

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра: „Матеріалознавство та ливарне виробництво”

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою МЛВ

к.т.н., доцент

_____ Олександр Кузик

“ ____ ” _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

“Розробка процесу виготовлення виливка
“Корпус насоса НШ32” зі сплаву АК5М2Ц4 в кокілі”

“Development of the process for manufacturing the casting
“Hydraulic pump housing NSh32” from the AlSi5Cu2Zn4 alloy
in a chill mold”

Виконав здобувач вищої освіти

IV курсу, групи ПМ-22з-1

спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

_____ Захарчук В.О.

“ ____ ” _____ 2026 р.

Керівник роботи

к.т.н., доцент

_____ Віктор Ломакін

“ ____ ” _____ 2026 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вибір обладнання для ливарного цеху алюмінієвого литва	Ломакін В. М.		
Аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус насоса НШ32” і проектування ливарної форми	Ломакін В. М.		
Креслення	Ломакін В. М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вибір обладнання для ливарного цеху алюмінієвого литва		
2.	Аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус насоса НШ32”; проектування ливарної форми		
3.	Креслення		
4.	Оформлення пояснювальної записки		
5.	Оформлення рецензії		
6.	Захист кваліфікаційної роботи		

Дата видачі завдання:

“ _____ ” _____ 2026 р.

Підпис керівника

Ломакін В. М.

(прізвище та ініціали)

Підпис здобувача

Захарчук В. О.

(прізвище та ініціали)

Анотація

стор. 48, рис. 7, табл. 16, бібліографічних назв 2

Виливок, алюмінієвий сплав, плавильна піч, флюс, кокіль, кокільний верстат

Кваліфікаційна робота за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на тему “Розробка процесу виготовлення виливка “Корпус насоса НШ32” зі сплаву АК5М2Ц4 в кокілі” складається із двох розділів.

В першому розділі роботи вибрано обладнання і приведено його технічну характеристику для виробництва у ливарному цеху виливків з алюмінієвого сплаву.

В другому розділі роботи розроблено процес виготовлення виливка “Корпус насоса НШ32” зі сплаву АК5М2Ц4 в кокілі”. Розроблена конструкція ливарної форми, прийнято розташування виливка в формі та кількість виливків на одну ливарну форму, розраховано ливниково-живильну систему для ефективної заливки алюмінієвого розплаву.

Виконані креслення технологічних вказівок на виготовлення виливка “Корпус насоса НШ32”, половини металевої форми і кокіля в зборі.

Annotation

Page 48, fig. 7, table. 16, bibliographic titles 2

Casting, aluminum alloy, melting furnace, flux, chill, chill machine

The qualification work for the first (bachelor's) level of higher education on the topic "Development of the process for manufacturing a casting "NSh32 pump housing" from AlSi5Cu2Zn4 alloy in a chill mold" consists of two sections.

In the first section of the work, equipment is selected and its technical characteristics are given for the production of aluminum alloy castings in a foundry.

In the second section of the work, a process for producing the "NSh32 Pump Body" casting from AlSi5Cu2Zn4 alloy in a chill mold was developed. The mold design was developed, the casting's position within the mold was determined, and a gating feeding system for efficient melt pouring was calculated.

Drawings of technological instructions for the production of the casting "NSh32 pump body", half of the metal mold and the assembled chill mold have been completed.

Зміст

стор.

Вступ.....	7
1. Обладнання ливарного цеху алюмінієвого литва	9
1.1. Вибір режиму роботи цеху та розрахунок фондів часу	9
1.2. Вибір обладнання для плавильної дільниці	15
1.2.1. Загальна характеристика сплавів у цеху та вибір плавильних агрегатів	15
1.2.2. Розрахунок шихти	19
1.2.3. Опис будови і роботи плавильного відділення	25
1.3. Вибір обладнання для дільниці лиття в кокіль	26
1.4. Вибір обладнання для дільниці очистки відливків	28
1.5. Вибір обладнання для дільниці термічної обробки	29
2. Розробка процесу виготовлення виливка “Корпус насоса НШЗ2” в кокілі	31
2.1. Аналіз конструкції деталі та технічних умов на виливок	31
2.2. Розробка креслень технологічних вказівок	33
2.2.1. Вибір поверхні роз’єму форми	34
2.2.2. Вибір припусків на механічну обробку	36
2.2.3. Вибір радіусів закруглень та ливарних кутів	36
2.2.4. Припуски на усадку	37
2.3. Проектування кокіля.....	37
2.3.1. Розрахунок конструкції підживлювача	38
2.3.2. Розрахунок ливникової системи кокіля	40
2.4. Організація процесу виготовлення відливка	42
2.5. Проектування ливарного оснащення	44
Висновок	47
Список літератури	48
Додатки	49

ВСТУП

Ливарне виробництво є однією з ключових галузей машинобудування, що забезпечує виготовлення заготовок складної конфігурації з необхідними експлуатаційними властивостями. Особливе місце займає лиття з алюмінієвих сплавів, яке широко застосовується завдяки поєднанню малої густини, достатньої міцності, корозійної стійкості та високих технологічних властивостей [1].

Сучасний розвиток ливарного виробництва спрямований на підвищення якості відливок, зменшення енергоспоживання та впровадження автоматизованих технологічних процесів. Важливу роль у цьому відіграє використання сучасного технологічного обладнання, зокрема високоефективних плавильних агрегатів, автоматизованих формувальних ліній, установок дозування та заливання металу, а також систем контролю параметрів процесу.

Особливе значення в умовах виробництва алюмінієвих сплавів має плавильна дільниця, де здійснюється підготовка рідкого металу необхідного хімічного складу та температури. У сучасних ливарних цехах широко застосовуються електричні печі опору, які забезпечують рівномірний нагрів, високу точність регулювання температури, мінімальні втрати металу та зниження окиснення розплаву. Використання таких печей дозволяє підвищити якість алюмінієвих відливок, зменшити витрати енергії та покращити екологічні показники виробництва [2].

Метою даної роботи є розробка виробничої структури ливарного цеху алюмінієвого литва та створення технологічного процесу виготовлення деталі типу корпусу насоса НШ32.

У першому розділі виконано вибір і обґрунтування сучасного технологічного обладнання для основних дільниць ливарного цеху, зокрема плавильної, основної виробничої та очисної дільниць з урахуванням вимог продуктивності, якості та економічної доцільності.

У другому розділі розроблено технологічний процес виготовлення корпусу насоса НШ32, включаючи вибір способу лиття, розрахунок і проектування ливарної форми, визначення параметрів плавлення та заливання, а також заходи щодо забезпечення якості та зниження дефектів відливок.

Таким чином, виконання даної роботи дозволяє узагальнити та закріпити знання з технології ливарного виробництва, а також отримати практичні навички проектування сучасних виробничих процесів із застосуванням ефективного обладнання.

1. ОБЛАДНАННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ АЛЮМІНІЄВОГО ЛИТВА

Згідно з завданням, тема бакалаврської роботи: “Розробка процесу виготовлення виливка “Корпус насоса НШ 32 ” зі сплаву АК5М2Ц4 у кокілі”. У відповідності з такою тематикою сформульовано мету і завдання роботи.

Метою роботи є: вибір обладнання для ливарного цеху алюмінієвого литва та розробка процесу виготовлення виливка “Корпус насоса НШ 32”.

Завданням роботи є: аналіз конструкції деталі і технічних умов на виливок “Корпус насоса НШ 32”; проектування ливарної форми; конструювання та розрахунок ливникової системи; виготовлення креслень технологічних вказівок і технологічної оснастки.

1.1. Вибір режиму роботи цеху та розрахунок фондів часу

Підставою для розробки проекту ливарного цеху кокільного литва для тракторобудування є завдання видане для дипломного проектування на кафедрі “Матеріалознавство та ливарне виробництво”.

Виробнича програма ливарного цеху – основний документ для розробки технологічної частини проекту. Вона повинна містити завдання на річний випуск виливків для кожного виробу і виду сплаву (сірий чавун, ковкий чавун, сталь, кольорові метали), випуск виливків на запасні частини, який передбачається подетально для кожного виробу, але частіше вказується у відсотках до випуску основної продукції. Для ливарних заводів випуск виливків на запасні частини може не плануватися. У програму включається також випуск виливків на покриття браку ливарного і механічного цехів, що виражається зазвичай у відсотках до кількості основної продукції і запасних частин.

При створенні реальних проектів у виробничу програму ливарного цеху включають литво для власних потреб заводу або цеху і литво для інших підприємств, що поставляється по кооперації. В залежності від особливостей (серійності і спеціалізації) виробництва при проектуванні ливарних цехів

застосовується точна, приведена або умовна програма . При розробці проекту ливарного цеху крупносерійного або масового виробництва із стійкою або з обмеженою номенклатурою виливків розрахунки виконуються по точній програмі. До такої програми повинні бути додані специфікація і креслення виливків з вказівкою типу сплаву, його хімічного складу і механічних властивостей. У процесі проектування на підставі перелічених даних розробляється технологічний процес для кожного найменування виливків і розраховуються технологічні дані по операціях процесу.

Для цехів середньо- і дрібносерійного виробництва, коли програма характеризується номенклатурою виливків до 500 найменувань, при повторюваності не менше 200 шт. на рік виливків одного найменування, розрахунки виконують за приведеною програмою. При цьому для кожної групи виливків певної маси заданої номенклатури відбираються типові виливки – представники і по них розраховують програму.

В якості типових виливків - представників можна приймати виливки, що мають повну специфікацію і креслення, які займають найбільшу питому вагу в програмі випуску, аналогічні за масою, складністю, трудомісткості і технологічному процесу виготовлення.

При проектуванні ливарних цехів одиничного виробництва з широкою номенклатурою і нестійкою програмою виливків, коли відсутні специфікації і креслення на виливки, розробляється умовна програма.

При проектуванні необхідно знати тип майбутнього виробництва, який дозволяє визначити розрахована виробнича програма цеху. По тиці виробництва розрізняють ливарні цехи масового, крупносерійного, середньосерійного, дрібносерійного і одиничного виробництва. Кожному типу виробництва властиві свої форми організації робіт, які визначають вибір і побудова технологічного процесу. При збільшенні серійності виробництва більш сприятливі умови для застосування комплексної механізації та автоматизації, зниження трудомісткості виготовлення і собівартості виливків. І незважаючи на те що зазвичай є змішана серійність виготовлення виливків і ливарні цехи проектують для масового і крупносерійного, середньо-, мілкосерійного і одиничного виробництва,

визначення типу виробництва сприяє наближенню проектування до найбільш реальних умов. Більш того, по типу виробництва визначаються деякі коефіцієнти, параметри і норми проектування.

Організація виробничого процесу в ливарному цеху обумовлена прийнятим режимом роботи або черговістю виконання технологічних операцій по виготовленню виливків в часі і просторі. Вибір оптимального режиму роботи ливарного цеху залежить від його виробничої потужності, серійності виробництва, технологічної складності виливків, виду сплаву, типу плавильних агрегатів та інших факторів.

У ливарних цехах застосовуються три види режимів роботи: послідовний (ступінчастий), паралельний і комбінований. Роботи в цеху по виконанню виробничого процесу можуть здійснюватися у три, дві і дуже рідко в одну зміну.

При послідовному режимі роботи основні технологічні операції виконуються послідовно в різні періоди доби на одній і тій же виробничій площі. Існує кілька видів послідовних режимів роботи протягом доби:

двозмінний – в першу зміну виготовляються та збираються форми, а в другу – заливаються і вибиваються. Цей режим застосовується для середнього та дрібного литва, що вимагає мало часу на заливку, охолодження і вибивку, при невеликій площі цеху і середньому рівні механізації;

тризмінний – в першу зміну здійснюється формовка та збирання, в другу – заливка, в третю – вибивка та підготовка робочих місць. Такий режим застосовується при виготовленні великих виливків в мілкосерійному та одиничному виробництві;

тризмінний з двохзмінною формовкою і збиранням і однозмінною заливкою, вибивкою і підготовкою виробництва. Даний режим застосовується при виготовленні виливків середньої і малої маси.

При паралельному режимі роботи всі технологічні операції з виготовлення виливків виконуються одночасно на різних виробничих дільницях. Розрізняють одно-, дво- і тризмінний паралельні режими. Найбільш поширений двохзмінний паралельний режим, при якому третя зміна відводиться для профілактики та ремонту обладнання.

Для цеху, що проектується, приймаю середньосерійний паралельний тип виробництва у дві зміни.

Розраховую календарний фонд часу роботи обладнання та робітників:

$$\Phi_k = n \cdot 24 = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год/рік}, \quad (1.1)$$

де $n = 365$ – кількість діб у році.

Номінальний фонд часу на одну зміну:

$$\Phi_n = 40 \cdot 52 - 8 \cdot T_{\text{св}} - 1 \cdot T_{\text{пд}}, \quad (1.2)$$

де 40 – кількість робочих годин за тиждень;

52 – кількість тижнів на рік;

$T_{\text{св}}=10$ – кількість святкових днів, що не співпадають з вихідними;

$T_{\text{пд}}=8$ – кількість передсвяткових днів;

1 і 8 – кількість годин.

$$\Phi_n = 40 \cdot 52 - 8 \cdot 10 - 1 \cdot 8 = 1992 \text{ год/рік} \quad (1.3)$$

Номінальний фонд часу за рік при двохзмінному режимі роботи:

$$\Phi'_n = \Phi_n \cdot 2 = 1992 \cdot 2 = 3984 \text{ год/рік}, \quad (1.4)$$

де 2 – кількість змін на один робочий день.

Дійсний фонд роботи обладнання на рік:

$$\Phi_d = \Phi'_n \cdot (1 - k), \quad (1.5)$$

де k – втрати робочого часу роботи обладнання.

Фактичний фонд роботи обладнання у дві зміни на рік:

- плавильне обладнання

$$\Phi_{д, пл} = 3984 \cdot (1 - 0,06) = 3745 \text{ год/рік} \quad (1.6)$$

- кокільні верстати

$$\Phi_{д, кок} = 3984 \cdot (1 - 0,09) = 3625 \text{ год/рік} \quad (1.7)$$

- обрубно – очисне обладнання

$$\Phi_{д, оч} = 3984 \cdot (1 - 0,09) = 3625 \text{ год/рік} \quad (1.8)$$

- ремонтне обладнання

$$\Phi_{д, пл} = 3984 \cdot (1 - 0,11) = 3546 \text{ год/рік} \quad (1.9)$$

Фактичний фонд роботи працівників у дві зміну на рік:

$$\Phi_{д, пр} = 3984 \cdot (1 - 0,12) = 3506 \text{ год/рік} \quad (1.10)$$

Отримані дані заносимо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Відомість фактичних фондів часу на рік

№ п/п	Група обладнання	Ном. фонд часу на 1	Кількість змін	Коеф. втрат часу	Дійсний фонд часу роботи обладнання, год		Коеф. втрат часу	Дійсний фонд часу роботи працівників, год	
					На 1 зм.	За рік (2 зміни)		На 1 зм.	За рік (2 зміни)
1	Плавильне обладнання	1992	2	6	1873	3745	12	1753	3506
3	Кокільні верстати	1992	2	9	1813	3625	12	1753	3506
4	Обрубно – очисне обладнання	1992	2	9	1813	3625	12	1753	3506
5	Ремонтне обладнання	1992	2	11	1773	3546	12	1753	3506

1.2. Вибір обладнання для плавильної дільниці

1.2.1. Загальна характеристика сплавів у цеху та вибір плавильних агрегатів

При проектуванні плавильної дільниці вибираємо сучасне обладнання.

В ливарному цеху виплавляється алюмінієвий сплав марки АК5М2Ц4. Хімічний склад сплаву приведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад алюмінієвих сплавів

Сплав	Cu	Sn	Zn	Mg	Si	Mn	Fe	Ti
АК5М2Ц4	1,5-3,5	0	6,0-8,0	0,2-0,8	4,0-6,0	0,2-0,8	1,0-1,3	0,05- 0,20

Сплави системи Al-Si (силуміни) зазвичай мають більше 5% кремнію (6,,13%). Силуміни мають високу рідинотекучість, хорошу герметичність, відносно невелику лінійну усадку (0,8...1,2%). Усі вони належать до сплавів з малим інтервалом кристалізації (30...50 С). Сплави АЛ2 і АЛ4 мають підвищену схильність до насичення газами і до утворення газової пористості.

Сплави системи Al-Si-Cu мають хорошу корозійну стійкість, середню міцність (150...350 МПа при розтягуванні).

Хороші ливарні властивості цих сплавів забезпечуються евтектичним та близьким до нього характером кристалізації. При цьому утворюється крупнозерниста структура і як наслідок знижуються механічні властивості. Додаткове легування сплавів нікелем підвищує їх міцність. Ливарні властивості доевтектичних силумінів дещо гірші ніж у евтектичних, але такі сплави мають високі механічні властивості. Знижений вміст кремнію у цих сплавах дозволяє використовувати їх без модифікування, але при цьому необхідна підвищена швидкість кристалізації (лиття у кокіль, лиття під тиском). При інших способах лиття для подрібнення зерна рекомендується модифікування натрієм, літієм, калієм та ін.

Для підвищення механічних властивостей майже всі алюмінієві сплави додатково легують магнієм (0,2...0,5%) і марганцем (0,2...0,9%). Для виготовлення відповідальних виливків найчастіше використовують такі сплави: АЛ4, АЛ5 – для складних і крупногабаритних виливків, що несуть великі навантаження, наприклад, картерів і головок циліндрів двигунів внутрішнього згорання; сплав АЛ34 – для виливків складних за конфігурацією корпусних деталей, що працюють під тиском при температурі 150...200 С.

Механічні властивості алюмінієвого сплаву марки АК5М2Ц4 показано у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Механічні властивості алюмінієвих сплавів

Система сплаву	Механічні властивості		
	Границя міцності, МПа	Відносне подовження, %	Твердість, НВ
Al-Si-Cu	120-300	0,5-2,0	45-85

Для плавки алюмінієвих сплавів найбільшого поширення здобули електричні індукційні тигельні і каналні печі. В якості роздаточних печей досить часто застосовуються електричні печі опору.

Електрична піч опору САТ призначена для переплаву й перегріву алюмінію і його сплавів, підтримки температури розплавленого металу перед розливанням у форми (кокілі). Конструктивно піч виконана шахтною, в шахту якій поміщений графітовий тигель або тигель з жароміцного чавуну. Нагрівальні елементи з хромонікелевих сплавів забезпечують температуру в робочому просторі печі не вище 1100 ° С, а керамічні - не вище 1300 °С. При цьому тривалість плавки алюмінію складає 2,5 ... 4,5 год.

Для плавки алюмінієвого сплаву раціонально використовувати графітовий тигель. У випадку використання металевого тигля, щоб уникнути забруднення алюмінієвого розплаву залізом і роз'їдання тигля на його внутрішню поверхню наносять шар обмазки, що складається з 60 % магнезитового порошку, 30 % вогнетривкої глини, 10 % графіту і рідкого скла в якості зв'язуючого. Замість

магнетитового порошку часто використовують дрібнозернистий кварцовий пісок. У табл. 1.4 приведено склад покриття для металевого тигля.

Таблиця 1.4 – Склад покриття для тигля

Найменування компонента	Склад покриття № 1, %	Склад покриття № 2, %
Магнетитовий порошок	60	–
Вогнетривка глина	30	30
Рідке скло і графіт	10	10
Дрібнозернистий кварцовий пісок	–	60

Для плавки алюмінієвих сплавів марки АК5М2Ц4 приймається електрична піч опору моделі САТ - 025. Технічна характеристика печі моделі САТ-0,25 показана у табл. 1.5.

Печі такого типу останнім часом досить часто застосовуються в ливарних цехах для плавки алюмінієвих сплавів.

Перед плавкою необхідно підготувати тигель. Підготовка тигля проводиться в наступному порядку:

- перед установкою в плавильну піч тигель очищують на галтовочній установці від залишків обмазки та інших домішок;
- тигель встановлюють за допомогою електроталі в піч;
- після нанесення першого шару покриття товщиною 0,2-0,3 мм за допомогою кисті КФ – 62 тигель просушити при температурі 180-200 °С;

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика плавильної печі опору САТ- 0,25

Технічна характеристика	САТ-0,25
Ємність по алюмінію, т	0,25
Встановлена потужність, кВт	50
Номінальна температура розплаву, ° С	750
Номінальна напруга мережі, В	380
Номінальна напруга кола управління, В	220
Номінальна напруга на нагрівачі, В	155
Номінальна споживана потужність, кВт	42
Потужність холостого ходу, кВт	7,0
Частота струму мережі, Гц	50
Розміри тигля (зовнішні) – діаметр, мм	520
Розміри тигля (зовнішні) – глибина, мм	685
Швидкість плавки при плавленні і перегріву, т/год	0,12
Питома витрата електроенергії (при розливанні і перегріву до 750 С), (кВт год)/т	336
Час розігрівання електропечі до встановленого режиму, год	3
Маса футеровки, кг	400
Маса електропечі, т	1,1

- при цій температурі нанести другий шар покриття товщиною 0,8–1,2 мм методом обмазки;
- підняти температуру в печі до 750 °С. При цій температурі тигель прожарити на протязі 0,5 години.

1.2.2. Розрахунок шихти

Для виплавки сплавів застосовуються первинні сплави, лігатури, відходи власного виробництва, брукхт, флюси та шлакоутворюючі присадки.

Розрахунок шихти для алюмінієвого сплаву марки АК5М2Ц4 виконуємо методом підбору. Згідно з табл. 1.3 середній хімічний склад сплаву становить: 2,5% Cu; 7,0% Zn; 5,0% Si; 0,5% Mn; 0,5% Mg; 0,1% Ti.

В процесі плавки в електричній печі опору угар елементів сплаву становить: $\Delta Al - 3,5\%$; $\Delta Mg - 6,5\%$; $\Delta Cu - 2,0\%$; $\Delta Si - 6\%$; $\Delta Mn - 6\%$; $\Delta Ti - 6\%$; $\Delta Zn - 6\%$.

Маова частка елемента в шихті $E_{ш}$ визначається за формулою:

$$E_{ш} = E_p \cdot B / (100 \pm \Delta E), \quad (1.22)$$

де E_p – масова частка даного елемента в сплаві, %; B – вихід рідкого металу у відсотках від маси металозавалки; згідно формули (1.19) $B=98,3\%$.

Частка кремнію в шихті:

$$Si_{ш} = 5 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 5,2\%; \quad (1.23)$$

$$Si_{шн} = 4 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 4,2\%; \quad (1.24)$$

$$Si_{шв} = 6 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 6,3\%; \quad (1.25)$$

$$4,2\% \leq Si_{ш} \leq 6,3\% \quad (1.26)$$

Частка марганцю в шихті:

$$Mn_{ш} = 0,5 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 0,52\%; \quad (1.27)$$

$$Mn_{шн} = 0,2 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 0,21\%; \quad (1.28)$$

$$Mn_{\text{шВ}} = 0,8 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 0,84\%; \quad (1.29)$$

$$0,21\% \leq Mn_{\text{ш}} \leq 0,84\% \quad (1.30)$$

Частка міді в шихті:

$$Cu_{\text{ш}} = 2,5 \cdot 98,3 / (100 - 2) = 2,51\%; \quad (1.31)$$

$$Cu_{\text{шН}} = 1,5 \cdot 98,3 / (100 - 2) = 1,51\%; \quad (1.32)$$

$$Cu_{\text{шВ}} = 3,5 \cdot 98,3 / (100 - 2) = 3,51\%; \quad (1.33)$$

$$1,51\% \leq Cu_{\text{ш}} \leq 3,51\% \quad (1.34)$$

Частка цинку в шихті:

$$Zn_{\text{ш}} = 7,0 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 7,32\%; \quad (1.35)$$

$$Zn_{\text{шН}} = 6,0 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 6,27\%; \quad (1.36)$$

$$Zn_{\text{шВ}} = 8,0 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 8,37\%; \quad (1.37)$$

$$6,27\% \leq Zn_{\text{ш}} \leq 8,37\% \quad (1.38)$$

Частка магнію в шихті:

$$Mg_{\text{ш}} = 0,5 \cdot 98,3 / (100 - 6,5) = 0,53\%; \quad (1.39)$$

$$Mg_{\text{шН}} = 0,2 \cdot 98,3 / (100 - 6,5) = 0,21\%; \quad (1.40)$$

$$Mg_{\text{шВ}} = 0,8 \cdot 98,3 / (100 - 6,5) = 0,84\%; \quad (1.41)$$

$$0,21\% \leq Mg_{\text{ш}} \leq 0,84\% \quad (1.42)$$

Частка титану в шихті:

$$Ti_{\text{ш}} = 0,1 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 0,11\%; \quad (1.43)$$

$$Ti_{\text{шН}} = 0,05 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 0,052\%; \quad (1.44)$$

$$Ti_{\text{шВ}} = 0,2 \cdot 98,3 / (100 - 6) = 0,21\%; \quad (1.45)$$

$$0,052\% \leq Ti_{\text{ш}} \leq 0,21\% \quad (1.46)$$

Розрахунок шихти методом підбору приведено у табл. 1.8.

Склад лігатур який використовують на даному виробництві приведено в табл. 1.6.

Таблица 1.6 – Склад лігатур

Компонент	ДСТУ	Вміст компонента			
		Al+Si	Al+Mn	Al+Ti	Al+Cu
AK5M2	2839-94	75	90	95	50
Кремній (Кр1,Кр2,Кр3)	2189-69	25	–	–	–
Марганець (Mn95)	6008-94	–	10	–	–
Мідь (M1,M2)	–	–	–	–	30

Фізичні властивості лігатур наведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Фізичні властивості лігатур

Лігатури	Температура плавлення °С	Час плавлення Хв.	Рафінування		
			Температура рафінування °С	Час рафінування	Рафінуючі елементи
Al+Si	850-880 ⁰	150-200	720-740	7-10	Al – 224
Al+Cu	780-880 ⁰	150-200	720-740	7-10	Al – 224
Al+Mn	900-1000 ⁰	150-180	720-740	7-10	Al – 224
Al+Ti	1200-1300 ⁰ (двійний переплав)	150-180	720-740	7-10	Al – 224

Таблиця 1.8 – Розрахунок шихти методом підбору

Компонент шихти	Марка компоненту	Масова частка на 100 кг шихти, кг	Масова частка компонентів, %													
			Cu		Zn		Mg		Si		Mn		Fe		Ti	
			К	Ш	К	Ш	К	Ш	К	Ш	К	Ш	К	Ш	К	Ш
AK5M2Ц4																
Первинний алюміній	AK5M2	70	2,500	1,750	0,900	0,63	0,500	0,35	5,000	3,5	0,500	0,35	1,000	0,70	0,100	0,07
Відходи власного виробництва	AK5M2	15,5	2,300	0,36	0,800	0,12	0,400	0,06	5,000	0,78	0,500	0,078	1,000	0,16	0,090	0,01
Механічний брак	AK5M2	6	2,300	0,14	0,800	0,05	0,400	0,02	5,000	0,3	0,500	0,03	1,000	0,06	0,090	0,01
Цинк вторинний	ЦА4	8,5	5,0	0,43	85	7,23	0,1	0,01	–	–	–	–	0,15	0,01	–	–

Всього в шихті	–	100	–	2,68	–	8,03	–	0,44	–	4,58	–	0,46	–	0,93	–	0,09
Необхідний вміст	–	–	1,51–3,51	6,27–8,37	0,21–0,84	4,2–6,3	0,21–0,84	<1,300	0,052–0,210							

1.2.3. Опис будови і роботи плавильного відділення

У ливарному цеху на дільниці плавки встановлено електричні печі опору моделі САТ- 0,25. У цих печах виплавляються алюмінієвий сплав марки АК5М2Ц4.

Шихта для сплаву складається із готових сплавів АК5М2 в чушках (алюміній первинний), а також відходів власного виробництва (підживлювачі, ливники, брак). Шихтові матеріали постачаються на дільницю плавки електрокарами у баддях із складів шихтових матеріалів. На дільниці підготовки шихти проводиться набір, зважування та підігрів шихти. Для зважування застосовується електроваговий візок. Підігрівання здійснюється на установці для підігріву шихти. Завантажуються шихтові матеріали у піч вручну.

Процес плавки алюмінієвих сплавів не викликає особливих труднощів. Оксидна плівка із глинозему, що утворюється на поверхні розплаву, захищає його від насичення киснем і воднем з атмосфери печі. Плавка алюмінієвих сплавів ведеться при температурі 720 – 740 С.

Алюмінієвий сплав марки АК5М2Ц4 легко окислюється в рідкому стані, схильний до поглинання газів і утворення неметалевих включень, тому шихта повинна бути сухою і чистою. Шихтові матеріали перед завантаженням в плавильну піч необхідно підігрівати до температури не нижче 100 С. Особливістю алюмінієвого сплаву є сильне поглинання водню, який потрапляє в сплав із атмосфери і з деякими лігатурами.

Процес плавки алюмінієвого сплаву полегшується тим, що на його поверхні утворюється плівка Al_2O_3 , яка захищає розплав від подальшого окислення. Але елементи: К, Na, Sn і інші розрихлюють плівку, що призводить до збільшення схильності сплаву до окислення. Для захисту сплаву при плавці застосовуються покривні, рафінуючі і універсальні флюси. Температура плавлення флюсів нижча за температуру плавлення сплаву. Склад флюсів наведено у табл. 1.9.

У ливарному цеху, що проектується передбачено дільниці виготовлення алюмінієвих відливків: корпусів НШ –32, НШ – 50, НШ – 100, НШ – 250; обойм НШ –32, НШ – 50, НШ – 100, НШ – 250; корпусів НШ – 10, НШ – 32М4; кришок.

Таблиця 1.9 – Склад флюсів для алюмінієвого сплаву АК5М2

№	NaCl	KCl	N ₃ AlF ₆	CaF ₂	MgF ₂	MgCl ₂	NaF
1	45	55					
2	37	50	6,6	6,4			
3	35	50	15				
4						100	
5				15		85	
6					15	85	
7	30	47	23				
8				40		60	
9					15	85	
10	47,5	47,5	5				
11	25		15				60
12	45		15				40
13	50	15	10				30

У частині ливарного цеху, що проектується передбачено ділянку ремонту ковшів.

1.3. Вибір обладнання для ділянки лиття в кокіль

Для лиття виливків заданої номенклатури приймаємо однопозиційні кокільні верстати з пневмо- і гідроприводом моделі 82367.

Рідкий метал заливається у форму через ливникову систему. Перед заливкою на робочу поверхню кокілю наноситься шар вогнетривкої фарби. В якості вогнетривкого покриття використовують покриття на основі окису цинку наступного складу таб 1.10.

Після нанесення вогнетривкого покриття, форму підігрівають до температури 150 – 200° С. Форма заповнюється розплавом алюмінію.

Таблиця 1.10 – Склад вогнетривких кокільних фарб

Складова покриття	Номер покриття			
	П1	П2	П3	П4
Окис цинка	50 г	250 г	450 г	–
Вода технічна	1 л	1 л	1 л	1 л
Рідке скло	–	100 г	–	–
Sillolin A1223	–	–	–	250 г

Температура заливки залежить від хімічного складу сплаву, від конфігурації і товщини стінок відливка. Тривалість витримки відливка в формі призначають із врахуванням його розмірів і ваги. Після видалення відливка (відливків) робочі поверхні металевої форми очищують стисненим повітрям.

У таблиці 1.11 приведена технічна характеристика однопозиційного кокільного верстата моделі 82367.

Технічна характеристика гідроциліндрів кокільного верстату наведена в таблиці 1.12.

Таблиця 1.11 – Технічна характеристика однопозиційного кокільного верстата моделі 82367

№ п/п	Технічний параметр	Величина
1	Розмір робочого місця на плитах для кріплення частин кокіля, мм	1250 x 800
2	Найменша відстань між плитами, мм	800
3	Число кокільних секцій, шт.	4
4	Доза заливаемого металу, кг по алюмінію	до 20
5	Продуктивність, заливок/год	80...100

6	Хід рухомої плити, мм	320
7	Зусилля розкриття кокіля, Н	10000
8	Встановлена потужність, кВт	13
9	Габаритні розміри (діаметр x висота), мм	4100 x 2300
10	Вага, кг	7300

Таблиця 1.12 – Технічна характеристика гідроциліндрів кокільного верстата

Найменування гідроприводу	Діаметр штока, мм	Діаметр циліндру, мм	Тиск, кгс/см ²	Об'єм циліндра, л	Хід поршня, мм	Зусилля Закриття, кгс	Зусилля розкриття, кгс
Привід правий та лівий	40	250	100	7	140	22,3	26,4
Механізм штовхача	40	160	100	0,4	20	43,1	15,2

При роботі розплав заливається в кокіль, встановлений на верстаті. Після розкриття кокілю тверді відливки витягаються і покладаються у тару, а потім електричною карою транспортуються на подальшу обробку.

1.4. Вибір обладнання для ділянки очистки відливок

В очисному відділенні ливарного цеху виконується очистка зовнішніх і внутрішніх поверхонь відливок, обрізка ливників і підживлювачів, виправлення дефектів, контроль якості литва.

Відливки перевозяться у відділення очистки з ділянок лиття за допомогою електротранспорту. Передбачається запровадження у технологічний процес ножовочно-відрізних (стрічкопильних) верстатів із застосуванням пил товщиною 0,9 мм.

1.5. Вибір обладнання для дільниці термічної обробки

Термічна обробка підвищує фізико-механічні властивості сплаву, знімає внутрішню напругу, стабілізує розміри відливок. В результаті термічної обробки покращуються і інші технологічні та експлуатаційні властивості відливок, наприклад оброблюваність різанням, антикорозійні властивості, зносостійкість. В залежності від виду сплавів та призначення деталей використовують різні види термічної обробки. Частіше за все відливки піддають відпалу, гартуванню та старінню.

Характерною особливістю термічної обробки виливків з алюмінієвих сплавів є порівняно тривалі режими витримки при температурі нагріву під гартування і при старінні, що викликано повільним протіканням дифузійних процесів у алюмінієвих сплавах. Сплави, що мають дрібнозернисту структуру, вимагають меншого часу витримки при нагріві під гартування для переведення різних фаз в твердий розчин; ніж сплави з грубозернистою структурою.

Внаслідок повільного протікання дифузійних процесів гартування багатьох сплавів може бути проведено на спокійному повітрі. Але при гартуванні в струмені повітря (стиснутим повітрям) і особливо в підігрій до 80—90 °С воді значно підвищуються межа міцності і особливо межа текучості.

З урахуванням схильності алюмінієвих сплавів до окислення при підвищених температурах до печей для високотемпературного нагріву пред'являються наступні вимоги: максимальні перепади температур по зонах печі не повинні перевищувати $\pm 5^{\circ}\text{C}$, печі повинні бути обладнані екранами, щоб не допускати прямого нагріву виливків (шляхом випромінювання), і пристроями, що дозволяють застосовувати захисну атмосферу в робочому просторі (тобто печі повинні бути герметичними).

Для термообробки приймаю піч, характеристика якої наведена у табл. 1.13.

Піч призначена для термічної обробки деталей з алюмінію і його сплавів, що дозволяє робити наступні технологічні операції: відпал, гартування, штучне старіння, відпуск.

Переваги печі:

- автоматичний режим термообробки і переміщення садки усередині печі;
- швидке переналагодження системи керування на новий технологічний режим;
- піч термоізольована;
- для установки не потрібно фундаменту.

Таблиця 1.13 – Технічні характеристики термічної печі

Робоча температура, °С	(150-550)+5
Максимальна температура, °С	620+5
Потужність нагрівання печі, кВт	75
Встановлена потужність, кВт	85
Напруга живлення, В	380
Максимальна вага садки із завантаженими деталями, кг	120
Габарити садки, мм	
- Ширина	650
- Довжина	1000
- Висота	650
Час виходу на температуру нагрівання, год, не більше	1
Час транспортування нагрітої садки до гартівного модуля, сек.	20
Температура гартівної рідини, °С	80
Об'єм гартівної ванни, м ³	3
Габарити печі, мм	
- Довжина	5950
- Ширина	2500
- Висота	4100

2. РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА “ КОРПУС НАСОСА НШ32” В КОКІЛІ

2.1. Аналіз конструкції деталі та технічних умов на виливок

Деталь – це виріб, виготовлений із однорідного матеріалу без використання збірних або монтажних операцій. Виливком називається деталь, отримана безпосередньо литтям металу в спеціальну форму, в якій відбувається кристалізація.

Деталь – корпус гідравлічного шестеренчастого насоса НШ-32 (Рис. 2.1) [БР-131.26.02.02.01.00.00 КС] виготовляється литтям у кокіль із алюмінієвого сплаву АК5М2Ц4 (АЛ8); допускається виготовлення із сплаву АК5М2 (АЛ9) по ДСТУ 2839-94, хімічний склад яких наведено в табл. 2.1. Виливок ІХ по ДСТУ 3015-95 класу точності, точність – 9-0-0-0-8. Різностінність не більше 3 мм, короблення не більше 2 мм, перекіс по роз'єму до 1,5 мм. Ливарні кути – 3°, ливарні радіуси – 3 мм. Загальна пористість повинна бути не вище еталона №2 шкали пористості по ДСТУ 2839-94.

Корпус насоса має досить складну конфігурацію ззовні і у внутрішній порожнині. Бокові поверхні мають плоску форму, а торцеві – форму двох циліндрів. Внутрішня поверхня виливка має складну конфігурацію, яку отримують за допомогою виступів металевого стержня. В місцях, де виконується механічна обробка, призначаються припуски. На поверхнях, що є базовими не повинно бути раковин, заливів, неметалевих домішок. Габарити деталі 152x126x115 мм. Маса деталі – 2,9 кг. Твердість – 100...125 НВ.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сплавів для виготовлення відливка

Сплав	Cu	Sn	Zn	Mg	Si	Mn	Fe	Ti
AK5M2Ц4	1,5-3,5	0	6,0-8,0	0,2-0,8	4,0- 6,0	0,2- 0,8	1,0- 1,3	0,05- 0,20
AK5M2	1,5-3,5	0	до 1,5	0,2-0,8	4,0- 6,0	0,2- 0,8	1,0- 1,3	0,05- 0,20

Механічні властивості цих сплавів приведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сплавів

Марка Сплава	Спосіб лиття	Вид термо- Обробки	Тимчасо- вий опір розриву, МПа	Відносне видов- ження, %	Твердість за Бринелем, НВ
Ак5M2Ц4	В кокіль	T5	196	0,5	80 – 115
AK5M2		T5	196	0,5	78 – 115

2.2. Розробка креслень технологічних вказівок

Креслення технологічних вказівок розроблено на основі креслення деталі корпусу НШ 32. На кресленні деталі зазначається:

- розташування виливка у формі в період заливки та затвердіння;
- величина припуску на механічну обробку;
- межі стержнів та зазори;
- місце установки, розміри елементів ливниково-живильної системи.

Розташування проєкції креслення виливка повинно відповідати положенню його при заливці форми металом. На кресленні виливка вказують величину припуску на механічну обробку. Отвори, які не виконують литтям, zakresлюють суцільною лінією. На кресленні деталі виливка, відповідно ДСТУ,

наносять елементи ливарної форми. Роз'єм виливка та форми показаний прямим відрізком, над яким проставляють літери РМФ. Всі елементи наносяться відповідно до ДСТУ 2423-95.

Припуски на механічну обробку показуємо суцільною тонкою лінією.

Позначення шорсткості поверхні та правила нанесення їх на креслення виливка здійснюють згідно з ДСТУ 2309-95. Якщо шорсткість всіх поверхонь однакова, то вона повинна позначатись в правому верхньому куті креслення.

Зображення ливникової системи, підживлювача та нанесення розмірів виконують за ДСТУ 2423-95. Ливникову систему зображують на кресленні технологічних вказівок в масштабі креслення суцільною тонкою лінією. Площу перерізу елементів не штрихують; для кожного перерізу вказується площа перерізу у см^2 , кількість елементів, сумарна площа.

2.2.1. Вибір поверхні роз'єму форми

Для отримання якісного виливка, треба вибрати раціональний роз'єм кокілю. Поверхня роз'єму має бути визначена конструкцією виливка, технологічними вимогами та місцевими конструктивними особливостями. При цьому треба користуватись загальними положеннями з технології ливарної форми та теорії ливарного виробництва:

- поверхня роз'єму при литті в кокіль переважно має займати вертикальне положення;
- число поверхонь роз'єму має бути мінімальним;
- вибираючи роз'єм форми треба забезпечити зручність контролю розмірів форми;
- поверхня роз'єму бажана по можливості бути плоскою;
- роз'єм кокілю повинен бути таким, щоб не було підвісних стержнів, а головні стержні мали зручне розташування;

– роз’єм повинен має бути вибраний таким, щоб бази механічної обробки розташовувались в одній частині форми з оброблюваними поверхнями та не перетинались площиною роз’єму.

Проаналізувавши всі вимоги, приймаємо вертикальне розташування по середині деталі, при якому не буде проблем з видаленням виливка із кокілю.

Прийнята поверхню роз’єму кокілю показана на кресленні виливка та на рис. 2.2.

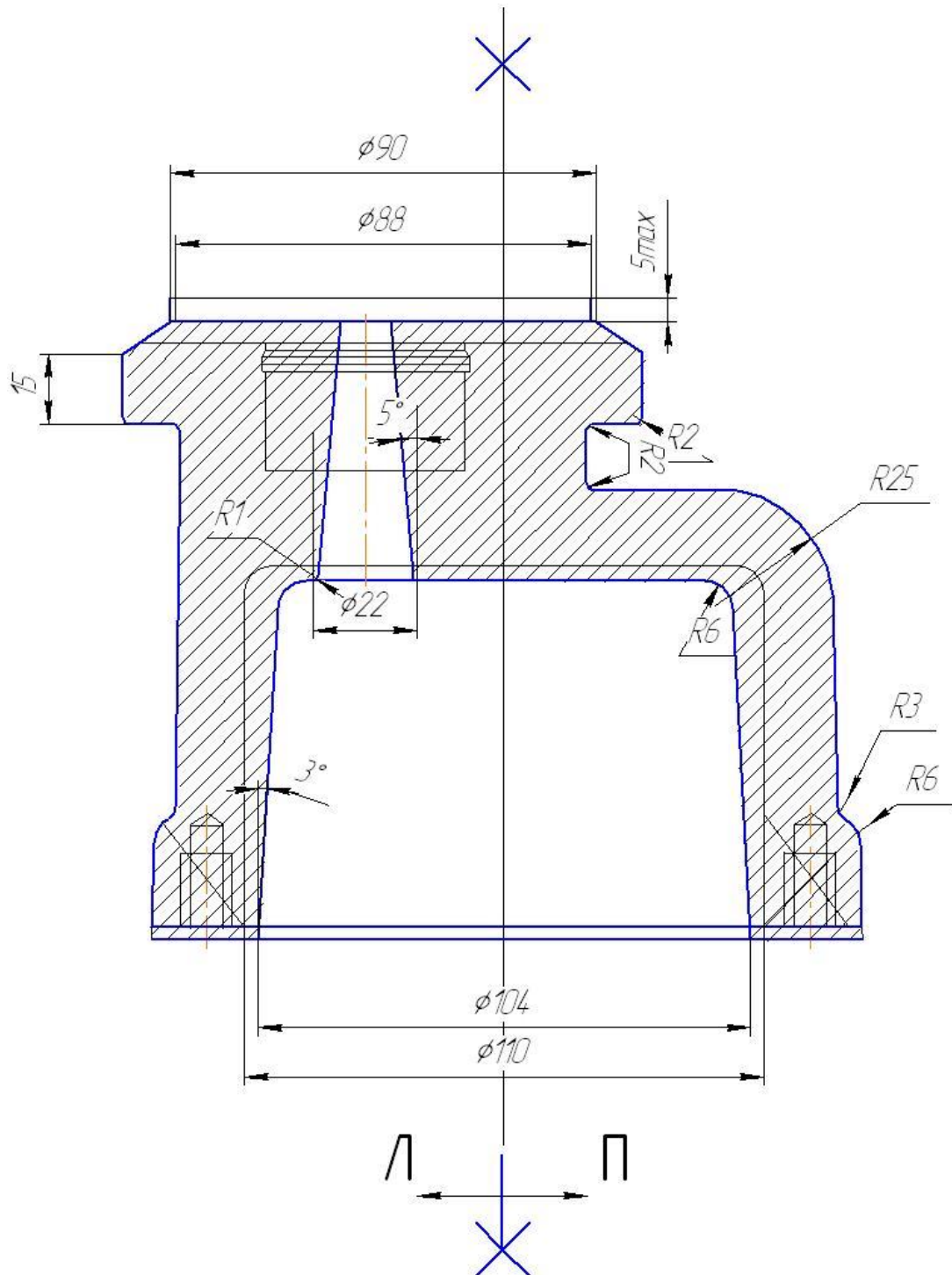


Рис. 2.2 – Вибір поверхні роз’єму виливка

2.2.2. Вибір припусків на механічну обробку

Розміри порожнини кокілю відрізняються від розмірів виливка на величину припуску на механічну обробку. Величина припуску приймається в залежності від найбільшого розміру виливка, положення оброблюваної поверхні при заливці (зверху, знизу, збоку), способу отримання литого виробу, класу точності виливка.

Величина припуску на механічну обробку для виливків із алюмінієвих сплавів при литті в кокіль регламентується ДСТУ 26645-95. Припуски на механічну обробку для різних робочих поверхонь виливка показано у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Припуски на механічну обробку виливків із алюмінієвих сплавів при литті в кокіль

Найбільший розмір, мм	Положення при заливці	Найменший розмір, мм
3	Верх	1,8
3	Низ	1,8
3	Збоку	1,8
3	Внутрішня поверхня	1,8

2.2.3. Вибір радіусів закруглень та ливарних кутів відливка

Радіуси закруглень регламентовані ДСТУ 10948-95. На креслені вказані не всі значення закруглень; вони занесені в технічні вимоги на виливок, як і ливарні кути:

- невказані ливарні уклони – 3°;
- ливарні радіуси – 3 мм.

2.2.4. Припуски на усадку

Припуском на усадку є збільшення усіх ливарних розмірів моделі, або порожнини кокілю на величину ливарної усадки. Усадка виражається у % від розмірів виливка. Приймаємо лінійну усадку для алюмінієвого сплаву АК5М2Ц4 при литті в кокіль 1,35%, а об'ємну – 4,10%.

2.3. Проектування кокіля

Місце підводу металу приймаємо в нижній частині виливка. При підводі розплаву знизу метал заповнює ливарну порожнину кокілю досить спокійно, окисні плівки спливають угору, а поверхня виливка стає більш чистою та гладкою. Прийнята система називається сифонною і широко використовується для виливків із алюмінієвих сплавів.

Конструкцію ливникової системи вибираємо типову – розширювальну, нижньо-бокову, сифонну, горизонтальну з фігурним стояком (рис. 2.3).

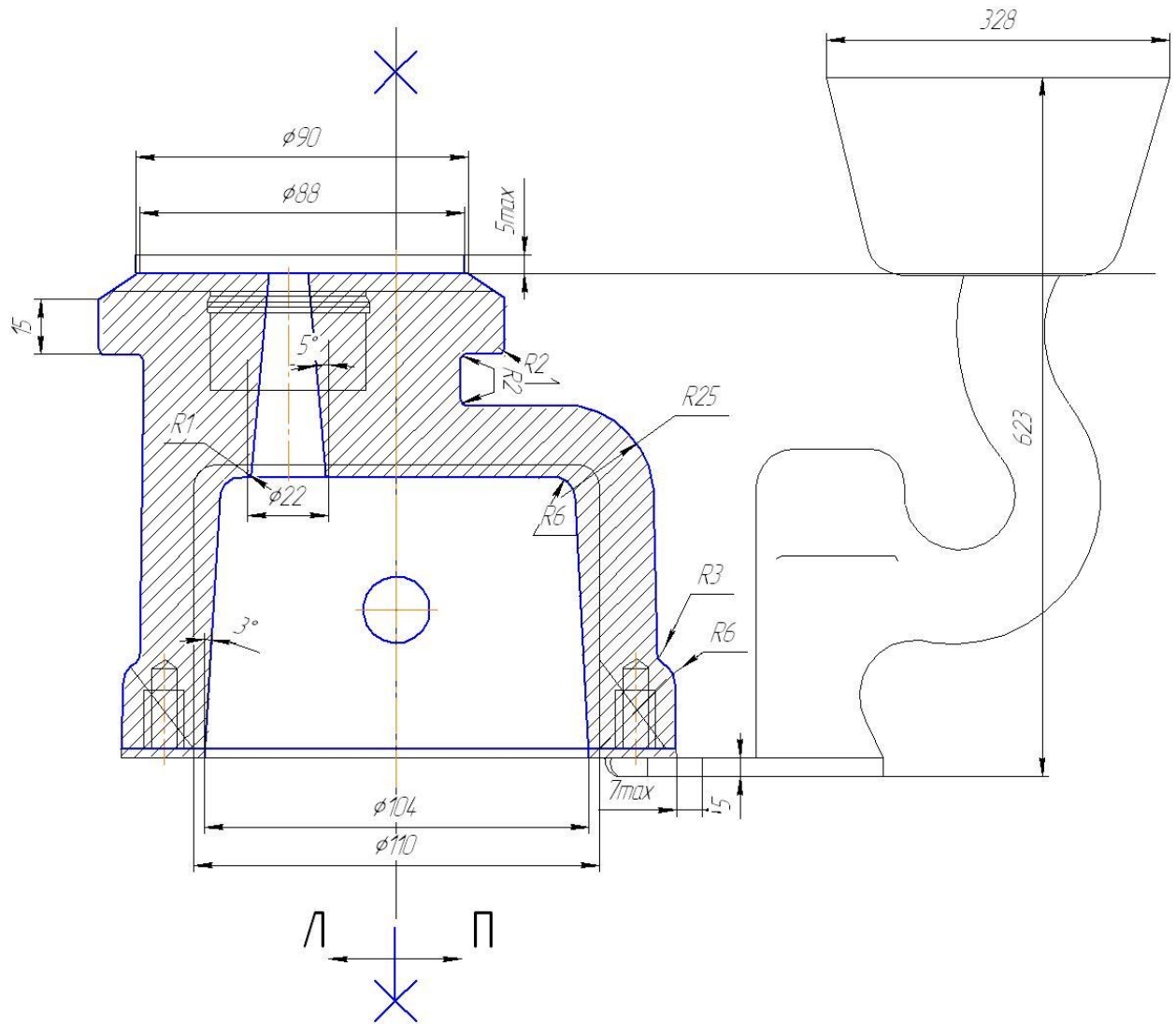


Рис. 2.3 – Конструкція ливникової системи

2.3.1. Розрахунок конструкції підживлювача

Основне призначення підживлювача унеможливити формування раковини та пористості у виливку, а якщо це складно то вивести раковину за межі виливка. Підживлювач встановлюють у тих частинах, які під час технологічного процесу тверднуть останніми. В проектному виливку підживлювач раціонально встановлювати збоку.

Розрахунок розмірів підживлювача ведемо за такою методикою.

Висота підживлювача розраховується за формулою:

$$H = \sqrt[3]{\frac{x_{\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon}} V_n}, \quad (2.1)$$

де x_{ε} - коефіцієнт усадкової раковини, $x_{\varepsilon} = 9 \dots 12$;

$\varepsilon_{\varepsilon}$ - відношення об'єму виливка до об'єму усадкової раковини $\varepsilon_{\varepsilon} = 9 \dots 12$;

V_n - необхідний об'єм підживлювача.

Об'єм підживлювача розраховується за формулою:

$$V_n = \frac{\beta}{k} V_{\text{вдл.}}, \quad (2.2)$$

де β - коефіцієнт $\beta = 0,035 \dots 0,08$;

$k = 0,25$;

$V_{\text{вдл.}}$ - об'єм виливка $V_{\text{вдл.}} = 1075 \text{ см}^3$.

$$V_n = \frac{0,035}{0,25} \cdot 1075 = 150 \text{ см}^3$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{10,5}{9,5} \cdot 150} = 55 \text{ мм.}$$

Ширина підживлювача розраховується за формулою:

$$L = H \cdot (1,7 \dots 1,9) \text{ мм} \quad (2.3)$$

Отже,

$$L = H \cdot 1,8 = 55 \cdot 1,8 = 100 \text{ мм}$$

Прийняту форму підживлювача показано на рис. 2.4

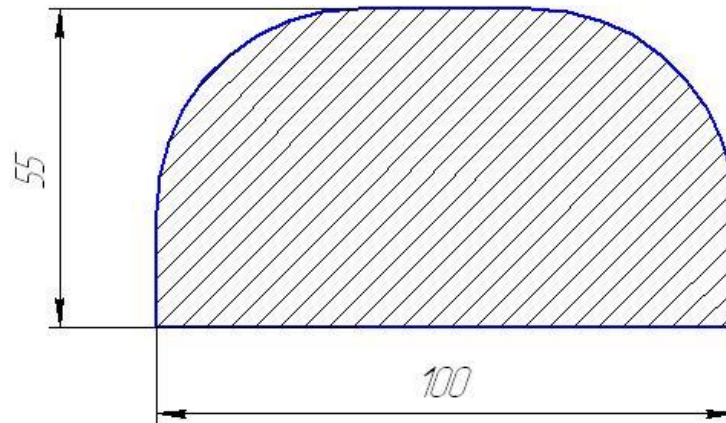


Рис. 2.4 – Конструкція підживлювача

2.3.5. Розрахунок ливникової системи кокіля

Розміри елементів ливникової системи для виливків із алюмінієвих сплавів визначають виходячи із положень:

- значення критерія Рейнольдса Re для різних елементів ливникової системи не повинно перевищувати гарантуючих мінімальне потрапляння окислів та неметалевих включень у форму внаслідок порушення щільності;
- швидкість руху розплаву у формі повинна забезпечувати її заповнення без утворення у відливку недоливів та спаїв.

Для отримання якісних відливок швидкість руху розплаву повинна знижуватись від перерізу стояка до живильника. Тому для виливків із алюмінієвих сплавів застосовують ливникові системи, що розширюються зі співвідношенням:

$$F_{ст} : F_{к} : F_{жс} = 1 : 2 : 3, \quad (2.4)$$

де $F_{ст}$, $F_{к}$, $F_{жс}$ - площі поперечного перерізу стояка, колектора, живильника відповідно.

Для визначення середнього значення мінімальної швидкості підйому металу у формі u_0 використовують різні теоретичні та експериментальні залежності. Досить точною є залежність:

$$u_{\phi} = (3,0 \dots 4,2)l_0, \quad (2.5)$$

де u_0 - початкова швидкість підйому розплаву у формі, см/с

l_0 - характерна товщина стінки виливка, см.

При литті мілких та середніх відливок в кокіль площа поперечного перерізу стояка визначається за формулою [4]:

$$F_{cm} = \frac{(3,0 \dots 4,2)G}{\rho H_0 l_0 u_c}, \quad (2.6)$$

де G - вага відливка, г, $G = 2900$ г;

ρ - густина розплаву, г/см³, $\rho = 2,7$ г/см³;

H_0 - висота відливка, см, $H_0 = 11,5$ см;

l_0 - характерна товщина стінки відливка, см, $l_0 = 2,5$ см;

u_c - швидкість руху розплаву, см/с.

Швидкість руху розплаву визначається за формулою:

$$u_c = \mu \sqrt{2gH_p}, \quad (2.7)$$

де μ - коефіцієнт витрати, $\mu = 0,65 \dots 0,75$ (для нижнього підводу металу);

$$H_p - \text{статичний напір, } H_p = H_0 - \frac{p^2}{2c}.$$

$$H_p = 16,5 - \frac{11,5^2}{2 \cdot 11,5} = 10,75 \text{ см}$$

$$u_c = 0,70 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 10,75} = 102 \text{ см/с}$$

$$F_{cm} = \frac{(3,0...4,2) \cdot 2900}{2,7 \cdot 11,5 \cdot 2,5 \cdot 102} = 1,02...1,54 \text{ см}^2$$

Приймаємо $F_{\text{но}} = 1,60 \text{ см}^2$, тоді $F_{\text{а}} = 3,20 \text{ см}^2$ (в нашому випадку ливникова система складається зі стояка, підживлювача та живильника).

Стояк приймаємо круглого перерізу з закругленими краям. Живильників приймаємо два, для підводу металу в ліву та праву напівформи одночасно. Переріз живильника – прямокутний, ширина – 8 мм, довжина – 20 мм.

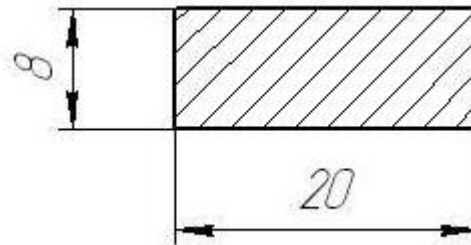


Рис. 2.5 – Конструкція живильника

2.4. Організація процесу виготовлення відливка

Технологічний процес виготовлення відливка в кокіль включає в себе такі операції: збирання кокілю, підготовка кокілю до роботи, заливка кокілю, охолодження виливка, його видалення, очистка і контроль якості виробу.

Виливок корпусу насосу НШ-32 виготовляється в кокілі, який монтується на автоматизований чотирьохпозиційний кокільний верстат моделі 4997К, технічна характеристика якого приведена в розділі 1; кокіль монтується на штоки бокових гідроциліндрів та на направляючі.

Після збирання кокілю проводиться його нагрів до температури 250...300 °С за допомогою пальника. На розігрітій кокіль наноситься фарба CILLOLIN AL 223 пульверизатором. Це протипригарна теплоізолююча фарба у вигляді порошку. Матеріал виготовлення фарби – оксидна кераміка і графіт. Для нанесення фарби на кокіль необхідно розвести її водою в пропорції 1:5. Фарбу

наносити в два етапи з просушуванням після нанесення першого шару на протязі 2-3 хв. Рекомендований шар фарби – 0,2 мм. В процесі роботи при необхідності проводити повторне фарбування.

Після просушування кокілю, за допомогою гідроприводу машини, кокіль закривається і встановлюються в необхідне положення стержні. Можна проводити заливку металу. Метал – алюмінієвий сплав АК5М2Ц4 (хімічний склад, механічні властивості вказані таблицях 2.1, 2.2). Температура заливки сплаву 720 °С. Сплав заливається в форму ковшем ємністю 10 кг. Після охолодження і повного затвердіння вилівка, за допомогою гідроприводу видаляються стержні з і кокіль розкривається.

Вилівок знімають з кокілю захопивши кліщами за підживлювач і скидають у тару. Після заповнення тари вона транспортується цеховим транспортом на очисну дільницю. На очисній дільниці відливки цеховим транспортом подаються на робоче місце біля стрічкопильного верстата для відділення підживлювачів. Залишок від підживлювача допускається висотою до 3 мм.

Після очистки вилівки подаються цеховим транспортом на естакаду очисної дільниці для пред'явлення ВМТК. Контроль вилівок вибірковий.

Контролюються такі параметри: твердість (75...115 НВ) заміряється в частині підживлювача по центру вилівка на приладі ТШ-2 при діаметрі шарика 10 мм, навантажені 1000 кгс та витримці 30 с;

- візуальний огляд вилівок для виявлення видимих дефектів (допускаються різні дефекти на поверхнях, що оброблюються, але не більше 2/3 припуску на механічну обробку);
- заміряються базові розміри;

Відливки перевіряються на герметичність на спеціальних випробувальних гідравлічних стендах.

2.5. Проектування ливарного оснащення

Кокіль для виготовлення виливків корпусу НШ-32 УК-3-00-02 виготовляється литтям з сірого чавуну марки СЧ20. Для покращення властивостей чавуну його легують такими елементами: Cu - 1 %, V_i - 0,5 %, Ti - 0,1 %, Sn – 0.2 %, Al- 3 %. Легуючі елементи вводяться в ківш. Після виготовлення вилівка проводиться механічна обробка формуютьовуючих поверхонь кокілю. Кокіль має ребра жорсткості для зменшення металоємкості і ваги.

Стержні, що мають округлу форму виготовляються шляхом механічної обробки круглої заготовки. Поверхні, що контактують з рідким металом піддаються поліруванню.

Всі стержні піддаються термообробці - азотування, товщиною $h=0,05$ мм (HRC 30...35).

Напівформа кокілю показана на кресленні [БР-131.26.02.02.02.00.00 КС] та на рис. 2.6. Кокіль в зборі показано на кресленні [БР-131.26.02.02.03.00.00 КС] та на рис. 2.7.

При виготовленні виливка НШ-32 основними видами браку можуть бути: газові раковини, газова пористість а також неметалеві домішки. Утворення зазначених дефектів залежить від режимів заповнення форми, конструкції ливникової системи, якості шихтових матеріалів та застосування якісних фарб для покриття робочої порожнини, забезпечення вільного видалення газів з ливарної порожнини під час заливки і кристалізації.

Неметалеві домішки є одним із самих розповсюджених дефектів, а їх усунення однією із найважливіших задач. Причини утворення неметалевих включень такі: турбулентний рух розплаву по каналах ливникової форми, інжекція повітря та газів через роз'єм форми; проникнення із заливочного ковша завжди присутніх в розплаві оксидів та інших сполук.

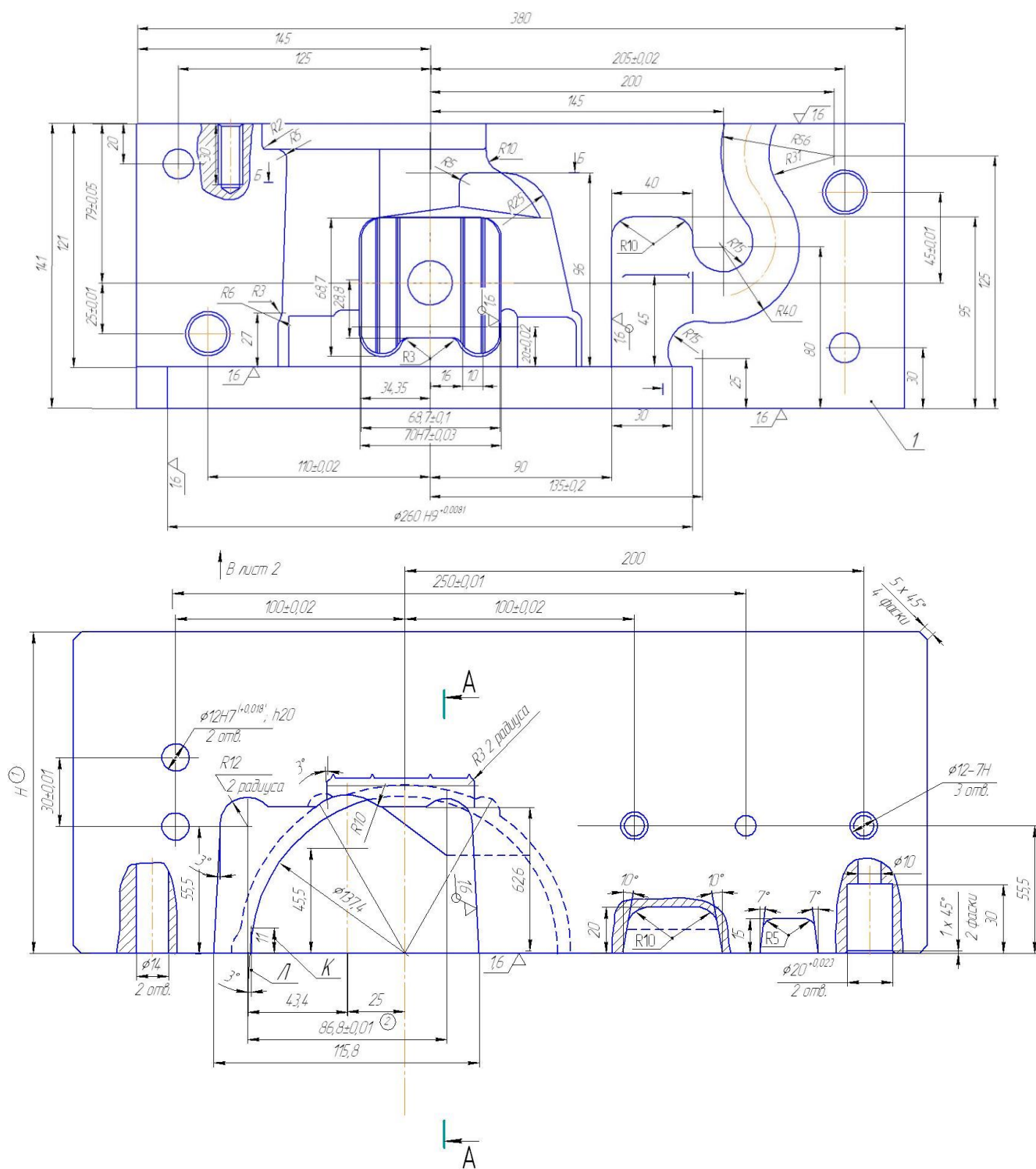


Рис. 2.6 – Напівформа кочілю

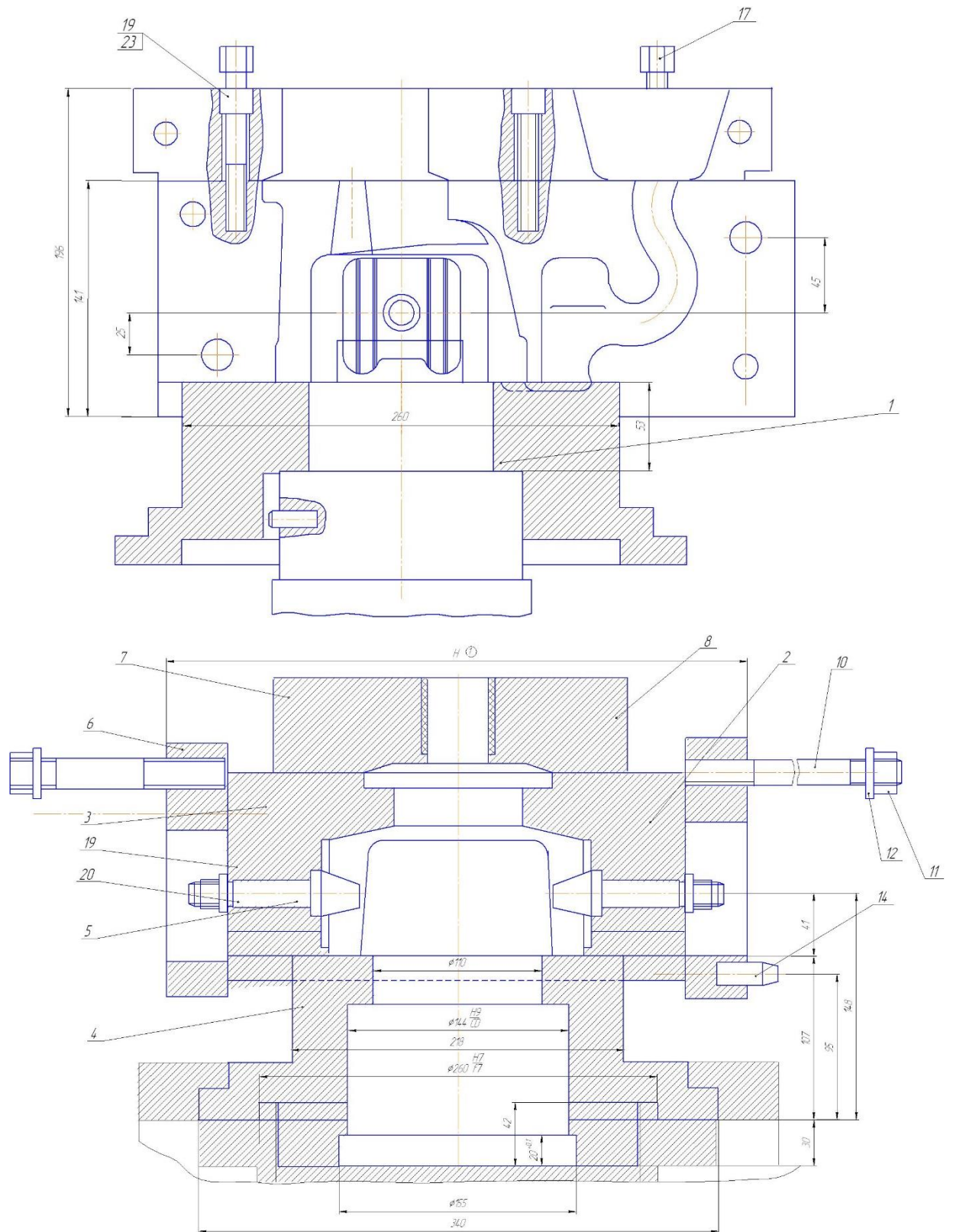


Рис. 2.7 – Кокіль в зборі

Висновок

В роботі розроблено процес виготовлення виливка “Корпус насоса НШ32” зі сплаву АК5М2Ц4” в кокілі. Розроблена конструкція ливарної форми, прийнято розташування виливка в формі та кількість виливків на одну ливарну форму, розраховано ливниково-живильну систему для ефективної заливки розплаву алюмінію.

Список літератури

1. Campbell, J. (2003). Castings. 2nd ed. Butterworth-Heinemann. 336 p. [in English].
2. Хричиков В.Е., Меньяло О.В. Ливарне виробництво чорних і кольорових металів: Навч. посібник. Видання друге, доопрацьоване. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 89 с.

ДОДАТКИ