

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет “Запорізька політехніка”

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсової роботи з дисципліни  
“Технологія спеціальних методів лиття”  
для студентів спеціальності 136 “Металургія”  
усіх форм навчання

2020

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни “Технологія спеціальних методів лиття” для студентів спеціальності 136 “Металургія” усіх форм навчання/ Укл.: О.С. Сергієнко, О.В. Алексеєнко. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2020. – 37 с.

Укладачі: О. С. Сергієнко, канд.техн.наук, доцент;  
О.В. Алексеєнко, старший викладач;

Рецензент: О.Ф. Кузовов, канд. техн наук, доцент

Відповідальний  
за випуск: В.Г. Іванов, докт.техн.наук, доцент

Затверджено на засіданні кафедри  
“Машини і технологія ливарного  
виробництва”  
Протокол №1  
від “18” серпня 2020 р.

Рекомендованно до видання НМК  
Інженерно-фізичного факультету  
Протокол №1  
від “08” вересня 2020 р.

**З М І С Т**

1	Мета курсової роботи.....	5
2	Вихідні дані та термін виконання роботи.....	5
3	Загальні вимоги до курсової роботи.....	6
4	Пояснювальна записка.....	6
4.1	Розробка технологічного процесу та конструювання оснастки для виготовлення виливка литтям у кокіль.....	6
4.2	Розробка технологічного процесу та конструювання оснастки для виготовлення виливка литтям під тиском.....	9
4.3	Розробка технологічного процесу та конструювання оснастки для виготовлення виливка литтям за витоплюваними моделями.....	12
5	Державні стандарти.....	14
6	Приклад розрахунку ливниково-живильної системи виливка «КРИШКА» при литті у кокіль.....	15
7	Приклад розрахунку ливниково-живильної системи виливка «ОСНОВА» при литті під тиском.....	20
8	Приклад розрахунку ливниково-живильної системи виливка «ПРОБКА» при литті за витоплюваними моделями.....	33
9	Рекомендована література.....	37

Тенденція переходу від традиційних способів лиття у піщані форми до спеціальних способів лиття пояснюється тим, що спеціальні способи лиття сприяють значному зниженню трудовитрат та металоемкості отримуваних виливків, досягненню високих фізико-механічних характеристик й експлуатаційних властивостей.

Впровадження точних методів лиття дозволяє вирішити такі важливі задачі, як максимально знизити, а у ряді випадків усунути припуски на механічну обробку деталей та зменшити їх масу. Це забезпечує зменшення витрат металу, верстатного обладнання та виробничих площ, інструменту та пристроїв.

До спеціальних методів лиття належать: кокільне, під тиском, за витоплюваними моделями, оболонкове лиття, відцентрове, електрошлакове й інші.

Ступінь ефективності використання вказаних технологій при плануванні нового виробничого процесу, враховуючи реальні матеріально-технічні та фінансові можливості, визначається насамперед характеристиками ливарних машин та технологій, а також економічними показниками виробництва виливків в умовах того чи іншого способу лиття. Розробляючи технологію виготовлення виливка, ливарник повинен вирішувати загальну задачу технології: забезпечити виробництво виливків заданої кількості й потрібної якості за мінімальних витрат праці, матеріалів, енергії та мініимальному шкідливому впливу на навколишнє середовище.

Велике значення у підготовці здобувачів вищої освіти за освітньою програмою «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів» спеціальності 136 «Металургія» має виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія спеціальних методів лиття», яка передбачена навчальним планом, як самостійна робота.

Дані методичні вказівки містять рекомендації щодо розробки технологічного процесу отримання виливків литтям у кокіль, під тиском та за витоплюваними моделями.

## 1 МЕТА КУРСОВОЇ РОБОТИ

У результаті виконання курсової роботи студент повинен вміти:

- аналізувати креслення деталі з метою визначення нетехнологічних елементів конструкції, які можуть бути причиною браку, або причиною трудомісткості виробництва литва;

- розробляти креслення вилівка з виконанням вимог до ливарної технології та оформляти його у відповідності з діючими стандартами;

- вибирати та розраховувати ливниково-живильну систему;

- виконувати конструкторські розробки по проектуванню оснастки;

- вибирати оптимальний модельний склад та розробляти технологічний процес виготовлення моделей при литті за витоплюваними моделями;

- вибирати оптимальний склад ливарних фарб при литті у кокіль;

- вибирати найбільш ефективне обладнання для виготовлення моделей та виливків;

- оформляти нормативно-технічну документацію технологічного процесу одержання литва.

## 2 ВИХІДНІ ДАНІ ТА ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Курсова робота виконується з трьох основних видів лиття :

- литтям у кокіль;

- литтям під тиском;

- литтям за витоплюваними моделями.

### Вихідні данні

Вихідними даними для курсової роботи є : завдання на курсову роботу, креслення деталі з технічними вимогами до неї, література.

Завдання для курсової роботи та креслення деталі з технічними вимогами до неї студент отримує у керівника курсової роботи.

### Об'єм курсової роботи

Курсова робота складається з графічної частини на двох листах формату А4(А3) та пояснювальної записки на 15-20 сторінках формату А4 рукописного тексту.

### **Термін виконання роботи**

Приблизні нормативи часу на виконання основних етапів проекту (у тижнях):

- технологічні розрахунки–2;
- лист 1 графічної частини–2;
- лист 2 графічної частини –2;
- технологічні розрахунки й оформлення пояснювальної записки–5;
- захист курсової роботи–1.

## **3 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ**

1 У курсовій роботі необхідно використовувати сучасні досягнення у галузі спеціальних методів лиття.

2 При розробці технологічного процесу виготовлення виливка користуватися тільки діючими стандартами, перелік яких дається нижче.

3 Графічна частина роботи повинна бути виконана відповідно з ЄСКД та ЄСТД.

4 При написанні пояснювальної записки необхідно звернути увагу на оформлення таблиць, рисунків, списку використаної літератури та вказівок на них у тексті, а також на нумерацію розділів.

5 Перед здачею на перевірку всі матеріали курсової роботи повинні бути підписані студентом (титульний лист, рисунки графічної частини).

## **4 ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПISKA**

Далі наведено послідовність виконання курсової роботи з трьох видів лиття.

### **4.1 Розробка технологічного процесу та конструювання оснастки для виготовлення виливка литтям у кокіль**

#### **4.1.1 Вступ**

Коротко описати сутність лиття у кокіль. Привести сучасні

досягнення у галузі технології виготовлення виливків.

#### 4.1.2 Аналіз технологічності виливка

Привести характеристику деталі, можливі умови її експлуатації, вимоги до якості виливка, хімічний склад матеріалу виливка та його фізико-механічні властивості. Навести положення, які дають можливість виготовлення виливка литтям у кокіль.

Загальні вимоги до відливків, які виготовляють у кокіль.

1 Габаритні розміри відливків повинні бути найменшими.

Конфігурація відливка повинна забезпечувати можливість використання кокіль з плискатим роз'ємом та металевими стержнями ( для внутрішніх порожнин). Кількість роз'ємів та кількість стержнів повинно бути мінімальним.

2 Відливок повинен бути без гострих кутів, різких переходів від однієї поверхні до другої, без високих ребер та виступів, глибоких отворів та карманів.

Таблиця 4.1–Ухили стінок

Висота стінки, мм	до 50	51-100	101-500
Ухили, % висоти стінки	4,0-7,0	2,0-5,0	1,0-3,0

3 Межові розміри отворів, які отримують у відливках повинні відповідати наступним вимогам (табл. 4.2 ).

4 Перехід від тонких до товстих стінок відливка буде плавним, якщо  $T / t \geq 0,8$ , при довжині перехідної частини  $L \geq (4-5) \cdot (T-t)$ .

Радіуси скруглення при кутовому з'єднанні стінок

$$r = (T+t) / 2, \text{ для чавуну } r \geq 3 \text{ мм.}$$

5 Ребра жорсткості у відливка ( $T_p$ ) повинні мати товщину  $T_p = 0,7 \cdot T_0$  (де  $T_0$  - товщина стінки відливка).

6 Класи точності розмірів, допуски, ряди припусків регламентуються ДЕСТ 26645-85.

7 Усадка ливарних сплавів :

- алюмінієвих - 1,0 %;
- магнієвих - 1,4 %;
- мідних - 1,6 %;
- сірого чавуну – 1 %;

– вуглецевої сталі – 2 %.

Таблиця 4.2 - Межові розміри отворів

Матеріал відливка	Мінімальний діаметр, d, мм	Максимальна довжина отворів, мм		Ухили стержня, % його довжини
		глухих	наскрізних	
Чавун та мідні сплави	10	(1,5-2) d	(2-3) d	1,5
Сталь	12	(1,5-2)d	(2-3) d	1,5
Алю- мінієві сплави	8	2,0 d	(2-3) d	1,5
Цинкові сплави	6	(2,0-3 )d	(3-6) d	2,0-3,0

4.1.3 Визначення маси виливка.

4.1.4 Розробка креслення виливка.

Креслення виливка розробляється на основі креслення деталі. Вибрати роз'єм кокілю, показати рухому та нерухому частину кокілю, верх та низ виливка, місце підводу металу у форму (залишок живильника). Вибрати відповідно зі стандартами припуски на механічну обробку й ухили стінок перпендикулярних площині роз'єму.

4.1.5 Вибрати тип ливниково-живильної системи та зробити її розрахунок.

4.1.6 Конструювання кокілю.

Вибрати спосіб виготовлення кокілю та матеріал з якого він виготовляється . Розрахувати товщину стінки та зусилля запирання кокілю.

4.1.7 Технологія виготовлення виливка у кокіль.

Вибрати склад теплоізоляційного покриття та описати спосіб й умови його нанесення на кокіль. Робоча температура кокілю. Кокільна машина (її тип, технічна характеристика, описати принцип роботи машини). Виготовлення сплаву (склад шити, плавильна піч та її характеристика, температура випуску сплаву з печі у ківш, характеристика ковша, тип роздавальної печі та її характеристика, заливка сплаву у кокіль, вилучення виливка з кокілю).



#### 4.1.8 Фінішні операції.

Відділення виливків від ливникової системи (обладнання та його характеристика). Контроль якості виливка. Термічна обробка виливків (режим термообробки, термічна піч та її характеристика). Зачистка місць живильників (обладнання та його характеристика). Склад придатного литва.

#### 4.1.9 Висновки.

#### 4.1.10 Перелік посилань.

#### 4.1.11 Графічна частина курсової роботи.

Лист – 1.Креслення виливка – А4 (А3).

Лист –2.Креслення плити кокілю (плита з ливниковою системою) – А4 (А3).

## **4.2 Розробка технологічного процесу та конструювання оснастки для виготовлення виливка литтям під тиском**

### 4.2.1 Вступ.

Коротко описати сутність лиття під тиском. Привести сучасні досягнення в галузі технології виготовлення виливків.

### 4.2.2 Аналіз технологічності виливка.

Привести характеристику деталі, можливі умови її експлуатації, вимоги до якості виливка, хімічний склад матеріалу виливка та його фізико-механічні властивості. Навести положення, які дають можливість виготовлення виливка литтям під тиском.

Загальні вимоги до відливків, які виготовляють литтям під тиском :

Габаритні розміри відливка та його вага обмежені зусиллям механізму, який запирає, розмірами камери пресування, властивостями сплаву, та потужністю пресуючого механізму машини.

Треба намагатися проектувати прес-форму з однією площиною роз'єму і враховувати, що вилучення відливка з прес-форми не повинно мати труднощів та відливок повинен зоставатися у рухомій півформі. Управляти цим можна підвищенням конусності у одній з порожнин або переносом площини роз'єму.

Треба виконувати принцип тонкостінності і рівностінності. У протилежному разі в утовщених перетинах можливі дефекти по пористості, а також можуть утворюватись термічні вузли, які призводять до появи тріщин у цих місцях.

У випадку недостатньої жорсткості або міцності відливка товщину стінки рекомендується не підвищувати, а укріплювати її технологічними або конструкційними ребрами жорсткості, товщина яких становить 0,8-0,9 товщини стінки відливка. Відстань між ребрами більше 4 мм, а відношення відстані до висоти 1:5.

З метою усунення нерівностінності товщин стінок рекомендується виконувати розрядники, отвори литими, оформлюючи їх рухомими і нерухомими стержнями ( табл. 4.3)

Таблиця 4.3 – Мінімальні розміри отворів і їх конусність у відливках

Сплави	Мінімальний діаметр отвору, мм		Максимальна глибина отвору, мм		Конусність отвору, % від глибини
	технологічно можливий	рекомендований	глухого	наскрізного	
Цинкові	1	1,5	6,0	12	0,2-0,5
Магнієві	1,5	2,0	7,5	15	0,3-0,5
Алюмінієві	1,5	2,2	4,5	9	0,5-1,0
Мідні	2,5	3,0	7,5	10	0,8-1,5

Литтям під тиском можна виготовляти відливки з зовнішньою та внутрішньою різьбою, циліндричні та конічні шестерні, армовані відливки.

На точність розмірів відливка дуже впливає усадка, яка залежить від хімічного складу, технології плавки, температури прес-форми і сплаву, тривалості витримки відливка у формі, товщини стінки відливка, місця підводу живильника та інше. На практиці для визначення розмірів прес-форми використовують розрахунковий коефіцієнт усадки  $K_c$  (табл.4.4).

4.2.3 Визначити масу виливка.

4.2.4 Розробити креслення виливка.

Креслення виливка розробляється на основі креслення деталі. Вибрати роз'єм виливка, показати рухому та нерухому частину прес-форми, верх та низ виливка, місце підводу металу у форму (залишок живильника). Вибрати відповідно зі стандартами припуски на механі-

чну обробку й ухили стінок перпендикулярних площині роз'єму.

4.2.5 Вибір типу ливниково-живильної системи та зробити її розрахунок

Таблиця 4.4 – Розрахунковий коефіцієнт усадки, %

Сплав	Товщина стінки відливка, мм			
	3		6	
	скрутна усадка	вільна усадка	скрутна усадка	вільна усадка
Цинкові	0,4	0,5	0,5	0,6
Магнієві	0,6	0,7	0,7	0,8
Алюмінієві	0,5	0,6	0,6	0,7
Мідні	0,6	0,7	0,7	0,9

4.2.6 Конструювання прес-форми (П-Ф) (матеріал П-Ф). Підготовка П-Ф до заливки (робоча температура П-Ф, склад мастила, змащування П-Ф та камери пресування).

4.2.7 Технологія виготовлення виливка литтям під тиском.

Машина лиття під тиском, її характеристика та принцип дії. Виготовлення сплаву (склад шити, плавильна піч та її характеристика, температура випуску сплаву з печі у ківш, характеристика ковша, тип роздавальної печі та її характеристика, заливка сплаву у П-Ф, вилучення виливка з П-Ф).

4.2.8 Фінішні операції.

Відділення виливків від ливникової системи (характеристика обладнання). Зачистка місць живильників (обладнання та його характеристика). Контроль якості виливка. Склад придатного литва.

4.2.9 Висновки.

4.2.10 Перелік посилань.

4.2.11 Графічна частина курсової роботи.

Лист – 1. Креслення виливка – А4(А3).

Лист – 2. Креслення половини П-Ф (половина П-Ф з ливниковою системою) – А4(А3).

### **4.3 Розробка технологічного процесу та конструювання оснастки для виготовлення виливка литтям за витоплюваними моделями**

#### 4.3.1 Вступ.

Коротко описати сутність лиття за витоплюваними моделями. Привести сучасні досягнення в галузі технології виготовлення виливків.

#### 4.3.2 Аналіз технологічності виливка.

Привести характеристику деталі, можливі умови її експлуатації, вимоги до якості виливка, хімічний склад матеріалу виливка та його фізико-механічні властивості. Навести положення, які дають можливість виготовлення виливка литтям за витоплюваними моделями.

Загальні вимоги до відливків, які виготовляють литтям за витоплюваними моделями :

Литтям в оболонкові форми за витоплюваними моделями виготовляють відливки з розмірами від декількох мм до одного метра, масою від декількох гр. до 300 кг. Найменша товщина стінки відливка може бути 0,5-2 мм, але оптимальною вважається товщина відливка 2-5 мм.

Отвори діаметром  $\geq 6$  мм можна отримати без застосування стержнів лише при їх глибині до 12 мм ( при більшій глибині застосовуються керамічні стержні). Мінімальний діаметр отвору дорівнює 0,5 мм при товщині стінки відливка  $< 1$  мм для кольорових сплавів. У випадках з других сплавів мінімальний діаметр 1,5 мм допускається з товщиною стінки  $\leq 1,5$  мм. Співвідношення товщин стінок відливка повинно бути не більше, як 1:4.

Для повільного виймання моделі з прес-форми на її стінках перпендикулярних площині роз'єму прес-форми роблять ухили згідно ДЕСТ 3212-92.

При сполученні декількох стінок у відливка необхідно забезпечити плавність переходу від однієї стінки до другої, призначити радіуси скруглень, галтелі. При цьому треба користуватися рядом переважних значень радіусів: 1; 2,3; 5; 8; 10 мм і т.д.

Висоту бобишок  $H_6$  треба призначити у залежності від діаметру отвору  $D$  або товщини стінки  $L_0$  [ $H_6 = (4 \div 6) \cdot D$ ;  $H_6 = 2,5 \cdot L_0$ ].

Таким чином, в наслідок аналізу технологічності конструкції відливка, необхідно оцінити принципову можливість виготовлення відливка за витоплюваними моделями та визначити, які зміни необхі-

дно внести в конструкцію деталі для підвищення рівня її технологічності.

Поверхня роз'єму прес-форми повинна забезпечити зручність виймання моделі з формотворюючої порожнини, мінімальну кількість стержнів.

Значення припусків на механічну обробку відливка визначають згідно з ДЕСТ 26645-85.

4.3.3 Визначити масу виливка.

4.3.4 Розробка креслення виливка.

Креслення виливка розробляється на основі креслення деталі. Вибрати роз'єм прес-форми, показати рухому та нерухому частину прес-форми, верх та низ виливка, місце підводу металу у форму (залишок живильника). Вибрати згідно стандартам припуски на механічну обробку та ухили стінок перпендикулярних площині роз'єму.

4.3.5 Вибір типу ливниково-живильної системи та зробити її розрахунок.

4.3.6 Конструювання прес-форми (П-Ф) (матеріал П-Ф). Підготовка П-Ф до запресовки.

4.3.7 Технологія виготовлення виливка литтям за витоплюваними моделями

- вибір модельного складу;
- приготування модельного складу;
- виготовлення моделей виливків та моделей ливникової системи;
- збирання моделей у блоки;
- навести склад суспензії;
- нанесення шарів суспензії та обсіпка піском;
- сушіння шарів суспензії (кожного окремо);
- видалення моделей з оболонки;
- прожарювання оболонки з опорним наповнювачем або без нього;
- виготовлення сплаву (склад шити, плавильна піч та її характеристика, температура випуску сплаву з печі у ківш, характеристика ковша, тип роздавальної печі та її характеристика);
- заливка форми;
- охолодження форм;
- видалення блоків з опорного наповнювача;
- попереднє очищення блоку від оболонки;
- відділення виливків від ливникової системи;

- контроль якості;
- кінцеве очищення виливків від оболонки (при необхідності);
- термічна обробка виливків;
- зачищення виливків від місць живильників.

Для кожного пункту технологічного процесу обрати обладнання та навести технічну характеристику кожної одиниці обладнання.

4.2.8 Висновки.

4.2.9 Перелік посилань.

4.2.10 Графічна частина курсової роботи.

Лист -1. Креслення виливка – А4(А3).

Лист-2. Креслення половини П-Ф (половина П-Ф з ливниковою системою) – А4(А3).

## 5 ДЕРЖАВНІ СТАНДАРТИ

ГОСТ 3212-80 Комплекты модельные. Уклоны формовочные.  
Основные размеры.

ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски  
размеров, массы и припуски на  
механическую обработку.

ГОСТ 1412-85 Отлики из серого чугуна с пластинчатым  
графитом. Общие технические условия.

ГОСТ 16234-70 – ГОСТ 16262-70. Формы металлические  
(кокили).-М.:Издательство стандартов, 1983–152 с.

ГОСТ 19933-74 – ГОСТ 19946-74. Пресс-формы для литья под  
давлением из цветных сплавов. М.:  
Издательство стандартов, 1982.-115 с

ГОСТ 19947-74 – ГОСТ 19999-74. Пресс-формы для  
выплавленных моделей. М.:  
Издательство стандартов, 1982.-231 с

## 6 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ЛИВНИКОВО-ЖИВИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЛИВКА «КРИШКА» ПРИ ЛИТТІ У КОКІЛЬ

Вихідні дані: – креслення деталі «Кришка»;  
 – матеріал вилівка – чавун СЧ 18;  
 – маса вилівка – 1,3 кг.

Необхідно розробити креслення вилівка на основі креслення деталі з нанесенням припусків на механічну обробку, роз'єму кокілю (РК), місця підводу мета у форму (залишок живильника) та вказати розташування вилівка у формі (низ та верх вилівка) (рис.6.1).

Згідно ГОСТ 16234-70 – ГОСТ 16262-70 вибрати плиту кокілю, на якій показати розташування робочих порожнин кокілю та ливникової системи (рис.6.2).

Ливниково-живильна система потрібна для спокійного плавного заповнення металом порожнини форми, затримання шлакових краплень. Також ливниково-живильна система забезпечує спрямовану кристалізацію вилівка.

Ливниково-живильна система даного вилівка складається з стояка, колектора і живильника. Місце підвода метала в форму приймаємо знизу (рис.6.1).

По швидкості заливки металу приймаємо звужуючу ливниково-живильну систему (ЛЖС).

При розрахунку потрібно визначити мінімальну площу поперечного перетину елемента ЛЖС, лімітуючого швидкість заповнення сплаву: у звужуючій ЛЖС (для сірого чавуну) мінімальним перетином є живильник.

Розраховуємо мінімальну площу перетину ЛЖС за формулою Озанна-Діттерта :

$$\Sigma F_{жс} = \frac{G_{вил} \cdot n}{\mu \cdot \rho \cdot t \sqrt{2gH_p}}, m^2; \quad (6.1)$$

де  $G_{вил} = 1,3$  кг.- вага вилівка;

$n = 1$  - кількість вилівоків;

$\mu$  - коефіцієнт опору або витрат ЛЖС,  $\mu = 0,3$ ;

$\rho$  - густина рідкого металу, для СЧ18;  $\rho = 7000$  кг/м<sup>3</sup> ;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>, прискорення сил падіння;

$t$  - час заповнення кокілю:

$$t = k\sqrt[3]{\delta \cdot G_{\text{вил}}}, c; \quad (6.2)$$

де  $k$  - коефіцієнт, який дорівнює 1,7;

$\delta$  - середня товщина стінки виливка,  $\delta = 1$  см;

$$t = 1,7\sqrt[3]{1 \cdot 1,3} = 1,86c;$$

$H_p$  - розрахунковий статичний тиск сплаву, м.;

$$H_p = H - p^2 / 2c, \text{ м}; \quad (6.3)$$

де  $H$  – відстань від місця підводу металу у форму до рівня його у чаші,  $m$  (береться з креслення плити, рис.6.2) :

$$H = 0,210\text{м};$$

$p$  - висота виливка від місця підводу сплаву до верхньої частини виливка, м;

$c$  - висота виливка, м ;

Виходячи з того, що обрано сифонну ЛЖС – підвод металу знизу, то  $p = c = 0,120\text{м}$ , тоді

$$H_p = H - p / 2 = 0,210 - 0,120 / 2 = 0,15 \text{ м};$$

$$F_{\text{Ж}} = \frac{1,3 \cdot 1}{0,3 \cdot 7000 \cdot 1,86 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,15}} = 0,000196 \text{ м}^2 = 196 \text{ мм}^2 = 1,96 \text{ см}^2;$$

Визначаємо площу перетину інших елементів ливникової системи. Для сірого чавуну користуємося співвідношенням:

$$F_{\text{ж}} : F_{\text{к}} : F_{\text{с}} = 1 : 1,15 : 1,25 ; \quad (6.4)$$

Площа поперечного перетину живильника:

$$F_{\text{ж}} = 196 \text{ мм}^2;$$

Площа поперечного перетину колектора:

$$F_{\text{к}} = F_{\text{ж}} \cdot 1,15 = 196 \cdot 1,15 = 225 \text{ мм}^2;$$

Площа поперечного перетину стояка:

$$F_{\text{с}} = F_{\text{ж}} \cdot 1,25 = 196 \cdot 1,25 = 245 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо форму поперечного перетину живильника, стояка та колектора - півколо. Знаходимо їх діаметри:

$$D_{\text{ж}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ж}} \cdot 2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 196 \cdot 2}{3,14}} = 22,3 \text{ мм};$$



$$D_{\kappa} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\kappa} \cdot 2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 225 \cdot 2}{3,14}} = 23,9 \text{ мм};$$

$$D_c = \sqrt{\frac{4 \cdot F_c \cdot 2}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 245 \cdot 2}{3,14}} = 25 \text{ мм};$$

### Конструювання кокілю

У якості матеріалу, з якого виготовляється кокіль, обираємо сталь 20Л ГОСТ 977-89.

Визначаємо товщину стінки кокілю за формулою Н.П. Дубініна:

$$\delta_{\kappa} = 13 + 0,6 \cdot \delta_{\text{в}}, \text{ мм}; \quad (6.5)$$

де:  $\delta_{\text{в}} = 10$  мм - товщина стінки виливка;

$$\delta_{\kappa} = 13 + 0,6 \cdot 10 = 19 \text{ мм};$$

Розраховуємо зусилля запирання кокілю:

$$Q = 2 \cdot g \cdot \rho \cdot H \cdot F \cdot k, \text{ Н}; \quad (6.6)$$

де:  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ , прискорення сил падіння;

$\rho$  - густина рідкого металу,  $\rho = 7000 \text{ кг/м}^3$ ;

$H$  – відстань від рівня сплаву у ливниковій чаші до центру ваги у площині роз'єму.

Розміри кокіля 320х320 мм, тоді  $H = 320/2 = 160 \text{ мм} = 0,16 \text{ м}$ ;

$F$  – площа стінки кокілю на яку діє рідкий метал:

$$F = F_{\text{вил}} + F_{\text{лжс}}, \text{ м}^2; \quad (6.7)$$

де  $F_{\text{вил}} = 3,14/4 \cdot (1202 - 372)n = 10229 \text{ мм}^2 = 0,01 \text{ м}^2$  (площа проекції виливка на площину роз'єму кокілю);

де  $n$  – кількість виливків у кокілі = 1;

$$F_{\text{лжс}} = 0,5 \cdot F_{\text{вил}} = 0,5 \cdot 0,01 = 0,005 \text{ м}^2;$$

$$F = F_{\text{вил}} + F_{\text{лжс}} = 0,01 + 0,005 = 0,015 \text{ м}^2;$$

$k$  - коефіцієнт запасу. Приймаємо  $k = 2$ .

$$Q = 2 \cdot 9,81 \cdot 7000 \cdot 0,160 \cdot 0,015 = 329,6 \text{ Н};$$

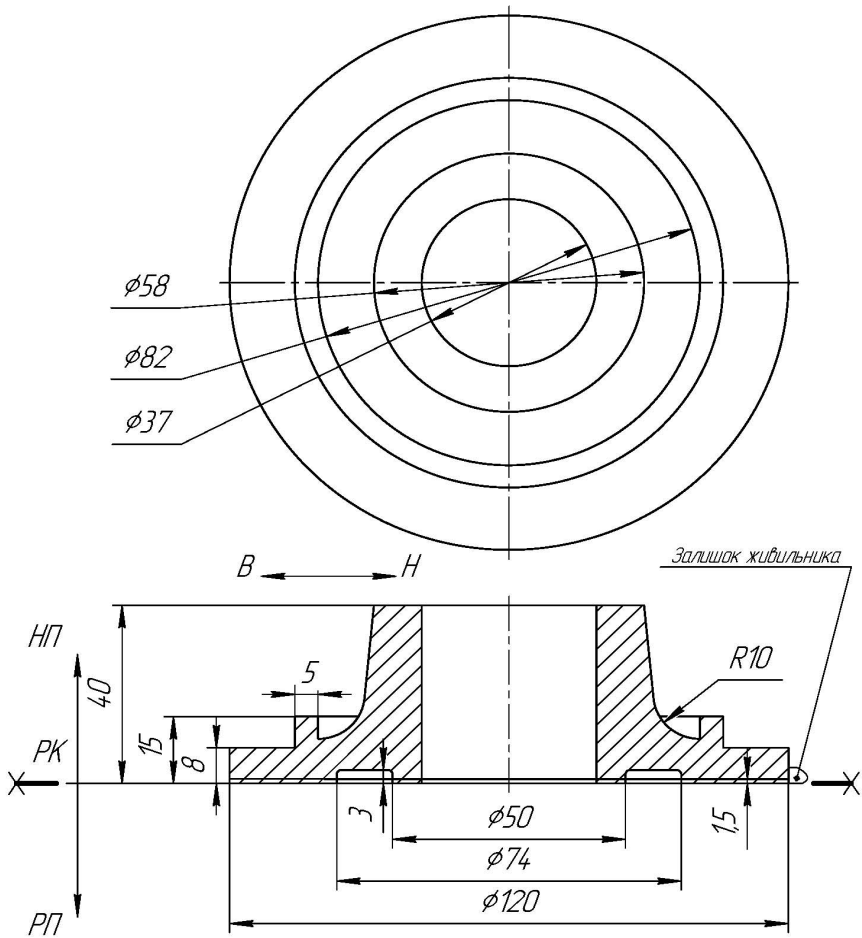
$\sqrt{Rz40}$  ( $\checkmark$ )


Рисунок 6.1- Креслення виливка «Кришка»

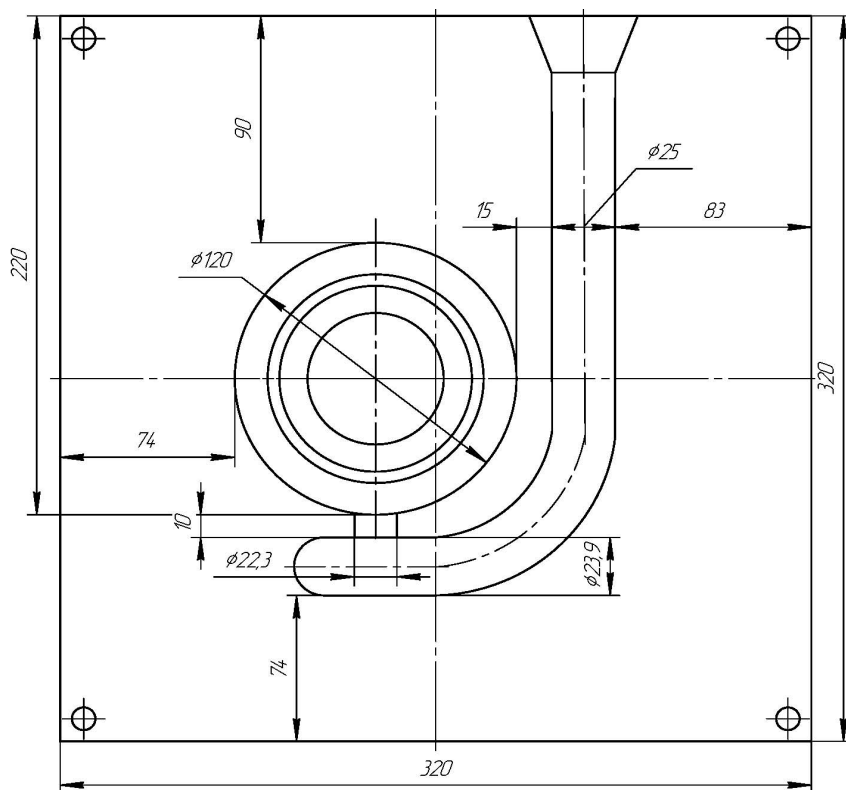


Рисунок 6.2–Креслення нерухої плити кокілю

## 7 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ЛИВНИКОВО-ЖИВИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЛИВКА «ОСНОВА» ПРИ ЛИТТІ ПІД ТИСКОМ

Виливок «Основа», сплав АК 12 ГОСТ 1583-93, маса виливка 64,62 г, середня товщина стінки виливка – 6,1 мм.

1 Приймаємо машину з холодною горизонтальною камерою пресування - 5165.

$P_{пр} = 0,15$  МН;  $P_{зап} = 1,6$  МН;  $D_{пр} = 40, 50, 60, 70$  мм.

2 Вибираємо тип ливникової системи - бокова ливникова система.

3 Вибираємо рекомендований мінімальний тиск пресування та оптимальну швидкість впуску ( за таблицями):

$P_{мін} = 60$  МПа;  $V_{вл} = 35$  м/с; (для дисперсного потоку).

$P_{мін}$  вибираємо в залежності від товщини стінки виливка (табл.7.1).

4 Вибираємо площину роз'єму прес-форми таким чином, щоб гарантувати знаходження виливка у рухомій частині прес-форми.

5 Вибираємо положення виливка у прес-формі та місце підводу металу, виходячи з умов, щоб виключити «самопотік» металу у порожнину прес-форми і забезпечити спрямоване витиснення повітря та газів з прес-форми.

6 Визначаємо площу проєкції виливка на площину роз'єму прес-форми :

$F_{вл} = 43 \cdot 42,5 - 31 \cdot 30 = 897,5$  мм<sup>2</sup>;

7 Розраховуємо розміри елементів ливникової системи.

### Живильник

Розраховуємо площу поперечного перетину за формулою Шубіна М. О. :

$$f_{жс} = \frac{m_e}{\rho \cdot k}, \text{ мм}^2; \quad (7.1)$$

де  $m_e$  – маса виливка = 64,62 г;

$\rho$  – густина рідкого металу = 2,4 г/см<sup>3</sup>;

$k$  – коефіцієнт, який замінює множення швидкості впуску на час заповнення ( $k = V_{вл} \tau_{зан}$ ), яке для вказаних виливків є величиною сталою (табл.7.3).

Товщина живильника ( $\delta_{жс}$ ) повинна бути в межах  $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{8}$

товщини стінки відливка, але не менше 0,8мм. Для алюмінієвого сплаву та дисперсного потоку

$$\delta_{жс} = \left( \frac{1}{3} \dots \frac{1}{8} \right) \cdot \delta_{\epsilon} \geq 0,8 \text{ мм} \quad (7.2)$$

$$\delta_{жс} = \frac{1}{3} \cdot \delta_{\epsilon} = \frac{1}{3} \cdot 6 = 2 \text{ мм} > 0,8 \text{ мм} (\text{табл. 7.4})$$

де  $\delta_{\epsilon}$  – товщина стінки вилівка куди підводиться живильник = 6,0 мм;  
Тоді ширина живильника:

$$b_{жс} = \frac{f_{жс}}{\delta_{жс}}, \text{ мм} \quad (7.3)$$

$$b_{жс} = \frac{4,4}{2} = 2,2 \text{ мм}$$

Довжину живильника вибираємо з розрахунку:

$$L_{жс} = (4 \dots 6) \cdot \delta_{жс}, \text{ мм}; \quad (7.4)$$

$$L_{жс} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ мм};$$

Площа проекції живильника на площину роз'єму:

$$F_{жс} = b_{жс} \cdot L_{жс}, \text{ мм}^2; \quad (7.5)$$

$$F_{жс} = 2,2 \cdot 10 = 22 \text{ мм}^2;$$

Об'єм живильника:

$$V_{жс} = F_{жс} \cdot \delta_{жс}, \text{ мм}^3; \quad (7.6)$$

$$V_{жс} = 22 \cdot 2 = 44 \text{ мм}^3;$$

### Підводячий канал

Розрахунок площі перетину підводячого каналу:

$$F_{п.к.} = (1,2 \dots 1,5) \cdot f_{жс}, \text{ мм}^2; \quad (7.7)$$

$$F_{п.к.} = 1,3 \cdot 4,4 = 5,7 \text{ мм}^2;$$

Розрахунок товщини підводячого каналу:

$$\delta_{п.к.} = 0,77 \sqrt{f_{жс}}, \text{ мм}; \quad (7.8)$$

$$\delta_{п.к.} = 0,77 \sqrt{4,4} = 1,6 \text{ мм}; (\text{табл. 7.5})$$

Ширина підводячого каналу:

$$b_{n.к.} = (1,55...1,95) \cdot \sqrt{f_{жс}}, \text{ мм};$$

(7.9)

$$b_{n.к.} = 1,6 \cdot \sqrt{3,6} = 3,0 \text{ мм};$$

Довжину підводячого каналу вибираємо конструктивно:  
 $L_{n.к.} = 20 \text{ мм}$ .

Площа проєкції підводячого каналу на площину роз'єму:

$$F_{n.к.} = L_{n.к.} \cdot b_{n.к.}, \text{ мм}^2;$$

(7.10)

$$F_{n.к.} = 20 \cdot 3,6 = 72 \text{ мм}^2;$$

Об'єм підводячого каналу:

$$V_{n.к.} = F_{n.к.} \cdot \delta_{n.к.}, \text{ мм}^3;$$

(7.11)

$$V_{n.к.} = 72 \cdot 43 = 288 \text{ мм}^3 \text{ у}$$

### Промивники

Об'єм промивника:

$$V_{np} = 0,15 V_{вил}, \text{ мм}^3;$$

(7.12)

де  $V_{вил}$  - об'єм виливка:

$$V_{вил} = 43 \cdot 42,5 \cdot 30 - 31 \cdot 30 \cdot 30 = 26,9 \text{ см}^3 \text{ мм}^3;$$

(7.13)

$$V_{np} = 0,15 \cdot 26900 = 4000 \text{ мм}^3;$$

Товщина промивника:

$$\delta_{np} = (1,5...2) \cdot \delta_{вил}, \text{ мм};$$

(7.14)

де  $\delta_{вил}$  - товщина стінки виливка у місці встановлення промивника=6 мм (за кресленням):

$$\delta_{np} = 2 \cdot 6,0 = 12,0 \text{ мм};$$

Ширина промивника:

$$b_{np} = (1,5...2,5) \cdot \delta_{np}, \text{ мм};$$

(7.15)

$$b_{np} = 2 \cdot 12,2 = 24,4 \text{ мм};$$

Довжина промивника:

$$L_{np} = \frac{V_{np}}{\delta_{np} \cdot b_{np}}, \text{мм}; \quad (7.16)$$

$$L_{np} = \frac{4000}{12,2 \cdot 24,4} = 13,4 \text{мм};$$

Площа проєкцій промивника на площину роз'єму:

$$F_{np} = b_{np} \cdot L_{np}, \text{мм}^2; \quad (7.17)$$

$$F_{np} = 24,4 \cdot 13,4 = 327 \text{мм}^2;$$

З'єднувальна щілина.

Товщина з'єднувальної щілини:

$$\delta_{щ} = 0,7 \cdot \delta_{жс}, \text{мм}; \quad (7.18)$$

$$\delta_{щ} = 0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{мм};$$

Промивник ставиться на відстані 5 – 10 мм від виливка, тому довжину щілини приймаємо конструктивно,  $L_{щ} = 5 \text{мм}$ .

Ширина щілини:

$$b_{щ} = (0,7 \dots 0,8) \cdot \delta_{щ}, \text{мм};$$

(7.19)

$$b_{щ} = 0,7 \cdot 2,2 = 1,54 \text{мм};$$

Площа проєкції з'єднувальної щілини на площину роз'єму прес-форми:

$$F_{щ} = L_{щ} \cdot b_{щ}, \text{мм}; \quad (7.20)$$

$$F_{щ} = 5 \cdot 1,5 = 7,5, \text{мм};$$

Об'єм з'єднувальної щілини:

$$V_{щ} = F_{щ} \cdot \delta_{щ}, \text{мм}^3; \quad (7.21)$$

$$V_{щ} = 7,5 \cdot 1,5 = 11,25, \text{мм};$$

Камера пресування

Мінімальний діаметр камери пресування  $D_{np} = 40 \text{мм}$  (береться із паспорта машини);

Розраховуємо кількість виливків у прес-формі. Обираємо форму поперечного перетину колектора–коло. Необхідно знайти радіус  $R$  (рис. 7. 2). Він складається з :

- радіусу камери пресування – 20 мм;
  - довжини підводячого каналу – 20 мм;
  - діаметр підводячого каналу вибирається конструктивно=10 мм;
  - довжини живильника – 10 мм;
- Тоді  $R' = 20+20+10+10 = 60$  мм;  
 Визначаємо довжину кола з радіусом  $R'$  :

$$L = 2\pi R', \text{ мм}; \quad (7.22)$$

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot 60 = 342 \text{ мм};$$

Кількість виливків:

$$n = \frac{L}{N}, \text{ шт};$$

(7.23)

де  $N$  – сумарна величина ширини виливка та відстані між виливками;

$$n = \frac{342}{57,5} = 6,5 \text{ шт}; \text{ приймаємо 6 виливків у прес-формі.}$$

Площа проекції колектора на площину роз'єму прес-форми.

$$S_k = S_1 - S_2, \text{ мм}^2; \quad (7.24)$$

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}, \text{ мм}^2; \quad (7.25)$$

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot \{(20 + 20 + 10) \cdot 2\}^2}{4} = 7850 \text{ мм}^2;$$

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}, \text{ мм}^2; \quad (7.26)$$

$$S_2 = \frac{3,14 \cdot \{(20 + 20) \cdot 2\}^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2;$$

$$S_k = 7850 - 5024 = 2826 \text{ мм}^2;$$

Об'єм колектора.

Представимо колектор у вигляді циліндру в основі якого є коло діаметром 10 мм. Висота циліндру дорівнює довжині кола з радіусом  $R_{сер} = 45$  мм (рис. 7.2)



$$R_{cp} = 20 + 20 + 5 = 45 \text{ мм} ;$$

$$V_{\kappa} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot R_{cp}, \text{ мм}^2 ; \quad (7.27)$$

$$V_{\kappa} = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 45 = 22184,1 \text{ мм}^2 ;$$

Сумарна площа проєкцій виливків та ливникової системи на площину роз'єму становить:

$$\Sigma F'_{np} = (F_{вил} + F_{жс} + F_{п.к.} + F_{np} + F_{ц}) \cdot n + F_{кол}, \text{ мм}^2 ; \quad (7.28)$$

де  $n$  – кількість виливків у прес – формі;

$$\Sigma F'_{np} = (897,5 + 22 + 72 + 327 + 7,5) \cdot 6 + 2826 = 10782 \text{ мм}^2 ;$$

Місткість камери пресування з врахуванням об'єму прес-залишку:

$$V_{пз} = 0,1 \cdot V_{вил}, \text{ мм}^3 ; \quad (7.29)$$

$$V_{п.з} = 0,1 \cdot 26,9 = 2,7 \text{ см}^3 = 2700 \text{ мм}^3 ;$$

$$V_{\text{м}} = (V_{відл} + V_{жс} + V_{п.к.} + V_{np} + V_{ц} + V_{п.з.}) \cdot n + V_{кол}, \text{ мм}^3 ; \quad (7.30)$$

$$V_{\text{м}} = (26900 + 44 + 288 + 4000 + 2700 + 11,25) \cdot 6 + 22184,1 = 225843,6 \text{ мм}^3 ;$$

По паспорту машини найменший діаметр камери пресування  $D_{np} = 40$  мм.

Площа проєкції прес-залишку  $F_{п.з.}$  такої камери пресування:

$$F_{п.з.} = \frac{\pi \cdot D_{np}^2}{4}, \text{ мм}^2 ; \quad (7.31)$$

$$F_{п.з.} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2 ;$$

Сумарна площа проєкцій вилівка з ливниковою системою та прес-залишком на площину роз'єму прес-форми:

$$\Sigma F_{np} = F'_{np(вил+ЛЖС)} + F_{np+п.з.}, \text{ мм}^2 ; \quad (7.32)$$

$$\Sigma F_{np} = 10782 + 1256 = 12038,6 \text{ мм}^2 ;$$

Виходячи з умов нерозкриття прес-форми знаходимо мінімальний діаметр камери пресування:

$$D_{np}^{\min} = 1,13 \sqrt{\frac{n \cdot P_{np} \cdot \Sigma F_{np}}{P_{зан}}}, \text{ мм}; \quad (7.33)$$

де  $n$  – коефіцієнт, який залежить від швидкості пресування = 1,0;  
 $P_{np}$  – зусилля пресування (береться з паспорту машини = 0,15 МН);  
 $P_{зан}$  – зусилля запирання (береться з паспорту машини = 1,6 МН);  
 $\Sigma F_{np}$  – сумарна площа проєкцій відливка з ливниковою системою та прес-залишком на площину роз'єму прес-форми = 12038,6 мм<sup>2</sup>;

$$D_{np}^{\min} = 1,13 \sqrt{\frac{1,0 \cdot 0,15 \cdot 12038,6}{1,6}} = 37,96 \text{ мм};$$

Дійсний тиск пресування:

$$P_{Д} = \frac{P_{np}}{S}, \text{ МПа}; \quad (7.34)$$

$$P_{Д} = \frac{0,15}{0,001256} = 119 \text{ МПа};$$

Швидкість пресування:

$$V_{np} = V_{вн} \cdot \frac{\Sigma f_{жс}}{S} \cdot \frac{M}{c}; \quad (7.35)$$

$$V_{np} = 35 \cdot \frac{4,4 \cdot 10^{-6} \cdot 6,6}{1256,6 \cdot 10^{-6}} = 0,73 \frac{M}{c};$$

За паспортом машина забезпечує таку швидкість пресування (до  $5 \frac{M}{c}$ ).

Механізм запирання

$$k \cdot P_{зан} \geq P_{Д} \cdot \Sigma F_{np}; \quad (7.36)$$

$$k \cdot P_{зан} = 0,85 \cdot 1,6 = 1,36 \text{ МН};$$

$$P_{Д} \cdot \Sigma F_{np} = 119 \cdot 0,012038 = 1,4 \text{ МН}$$

$$1,36 < 1,44$$

Умова не виконується. Для виготовлення вилівка «Основа» не можна використовувати машину з ХГКП 5165.

Вибираємо машину з холодною горизонтальною камерою

пресування 71109 яка має більше зусилля запирання:

$$P_{np} = 0,4 \text{ МН}; P_{зан} = 4,0 \text{ МН}; D_{np} = 60 \dots 110 \text{ мм.}$$

По паспорту машини найменший діаметр камери пресування

$$D_{np} = 60 \text{ мм.}$$

Площа проекції прес-залишку  $F_{n.з.}$  такої камери пресування:

$$F_{n.з.} = \frac{\pi \cdot D_{np}^2}{4}, \text{ мм}^2; \quad (7.37)$$

$$F_{n.з.} = \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3600}{4} = 2826 \text{ мм}^2;$$

Сумарна площа проекцій виливків з ливниковою системою та прес-залишком на площину роз'єму прес-форми:

$$\Sigma F_{np} = F'_{np(вил+ЛЖС)} + F_{np+n.з.}, \text{ мм}^2; \quad (7.38)$$

$$\Sigma F_{np} = 10782 + 2826 = 13608 \text{ мм}^2;$$

Виходячи з умов нерозкриття прес-форми знаходимо мінімальний діаметр камери пресування:

$$D_{np}^{\min} = 1,13 \sqrt{\frac{n \cdot P_{np} \cdot \Sigma F_{np}}{P_{зан}}}, \text{ мм}; \quad (7.39)$$

де  $n$  – коефіцієнт, який залежить від швидкості пресування = 1,0;

$P_{np}$  – зусилля пресування (береться з паспорту машини = 0,4 МН);

$P_{зан}$  – зусилля запирання (береться з паспорту машини = 4,0 МН);

$\Sigma F_{np}$  – сумарна площа проекцій відливків з ливниковою системою та прес-залишком на площину роз'єму прес-форми = 13608 мм<sup>2</sup>:

$$D_{np}^{\min} = 1,13 \sqrt{\frac{1,0 \cdot 0,4 \cdot 13608}{4,0}} = 42 \text{ мм};$$

Дійсний тиск пресування:

$$P_D = \frac{P_{np}}{S}, \text{ МПа}; \quad (7.40)$$

$$P_D = \frac{0,4}{0,002826} = 141,5 \text{ МПа};$$

Швидкість пресування:

$$V_{np} = V_{en} \cdot \frac{\sum f_{\text{жс}}}{S} \cdot \frac{M}{c}; \quad (7.41)$$

$$V_{np} = 35 \cdot \frac{4,4 \cdot 10^{-6} \cdot 6}{2826 \cdot 10^{-6}} = 0,33 \frac{M}{c};$$

За паспортом машина забезпечує таку швидкість пресування (до  $5 \frac{M}{c}$ ).

Механізм запирання

$$k \cdot P_{зан} \geq P_{Д} \cdot \sum F_{np}; \quad (7.42)$$

$$k \cdot P_{зан} = 0,85 \cdot 4,0 = 3,4 МН;$$

$$P_{Д} \cdot \sum F_{np} = 141,5 \cdot 0,013608 = 1,92 МН;$$

$$3,4 > 1,92;$$

Умова виконується. Для виготовлення виливка «Основа» можна використовувати машину 71109.

Таблиця 7.1 – Рекомендований мінімальний тиск пресування  $P_{\min}$  у залежності від конфігурації відливка та виду сплаву, МПа.

Товщина стінки відливка, мм	Конфігурація відливка	Олов'яно-свинцевий	Цинковий	Магнісвий	Алюмінієвий	Мідний
до 3	Проста	30	45	50	35	60
	Складна	35	45	55	45	70
	Дуже складна	45	50	60	50	80
3-6	Проста	45	55	70	60	90
	Складна	50	60	80	65	100

Таблиця 7.2 – Значення швидкості впуску для різних відливоків з різних сплавів

Товщина стінки відливка, $\delta_v$ , мм	Швидкість впуску, м/с					
	цинкові	магнієві	Алюмінієві		Мідні	
			рідкі	твердо-рідкі	рідкі	твердо-рідкі
5-10	$\frac{30-40}{40-60}$	-	$\frac{5-10}{-}$	$\frac{2-5}{5-7}$	-	$\frac{2-5}{3-5}$
	*					
3-6	$\frac{30-60}{60-80}$	$\frac{30-40}{40-50}$	$\frac{25-30}{40-50}$	$\frac{5-8}{8-12}$	$\frac{-}{8-15}$	$\frac{5-8}{8-12}$
1,5-3	$\frac{80-100}{100-150}$	$\frac{50-60}{50-80}$	$\frac{30-40}{35-40}$	-	$\frac{15-20}{-}$	$\frac{5-8}{-}$

\* Чисельник – прості відливки.

Знаменник – складні відливки.

Таблиця 7.3 – Значення коефіцієнту К для відливоків з різних сплавів

Відливок	Магнієві	Алюмінієві	Цинкові	Мідні
Простий	7,32	6,09	2,16	1,89
Складний	6,05	5,25	1,87	1,63
Дуже складний	4,78	4,41	1,57	1,37

 $K_1$  (в залежності від конфігурації відливка)

- тонкостінна проста конфігурація – 0,75;
- коробчатого перерізу – 1,0;
- складної конфігурації – 1,5;
- дуже складної конфігурації з тонкими ребрами товщиною 0,5-0,8 мм – 2,0.

 $K_2$  (в залежності від тиску пресування в МН/м<sup>2</sup>)

- до 20 – 2,50;
- від 20 до 40 – 2,00;
- від 40 до 60 – 1,75;
- від 60 до 80 – 1,50;
- від 80 до 100 – 1,25;
- більше 100 – 1,007

$K_3$  (в залежності від типу сплаву)

- свинцево-олов'янисті – 1,10;
- цинкові – 1,00;
- алюмінієві – 0,90;
- магнієві – 0,85;
- мідні – 0,75;
- сталь – 0,50.

$K_4$  (в залежності від середньої товщини стінки, мм)

- до 1 – 0,50;
- від 1 до 2 – 0,75;
- від 2 до 4 – 1,0;
- від 4 до 6 – 1,15;
- від 6 до 9 – 1,30;
- більше 9 – 1,50.

Таблиця 7.4– Мінімальна допустима товщина живильника ( $\delta_{\text{ж}}^{\text{min}}$ )

Сплав	$\delta_{\text{ж}}^{\text{min}}$ , мм
Цинковий	0,5
Магнієвий	0,8
Алюмінієвий	0,8
Мідний	1,2

Таблиця 7.5 – Мінімальна товщина підводячого каналу ( $\delta_{\text{підв.}}^{\text{min}}$ )  
в залежності від типу сплаву

Сплав	$\delta_{\text{підв.}}^{\text{min}}$ , мм
Цинковий	3
Магнієвий	4
Алюмінієвий	4
Мідний	5

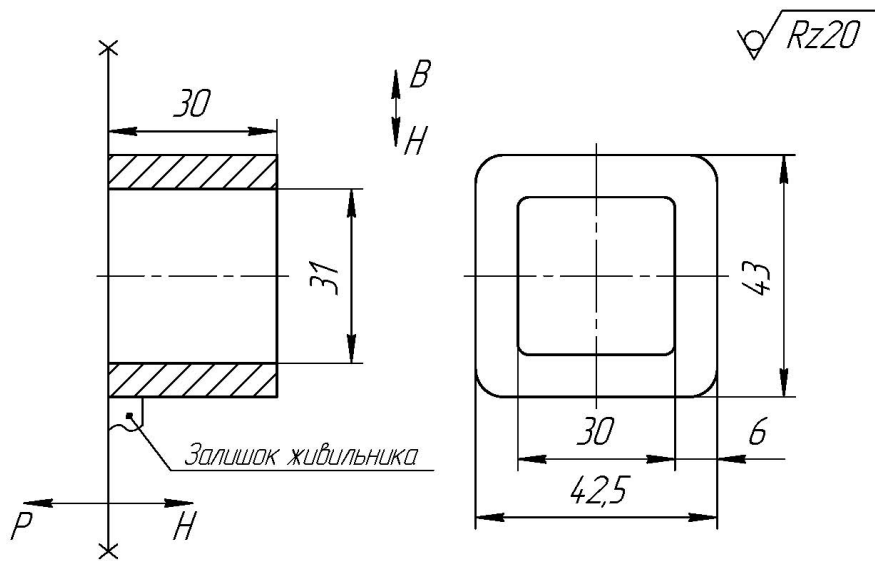


Рисунок 7.1—Креслення вилка «Основа»

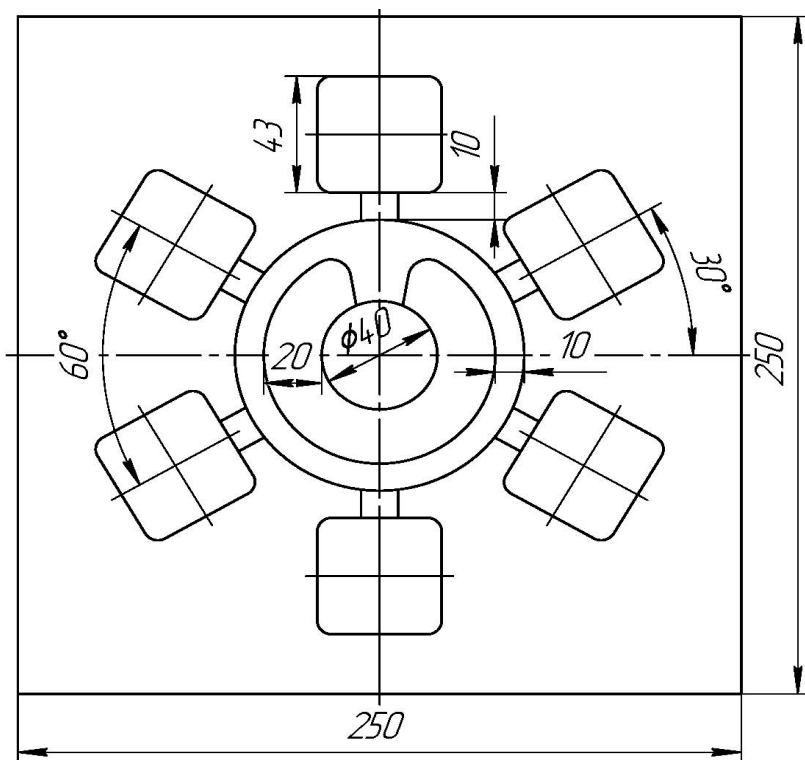


Рисунок 7.2– Креслення нерухомої плити прес-форми



## 8 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ЛИВНИКОВО-ЖИВИЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИЛИВКА «ПРОБКА» ПРИ ЛИТТІ ЗА ВИТОПЛЮВАНИМИ МОДЕЛЯМИ

Вихідні дані: - креслення деталі «Пробка»;  
 - матеріал виливка – алюмінієвий сплав АК-9;  
 - маса виливка – 23 г.

Необхідно розробити креслення виливка на основі креслення деталі з нанесенням припусків на механічну обробку, роз'єму прес-форми, місця підводу мета у форму (залишок живильника) та вказати розташування виливка у формі (низ та верх виливка) (рис.7.1).

По способу підводу металу та живлення виливків вибираємо І тип ливниково-живильної системи – заливання металу проводиться через стояк, живлення масивних частин відбувається через живильник від стояка (рис.7.2).

Модуль охолодження масивної частини виливка  $R$  яка має форму пустотілого циліндру визначається згідно формули:

$$R = \frac{a \cdot b}{2(a + b)} ; \quad (8.1)$$

де  $a$  – товщина стінки циліндру=9мм;

$b$  – довжина циліндру=11мм;

$$R = \frac{9 \cdot 11}{2(9 + 11)} = 2,475 \text{ мм} ;$$

Довжина живильника вибирається в залежності від способу відділення виливків від стояка:  $L_{ж} = 8$  мм, відрізання дисковою пилою.

Діаметр стояка рекомендується брати в межах 20...65мм. Вибираємо  $D_{ст} = 20$  мм.

Приведена товщина стояка розраховується згідно формули:

$$R_{ст} = \frac{F_{ст}}{P_{ст}} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{D}{4} \text{ мм} ; \quad (8.2)$$

$$R_{ст} = \frac{20}{4} = 5 \text{ мм} ;$$

Вибираємо живильник круглого перетину. Обчислюємо приведену товщину живильника:

$$R_{\text{жс}} = \frac{k^4 \sqrt{R^3 \cdot G_0} \cdot \sqrt[3]{L_{\text{жс}}}}{R_{\text{ст}}}, \text{ мм}; \quad (8.3)$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності, який дорівнює 11;

$R$  – приведена товщина теплового вузла виливка, кг;

$G_0 = 23 \text{ г} = 0,023 \text{ кг}$  – маса виливка;

$L_{\text{жс}}$  – довжина живильника, мм;

$R_{\text{ст}}$  – приведена товщина перетину стояка, мм.

$$R_{\text{жс}} = \frac{11^4 \sqrt{2,475^3 \cdot 0,023} \cdot \sqrt[3]{8}}{5} = 3,4 \text{ мм}$$

Приймаємо круглий живильник з діаметром  $d_{\text{ж}}$ :

$$d_{\text{ж}} = 4R_{\text{жс}}, \text{ мм}; \quad (8.4)$$

$$d_{\text{ж}} = 4 \cdot 3,4 = 13,6 \text{ мм};$$

Приймаємо  $d_{\text{ж}} = 14 \text{ мм}$ .

Отриманий вище розрахунок дозволяє забезпечити наступне співвідношення:

$$R_{\text{ст}} > R_{\text{жс}} > R$$

$$5 > 3,4 > 2,475$$

при цьому виконується спрямоване твердіння від виливка до стояка та живлення виливка.

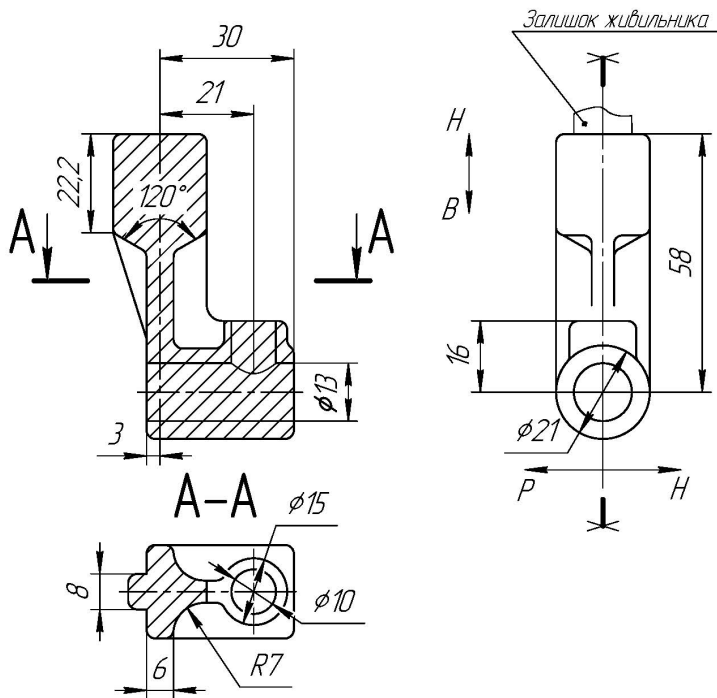


Рисунок 8.1–Креслення вилівка «Основа»

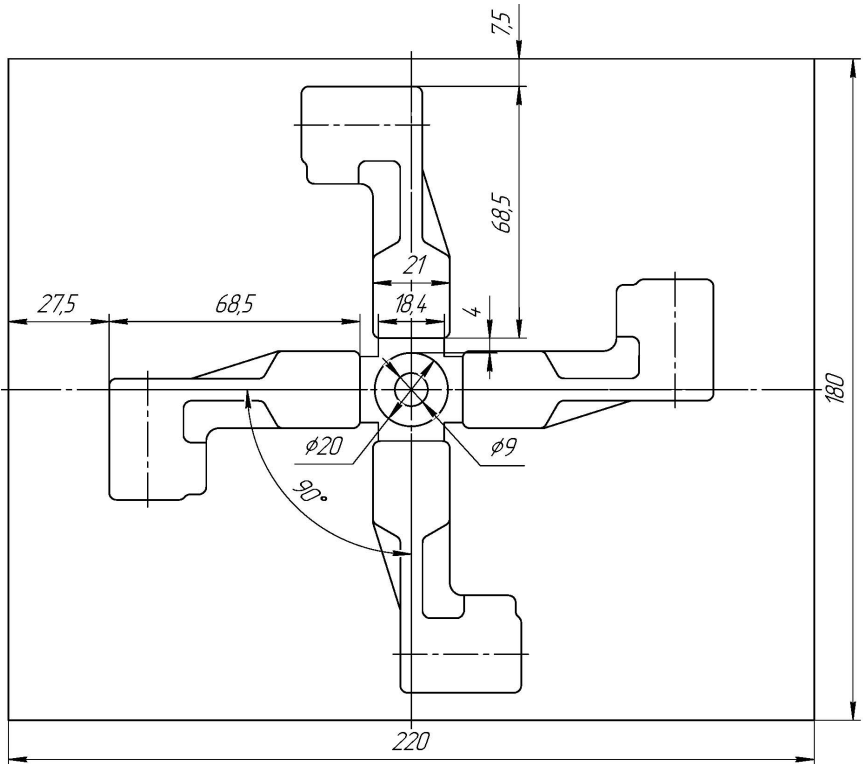


Рисунок 8.2—Креслення рухомої плита прес-форми

## 9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 Вейник А. И. Литье в металлические формы. [Текст] / А. И. Вейник,- Минск : Высшая школа. 1964. - 40 с.
- 2 Липницкий А. М. Литье в металлические формы. [Текст] /-Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение. 1980.-140 с.
- 3 Бураков С. Л. Литье в кокиль. [Текст] / А. И. Вейник, Н. П. Дубинин; под. общ. ред. А. И. Вейника,- М.: Машиностроение. 1980. -415 с.
- 4 Святкин Б. К. Литье в кокиль.[Текст] / Б. К. Святкин.- М.: Высшая школа. 1984.- 263 с.
- 5 Ефимов В. А. Специальные способы литья : Справочник. [Текст] / В. А. Ефимов, Г. А. Анисович. - М.: Машиностроение. 1991. - 734 с.
- 6 Галдин Н. М. Цветное лите. Справочник. [Текст] / Н. М. Галдин, Д. Ф. Чернега. - М.: Машиностроение, 1989. - 527 с.
- 7 Белопухов А. К. Технологические режимы литья под давлением. [Текст] / А.К. Белопухов. - М.: Машиностроение. 1967.- 240 с.
- 8 Парашенко В. М. Технология литья под давлением. [Текст] / В. М. Парашенко, М. М. Рахманкулов. - М. : Металлургия, 1996. - 280 с.
- 9 Беккер М. Б. Литье под давлением.[Текст] / М. Б. Беккер. - М.: Высшая школа. 1985.- 183 с.
- 10 Иванов В. Н. Литье по выплавляемым моделям. [Текст] / В. Н. Иванов, С. А. Казенков. - М.: Машиностроение. 1984. - 408 с.
- 11 Озеров В. А. Литье повышенной точности по разовым моделям. [Текст] / В. А.Озеров, Ф.Гаранин. - М.: Высшая школа. 1988.- 87 с.
- 12 Иванова Л. А. Теория и практика литья под давлением алюминиевых сплавов. [Текст] / Л. А. Иванова, В. В. Мацийчук. - Одесса: Полиграф. 2006. - 212 с.
- 13 Кашинцев Л. П. Литье в металлические формы. [Текст] /:Учебное пособие для студентов Вузов. Л. П. Кашинцев. - М.: Машиностроение. 2005. -368 с.
- 14 Святки Б. К., Производство отливок в кокили. [Текст] / Б. К. Святки, М. Б. Егоров - М.: Высшая школа. 1989.-223 с.