

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та
самостійної роботи з дисциплін

“Технологія ливарного виробництва” та

“Теоретичні основи формоутворення”

для студентів усіх форм навчання

2021

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисциплін "Технологія ливарного виробництва" та "Теоретичні основи формоутворення": для студентів усіх форм навчання / уклад.: В. Г. Іванов, О. Ф. Кузовов. – Електронні дані. – Запоріжжя: НУЗП, 2021. – 44 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

Практичне заняття №1. Розробка креслення виливка і елементів ливарної форми.....	5
1.1 Загальні відомості.....	5
1.2 Розробка креслення виливка і елементів ливарної форми.....	9
1.2.1 Положення виливка у ливарній формі при заливці.....	9
1.2.2 Поверхня роз'єму моделі і форми.....	10
1.2.3 Елементи деталі, що не виконуються у виливках.....	11
1.2.4 Припуски на механічну обробку.....	11
1.2.5 Ливарна усадка.....	11
1.2.6 Формувальні ухили.....	12
1.2.7 Конструкція і розміри знаків стрижнів та ливарної форми.....	12
1.2.8 Литникова система.....	14
1.2.9 Надливи.....	14
1.2.10 Холодильники.....	14
1.3 Зміст звіту.....	14
Практичне заняття №2. Проектування модельного комплекту.....	15
2.1 Загальні відомості.....	15
2.2 Проектування моделей низу і верху.....	16
2.2.1 Конструкція моделей.....	16
2.2.2 Знаки моделей.....	16
2.2.3 Розміри моделей.....	16
2.2.4 Шорсткість поверхні.....	17
2.2.5 Ухили на моделях.....	20
2.3 Проектування стрижневого ящика.....	20
2.3.1 Конструкція стрижневого ящика.....	20
2.3.2 Знаки стрижневого ящика.....	21
2.3.3 Вдувні отвори та венти.....	21
2.3.4 Розміри стрижневого ящика.....	23
2.3.5 Шорсткість поверхонь ящика.....	23
2.3.6 Складання частин ящика.....	23
2.4 Зміст звіту.....	23

Практичне заняття №3. Вибір розмірів опок та проектування модельних плит	24
3.1 Загальні відомості.....	24
3.2 Вибір розмірів опок.....	24
3.3 Проектування модельних плит.....	27
3.4 Зміст звіту.....	27
Практичне заняття №4. Технологічний процес виробництва виливка	30
4.1 Загальні відомості	
4.2 Етапи розробки технологічного процесу виробництва виливка.....	30
4.2.1 Опис деталі.....	30
4.2.2 Розробка креслення виливка.....	31
4.2.3 Вибір методу і способу формування.....	31
4.2.4 Вибір формувального обладнання.....	31
4.2.5 Розробка моделей та стрижневих ящиків.....	31
4.2.6 Розробка модельно-опокового комплекту.....	31
4.2.7 Розрахунок литникової системи, надливів, холодильників.....	32
4.2.8 Вибір формувальних матеріалів.....	32
4.2.9 Розрахунок наповнювальної рамки.....	32
4.2.10 Складання форм.....	32
4.2.11 Заливка форм.....	33
4.2.12 Охолодження виливка.....	33
4.2.13 Вибивка та фінішні операції.....	33
4.3 Зміст звіту.....	33
Рекомендована література	34
Додаток А	35
Додаток Б	37
Додаток В	38

Практичне заняття №1

РОЗРОБКА КРЕСЛЕННЯ ВИЛИВКА І ЕЛЕМЕНТІВ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ

Мета роботи – за кресленням деталі розробити креслення вилівка і креслення елементів ливарної форми згідно стандарту ГОСТ 3.1125 – 88 “Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок”.

Термін виконання роботи – 6 годин.

1.1 Загальні відомості

Креслення вилівка виконується на основі креслення деталі (рис.1.1) у вигляді окремого креслення (рис.1.2), яке відрізняється від креслення деталі наявністю припусків на механічну обробку та зображенням елементів деталі, що не виконуються у вилівку. На кресленні вказують розміри вилівка і припусків на механічну обробку. Розміри елементів, що не виконують у вилівку – не вказують. На кресленні вилівка також вказуються лінія роз’єму моделі і форми – МФ та положення вилівка у ливарній формі при заливанні – Н (низ) і В (верх). У графі основного надпису креслення (штампа) під назвою деталі пишуть слово – “вилівок”. Це креслення розробляється у масовому і крупносерійному виробництвах і служить для контролю геометричних розмірів вилівка і проектування модельної оснастки.

Допускається згідно зі вказаним ГОСТом виконувати креслення вилівка на копії креслення деталі.

Креслення елементів ливарної форми виконується згідно ГОСТ 3.1125 – 88 тільки безпосередньо на копії креслення деталі (рис.1.3) на якому вказують наступне:

- площину роз’єму моделі і форми та положення вилівка у формі при заливанні (чорним кольором);
- елементи деталі, що не будуть виконуватися у вилівку (закреслюють хрест на хрест червоним кольором);
- припуски на механічну обробку (червоним кольором) із вказуванням їх розмірів;
- контури стрижнів, їх знаки та контрольні знаки з необхідними ухилами та зазорами, з вказуванням їх розмірів (синім кольором, штриховою лінією по контуру у розрізах);

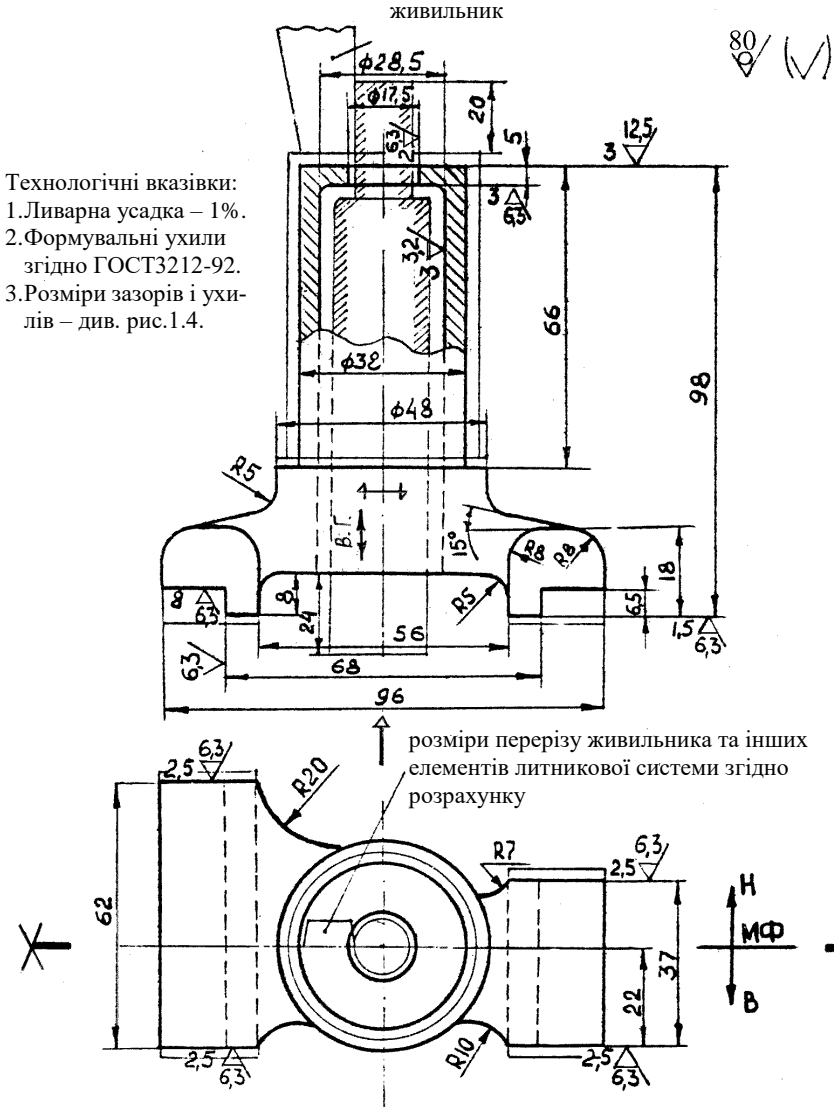


Рисунок 1.3 – Елементи ливарної форми (для виливка “Супорт”)

- литникову систему, перерізі її елементів з написанням розмірів, площі перерізів та кількості (червоним кольором);
- вказати усадочні ребра, стяжки, технологічні приливи тощо (червоним кольором), холодильники (зеленим кольором).

Над основним надписом креслення (штампом) пишуть фразу: “Елементи ливарної форми”. Допускається зображення вищеназваних елементів виконувати одним кольором – чорним (звичайним олівцем).

Це креслення використовують у дрібносерійному і одиничному виробництвах. Його доповнюють технологічною картою, у якій приводять відомості про розміри ливарної усадки, склади формувальних і стрижневих сумішей, протипригарних покриттів, вказівки про формування, заливку, вибивку та фінішну обробку виливка тощо. Технологічної документації у такому вигляді достатньо для виготовлення дерев'яної модельної оснастки, формування та подальших операцій, необхідних для виробництва виливка.

1.2 Розробка креслення виливка і елементів ливарної форми

1.2.1 Положення виливка у ливарній формі при заливці

При виборі положення виливка у формі дуже часто існує декілька варіантів. Тому вибір оптимального варіанту здійснюється з урахуванням специфічних правил технології ливарного виробництва:

1 Виливок у формі слід розташовувати так, щоб при твердінні виконувався головний принцип ливарної технології – принцип спрямованої кристалізації (для усіх сплавів крім сірого чавуну феритних марок). Тобто найбільш віддалені від надлива частини виливка повинні кристалізуватися у першу чергу. Надлив необхідно розташовувати зверху, безпосередньо на масивній частині виливка, і він повинен твердіти останнім.

2 Найбільш відповідальні поверхні та частини виливка треба розташовувати у нижній частині форми.

3 Виливки циліндричної форми зі зовнішніми та внутрішніми поверхнями, що обробляються (циліндри, поршні, шпindelі, втулки, болванки та інші) треба заливати у вертикальному положенні.

4 Положення виливка у формі повинно забезпечити надійність кріплення стрижнів при складанні форми та можливість перевірки вірності їх встановлення.

5 Виступаючі частини ливарної форми (болвани) – треба нама-

гатися розташовувати знизу по заливці з метою попередження їх відриву при формуванні, транспортуванні та заливанні форми.

1.2.2 Поверхня роз'єму моделі і форми

Вибір поверхні роз'єму моделі і форми залежить від способу формування та оснастки, що використовується. Спосіб формування визначається, в першу чергу, характером виробництва. В усіх випадках необхідно прагнути до використання машинних способів виготовлення форм, а при масовому виробництві – автоматичних ліній. Поверхня роз'єму повинна бути такою, щоб з найменшими витратами праці виготовити модель, форму, отримати найбільш точні за геометрією виливки і зменшити витрати на обрубку і очистку. Неправильне призначення поверхні роз'єму ускладнює виготовлення форм і, відповідно, виливків. Свої міркування про вибір положення вилітка у формі при заливці то поверхню роз'єму моделі і форми студент обов'язково повинен погоджувати з викладачем.

Роз'єм моделі і форми відповідно ГОСТ 3.1125 – 88 показують відрізком або ломаною штрихпунктирною лінією, що закінчується знаками $X-$ $-X$, над якою вказується літерами – МФ. Напрямок роз'єму вказують безперервною основною лінією, що обмежена стрілками та перпендикулярна до лінії роз'єму. Положення вилітка у формі при заливці позначають літерами – В (верх) та Н (низ). Літери проставляються біля стрілок, що вказують напрямок роз'єму форми (рис.1.2, 1.3).

Ливарна форма завжди має роз'єм, модель – не завжди. При виконанні нероз'ємних моделей вказують тільки роз'єм форми. Ливарна форма може мати декілька роз'ємів і дуже рідко буває нероз'ємною.

Основні правила вибору поверхні роз'єму:

1 Поверхня роз'єму дуже часто проходить по одній з вісі симетрії або по поверхні, що забезпечує положення більшої частини вилітка унизу.

2 Поверхня роз'єму повинна забезпечити формування з використанням найменшої кількості стрижнів.

3 Плоскій поверхні віддають перевагу перед фігурною.

4 Число від'ємних частин моделі повинно бути мінімальним. За використанням машинного формування від'ємні частини замінують стрижнями.

1.2.3 Елементи деталі, що не виконуються у виливках

У виливках, які отримують у піщаних формах, не виконують отвори з різьбою, пази під шпонки, фаски, а також деякі отвори, що піддаються наступній механічній обробці. Мінімальний діаметр отворів, що механічно обробляють і виконують литтям з відповідним припуском на обробку, вибирають за довідниковою літературою[1-3] в залежності від роду ливарного сплаву, діаметру і довжини отвору.

Мінімальний розмір отвору, який механічно обробляють і який доцільно виконувати у виливку, можна розрахувати за емпіричними формулами. Для чавунного литва :

$$D=0,15H+6 \text{ мм} \quad (1.1)$$

Для сталевого литва:

$$D=0,3H+12 \text{ мм} \quad (1.2)$$

де H – довжини отвору, мм.

1.2.4 Припуски на механічну обробку

Припуск на механічну обробку – це шар металу на один бік, що знімається з виливка у процесі механічної обробки для отримання потрібної шорсткості і заданої точності розмірів.

Припуски на механічну обробку передбачаються на поверхнях, що підлягають обробці.

Розмір припуску на механічну обробку залежить від роду ливарного сплаву, способу формування, максимального габаритного розміру виливка, номінального розміру (для якого вибирається припуск), точності виливка, а також від положення виливка у формі при заливці. Припуски на механічну обробку вибираються відповідно ГОСТ 26645 – 85 “Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку”. Приклад та порядок вибору припусків на механічну обробку наведено у додатку А.

Розмір припуску вказують цифрою перед знаком шорсткості поверхні деталі або лінійним розміром.

1.2.5 Ливарна усадка

В технологічній карті вказують розмір усадки сплаву в процентах, яка враховується при виготовленні модельного комплекту. Розмір

ливарної усадки вибирають за довідниковою літературою [1-4] в залежності від роду ливарного сплаву та конструктивних особливостей вилівка.

1.2.6 Формувальні ухили

Технологічні формувальні ухили використовують на формують-ворюючих поверхнях, що розташовані перпендикулярно лінії роз'єму, для полегшення вільного вилучення моделі з ливарної форми або вивільнення стрижневих ящиків від стрижнів без порушення суцільності форм і стрижнів.

Формувальні ухили на моделях та стрижневих ящиках визначають за ГОСТ 3212 – 92 “Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров” в залежності від висоти вертикальної стінки моделі та ящика, способу формування та матеріалу модельної оснастки (прийняти у якості матеріалу для модельного комплексу – алюмінієвий сплав).

1.2.7 Конструкція і розміри знаків стрижнів та ливарної форми

Конструктивне виконання і усі розміри знаків стрижнів і ливарної форми виконують згідно ГОСТ 3212 – 92. Необхідно виконати ескізи знаків стрижнів і форми з урахуванням ухилів, зазорів та допусків на відхилення розмірів (рис.1.4).

У розрахунку діаметра стрижня необхідно врахувати розмір припуску на механічну обробку (зменшує діаметр стрижня) і розмір ливарної усадки (збільшує діаметр стрижня).

У розмірах знаків стрижня врахувати величини ухилів та допусків на відхилення розмірів.

У розмірах знаків форми, крім ухилів і допусків на відхилення розмірів, врахувати зазори між знаками стрижня і форми (S_1, S_2, S_3).

Стрижні, їх знаки, знаки ливарної форми зображують на кресленні елементів ливарної форми у масштабі креслення безперервною тонкою лінією синього кольору.

Відповідно ГОСТ 3.1125 – 88 на кресленні вказують:

- порядковий номер стрижня (Ст.1);
- напрямок набивання стрижня (∇);
- поверхню роз'єму стрижневого ящика ($\leftarrow \rightarrow$);
- напрямок виходу газів (ВГ \downarrow).

1.2.8 Литникова система

Місце підведення живильника до виливка визначають згідно роботи №1 [5, С.5-29] та рекомендацій [1-3]. Розміри литникової системи розрахувати за допомогою одного із способів, викладених у вищезгаданій роботі.

Литникову систему виконують у масштабі зображення виливка безперервною тонкою лінією червоного кольору. Перерізи елементів литникової системи не штрихують.

1.2.9 Надливи

Місця встановлення надливів та їх кількість визначають користуючись роботою 2 [5, С.30-48]. Основні геометричні розміри надливів розрахувати за допомогою одного зі способів, що викладені у вказаній роботі.

Надлив зображують безперервною тонкою лінією червоного кольору.

1.2.10 Холодильники

Крім литникової системи та надливів спрямованість твердіння виливка регулюється, у певних випадках, за допомогою зовнішніх та внутрішніх холодильників, методика розрахунку яких розглянута у роботі 3 [5, С.49-57].

Холодильники зображують у масштабі зображення деталі безперервною тонкою лінією зеленого кольору. У перерізі холодильники штрихують.

1.3 Зміст звіту

Зробити креслення виливка як окреме креслення. Зробити креслення елементів ливарної форми, який виконати на копії креслення деталі. Також вказати розмір ливарної усадки та формувальних ухилів (див. рис.1.3). Виконати ескізи стрижня і знаків форми (див. рис.1.4).

Практичне заняття №2

ПРОЕКТУВАННЯ МОДЕЛЬНОГО КОМПЛЕКТУ

Мета роботи – за кресленням вилівка розробити ескізи моделей низу і верху, а також стрижневого ящика.

При розробці прийняти:

- матеріал модельного комплекту – алюмінієвий сплав АК9;
- спосіб формування – машинний, з горизонтальною площиною роз'єму форми

Термін виконання роботи – 6 годин

2.1 Загальні відомості

Частина ливарної оснастки, що уявляє сукупність технологічних пристосувань, необхідних для отримання у формі контурів вилівка, називається модельним комплектом.

Основні елементи модельного комплекту – модель та стрижневі ящики.

До модельного комплекту також входять наступні елементи:

- 1 моделі живильників, шлаковловлювачів, стояків, випорів, надливів та інших частин литниково-живильної системи;
- 2 модельні плити для встановлення або кріплення моделей вилівоків та литникової системи;
- 3 сушильні плити, драйери та пристосування для доведення розмірів і контролю форм або стрижнів [6].

За допомогою моделі отримують відбиток у ливарній формі, що відтворює зовнішню конфігурацію вилівка та має знаки для встановлення стрижнів. Розрізняють модель низу, модель верху і, відповідно, півформу низу, півформу верху. При машинному формуванні моделі закріплюють на модельних плитах – модельній плиті низу та модельній плиті верху. Найбільш розповсюдженими матеріалами для моделей при машинному формуванні служать сплави на основі алюмінію або міді, а також чавун, рідше – сталь та епоксидні смоли. Вибір матеріалу моделі диктується інтенсивністю експлуатації, тобто залежить від кількості відбитків, які необхідно отримати за допомогою цієї моделі.

Стрижневі ящики (один або кілька у модельному комплекті) служать для виготовлення стрижнів. Стрижні встановлюють у знаки ливарної форми. Стрижні оформлюють, як правило, внутрішню конфігурацію вилівка, а також зовнішню поверхню, яку не можливо

отримати за моделлю.

Проектування модельного комплекту здійснюється на основі креслення вилівка.

2.2 Проектування моделей низу і верху

2.2.1 Конструкція моделей

Металеві моделі можуть бути суцільними або складатися з окремих частин, що визначають конструктивно, виходячи з умов механічної обробки моделі. Моделі, з метою полегшення маси, виготовляють порожнистими. В такому випадку товщину стінок моделі з алюмінієвого сплаву визначають за емпіричною формулою [4]:

$$t = 6 + 0,006P \quad (2.1)$$

де P – середній габаритний розмір вилівка, $P = \frac{A+B}{2}$, мм.

де A та B – максимальні розміри моделі відповідно за довжиною і шириною у плані розташування її на модельній плиті, мм.

Товщина ребер жорсткості (δ), що розташовані з боку неробочої поверхні моделі, дорівнює $\delta=(0,7\dots1,0)t$. Кількість ребер жорсткості, їх розміри та розташування визначають відповідно з рекомендаціями ГОСТ 11961 – 66 “Модели и стержневые ящики литейные металлические. Нормы точности” або, у ряді випадків, конструктивно.

Маса невеликих за розмірами моделей не лімітується, тому такі моделі виконують без порожнин (рис.2.1 та 2.2).

2.2.2 Знаки моделей

Розміри знаків моделей низу та верху повинні відповідати розмірам знаків форми (див. рис.1.4).

2.2.3 Розміри моделей

Розміри моделей низу та верху визначають за даними креслення вилівка з урахуванням прийнятих величин ливарної усадки вилівка та формувальних ухилів (див. рис. 1.2, 1.3).

Розміри моделей ($l_{мод}$, мм) з урахуванням усадки визначають за формулою:

$$l_{\text{мод}} = l_{\text{відл}} + l_{\text{відл}} \frac{\varepsilon_{\text{лив}}}{100} \quad (2.2)$$

де $l_{\text{відл}}$ – розмір виливка за кресленням, мм;

$\varepsilon_{\text{лив}}$ – ливарна усадка, %.

Середній розмір ливарної усадки для різних сплавів можна визначити з табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Ливарна усадка ливарних сплавів

Сплави	Ливарна усадка, %	
	вільна	утруднена
Сірий чавун	1,0	0,9
Ковкий чавун	0,5	0,5
Сталь вуглецева	2,0	1,5
Сталь 110Г13Л	3,0	2,5
Сталь хромонікелева (25%Cr, 20%Ni)	2,2	1,8
Бронза олов'яна	1,5	0,8
Бронза алюмінієва	2,2	1,6
Магнієві сплави	1,8	1,1
Алюмінієві сплави	2,0	1,0
Силуміни (8 – 14% Al)	1,2	1,0
Латунь	2,0	1,5

Примітки:

1 Усадка ковкого чавуну складається з усадки білого чавуну (зменшення розмірів $\approx 2\%$) та термічного розширення чавуну при термічній обробці внаслідок виділення графіту відпалу (збільшення розмірів $\approx 1,5\%$).

2 Вільна усадка приймається для виливків з простою конфігурацією поверхні, а утруднена – для складних виливків зі стрижнями.

Дозволені відхилення на розміри моделей визначаються згідно ГОСТ 3212 – 92.

2.2.4 Шорсткість поверхні

Робочі поверхні моделі (що стикаються з формувальною сумішшю) механічно обробляються до $R_{a6,3-1,6}$, поверхня роз'єму моделі – до R_{a10-5} , отвори під болтові з'єднання – до R_{a20} , центруючі отвори під штифти – до $R_{a3,2-1,6}$.

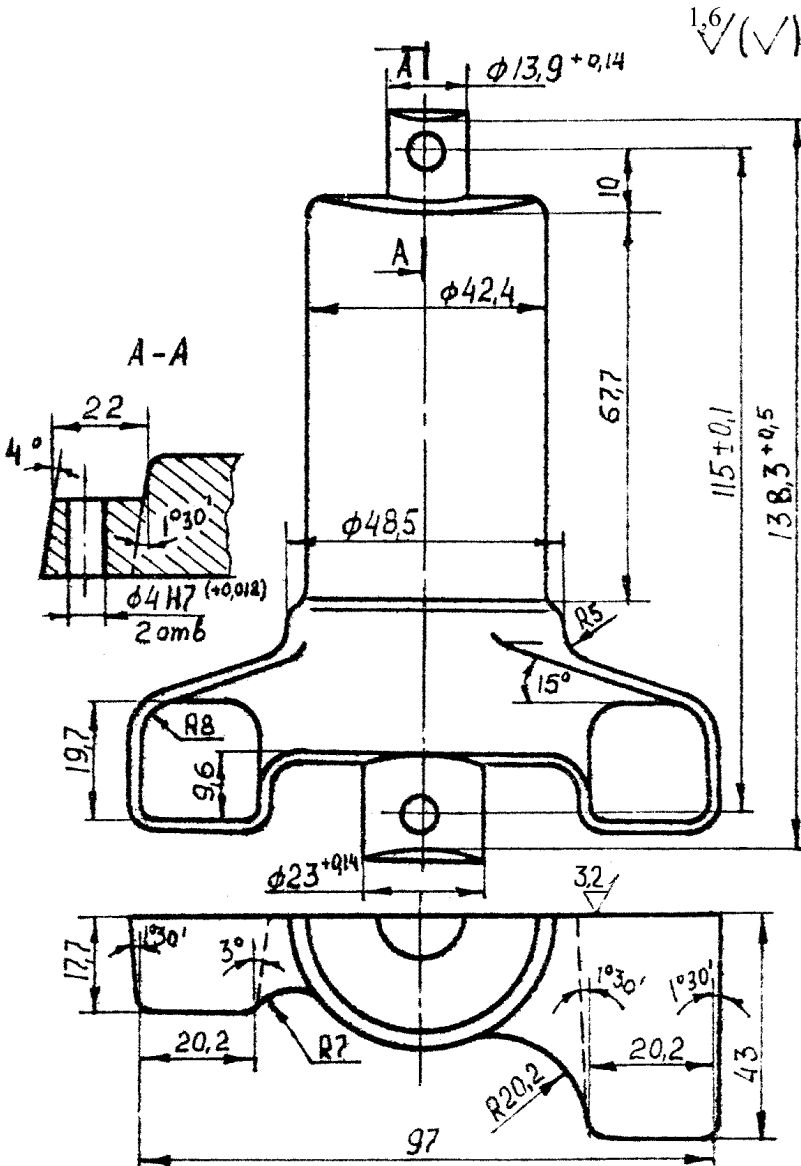


Рисунок 2.1 – Модель низу вилівка “Супорт”
(Сплав – АК9 ГОСТ1583-93, маса 0,25 кг)

Технологічні вказівки:

1. Незазначені радіуси – 3мм.
2. Незазначені граничні відхилення розмірів за II кл. точності згідно ГОСТ11961-66
3. Центрування моделей низу і верху виконувати разом.

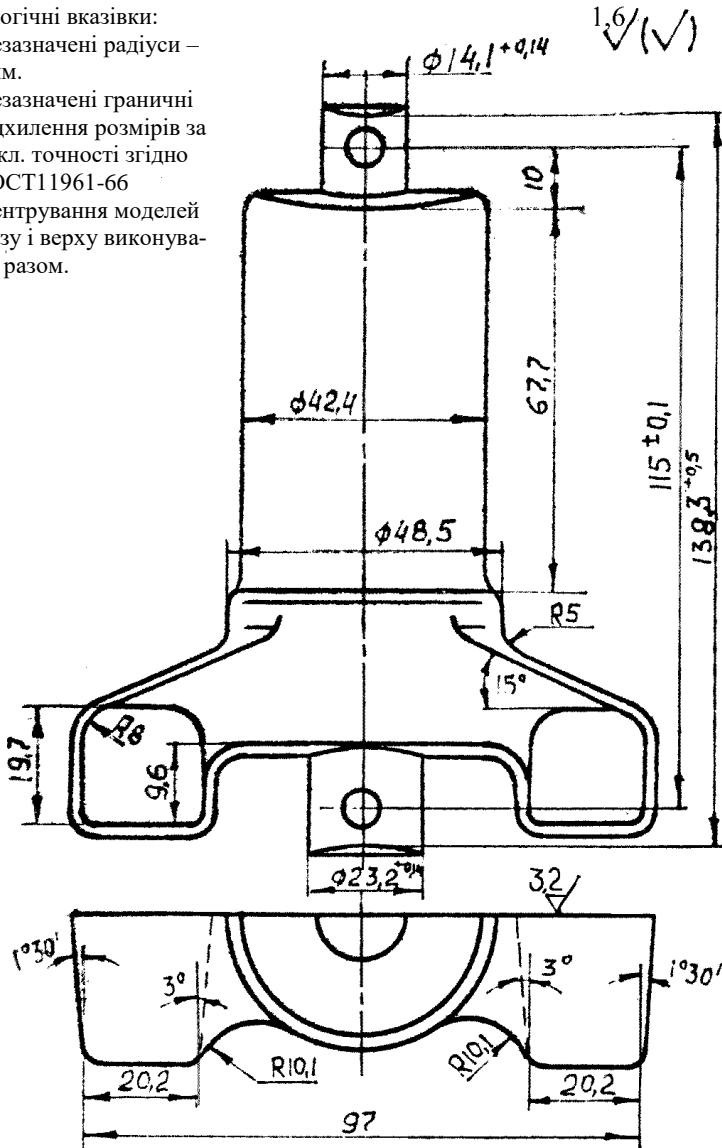


Рисунок 2.2 – Модель верху виливка “Супорт”
(Сплав – АК9 ГОСТ1583-93, маса 0,26 кг)

2.2.5 Ухили на моделях

На усі стінки моделі, що перпендикулярні лінії роз'єму, призначаються формувальні ухили згідно ГОСТ 3212 – 92 (див.п.1.2.6).

Формувальні ухили в залежності від вимог, що ставляться до поверхні виливка, треба виконувати:

- понад припуск на механічну обробку за рахунок збільшення розмірів виливка (на поверхнях, що оброблюються);
- за рахунок збільшення та зменшення розмірів виливка (на поверхнях, що не оброблюють і які не стикаються по контуру з іншими деталями);
- за рахунок зменшення або збільшення розмірів виливка в залежності від поверхні прилягання (на поверхнях, що не оброблюються і які стикаються по контуру з іншими деталями).

Якщо треба заформувати без ухилів застосовують:

- формування з плитою протягання (у якій робляться прорізи за контуром моделі, висота моделі при цьому збільшується на товщину плити; підйом плити протягання здійснюється механізмом протягання формувальної машини);
- встановлення стрижня;
- спеціальне формування – за випалюваними моделями (з пінополістиролу), вакуумне формування.

2.3 Проектування стрижневого ящика

2.3.1 Конструкція стрижневого ящика

Конструкція стрижневого ящика визначається конфігурацією стрижня та способом його виготовлення. У цій роботі необхідно виконати проект ящика для виготовлення стрижнів на піскодувній або піскострільній машині. За конструкцією ящики бувають:

- витрушувальні, у яких напрямком набивання стрижня є паралельним напрямку знімання ящика зі стрижня;
- роз'ємні, у яких напрямком набивання стрижня є перпендикулярним напрямку знімання ящика зі стрижня; площа роз'єму ящика (одна або декілька) може бути вертикальною, горизонтальною або комбінованою;
- одномісцеві (для великих стрижнів) або багатомісцеві (для дрібних стрижнів).

Товщина стінки великих ящиків (t , мм) з алюмінієвих сплавів [3]:

$$t = 6 + 0,012P \quad (2.3)$$

Кількість місць (гнізд) у ящику для дрібних стрижнів визначається конструктивно, виходячи з міркувань ручного транспортування ящика зі стрижневою сумішшю (загальна маса із сумішшю – не більше 7 – 10 кг). У конкретних умовах виробництва необхідно також враховувати технічні можливості стрижневої машини.

У місцях, що найбільше піддаються зношуванню (площини, якими встановлюють ящик на стіл машини, які стикаються зі вдвувною плитою та зі стискаючими механізмами) передбачаються бронюючі пластини зі сталі Ст.3. Товщина такої пластини 2,5 – 3,0 мм [4]. На рис.2.3 зображено 6-місцевий ящик для стрижня виливка “Супорт”.

2.3.2 Знаки стрижневого ящика

Розміри знаків ящика точно дорівнюють розмірам знаків стрижня (див. рис. 1.4).

2.3.3 Вдувні отвори та венти

Наповнення ящика стрижневою сумішшю виконується крізь вдувні отвори, що виконані у вдвувній плиті піскодувної машини. З цієї мети бажано, щоб поверхня ящика з боку наповнення була відкритою та плоскою. У випадку, коли виконати цю умову не можливо, наповнення ящика сумішшю виконується безпосередньо через його стінку, для цього в останній виконують вдувні отвори, що співпадають з отворами на вдвувній плиті. Вдувні отвори у стінці ящика бронюють за допомогою сталевих втулок [4]. Діаметр вдувних отворів приймається 8 – 12 мм для дрібних стрижнів, 16 мм – для великих. Кількість вдувних отворів визначається з розрахунку – один отвір на 50 – 60 см² площини проекції ящика у напрямку надування суміші.

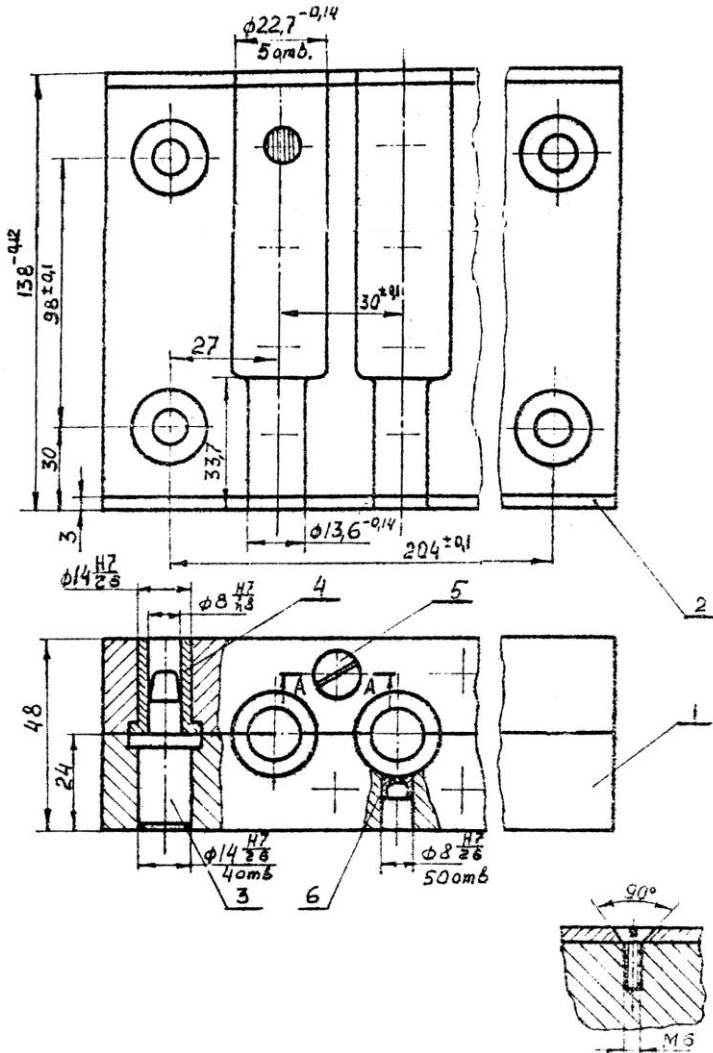
Венти (ГОСТ 19396 - 74) – пробки, з виконаними у них щільовими або сітчастими отворами для виходу надлишкового повітря з ящика під час надування його сумішшю.

Кількість вент визначається з співвідношення:

$$F_{вд} = (0,3 - 0,7)F_{вд} \quad (2.4)$$

де $F_{вд}$ – сумарна площа перерізу отворів у венті, мм²;

$F_{вд}$ – сумарна площа перерізу вдувних отворів, мм².



- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1. Корпус (2 шт.); | 4. Втулка (4 шт.); |
| 2. Броньовая пластина (4 шт.); | 5. Гвинт М6 (48 шт.); |
| 3. Штир (4 шт.); | 6. Вента (50 шт.) |
- Рисунок 2.3 – Стрижневый ящик для заливки “Супорт”

При виготовленні ящика вентилів встановлюють у місцях найбільш імовірного скупчення повітря. При цьому 75% зі всієї врахованої кількості вентилів встановлюють у верхній частині ящика та 25% - у нижній. Звичайно, кожний новий стрижневий ящик піддають дослідній спробі перед використанням у виробництві. Якщо у стрижнях виявлені місця з незадовільною щільністю суміші, тоді, у відповідних місцях ящика, встановлюють додаткові вентилі.

2.3.4 Розміри стрижневого ящика

Внутрішні розміри ящика (див. рис. 2.3), що визначають конфігурацію стрижня, розраховують на основі даних практичного заняття №1 з урахуванням прийнятих величин ливарної усадки виливка, припусків на механічну обробку, а також формувальних і технологічних ухилів, якщо такі передбачені.

2.3.5 Шорсткість поверхонь ящика

Шорсткість поверхонь ящика приймають аналогічно як і для моделей

2.3.6 Складання частин ящика

Взаємне центрування половин (частин) ящика при складанні перед виготовленням стрижня виконується за допомогою штирів та втулок (див. рис. 2.3). У ящиках для піскодувного процесу рекомендують передбачати ущільнення у площині контакту ящика зі вдвальною плитою (гумове – для ящиків, що не нагріваються у процесі експлуатації).

Складений ящик закріплюють за допомогою затискачів, передбачених у пристрої піскодувної машини. При ручному виготовленні стрижня у ящику необхідно виконати елементи його взаємного кріплення половин (частин). Конструктивне виконання вузла кріплення дуже різноманітне: гвинтове, клинове, рамочне тощо [4].

2.4 Зміст звіту

Виконати ескізи моделей низу і верху, а також стрижневого ящика для заданого виливка згідно прикладу (рис. 2.1, 2.2, 2.3).

Практичне заняття №3

ВИБІР РОЗМІРІВ ОПОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ МОДЕЛЬНИХ ПЛИТ

Мета роботи – для розроблених конструкцій моделей підібрати опоки та розробити ескізний проект модельних плит низу і верху для машинного формування.

Термін виконання роботи – 2 години

3.1 Загальні відомості

До ливарної оснастки, що використовується при формуванні, крім модельного комплекту, відносять опоки та пристосування загального призначення (щитки, наповнювальні рамки, штирі, втулки, скоби, тощо). Тому разом з поняттям “модельний комплект” існує поняття “модельно-опоковий” або “формувальний комплект”, тобто повний комплект оснастки, необхідний для виробництва разової форми [6].

3.2 Вибір розмірів опок

Основний принцип, яким керуються при виборі опок, є максимальне використання об’єму ливарної форми. При цьому треба врахувати, що надмірне близьке розташування моделей одна біля одної, а також від стінок і верху (низу) опоки може привести до руйнування форми при заливанні і витікання металу. Надмірно великі відстані між моделями приводять до зниження продуктивності праці на ділянках формування, вибивання та сумішеприготування, а також до підвищення витрати формувальних матеріалів.

Для точного визначення розмірів опок (довжини, ширини, висоти) користуються номограмами [7]. Менш точно, але досить прийнятно для практичних цілей, можна визначити розміри опок за табл. 3.1 [3]. Позначення літер вказано на рис. 3.1.

Отриманні значення розмірів опок округляють до найближчих розмірів (табл.3.2) відповідно ГОСТ 7021 – 75 [8].

Опоки бувають литі, сварні, зі сталі, чавуну, алюмінієвих та магнієвих сплавів.

Конструктивне виконання опок здійснюється згідно:

- ГОСТ 14973-69...ГОСТ 14995-69 “Опоки литейные цельнолитые стальные. Конструкция и размеры”;

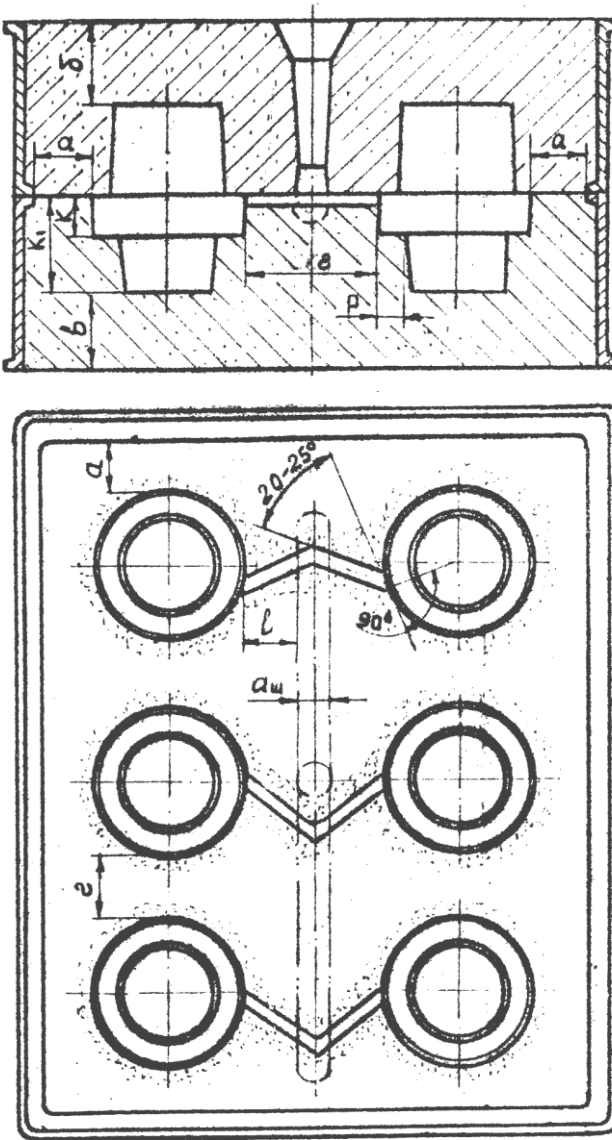


Рисунок 3.1 – Схема розташування виливків у ливарній формі

- ГОСТ 14996-69...ГОСТ 15022-69 “Опоки литейные цельнолитые чугунные. Конструкция и размеры”;
- ГОСТ 15491-70...ГОСТ 15506-70 “Опоки цельнолитые из алюминиевых и магниевых сплавов” та інші.

Таблиця 3.1 – Дані для визначення розмірів опок

б	Мінімальні відстані, мм				Довжина живильника I, мм	Ширина шлаковловача а _ш , мм
	а		в	г*		
до 2	20-30	35-60	50-75	0,5К	15-20	за розрахунком
2-50	50-75	75-100	100-125		25-35	
більше 50	125-175	150-200	175-200		40-55	

Примітка. г=0,5К при Р≥50 мм; г=0,5К₁ при Р≤50 мм.

Таблиця 3.2 – Розмірний ряд опок для машинного формування за ГОСТ 70-20-75

Розміри опок у світу, мм			Формувальні машини		
Довжина	Ширина	Висота максимальна	Моделі за застарілою класифікацією	Моделі за новою класифікацією	Продуктивність максимальна, форм/годину
500	400	150	271, 91271, 91271В	22111, 22211	100
600	500	200	231, 253М, 266М, 91266	22112, 22212	100
800	700	300	232М, М242, 254М, 265М3	22113, 22213	80
1000	800	350	233М, 255М, 267М	22214, 22214А	75
1200	1000	400	243, 268, 845	22115, 22411	40
1600	1200	500	234А, 234М, 244, 846	22412	25
2000	1600	800	235М, 847	22413	12
2500	2000	1000	235С1	22414	10

3.3 Проектування модельних плит

У масовому і багатосерійному виробництвах при формуванні у опоках застосовуються модельні плити з однобічним кріпленням моделей. Тому, як правило, модельний комплект складається зі модельного комплекту низу та модельного комплекту верху.

Матеріалом для плит служить чавун марок СЧ18, СЧ20 (ГОСТ1412-85) або сталь 25Л – 35Л (ГОСТ977-88).

Конструкція плит для опокового формування залежить від вибраного типу формувальної машини, а також кількості і розмірів моделей, що розташовані на них.

Взаємне розташування моделей вилівка та елементів литникової системи на модельних плитах відповідає розташуванню вилівок у формі (п. 3.2). Розміри модельної плити повинні відповідати розмірам вибраної опоки у світу. Конструктивне виконання модельних плит здійснюється за допомогою ГОСТ 20084-80...ГОСТ 201312-80 “Плиты модельные для встряхивающих формовочных литейных машин”.

Фіксування (закріплення) моделей на плитах виконується за допомогою з'єднань кріплення (болтів, гайок, гвинтів тощо), а також штифтів, які точно центрують положення моделі.

У якості бази при вказуванні монтажних розмірів служать вісьові лінії центруючого штиря або лінії симетрії модельної плити в залежності від способу монтажу моделей на плитах.

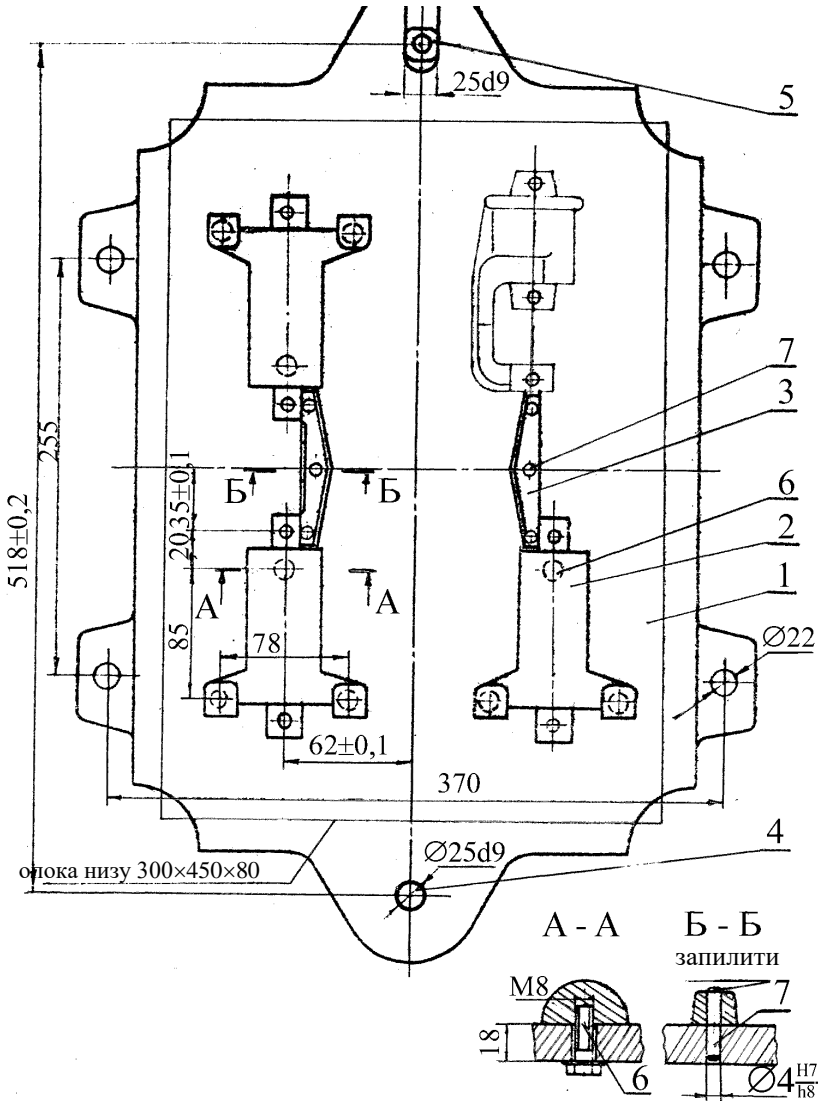
Для центрування опок на модельних плитах застосовують систему втулок та штирів. Вони бувають центруючі та спрямовуючі. Їх виготовляють зі сталі 15, 40,45, потім цементують або загартовують.

Конструктивне виконання центруючого та спрямовуючого штирів виконують згідно ГОСТ 20123-74 та ГОСТ 20128-74.

На рис.3.2, 3.3 надані, у якості приклада, модельні плити низу та верху для вилівка “Супорт”.

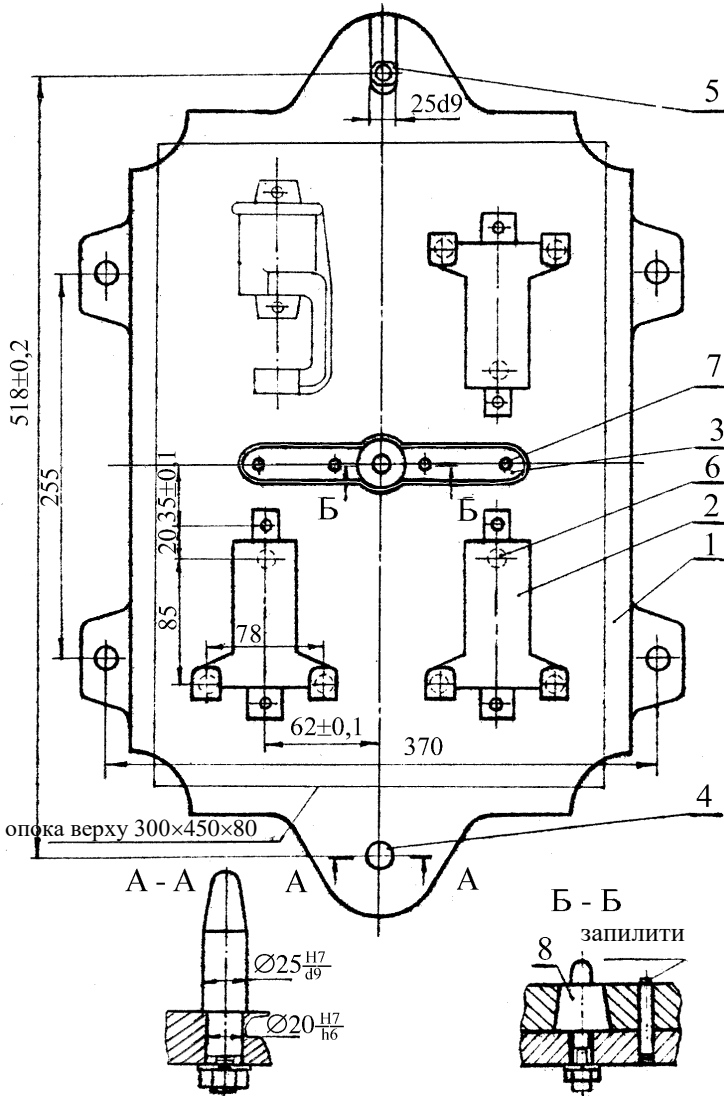
3.4 Зміст звіту

Виконати ескізи модельних плит низу та верху для заданого вилівка. Попередньо вибрати раціональні розміри опок та їх конструктивне виконання.



- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Плита модельна (1 шт.); | 5. Штир спрямовуючий; |
| 2. Модель низу (4 шт.); | 6. Болт М8 (12 шт.); |
| 3. Модель живильника (2 шт.); | 7. Штифт (14 шт.) |
| 4. Штир центруючий (1 шт.) | |

Рисунок 3.2 – Плита модельна низу. Складальне креслення



- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1. Плита модельна (1 шт.); | 5. Штир спрямовуючий; |
| 2. Модель верху (4 шт.); | 6. Болт М8 (12 шт.); |
| 3. Модель шлаковловлювача (2 шт.); | 7. Штифт (12 шт.); |
| 4. Штир центруючий (1 шт.) | 8. Бобишка (1 шт.) |
- Рисунок 3.3 – Плита модельна верху. Складальне креслення

Практичне заняття №4

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ВИЛИВКА

Мета роботи – знати послідовність розробки технологічного процесу виробництва виливків.

Термін виконання – 12 годин

4.1 Загальні відомості

Перед розробкою технологічного процесу необхідно ретельно ознайомитися з умовами роботи деталі, основними вимогами до неї, намітити основні етапи розробки технологічного процесу виробництва виливка:

- положення виливка у формі при заливці і поверхні роз'єму форми та моделі;
- спосіб і метод виготовлення форми;
- місце розташування надливів, холодильників, стрижнів;
- місце підведення металу;
- добір обладнання;
- виконання усіх необхідних технологічних розрахунків;
- розробка модельно-опокового комплекту.

Основними технологічними документами для виготовлення модельного комплекту, ливарної форми та контролю є креслення виливка та технологічна карта.

Технологічна карта розробляється згідно ГОСТ 3.1103-82 і містить необхідні відомості та вказівки щодо питань виготовлення, складання і заливки ливарної форми, режимам термічної обробки, охолодження, вибивки виливка та фінішних операцій.

У цій роботі розглядається порядок розробки технологічного процесу виробництва виливка для заданої деталі “Колесо” (див. додаток В), що допоможе успішно виконати курсовий проект з даної дисципліни.

4.2 Етапи розробки технологічного процесу виробництва виливка

4.2.1 Опис деталі

У цьому пункті за кресленням деталі, її призначенням та умовами роботи обрати матеріал для виливка, який може забезпечити необ-

хідні експлуатаційні вимоги та високі ливарні властивості.

Виливки можуть виготовлятися з різних марок чавуну, сталі, кольорових сплавів. Необхідно навести коротку характеристику вибраного сплаву (вказати хімічний склад та властивості матеріалу – ливарну усадку, об'ємну усадку при твердінні, схильність до утворення тріщин, механічні властивості тощо).

4.2.2 Розробка креслення виливка

Розробка креслення виливка здійснюється згідно ГОСТ 3.1125-88 та за порядком, наведеному у практичному занятті №1. Виконується креслення елементів ливарної форми (рис. В.1).

4.2.3 Вибір методу і способу формування

В залежності від серійності виробництва та розмірів виливка обирається метод формування (ручний чи машинний).

Треба завжди намагатися застосовувати машинний метод формування. Тому, треба ще обрати спосіб машинного формування: пресування, струшування, піскометне, імпульсне, спеціальне тощо.

4.2.4 Вибір формувального обладнання

Для вибраного способу машинного формування добирається модель формувальної машини, а також вибирається обладнання для виготовлення стрижнів. Обґрунтувати вибраний варіант.

4.2.5 Розробка моделей та стрижневих ящиків

Розробка моделей та стрижневих ящиків відбувається згідно порядку, що наведено у практичному занятті №2. Треба виконати ескізне креслення моделей верху і низу, а також стрижневого ящика (див. рис. В.2 – В.4).

4.2.6 Розробка модельно-опокового комплекту

Вибір розмірів та конструкцій опок, модельних плит, штирів, втулок відбувається згідно практичного заняття №3.

Треба виконати ескізне креслення модельних плит верху і низу з розташованими на них моделями виливка і литникової системи та штирями-втулками (рис.В.5 – В.6).

4.2.7 Розрахунок литникової системи, надливів, холодильників

Розрахувати литникову систему – це визначити розміри усіх елементів литниково-живлячої системи. Розрахунок литникової системи, надливів, холодильників провести декількома способами згідно роботи [5].

4.2.8 Вибір формувальних матеріалів

Для вибраного способу виготовлення форм і стрижнів та моделей формувальних і стрижневих машин підібрати відповідний склад формувальної і стрижневої суміші і навести їх властивості. Якщо потрібно, вибрати склад вогнетривкого покриття для форм і стрижнів та режим сушки форм і стрижнів.

4.2.9 Розрахунок наповнювальної рамки

Точність виливка, який отримують у разовій формі, залежить від її жорсткості, тобто здатності форми опиратися ущільненню при термомеханічному впливі рідкого металу. Для вогких піщано-глиняних форм ця властивість, як правило, пов'язана зі ступеню ущільнення суміші, яка залежить від способу формоутворення [1].

Ступінь ущільнення суміші у опоці (при використанні пресового, струшуючого та деяких інших способах) можна регулювати змінюючи висоту наповнючої рамки. Формувальна суміш, що знаходиться у рамці, запресовується в опоку:

$$h = \left(H - \frac{V}{F_0} \right) \left(\frac{\delta}{\delta_0} - 1 \right) \quad (4.1)$$

де h - висота наповнювальної рамки;

H - висота опоки;

F_0 - площа опоки в світу;

V - об'єм моделей;

δ_0 та δ - щільність суміші відповідно до і після ущільнення

($\delta_0 = 1,05-1,10 \text{ г/см}^3$; $\delta = 1,65-1,75 \text{ г/см}^3$).

4.2.10 Складання форм

Спарування опок здійснюється за допомогою складальних штирів, що встановлюють у центруючі та спрямовуючі втулки опок.

У масовому і багатосерійному виробництві спарування опок здійснюється двома методами: “штирем” та “на штир”.

Кріплення опок під заливку може бути виконано за допомогою вантажу, скоб, штирем з клином або болтовим з'єднанням (для крупних форм).

Показати послідовність операцій при складанні форм та розрахувати масу вантажу для форми за методикою, що викладена у роботі [5, С. 58-63]. Необхідно виконати ескізне креслення ливарної форми у складеному стані. Вибрати та описати спосіб кріплення форм під заливку.

Креслення складеної форми уявляє собою зображення її у стані готовності до заливання металом, тобто з повним окресленням порожнини форми зі встановленими стрижнями, холодильниками, жеребейками, контуром литникової системи, способом скріплення півформ.

На кресленні зображуються опоки з вказуванням їх габаритних розмірів, висоти, відстані між всіяма штирів і зовнішніх максимальних розмірів.

Креслення виконується у двох (трьох) проєкціях у вигляді перерізів за характерними місцями форм та виду зверху зі встановленими стрижнями, холодильниками та іншими пристроями, при знятій верхній півформі (див.рис.В.7).

4.2.11 Заливка форм

Вибрати тип плавильного агрегату, вказати температуру заливки і тип заливального ковша [8, 10].

4.2.12 Охолодження виливка

Розрахувати тривалість охолодження виливка у формі до вибивки, що включає I, II, III, IV стадії охолодження, за методикою роботи [11].

4.2.13 Вибивка та фінішні операції

Вибрати спосіб та тип обладнання для вибивки, обрубки та очищення литва. Вибрати за потребою режим термічної обробки [2,3,7,9,10].

4.3 Зміст звіту

Коротко описати послідовність розробки технологічного процесу виробництва заданого виливка згідно п.4.2, зробити усі необхідні креслення та розрахунки та заповнити технологічну карту технологічного процесу лиття у піщані форми згідно ГОСТ 3.1103-82 (форма 1).

Рекомендована література

- 1 Кукуй Д.М., Скворцов В.А., Эктова В.Н. Теория и технология литейного производства. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 416 с.
- 2 Василевский П.Ф. Технология стального литья. – М.: Машиностроение, 1974. – 406 с.
- 3 Гиршович Н.Г. Справочник по чугунному литью. – Л.: Машиностроение, 1978. – 757 с.
- 4 Чернов Ю.Н., Кизимов А.И. Справочник по литейной оснастке. – М.: Машгиз, 1961. – 406.
- 5 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.
- 6 Балабин В.В. Модельное производство. – М.: Машиностроение, 1970. – 160 с.
- 7 Алексеев А.А., Балабин В.В., Барбашин Н.Н. Справочник литейщика. Общие сведения по литью. – М.: Машгиз, 1962. – 452 с.
- 8 Сосненко М.Н. Формовщик машинной формовки. – М.: Высшая школа, 1980. – 109 с.
- 9 Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.: Машиностроение, 1985. – 319 с.
- 10 Могилев В.К., Лев О.И. Справочник литейщика. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
- 11 Методичні вказівки з дисципліни “Теорія формування виливків” спеціальності 8.090205 “Обладнання ливарного виробництва” для студентів заочної форми навчання / Укл.: Е.І Цивірко, О.Ф. Кузовов. – Запоріжжя: ЗДТУ, 1999. – 47 с.

Додаток А

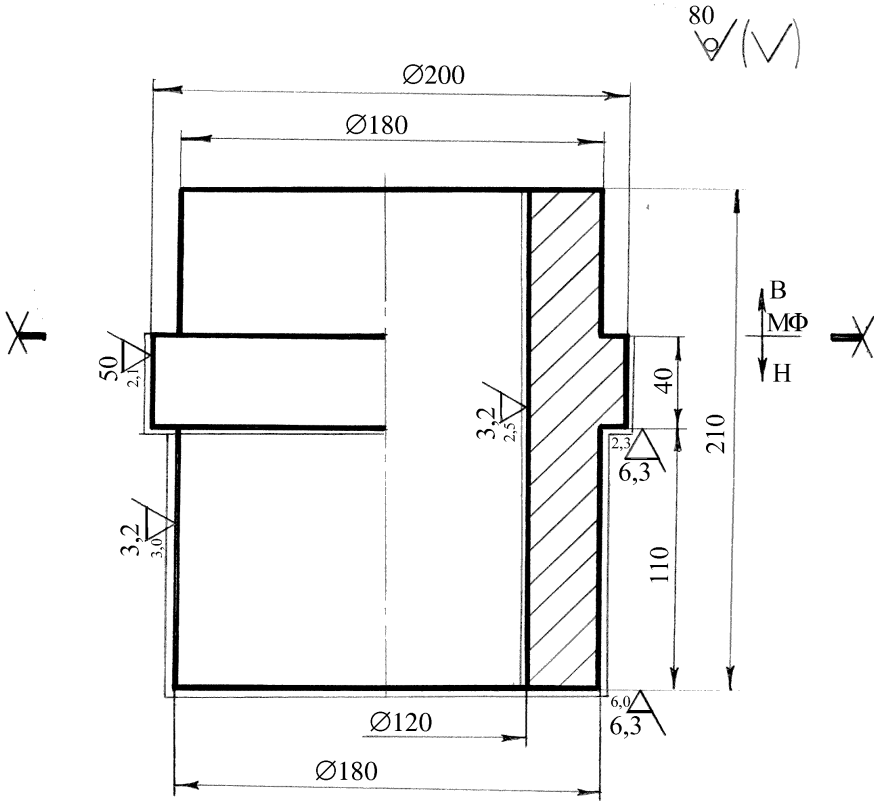


Рисунок А.1 – Креслення виливка “Втулка” зі зазначеними припусками на механічну обробку

Точність виливка 11-5-15-11 згідно ГОСТ 26645-85, де 11-клас точності розмірів (визначається за табл.9, в залежності від способу виробництва: лиття у піщано-глинисті форми зі вологістю більш 4,5%);

5 – ступень жолоблення (визначається за відношенням мінімального розміру виливка до максимального за табл.10);

15 – ступень точності поверхні (за табл.11);

11 – клас точності маси (визначається за табл.13 в залежності від маси виливка та способу виробництва)

Таблиця А.1 – Таблиця для визначення припусків на механічну обробку згідно ГОСТ 26645-85




Параметри ГОСТ	Таблиця або пункт ГОСТа	Значення параметрів ГОСТа для номінальних розмірів				
		Ø120	Ø180	Ø200	210	110
1. Ряд припусків	табл.14	8	8	8	8	8
2. Клас точності розмірів	табл.9	11	11	11	11	11
3. Уточнений клас точності розмірів	п.2.2	9	9	9	11	9
4. Допуск розмірів виливка, мм	табл.1	2,4	2,8	2,8	5,6	2,4
5. Допуск форми і розташування поверхні, мм	табл.2	0,32	0,50	0,50	0,64	0,32
6. Загальний допуск елементів виливка, мм	табл.16	2,4	3,2	3,2	6,4	2,4
7. Уточнений загальний допуск елементів виливка, мм	п. 4.2.1	$\frac{2,4}{2} = 1,2$	1,6	1,6	6,4	1,2
8. Вид кінцевої механічної обробки деталі	(з креслення деталі)	чистова	чистова	чорнова	півчистова	півчистова
9. Загальний припуск на сторону, мм	табл.6 разом з поз.7,8, та 1	2,5	3,0	2,1	6,0	2,3

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Класи шорсткості та види механічної обробки поверхні

Клас шорсткості	Параметри шорсткості, мкм		За-ста-ріле поз-на-чен-ня	Дуже за-ста-ріле поз-на-чен-ня	Позна-чення на кре-сленні	Вид ме-хані-чної об-роб-ки
	R_a	R_z				
1	Від 80 до 40	Від 320 до 160	▽1	▽	50	чорно-ва
2	» 40 » 20	» 160 » 80	▽2	▽	25	півчис-това
3	» 20 » 10	» 80 » 40	▽3	▽	12,5	
4	» 10 » 5,0	» 40 » 20	▽4	▽▽	6,3	чистова
5	» 0,5 » 2,5	» 20 » 10	▽5	▽▽	3,2	
6	» 2,5 » 1,25	» 10 » 6,3	▽6	▽▽	1,6	
7	» 1,25 » 0,63	» 6,3 » 3,2	▽7	▽▽▽	0,8	
8	» 0,63 » 0,32	» 3,2 » 1,6	▽8	▽▽▽	0,4	тонка
9	» 0,32 » 0,16	» 1,6 » 0,8	▽9	▽▽▽▽	0,2	
10	» 0,16 » 0,08	» 0,8 » 0,4	▽10	▽▽▽▽	0,1	
11	» 0,08 » 0,04	» 0,4 » 0,2	▽11	▽▽▽▽	0,05	
12	» 0,04 » 0,02	» 0,2 » 0,1	▽12	▽▽▽▽	0,025	
13	» 0,02 » 0,01	» 0,1 » 0,05	▽13	▽▽▽▽	0,012	
14	» 0,01 » 0,005	» 0,05 » 0,025	▽14	▽▽▽▽	0,0063	

Приклад позначення:

-  – шорсткість поверхні, яка утворюється литвом у піщаній формі;
-  – шорсткість поверхні 2,5 – 1,25 мкм за R_a , яка утворена видаленням шару металу: точінням, фрезеруванням, шліфуванням, поліруванням або травленням;
-  – шорсткість поверхні 10 – 20 мкм за R_z , вид обробки якої конструктором не встановлюється (призначати шорсткість поверхні за R_z не рекомендується).

Додаток В

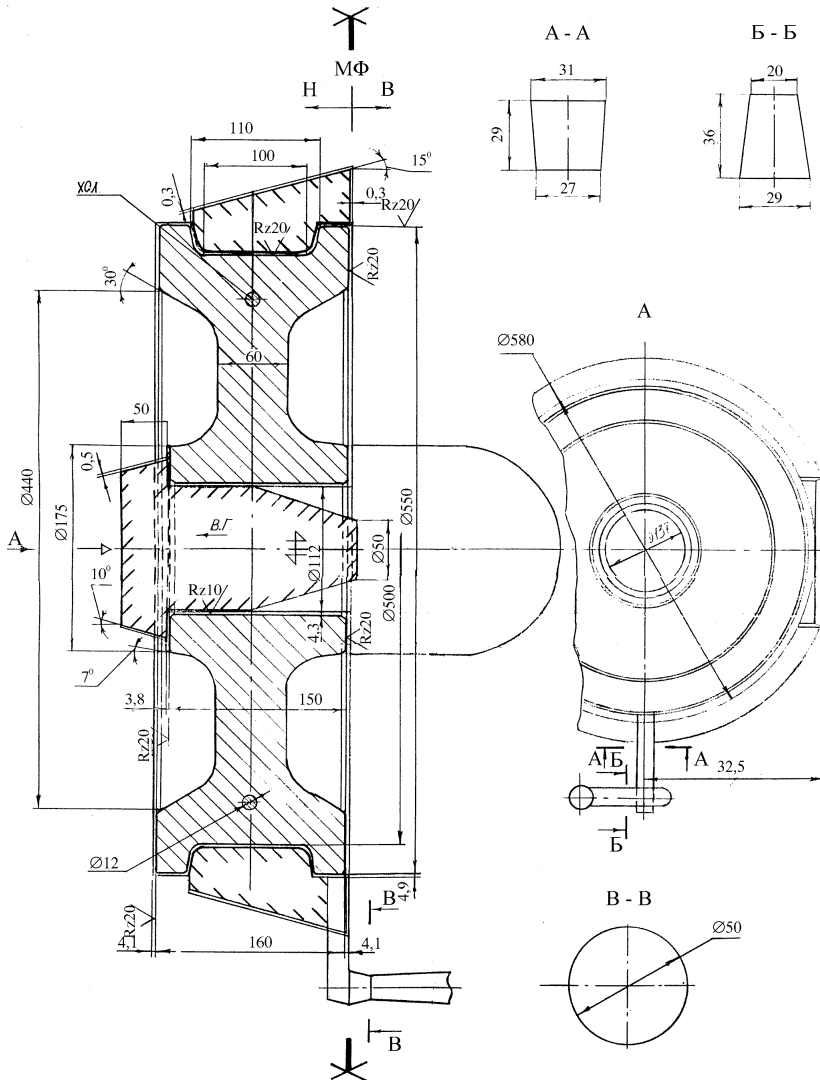


Рисунок В.1 – Креслення елементів ливарної форми
випливання "Колесо"

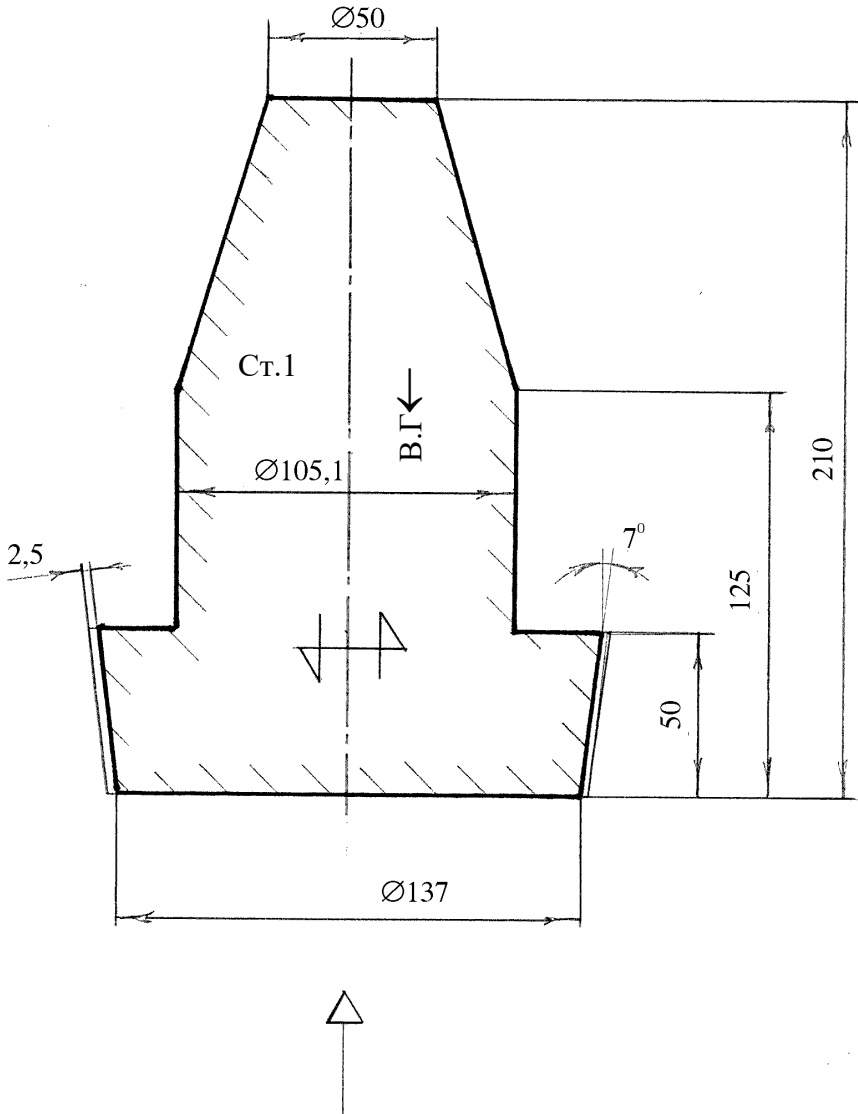
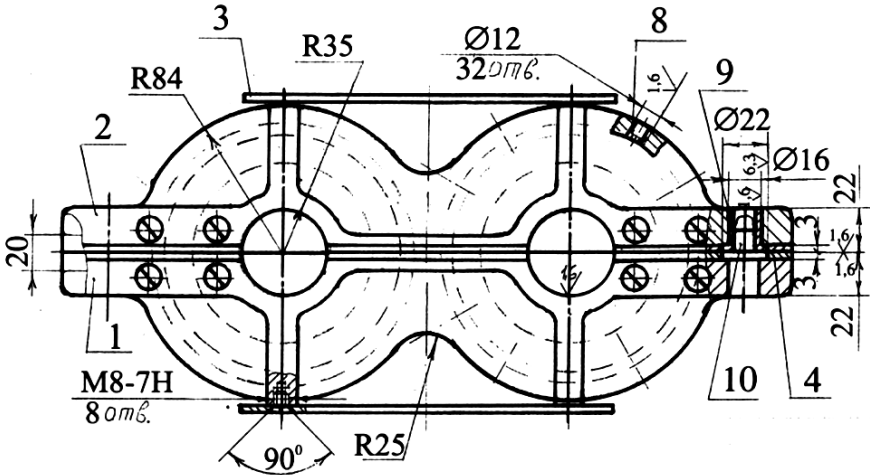
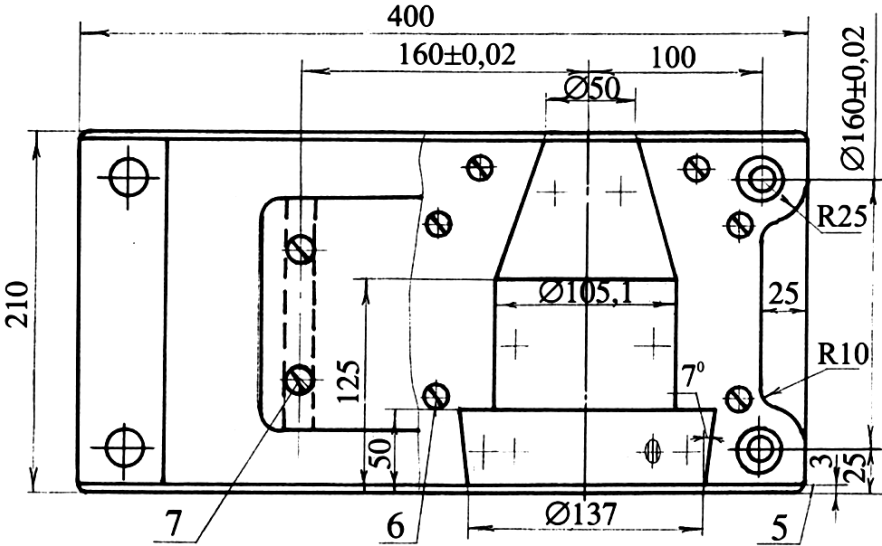
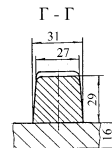
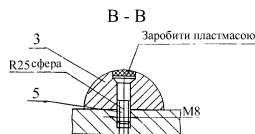
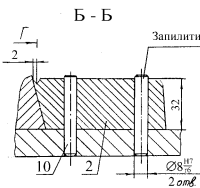
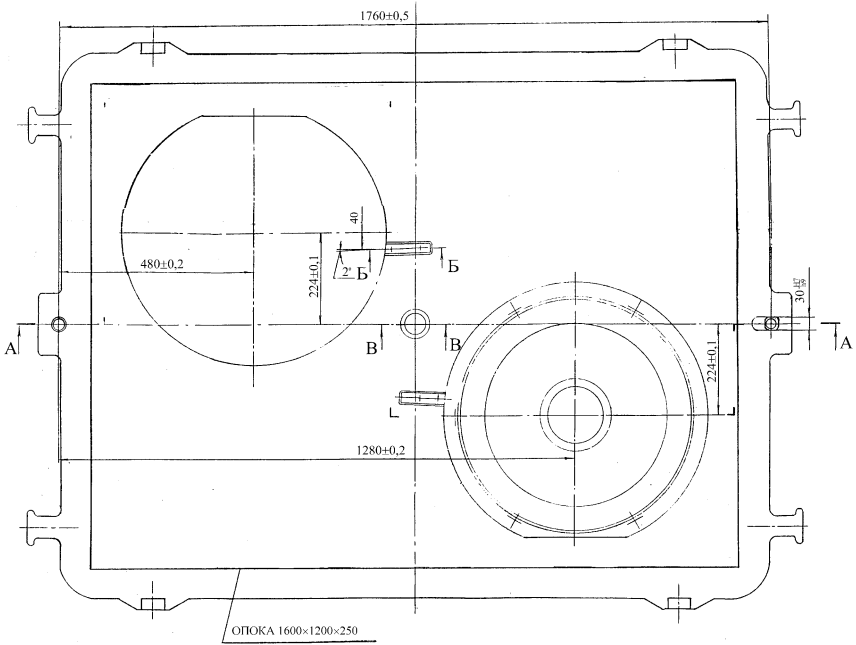
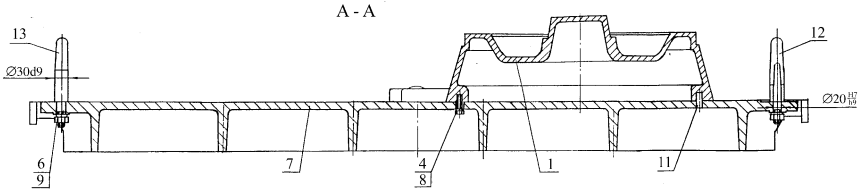


Рисунок В.3 – Ескіз стрижня (Ст.1)



- | | |
|---------------------------|-------------|
| 1, 2 – частини корпусу; | 8 – вентя; |
| 3, 5 – броньові пластини; | 9 – втулка; |
| 5 – ущільнення; | 10 – штир |
| 6, 7 – гвинти | |

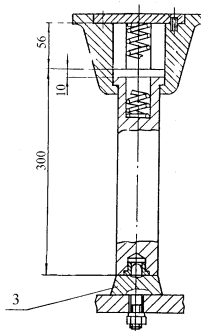
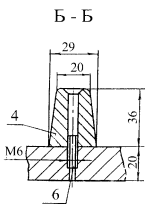
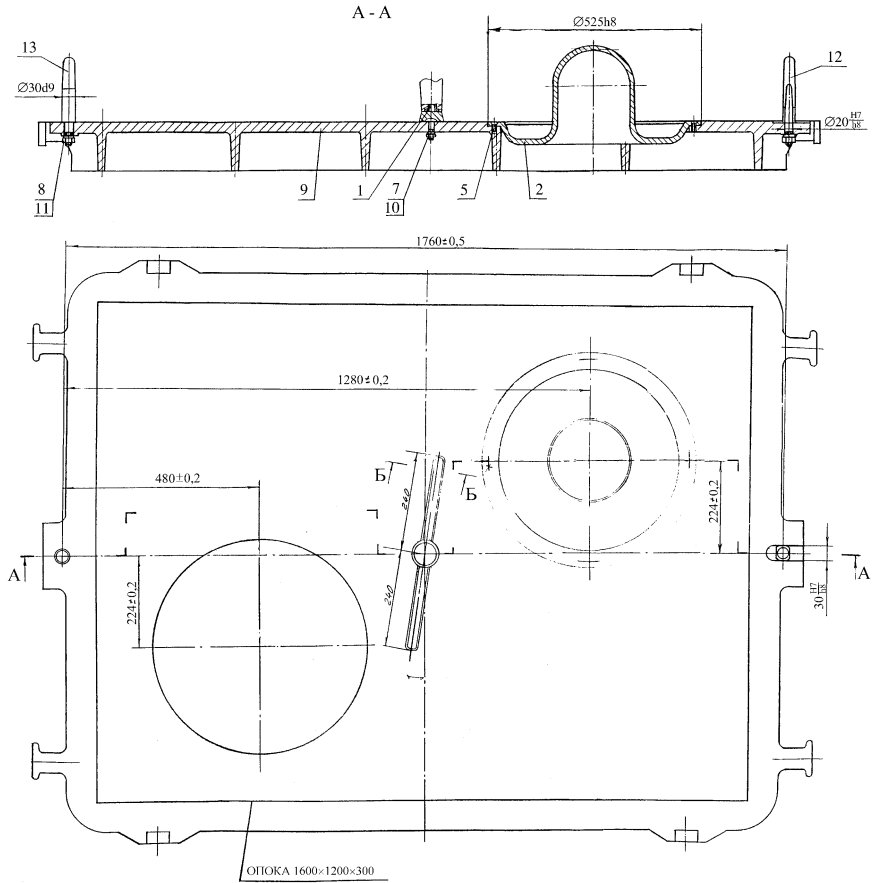
Рисунок В.4 – Ескіз стрижневого ящика для виливка “Колесо”



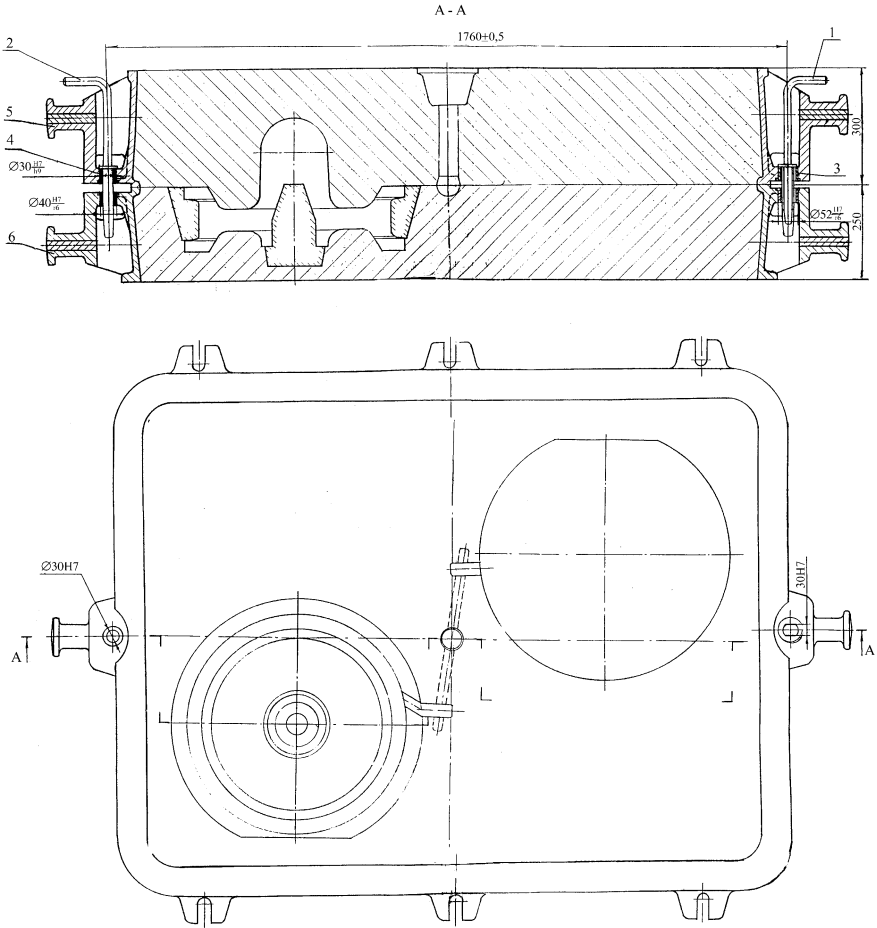
- 1 – модель низу;
 2 – модель живильника;
 3 – модель зумпфу;
 4 – Болт М10-6g;
 5 – Гвинт М8-6g;

- 6 – Гайка М16;
 7 – Плита модельна;
 8 – Шайба;
 9 – Штифти;
 10, 11 – Штирі

Рисунок В.5 – Модельна плита низу для вилки “Колесо”



- 1 – Стояк пружинный;
 - 2 – Модель верху;
 - 3 – Основа;
 - 4 – Модель шлаковловловача;
 - 5, 6 – Гвинты;
 - 7, 8 – Гайка;
 - 9 – Плита модельна;
 - 10, 11 – Шайби;
 - 12, 13 – Штирі
- Рисунок В.6 – Модельна
плита верху



1, 2 – Штирі складальні;

3, 4 – Втулки;

5, 6 – Опки

Рисунок В.7 – Ливарна форма для виливка “Колесо”