1 Класифікація зв'язуючих матеріалів (за А.М. Ляссом). Вимоги до зв'язуючих. Механізм зміцнення формувальної суміші. Вибір зв'язуючих в залежності від класу складності стрижнів.

2 Суміші з лигносульфонатами. Типові склади, приготування властивості. Область використання.

Варіант 5

1 Вогнетривкі формувальні матеріали. Їх характеристики. Область використання.

2 Суміші, що тверднуть у нагрітій оснастці. Типові склади, приготування, властивості. Область використання.

Варіант 6

- 1 Допоміжні формувальні матеріали, їх призначення.
- 2 Піщано-глинисті суміші для формування “по вогкому”. Вимоги, типові склади, властивості, область використання.

Варіант 7

- 1 Підготовка формувальних матеріалів (зворотної суміші, формувального піску, глини). Процес приготування формувальних та стрижневих сумішей.
- 2 Класифікація формувальних матеріалів, їх призначення.

Варіант 8

- 1 Властивості формувальної суміші та методи їх визначення. Вплив вологості, глинистої складової та способу приготування на основні властивості формувальних сумішей.
- 2 Холоднотвердіючі суміші з фосфатними зв'язуючими. Типові склади, приготування властивості. Область використання.

Варіант 9

- 1 Вибір формувальних сумішей для формування “по вогкому”.
- 2 Регенерація формувальних і стрижневих сумішей. Коротка характеристика існуючих методів.

Варіант 10

- 1 Вибір формувальних сумішей для формування “по сухому”.
- 2 Методи контролю вихідних формувальних матеріалів.

Варіант 11

- 1 Вибір формувальних сумішей для формування з підсушуванням.
- 2 Методи контролю формувальних і стрижневих сумішей.

Варіант 12

- 1 Склади і фізико-механічні властивості стрижневих сумішей для стрижнів різних класів складності.
- 2 Зміни у формувальних матеріалах при контакті з рідким металом та охолодженні виливка.

Варіант 13

- 1 Піщано-глинисті формувальні і стрижневі суміші для чавунного та сталевих литва.
- 2 Складові формувальних і стрижневих сумішей. Їх вплив на екологію навколишнього середовища.

Варіант 14

1 Рідке скло як зв'язуюче для ливарного виробництва. Засоби підготовки рідкого скла, основні характеристики (щільність, модуль) та їх вплив на властивості сумішей. Пластичні рідкоскляні суміші, що тверднуть під дією CO_2 , області їх застосування, Переваги та недоліки.

2 Клеї для стрижнів, модельні покриття (пудри). Органічні добавки для формувальних сумішей. Типові склади сумішей з органічними добавками, області застосування.

Варіант 15

1 Лигносульфонат технічний (ЛСТ), основні його характеристики. Типові склади сумішей із ЛСТ: піщано-глинистих, хімічно-твердіючих, рідких самотвердіючих. Области застосування.

2 Ливарні фарби: типові склади фарб для різноманітних видів литва, функціональне призначення складових компонентів фарб.

Варіант 16

1 Рідкі самотвердіючі суміші (РСС): типовий склад, властивості, регулювання властивостей, області застосування, переваги та недоліки.

2 Основні вогнетривкі наповнювачі для ливарних фарб. Принцип вибору складу фарби для різноманітних видів литва.

Варіант 17

1 Зв'язуючі групи А1- масляні, склади стрижневих сумішей із їх застосуванням, властивості сумішей, особливості виготовлення стрижнів, області застосування сумішей, переваги та недоліки.

2 Ливарні пасти та вогнетривкі формувальні суміші для великого за масою сталевого литва, типові склади, області застосування, характеристика компонентів.

Варіант 18

1 Карбамідо-формальдегідні смоли, їх характеристики, типові склади сумішей, що тверднуть у холодному стані, властивості сумішей і регулювання властивостей, області застосування, переваги та недоліки.

2 Підготування формувальних глин для виробництва: сухої порошкоподібної, комкової, суспензії.

Варіант 19

1 Фуранові синтетичні смоли, їх характеристики, типові склади сумішей, що тверднуть у холодному стані, властивості сумішей і регулювання властивостей, області застосування, переваги та недоліки.

2 Мокра регенерація формувальних сумішей, технологічні схеми регенерації, ефективність.

Варіант 20

1 Суміші гарячого твердіння, типові склади для різноманітних видів литва, властивості сумішей, функціональне призначення компонентів сумішей, області застосування сумішей, переваги та недоліки.

2 Суха регенерація формувальних сумішей, технологічні схеми регенерації, ефективність.

Варіант 21

1 Феноло-формальдегідні синтетичні смоли, їх характеристики. Типові склади сумішей, що тверднуть у холодному стані, і сумішей гарячого твердіння, області застосування, переваги та недоліки.

2 Термічна регенерація стрижневих сумішей, технологічна схема регенерації, ефективність.

Варіант 22

1 Фосфатні зв'язуючі, технологія їх одержання, типові склади формувальних і стрижневих сумішей, властивості, області застосування, переваги та недоліки.

2 Класифікація формувальних сумішей - облицювальні, єдині, наповнювальні: типові склади для різноманітних видів литва, властивості.

Варіант 23

1 Методи іспиту характеристик міцності формувальних сумішей: міцність на стиск, розрив, зріз, вигин, поверхнева міцність, міцність у зоні конденсації вологи, твердість, вибивання.

2 Підготування пісків для виробництва сумішей: сушіння, просіювання, збереження, транспортування.

Варіант 24

1 Методи іспитів формувальних сумішей: газопроникності, текучості. Поняття про нестандартні властивості: податливість, липкість, вибивання, деякі засоби їх регулювання.

2 Засоби твердіння сумішей на рідкому склі, види отверджувачів. Вибивання рідкоскляних сумішей, можливість її регулювання.

Варіант 25

1 Поняття про пригар виливків, види пригару, засоби його попередження.

2 Методи підготування оборотної формувальної суміші: охолодження, просіювання, магнітна сепарація, гомогенізація тощо.

4.3 Контрольне завдання №2

Варіант 1

1 Основні вимоги до модельного комплекту. Класифікація модельних комплектів. Обґрунтування вибору матеріалу модельних комплектів.

2 Процес виготовлення форм і стрижнів піскометом, його переваги та недоліки. Механізм процесу ущільнення сумішей піскометом.

Варіант 2

1 Доцільність використання дерев'яних модельних комплектів. Властивості деревини та її породи. Основні етапи процесу виготовлення моделей та стрижневих ящиків. Класифікація моделей за міцністю їх виготовлення.

2 Виготовлення форм і стрижнів піскодувним способом, його переваги та недоліки. Особливості піскострільного процесу ущільнення як різновиду піскодувного. Роль кінетичної енергії піщаного потоку та фільтрації повітря крізь суміш на процес ущільнення.

Варіант 3

1 Доцільність використання металевих модельних комплектів. Сплави, що використовують для виготовлення моделей та стрижневих ящиків. Основи технології виготовлення металевих моделей, плит, стрижневих ящиків. Монтаж моделей на плити.

2 Нові методи виготовлення ливарних форм: вакуумна та імпульсна формовка. Ущільнення форм вибухом.

Варіант 4

1 Доцільність використання моделей з гіпсу, цементу, пластмас, полістиролу. Технологічні процеси їх виготовлення. Переваги та недоліки моделей з матеріалів, що замінюють деревину та метали.

2 Способи та пристосування для відділення форм від моделей. Вибір оптимального способу виготовлення ливарних форм в залежності від серійності виробництва, маси литва та інших факторів.

Варіант 5

1 Методи ущільнення формувальних і стрижневих сумішей. Контроль ступеня ущільнення. Формування у ґрунті, закриті та відкрите формування. Формувальний інструмент

2 Особливості виготовлення стрижнів на мундштукових машинах та методом пресування. Армування та вентилявання стрижнів. Контроль, збирання та склеювання стрижнів.

Варіант 6

1 Формування у двох, трьох та декількох опоках. Формування з підрізкою, з від'ємними частинами, з кусками, у стрижнях, з перекидним болваном.

2 Процес теплового сушіння форм і стрижнів. Режими теплового сушіння. Нові методи сушіння. Механізм зміцнення піщано-глинистих та піщано-масляних сумішей при тепловому сушінні.

Варіант 7

1 Формування з глиняною “сорочкою”. Формування за шаблоном. Формування за скелетними моделями. Лиття за газифікованими моделями. Формування за контрольними перерізами. Коротка характеристика.

2 Литникові системи, її елементи та призначення. Типи литникових систем. Основні принципи підводу металу до форми.

Варіант 8

1 Особливості виготовлення форм в умовах механізованого і автоматизованого виробництва. Стосове формування. Безопокове формування. Використання швидкоз'ємної оснастки як засобу механізації.

2 Розрахунок литникових систем для виливків з чавуну (методи Озана-Дитерта, Фундатора, Соболева тощо) та сталі (з чайникового та стопорного ковшів).

Варіант 9

1 Виготовлення ливарних форм пресуванням. Механізм ущільнення суміші при різноманітних варіантах пресування формувальних та стрижневих сумішей. Розрахунок наповнювальної рамки.

2 Типи ливарних ковшів, що застосовуються при заливці форм.

Варіант 10

1 Механізм ущільнення суміші струшуванням, його переваги та недоліки. Роль доущільнення плоскими та профільними колодками.

2 Надливи, їх призначення, види і розташування на виливках. Розрахунок надливів.

Варіант 11

1 Швидкоз'ємна модельна оснастка, її переваги. Стандарти на оснастку. Область використання.

2 Охолодження виливків у формі. Розрахунок часу охолодження.

Варіант 12

1 Пластмасова модельна оснастка. Конструктивні особливості моделей, основи технології виготовлення та область використання. Переваги та недоліки.

2 Фарбування, відділка, контроль та зберігання стрижнів.

Варіант 13

1 Складання форм під заливку. Способи кріплення форм. Методика розрахунку вантажу для скріплення ливарних форм.

2 Способи вибивання виливків з форм. Фінішні операції виготовлення литва.

Варіант 14

1 Знаки стрижнів: конструктивне виконання, зазори, ухили. Контрольні знаки стрижнів. Заходи проти спливання однознакових стрижнів.

2 Опoki: основні конструктивні елементи, різновиди елементів, що центрують, принцип вибору розмірів опoki для виливка.

Варіант 15

1 Конструктивне виконання і функціональне призначення формувальних ухилів, ливарних ребер, галтелей, технологічних напусків, негативних припусків у виливку.

2 Засоби кріплення форм під заливку, температурні режими заливки форм.

Варіант 16

1 Технологічність литих деталей і основи їх конструювання.

2 Плити модельні для машинного формування, різновиди елементів, що центрують.

Варіант 17

1 Основні принципи вибору положення виливка у формі при заливці.

2 Конструктивні особливості металевих стрижневих ящиків для піскоувного і піскострільного процесів. Матеріали для стрижневих ящиків.

Варіант 18

1 Основні принципи вибору поверхні роз'єму моделі і форми.

2 Плити модельні для машинного формування у дрібносерійному виробництві виливків: координатні, із швидкоз'ємними модельними вставками. Засоби кріплення моделей на зазначених плитах.

Варіант 19

1 Основні принципи вибору місць підводу рідкого металу до виливка. Конструктивне виконання елементів литникової системи. Лит-

никові системи з керамічних трубок для виливків великої маси.

2 Формування з протяжною плитою (рамкою) для виливків без ухилів вертикальних стінок.

Варіант 20

1 Основні принципи вибору місць установки надливів у виливку. Різновиди надливів: відкриті і закриті, прямого і бокового підводу, що обігріваються і легко відділяються, газового й атмосферного тисків.

2 Металеві моделі: матеріал, товщина стінок, шорсткість поверхонь, зазори і ухили знаків моделей. Поняття про промодель і майстер-модель.

Варіант 21

1 Вакуумно-плівкове формування: принцип формування, матеріали для формування, деякі конструктивні особливості модельно-опокової оснастки.

2 Розрахунок геометричних розмірів надливу для виливка, розрахунок кількості надливів, поняття про радіус дії надливу і краї виливка. Технологічний вихід придатного литва і витрата металу на надлив.

Варіант 22

1 Внутрішні і зовнішні холодильники для виливків: Розрахунок розмірів і маси, технологія підготування під заливку.

2 Ливарна усадка: розмір усадки для виливків із різноманітних сплавів, поняття про вільну й утруднену усадку, негативні наслідки усадки.

Варіант 23

1 Формування за шаблоном обертання, області доцільного використання, основні елементи оснастки і технологічні операції формування.

2 Час охолодження виливка у формі, температура вибивання виливків із форм і її зв'язок із внутрішніми напруженнями у виливках.

Варіант 24

1 Формування за протяжними шаблонами, області доцільного застосування, основні елементи оснастки, технологічні операції формування.

2 Механізм утворення усадочної порожнини у виливку, основні технологічні заходи щодо її попередження.

Варіант 25

1 Технологічні особливості виготовлення стрижнів: транспортування у вогкому стані та встановлення у сушило, вентиляція, армування, спустошення масивних стрижнів.

2 Тріщини гарячі і холодні у виливках, причини їх виникнення, технологічні заходи щодо їх попередження.

4.4 Методичні вказівки до виконання контрольних робіт

При виконанні контрольних завдань обов'язково прочитати усі рекомендовані літературні джерела. Самостійно знайти необхідний матеріал по тому чи іншому питанню та коротко законспектувати. Відповіді на питання контрольних завдань повинні бути чіткими, включати в себе необхідні схеми та рисунки. За наявністю недостатньо обґрунтованих рішень контрольна робота не може бути прийнята до захисту.

При оформленні контрольних робіт треба керуватися СТП15-96. Контрольна робота складається з таких частин: титул, зміст, основна частина, де містяться відповіді на запитання контрольної роботи, списку використаної літератури. Об'єм роботи не повинен перевищувати 15 аркушів рукописного тексту. На титульному аркуші ставиться підпис і дата відправлення студентом роботи на кафедру.

Контрольні завдання виконуються та захищаються до початку сесії.

5 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

При виконанні курсового проекту (роботи) студент повинен показати вміння користуватися рекомендованою літературою та даними виробничого досвіду.

З варіантів креслення деталей, що вказані у додатку, студент вибирає той, який співпадає з його останнім порядковим номером у записній книжці. У додатку наведені учбові креслення деталей, у яких відсутні деякі розміри. Відсутні розміри визначаються студентом самостійно, виходячи з масштабу креслення. За домовленістю з кафедрою дозволяється замінити задану деталь іншою, що взята на заводі по місцю роботи студента. Для збільшення варіантів завдань можна змінювати матеріал виливка, видавати додаткові спеціальні завдання, перелік яких знаходиться на кафедрі. Допускається видавати робочі креслення литих деталей з підприємств.

Для вибраної деталі студент розробляє технологію її виготовлення у відповідності з перерахованими нижче вимогами та порядком роботи [17]:

1 Вибрати спосіб виготовлення виливка в умовах масового, багатосерійного або дрібносерійного виробництва.

2 Вибрати марку ливарного сплаву (хімічний склад, властивості) зі вказуванням стандарту.

3 Розробити креслення виливка, на якому відобразити площину роз'єму форми і моделі, припуски на механічну обробку, границі стрижнів, напрям набивки стрижня, роз'єм стрижневого ящика, місце встановлення надливів, холодильників і випорів, місце підводу рідкого металу.

4 Вибрати спосіб ущільнення суміші при виготовленні форм і стрижнів, вказати модель машини і технічну характеристику, а також склад і фізико-механічні властивості формувальної і стрижневої суміші.

5 Розробити конструкцію модельно-опокової оснастки (складальне креслення двох або однієї модельної плити з моделлю у двох проєкціях і креслення стрижневого ящика) зі вказуванням для моделей формувальних нахилів, усадки, граничних відхилень на розміри, чистоти поверхні, способу кріплення моделей до плити.

6 Вибрати тип і конструкцію литникової системи, надливів, випорів, холодильників та виконати їх розрахунок.

7 Накреслити складену ливарну форму у перерізі і плані (при знятій верхній півформі).

8 Вибрати оптимальні параметри процесів сушки стрижнів, заливки форм, їх вибивання, методи обрубки, очищення виливків, режимів термічної обробки, способів перевірки якості виливків.

9 Скласти технологічну карту на виготовлення виливка.

Курсовий проект (робота) повинен складатися з пояснювальною записки (20-30 аркушів) та графічної частини (3-4 листа). Креслення виконувати олівцем у відповідності з вимогами стандартів. При виконанні курсового проекту (роботи) треба користуватися спеціально розробленими методичними вказівками [17].

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

- 1 Литейное производство / Под ред. Куманина. – М.: Машиностроение, 1971. – 320 с.
- 2 Кукуй Д.М., Скворцов В.А., Эктова В.Н. Теория и технология литейного производства. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 416 с.
- 3 Рыжиков А.А. Технологические основы литейного производства. – Москва – Свердловск: Mashgiz, 1962. – 527 с.
- 4 Формувальні суміші: Навч. посібник / С.П. Дорошенко. – К.: ІЗМН, 1997. – 140 с.
- 5 Формовочные материалы и смеси / С.П. Дорошенко, В.П. Авдокушин, К. Русин, И. Мацашек. – К.: Вища школа, 1990; Прага: СНТЛ, 1990. – 415 с.

Додаткова

- 6 Теоретические основы литейной технологии: Пособие для вузов / Под ред. А. Ветишка. Пер. с чешск. – Вища школа, 1981. – 320с.
- 7 Степанов Ю.А., Семенов В.М. Формовочные материалы. – М.: Машиностроение, 1969. – 160 с.
- 8 Василевский П.Ф. Технология стального литья. – М.: Машиностроение, 1974. – 480 с.
- 9 Ложичевский А.С. Литейные металлические модели. М.: Машиностроение, 1973. – 346 с.
- 10 Балабин В.В. Модельное производство. – М.: Машиностроение, 1970. – 158 с.
- 11 Жуковский С.С., Лясс А.М. Формы и стержни из холоднотвердеющих смесей. – М.: Машиностроение, 1978. – 222 с.
- 12 Барсук П.А., Лясс А.М. Жидкие самотвердеющие смеси. – М.: Машиностроение, 1979. – 255 с.
- 13 Справочник по чугунному литью / Под ред. Н.Г. Гиршовича. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
- 14 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія ливарного виробництва», розділ «Формувальні матеріали» для студентів спеціальності 8.090205 «Обладнання ливарного виробництва» та «Теоретичні основи формоутворення», розділ «Формувальні матеріали» для студентів спеціальності 8.090403 «Ливарне вироб-

ництво чорних та кольорових металів» всіх форм навчання для підготовки бакалаврів та спеціалістів / Укл.: С.Ф. Топчій, Є.І. Івахненко – Запоріжжя: ЗДТУ, 1998. – 63 с.

15 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія ливарного виробництва» та «Теоретичні основи формоутворення» (Розділ «Формування») для студентів спеціальностей 8.090205 «Обладнання ливарного виробництва» і 8.090403 «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» / Укл.: О.Ф. Кузовов, Ю.П. Петруша – Запоріжжя: ЗГТУ, 2000. – 30 с.

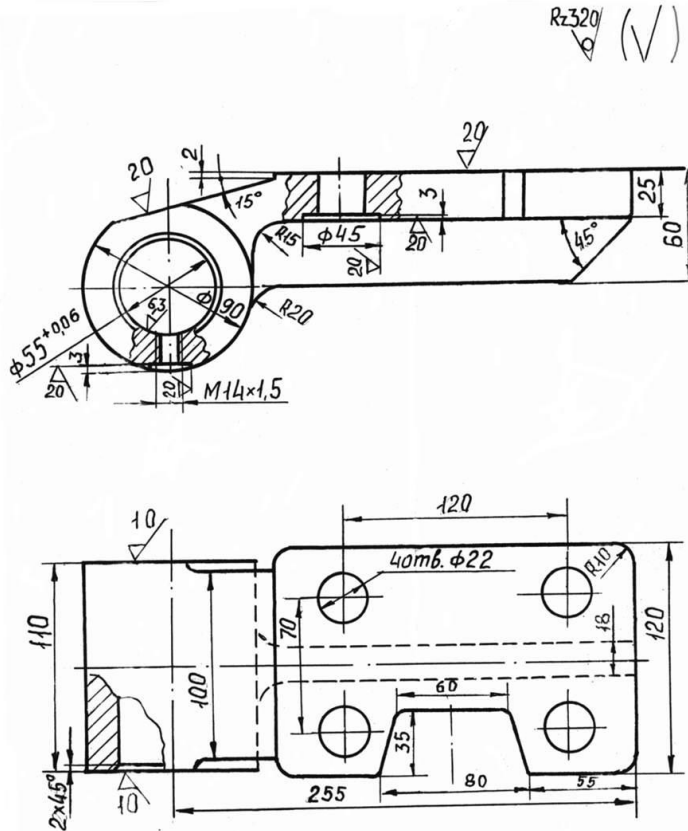
16 Технологічні розрахунки: Методичні вказівки до практичних занять і курсового проектування з дисциплін “Теоретичні основи формоутворення” і “Технологія ливарного виробництва” для студентів спеціальностей 8.090403 “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів” і 8.090205 “Обладнання ливарного виробництва” всіх форм навчання для підготовки бакалаврів і спеціалістів / Укл.: О.Ф.Кузовов. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. - 65 с.

17 Методичні вказівки до курсового проекту по дисциплінам «Технологічні основи ливарного виробництва» та «Технологія ливарної форми» (для студентів з фахів 11.06 та 12.03) / Укл. О.Ф. Кузовов. – Запоріжжя: ЗМІ, 1992. – 27 с.

Додаток А

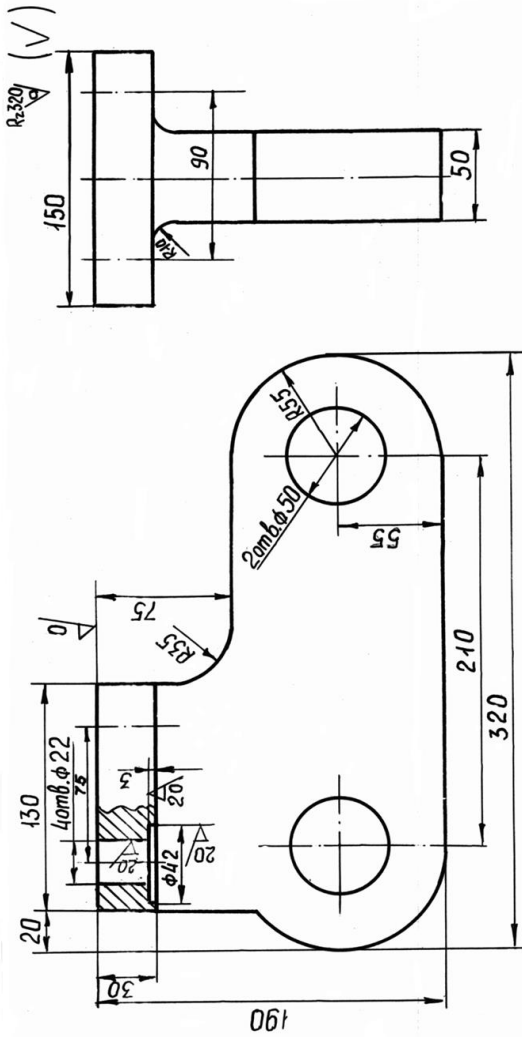
Креслення деталей для курсового проекту

Варіант 1



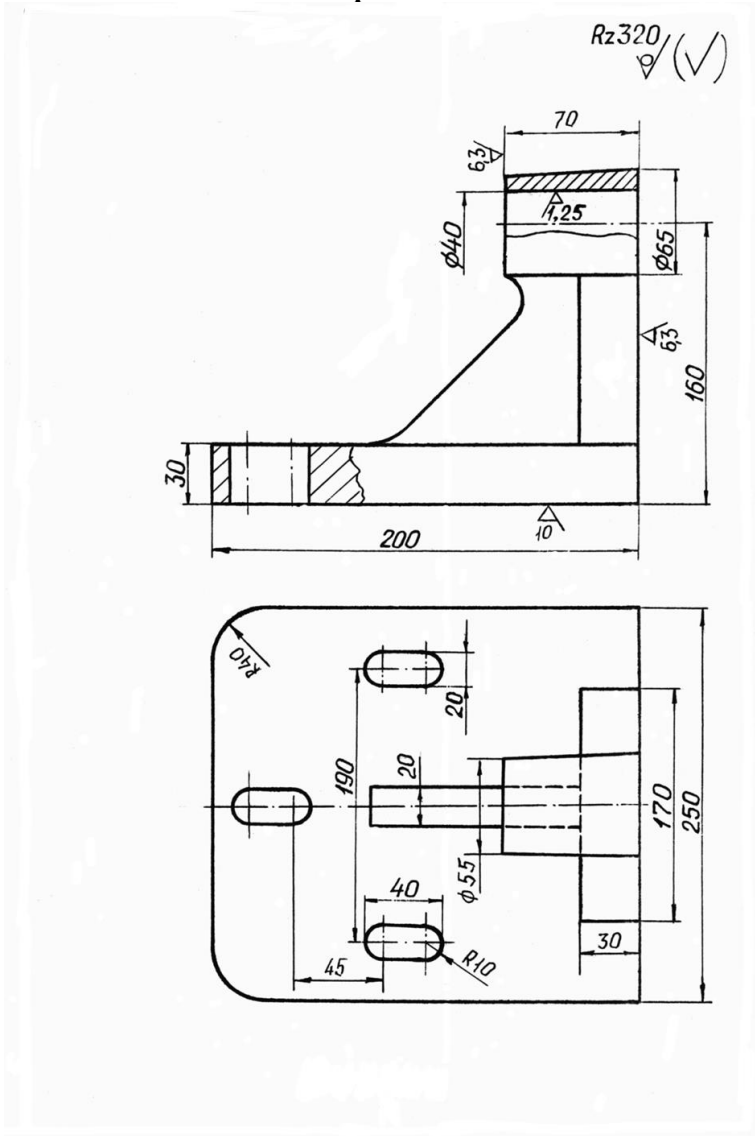
Кронштейн

Вариант 2



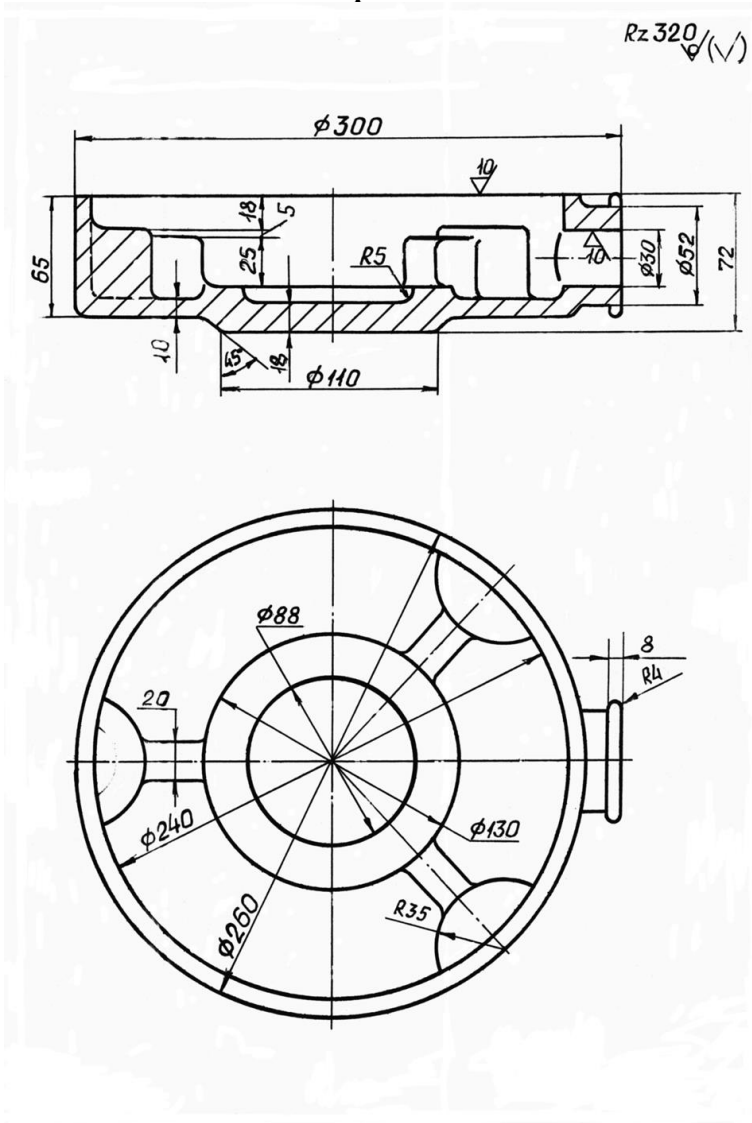
Ланка

Варіант 3



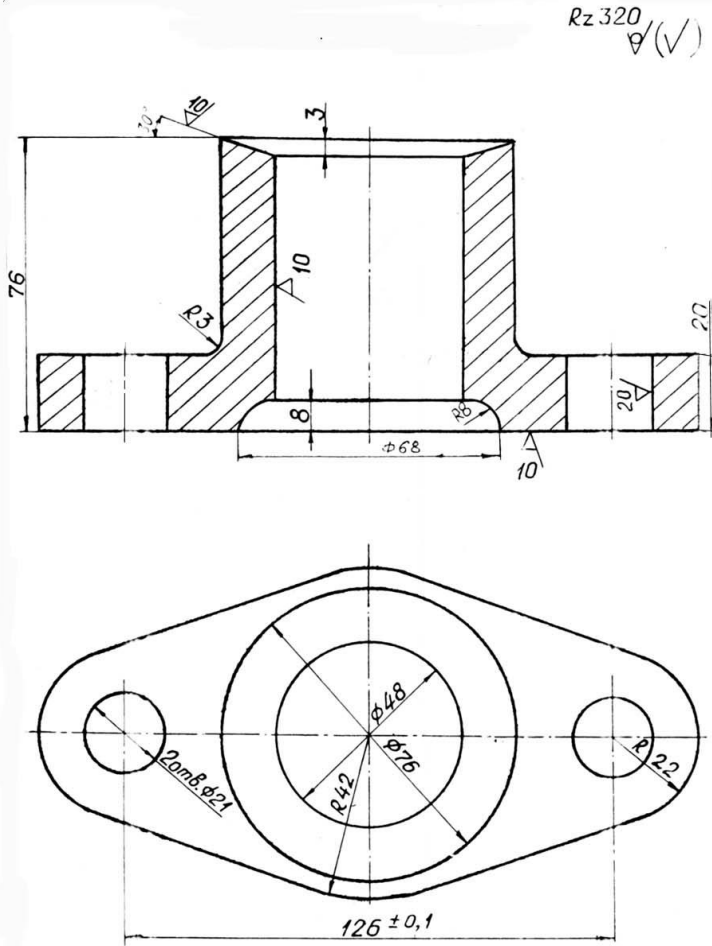
Стійка

Варіант 4



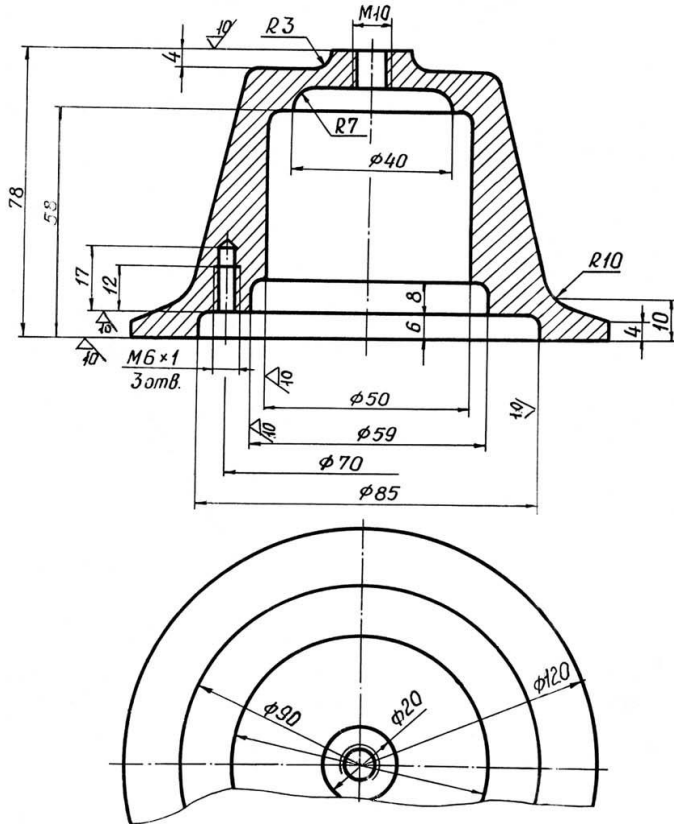
Перехід

Вариант 5



Фланец

Вариант 6

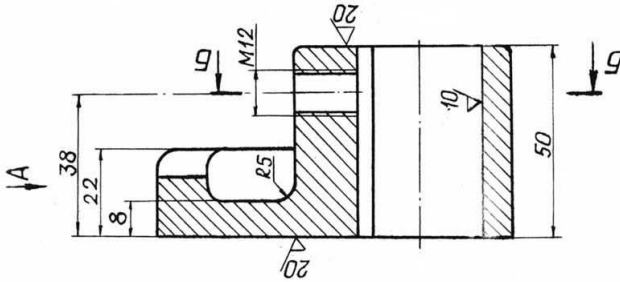
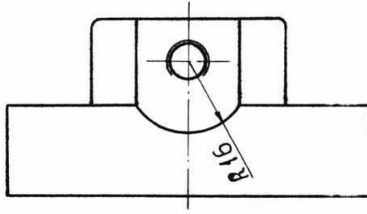
Rz 320 $\sqrt{(\checkmark)}$ 

Конус

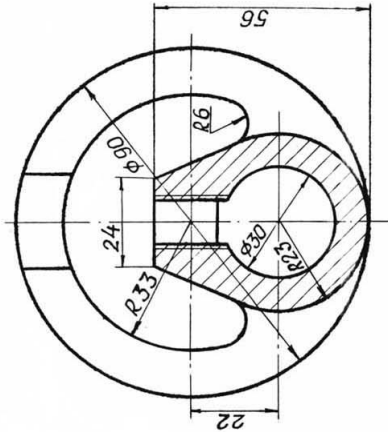
Вариант 7

Rz 320 (✓)

A



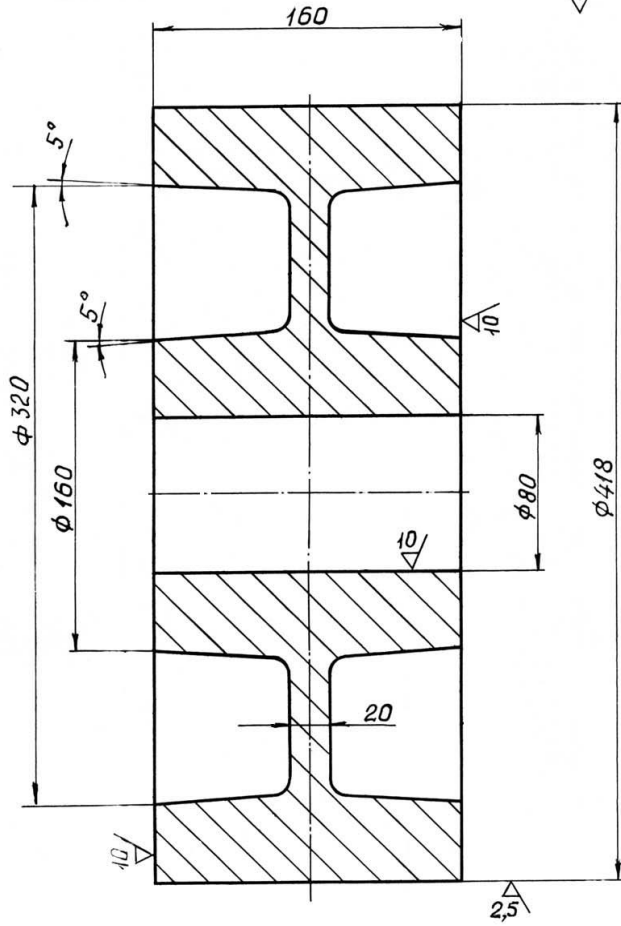
Б-Б



П'ятя

Вариант 8

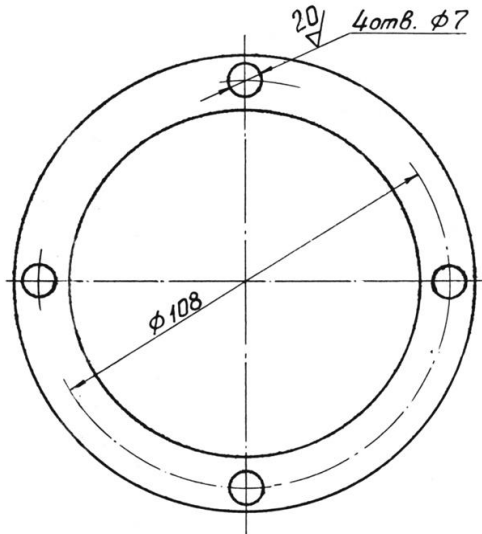
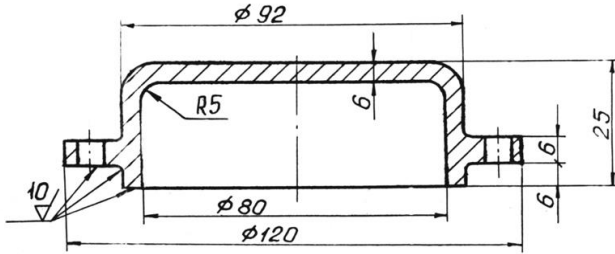
Rz 320
√ (√)



Каток

Варіант 9

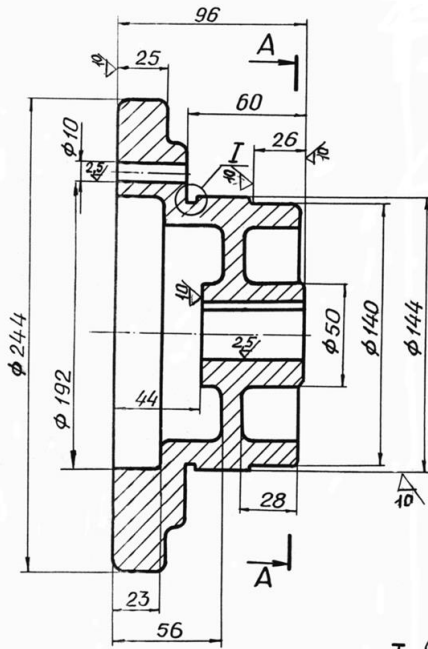
Rz 320/ (✓)



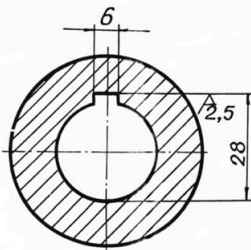
Кришка

Вариант 10

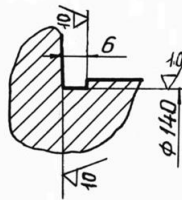
Rz320 (✓)



A-A



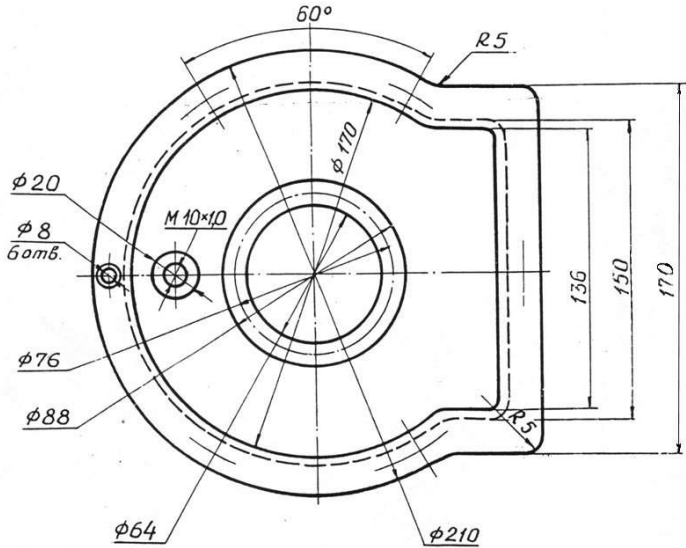
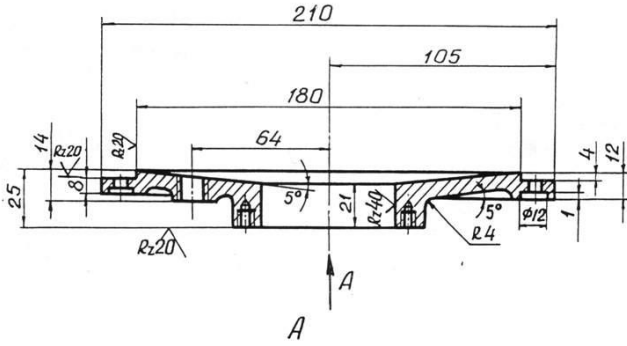
I (2:1)



Муфта

Вариант 11

Rz 320 ✓ (✓)



Кришка