

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний
університет
Кафедра “Матеріалознавство та ливарне виробництво”



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з курсу
"Проектування ливарних цехів"
для студентів-ливарників спеціальностей 131 "Прикладна
механіка"



Кропивницький 2020

Проектування ливарних цехів. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу "Проектування ливарних цехів" для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка". / Укл.: О. В. Скрипник – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 102 с.

Укладачі: О. В. Скрипник – канд. техн. наук, доцент

Рецензент: В. М. Кропівний – канд. техн. наук, професор

© Скрипник О.В.

© Тиражування РВЛ ЦНТУ

Зміст

	Стор.
ВСТУП.....	3
Практична робота №1. Режим роботи ливарних цехів. Фонди часу обладнання робочих і робочих місць.....	5
Практична робота №2. Виробнича програма ливарного цеху.....	11
Практична робота №3. Проектування і розрахунок плавильного відділення.....	29
Практична робота №4. Проектування і розрахунок формуально- заливочно-вибивного відділення.....	38
Практична робота №5. Проектування і розрахунок стержньового відділення.....	50
Практична робота №6. Проектування і розрахунок сумішоприготувального відділення.....	59
Практична робота №7. Проектування і розрахунок термообрубного відділення.....	71
Практична робота №8. Проектування і розрахунок допоміжних відділень ливарних цехів та діляниць.....	81
Практична робота №9. Розробка планування ливарного цеху.....	90
Література.....	100
Електронний ресурс.....	102

ВСТУП

Курс "Проектування ливарних цехів" складається із трьох змістових модулів: модуль 1 " Організація проектних робіт " – 2 тижні; модуль 2 "Проектування і розрахунок основних відділень ливарного цеху" – 10 тижнів; модуль 3 "Принципи планування ливарних цехів" – 2 тижні.

Методичні вказівки охоплюють питання змістовних модулів 1 - 3.

Проведення практичної роботи, оформлення і захист звіту

Практичні роботи проводяться під керівництвом викладача. В основу кожної практичної роботи покладено принцип максимальної самостійності студентів.

Перед виконанням чергової роботи викладач перевіряє підготовку студентів до занять, повідомляє деякі теоретичні відомості, які відносяться до даної роботи. Варіант завдання на практичну роботу визначається номером, під яким студент записаний у журналі академічної підгрупи. При виконанні практичної роботи студенти заносять результати досліджень у відповідні таблиці, виконують їх обробку і аналіз. По закінченню роботи складається звіт. Оформлений звіт захищається студентом перед початком наступної роботи. Студенти, які пропустили практичну роботу, виконують її наприкінці семестру поза розкладом, за спеціальним графіком.

Звіт включає наступне

- назва практичної роботи та мета її виконання;
- теоретичні відомості;
- розрахунок фондів часу, відділень з використання ЕОМ;
- навести (якщо необхідно) зведені таблиці;
- проаналізувати отримані результати і зробити висновки, обґрунтувати прийняті рішення.

Порядок проведення поточного, модульного і семестрового контролю

При вивченні курсу **"Проектування ливарних цехів"** використовуються такі види контролю: вхідний, поточний, модульний, підсумковий.

Вхідний контроль проводиться на початку вивчення дисципліни і передбачає оцінку знань студентів на початку вивчення курсу.

Модульний контроль передбачає перевірку рівня засвоєння визначеної системи елементів знань та вмінь студента з того чи іншого змістового модуля. Модульний контроль проводиться під час лекцій, лабораторних занять або в позааудиторний час. Студент допускається до складання модульного контролю **за умови** повного виконання завдань, передбачених робочою навчальною програмою. Проведення поточного і модульного контролю з використанням модульно-рейтингової системи проводиться у **тестовій** формі.

Результати перевірки тестових контрольних завдань (в балах) доводяться до відома студентів після проведеного модульного контролю.

Розподіл вагових балів за модулями

№ модуля	Назва модуля	Максимальна кількість балів					Мінімальна кількість балів для зарахування модуля
		ЛР	ПЗ	Самостійна робота	Тест	Всього	
9 семестр							
1.	Організація проектних робіт	4	6	10	6	26	18
2.	Проектування і розрахунок основних відділень ливарного цеху	20	18	10	6	54	46
3.	Принципи планування ливарних цехів	3	4	7	6	20	14

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

РЕЖИМИ РОБОТИ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ. ФОНДИ ЧАСУ ОБЛАДНАННЯ, РОБОЧИХ І РОБОЧИХ МІСЦЬ

Мета роботи: – ознайомитися з режимами роботи ливарних цехів, визначити фонди часу обладнання, робочих і робочих місць.

Теоретичні відомості

Організація виробничого процесу в ливарному цеху зумовлена режимом роботи або черговістю виконання технологічних операцій по виготовленню відливок в часі і просторі.

Вибір оптимального режиму роботи ливарного цеха залежить від його виробничої потужності, серійності виробництва, технологічної складності відливок, від сплаву, типа плавильних агрегатів і інших факторів.

В ливарних цехах застосовують три види режимів роботи: *послідовний, паралельний, комбінований*. Роботи в цеху по виконанню виробничого процесу можуть виконуватись в 3, 2 і рідко в 1 зміну.

При послідовному режимі роботі основні технологічні операції виконують послідовно в різний час доби на тій самій виробничій площі.

Розрізняють наступні види послідовних режимів:

1 Двозмінний. В I зміну виготовлення і збирання форм, в II – заливка і вибивка. Застосовується для середнього і дрібного литва, яке не потребує багато часу на заливку, охолодження і вибивання, при невеликій площі і середньому рівні механізації.

2 Трьохзмінний. В першу – формовка і збирання; в другу – заливка; в третю – вибивка і підготовка робочих місць. Такий режим застосовується для крупних відливок в малосерійному і одиничному виробництві.

3 Трьохзмінний з двозмінною формовкою та збиранням і однозмінною заливкою, вибивкою та підготовкою до виробництва. Застосовується при

виробництві дрібних та середніх відливків. Недолік: форми виготовленні в першу зміну пересихають.

При паралельному режимі: всі технологічні операції при виробництві відливків виконуються одночасно на різних ділянках.

По аналогії розрізняють 1, 2, та 3-змінні паралельні режими.

Найбільш розповсюдженим є *паралельний двозмінний режим*. При якому третя зміна відводиться для профілактики та ремонту обладнання.

Однозмінний режим застосовується рідко, тому що в цьому випадку обладнання і виробничі площі використовуються неефективно.

Для великотоннажних печей та дільниць, де неможлива перерва в технологічному процесі, а також для унікального обладнання застосовується тризмінний паралельний режим роботи. Такий режим (3 змінний) може бути також вимушеним оскільки ускладнює проведення профілактичних оглядів та ремонту, що призводить до передчасного зносу обладнання. Ливарні цехи, які працюють за цими режимами можуть мати відділення та дільниці або окремі види обладнання, які працюють не по основному режиму. Тоді вважають, що взагалі режим роботи цеху – комбінований.

Паралельний режим роботи має ряд переваг. При ньому забезпечується скорочення виробничого циклу виготовлення відливків, раціональне використання обладнання та площ цеха, підвищення якості, зниження собівартості. З'являється можливість ізолювати дільниці зі шкідливим виробництвом, що неможливо при послідовному режимі. Тому при багатосерійному та масовому поточному виробництві в цеху застосовуються паралельні режими роботи. У дрібно серійному та одиничному – послідовний.

Для цехів спец видів литва застосовується паралельний одно-, двох- або трьохзмінний режим роботи. В фасово-сталеливарних цехах, у випадку якщо виробничий процес пов'язаний із безперервною роботою печей, необхідний паралельний трьохзмінний режим роботи. Згідно з прийнятим режимом при проектуванні ливарних цехів встановлюють фонди часу роботи обладнання, робочих місць без обладнання (верстати, стенди) та робочих. Розрізняють

календарний номінальний та ефективний або дійсний фонди часу. *Календарний фонд часу* дорівнює добовому робочому дню на кількість робочих годин в рік:

$$\Phi_k = T_k \cdot S \cdot t, \quad (1.1)$$

де T_k – календарний рік, днів; S – кількість змін; t – тривалість зміни, год.

Номінальний фонд дорівнює кількості календарних днів не враховуючи вихідні та святкові дні, та передсвяткові години – це річний час протягом якого підприємство має працювати без втрат:

$$\Phi_n = 40 \cdot 52 - T_{np} \cdot 8 - T_{nd} \cdot 1 \quad (1.2)$$

де 40 – кількість робочих годин за тиждень; 52 – кількість тижнів за рік; T_{np} – кількість святкових днів; T_{nd} – кількість передсвяткових днів, у які тривалість робочого дня (зміни) зменшується на 1 год.

Ефективний або дійсний річний фонд часу дорівнює номінальному мінус планові втрати часу. Для визначення ефективного фонду праці обладнання із номінального умовно виключають час перебування обладнання у планових ремонтах. Простої обладнання, які викликані недоліками в організації виробництва по зовнішнім причинам в визначенні ефективного фонду не враховують.

$$\Phi_{dy} = \Phi_n \cdot S \cdot (1 - 0,01 \cdot f), \quad (1.3)$$

де Φ_n – номінальний фонд часу при однозмінній роботі; S – кількість змін; f – регламентовані простої устаткування у відсотках від номінального фонду часу.

Всі розрахунки при проектуванні основних та допоміжних дільниць ведуться відносно ефективного часу роботи обладнання. Календарний фонд

використовують при розрахунках площі складських приміщень. Номінальний – при розрахунках потреби кількості робочих місць без обладнання.

Дійсний фонд часу робітників визначається за формулою:

$$\Phi_{dp} = \Phi_n \cdot (1 - 0,01 \cdot C), \quad (1.4)$$

де C – втрати часу в % на невиходи на роботу з поважних причин, $C = 10 \dots 12\%$ [1].

Інтенсивність використання обладнання відносно ефективного фонду часу роботи регламентується коефіцієнтом завантаження:

$$K_z = \frac{N_p}{N_{np}}, \quad (1.5)$$

де N_p – необхідна кількість обладнання згідно розрахунку; N_{np} – прийнята кількість обладнання згідно проекту; K_z має складати від 0,7 до 0,85 [1].

Кількість плавильних печей розраховується згідно з середньою продуктивністю кожної, котру для деяких агрегатів можна змінювати від 10 до 15 % (вагранки, дугові печі). З урахуванням можливостей більш інтенсивного використання цих плавильних агрегатів, їх K_z відносно середнього рівня продуктивності приймають вище нижнього рівня інтервалу, що застосовується, та рекомендується $> 0,8$ [2].

Для неавтоматичного обладнання (машин) при їх встановленні в цеху в кількості 1 - 3 одиниці допускається в окремих випадках зниження K_z до 0,5 та 0,67 відповідно [1]. Для оцінки завантаження автоматичного обладнання в процесі експлуатації застосовується коефіцієнт використання, значення якого аналогічне K_z . У зв'язку з виготовленням різних відливок у групових потоках в процесі поточного планування номенклатура їх змінюється, що викликає зміну

споживання рідкого метала, формувальних та стержневих сумішей, готових стержнів та ін.

В термообрубні відділення також надходить різна кількість відливоків, які мають різну масу і складність, тому середньо-годинні дані використання матеріалів та завантаженості обладнання неможливо використовувати при розрахунках їх кількості у поточному виробництві. Ці дані необхідно підвищити на коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів та виробництва (K_H).

При поточному виробництві формувально-заливально-вибивні відділення вважають ядром виробництва, а всі обслуговуючі їх відділення проектують відносно необхідності забезпечення безперебійної роботи формувальних ліній в автоматичному режимі з урахуванням нерівномірного споживання сумішей та стержнів. Для обладнання формувальних відділень K_H . Споживання матеріалів і виробництва вважають рівним 1. Для інших відділень та видів обладнання при великосерійному та масовому виробництві $1 < K_H < 1,2$. При середньо серійному та серійному $1,1 < K_H < 1,3$. При одиничному та дрібносерійному $1,4 < K_H < 1,2$ [2].

Завдання для розрахунку

Визначити фонди часу обладнання, робітників і робітничих місць.

Регламентні простої устаткування, наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Регламентні простої устаткування [2]	
Вид обладнання	Регламентовані простої устаткування, %
Плавильне	7
Автоматичні лінії	12
Стержневі автомати	7
Сумішоприготувальне	4
Очисне	6
Все інше обладнання	

Порядок виконання роботи

Необхідно визначити фонди часу обладнання (формули 1.1 -1.3.), робітників і робітничих місць (формула 1.4). Данні розрахунків занести в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Фонди часу роботи устаткування, робітників і робітничих місць

Вид обладнання	Номінальний фонд часу, год.	Кількість змін	Регламентовані втрати, %	Дійсний фонд часу, год.
Плавильне				
Автоматичні лінії				
Стержневі автомати				
Сумішоприготувальне				
Очисне				
Все інше обладнання				
Для робітників які безпосередньо зайняті в процесі виготовлення відливків				
Для інших робітників				

Контрольні запитання

1. Дайте визначення календарного фонду часу?
2. Дайте визначення ефективного або дійсного річного фонду часу?
3. Перерахуйте режими роботи ливарного цеху?
4. Яким коефіцієнтом регламентується інтенсивність використання обладнання відносно ефективного фонду часу роботи?
5. Який режим роботи ливарного цеху є найбільш розповсюдженим?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Мета роботи: – розрахувати виробничу програму ливарного цеху.

Теоретичні відомості

Виробнича програма – це основний документ для розробки технологічної частини проекту. Вона повинна мати завдання на річне виготовлення відливок для кожного виробу та виду сплаву, випуск виробів на запчастини, яке має бути передбачено подетально для кожного виробу, але частіше вказується у відсотках до випуску, відносно основної продукції. Для ливарних заводів випуск на запчастини може не передбачатися. В програму цеху також вноситься випуск відливок на перекриття браку ливарного та механічного цехів, що виражається у відсотках до кількості відливок на основний випуск продукції та запчастин. У реальних проектах до виробничих програм включають також литво для особистих потреб, а також литво, що постачається по кооперації.

В залежності від особливостей, серійності та спеціалізації виробництва при проектуванні ливарного цеху застосовується *точна, приведена* або *умовна* програма. При розрахунку ливарного цеха великосерійного або масового виробництва з стабільною або обмеженою номенклатурою виробляємих відливок, розрахунки виконують за точною програмою. До такої програми мають додаватися специфікації та креслення всіх відливок з зазначенням виду сплаву, його складу та механічних властивостей та інших додаткових вимог до виробу.

Згідно з вищевказаним, розробляють технологічний процес для кожного найменування відливка та розраховують технологічні дані по всім операціям процесу. Точну програму застосовують при кількості найменувань відливок у номенклатурі від 50 до 70 одиниць [2]. Розрахунки ведуть згідно відомості встановленої форми.

Для цехів дрібно- та середньо-серійного виробництва, коли програма характеризується номенклатурою відливок до 500 найменувань при повторюваності не менше 200 одиниць на рік кожного найменування, розрахунки приводяться по приведеній програмі [2]. При цьому всю номенклатуру відливок розбивають на групи згідно ваги, для кожної групи вибирають типові відливки з представлених та по ним розраховують програму. В якості типових відливок

можна обирати ті, на які маємо повний комплект документацій та креслень, а також ті, які мають найбільш питому вагу в програмі випуску, аналогічні по масі, ступеню складності, трудоемності та в технологічному відношенні до основних процесів виробництва до інших відливок. До цих типових приводять всі інші відливки кожної групи за допомогою приводного коефіцієнта, котрий розраховують відношенням сумарної ваги всіх відливоків даної групи до маси річного випуску відливка, прийнятого в якості представника. Усі подальші розрахунки пов'язані з розробкою технологічних карт або відомостей виконуються по точній програмі, але тільки по відливкам - представникам.

При проектуванні ливарних цехів одиничного виробництва з широкою номенклатурою і нестійкою програмою випускаємих відливоків, коли немає специфікацій або креслень відливоків, розробляють умовну програму. Про цьому номенклатура повинна бути не менше ніж 500 найменувань відливоків при повторюємості дрібних відливоків не більше 200 і великих не більше 20. В таких випадках виробнича програма представляється приблизним співвідношенням литва за вагою [3]. При цьому технологічний процес не розробляється. Розрахунки виконуються базуючись на середніх по галузі укрупнених техніко-економічних показниках, які складаються за даними роботи аналогічних заводів типових чи економічних проектів, за нормами технологічного проектування і довідниковим даним. Для програми в цілому і для кожної вагової групи відливоків по аналогії з схожими програмами встановлюються такі основні технологічні показники, як: вихід придатного литва, баланс, метод формовки, кількість литва, отримуюмого по-сирому і по-сухому, витрати сумішей, трудоемність за основними операціями, з'єм литва з 1 м² площі та інше.

Завдання для розрахунку

Виробнича програма ливарного цеху повинна містити завдання на річний випуск виливків для кожного виробу і роду металу (сірий чавун, ковкий чавун, сталь, кольорові сплави), на випуск виливків на запасні частини, що

передбачається по детально для кожного виробу, але частіше вказується у відсотках до випуску основної продукції. Для ливарних заводів, а також спеціалізованих ливарних цехів (наприклад, ливарний цех виливниць) випуск виливків на запасні частини може не плануватися. У програму включається випуск виливків на покриття браку ливарного і механічного цехів, що вказується звичайно у відсотках до кількості основної продукції, та запасних частин.

Завдання на проектування складені таким чином, що в результаті розрахунків одержують відомість щодо кількості і маси виливків, у якій є всі викладені дані. Виробнича програма розраховується точним методом.

Завдання для розрахунку виробничої програми ливарного цеху наведено в табл. 2.1. – 2.11.

Порядок виконання роботи

Необхідно провести розрахунки виробничої програми проектуємого ливарного цеху точним методом. Данні розрахунків занести в табл. 2.12 - 2.14.

Таблиця 2.1

Завдання 1. Дані для проектування цеху сталевго лиття тракторного заводу

№ п/п	Виливок	Кіль- кість виплив- ків на виріб, шт.	Маса, кг		Кількість випливків у формі, шт.	Внутріш- ній роз- мір опок у плані, мм	Висота опок, мм	Кіль- кість стерж- нів на відлив- ку, шт.	Маса одного стерж- ня, кг	Кіль- кість стерж- нів у стерж- невому ящику, шт.
			випливка	ЛЖС на один виплив						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Вилка	2	8,5	3,4	6	400x500	200	1	3,5	3
2	Коромисло	1	3,8	2,7	8	400x500	200	2	0,6	5
3	Кришка	1	3,4	2,5	8	400x500	200	1	6,2	2
4	Стояк	2	5,2	2,3	8	400x500	200	2	3,0	2
5	Серга	2	4,0	1,2	12	400x500	200	1	0,1	5
6	Сідло	4	3,2	2,1	24	900x600	250	1	2,5	3
7	Стяжка	2	3,2	2,5	14	900x600	250	1	6,2	3
8	Стакан	2	4,0	1,5	14	900x600	250	1	1,4	4
9	Гніздо	4	4,1	3,1	12	900x600	250	2	1,2	4
10	Кронштейн	1	20,2	13,8	1	900x600	350	1	2,4	2
11	Брус	1	43,2	22,5	1	900x600	350	1	0,7	10
12	Корпус	2	9,7	8,8	3	900x600	250	2	2,9	3
13	Маточина	4	18,0	6,2	4	900x600	350	1	0,5	6

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Поперечина	1	17,2	3,5	6	900x600	350	5	0,1	5
15	Труба	1	9,9	4,9	3	900x600	350	1	3,3	3
16	Брусок	1	9,2	7,5	4	900x600	350	1	0,5	5
17	Корпус	2	16,7	14,8	3	900x600	350	2	2,9	5
18	Втулка	4	12,8	8,4	4	900x600	350	1	3,8	1
19	Фланець	1	6,6	3,2	6	900x600	350	-	-	-
20	Шток	2	4,8	2,7	6	900x600	350	-	-	-

Примітки: 1. Випуск запасних частин становить 30% основної продукції.

2. Випуск виливків на покриття браку - 4% основної продукції й запасних частин.

3. Матеріал виливків 1-7 - сталь 35Л, 8-20 - сталь 45Л /ГОСТ 977-88/.

4. ЛКС - ливниково-живильні системи.

Таблиця 2.2

Завдання 2. Дані для проектування цеху сталевого лиття централіту

№ п/п	Виливка	Маса, кг		Кіль- кість у фор- мі, шт.	Внутрішній роз- мір опок у пла- ні, мм	Висота опок, мм	Кількість стержнів на вили- вок, шт.	Маса одного стержня, кг	Кількість стержнів у стер- невому ящику, шт.
		випуск	ЛДС на один випуск						
1	Сектор	32	19,2	1	800x700	300	1	6,2	3
2	Куліса	24	17,6	3	800x700	300	1	1,8	5
3	Корпус	50	47,5	2	800x700	300	1	1,2	5
4	Основа	67	40,2	1	800x700	300	1	9,2	1
5	Корпус	69	38,6	1	800x700	300	1	3,9	2
6	Стакан	172	103,2	2	1200x1000	400	1	9,9	1
7	Гайка	70	10,0	4	1200x1000	400	1	7,8	1
8	Колесо	200	120,0	1	1200x1000	400	1	-	1
9	Поперечина	110	45,0	2	1200x1000	400	1	9,4	1
10	Шестірня	267	203,0	1	1200x1000	400	1	6,1	2
11	Покрутка	320	190,0	1	1200x1000	400	1	7,9	2
12	Шатун	235	141,0	1	1200x1000	400	-	-	-
13	Плита 1	148	92,0	2	1200x1000	400	-	-	-
14	" 2	950	570,0	2	2000x2000	800	-	-	-
15	" 3	1500	850,0	2	2000x2000	800	1	13,8	1
16	" 4	2200	1320,0	1	2800x2300	800	1	57,9	1
17	Шток	1400	650,0	1	2800x2300	800	1	28,9	1
18	Основа	2800	1540,0	1	2800x2300	800	-	-	-

Примітки: 1. На кожний виріб поставляється один виливок.

2. Випуск запасних частин не планується.

3. Випуск виливків на покриття браку становить 5% основної продукції.

4. Матеріал виливків 1-10 - сталь 35Л, виливків 11-18 - сталь 45Л /ГОСТ 977-88/.

5. ЛДС - див. завдання 1.

Таблиця 2.3

Завдання 3. Дані для проектування ливарного цеху високомарганцевої сталі

№ п/п	Виливок	Кількість випусків на виріб, шт.	Маса, кг		Кількість випусків у формі, шт.	Внутрішній роз- мір опок у пла- ні, мм	Висота фор- ми, мм
			випуск	ЛЕС на випуск			
1	Футеровка	8	590	350	1	1800x1200	400
2	торцева	6	440	125	2	1800x1200	400
3	Клин ребра	1	85	25	4	1800x1200	400
4	Зуб ковша	6	120	20	4	1800x1200	400
5	Ланка гусениці	12	180	90	2	1800x1200	400
6	Броня верхня	1	500	190	2	1800x1200	400
7	Броня нижня	1	640	460	1	1800x1200	400
8	Молот	2	35	3	10	1800x1200	400
9	Палітур	1	550	200	2	1800x1200	400
10	Броня корпусу	1	838	450	1	1800x1200	400
11	Ліфтер Л	8	240	100	4	1800x1200	400
12	" П	8	320	140	4	1800x1200	400
13	Решітка	4	812	144	1	1800x1200	400
14	Петля днища	2	260	90	2	1800x1200	400
15	Броня привода	1	1500	880	1	3500x2500	800
16	" ребра	1	2750	1750	1	3500x2500	800
17	1-го поясу	1	3200	1380	1	3500x2500	800
18	Стінка	1	3230	570	1	3500x2500	800

Примітки: 1. Випуск запасних частин не планується.

2. Випуск виливків на покриття браку становить 3% основної продукції.

3. Матеріал усіх виливків - високомарганцева сталь ІІОГІЗЛ /ГОСТ 977-88/.

4. Даних по стержнях для виливків нема.

5. ЛЕС - див. завдання 1.

Таблиця 2.4

Завдання 4. Дані для проектування ливарного цеху сірого чавуну автомобільного заводу

№ п/п	Виливок	Кількість вливків на виріб, шт.	Маса, кг		Кількість вливків у формі, шт.	Кількість стержнів на вливки, шт.	Маса од- ного стержня, кг	Кількість стержнів у стержневому ящику, шт.
			вливка	ЛЕС на вливки				
1	Ролик	1	1,20	1,0	9	-	-	-
2	Підкладка	4	2,45	2,0	4	-	-	-
3	Корпус	1	2,95	2,5	5	1	0,55	2
4	Поршень	4	5,55	2,6	1	-	-	-
5	Картер	1	2,50	2,0	4	4	0,13	4
6	Кришка	2	2,12	2,0	4	-	-	-
7	Перехідник	2	6,00	2,6	2	1	3,85	1
8	Втулка	3	1,78	0,9	4	1	0,80	2
9	Циліндр	4	1,35	0,6	6	1	0,20	4
10	Барабан	1	5,90	4,0	4	1	0,20	2
11	Шків	1	1,65	0,5	6	1	0,06	4
12	Основа	1	5,50	3,3	2	-	-	-
13	Патрубок	2	6,50	2,5	4	1	3,65	1
14	Циліндр гальмовий	8	1,60	1,0	8	1	0,20	4
15	Циліндр силовий	4	1,10	0,6	14	-	-	-
16	Пробка	12	0,90	0,4	12	-	-	-
17	Клин	4	2,5	1,8	4	-	-	-
18	Маховик	1	8,6	4,0	2	1	0,85	4
19	Фланець	4	3,8	2,2	4	-	-	-
20	Опора	2	5,6	4,2	2	-	-	-

Примітки: 1. Випуск вливків на запасні частини становить 30% основної продукції.
 2. Випуск вливків на покриття браку становить 3% основної продукції й запасних частин.
 3. Матеріал вливків 1-10 - сірий чавун СЧ15, вливків 14-20 - СЧ18 /ГОСТ 1412-85/.
 4. Розмір опок для всіх вливків 500x400x200/200 мм.
 5. ЛЕС - див. завдання 1.

Таблиця 2.5

Завдання 5. Дані для проектування цеху ковкого чавуна централіту

п/п	Виливок	Маса, кг		Кількість виливків у формі, шт.	Кількість стержнів на виливок, шт.	Маса одного стержня, кг	Кількість стержнів у стержневому ящику, шт.
		вливка	ЛЭС на один виливок				
1	Корпус ДУ-25	2,326	2,36	4	1	0,230	2
2	" ДУ-32	1,246	0,86	4	1	0,405	2
3	" ДУ-40	2,141	1,36	4	1	0,980	2
4	" ДУ-50	2,930	1,60	2	1	1,174	1
5	" ДУ-80	8,363	3,60	2	1	0,250	2
6	Кришка	3,450	2,83	12	-	-	-
7	Золотник	0,210	0,18	24	-	-	-
8	" П	0,420	0,38	20	-	-	-
9	Вороток	0,205	0,22	16	1	0,174	1
10	Маховик 140x11	0,600	0,37	4	1	0,080	1
11	" 320x14	4,000	1,40	1	1	0,180	1
12	" 450x14	11,500	1,20	1	1	0,290	1
13	Сальник	0,640	0,45	20	-	-	-
14	Важіль лівий	3,000	1,65	2	-	-	-
15	" правий	3,000	1,65	2	-	-	-

Примітки: 1. На кожний виріб поставляється один виливок.

2. Випуск запасних частин не планується.

3. Випуск виливків на покриття браку становить 5% основної продукції.

4. Матеріал усіх виливків - ковкий чавун КЧ35-10 /ГОСТ 1215-79/.

5. Розмір опок для всіх виливків 500x400x150/150 мм.

6. ЛЭС - дав. завдання 1.

Таблиця 2.6

Завдання 6. Дані для проектування цеху великого чавунного лиття централіту

Група виливків за масою, кг	Річний випуск виливків гру- пи за масою, % загального випуску	Виливок	Річний випуск виливків за ма- сою, % річного випуску вилив- ків кожної гру- пи	Маса, кг		Внутрішній розмір опок у плані, мм	Висота опок, мм
				виливка	ЛЕС на один виливок		
1000...2000	50	Основа	15	1000	250	3000x1500	600
		Станина	15	1000	250	3000x1600	400
		Плита	35	1120	150	3000x2000	300
		Кривошип	25	1520	225	3000x2000	300
		Тумба	10	1800	450	3000x2000	300
2001...5000	25	Шабет	10	4500	1125	3000x1500	600
		Противага	30	2600	650	3000x1600	400
		Маховик	20	2200	550	3000x2000	300
		Рукав	20	3000	750	3500x2000	300
		Колоня	20	3600	900	4500x2200	300
>5000	25	Станина	25	6050	1500	3500x2000	500
		Корпус	25	6800	1700	3500x2000	300
		Візок	25	5500	1375	4500x2200	300
		Станина	25	8500	2640	4500x2200	300

- Примітки: 1. Матеріал усіх виливків - сірий чавун СЧ20 /ГОСТ 1412-85/.
 2. В одній формі виготовляється один виливок.
 3. Даних по стержнях для виливків нема.
 4. ЛЕС - див. завдання 1.

Таблиця 2.7

Завдання 7. Дані для проектування цеху середнього чавунного лиття централіту

Група виливків за масою, кг	Річний випуск виливків групи за масою, % загального випуску	Виливок	Річний випуск виливків за масою, % річного випуску виливків кожної групи	Маса, кг		Кількість виливків у формі, шт.	Кількість стержнів на виливок, шт.	Маса одного стержня, кг	Кількість стержнів у стержневому ящику, шт.
				випливання	ЛЖС на один виливок				
100...500	50	Кронштейн	20	485	33	I	I	71	I
		Кришка П	10	148	37	2	-	-	-
		Д	10	140	50	2	-	-	-
		Тумба	30	405	65	I	I	245	I
		Стояк	15	490	85	I	I	348	I
		Основа	15	445	90	I	I	135	I
501...1000	50	Плита	10	800	230	I	-	-	-
		Блок	10	655	115	I	I	88	I
		Полоски	20	635	105	I	I	68	I
		Станина	35	782	204	I	I	330	I
		Стіл	10	510	95	3	I	32	I
		Тумба	15	590	65	I	I	215	I

Примітки: 1. Розмір опок для всіх виливків 1600x1200x500.

2. Матеріал для всіх виливків - сірий чавун СЧ20 /ГОСТ 1412-85/.

3. ЛЖС - див. завдання 1.

Таблиця 2.8

Завдання 8. Дані для проектування цеху дрібного чавунного лиття централіту

Група виливків за масою, кг	Річний випуск виливків групи за масою, % загального випуску	Виливок	Річний випуск виливків за масою, % річного випуску виливків кожної групи	Маса, кг		Кількість виливків у формі, шт.	Кількість стержнів на виливок, шт.	Маса одного стержня, кг	Кількість стержнів у стержневому ящику, шт.
				Виливка	ЛДС на один виливок				
До 10	40	Корпус	15	5,8	3,9	4	I	0,40	2
		Кришка	15	9,9	3,8	2	I	0,90	4
		Гайка	35	7,0	5,9	2	I	1,10	1
		Підшипник	15	3,9	2,2	5	I	0,77	4
		Кронштейн	20	4,8	4,0	1	I	0,25	3
II...20	30	Щит верхній	20	14,5	10,9	1	I	0,22	2
		" передній	20	14,7	13,9	3	I	0,40	3
		" задній	20	16,3	13,8	3	I	0,32	3
		Повзун	40	13,8	5,4	1	I	0,80	2
2I...30	30	Маточина	20	25,0	7,5	1	I	1,70	2
		"	20	28,5	7,8	1	I	1,20	1
		"	25	23,7	7,5	1	I	1,20	2
		Фланець	35	21,2	14,8	1	I	1,80	2

- Примітки: 1. Розмір опок для всіх виливків 500x400x200 мм.
 2. Матеріал усіх виливків - сірий чавун СЧ18 /ГОСТ 1412-85/.
 3. ЛДС - див. завдання 1.

Таблиця 2.9

**Завдання 9. Дані для проектування цеху алюмінієвого лиття
в кокіль автомобільного заводу**

№ п/п	Виливок	Кіль- кість вилив- ків на виріб, шт.	Маса, кг вилив- ка	ДЖС на один вилив- вок	Кіль- кість вилив- ків у формі, шт.	Кіль- кість стерж- нів на виль- вок, шт.	Маса отерж- ня, кг	Кіль- кість стерж- нів у стерж- невому ящику, шт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Електропривод	1	1,5	1,0	2	-	-	-
2	Корпус електро- привода	1	1,1	1,0	2	1	0,9	2
3	Перехідник лівий	1	3,5	3,0	1	-	-	-
4	Кришка	1	4,8	3,2	1	1	1,7	1
5	Штуцер	4	0,4	0,3	3	2	0,8	2
6	Корпус привода	1	1,5	1,2	1	-	-	-
7	Перехідник лівий	1	0,2	0,2	4	1	0,7	1
8	Корпус середній	1	0,9	0,7	2	1	0,6	1
9	" фільтра	1	0,7	0,7	2	2	0,4	2
10	" маслона- соса	1	1,7	1,3	1	-	-	-
11	Діафрагма перед- ня	2	1,8	1,7	1	-	-	-
12	Кришка маслона- соса	1	1,1	0,9	1	-	-	-

Продовження таблиця 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Кришка права	1	0,2	0,2	4	-	-	-
14	" ліва	1	0,3	0,3	4	-	-	-
15	" датчика	2	0,2	0,1	8	1	0,2	4

Примітки: 1. Випуск запасних частин не планується.

2. Випуск виливків на покриття браку становить 4% основної продукції.

3. Матеріал виливків 1-5 - ливарний сплав АЛ-2, виливків 6-15 - АЛ-4 /ГОСТ 1583-89Е/.

4. ЛХС - див. завдання 1.

Таблиця 2.10

**Завдання 10. Дані для проектування цеху
точного сталевих лиття автомобільного заводу**

№ п/п	Виливок	Кількість випусків на виріб, шт.	Маса, кг		Кількість моделей, шт.	
			випуск	ЛЕС на один ви- лив	в одній ланці	в одному блоці
1	Фланець	1	0,183	0,10636	4	16
2	Ричаг	4	0,116	0,10081	3	27
3	Повзун	4	0,240	0,27064	5	30
4	Храповик	1	0,101	0,10389	6	48
5	Штуцер	2	0,039	0,04393	8	33
6	Пробка	2	0,065	0,07330	7	70
7	П'ятка	1	0,350	0,30463	4	44
8	Поводок	4	0,092	0,10375	4	32
9	Собачка	2	0,056	0,06315	4	40
10	Сектор	2	0,175	0,19734	4	52
11	Маточина	2	0,835	0,94160	2	6
12	Шток	1	0,370	0,31723	3	18
13	Наконечник	1	0,170	0,15170	5	25
14	Основа	1	0,410	0,36234	4	16
15	Корпус	1	0,420	0,41762	2	18

Примітки: 1. Випуск запасних частин становить 30% основної продукції.

2. Випуск випусків на покриття браку - 5% основної продукції й запасних частин.

3. Матеріал усіх випусків - сталь 35Л /ГОСТ 977-88/.

4. ЛЕС - див. завдання 1.

Таблиця 2.11

Завдання II. Дані для проектування цеху магнієвого лиття під тиском

№ п/п	Виливок	Кількість випусків на виріб, шт.	Маса, кг		Кількість випусків в одній прес- формі, шт.	Матеріал випуску	Площа про- екції мета- лу у формі на площину III роз'єму, м ²
			випуску	ЛЖС на один випуску			
1	Картер зчеплення	1	3,59	2,30	1	МЛ-5	0,185
2	" нижній	2	4,90	3,90	1	МЛ-5	0,132
3	" головний	2	4,70	4,00	1	МЛ-5	0,115
4	Стакан	4	4,50	2,30	2	МЛ-3	0,098
5	Опора	1	0,23	0,17	4	МЛ-3	0,085
6	Кришка КПП	1	4,00	3,00	1	МЛ-3	0,100
7	" розподільника	1	2,15	2,10	2	МЛ-3	0,110
8	Корпус	2	0,80	0,80	8	МЛ-5	0,105
9	Картер редуктора	1	2,70	1,55	2	МЛ-5	0,120
10	Колесо вентилятора	1	0,80	0,78	8	МЛ-5	0,065
11	Піддон	1	4,50	2,80	1	МЛ-3	0,074
12	Картер масляний	2	1,55	1,30	2	МЛ-5	0,084
13	" КПП	1	3,70	2,50	2	МЛ-5	0,071
14	Кришка редуктора	1	3,45	2,90	2	МЛ-3	0,065
15	Картер зчеплення	1	2,45	2,28	2	МЛ-3	0,110

- Примітки: 1. Випуск випусків на запасні частини становить 25% основної продукції.
 2. Випуск випусків на покриття браку - 5% основної продукції й запасних частин.
 3. ЛЖС - див. завдання I.

Таблиця 2.12

Виробнича програма ливарних цехів лиття

	Порядковий номер відливка		
		Очистить таблицу	
	Подготовка к печати		
		Вихідні дані	
		Кількість відливоків у групі на виріб,штук	
		Кількість виробів на програму, штук	
		Відсоток запасних частин, %	
		Відсоток брака відливок, %	
		Чорнова маса одного відливка, кг	
		Маса ливників на один відлишок, кг	
		На річну програму основної продукції	
		На запасні частини	
		Всього на річну програму	
		На покриття браку	
		Всього на річний випуск	
		Загальна на річну програму	
		На покриття браку	
		Всього лиття на річний випуск	
		Маса ливників на річний випуск, кг	
		Маса рідкого металу на річний випуск відливоків, кг	

Таблица 2.13

Виробнича програма ливарних цехів лиття по витоплюваним моделях

[illegible]

Таблиця 2.14

Виробнича програма ливарних цехів точного лиття

Порядковий номер відливка	Підготовка к печати	Очистить таблицу	Вихідні данні							Кількість відливок, штук					Маса відливок, кг			Маса ливників на річний випуск, кг	Маса рідкого металу на річний випуск відливок, кг	Річна кількість заpresовок
			Кількість відливоків у групі на виріб, штук	Кількість виробів на програму, штук	Відсоток запасних частин, %	Відсоток брака відливок, %	Чорнова маса одного відливка, кг	Чорнова маса ливникової системи, кг	Кількість відливок у копілі, штук	На річну програму основної продукції	На запасні частини	Всього на річну програму	На покриття браку	Всього лиття на річний випуск	Загальна на річну програму	На покриття браку	Всього лиття на річний випуск			

Контрольні запитання

1. Дайте визначення виробничій програмі?
2. Які види виробничої програми вам відомі в залежності від особливостей, серійності та спеціалізації виробництва?
3. При яких умовах розроблюють умовну програму?
4. Яким методом розраховується виробнича програма?
5. Назвіть основні технологічні показники які використовують при розрахунку виробничої програми?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ПЛАВИЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Мета роботи: – скласти баланс металу по маркам, які виплавляються в ливарному цеху, обґрунтувати вибір плавильного агрегату і визначити їх кількість, розрахувати склад шихти і скласти відомості витрати шихтових матеріалів на рік, вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Теоретичні відомості

Плавильне відділення повинно складатися з двох основних дільниць:

- набору і зважування шихти (шихтовий двір);
- плавильної дільниці.

До складу плавильного відділення входять такі допоміжні дільниці:

- ремонту та футеровки печей;
- сушки та підігрівання ковшів;
- експрес лабораторії та інше.

3.1 Плавильне відділення чавунно-ливарних цехів. При проектуванні нових чавунно-ливарних цехів для плавки чавуну передбачають електропечі і

дуплекс-процеси. Застосування дугових електропечей доцільне при використанні металозавалки нестабільного хімічного складу.

Для дуплекс-процесу рекомендовано застосовувати наступні комплекси

- 1 Індукційна тигельна піч та індукційна канална піч.
- 2 Дугова піч та індукційна канална електропіч.
- 3 Вагранка закритого типу з підігріванням дуття та індукційна канална піч.

При визначенні кількості блоків вагранок, роботу плавильного відділення економічно доцільно проектувати таким чином, щоб обійтись мінімальною кількістю блоків вагранок високої продуктивності. Про цьому раціонально застосування в цеху вагранок одного типорозміру.

Задаючись кількістю вагранок, визначають необхідну розрахункову їх годинну продуктивність (q_p):

$$q_p = \frac{Q_p K_\epsilon}{\Phi_e P}, \quad (3.1)$$

де Q_p - маса рідкого чавуну необхідного для виконання річної програми цеху;
 K_ϵ - коефіцієнт нерівномірності роботи обладнання та споживання матеріалів; Φ_e - ефективний річний фонд часу роботи вагранок; P - число застосовуваних блоків вагранок.

Визначивши необхідну годинну продуктивність вагранок, підбирають потрібну вагранку з нормального ряду, таким чином, щоб забезпечити коефіцієнт використання продуктивності: 0,7 - 0,8 [1]:

$$K_\epsilon = \frac{q_{роз}}{q_n}, \quad (3.2)$$

де $q_{роз}$ - розрахункова продуктивність;

q_n - прийнята продуктивність.

У конвеєрних ливарних цехах блоки вагранок можна встановлювати перпендикулярно (завантаження шихти у вагранку здійснюється підйомниками під нахилом) і паралельно (шихта у вагранку завантажується консольними кранами), стосовно ливарного конвеєра.

В цехах безконвеєрного виготовлення ливарних форм, планування ваграночного прольоту вирішується в кожному випадку індивідуально. Норми відстаней між осями вагранок:

- для вагранок з внутрішнім діаметром шахти 700, 900, 1100 мм – 6 м [3].
- з діаметром 1300, 1500 мм – 6 чи 12м [3].
- з діаметром 1800 і більше – 12м [3].

Перевагами вагранки є: простота конструкції, простота процесу плавки, високий термічний ККД при плавці металу (доходить до 55 %) і, виходячи з цього, - менші витрати енергії, а також безперервність процесу плавки.

Недоліки: використання дефіцитного коксу; складність отримання рідкого металу з точним хімічним складом і низька температура рідкого металу на виході (1400 – 1500 °С). При установці вагранок необхідно використовувати засоби механізації дозування та завантаження шихти, грануляції шлаку, механізації прибирання вогнетривів після ремонту вагранки. Плавильний та фурменний пояса вагранки повинні охолоджуватися.

У вагранках з основною футеровкою можливий процес десульфурзації. Дозування та завантаження шихти у вагранки здійснюється: для вагранок великої продуктивності – за допомогою транспортерів; для вагранок середньої та малої потужності – за допомогою скіпових підйомників.

Широке розповсюдження в чавунно-ливарних цехах для плавки, перегріву та витримки металу, отримали індукційні тигельні печі.

Переваги: можливість плавки чавуна без використання коксу та можливість використання в шихті до 50 % стружки.

Особливо вигідне застосування індукційних печей при застосуванні попереднього підігріву шихти. Індукційні тигельні печі, як правило,

застосовують у вигляді плавильних установок, які складаються з 2, 3 тиглів, з різною комбінацією електрообладнання.

В довідниках наведені дані продуктивності установок, що складаються з 2 або 1 тиглів і 1 основного трансформатора. При установці 3 тиглів і 2 основних трансформаторів, продуктивність такої установки збільшується у 2 рази.

Дугові електропечі, які застосовуються для плавки чавуну, як у вигляді моноагрегату, так і в складі дуплекс-процесу, конструктивно представляють собою ті ж печі, що і для плавки сталі.

У дуплекс-процесах для підігріву і витримки розплавленого чавуну в умовах великосерійного та масового виробництва, найбільш часто застосовують індукційні каналні печі промислової частоти. В умовах дрібносерійного та одиничного виробництва при достатньо частих змінах марок виплавляемого чавуну, в якості міксерів варто використовувати індукційні тигельні печі промислової частоти. Тип і продуктивність плавильних печей необхідно пов'язувати з режимом роботи формувального обладнання, намагаючись при цьому застосовувати найменшу кількість більш великих печей.

Число одночасно працюючих електропечей визначають з врахуванням кількості виплавляємих марок, виходячи з необхідності одночасного забезпечення рідким металом всіх формувальних ліній. При плавці чавуну в індукційних електропечах необхідну кількість печей (Π_p) визначають за формулою:

$$\Pi_p = \frac{Q_p K_\epsilon}{\Phi_\epsilon q}, \quad (3.3)$$

де q - розрахункова годинна продуктивність електропечі.

Прийнята в проекті кількість плавильних агрегатів визначається:

$$\Pi_{np} = \frac{\Pi_p}{K_\epsilon}, \quad K_\epsilon = 0,7 - 0,8 \quad (3.4)$$

3.2 Плавильне відділення сталеливарних цехів. Плавку сталі в таких цехах варто передбачати в дугових плавильних електропечах з обов'язковим застосуванням ефективних систем очищення відхідних газів. Вибір футеровки печі (основна чи кисла) і варіанта плавки в ній (з окисленням або без), залежить від марки виплавляємої сталі і шихтових матеріалів, які використовуються. Середньо-вуглецеві і низьковуглецеві сталі звичайних марок, варто виплавлять в печах з кислою футеровкою. Шихта, яка використовується при цьому, по сірці та фосфору і легуючим елементам повинна відповідати технічним вимогам до марки виплавляємої сталі. Для виробництва відливків з високолегованих та спеціальних марок сталі, необхідно передбачати печі з основною футеровкою. Для отримання відливків з низьковуглецевих, жаростійких сталей при плавці їх в дугових електропечах, потрібно передбачати продувку ванни рідкого металу киснем.

Для виплавки спеціальних високолегованих сталей застосовують індукційні печі підвищеної частоти.

Кисла футеровка печі забезпечує менш тривалий цикл плавки, менші затрати енергії та більшу стійкість футеровки.

Необхідна кількість плавильних агрегатів визначається за тією ж формулою, що і кількість індукційних печей.

При установці дугових електропечей в сталеливарному цеху, печі ємністю до 12 т розміщують так, щоб їх вісь була перпендикулярна вісі формувального конвеєра.

Печі ємністю більш ніж 12 т розміщують таким чином, щоб їх вісь була паралельна вісі ливарного конвеєра. У цілях економії електроенергії про виплавці сталі в дугових електропечах варто передбачати попередній підігрів шихти до 400 – 700 °С, застосовуючи дешеві сорти палива чи за рахунок використання теплоти відхідних газів [4].

Застосування індукційних тигельних електропечей без попереднього підігріву (сушки) шихти не допускається. В плавильних відділеннях цехів точного сталевих литва, як правило використовують індукційні тигельні печі

підвищеної частоти типу ICT різної місткості, в залежності від годинної потреби в рідкому металі, чи від металоємкості форм, які заливаються.

При розміщенні обладнання між колонами, відстань до колон визначається конструктивно. При обслуговуванні обладнання краном, відстань обладнання від стін чи колон встановлюють з врахуванням нормального положення крюка над обладнанням. Приведені норми (табл. 3.1) відстаней не відносяться до підйомно-транспортного обладнання.

Таблиця 3.1

Норми мінімальної відстані від стін, колон та проїздів до обладнання чи до огороження рухомих частин обладнання [4]

Відстань	Максимальні габаритні розміри обладнання, м				Печі сушильні та термічні
	1,0×1,5	3,5×4	6×8	> 6×8	
Від стіни до тильної чи бокової сторони обладнання, мм	800	1000	1100	1200	1000
Від стіни до робочої сторони обладнання, мм	1300	1400	1500	1600	1800
Від колони до тильної чи бокової сторони обладнання, мм	800	900	1000	1100	1000
Від колони до робочої сторони обладнання, мм	1200	1300	1400	1500	1000

Площа плавильного відділення визначається розташуванням основного обладнання та засобів транспортування шихти та рідкого металу. Орієнтовно вона складає від 20 – 50 % від площі формувального відділення [4].

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання виконати проектний розрахунок плавильного відділення, скласти баланс металу по маркам, які виплавляються, обґрунтувати вибір плавильного агрегату і визначенні їх кількість, а також вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Необхідно врахувати, що спочатку розробляється технологічний процес плавки, який складається з вибору та обґрунтування обраного процесу плавки

(моно- чи дуплекс процес - для чавунів; кислий чи основний; на свіжих матеріалах; переплавом чи сплавленням для сталі; з лігатурою чи без для кольорових сплавів). Вибирається тип плавильного агрегату і визначається його ємність чи необхідна годинна продуктивність. Роботу плавильного відділення необхідно узгоджувати з роботою обслуговуємого їм формувального відділення, тому про виборі типу плавильного агрегату, в першу чергу виходять з марок сплавів, які потрібно виплавляти та ваги виготовляємих відливок.

Порядок виконання роботи

На основі даних подетальних відомостей розраховуємо масу металеві завалки для плавильних печей по кожному з виплавляємих сплавів:

$$M = \frac{100(P + L + B)}{10 - C - Y}, \quad (3.5)$$

де P, L, B – відповідно придатне литво, ливники, брак, т; C – зливи та сплески, прийняті по виробничим даним, %; Y – угар і безповоротні втрати, прийняті по виробничим даним, %.

Відносний вміст придатного литва, ливників, браку від металозавалки визначаємо за формулами:

$$n = \frac{P}{M} \cdot 100 \%, \quad (3.6)$$

$$l = \frac{L}{M} \cdot 100 \%, \quad (3.7)$$

$$b = \frac{B}{M} \%, \quad (3.8)$$

де n – вага придатного литва, т; $л$ – вага ливників, т; $б$ – вага браку, т.

Масова доля угару і безповоротних втрат, зливів та сплесків визначаємо за формулами, т:

$$Y = \frac{y}{100} \cdot M, \quad (3.9)$$

$$C = \frac{c}{100} \cdot M, \quad (3.10)$$

де y – угар, %; c – зливи та сплески, %.

Кількість рідкого металу, т:

$$Q_{pm} = M - Y, \quad (3.11)$$

Далі складається баланс металу (див. табл. 3.2, 3.3). Дані по угару та безповоротним втратам для різних чорний сплавів приймають в залежності від типу плавильного агрегату та метода плавки для визначеної маси відливків, а для кольорових сплавів, в залежності від конструкції плавильної печі та стану шихти.

Таблиця 3.2

Баланс металу сплаву

Компонент	Вміст	
	%	т
Придатне литво		
Ливники		
Брак		
Угар, безповоротні втрати		
Зливи і сплески		
Всього	100	

Таблиця 3.3

Баланс металу на 1 т придатного литва			
№ п/п	Найменування статті балансу	Сплав	
		%	т
Прибуткова частина			
1			
2			
Всього		100	
Витратна частина			
1	Придатне литво		
2	Ливники		
3	Брак		
4	Угар та безповоротні втрати		
5	Зливи та сплески		
Всього		100	

Контрольні запитання

1. Перерахуйте основні дільниці плавильного відділення?
2. В якому випадку доцільно застосування дугові електропечі при плавці чавуну?
3. Як визначити необхідну розрахункову годинну продуктивність вагранки?
4. Що забезпечує кисла футеровка печі?
5. Назвіть переваги індукційних плавильних печей?
6. Для виробництва яких відливоків необхідно передбачати печі з основною футеровкою

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ФОРМУВАЛЬНО-ЗАЛИВОЧНО- ВИБИВНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Мета роботи: – скласти відомість формувального відділення, обґрунтувати вибір автоматичних ліній і визначити їх кількість, вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Теоретичні відомості

В цьому відділенні виконують технологічно та організаційно пов'язані між собою операції формовки, збирання та заливки форм, охолодження та вибивки відливків. *Проектування формувальних відділень* заключається в розбивці заданої номенклатури на групи по масі, підборі для кожної групи економічно вигідного способу виготовлення форм та в підготовці технічної документації для прийнятого технологічного процесу. Розрахунок ведуть по відомості формувального відділення. Відливки в цехах масового та великосерійного виробництва, як правило, виготовляють у формах, що виготовлені по-сирому методом комбінованого ущільнення з використанням єдиних піщано-глинистих сумішей на автоматичних та комплексно-механізованих формувальних лініях з застосуванням автоматичних засобів заливки рідкого металу.

В ливарних цехах дрібносерійного та одиничного виробництва виготовлення мілких відливків передбачають по-сирому з використанням бентонітових сумішей на формувальних машинах з комбінованими способами ущільнення.

Для відливок масою більше 50 кг необхідно передбачати застосування облицювальних сумішей. Для виготовлення форм при отриманні відливків підвищеної точності масою більше 100 кг в умовах мілкосерійного та одиничного виробництва, рекомендовано використовувати холодно-твердіючі суміші. Поточне виготовлення середніх та великих відливків для серійного виробництва варто передбачати в формах з використанням пластичних самотвердіючих сумішей, а також в ПГС, які швидко сохнуть з органічними сполучними чи CO_2 процесу в потоці на струшуючих машинах з підпресовкою чи пісcomedами.

Для виготовлення великих та важких відливків можна застосовувати також РСС. Ливарні форми підрозділяють на об'ємні, (піщаноглинисті, самотвердіючі) та оболонкові.

При литті в разові піщані форми всю номенклатуру відливків розбивають на групи по масі для кожної з яких підбирають оптимальний розмір опоки в світлі, а потім, відповідно з прийнятим технологічним процесом виготовлення відливки, в залежності від розміру опок та необхідної годинної продуктивності підбирають формувальне обладнання та транспортні пристрої для переміщення форм між окремими технологічними операціями. Формувальне відділення в масовому та крупносерійному виробництві обладнуються конвеєрними лініями з формувальними апаратами або машинами, які розміщуються по умовам планування всередині або зовні ливарних конвеєрів.

При середньо-серійному виробництві відливків середньої маси конвеєрні лінії доцільно обладнувати піскометами з карусельними столами та з вмонтованими протяжними машинами.

Кількість формувальних агрегатів для кожного окремого технологічного потоку визначають по формулі:

$$n_p = \frac{N_{\phi}}{\Phi_e t q}, \quad (4.1)$$

де N_{ϕ} - кількість форм або напівформ для виконання річної програми цеху; Φ_e - ефективний річний фонд часу роботи формувальних установок; t - втрати часу на зміну модельних плит та обладнання; q - продуктивність формувальної установ.

При двозмінному режимі роботи t приймають рівним 0. При трьохзмінному режимі t складає 1 - 1,5 % від ефективного річного фонду часу [5].

Прийнята в проекті кількість обладнання:

$$n_{poz} = \frac{n_p}{K_e}, \quad (4.2)$$

При цьому K_e - 0,7 - 0,8 для автоматичних ліній та 0,7 - 0,85 для формувальних машин [1]. Необхідна кількість пісcomетів для формувальної дільниці визначається за формулою:

$$n_p = \frac{N_\phi V_\phi}{q k_y}, \quad (4.3)$$

де N_ϕ - річна кількість форм на виконання річної програми; V_ϕ - об'єм форм, який визначається за внутрішніми розмірами опок, мінус об'єм рідкого металу та стержнів; q - продуктивність пісcomета за ущільненою сумішшю; k_y - коефіцієнт, який враховує час необхідний на встановлення та знімання опок, який залежить від розміру опок, часу на встановлення каркасу та продуктивності пісcomету (1,02 - 1,05) [5].

При проектуванні усіх технологічних операцій формувально-заливно-вибивального відділення на комплексно-механізованих або автоматичних лініях, їх необхідну кількість встановлюють за типовою методикою:

$$n_p = \frac{N_\phi}{\Phi_e q} \quad (4.4)$$

4.1. Особливості проектування формувально-заливно-вибивальних відділень цехів крупносерійного та масового виробництва

Для таких цехів характерний поточний метод формовки, тобто виконання усіх технологічних операцій на автоматичних лініях або ливарних конвеєрах.

Автоматичну лінію варто встановлювати лише в тих випадках, коли забезпечується її завантаженість.

Як правило, автоматичні лінії розміщують по одній в кожному прольоті будівлі цеху. Автоматичні лінії випускаються оздоблені сумішоприготувальними комплексами та автоматичними заливальними пристроями. Автомати та формувальні машини підбирають за розмірами опоки в світлі та з урахуванням необхідної годинної продуктивності. Для масового виробництва, як правило, використовують прохідні автомати. Для великосерійного та серійного - автомати карусельного типу.

При встановленні в цеху формувальних машин, вони можуть розміщуватись відносно ливарного конвеєра

- 1 Між гілками ливарного конвеєра. При такому способі установки економиться площа ливарного цеху, але ускладнюється доступ для ремонту.
- 2 Встановлення поза гілок ливарного конвеєра. Переваги та недоліки протилежні попереднім.
- 3 Комбінований (поза гілок та поміж них).

Машини верху та низу вздовж ливарного конвеєра, в свою чергу можуть розміщуватись попарно або груповим способом.

Попарний спосіб розміщення використовується при умові того, що на конвеєрі виробляють відливки декількох найменувань. Загальна продуктивність машин при попарному розміщенні на 20 % нижче ніж при груповому [2]. Груповий метод розміщення застосовується, коли на конвеєрі іде виготовлення одного найменування відливки, тобто в масовому виробництві. Цей метод дозволяє скоротити довжину формувальної ділянки або при тій самій довжині встановити більшу кількість формувальних машин, а відповідно збільшити продуктивність. До недоліків такого метода відноситься важка ідентифікація браку.

В формувальному відділенні може бути прийнятий паралельний або послідовний режим роботи. При послідовному режимі з машинною формовкою форми під заливку можуть накопичуватись або на плацу, тоді необхідний

розрахунок кількості робочих місць, або на роликів конвеєрах-накопичувачах, довжина яких розраховується в залежності від довжини та кількості заливочних робочих місць.

При паралельному режимі роботи, зв'язок між окремими технологічними операціями у відділенні здійснюється конвеєрним транспортом. Частіше візкового типу, рідше підвісного або пульсуючого типу.

При проектуванні технологічного процесу виготовлення відливків на ливарному конвеєрі, обирають тип конвеєра та після розрахунку його довжини визначають модель.

Кількість ливарних конвеєрів одного типу визначається за формулою:

$$n_k = \frac{N_\phi}{\Pi_k}, \quad (4.5)$$

де N_ϕ - кількість форм заданого типорозміру для виконання річної програми;

Π_k - пропускна здатність ливарного конвеєра;

$$n_p = \frac{60 \Phi_e V_k n_\phi n_\epsilon \eta}{\sum L_k}, \quad (4.6)$$

де Φ_e - ефективний річний фонд часу роботи ливарного конвеєра; V_k - швидкість конвеєра, м/хв; n_ϵ - кількість візків або підвісок конвеєра; n_ϕ - кількість ливарних форм, які встановлюються на візку; η - коефіцієнт заповнення візків формами (0,8) [3]; $\sum L_k$ - сумарна довжина ливарного конвеєра.

Необхідна швидкість ливарного конвеєра визначається за формулою:

$$V_k = \frac{q a}{60 n_\phi \eta}, \quad (4.7)$$

де q - годинна продуктивність ливарного конвеєра, ф/год; a - крок ливарного конвеєра; n_{ϕ} - кількість форм, які встановлюються на 1 візок; η - коефіцієнт заповнення візків формами;

Швидкість ливарного конвеєра складає від 10 до 0,5 м/хв. При цьому при швидкості конвеєра >5 м/хв, конвеєр повинен обладнуватись рухомим тротуаром на заливальній ділянці конвеєра [2].

Сумарна довжина ливарного конвеєра:

$$\sum L_k = L_{\phi} + L_3 + L_{ox} + L_{\theta} \quad (4.8)$$

Довжина формувальної ділянки:

$$L_{\phi} = n \cdot l + L_n, \quad (4.9)$$

де n - кількість машин, встановлених біля ливарного конвеєра; l - відстань між допускаємими осями машин; L_n - довжина ділянки простановки стержнів;

$$L_n = V_k \cdot t_n, \quad (4.10)$$

де t_n - час простановки стержнів для форм найбільшої складності; Довжина заливальної ділянки ливарного конвеєра:

$$L_3 = t_p \cdot m \cdot V_k, \quad (4.11)$$

де t_p - час розливки одного ковша; m - кількість одночасно працюючих на розливці ковшів.

Довжина заливочної ділянки складає від 8 до 12 м.

Довжина ділянки охолодження:

$$L_{ox} = V_K \cdot t_0 , \quad (4.12)$$

де t_0 - час охолодження відливка до температури вибивки.

Довжина ділянки вибивки:

$$L_{виб} = n \cdot l , \quad (4.13)$$

де n - кількість вибивних решіток, які встановлені біля конвеєра; l - довжина вибивної решітки з врахуванням припустимої відстані між ними;

Коефіцієнт використання ливарного конвеєра визначається:

$$K_{\epsilon} = \frac{\Pi_K}{\Pi_M} , \quad (4.14)$$

де Π_K - пропускна здатність ливарного конвеєра; Π_M - річна продуктивність формувальних машин, які встановлені біля ливарного конвеєра:

$$\Pi_M = n \cdot q \cdot \Phi_e , \quad (4.15)$$

де n – число пар машин; q - продуктивність однієї пари машин.

4.2 Особливості проектування формувальних відділень цехів дрібносерійного та одиничного виробництва

Виготовлення форм великого та важкого литва, як правило, виконується на плацу з застосуванням пісcomетів різної потужності. Для розрахунку необхідної площі відділення плацової формовки підраховують площу окремих робочих місць на площадках формовки та заливки.

На ділянці формовки повинні відводитись площі: для виготовлення форм на плацу; для їх підсушування; для вибивки залитих форм і для зберігання запасу

моделей. На дільниці заливки форм в свою чергу виділяються: збиральна дільниця, заливочна дільниця, а також дільниця охолодження залитих форм.

Площі всіх вказаних дільниць визначають виходячи з розмірів опок, які використовуються, та необхідних проходів між ними. Для збирання форм, плац обладнують підйомно-транспортними механізмами, а саме мостовими та консольними кранами. При виготовленні виливків в сухих формах в формувальному відділенні передбачається обладнання для теплової сушки. Підсушування великих форм здійснюють за допомогою переносних сушильних агрегатів, кількість яких встановлюється виходячи з розрахунку: 1 агрегат на $4 - 6 \text{ м}^2$ площі форм.

Для сушки форм (табл. 4.1) в умовах дрібносерійного та одиничного виробництва застосовуються камерні сушила з вискотними візками, які працюють на природному газі або на мазуті.

Таблиця 4.1

Рекомендована тривалість сушки форм, год [6].

Розміри опок, мм	Для чавунного та	Для сталевих литва
500×400×250	4 - 6	6 - 8
1000×800×400	6 - 8	8 - 12
3000×2000×500	8 - 12	12 - 16
5000×3000×700	12 - 24	16 - 24
≥ 5000×3000×700	24 - 36	24 - 36

Необхідна кількість камерних сушил визначається за формулою:

$$n = \frac{V_{\phi} t_{\text{ц}} k_n}{\Phi_e V_c \eta}, \quad (4.16)$$

де V_{ϕ} - об'єм форм, які повинні бути просушені протягом року, м^3 ; $t_{\text{ц}}$ - час циклу сушки, з врахуванням часу завантаження та розвантаження; V_c - внутрішній об'єм камерного сушила; η - коефіцієнт використання об'єму камерного сушила (0,15 - 0,30) [1];

При виготовленні форм на поточних лініях підсушку форм здійснюють в прохідних сушилах, які працюють в робочому режимі всієї лінії.

В залежності від циклу оборотності, розраховується парк опок. Для умов масового та багатосерійного виробництва з застосуванням автоматичних ліній розрахунковий парк опок складає:

$$N_0 = (1,25 \dots 1,3) N_{\phi} \cdot t_0, \quad (4.17)$$

де 1,25 - 1,3 – коефіцієнт, який враховує резерв та ремонтну частину парку опок; зазвичай приймають 15 % на ремонт та 15 % на резерв [4]; N_{ϕ} - кількість виготовлення форм за годину; t_0 - цикл обертання опок.

Тривалість циклу обертання приймають для форм металоємністю до 20 кг рідкого металу – 40 - 90 хв; для більш важких – від 2 до 4 год [2].

В залежності від типу плавильної печі, її місткості, марки металу, маси відливків та режиму роботи цеху підбирають тип, місткість та визначають парк розливочних ковшів.

При розливці чавуну у великі форми застосовують конічні поворотні ковші. При транспортуванні чавуну на великі відстані використовуються барабанні ковші місткістю до 2 т.

Для виготовлення чавунних виливків масою до 1 т рекомендується застосування чайникові ковші. Для розливки сталі застосовують конічні стопорні або чайникові ковші. Для розливки кольорових металів – поворотні (конічні або барабанні) або чайникові ковші.

При масовому виготовленні дрібних та середніх виливків випуск металу з печі здійснюється в роздавальний ківш, місткість якого визначається місткістю плавильної печі, а потім на стендах конвеєра метал переливають в розливочні ковші (табл. 4.2), якими і заливається безпосередньо у форму.

Кількість ковшів, які одночасно знаходяться у роботі (n_p):

$$n_p = \frac{N_p K_n}{\Phi_e n_\phi n_0}, \quad (4.18)$$

де N_p - річна кількість форм, які мають бути залиті для виконання програми цеху з урахуванням браку; K_n - коефіцієнт нерівномірності; n_0 - кількість обертів ковша за годину, яка визначається виходячи з тривалості оберту 1 ковша, яка складає для ковшів місткістю 150 – 200 кг – 10 хв.; 200 - 250 кг – 15 хв.; вище 500 кг – 20 хв [5]; n_ϕ - кількість форм, яка заливаються з одного ковша.

Для визначення необхідного парку ковшів в ливарному цеху, отриману розрахункову кількість ковшів, які одночасно знаходяться у роботі, збільшують на 15 % на ремонт та 15 % на резерв.

Таблиця 4.2

Дані по вибору місткості заливочних ковшів [3]

Середня маса рідкого металу в формі, кг	Середнє число форм, які заливаються з одного ковша	Місткість ковша
10	18 - 20	150 - 200
15	14 - 18	200 - 250
25	8 - 10	200 - 250
100	5 - 6	500 - 600

При конвеєрній заливці форм, чи при виконанні цієї операції на автоматичних лініях, відливки до вибивання з опок охолоджуються безпосередньо на вказаних агрегатах, в розрахунковій довжині яких врахований час необхідний на охолодження відливків. При великій металоємності форм, коли потрібен значний час для охолодження відливок, в заливочному відділенні передбачають додаткові площі, розміри яких визначають виходячи з існуючих норм витримки відливків у формі після заливки до вибивки.

Вибивку відливків з опок, а також частково стержнів з відливків здійснюють різними вибивними пристроями: ексцентриковими, інерційними та інерційно-ударними решітками. Установки для вибивки великих форм

представляють собою блок, що складається з 4, 6, або 8 серійних вибивних решіток, які встановлюються на загальній фундаментній рамі.

В автоматичних та комплексно-механізованих лініях вибивні пристрої вбудовуються в потік. В цьому випадку використовуються провальні інерційні та провальні з видавлюванням кома пуансоном прохідні вибивні пристрої.

При виготовленні та заливці форм на плацу, при виготовленні форм на машинах з наступною сушкою та заливкою на плацу, корисна площа формувального відділення визначається за кількістю та розміром робочих місць для виготовлення та заливки форм. В механізованих ливарних цехах, площі формувальних відділень не розраховують, а визначають плануванням обладнання, враховуючи норми проектування.

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання виконати проектний розрахунок формувально-заливочно-вибивного відділення, скласти програму відділення, обґрунтувати вибір автоматичних або комплексно-механізованих ліній і визначити їх кількість, а також вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Порядок виконання роботи

Необхідно провести розрахунки програми формувально-заливочно-вибивного відділення точним методом. Данні розрахунків занести в табл. 4.3. Обґрунтувати вибір і визначити кількість основного та допоміжного обладнання за формулами 4.1 -4.18.

Таблиця 4.3

Програма формувально-заливочно-вибивного відділення

[illegible]

Контрольні запитання

1. В чому заключається проектування формувальних відділень?
2. При яких умовах мілкосерійного та одиничного виробництва рекомендовано використовувати холодно-твердіючі суміші?
3. Як визначити кількість формувальних агрегатів для кожного окремого технологічного потоку?
4. При яких умовах використовується попарний спосіб розміщення формувальних машин?
5. В залежності від чого розраховується парк опок?
6. Як визначити кількість ковшів, які одночасно знаходяться у роботі?

ПРАКТИЧНА РАБОТА № 5

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК СТЕРЖНЬОВОГО ВІДДІЛЕННЯ

Мета роботи: – скласти відомість стержньового відділення, обґрунтувати вибір стержньових автоматів і визначити їх кількість, вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Теоретичні відомості

Проектний розрахунок стержньового відділення полягає в виборі технологічного процесу виготовлення стержнів, та в розрахунку потрібної кількості стержньових машин, сушильних агрегатів, зачисних верстатів. При цьому складають розрахункову відомість стержньового відділення.

Якщо в завданні на проектування не приводяться відомості щодо кількості та маси стержнів для кожної виливки, або приведених даних недостатньо, - стержньове відділення проектується за нормами розрахункового числа стержнів, та об'єму стержньової суміші на 1 т придатного литва.

Стержні, які виготовляються у проектуємому відділенні, різноманітні за багатьма параметрами, тому їх класифікують за розмірами, конфігурації, масою (табл. 5.1), методом виготовлення, та складу стержньової суміші. Це дає можливість об'єднати їх в групи для організації технологічних потоків з раціональним процесом виготовлення на типовому обладнанні.

Технологічні процеси виготовлення стержнів, які застосовуються в ливарних цехах, в залежності від метода їх скріплення підрозділяють на 3 групи:

1. З застосуванням нагріву (виготовлення стержнів в гарячих ящиках; виготовлення з короткочасним сушінням та з довготривалою сушкою).
2. З обробленням зовнішніми реагентами (з продувкою вуглекислим газом або з застосуванням каталізаторів).
3. З твердінням в атмосфері цеху в ящику (з використанням ХТС та РСС).

Таблиця 5.1

Класифікація стержнів за об'ємом і вагою [5]

Групи стержнів	Об'єм, дм ³		Маса, кг		Габаритні розміри, мм	
	Масове та великосерійне виробництво	Дрібносерійне та одиничне виробництво	Масове та великосерійне виробництво	Дрібносерійне та одиничне виробництво	Масове та великосерійне виробництво	Дрібносерійне та одиничне виробництво
Дрібні	до 3	до 24	до 6	до 40	350×250×100	600×450×220
Середні	3 - 15	24 - 150	6 - 25	40 - 250	550×450×170	110×700×450
Великі	> 15	> 150	> 25	> 250	600×450×220 і більше	1300×900×500 і більше

5.1. Особливості проектування стержньових відділень в цехах масового та крупносерійного виробництва

Загальні положення:

- найбільш перспективним є процес виготовлення стержнів за гарячими ящиками;
- рекомендується встановлювати лінії, які включають не тільки виготовлення стержнів, але і їх очищення, збирання, фарбування та сушку;
- необхідно зводити до мінімуму кількість типів стержньових машин;

- при використанні швидкосохнучих сумішей рекомендується застосовувати конвеєри, горизонтальні та вертикальні сушила;
- склад стержнів варто організовувати на підвісних штовхаючих конвеєрах або на етажерках з автоштабелерами;

Для цехів масового виробництва, як правило, організовують одне централізоване стержньове відділення, яке забезпечують сумішоприготувальним обладнанням.

Обладнання для проектуемого стержньового відділення вибирають згідно прийнятому технологічному процесу з урахуванням характеру виробництва виливків. В умовах масового та крупносерійного виробництва, коли трудомісткість виготовлення стержнів досягає 30 – 40 % від загальної трудомісткості виготовлення відливків, в стержньових відділеннях треба застосовувати високопродуктивне багатопозиційне автоматизоване технологічне обладнання на основі піскодувних та піскодувно-піскострільних автоматів та напівавтоматів.

В ливарних цехах дрібносерійного та одиничного виробництва застосовують універсальне обладнання, придатне для виготовлення більш широкої номенклатури стержнів ніж в умовах масового та великосерійного виробництва. Для вказаних умов рекомендується застосовувати пневматичні струшувальні з перекидним столом стержневі машини; напівавтоматичні піскодувні машини; стаціонарні рухомі та підвісні пісcomedети; шнекові змішувачі для виготовлення стержнів з РСС та інше.

Кількість обладнання для стержньового відділення розраховують по формулам, які аналогічні формулам для розрахунку обладнання формувального відділення.

Кількість однотипних стержньових машин для технологічного потоку:

$$n_p = \frac{N_c K_n}{(\Phi_e - t) q}, \quad (5.1)$$

де N_C – річна кількість стержньових ящиків на виконання програми за цією масовою групою стержнів; K_H – коефіцієнт нерівномірності роботи стержньових машин та споживання стержнів; Φ_e – ефективний річний фонд роботи стержньових машин; t – витрати часу на переналагодження машин для виготовлення стержнів іншого найменування:

$$t = k \cdot t_{cp} \cdot m, \quad (5.2)$$

де k – кількість найменувань стержнів, що закріплені за стрижневою машиною; t_{cp} – середній час одного переналагодження; q – паспортна продуктивність стержньової машини, ящ./рік;

Якщо відома не паспортна, а фактична продуктивність, час втрат на переналагодження не враховується.

Прийнята в проекті кількість однотипних стержньових машин:

$$n_n = \frac{n_p}{K_e} \quad 0,7 < K_e < 0,8 \quad (5.3)$$

K_e для обладнання відділень та ділянок, які обслуговують формувально-заливо-вибивне відділення не повинен перевищувати K_e формувального обладнання, за виключенням K_e плавильного обладнання. В стержньових відділеннях використовують велику кількість допоміжного обладнання: кантувачі стержньових ящиків та сушильних плит, сушильні плити, шліфувальні станки; установки для продувки стержнів вуглекислим газом, фарбомішалки, установки для фарбування стержнів, столи для обробки та збирання стержнів; стелажі для зберігання стержнів.

На території стержньового відділення розміщують наступні допоміжні відділення:

- каркасне;

- установка для виготовлення вуглекислоти або розчину рідкого скла;
- склади стержнів та стержнєвої оснастки;

У випадку, якщо при виготовленні стержнів використовуються литі каркаси, цю ділянку розміщують на території формувального відділення. При використанні дротових каркасів, на цій ділянці повинні бути машини для рихтування, різання, згинання дроту.

Площа зайнята каркасною ділянкою у цехах з випуском 10 - 20 тис. т придатного литва на рік складає $15 - 25 \text{ м}^2$; 20 - 50 тис. т – $20 - 120 \text{ м}^2$. Необхідна площа для встановлення однієї установки для отримання CO_2 – 60 м^2 . У випадку розміщення двох установок – вони займають 108 м^2 [6].

Площа складів для зберігання стержнєвої оснастки складають 8 - 12 % від площі стержнєвого відділення (табл. 5.2). Організація складів готових стержнів визначається характером виробництва в ливарному цеху. Склади готових стержнів бувають рухомі (на підвісних конвеєрах) та стаціонарні (великі стержні зберігають на підлозі, дрібні – на стелажах).

Взагалі площа складів готових стержнів складає 10 – 15 % від площі стержнєвого відділення [2].

Кількість кранів в стержнєвому відділенні визначається за нормою краногодин в залежності від ваги відливка (табл. 5.3).

Для визначення необхідної кількості сушильних печей, стержні розподіляють по сушилам з врахуванням необхідного циклу сушки стержнів, та типорозміру прийнятої печі.

Підсушка стержнів передбачається в прохідному сушилі після склеювання протягом 30 хв при температурі $250 - 280^\circ\text{C}$, та після фарбування сухих стержнів водною фарбою протягом 15 - 30 хв при температурі $250 - 280^\circ\text{C}$ [5].

Визначивши річну кількість стержнів, габаритні розміри сушильних плит та їх площу з урахуванням раціонального розміщення на плиті (заповнивши відомість стержнєвого відділення), визначають необхідну кількість сушил:

Таблиця 5.2

Норми запасу стержнів та площі складів для їх зберігання [3]

Група стержнів	Спосіб зберігання	Норма зберігання в календарних днях для виробництва			Норма напруженості корисної площі, т/м ²		Коефіцієнт використання корисної площі	
		масового	серійного	одиночного	мала механізації	велика механізації	мала механізації	велика механізації
Великі	На підлозі	0,5 - 1	1 - 1,5	1,5 - 2	1,5 - 2	2 - 2,5	0,3 - 0,4	0,35 - 0,45
Середні та дрібні	На етажерках та стелажах	0,2 - 1	1,5 - 2	2 - 2,5	1 - 1,5	1,5 - 2	0,35 - 0,4	0,4 - 0,45
	На підвісних штовхаючі	0,2 - 1	-	-	-	1 - 1,5	-	0,4 - 0,45

Таблиця 5.3

Норми краногодин [5]

Вага відливка, кг	50 - 250	100 - 500	100 - 1000	500 - 1000	1000 - 2000	1000 - 5000	> 5000
Норма краногодин	0,55 - 0,8	0,65 - 0,85	0,7 - 0,9	0,75 - 0,9	0,8 - 1,1	1 - 1,2	0,9 - 1,1

$$\text{конвеєрних} \quad n = \frac{S t l K_n}{S_n N \Phi_e L_K \eta}, \quad (5.4)$$

$$\text{камерних} \quad n = \frac{V_{cm} t K_m}{V_c \Phi_e \eta}, \quad (5.5)$$

де S – площа сушильних плит, необхідна для виконання річної програми, м²; t – тривалість циклу сушки, год (табл. 5.4); l – відстань між етажерками, м; K_n – коефіцієнт нерівномірності роботи сушил та споживання стержнів; S_n – площа одної полиці етажерки, м²; N_n – кількість полиць на етажерці; L_k – довжина конвеєра в зоні сушіння; η – коефіцієнт заповнення полиць етажерки (для конвеєрних 0,6 - 0,8) або коефіцієнт заповнення об'єму камерного сушила (див

табл.5.2); V_{cm} – річний об’єм стержнів, що підлягають сушінню з урахуванням браку відливків та пошкодження стержнів; V_c – об’єм сушила, м³.

При визначенні площі стержньового відділення керуються наступними положеннями:

1. При розрахунку за укрупненими показниками площу відділення приймають в залежності від кількості робочих місць. При цьому на одне робоче місце виділяють для дрібних, середніх та великих стержнів відповідно 6, 8 та 12 м².
2. При отриманні особливо складних виливків в ливарних цехах автомобільних та тракторних заводів площа стержньового відділення складає від 70 – 100 % від площі формувального відділення.
3. В ливарних цехах транспортного машинобудування площа стержньового відділення складає 30 – 60 % від площі формувального.
4. При виробництві відливків масою більше ніж 100 кг з використанням великих стержнів площа стержньового відділення 70 % від формувального.

Таблиця 5.4

Норми тривалості циклу сушки стержнів [5]

Група стержнів за об’ємом, дм ³	Максимальна температура сушки, °C	Повний цикл сушки без врахування завантаження та	Коефіцієнт заповнення об’єму сушила
ПГС			
Дрібні до 6	320 - 350	2,5 - 3	0,06
Дрібні 6 - 24	320 - 350	3 - 4	0,08
Середні 24 - 150	350 - 380	5 - 7	0,12
Великі 150 - 600	350 - 380	7 - 9	0,14
Великі > 600	350 - 380	10 - 12	0,14
Суміші на органічних зв’язуючих			
Дрібні до 6	220 - 250	2 - 2,5	0,06
Дрібні 6 - 24	220 - 280	2,5 - 3,5	0,08
Середні 24 - 150	220 - 300	4 - 5	0,12
Великі 150 - 600	220 - 330	5 - 7	0,14
Великі > 600	220 - 350	8 - 10	0,14
РСС			
Дрібні до 6	220 - 250	3 - 4	0,06
Дрібні 6 - 24	220 - 250	4 - 5	0,08
Середні 24 - 150	250 - 300	5 - 6	0,12
Великі 150 - 600	250 - 300	6 - 8	0,14
Великі > 600	250 - 300	8 - 10	0,14

5. Для механізованих ливарних цехів площі стержньового відділення визначають компоновкою обладнання та плануванням робочих місць, а також встановленням транспортних засобів, з урахуванням площі допоміжних ділянок, а також складських, службових приміщень, проходів та проїздів.
6. Площі допоміжних ділянок приймають за укрупненими середньогалузевим показниками.

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання виконати проектний розрахунок стержньового відділення, скласти програму відділення, обґрунтувати вибір стержньових автоматів і визначити їх кількість, а також в вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Порядок виконання роботи

Необхідно провести розрахунки програми стержньового відділення точним методом. Данні розрахунків занести в табл. 5.5. Обґрунтувати вибір і визначити кількість основного та допоміжного обладнання за формулами 5.1 - 5.5.

Таблиця 5.5

Програма стержньового відділення

	Порядковий номер відливка	Очистить таблицу	Подготовка к печати
Вихідні данні			
	Кількість стержнів у групі, штук	Річний випуск відливок, штук	Кількість стержнів на один відливок, штук
			Відсоток брака стержнів, %
	Маса одного стержня, кг	Кількість стержнів у стержневому ящику, шт	Площа сушильної плити, м²
	Кількість стержнів на одній плиті, штук		
Кількість стержнів, штук			
	на річний випуск	на покриття браку в стержневому відділенні	всього на рік
	Маса стержнів річного виготовлення, кг	Річна кількість стержневих ящиків, штук	Кількість сушильних плит на рік, штук
			Річна площа сушильних плит, м²

Контрольні запитання

1. В чому полягає проектний розрахунок стержньового відділення?
2. Як підрозділяють технологічні процеси виготовлення стержнів в залежності від метода їх скріплення?
3. Як визначити кількість стержньових агрегатів для технологічного потоку?
4. Які допоміжні відділення розміщують на території стержньового відділення?
5. Якими положеннями керуються при визначенні площі стержньового відділення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК СУМІШОПРИГОТУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Мета роботи: — скласти відомість сумішоприготувального відділення, обґрунтувати вибір сумішоприготувального обладнання і визначити його кількість, вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Теоретичні відомості

До складу сумішоприготувального відділення входить:

1. Дільниця для підготовки свіжих формувальних та стержньових сумішей.
2. Дільниця регенерації відпрацьованої формувальної суміші.
3. Ємності для зберігання горілої та свіжої формувальної суміші.

Формувальні та стержньові суміші є основними компонентами технологічного процесу виготовлення відливків в разових ПГФ. Властивості та склад сумішей обирають в залежності від технології виготовлення форми, стержнів, від роду металу, від конфігурації та маси відливків.

6.1. Формувальні суміші

Формувальні суміші поділяють на 3 групи:

I група: сирі глинисті суміші малої міцності, які досягають кінцевої міцності на моделі в процесі формування після механічної дії та не підлягають якій-небудь тепловій або хімічній дії. Область застосування: виливки до 100 кг (інколи до 250 кг) [6].

II група: зміцнювані суміші середньої міцності, які досягають початкової міцності на моделі в процесі формування та кінцевої міцності після вилучення моделі, завдяки тепловій обробці. До цієї групи відносять глинисті сухі та швидкоотвердіючі суміші з додаванням різних сполучних, які скорочують час на підсушування форм. Область застосування: відливки масою до 250 кг (інколи дрібніші). Такі суміші застосовують досить рідко, по причині тривалого циклу теплового зміцнення та погіршення при цьому геометрії форми.

Розрізняють сухі суміші – коли форма висушується повністю (для виготовлення відливків масою до 250 кг, та ті, які підсушуються – коли підсушується поверхневий шар 20 - 30 мм (відливки вагою 250 - 2000 кг) [7].

III група: самотвердіючі суміші високої міцності, які досягають достатньої для збереження точного відбитка на моделі міцності, в результаті хімічного процесу твердіння. В залежності від вихідного стану ці суміші поділяють на рідкі самотвердіючі (РСС), пластичні самотвердіючі (ПСС), суміші для CO_2 процесу та холодноотвердіючі (ХТС). Область застосування цих сумішей така ж сама, що і для зміцнюваних тепловою сушкою глинистих сумішей середньої міцності. Ці суміші інтенсивно витісняють сухі глинисті суміші при виробництві середніх та великих відливків, для яких потрібні форми підвищеної міцності.

Формувальні суміші в залежності від призначення поділяють на облицювальні, наповнювальні та єдині (табл. 6.1).

До облицювальних суміші, які безпосередньо контактують з розплавленим металом пред'являються найбільш суворі вимоги. В умовах масового та великосерійного виробництва облицювальну та наповнювальну суміші, як правило, замінюють на єдину.

Таблиця 6.1

Приблизні рецепти і властивості вологих формувальних сумішей [7]

Суміші та їх призначення	Кількість в % по масі				Основні властивості		
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок	Глина (бентоніт)	Інші	Вологість %	Газопроникність, од.	Межа міцності при стисканні, г·с/см ²
Чавунне литво							
Єдина	85 - 90	10 - 5	3 (1 - 0,5)	1% сульфитної барди, 0,5% вугілля	4 - 5	70 - 80	0,4 - 0,6
Облицювальна	50 - 60	40 - 30	6,5 - 5 (2 - 1,5)	2% СБ 3% вугілля	4,5 - 5	80 - 100	0,5 - 0,6
Наповнювальна	96 - 98	3 - 1,5	1 - 0,5	-	5 - 5,5	60	0,3 - 0,4
Єдина з підвищеною міцністю	93 - 96	3,5 - 2	(2 - 1,5)	1 % вугілля; 0,1 % крахмаліт	3 - 3,5	120 - 150	1,5 - 1,7
Кольорове литво							
Єдина алюмінієва	82 - 87	10 - 5	10 - 8	-	4,5 - 5	20	0,3 - 0,5
Єдина бронзова	80 - 85	10 - 5	12 - 8	1,5 % вугілля	4,5 - 5	30	0,3 - 0,5

Примітка: суміші для сталевих литва відрізняються відсутністю вугільної добавки та високою якістю кварцового піску. В цих сумішах необхідно використовувати бентоніт замість глини.

Застосування сирих піщано-глинистих сумішей забезпечує найбільш високу продуктивність та високу точність відбитка. Основні компоненти глинистих сумішей: оборотна суміш, кварцовий пісок, сполучні (бентоніти або формувальні глини).

Зміцнювані суміші середньої міцності поділяють на облицювальні та наповнювальні.

Сирі глинисті та зміцнювальні суміші середньої міцності можна транспортувати стрічковими конвеєрами на великі відстані до місць виготовлення форм, тобто виготовляти суміші в централізованому сумішоприготувальному відділенні.

Самотвердіючі суміші (РСС та ХТС) не забезпечують високої продуктивності по причині тривалого процесу хімічного зміцнення. Однак при цьому забезпечують високу міцність форм, точний відбиток моделі та якісну поверхню відливка.

Основні компоненти таких сумішей: регенована або оборотна суміш, кварцовий пісок, хімічне сполучне (рідке скло, синтетичні смоли) та каталізатор хімічного процесу твердіння.

Рідкі самотвердіючі суміші фактично не потребують ущільнення. РСС, та суміші для CO_2 - процесу ущільнюють, як і вологі піщаноглинисті, на формувальних машинах або пісcomedами. ХТС ущільнюють за рахунок вібрації на вібростендах.

Недоліком форм з використанням в якості сполучного рідкого скла є їх надмірне ущільнення під дією теплоти заливає мого металу, що ускладнює вибивку та регенерацію суміші. Найкращим сполучним для формувальних сумішей є синтетичні смоли, які забезпечують достатню вихідну міцність форм та її розущільнення під дією тепла, які виділяється відливком при твердінні.

РСС, ХТС та РСС мають дуже малу живучість. У зв'язку з цим не можливе їх транспортування. Ці суміші готують безпосередньо на місцях виготовлення форм та стержнів. Сумішоприготувальне відділення при цьому не відділяється.

Для РСС та сумішей CO_2 - процесу застосовується базова суміш, яка готується в сумішоприготувальному відділенні, а продування вуглекислотою або змішування зі сполучним виконується безпосередньо на місці виготовлення форм.

6.2. Стержньові суміші

Стержньові суміші відрізняються більш складними умовами використання, порівняно з формувальними, тому що вся їх поверхня взаємодіє з рідким металом, а також на них здійснюється вплив високої температури та тиску.

Стержньові суміші поділяють на 2 групи (табл. 6.2)

1. Зміцнювані середньої міцності, які досягають міцності під час сушки. Це суміші на зв'язуючих, сухі та швидкосохнучі глинисті суміші. Ці суміші готують в сумішоприготувальному відділенні і транспортуються до місць виготовлення стержнів. Однак на відміну від формувальних сумішей, транспортування стержневих здійснюється не стрічковим конвеєром, а трубопровідним транспортом.

2 Самотвердіючі стержневі суміші високої міцності (аналогічні формувальним).

6.3. Визначення витрат сумішей

Загальний річний фонд споживання формувальних сумішей в масовому та великосерійному виробництві, а також для безопочної формовки визначають розрахунком, виходячи з розмірів і числа форм, які виготовляються для всієї номенклатури виливків за мінусом об'єму зайнятого виливком з ливниковою системою та стержнями.

Таблиця 6.2

Приблизні рецепти та властивості стержневих сумішей [6]

Суміші та їх призначення	Кількість, % по масі					Основні властивості		
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок	Глина	Тирса	Сполучні	Вологість, %	Газопроникність, од.	Межа міцності при стискуванні кг·с/см ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зміцнювані суміші середньої міцності для чавунного та сталевих литва								
Швидкосохнучі для дрібних виливків	-	94 - 92	3	-	2,5 - 3,5 % зв'язуючих П, ПТ, КО, 2 сульфитної барди	2 - 3	130	7 - 10
Суха для середніх та великих виливків	35 - 20	70 - 53	3 - 4	3	3 - 4 сульфитної барди	4 - 6	60	2 - 3
Суміш для CO ₂ - процесу для середніх та великих	20	65	-	3-4	4,5 - 5 рідкого скла; 1,5 їдкого натру;	2,5 - 3	120	10 - 15

Самотвердіючі суміші								
Гарячетвердіючі (гарячі ящики для дрібних та середніх виливків)	-	96	-	-	2,7 фуран. смоли; 0,5 катал.; 0,8 закис заліза	0,1	100 - 130	25 - 30
Швидкотвердіюча для дрібних виливків	-	96	-	-	2,6 фенолформфль дегідної смоли; 1,4 каталізатору	0,2	100 - 140	8 - 12

Результати розрахунків записують у відомість сумішоприготувального відділення, де по сумарній графі визначають річну витрату суміші на програму виробництва виливків в опоках даного типорозміру з урахуванням браку виливків та форм.

В усіх розрахунках приймають об'ємні маси формувальних та стержньових сумішей в неущільненому стані – 1,2 т/м³; ущільнених під високим тиском – 1,8 т/м³; РСС – 1,35 т/м³; ХТС – 1,55 т/м³ [5].

В дрібносерійному виробництві розрахунок потреби в формувальних сумішах рекомендується також проводити по прийнятому розміру та кількості прийнятих форм. При відсутності необхідних технологічних даних допускається визначення витрати формувальних сумішей на 1 т придатних виливків в залежності від їх маси (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Середні норми витрати формувальних сумішей для дрібносерійного та
одиночного виробництва [6]

Група по масі, кг	Розмір опоки, мм	Середня висота форми, мм	Середня маса придатних виливків, кг	Витрати сумішей для чавунного литва, т сумішей/т придатних виливків		
				Облицювальної	Наповнювальної	Єдиної
до 20	500×400	300	10	-	-	9,5
20 - 50	600×500	500	20	-	-	10
20 - 100	800×700	600	50	-	-	10,5
50 - 150	1000×800	600	90	3,8	5,5	9,3
50 - 250	1200×1000	800	160	3,7	5,5	9,2
100 - 1000	1600×1200	1000	400	3	4,5	7,5
500 - 1000	2000×1600	1400	700	2,9	4,4	7,3
500 - 1500	2500×1600	1400	1000	2,6	3,9	6,5
1000 - 2000	2500×2000	1400	1600	2,5	3,8	6,3
1000 - 5000	3000×2500	1800	3000	2,4	3,8	6,2

Примітки: 1 Для сталевих литва ці дані потрібно збільшити на 15 - 25% по причині збільшення висоти форми для розміщення підживлювачів.

2 Витрата надана для сумішей з об'ємною масою в ущільненому стані $1,65 \text{ т/м}^3$. Для інших сумішей її треба перераховувати по співвідношенню густин.

3 У нормах витрати сумішей не враховані витрати на просипання.

Витрата стержньових сумішей визначають за технологічною відомістю необхідних стержнів на виконання річної програми, поділяючи їх за видами сумішей. При дрібносерійному та одиничному виробництві, коли відсутні усі технологічні дані, витрата стержньових сумішей визначається за середніми нормами витрати суміші на тону годних виливків, в залежності від їх маси (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Норми витрати стержньової суміші для дрібносерійного та одиничного виробництва [3]

Група відливків по масі, кг	Маса стержнів, кг/т відливків, по масі стержнів						Витрати суміші т/т	Витрата наповнювача, т/т
	< 16	16 - 40	40 - 100	100 - 1000	> 1000	Всього		
до 20	110	18	-	-	-	128	0,128	-
20 - 100	121	97	48,5	59,5	-	325	0,313	0,012
100 - 500	95	117	250	208	-	640	0,595	0,045
500 - 1000	68	89	265	535	132	980	0,859	0,121
1000 - 2000	43	111	230	650	132	1130	0,997	0,133
2000 - 5000	20	68	250	730	340	1400	1,208	0,192
5 - 10тис	13,2	53,5	163	490	470	1190	1,007	0,183
10 - 20тис	6,4	29,5	75	436	600	1126	0,930	0,196
> 20тис	5,7	29,5	75	355	600	1070	0,885	0,185

6.4. Приготування формувальних та стержньових сумішей

Процес складається з дозування усіх компонентів, включаючи рідкі сполучні та воду, завантаження їх у змішувач та в перемішуванні для забезпечення однорідності та заданих властивостей готових сумішей. Формувальні та стержньові суміші виготовляють у змішувачах різноманітних конструкцій періодичної та безперервної дії.

Необхідна кількість змішувачів розраховується за формулою:

$$n = \frac{G_{ny} K_n}{\Phi_e q}, \quad (6.1)$$

де G_{ny} – річна кількість не ущільненої формувальної або стержнєвої суміші в м^3 для ПГС і в тонах для плакованих ЖСС, ХТС та ПСС; q – продуктивність змішувачів, $\text{м}^3/\text{год}$ (т/год);

Норму розрахункової продуктивності змішуючих бігунів приймають в залежності від технічного процесу та призначення суміші.

Необхідну кількість змішувачів в проекті приймають таким чином, щоб забезпечити їх завантаження з $K_g = 0,7 - 0,8$ [1].

Також можливий розрахунок сумішоприготувального відділення за його продуктивністю. В цьому разі задаються необхідною кількістю автоматизованих сумішоприготувальних комплексів, яка, як правило, відповідає кількості встановлених в формувально-заливо-вибивальному відділенні автоматичних формувальних ліній. Визначають необхідну розрахункову продуктивність комплексу:

$$a = \frac{G_{ny} K_n}{\Phi_e n} \quad (6.2)$$

Якщо в ливарному цеху організують єдине централізоване сумішоприготувальне відділення – $n = 1$.

Далі підбирають типовий автоматизований сумішоприготувальний комплекс з такою продуктивністю, щоб забезпечити його завантаження з $K_g = 0,7 - 0,8$ [1].

Для поліпшення якості формувальних ПГС, готова суміші з змішувачів автоматично видається та доставляється в спеціальні бункери - відстійники, в яких вилежується не менше ніж півгодини для рівномірного розподілу вологи в

оболонках піску, а потім розподіляється по бункерам, встановленим безпосередньо над формувальними або стержньовими машинами. Для розпушення суміші після виходу з бункерів - відстійників застосовують аератори.

Самотвердіючі суміші вилежуванню не підлягають.

Для подачі сипучих матеріалів (сухий пісок, суха глина, тирси) використовується, як правило, пневмотранспорт. Підготовлена оборотна суміш після регенерації транспортується стрічковими конвеєрами. Рідкі компоненти, такі як емульсії, вода, сполучні, подаються по трубопроводам. Подача готових формувальних сумішей здійснюється стрічковими конвеєрами, а стержньових – пневмотранспортом.

Дозування регенованої суміші здійснюється стрічковими дозаторами, рідких компонентів – або мірними ємностями або спеціальними насосами.

Кількість працюючих в сумішоприготувальному відділенні приймають: 1 пультовщик та 1 робочий на 2^е бігунів. При виготовленні сумішей автоматизованим способом на кожну батарею бігунів, які виготовляють формувальну суміш ще 1^{ому} додатковому робочому та допоміжний працівник на обслуговування тунелів ділянки регенерації – 1 людину на 2000 т потужності цеха в рік, та на подачу готової суміші – 1 людину на 15 - 30 тис. т/рік готової суміші [3].

У ливарних цехах великосерійного та масового виробництва формувальні та стержньові суміші виготовляють безпосередньо біля ліній по виготовленню форм та стержнів. Це технологічно необхідно для самотвердіючих сумішей, а для піщано-глинистих сумішей це дозволяє скоротити витрати на транспортування та зменшити просипи. Для кожної формувальної ділянки або АФЛ створюється своя сумішоприготувальна ділянка.

В цехах дрібносерійного та одиничного виробництва з широкою номенклатурою виробів проектують єдине центральне сумішоприготувальне відділення. Це дає можливість варіювати потужність сумішоприготувального обладнання, та отримувати різні за складом суміші в різних кількостях.

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання виконати проектний розрахунок сумішоприготувального відділення, скласти програму відділення, обґрунтувати вибір змішувачів і визначити їх кількість, а також в вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Порядок виконання роботи

Необхідно провести розрахунки програми сумішоприготувального відділення точним методом. Данні розрахунків занести в табл. 6.5 - 6.8. Обґрунтувати вибір і визначити кількість основного та допоміжного обладнання за формулами 6.1 - 6.2.

Таблиця 6.5

Програма формувального відділення

Порядковий номер відливка	Очистить таблицу	Вихідні данні						Кількість форм, штук			Необхідна кількість ущільненої формівної суміші на річний випуск, м³			
	Кількість відливков на річий випуск, штук	Кількість відливков у формі, штук	Відсоток браку форм, %	Необхідна кількість ущільненої формівної суміші на одну форму, м³										
				єдиної	облицювальної	наповнювальної	На річний випуск	На покриття браку форм	Всього на рік	єдиної	облицювальної	наповнювальної		

Таблиця 6.6

Відомість витрати формувальної суміші на рік

Річна витрата формувальної суміші в ущільненому стані V_e	Річна кількість формувальної суміші в не ущільненому стані $M_{не} = V_e \cdot 1,5$	Річна витрата формувальної суміші в ущільненому стані з урахуванням браку $M_{ге} = M_{не} \cdot 1,1$

Таблиця 6.7

Програма стержньового відділення

Порядковий номер відливка	Очистить таблицу	Вихідні данні								Кількість стержнів, штук			Маса стержнів річного виготовлення, кг	Річна кількість стержньових ящиків, штук	Кількість сушилних плит на рік, штук	Річна площа сушилних плит, м²
		Кількість стержнів у групі, штук	Річний випуск відливок, штук	Кількість стержнів на один відливок, штук	Відсоток брака стержнів, %	Маса одного стержня, кг	Кількість стержнів у стержневому ящику, шт	Площа сушилної плити, м²	Кількість стержнів на одній плиті, штук	на річний випуск	на покриття браку в стержневому відділенні	всього на рік				

Таблиця 6.8

Відомості витрати стержньової суміші на рік

Річна витрата стержньової суміші в ущільненому стані $V_{ст}$	Річна кількість стержньової суміші в не ущільненому стані $M_{не} = V_{ст} \cdot 1,55$	Річна витрата стержньової суміші в ущільненому стані з урахуванням браку $M_{ге} = M_{не} \cdot 1,1$

Контрольні запитання

1. До складу сумішоприготувального відділення входить?
2. Назвіть групи на які поділяються формувальні суміші?
3. Чому самотвердіючі суміші (РСС та ХТС) не забезпечують високої продуктивності виробництва?
4. Назвіть недолік форм з використанням в якості сполучного рідкого скла?
5. На які групи поділяють стержньові суміші?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ТЕРМООБРУБНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Мета роботи: – скласти відомість стержньового відділення, обґрунтувати вибір стержньових автоматів і визначити їх кількість, вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Теоретичні відомості

Фасонні виливки, які проходять обробку в термообрубному відділенні для організації вантажопотоків розподіляють по роду сплаву, по масі, по складності конфігурації, по точності розмірів та шорсткості поверхні.

За ступенем складності відливки поділяють на: прості, нескладні, середньої складності відкритої коробчастої та циліндричної форми, складні та особливо складні, унікальні закритої коробчастої та циліндричної форми.

За точністю відливки, які отримують в ПГС з чавуну і сталі поділяють на 3 класи.

За масою відливки поділяють на: дрібні, середні, крупні, важкі, особливо важкі.

При визначенні кількості виливків, які підлягають обробці в термообрубному відділенні, за основу приймають річну виробничу програму

ливарного цеху з врахуванням браку. Також при визначенні об'єму виробництва термообрубного відділення враховують дефектні виливки, які підлягають виправленню на спеціалізованій дільниці. Кількість дефектних чавунних та сталевих виливків, які підлягають виправленню в термообрубному відділенні приймають: для дрібних – 15 – 20 % від річного випуску; для середніх – 25 – 30 %; для складних та великих – 40 – 60 % [8].

Вибиті з ливарних форм виливки проходять повний за тривалістю цикл охолодження, після чого їх передають в термообрубне відділення, де проводять комплекс операцій, які поліпшують їх фізико-механічні властивості та надають їм товарного вигляду. *Технологічний процес обробки виливків в термообрубному відділенні* характеризується числом, послідовністю та особливостями виконання операцій, та встановлюється з врахуванням роду сплаву, габаритних розмірів, маси та конфігурації виливків.

Відливки після вибивки проходять цикл охолодження перед термообробкою (табл. 7.1). Оскільки процес природного охолодження тривалий, то в ряді випадків використовують штучне охолодження за рахунок обдування повітрям, душирування водою.

Після вибивки виливки вагою до 100 кг транспортують пластинчатим конвеєром; вагою 100 - 500 кг – підвісним конвеєром; > 500 кг – кранами [7].

Таблиця 7.1

Норми витримки виливків після вибивки [3]

Маса вилівка, кг	Норми часу на охолодження, год			
	СЧ	КЧ	Вуглецев а сталь	Легована сталь
до 8	1 - 2,5	1 - 1,2	0,8 - 1,5	1,2 - 3
9 - 20	1,2 - 3	1,2 - 1,5	1 - 2	1,5 - 4
21 - 50	1,5 - 4	1,5 - 2,2	1,2 - 3	1,8 - 5
51 - 100	2 - 5	2 - 3	1,6 - 3,7	2,4 - 6
101 - 250	3 - 7,5	3 - 4,5	2,5 - 6	3,5 - 8
251 - 500	5 - 11	-	4 - 9	10 - 14
501 - 1000	9 - 18	-	7 - 14	14 - 20
1001 - 2000	15 - 24	-	12 - 20	-
2001 - 5000	24 - 35	-	18 - 28	-
5001 - 10000	32 - 48	-	24 - 38	-
10001 - 20000	40 - 60	-	32 - 48	-
≥ 20000	48 - 72	-	36 - 60	-

Трудомісткість термообрубного відділення складає 30 – 35 % від загальної трудомісткості ливарного цеху. При цьому біля 50 % операцій виконується вручну [6].

В термообрубному відділенні виконують наступні операції:

1. Відбивка та відрізання ливників:

- а) живильники та випори від дрібних чавунних відливків відокремлюються під час їх очищення в галтувальних барабанах;
- б) від більш великих чавунних відливків – молотом в процесі вибивання форм;
- в) від дрібних сталевих, бронзових та латунних відливків ливники відрізають на кривошипних пресах або за допомогою ексцентрикових прес-кусачок;
- г) від алюмінієвих та магнієвих виливків – стрічковими пилами;
- д) живильні бобишки від відливків з сірого та ковкого чавуну, а також підживлювачі від великих сталевих, латунних та бронзових відливків з вуглецевої сталі та бронзових відливків відрізають на станках з дисковими пилами;
- е) особливо масивні підживлювачі від великих відливків вуглецевої та малолегованої сталі відрізають полум'ям газокисневих різаків, або на спеціальних пристроях механізованого різання.

2. Очищення від пригару та окалини:

- а) галтувальне очищення. Відбувається в результаті співударів та тертя виливків в процесі їх взаємного переміщення у барабані, який обертається відносно горизонтальної вісі. Галтувальні барабани прості за конструкцією, але малопродуктивні. Їх застосовують для очищення дрібних (до 60 кг) відливків простої конфігурації.
- б) дробометне очищення. Виконується потоком чавунного дробу, який спрямовується на виливок спеціальними дробометними головками. Відрізняється великою продуктивністю та гарною якістю очищення відливків, яка досягається при швидкості потоку дробу 70 - 80 м/с. Існує наступне дробометноочисне обладнання: барабани (для відливків 25 - 100 кг); столи (100 - 530 кг); камери (300 - 10000 кг) [4];

- в) дробострумінне очищення. Виконується потоком дробу, який викидається стисненим повітрям під тиском $5 - 6 \text{ кгс/см}^2$, крізь сопло спеціальних апаратів.
- г) дробометно-дробострімінне очищення. Виконується потоком чавунної дробу, який викидається одночасно дробометними головками та соплами дробострумінних апаратів. Застосовується для виливків масою від 10 до 30 т – очищення відбувається в камерах [5].
- д) вібраційне очищення. Виконується абразивом, який знаходиться разом з відливками в віброконтейнері, що має частоту коливань 1000 - 2000 на секунду. Застосовується для очищення дрібних відливок від пригару та окалини.
- ж) гідравлічне очищення. Виконується потоком води під високим тиском ($> 100 \text{ кгс/см}^2$), який спрямовується на відливу гідромоніторами. Застосовується для очищення відливок з чавуну та сталі масою від 500 кг до 100 т [4].
- з) електрогідравлічне очищення. Виконується за рахунок використання енергії високовольтних електричних розрядів, які створюються у воді між електродом та поверхнею відливки. Застосовується для чавунних відливок масою до 25 т.
- к) електрохімічне очищення. Виконується за рахунок розчинення пригару та відновлення окалини в лужному розчині під дією постійного струму. Застосовується для сталевих відливок масою до 7,5 т.
- л) газове очищення. Виконується полум'ям газокисневих пальників. Застосовується для очищення великих, важких та особливо важких сталевих та чавунних відливок.

3. Видалення стержнів з відливок.

Для деяких відливок стержні частково або повністю видаляються під час їх очищення. Важковиделяємі стержні видаляють на вібраційних установках, в дробометних, гідравлічних та електрогідравлічних камерах.

4. Обрубка.

Видалення заливів, швів та інших нерівностей на поверхні відливок, а також вирубку дефектів під заварку виконують пневмомолотками та зубилами.

5. Зачистка відливок.

Для зачистки залишків від живильників, підживлювачів та інших дрібних нерівностей на зовнішніх поверхнях застосовують спеціальні установки, які забезпечені абразивними колами. Задирки та гострі кромки видаляють на спеціальних вібраційних пристроях чи на верстатах.

6. виправлення дефектних відливків.

Поверхневі нерівності відливків виправляють спеціальними мастиками та замазками. Для виправлення пористості застосовують насичення спеціальними рідинами. Більш великі дефекти виправляють газовою та електричною заваркою.

7. Термічна обробка.

Застосовується, щоб зняти внутрішні напруження, для надання металу визначеної структури та отримання заданих фізико-механічних властивостей. Операції та режими термообробки призначають виходячи з вимог до якості відливків згідно з ТУ та виконують у термічних печах різних конструкцій.

8. Грунтовка.

Застосовується для захисту поверхні від корозії. Здійснюється густою фарбою (грунтом) в прохідних та тупикових фарбувальних камерах.

9. Контроль якості.

Розрізняють: проміжний контроль – в процесі очистки, обрубки та зачистки та кінцевий контроль – перед ґрунтовкою. Види контролю призначаються в залежності від рівня службових властивостей, які вимагаються від відливків.

Для проектуемого термообрубного відділення обладнання необхідно вибирати на основі характеристик оброблюємих відливків (сплав, маса, конфігурація, розміри) з врахуванням серійності виробництва.

Не кожний відливок в одному й тому ж ливарному цеху підлягає всім або одним і тим самим з перерахованих операцій, тому при проектуванні розглядаємих відділень доцільно для кожного відливка або групи відливків передбачити окрему послідовність технологічних операцій. Кількість відливків, які підлягають тій чи іншій технологічній операції, вказують у відомості встановленої форми.

Для виконання перерахованих операцій обирають відповідне обладнання, яке розміщують у відділенні у суворій послідовності виконання технологічних операцій, із зберіганням поточного методу обробки. Для створення поточних ліній необхідно виконувати послідовність операцій обробки відливків, яка залежить від матеріалу відливків та технологічного процесу їх отримання, а саме:

- для СЧ: відбивання ливників, очищення та видалення стержнів, очистка наждаками, обрубка, контроль якості, виправлення дефектів, фарбування, приймання;
- для КЧ: відбивання ливників, очистка і видалення стержнів, контроль якості, обнаждачування, обрубка, відпалювання, повторна очистка, правка, фарбування, приймання;
- для сталі: обрізання ливників, очистка і видалення стержнів, контроль якості, обнаждачування, обрубка, заварка дефектів, термообробка, повторна очистка, правлення, фарбування, приймання.

В ливарних цехах масового та крупносерійного виробництва чавунних та сталевих відливків масою до 500 кг, варто застосовувати найбільш продуктивне автоматизоване технологічне обладнання конвеєрного типу або безперервної дії.

В цехах дрібносерійного та одиничного виробництва чавунних та сталевих відливків (масою від 0,5 кг до 100 т) варто застосовувати універсальне обладнання періодичної дії, яке за продуктивністю поступається устаткуванню конвеєрного типу, але дозволяє обробляти відливки більш широкої номенклатури.

При проектуванні термообрубних відділень чавунно- та сталеливарних цехів, операції та режими термообробки призначають виходячи із вимог, щодо якості відливків згідно ТУ.

Для термообробки алюмінієвих відливків найчастіше приймають гартування при температурі 510 – 535 °С у воді з температурою 10 – 60 °С після витримки в печі протягом 2 - 8 годин [8]. Після гартування алюмінієві відливки проходять природне старіння протягом 4 діб.

Відливки з магнієвих сплавів, як правило, термообробці не підлягають.

Обладнання для термообробки обирають в залежності від її виду, маси та габаритних розмірів, а також від характеру виробництва. В масовому та великосерійному виробництві застосовують методичні печі (штовхаючі, конвеєрні, елеваторного та тунельного типів), а в дрібносерійному та одиничному виробництві – камерні печі періодичної дії. Розрахунок кількості однотипного обладнання необхідного для проведення фінішної обробки відливків, як і іншого технологічного обладнання термообробних відділень виконують за загальною методикою:

$$n = \frac{Q_p K_n}{\Phi_e q}, \quad (7.1)$$

де Q_p – маса або кількість відливків, які проходять обробку на обладнанні цього виду.

Продуктивність термічних печей визначають:

$$\text{- камерних: } \Pi = m/t; \quad (7.2)$$

$$\text{- прохідних з пульсуючим циклом: } \Pi = \frac{L_n m_1}{t l}, \quad (7.3)$$

$$\text{- прохідних конвеєрних: } \Pi = V_k \cdot m_2; \quad (7.4)$$

де Π – продуктивність термічної печі; m – садка печі; t – тривалість циклу термообробки; L_n – довжина печі; m_1 – маса відливків на одному піддоні; l – крок піддонів; V_k – швидкість конвеєра безперервно діючої печі; m_2 – маса відливків на одному погонному метрі довжини конвеєра печі.

Садку печі, масу або кількість відливків на одному піддоні чи на одному погонному метрі довжини конвеєра печі визначають виходячи з норм навантаження на подину печі.

Якщо відома паспортна продуктивність печі, то їх кількість визначають за загальною методикою.

Завершальною операцією в циклі виготовлення відливків є ґрунтовка, технологічний процес якої складається з підготування поверхні відливків, фарбування та сушки після фарбування. Для виконання цих операцій існують типові комплекси устаткування прохідного типу, вибір яких визначається масою відливків і потужністю дільниці.

В якості допоміжного обладнання в термообрубних відділеннях можуть застосовуватися мийні, обдувальні та сушильні камери, газові горни для попереднього нагрівання відливків перед заварювання, столи для обробки та фарбування відливків, та інше.

В механізованих ливарних цехах площі термообрубних відділень визначають компоновкою технологічного обладнання, плануванням робочих місць з урахуванням розміщення необхідного транспортного обладнання. Крім того на території цих відділень повинні бути передбачені лабораторії та пости проміжного та кінцевого контролю відливків, а також площі для спеціалізованих та складських ділянок, кладових ґрунтів та інструменту, а також деякі інші службові приміщення. При плануванні необхідно враховувати, що на відміну від інших видів обладнання, відстань від стін будівлі до тильної або бокової сторони термічної печі, повинно складати 1,2 м, а від колон - 1 м.

Найчастіше площа термообрубного відділення в чавуноливарних цехах складає 40 – 70 %, а в сталеливарних та цехах КЧ – 80 – 120 % від сумарної площі формувальньо-заливо-вибивального відділення [4].

Принцип компоновки обладнання в термообрубних відділеннях заснований на розподілі процесів обробки груп і окремих відливків за потоковими лініями.

Розміри прольотів термообрубних відділень та вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів обирають у відповідності до існуючих норм проектування (табл. 5.2).

Таблиця 7.2

Норми розмірів прольотів та вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів
термообрубних відділень [8]

Макс. вага відливки, т	Максимальна вантажопідйомність, т				Розміри прольоту, м			
	Мостових кранів		Кранбалок		Ширина прольоту	Крок колон	Висота до підкраново ї рейки	Висота до низу конструкції й перекрыття
	із стержнями	без стержнів	із стержнями	без стержнів				
до 0,5	-	-	3-5	1-3	18; 24	6;12	-	9,6;10,8
до 1	5	5	3-5	1-3	18; 24	6;12	8,15	9,6;10,8
до 2	5	5	-	-	18; 24	6;12	8,15	10,8
до 3	10	10	-	-	24	6;12	8,15	10,8
до 5	15/3	10	-	-	24	6;12	8,15	10,8
до 10	30/5	20/5	-	-	24	6;12	9,65	12,6
до 20	50/10	30/5	-	-	24	6;12	12,65	16,2
до 30	75/20	50/10	-	-	24	6;12	12,65	18
до 50	100/20	75/20	-	-	24; 30	6;12	12,65	18

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання виконати проектний розрахунок термообрубного відділення, скласти програму відділення, обґрунтувати вибір термічних печей і визначити їх кількість, а також вибрати і розрахувати кількість допоміжного обладнання.

Порядок виконання роботи

Провести розрахунки програми термообрубного відділення точним методом. Обґрунтувати вибір і визначити кількість основного та допоміжного обладнання за формулами 7.1 -7.4.

Контрольні запитання

1. Як розподіляють фасонні виливки, які проходять обробку в термообрубному відділенні?

2. Як визначається загальна площа складу?
3. Скільки складає трудомісткість термообрубного відділення від загальної трудомісткості ливарного цеху?
4. Які операції виконують в термообрубному відділенні?
5. В якості допоміжного обладнання в термообрубних відділеннях можуть застосовуватися?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ДОПОМІЖНИХ ВІДДІЛЕНЬ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ ТА ДІЛЬНИЦЬ

Мета роботи: – визначити площі і розробити планування складів шихтових і формувальних матеріалів, визначити площі складів для оснащення, стержнів, виливків, необхідності і проектування допоміжних ділянок ливарного цеху

Теоретичні відомості

Ливарні цехи споживають велику кількість різноманітних матеріалів для виготовлення форм і одержання рідких металів. Проектними завданнями для цих цехів передбачено, що необхідний для безперебійної роботи запас матеріалів зберігається на складах цеху, які розташовуються в прольотах, що прилягають до плавильного і сумішоприготувального відділень.

Крім цього, у ливарних цехах проектують склади ливарного і стержньового оснащення, стержнів, виливків. У ливарних цехах мають бути передбачені комори та лабораторії і цілий ряд допоміжних ділянок: ремонту устаткування, ковшів, позапічної обробки рідкого металу, підготовки шихти і формувальних матеріалів, підготовки оборотної суміші й деякі інші.

Для розрахунку об'ємів складів і систем механізації необхідно знати кількість матеріалів, які споживає цех. Річну витрату основних матеріалів визначають на основі підсумкових даних розрахунків металозавалки та

компонентів шихти, а також кількості і складових усіх сумішей, які застосовують у цеху.

Кількість споживаних цехом неметалічних складових шихти (флюсів, палива) визначають за середніми даними.

Витрату коксу при плавці у вагранках з холодним дуттям можна прийняти в кількості 14...16 %, а при плавці з гарячим дуттям 9...11 % маси завалки.

Витрати шамотних вогнетривких виробів приймають 40...50 кг на 1 т придатних чавунних або сталевих виливків, а високовогнетривких матеріалів для сталеливарних цехів у кількості 30...40 кг на 1 т виливків [8]. Витрати допоміжних матеріалів установлюють на підставі прийнятих нормативних даних на кожний вид виробу.

Дані про річні витраті основних і допоміжних матеріалів зводять у відомість (табл. 8.1).

Склади шихтових і формувальних матеріалів можуть бути розраховані відповідно до норм запасу цих матеріалів на складі.

Таблиця 8.1

Відомість витрат матеріалів на річний випуск

Матеріал	Витрати матеріалу за рік $Q_{\text{ош}}$, т	Термін зберігання в складі, днів	Запас на складі B , т	Насипна маса матеріалу γ , т/м ³	Об'єм матеріалу, м ³	Висота зберігання H , м	Зайнята площа, м ²

Примітка: у дану відомість послідовно вносяться шихтові матеріали, паливо, вогнетривкі, формувальні й допоміжні матеріали; для кожного матеріалу визначають підсумкові дані щодо зайнятої площі.

Загальна площа складу S_c :

$$S_c = S_T + S_3 + S_e + S_{\text{пп}}, \quad (8.1)$$

де, S_T – площа технологічних ділянок складу, яка включає площу зайняту устаткуванням, проходами і залізничними введеннями, м²; S_3 – площа засіків, м²;

S_e – площа, зайнята внутрішніми естакадами і місцями для розвантаження матеріалів, м^2 ; $S_{\text{пп}}$ – площа, зайнята пристроями для подачі матеріалів у виробництво, м^2 .

Розрахунок площі засіків складів шихтових матеріалів ведеться за формулою, м^2 :

$$S_{\text{зш}} = 1,1 \cdot (S_1 + S_2 + \dots + S_n), \quad (8.2)$$

де 1,1 – коефіцієнт збільшення розрахункової площі засіків для обліку їхнього фактичного заповнення [9]; $S_1, S_2, \dots, S_n$ – розрахункові площі засіків для відповідних компонентів шихти, м^2 .

Площі засіків для окремих компонентів шихти $S_{\text{зош}}$, м^2 :

$$S_{\text{зфм}} = \frac{Q a_1 B}{365 q H}, \quad (8.3)$$

де $Q_{\text{ош}}$ – річні витрати окремого компоненту шихти, т; T – термін зберігання в складі, днів; g – насипна маса даного матеріалу, т/м^3 ; H – висота збереження компонента шихти, м.

Для складів формувальних матеріалів площі засіків визначають за наступною формулою:

$$S_{\text{зф}} = 1,20 \dots 1,25 \cdot (S_1 + S_2 + \dots + S_n), \quad (8.4)$$

де $S_{\text{зф}}$ – сумарна площа засіків для формувальних матеріалів, м^2 ;

Інші позначення ті ж, що у формулі (8.2), але для формувальних матеріалів.

Розрахункова площа засіку для будь-якого формувального матеріалу:

$$S_{\text{зош}} = \frac{Q_{\text{ош}} T}{\Phi_e q H}, \quad (8.5)$$

де Q – річний випуск придатного литва, т; a_1 – норма витрат відповідного матеріалу на одну тонну придатного лиття, т;

Інші позначення ті ж, що й у формулі (8.3) відповідно для формувальних матеріалів.

Площа

$$S_e = m \cdot L \cdot n \quad (8.6)$$

де m – ширина місця розвантаження (при естакадному розвантаженні $m = 6 \dots 8$ м); L – довжина однієї естакади, м; n – число естакад на складі.

Площа, займана прийомними пристроями для подачі матеріалів у виробництво $S_{\text{пп}}$, складає 10...15 % корисної площі складу.

На складах варто передбачити місця для прийому і сортування матеріалів, площа яких приймається до 10 м^2 на 1000 т придатного литва. Площа на проходи і проїзди складає 10...15 % корисної площі [9].

Для цехів дрібносерійного виробництва виливків площу складів можна визначити за припустимими навантаженнями на одиницю площі:

$$S_{\text{п}} = \frac{B}{H_{\text{прип}}}, \quad (8.7)$$

де $S_{\text{п}}$ – корисна площа збереження матеріалів, м^2 ; B – норма запасу матеріалу на складі, т; $H_{\text{прип}}$ – середнє припустиме навантаження на 1 м^2 підлоги складу, т/м^2 .

Для складів шихтових матеріалів $H_{\text{прип}} = 1,5 \dots 6,0 \text{ т/м}^2$, для складів формувальних матеріалів $H_{\text{прип}} = 2,0 \dots 7,0 \text{ т/м}^2$ [10].

Площі складів стержнів, виливків, моделей, опок і стержньових шухляд розраховуються, відповідно до норм.

Корисна площа для збереження добового запасу сухих стержнів в цехах дрібносерійного та індивідуального виробництва:

$$S_{\text{ст}} = \frac{16 N S k_1}{\Pi}, \quad (8.8)$$

де $16 \cdot N$ – добова кількість стержнів, яка підлягає збереженню на складі, шт. (16 – годин роботи складальної дільниці на добу, г); S – площа, займаєма найбільшим стержнем, м²; k_1 – коефіцієнт усереднення розмірів стержня; Π – поверховість збереження стержнів.

Для визначення загальної площі складу для збереження запасу стержнів розраховану корисну площу множать на норму запасу і на коефіцієнт 1,4 враховуючий площу проходів.

Корисна площа для збереження стержневих ящиків протягом доби в цехах дрібносерійного та індивідуального виробництва:

$$S_{\text{ящ}} = \frac{16 N_1 S_1 k_1 k_2 k_3}{\Pi}, \quad (8.9)$$

де $16 \cdot N_1$ – добова кількість стержневих ящиків, шт; S_1 – площа, займана найбільшим ящиком, м²; k_1 – коефіцієнт усереднення розмірів ящиків; k_2 – коефіцієнт серійності виливків; k_3 – коефіцієнт повторюваності стержня на форму.

Загальна площа цього складу визначається множенням розрахованої корисної площі збереження стержневих ящиків протягом доби на норму запасу їхнього збереження і на коефіцієнт, який враховує площу проходів (для стержневих ящиків об'ємом до 0,1 м³ – цей коефіцієнт дорівнює 2, а для ящиків об'ємом 0,1...0,7 м³ – 1,5).

8.1. Дільниця ремонту устаткування

В сучасних ливарних цехах на цих ділянках здійснюють тільки поточний ремонт обладнання та устаткування. Ця ділянка працює в дві зміни.

Площа означеної дільниці розраховується виходячи з необхідної кількості робочих місць слюсарів та верстатників, яку визначають згідно норм.

Площа на один верстат складає $8...10 \text{ м}^2$, на одне робоче місце слюсара – $4...6 \text{ м}^2$ [10]. Ці дані дозволяють визначити сумарну площу ремонтної дільниці.

Верстатний парк цехових ремонтних майстерень складається з токарних (40 %) свердлильних (20 %), фрезерних (15 %), стругальних (10 %) та інших верстатів.

Для визначення площі дільниці ремонту устаткування визначають необхідну кількість верстатів та робочих місць слюсарів і множать на відповідну необхідну площу. Отриману сумарну площу множать на коефіцієнт, який враховує необхідну додаткову площу. Для металорізальних верстатів та робочих місць слюсарів при площі, яка необхідна на їх розташування понад 20 м^2 цей коефіцієнт дорівнює 1,5; при $10...20 \text{ м}^2$ – 2; при $6...10 \text{ м}^2$ – 2,5 і при $4...6 \text{ м}^2$ – 3 і т.д.

Для майстерень енергетика цеху і ремонту модельно-опочного парку передбачається додаткова площа – $60...80 \text{ м}^2$.

8.2. Дільниці ремонту ковшів і футеровки плавильних печей

Ковшова ділянка призначена для капітального ремонту і футеровки ковшів, а також набору склепінь електродугових печей. При стопорній розливці сталі на цих ділянках виконують також набір і сушку стопорів. Для ремонту і футеровки зазначеного устаткування на цій дільниці виділяють робочі місця. Для сушіння і розігріву заново футерованих ковшів чи для розігріву ковшів після перерви

застосовують стенди, які опалюються газом. Склепіння печей сушать безпосередньо при першій плавці, а стопори – у спеціальних сушарках у підвішеному стані.

Вагранки футерують і сушать безпосередньо на місці установки. Електродугові та індукційні печі футерують або на місці установки, або при наявності запасних печей виділяють місця для футеровки. Тоді у випадку виходу з ладу печі, яка експлуатується, її міняють місцями зі знову зафутерованою, а сушіння футеровки виконують на місці експлуатації печі.

Усі вогнетривкі матеріали для виконання зазначених робіт готують на ковшовій дільниці де встановлюють відповідне устаткування.

Цю дільницю розміщують найчастіше в плавильному відділенні, у тому ж прольоті де здійснюють розливу рідкого металу. Площа дільниці приймається з розрахунку $10...18 \text{ м}^2$ на 1000 т придатного лиття на рік [10].

8.3. Дільниця позапічної обробки рідкого металу

При виробництві виливків з модифікованого чи високоміцного чавуну в плавильному відділенні передбачають площі для розміщення відповідного устаткування.

Широке застосування одержав чавун, модифікований магнієм. Для модифікування застосовують герметичні камери, де процес протікає при тиску повітря в 3...6 атм., чи герметичні ковші, де обробка чавуну проводиться при надлишковому тиску пари магнію.

Для поліпшення якості сталі (підвищення ефективності процесів дефосфорації, десульфурзації і розкислення) застосовують позапічну обробку сталі синтетичними шлаками. Для плавки синтетичних шлаків у плавильному відділенні встановлюють спеціальні дугові печі, а для процесу обробки сталі збільшують парк ковшів, використовуючи ковші більшої місткості, чим розливні, і виділяють додаткові площі.

Для дегазації сталі, виплавленої у відкритій печі, можна застосовувати вакуумну обробку рідкої сталі в спеціальному ковші чи камері, або продувку рідкого металу інертними газами.

Усе зазначене устаткування розміщується в плавильному відділенні на додаткових площах, розміри яких визначаються плануванням цих дільниць.

8.4. Дільниця підготовки шихти

Для підготовки шихти і подачі її у виробництво на складах шихти організовують дільниці просівання коксу, дроблення вапняку, очищення ливників, складання шихти. В якості технологічного устаткування на складах шихти використовують чушколоми, дробарки, копри, алігаторні ножиці, барабани безперервної дії, установки для просівання коксу і дроблення вапняку.

Для зважування складових шихти застосовуються стаціонарні шихтувальні ваги, кранові ваги і електровагові візки. До ваговимірювальних пристроїв металеві компоненти подаються по двох системах: через видаткові бункери з траковими, вібраційними або інерційними живильниками; з видаткових засіків за допомогою мостового крана з електромагнітною шайбою з регульованою вантажопідйомністю. Немагнітні компоненти шихти подаються до дозуючих пристроїв за допомогою вібраційних живильників.

Для зниження витрат електроенергії, підвищення продуктивності печей і поліпшення санітарно-гігієнічних умов в останні роки при плавці в електропечах організовують попередній підігрів шихти, після її завантаження в завалочні ємності, в камерних чи тунельних печах - на спеціальних стендах. Установку для підігріву шихти звичайно вбудовують у систему набору і зважування.

Площі, виділені для перерахованих дільниць, залежать від призначення цеху і масштабу виробництва, а проектувати їх рекомендується при складах шихтових матеріалів у безпосередній близькості від плавильних агрегатів.

8.5. Дільниця підготовки свіжих формувальних матеріалів

На цій ділянці здійснюється сушіння піску, дроблення і подрібнення глини, підготовка кріпителів, подрібнення вугілля і деякі інші операції.

Для сушіння піску і глини застосовують звичайно барабанні сушарки, а при наявності пневмотранспорту сушку виконують у пневмопотоках гарячих газів.

Подрібнення вугілля і глини здійснюється в млинах різної конструкції (кульових, вальцових, молоткових, конусних). Просівання матеріалів роблять на полігональних і механічних ситах.

Ділянці підготовки формувальних матеріалів рекомендується організовувати біля складів формувальних матеріалів.

8.6. Ділянка регенерації піску

Призначення даної ділянки - виділення з відвальних, непридатних до безпосереднього вживання сумішей піску і металевих включень.

Підготовка сирих глинистих оборотних сумішей полягає в роздавлюванні грудок (за допомогою гладких вальців або в процесі просівання), витягуванні і видаленні металевих включень (за допомогою магнітних сепараторів), охолодженні та стабілізації заданих температур і вологості, які здійснюються в гомогенізаторах різної конструкції.

Регенерація піску зі стержньових сумішей і із сухих та підсушуваних форм проходить за більш складною схемою. Для здійснення цього процесу існують "мокрі", "сухі" і "комбіновані" схеми регенераційних систем. Більш універсальними є комбіновані системи, у яких пилоподібні глинисті частки видаляють за допомогою води, а ряд операцій виконуються в повітряному середовищі. При цьому вода і повітря, які беруть участь у процесах регенерації, мають бути, у свою чергу, очищені до встановлених норм.

Існує три типорозміри комбінованих базових моделей регенераційних установок, до складу яких входить відповідне устаткування.

Процес підготовки оборотної самотверднучої суміші проводять для звільнення піску від залишків сполучного і дрібних фракцій. Регенерацію самотверднучих сумішей поділяють на три види; "механічну" (суху), "мокру" і "термічну".

Після завершення циклу регенерації одержують сухий пісок, який за якістю відповідає свіжому піску (до 1 % глинистої складової); оборотну воду – попереднього освітлення (менше 4 г/л зважених часток) і повного освітлення (менше 0,2 г/л зважених часток); металеві магнітні відходи, великі сухі відходи з розміром часток більше 4 мм і дрібні пилоподібні відходи у виді відвального згущеного шламу.

При проектуванні нових ливарних цехів рекомендується дільницю переробки відвальних сумішей розміщувати в ізольованому приміщенні поблизу дільниці одержання регенованого піску на складах формувальних матеріалів, а місце освітлення води розташовувати в окремому будинку (приміщенні) чи тут же на складі формувальних матеріалів.

8.7. Лабораторії і комори

У ливарному цеху організовують експрес-лабораторію для хімічного і спектрального аналізів виплавлюваних сплавів і експрес-лабораторію для поточних аналізів якості формувальних і стержньових сумішей. Ці лабораторії розташовують безпосередньо у виробничих відділеннях чи побутових приміщеннях цеху. Площі лабораторій у залежності від потужності проектного цеху визначають згідно існуючих норм.

Для збереження допоміжних матеріалів у цеху організовуються комори (загальна цехова, інструментальна обрубного відділення, матеріальна ґрунтувального відділення, цехових механіка і електрика).

Площа, зайнята коморами, вибирається за середніми нормами у залежності від характеру виробництва.

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання скласти відомість витрати основних і допоміжних матеріалів на річний випуск виливків, розрахувати площі складів шихтових і формувальних матеріалів, стержнів, модельного і стержньового оснащення, а також площ допоміжних дільниць, комор і лабораторій ливарного цеху.

Порядок виконання роботи

Провести розрахунки площі складів шихтових і формувальних матеріалів, стержнів, модельного і стержньового оснащення, а також площ допоміжних дільниць, комор і лабораторій ливарного цеху за формулами 8.1 - 8.9.

Контрольні запитання

1. Що необхідно знати для розрахунку об'ємів складів?
2. Як характеризується технологічний процес обробки виливків в термообрубному відділенні?
3. Як розраховуються площі засіків для кожного окремого матеріалу?
4. Який тип ремонту здійснюють на дільницях ремонту устаткування?
5. Де рекомендують при проектуванні нових ливарних цехів розміщувати дільницю переробки відвальних сумішей?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Мета роботи: розробити загальний план цеху і нанести на нього всі вантажопотоки, визначити об'єм всіх перевезених вантажів, підібрати і розрахувати кількість підйомно-транспортного устаткування.

Теоретичні відомості

Основою об'ємно-планувального рішення цеху є технологічна схема процесу одержання виливків, обумовлена призначенням, потужністю і складом проектуемого цеху. Відповідно до технологічної схеми процесу розробляють основні архітектурні рішення будинку, визначають його габаритні розміри, поверховість, розміри прольотів і розміщення виробничих, допоміжних та адміністративно – побутових приміщень.

Розраховані і спроектовані на минулих лабораторних роботах основні відділення, склади і допоміжні дільниці визначили склад спроектованого цеху, що дозволяє розробити технологічну схему одержання виливків.

При розробці технологічної схеми потрібно передбачити розміщення відповідальних виробничих відділень і дільниць у більш комфортних приміщеннях.

Варто також враховувати особливості транспортних зв'язків між відділеннями цеху, об'єм і транспортабельність переміщуваних вантажів. З цією метою необхідно забезпечити:

- найкоротші і зручні шляхи і способи передачі рідкого металу, температура якого швидко знижується, що призводить до погіршення його ливарних властивостей;
- значні вантажопотоки готових формувальних і стержневих сумішей, а також використаних формувальних матеріалів;
- цілісне транспортування крихких стержнів;
- безперебійну подачу шихтових матеріалів і багаторазову передачу виливків від операції до операції з моменту їх вибивки і аж до передачі на склад.

Тому у всіх схемах ливарних цехів поруч розташовують склад шихти, плавильне і заливочне відділення; сумішоприготувальне, формувальне і стержнєве відділення. Стержнєве відділення одночасно наближують до складальної дільниці формувального відділення. У типових схемах часто розташовують поруч формувальні і обрубні відділення, але це не є обов'язковим,

тому що дуже часто транспортування виливків в обрубне відділення після вибивки з форм сполучають із процесом їхнього охолодження. Склади свіжих і регенованих пісків як правило розміщують у "силосних" вежах поза цехом, біля основних споживачів цих матеріалів. Проміжніклади моделей і стержньових ящиків розташовують у безпосередній близькості від формувальних і стержньових машин.

У зв'язку з вищевикладеним у практиці проектування прийняті певні рекомендації з взаємного розташування основних відділень у ливарному цеху.

У цехах з малою і середньою механізацією технологічних і транспортних операцій плавильне відділення розташовують, як правило, по центру відносно формувально-заливо-вибивального; стержньове відділення проектуєть у прольотах, суміжних з формувально-складальним; сумішоприготувальне відділення має бути також у безпосередній близькості з формувальними і стержньовими відділеннями, а очисні розміщують або в торцях вибивних ділянок, або в окремому поперечному прольоті, який примикає з торця формувально-складального.

У конвеєрних ливарних цехах переважно торцеве розташування плавильного відділення; стержньове відділення може розташовуватися у прольоті, суміжному з формувальним відділенням, відособлених прольотах і навіть в окремих корпусах; сумішоприготувальне відділення розміщують у торцевій частині цеху уздовж ділянок вибивки, а очисне, як правило, організовують в окремих корпусах.

При компонуванні цехів по виробництву виливків спеціальними методами прагнуть скласти потокову схему технологічного процесу одержання виливків.

На рис. 9.1 та 9.2 приведені компонувальні схеми цехів по виробництву виливків у піщаних формах та спеціальними методами лиття.

Схеми А1 і А2 (рис. 9.1) показують компонування цехів у великогабаритній двоповерховій будівлі, їх використовують для чавуноливарних цехів масового і великосерійного виробництва дрібних і середніх за масою виливків. Особливість цих схем полягає в послідовному розміщенні виробничих

відділень, що приводить до значного подовження будівель. Приведені схеми характерні для ливарних цехів автомобільних заводів.

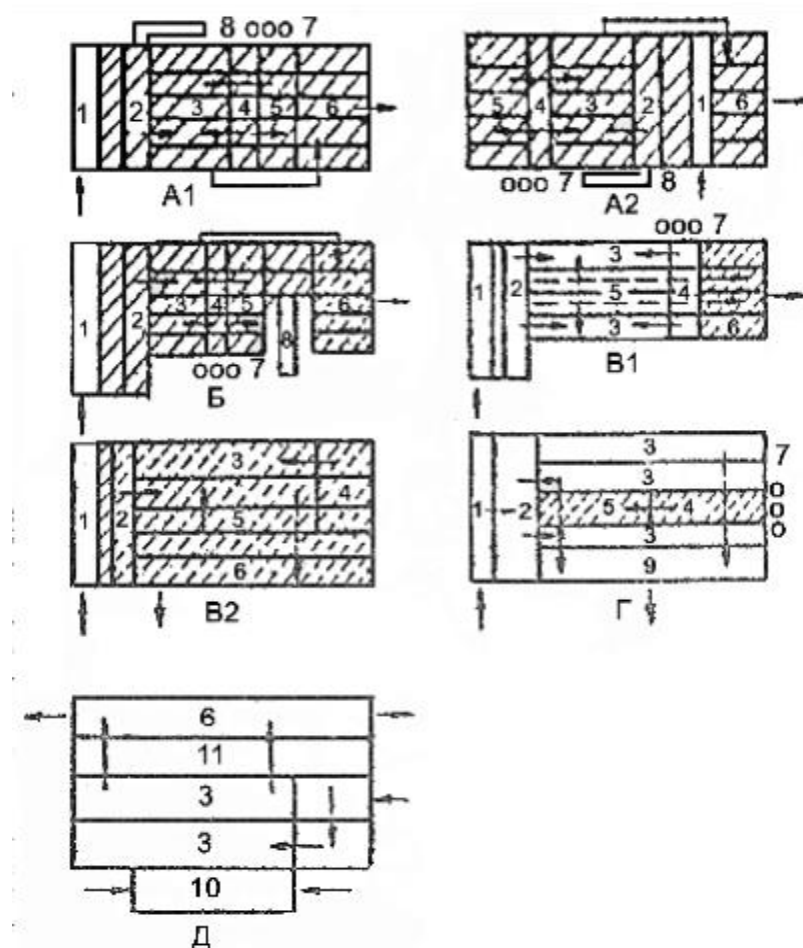
На схемі Б (рис.9.1) приведені компонування сталеливарного цеху або цеху ковкого чавуну автомобільного заводу. Відділення розташовуються в будівлях різної поверховості, тому що, в подібних цехах установка важких і громіздких термічних печей на другому поверсі не раціональна.

Компонування відділень за схемами В1 і В2 (рис. 9.1) здійснюють для чавуно- і сталеливарних цехів серійного і дрібносерійного виробництва виливків будь-якої маси. Особливість цих схем у використанні цехів різної поверховості при комбінації подовжніх і поперечних вантажопотоків. Ці схеми широко застосовують при проектуванні цехів заводів централітів.

Схема Г (рис. 9.1) найхарактерніша для цехів, які виробляють середні і великі за масою виливки з високо марганцевої сталі. Усі прольоти, за винятком стержньового, розташовують у одноповерховій будівлі, що дає можливість найраціональніше розмістити важке технологічне устаткування.

За схемою Д (рис. 9.1) виконане компонування цеху виливниць. Особливості планування полягають у тому, що замість плавильного відділення, властивого всім ливарним цехам, наявне відділення підготовки доменного чавуну до розливки. Між обрубним відділенням і іншою частиною цеху розташовано відкриту естакаду, основне призначення якої - скорочення тривалості охолодження залитих виливниць.

Схема А (рис. 9.2) є типовою для розміщення відділень і дільниць цеху лиття за витоплюваними моделями невеликої потужності. Такі схеми характерні для заводів моторобудівної, автомобільної і тракторної промисловості.



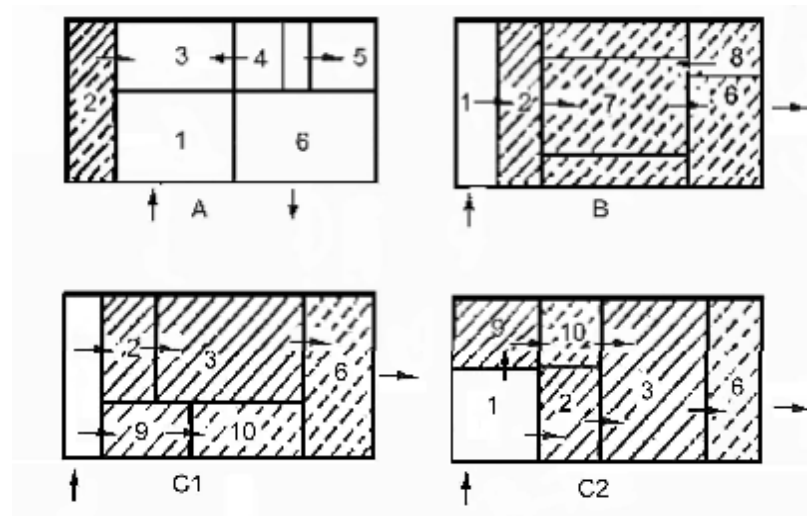
Позначення поверхів:  1  1 або 2  2

Рис. 9.1 - Компонувальні схеми ливарних цехів по виробництву виливків у піщаних формах:

1 – склад шихти; 2 – плавильне відділення; 3 – формувальне відділення; 4 – сумішоприготувальне відділення; 5 – стержньове відділення; 6 – обрубне відділення (і ґрунтувальне) відділення; 7 – силоси для піску; 8 – пандус; 9 – вибивне відділення; 10 – відділення підготовки доменного чавуну до розливки; 11 – відкрита естакада; 12 – склад формувальних матеріалів

Для цехів лиття під тиском і в кокіль не існує характерних схем, так, як більшість цехів машинобудівних заводів спроектовано при сполученні цих двох способів лиття. Тобто, в одному цеху проектують відділення для одержання виливків у кокіль і відділення виготовлення лиття під тиском. Тому на схемі В (рис. 9.2) приведені компонування цеху лиття під тиском, а на схемах С1 і С2

того ж малюнка – цехи одержання виливків у кокіль, які не є характерними, але можуть бути використані при проектуванні подібних цехів.



Позначення поверхів: 1 1 або 2 2

Рис. 9.2 – Компонувальні схеми ливарних цехів по виробництву виливків спеціальними методами:

1 – склад шихти і формувальних матеріалів; 2 – плавильне відділення; 3 – заливочне; 4 – виготовлення форм; 5 – виготовлення моделей; 6 – фінішних операцій; 7 – ливарне і насосне відділення; 8 – підготовки і ремонту прес-форм; 9 – сумішоприготувальне; 10 – стержньове

Зв'язок між виробничими відділеннями і дільницями ливарного цеху, який полягає в переміщенні великої кількості насипних і штучних вантажів, здійснюється за допомогою внутрішньоцехового транспорту, що включає усі види підйомно-транспортних засобів, призначених для виконання технологічного процесу виготовлення виливків.

До внутрішньоцехового відноситься транспорт періодичної і безперервної дії, а також допоміжні механізми і пристрої.

Транспорт періодичної дії – це мостові і консольні крани, кран-балки, електротельфери, пневматичні і механічні підйомники (у тому числі скіпові), механізовані візки, а також пневмо- і гідротранспорт.

Звичайно, розрахунок кількості мостових і консольних кранів n_k ведеться за збільшеними даним:

$$n_{\kappa} = \frac{Q_p H}{\Phi_e}, \quad (9.1)$$

для плавильних відділень обладнаних тигельними індукційними печами промислової частоти:

$$n_{\kappa} = \frac{Q_{\text{еп}} \Pi H_1 n_{\Pi}}{Q_{\text{м}} \Phi_e}, \quad (9.2)$$

для плавильних відділень, обладнаних дуговими електропечами:

$$n_{\kappa} = \frac{Q_{\text{еп}} \Pi H_2 n_{\Pi}}{\Phi_e}, \quad (9.3)$$

де n_{κ} – розрахункова кількість мостових кранів, од.; Q_p – річний випуск придатних виливків, т; H – витрати часу роботи крана на одержання 1 т придатних виливків, крано-годин; Φ_e – ефективний річний фонд часу роботи мостового крана, г; $\Phi_{\text{еп}}$ – ефективний річний фонд часу роботи плавильної печі, г; Π – годинна продуктивність печі, т; H_1 – витрати часу роботи крана на одну плавку, крано-годин; H_2 – витрати часу роботи крана на 1 т виплавленого металу, крано-годин; n_{Π} – прийнята кількість електропечей, од.; $Q_{\text{м}}$ – одноразовий випуск рідкого металу в ківш (плавка), т.

Отримані розрахункові дані звіряють з можливістю нормального використання кранів по довжині зони обслуговування і у випадку невідповідності виконують уточнення довжини і кількості прольотів, а також кількості і співвідношення мостових і консольних кранів.

Для обслуговування окремих робочих місць застосовують місцеві підйомно-транспортні пристрої; поворотні консольні крани, кран-балки, монорельсові шляхи, електротельфери і пневмопідйомники. Подібні транспортні

засоби не розраховують, а вибирають відповідно до їхніх технічних характеристик. Консольні крани і пневмопідйомники вантажопідйомністю від 0,1 до 1,0 т застосовують при довжині ділянки обслуговування до 4 м, а електроталі вантажопідйомністю від 0,25 до 3,0 т і монорельсові шляхи – при довжині до 4,5 м. Кран-балки застосовують у прольотах шириною до 12 м [10].

Транспорт безперервної дії – це конвеєри різних типів і призначення, рольгангові лінії і елеватори.

Для транспортування ливарних форм при потоковому виробництві виливків найпоширеніше застосування горизонтально-замкнутих візкових конвеєрів. Для переміщення форм і стержнів на піддонах, порожніх опок, виливків (у тарі, на піддонах чи без них, якщо виливки мають рівні опорні поверхні) застосовують роликові конвеєри (чи рольганги). Пластинчасті конвеєри застосовують для транспортування у горизонтальному і під кутом напрямках дрібних і середніх гарячих і холодних виливків, ливників і підживлювачів. У ливарних цехах дрібні виливки і ливники - навалом у металевих коробах і лотках, середні і великі виливки – на лотках чи крюкових і кліщових підвісках, стержні можуть передаватися на етажерках підвісних конвеєрів, траси яких виконані на складних просторових контурах.

Для переміщення формувальних пісків, готових і відпрацьованих сумішей, коксу, вапняку та інших подібних матеріалів у горизонтальному і під кутом напрямках найширше використовують стрічкові контейнери, а у вертикальному напрямку стрічкові елеватори. Транспорт дрібношматкової глини, меленого вугілля часто здійснюється за допомогою гвинтових конвеєрів. Останнім часом у великих ливарних цехах для транспортування гарячої відпрацьованої суміші, виливків і ливників застосовують вібраційні конвеєри.

Розрахунок необхідної кількості транспорту безперервної дії здійснюється за його продуктивністю, а проектування – індивідуально у відповідності до технічних характеристик того чи іншого виду транспорту.

Для безперервної і порціонної видачі матеріалів з бункерів застосовують живильники, які за конструкцією аналогічні відповідним конвеєрам (стрічкові, пластинчасті, вібраційні та інші).

Окремий вид, здатний працювати як безперервно, так і періодично, представляє трубопровідний транспорт. По трубах у ливарних цехах подають воду, різні суспензії, кріпителі і інші складові технологічного процесу. За допомогою гідротранспорту від установок гідровибивки і очищення, пульпа, яка складається з води та відпрацьованих формувальних і стержньових сумішей, передається до регенераційних установок. І, нарешті, особливе місце в переміщенні порошкоподібних, дрібнозернистих і дрібношматкових матеріалів грає пневмотранспорт, який здійснює транспортування зазначених матеріалів по трубопроводах у повітряному струмені.

У системах пневмотранспорту повітря по трубопроводу рухається внаслідок різниці тисків на початку і в кінці трубопроводу, яку створюють нагнітальними чи вакуумними насосами. Відповідно, пневмотранспортні установки бувають нагнітальної, всмоктувальної і змішаної дії. У ливарних цехах (заводах) пневматичний транспорт застосовують для передачі пилоподібної глини, бентоніту, вугілля, сухого формувального піску та інших матеріалів з одного місця до різних пунктів призначення, і навпаки, з багатьох місць до одного агрегату і навіть з різних ділянок у багато відділень чи цехів. Цей вид транспорту використовують для розвантаження матеріалів, їх передачі зі складів до сумішоприготувальних установок, в лабораторії на аналіз ливарних проб у спеціальних патронах, пневмопроби пилу, для обслуговування устаткування для помолу.

Завдання для розрахунку

У відповідності до завдання виконати проектування ливарного цеху і нанести усі вантажопотоки, визначити об'єм чи кількість переданих вантажів за одиницю часу, підібрати відповідне підйомно-транспортне устаткування.

Порядок виконання роботи

Користуючись плануваннями виробничих відділень, створеними при виконанні попередніх практичних робіт, komponують план ливарного цеху. Шляхом порівняння декількох варіантів вибирають оптимальний план розташування відділень і потім склеюють чи наклеюють на єдиний лист паперу. Після цього кольоровими олівцями на плані цеху наносять усі вантажопотоки, які необхідно здійснювати в ливарному цеху для виконання технологічного процесу одержання придатного лиття. Для наочності рекомендується шлях пересування вантажів і матеріалів позначити кольоровими лініями:

рідкий метал	— червона суцільна;
гарячі виливки	— червона пунктирна;
холодні виливки	— синя суцільна;
придатні виливки	— синя пунктирна;
ливники і підживлювачі	— коричнева суцільна;
брак виливків	— коричнева пунктирна;
свіжі компоненти	
формувальних сумішей	— жовта суцільна;
стержні	— жовта пунктирна;
готова формувальна суміш	— зелена суцільна;
відпрацьована формувальна суміш	— зелена пунктирна;
шихтові матеріали	— чорна суцільна;
модельне і стержневе	
оснащення	— чорна пунктирна;
готові й залиті форми	— фіолетова суцільна;
порожні опоки	— фіолетова пунктирна.

Напрямок пересування вантажів показують стрілками на лінії пересування.

Установивши шлях і напрямок вантажопотоків, визначають їх потужність (тобто розраховують об'єм чи кількість переданих вантажів за одиницю часу) і

підбирають відповідне підйомно-транспортне устаткування. Мостові й консольні крани з їхньою вантажопідйомністю наносять на план цеху. Інші види транспорту позначають написом над лінією, яка вказує вантажопотік (наприклад, стрічковий конвеєр чи підвісна монорейка).

На завершення роботи складають специфікацію устаткування, яка є на плані спроектованого ливарного цеху. Специфікація виконується за табл. 9.1.

Таблиця 9.1

Специфікація технологічного і транспортного устаткування

Номер на плані	Найменування устаткування	Тип, модель	Коротка характеристика	Число	Потужність одиниці, кВт	Примітки

Контрольні запитання

1. Що є основою об'ємно-планувального рішення цеху?
2. Що потрібно передбачити при розробці технологічної схеми виготовлення виливків?
3. Які види обладнання відносяться до транспорту безперервної дії?
4. Які види обладнання застосовують для безперервної і порціонної видачі матеріалів з бункерів?
5. Якої дії бувають пневмотранспортні установки?

Література

1. Основы проектирования литейных цехов и заводов / Под ред. Б.В. Кнорре. – М.: Машиностроение, 1979. – 504 с.
2. Логинов И.З. Проектирование литейных цехов. – Минск. Высшая школа, 1975. – 230 с.
3. Проектирование машиностроительных заводов и цехов / Под ред. Е.С. Ямпольского. – М.: Машиностроение, 1974. – 294 с.

4. Рыбальченко Н.А. Проектирование литейных цехов / Изд. Харьковский университет, 1965. – 306 с.
5. Баранов В.Н., Саначева Г.С., Падалка В.А., Губанов И.Ю. Степанова Т.Н. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов. Учебное пособие по курсовому проектированию. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2008. — 92 с.
6. Карпов Ю.И., Карпова Е.Ю. Расчет литейных цехов по производству литья в разовых песчаных формах. Учебное пособие. — Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2008. — 74 с.: ил. — ISBN 978-5-9948-0169-7.
7. Левшин Г.Е. Проектирование литейных цехов. Учебное пособие. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003. — 98 с.
8. Миляев А.Ф. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов. Учебное пособие. — Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 1999. — 410 с. — ISBN 5-89514-034-3.
9. Чичкова А.Е. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов. Учебное пособие. — Сибирский государственный индустриальный университет. — Новокузнецк, 2009. — 196 с., ил.
10. Шуляк В.С. Проектирование литейных цехов. Учебное пособие. — М.: МГИУ, 2004. — 92 с. — ISBN 5-276-00489-7.

Электронный ресурс

- 1 <https://www.twirpx.com/files/science/machinery/ptp/forgery/>
- 2 <http://window.edu.ru/resource/059/25059/files/nwpi151.pdf>
- 3 <https://studfile.net/preview/4499692/>
- 4 https://books.google.com.ua/books/about/Проектирование_литей.html?id=pkwgsXQyE4sC&redir_esc=y
- 5 <https://www.studmed.ru/science/machinery/ptp/proektirovanie-liteynyh-cehov>
6. <https://docplayer.ru/30483881-Proektirovanie-liteynyh-cehov.html>
- 7 <https://www.chem-astu.ru/chair/study/proekt-lit/>
- 8 <https://gendocs.ru/v9701/?cc=7>