

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни

“Основи проєктування цехів”

для студентів спеціальностей

131 Прикладна механіка освітньо-професійної програми
«Обладнання та технології ливарного виробництва» та

136 Металургія освітньо-професійної програми «Ливарне
виробництво чорних та кольорових металів і сплавів»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи пректування цехів» для студентів спеціальностей 131 Прикладна механіка, освітньо-професійної програми «Обладнання та технології ливарного виробництва» та 136 Металургія освітньо-професійної програми «Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання / Укладач: В. М. Сажнів, В. В. Наумик – Запоріжжя: НУ ЗП, 2023. – 32 с.

Укладачі: В. М. Сажнів, к.т.н., доцент,
В. В. Наумик, д.т.н., професор

Рецензент: В. В. Кудін, к.т.н., доцент

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

Затверджено
на засіданні кафедри
«Машини і технологія
ливарного виробництва»

Протокол № 8
від 31 березня 2023 р
Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету

Протокол № 8
від 11 квітня 2023 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Лабораторна робота №1 Визначення структури цеху і видів основного технологічного обладнання.....	5
2 Лабораторна робота №2 Взаємозв'язок виробничих і допоміжних підрозділів та складів ливарного цеху.....	12
3 Лабораторна робота №3 Об'ємно-планувальне рішення будівлі ливарного цеху.	17
4 Лабораторна робота №4 Технологічна схема цеху.	26
Рекомендована література.....	32

ВСТУП

Проектування є одним з найважливіших етапів при будівництві нових, а також при розширенні, реконструкції і технічному переозброєнні діючих ливарних цехів. Основна задача проєктувальників при цьому - це розробка таких проєктів, за якими цехи, при введенні їх в експлуатацію, будуть на рівні світових технічних досягнень.

Для виконання цієї задачі проєктувальник повинен бути в курсі не тільки передового вітчизняного і закордонного досвіду, але і мати у своєму розпорядженні дані про досягнення науки, про перспективи розвитку техніки, тобто комплекс відомостей науково-технічного прогресу у ливарному виробництві.

Особливо важливо використовувати в проєктах сучасне обладнання, яке забезпечить виконання екологічних вимог: кліматичних факторів у приміщеннях ливарних цехів; вмісту пилу, газів та інших шкідливостей у повітрі робочої зони і навколишньої атмосфери; очищенню стоків, твердих відходів та ін.

Основний документ, яким керується проєктувальник, і який в першу чергу повинен забезпечувати виконання вказаних вимог - це завдання на проектування ливарного цеху, яке видається замовником. При цьому, проєктна організація може приймати безпосередню участь у розробленні завдання на проектування.

В завданні відображаються основні показники, необхідні для проектування цеху:

- характеристики продукції: випуск литва цехом в тоннах на рік, види сплавів, групи по масі виливків;
- вимоги до основних технологічних рішень: структура цеху по основним і допоміжним підрозділам, види основного технологічного обладнання;
- потреба у вихідних матеріалах, відходи виробництва;
- вимоги до об'ємно-планувальних рішень: форма будівлі, кількість поверхів, загальні габаритні розміри будівлі, розміри і кількість прольотів;
- технологічна схема основних виробничих підрозділів, напрямки вантажопотоків.

Навчитися розробляти вказані вище показники є основним завданням для студентів при виконанні даного лабораторного практикуму.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ ЦЕХУ І ВИДІВ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Мета роботи – засвоїти порядок визначення складу ливарного цеху по виробничим, допоміжним підрозділам та складським приміщенням і видів технологічного обладнання в основних виробничих підрозділах.

Загальні відомості

Сучасні ливарні цехи складаються із структурних підрозділів, які забезпечують у повному обсязі виконання всіх операцій технологічного процесу виготовлення якісних виливків.

Перелік виробничих і допоміжних підрозділів та складських приміщень ливарного цеху при розробці завдання на проєктування визначається за рекомендаціями норм технологічного проєктування [7], якими ливарні цехи машинобудівних підприємств поділяються на три види в залежності від призначення:

- цехи чавунного і сталевих лиття в об'ємні разові піщані форми;
- цехи лиття за витоплюваними моделями;
- цехи кольорового лиття в металеві форми.

Кожен із способів лиття у вказаних видах цехів має свої сфери застосування в залежності від виду сплаву, габаритів і маси виливків, вимог до точності і шорсткості, серійності виробництва та інших показників.

За рекомендаціями норм технологічного проєктування орієнтовний склад ливарних цехів по підрозділах наступний.

Цехи чавунного і сталевих лиття в ПГФ:

- основні виробничі відділення: плавильне, формувально-заливально-вибивне, стрижневе, сумішготувальне, очисне;
- допоміжні дільниці: підготовки шихтових матеріалів; сушіння і просівання піску; приготування глинистої суспензії; приготування ливарної фарби; ремонту ковшів, тиглів, склепін, стопорів; оснастки, служби механіка і енергетика;

- склади: шихтових, формувальних, шлакоутворюючих, вогнетривких і допоміжних матеріалів, оснастки і інструменту, придатних виливків, міжопераційні;
- комори: паливно-мастильних матеріалів, інструменту, служб механіка і енергетика;
- експрес-лабораторії: формувальних матеріалів і сумішей, спектральна, хіміко-аналітична, пробоготувальна, металографічна й механічних випробувань.

Цехи лиття за витоплюваними моделями:

- основні виробничі відділення: модельне, вогнетривких покриттів, підготовки і заливки форм, плавильне, очистки і термічної обробки;
- допоміжні дільниці: ремонту тиглів і ковшів, ремонту оснастки, сушіння і просіювання формувальних матеріалів, служб механіка і енергетика;
- склади :шихтових, формувальних, вогнетривких, модельних матеріалів, оснастки, хімікатів, придатних виливків;
- комори: допоміжних матеріалів, інструменту, служб механіка і енергетика;
- лабораторії: експрес-лабораторія, формувальних матеріалів.

Цехи кольорового лиття в металеві форми:

- основні виробничі відділення: плавильне, ливарне, стрижневе (при литті в кокіль), фінішної обробки;
- допоміжні дільниці: ремонту тиглів і ковшів, оснастки, служб механіка і енергетика, підготовки шихтових, формувальних матеріалів;
- склади: шихтових, стрижневих, паливно-мастильних матеріалів, оснастки і інструменту, придатних виливків;
- комора допоміжних матеріалів;
- експрес-лабораторія.

В сучасних умовах діяльності підприємств, особливо малих та середніх, і переходу до ринкових відносин, допускається відступати від норм в частині структури цеху при обов'язковому дотриманні вимог протипожежної безпеки, техніки безпеки, виробничої санітарії.

Види технологічного обладнання в основних виробничих відділеннях в завданні на проєктування замовник проєкту ливарного цеху визначає з урахуванням рекомендацій норм технологічного проєктування і сучасного стану розвитку науки і техніки в ливарному виробництві. Рекомендації наступні.

Цехи чавунного і сталевого лиття в ПГФ

Плавка.

Для плавки чавуну слід передбачати індукційні тигельні електропечі промислової або підвищеної частоти та дуплекс-процеси з використанням дугових печей постійного струму і індукційних тигельних печей промислової або підвищеної частоти.

Для плавки сталі слід застосовувати дугові плавильні печі змінного або постійного струму. Перевага повинна віддаватися печам постійного струму, які виділяють менше шкідливих викидів і мають менший вигар металу. Для отримання спеціальних високолегованих сталей слід застосовувати індукційні печі високої частоти.

Для всіх плавильних агрегатів слід застосовувати ефективно очищення газів, що відходять.

Виготовлення форм та виливків.

У формувальних відділеннях виготовлення виливків, як правило, слід передбачати в сирих бентонітових сумішах на формувальних автоматах, автоматичних і комплексно-механізованих лініях опочного і безопочного формування з сучасними методами ущільнення. Для виготовлення виливків підвищеної точності слід використовувати формувальне обладнання на холоднотвердіючих сумішах, для великих та особливо великих виливків — вакуумно-плівкове формування, піскомети з самотвердіючими сумішами, обладнання виготовлення форм з пластичних та рідких самотвердіючих сумішей.

Виготовлення стрижнів.

Виготовлення стрижнів слід передбачати на автоматичних і механізованих лініях та машинах із затвердженням у холодній оснастці, або такій, що підігривається. В цілях економії енергії перевагу слід віддавати технологічному процесу виготовлення стрижнів з продувкою газовими каталізаторами.

Приготування формувальних і стрижневих сумішей.

Приготування формувальних сумішей (єдиних, облицьовувальних і наповнюючих) для автоматичних і комплексно-механізованих

формувальних ліній слід передбачати в автоматизованих сумішготувальних системах на базі інтенсивних змішувачів, укомплектованих системами підготовки, приготування і роздачі формувальних сумішей, приладами контролю властивостей. Для кожної формувальної лінії слід передбачати автономну сумішготувальну систему. При технічному переозброєнні діючих ливарних цехів допускається створення спеціальних сумішготувальних дільниць для забезпечення формувальною сумішшю більш одної формувальної лінії або технологічного потоку.

Приготування стрижневих сумішей для виготовлення стрижнів у “гарячій” оснастці та по холоднотвердіючому процесу слід передбачати на площах стрижневих відділень у сумішготувальних системах, укомплектованих дозуючим обладнанням компонентів сумішей. Роздавання сумішей по стрижневих машинах повинне проводитись у кюбелях по монорельсовій системі.

При виготовленні стрижнів по технологічному процесу з використанням газового каталізатора приготування суміші слід передбачати у змішувачах, встановлених безпосередньо над стрижневими машинами.

В нових ливарних цехах і цехах, що переозброюються, необхідно передбачати дільниці регенерації формувальних і стрижневих сумішей.

Обрубка, очистка, зачистка і термічна обробка виливків.

Відокремлення ливників і додатків, видалення стрижнів з виливків масою до 150 кг слід передбачати, як правило, у прохідних галтувальних барабанах неперервної дії. Видалення стрижнів з великих і важких виливків слід передбачати в гідрокамерах та установках електрогідравлики з мокрою регенерацією відпрацьованих сумішей.

Відокремлення ливників і додатків від середніх і великих сталевих виливків слід передбачати із застосуванням установок плазменно-дугового різання та повітряно-дугового стругання.

Очищення поверхні виливків слід передбачати у дробометних барабанах і камерах.

Зачистку залишків живильників і додатків на дрібних і середніх виливках слід передбачати на зачисних автоматичних і напівавтоматичних установках, а на великих і важких виливках — на стендах повітряно-дугового стругання або за допомогою механізованих комплексів з високошвидкісними кругами із сервоприводом.

При термічній обробці виливків із сталі та високоміцного чавуну слід застосовувати агрегати із захисною атмосферою.

Цехи лиття за витоплюваними моделями

Виготовлення модельних блоків.

Для виготовлення моделей застосовуються напівавтоматичні і автоматичні установки, або установки з ручною запресовкою. Вибір обладнання залежить від серійності виробництва і матеріала моделей.

Виготовлення керамічних форм.

Приготування покриттів виконується у швидкісних лопатевих змішувачах з охолодженням, суміщеним способом, тобто приготування проходить одночасно з гідролізом етилсіліката.

Нанесення покриттів на модельні блоки може виконуватися на обладнанні з “киплячим” шаром або з потоком, що падає.

Сушіння шарів покриттів передбачають у сушилах камерного або прохідного типів.

Видалення модельної маси з порожнини форм можна передбачати на установках з гарячим повітрям, з гарячою водою, у розплаві модельної маси.

Прожарювання форм треба передбачати з наповнювачем і без нього у камерних печах будь-якого типу, що нагріваються за ступінчастим режимом від 90 до 1000 °С, або в агрегатах прожарювання, формування, заливання й охолодження неперервної дії.

Плавка металу і заливка форм.

В якості шихтових матеріалів слід передбачати відходи ковальсько-штампувальних і механічних цехів, відходи власного виробництва і чисті метали, феросплави, лігатури, сплави у зливках з металургійних заводів.

Для плавки металу слід передбачати індукційні тигельні печі високої частоти, місткістю 60, 160, 250, 400 кг з тиристорними перетворювачами.

Заливку форм, в залежності від типу виробництва, можна передбачати в опоках на плацу або в агрегатах прожарювання, формування, заливання й охолодження.

Очистка, термічна обробка і зачистка виливків.

Відбивання кераміки і відокремлення виливків від стояка необхідно передбачати в закритих віброустановках і на гідравлічних пресах у комплексі із системами неперервного транспорту для прибиран-

ня відходів кераміки та подачі виливків на операцію хімічного очищення. Для обробки блоків великих габаритів слід передбачати спеціальні верстати або пост газового різання. Допускається відокремлення виливків від стояка і іншими способами: механічним, анодно-механічним та ін.

Очистку виливків від залишків кераміки треба передбачати механічними способами у піскоструменевих, дробоструменевих, гідроабразивних камерах, у галтувальних барабанах, хімічним вилуговуванням у прохідних барабанах і ванних установках.

Термічну обробку виливків рекомендується передбачати у прохідних конвеєрних печах із захисною атмосферою.

Зачистку залишків живильників слід передбачати наждачними кругами з використанням напіваавтоматів, обдирно-шліфувальних верстатів, а також у штампах на пресах.

Цехи кольорового лиття в металеві форми

Плавка.

Плавку кольорових сплавів слід передбачати в індукційних тигельних печах промислової і підвищеної частоти, а плавка алюмінієвих сплавів допускається і в газополум'яних печах.

Заливка форм.

В ливарних цехах кольорового лиття великосерійного і масового виробництва слід передбачати такі способи лиття в металеві форми: під високим тиском, під низьким тиском, у кокіль, у кокіль з протитиском.

При виготовленні виливків на машинах лиття під високим тиском повинні бути автоматизованими всі операції: заливка металу у прес-форму, очистка і змашування прес-форми, видалення виливків із робочої зони.

При закріпленні за одною машиною одного або кількох найменувань виливків слід передбачати установку обрізного пресу біля машини. При виготовленні одного виливка на кількох машинах слід організувати окремі ділянки виготовлення цього виливка і обрізання.

Виготовлення виливків на машинах лиття під низьким тиском слід застосовувати для отримання виливків з високими вимогами по герметичності і товарному вигляду виливків.

Лиття в кокіль слід застосовувати для виготовлення виливків із складними стрижнями.

Машини лиття під низьким тиском і в кокіль повинні бути обладнані механізмами встановлення стрижнів і видалення виливків. Для заливки рідкого металу в кокільні машини повинні бути передбачені дозатори.

Виготовлення стрижнів.

Виготовлення стрижнів слід передбачати на автоматичних і механізованих лініях та машинах із затвердженням у холодній оснастці, або такій, що підігривається. В цілях економії енергії перевагу слід віддавати технологічному процесу виготовлення стрижнів з продувкою газовими каталізаторами.

Фінішні операції.

Обрізання ливників і додатків слід передбачати на спеціальних або універсальних механічних верстатах.

Очищення виливків від дрібних завусенців слід передбачати в дробометних камерах, барабанах, вібраційних установках.

Зачистку залишків живильників слід передбачати на обдирно-шліфувальних верстатах з використанням дискових напильників, а також у штампах на пресах.

Для термічної обробки виливків слід передбачати штовхальні, вертикально-конвеєрні і шахтні електричні печі.

Порядок виконання лабораторної роботи і зміст звіту

1. Отримати у викладача індивідуальне завдання на виконання лабораторної роботи, яке дійсне для всіх лабораторних робіт даного лабораторного практикуму.

2. Ознайомитися з метою і загальними відомостями по лабораторній роботі.

3. Визначити структуру цеху по основним виробничим відділенням, допоміжним підрозділам і складам відповідно індивідуальному завданню.

4. Обрати види технологічного обладнання у всіх основних виробничих відділеннях, яке забезпечить виконання технологічного процесу виготовлення виливків.

5. Оформити звіт. Зміст звіту: опис загальних відомостей, обраної структури цеху відповідно завданню, специфікація технологічного обладнання по виробничим відділенням, висновки.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ВИРОБНИЧИХ і ДОПОМІЖНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ТА СКЛАДІВ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Мета роботи – навчитися визначати перелік основних та допоміжних матеріалів, потрібних для виробництва виливків в ливарних цехах і засвоїти порядок розроблення схем вантажопотоків матеріалів, оснастки, виливків між операціями технологічного процесу

Загальні відомості

Ливарний цех в процесі виконання технологічних операцій для виготовлення одної тонни придатних виливків переробляє до 10 тонн різних матеріалів, з них до 3,5 тонн свіжих, для виготовлення або підготовки ливарних форм і отримання рідких металів.

Це наступні матеріали.

Шихтові:

- чавуни чушкові;
- брухт чавунний, сталевий, кольоровий;
- відходи власного виробництва;
- феросплави;
- кольорові метали і сплави первинні і вторинні;
- та ін.

Модифікатори:

- феросплави;
- чисті метали;
- фасовані модифікатори, розкислювачі.

Шлакоутворюючі:

- залізна і марганцева руди;
- вапняк;
- вапно;
- плавиковий шпат;
- боксит;
- кам'яне і деревинне вугілля;
- та ін.;

Вогнетриви:

- вогнетривкі вироби;
 - доломіт, магнезит, магнезитовий порошок;
- та ін.

Формувальні:

- піски формувальні сухі, сирі;
 - глини формувальні сирі, сухі, мелені;
 - зв'язуючі: рідкі, смоли, концентрати;
 - каталізатори;
 - вугілля молоте, графіт;
 - ошурки, торфяна крошка;
 - протипригарні фарби, пасти;
- та ін.;

Допоміжні:

- дріб чавунний;
 - дріт залізний для арматури стрижнів;
 - графіт;
 - тальк;
 - гас для миття ящиків і обприскування моделей;
 - мазут для обприскування моделей;
 - рідке скло для футеровки печей;
 - сода каустична для просочування виливків;
 - синтетичні смоли для просочування виливків;
 - машинне мастило;
 - вазелін технічний;
 - емульсії гідравлічних машин;
- та ін.

Уточнений перелік матеріалів для кожного цеху визначається в завданні на проектування в залежності від його виду і роду сплаву.

Проектним завданням для кожного цеху передбачається, щоб мінімальний, але достатній для забезпечення безперерійної роботи запас матеріалів зберігався на цехових складах, а для підготовки матеріалів і подачі їх в робочу зону були передбачені допоміжні підрозділи.

Крім того, в проектному завданні передбачається проектування складів ливарної оснастки, стрижнів, виливків та цілого ряду допоміжних дільниць: ремонту обладнання, оснастки, ковшовий, позапічної обробки рідкого металу та ін.

Склади і допоміжні підрозділи повинні бути розташовані у прольотах відповідних виробничих відділень, або прольотах, суміжних з ними. Тому одною із складових частин завдання на проектування є схема потоків основних і допоміжних матеріалів, оснастки, виливків між операціями технологічного процесу.

Приклади виконання схем потоків наведені на рис. 2.1, 2.2, 2.3

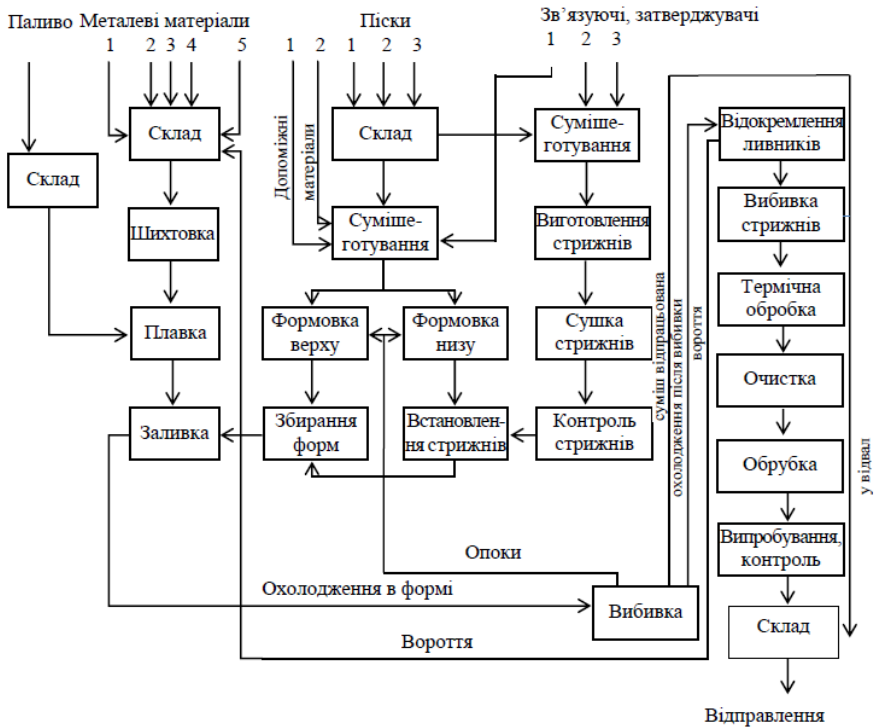


Рисунок 2.1 - Типова схема вантажопотоків цехів чавунного і сталевих лиття в ПГФ

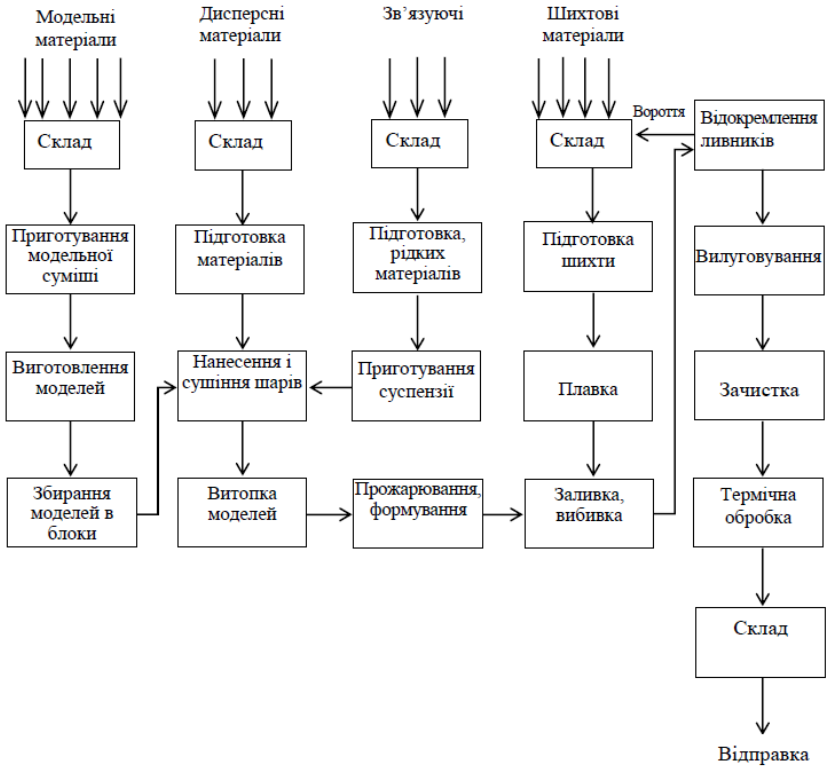


Рисунок 2.2 - Типова схема вантажопотоків цехів лиття за витоплюваними моделями.

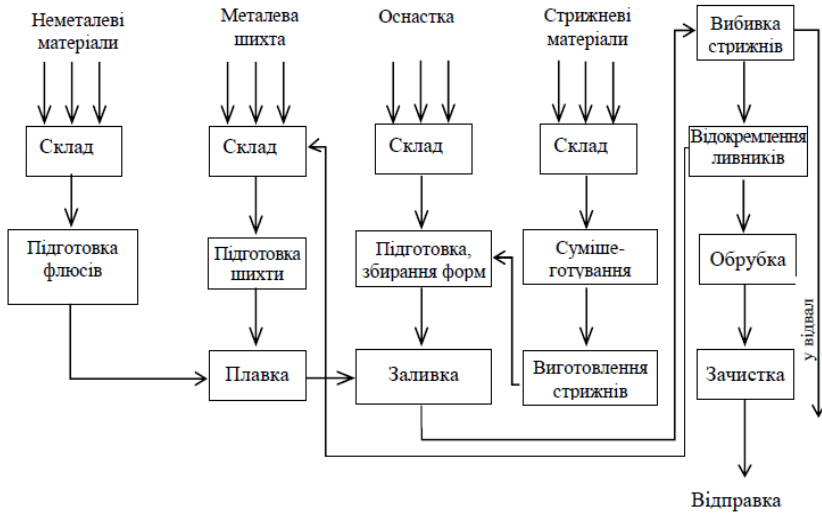


Рисунок 2.3 - Типова схема вантажопотоків цехів кольорового лиття в металеві форми

Порядок виконання лабораторної роботи і зміст звіту

1. Ознайомитися із загальними положеннями по темі лабораторної роботи.

2. Визначити перелік основних і допоміжних матеріалів, оснастки та інших видів вантажів, які потребують переміщення між виробничими і допоміжними підрозділами для забезпечення виконання технологічного процесу виготовлення виливків у цеху згідно індивідуального завдання.

3 Розробити схему вантажопотоків .

4 Оформити звіт. Зміст звіту: опис загальних відомостей, перелік основних, і допоміжних матеріалів, оснастки та ін., схема вантажопотоків, висновки.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Мета роботи – засвоїти порядок обґрунтування конструкції будівлі ливарного цеху, яка забезпечить оптимальне розміщення технологічного і транспортного обладнання для забезпечення виконання технологічного процесу виготовлення виливків.

Загальні відомості

В завданні на проектування ливарного цеху повинні бути відображені вимоги замовника проекту до конструктивних і об'ємно-планувальних рішень будівлі цеху, які передбачають оптимальне розміщення технологічного і транспортного обладнання для забезпечення виконання технологічного процесу виготовлення виливків.

В цих вимогах обов'язкові такі показники:

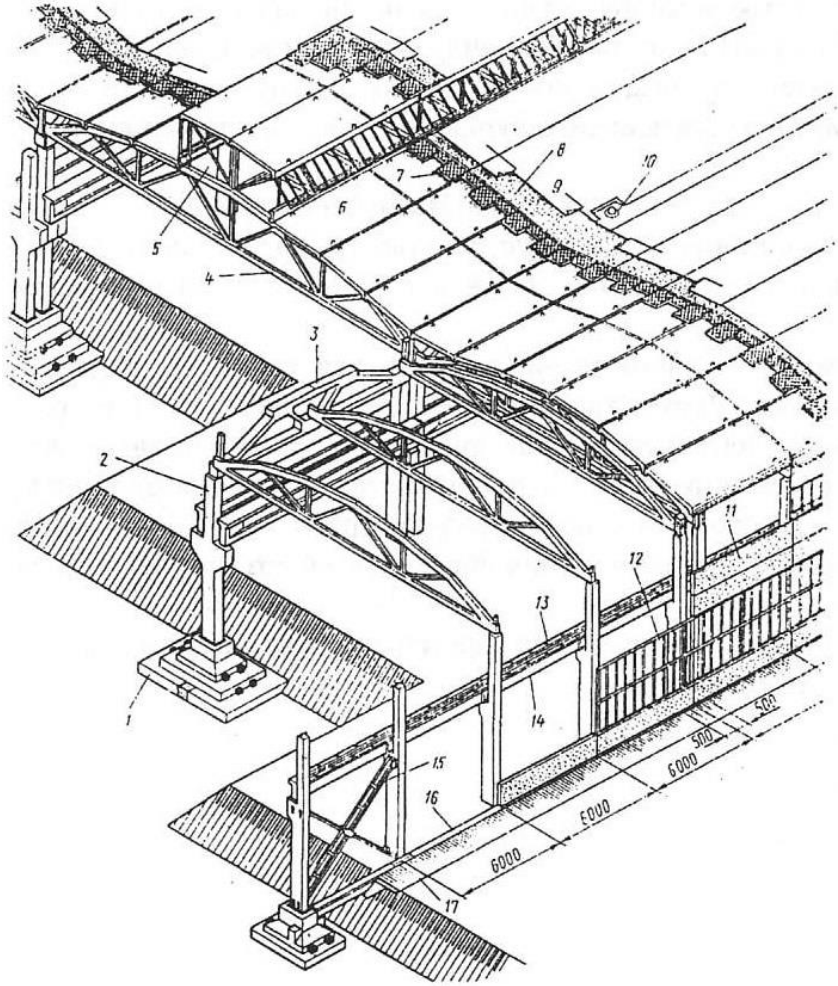
- тип конструкції будівлі;
- форма будівлі;
- кількість поверхів;
- розміри об'ємно-планувальних елементів будівлі;
- засоби освітлення і аерації.

Обирають їх за наступними рекомендаціями норм технологічного проектування [7].

Тип конструкції будівлі.

Для ливарних цехів рекомендуються будівлі каркасного типу. Несучий каркас складається з колон, встановлених на фундаменти, і зв'язаних фермами і балками. Колони і ферми утворюють поперечні рами, які зв'язані у поздовжньому напрямку фундаментними і підкрановими балками та зв'язями жорсткості. Каркаси бувають залізобетонні (збірні або монолітні) і сталеві із прокату.

В будівлях ливарних цехів машинобудівних підприємств рекомендуються збірні залізобетонні каркаси (рис. 3.1).



1-фундамент; 2-колона; 3-підкрів'яна ферма; 4-крів'яна ферма; 5-світло-аераційний ліхтар; 6-плита покриття; 7-утеплювач; 8-вирівнювальний шар; 9-покрівельний килим; 10-воронка водовідведення; 11-стінова панель; 12-стрічкове осклення; 13-кранова рельса; 14-підкранова балка; 15-зв'язки; 16-фундаментна балка; 17-відмстка.

Рисунок 3.1 – Залізобетонний каркас одноповерхової будівлі

Збірні залізобетонні конструкції мають недолік: обмеження по висоті і ширині прольотів, особливо у двоповерхових будівлях. Сталеві конструкції мають більші можливості, але з-за високої вартості їх застосування повинно бути обґрунтованим, наприклад, технічною необхідністю: ширина прольоту для встановлення технологічного обладнання має бути 30 метрів, або вантажопідйомність мостового крана для виконання технологічних операцій 20 тонн і більше.

Форма будівлі.

Для ливарних цехів переважною є компактна конфігурація будівлі у вигляді прямокутника. Доцільно також проектувати будівлі із відношенням її ширини до довжини від 1:1 до 1:3. В таких будівлях забезпечуються ефективні природні вентиляція, аерація, освітлення, а також раціональне розташування технологічних потоків. Але для цехів сталевих литва, особливо важких виливків, доцільними є будівлі витягнутої форми із відношення сторін більше, ніж 1:3, а також Г- та Т-образної форми. Деякі сучасні цехи мають і більш складну форму, диктовану технологічним процесом.

Кількість поверхів.

Згідно з нормами технологічного проектування ливарні цехи можуть бути одно- і двоповерховими. Обмеження: при виробництві важких і особливо важких виливків у дрібносерійному і одиничному виробництвах допускаються тільки одноповерхові будівлі.

Двоповерхова будівля краще, вона дозволяє відмовитися від чисельних підвалів і тунелів, що особливо важливо при високому рівні ґрунтових вод. Крім того, в таких будівлях виробничі відділення розміщують на другому поверсі, а на першому поверсі можна зручно розмістити допоміжні підрозділи, вентиляційне, сантехнічне, електротехнічне обладнання, обладнання неперервного тр

анспорту та технологічне обладнання, що виділяє шкідливі викиди.

Розміри об'ємно-планувальних елементів будівлі.

Каркас будівлі складається з прольотів, які можуть бути поперечними і поздовжніми по відношенню до вісі будівлі. В завданні на проектування обов'язковими є об'ємно-планувальні параметри — основні лінійні розміри об'ємно-планувальних елементів: ширина прольотів, висота приміщення, крок колон та ін., які регламентуються нормами технологічного проектування в залежності від виду технологічного обладнання (Таблиці 3.1-3.4).

Таблиця 3.1 – Норми розмірів прольотів, вантажопід'ємних засобів плавильних відділень, оснащених індукційними тигельними печами промислової частоти

Піч (тип, модель)	Відстань між вісями печі, м	Висота від позначки підлоги поверху, на якому встановлена піч, м		Розмір прольоту, м		Вантажопід'ємність крана, т	
		рівня робочої площадки	головки підкової рейки	ширина	крок колон	у випадку рефутування на стелі	у випадку рефутування на робочій площадці
Для плавки чавуну							
ІЧТ-1	5,0	1,5	8,15	18; 24	6; 12	5	5
ІЧТ-2	6,0	1,5	8,15	18; 24	6; 12	10	5
ІЧТ-6	6,0	1,5	9,65	24	6; 12	16	10
ІЧТ-10	6,0	1,5	9,65; 11,45	24; 30	12	30	20
ІЧТ-21,5	12,0	1,5; 3,0	11,45; 12,65	24; 30	12	50	30
ІЧТ-31	12,0	1,5; 3,0	11,45; 12,65	24; 30	12	50	50
ІЧТ-60	12,0	1,5; 3,0	11,45; 12,65	24; 30	12	-	50
Для плавки кольорових сплавів							
ІАТ-0,4	4,5	1,8	9,60	18; 24	6; 12	5	3
ІАТ-1/0,4	5,0	2,0	8,15	18; 24	6; 12	10	5
ІАТ-2,5	5,0	2,0	8,15	18; 24	6; 12	10	5
ІАТ-6	6,0	2,0	9,65	24	6; 12	16	10
Плавильна піч газова, місткістю 29,0 т	-	-	9,65	24	6; 12		30
Те саме, місткістю 2,0 т	-	-	9,60	18; 24	6; 12	-	-

Примітка. Розмір 9,60 – до низу конструкції перекриття.

Таблиця 3.2 – Норми розмірів прольотів, вантажопідйомних засобів плавильних відділень, оснащених дуговими електропечами

Піч (тип, модель)	Вантажопідйомність крана, т		Розміри прольоту, м				
	головного	допоміжного	Одноповерхової будівлі і 2-го поверху двоповерхового		Висота робочої площадки від позначки 0,00	Висота від робочої площадки печі	
			ширина прольоту	крок колон		до рівня головки підкранової рейки	до низу конструкції покриття
Плавильно-заливальний проліт							
ДСП-3	10	-	18; 24	6; 12	0,0	8,15	10,8
ДСП-6	20/5	-	24; 30	6; 12	0,0	9,35	12,0
ДСП-12	32/5	10	24; 30	6; 12	5,0	11,00	14,4
ДСП-25	50/12, 5	16/3, 2	24; 30	6; 12	5,5	12,55	18,0
ДСП-50	100/20	20/5	30	6; 12	6,5	15,15	-
Плавильний проліт							
ДСП-12	20/15	10	18; 24	12; 24	5,0	11,35	14,4
ДСП-25	50/12, 5	16/3, 2	24; 30	12; 24	5,5	12,55	18,0
ДСП-50	80/20	20/5	24; 30	18; 24	6,5	15,15	20,5
Заливальний проліт							
ДСП-12	30/5	10	18; 24	12; 24	5,0	11,00	14,4
ДСП-25	50/10	16/3, 2	24; 30	12; 24	5,5	12,55	13,0
ДСП – 50	100/20	20/5	24; 30	18; 24	6,5	15,55	-

Примітка. Припускається позначку робочої площадки приймати по рівню підлоги 2-го поверху формульно-заливальної ділянки.

Таблиця 3.3 – Норми розмірів прольотів, вантажопід'ємних засобів плавильних відділень сталеволivarних цехів, оснащених індукційними тигельними печами підвищеної частоти

Піч (тип, модель)	Розміри прольоту, м						Вантажопідйомність засобів, т
	Ширина	Висота рівня робочої площадки	Висота від позначки підлоги поверху, де встановлена піч		Відстань між вісями печей	Відстань від стінки машинного залу	
			до низу конструкцій покриття	до головки підкранової рейки			
ІСТ-0,06	12; 18	-	10,8	8,15	2,5	3,00	1
ІСТ-0,16	18; 24	0,5	10,8	8,15	2,5	3,00	1
ІСТ-0,25	18; 24	0,5	10,8	8,15	3,5	3,00	1
ІСТ-0,40	18; 24	0,9	10,8	8,15	5,0	3,50	1
ІСТ-1,00	18; 24	2,0	10,8	8,15	5,5	4,25	5
ІСТ-2,50	18; 24	2,5	10,8	8,15	7,5	4,75	10
ІСТ-6,00	24; 30	3,4	12,0	9,35	12,0	6,00	16/3,2

Таблиця 3.4 – Норми розмірів прольотів і вантажопід'ємності кра-
на відділень цехів великосерійного і масового виробництва масою до
200 кг

Цех, відділення	Розмір прольоту, м							
	Вантажопідйомність, т	Ширина прольоту одноповерхової будівлі	Ширина прольоту двоповерхової будівлі		Крок колон	Висота до позначки підлоги другого поверху	Висота до низу конструкцій покриття	
			основного прольоту	прольоту 1-го поверху			у одноповерховій будівлі від позначки 0,00	у двоповерховій будівлі від позначки підлоги 2-го поверху
Чавунного та сталевого литва								
Формувально-заливально-вибивне	3,2; 5,0	24; 30	24; 30	12	6; 12	7,8; 8,4	-	10,8
Стрижньове	3,2; 5,0	24	24	12	6; 12	7,8; 8,4	10,8	10,8
Термообрубне	3,2; 5,0	24; 30	24; 30	12	6; 12	7,8; 8,4	10,8	10,8
Лиття за витоплюваними моделями								
Всі відділення	3,2	24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8; 8,4	8,4; 9,6; 10,8	8,4; 9,6; 10,8
Кольорового литва								
Заливання	3,5; 5,0	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8; 8,4	8,4; 9,6; 10,8	9,6; 10,8
Обрізання	3,2	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8; 8,4	8,4; 9,6; 10,8	9,6; 10,8
Термічної 0-обробки	2,0	18; 24	18; 24	9; 12	6; 12	7,8; 8,4	8,4; 9,6; 10,8	9,6; 10,8

Ширина прольоту — це відстань між розбивочними вісям окремих опор у напрямку, що відповідає несучій конструкції перекриття.

Висота приміщення — це відстань від підлоги до низу конструкції перекриття.

Крок колон — це відстань між рядами колон, які визначають розташування опор основних несучих конструкцій у напрямку, перпендикулярному прольоту. Кроки колон зовнішніх і середніх рядів можуть відрізнятися

Розміри прольотів у горизонтальній площині прив'язують до сітки колон. Сітка колон складається з розбивочних вісей і рядів колон.

Розбивочні вісі йдуть вздовж прольотів і позначаються на плані цеху знизу уверх заголовними буквами алфавіту, крім букв З і О, які подібні цифрам 3 і 0.

Ряди колон йдуть уперек прольотів і позначаються зліва направо арабськими цифрами, починаючи з 1 (Рисунок 3.2.).

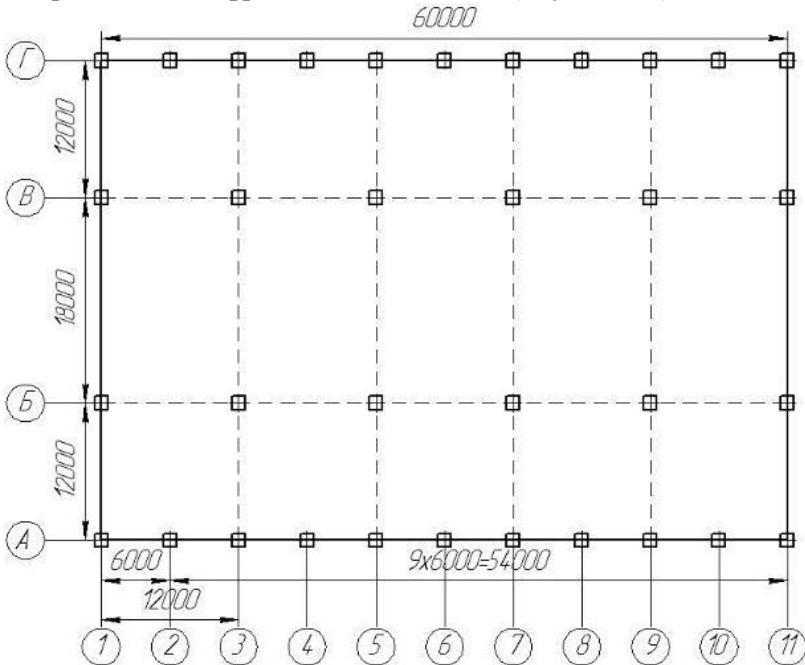


Рисунок 3.2 – Схема плану прольотів (сітка колон)

Засоби освітлення і аерації.

На об'ємно-планувальне рішення будівлі великий вплив мають способи освітлення і аерації. Вони можуть бути або повністю штучними, або комбінованими, коли штучні способи суміщуються з природними. Нормами проектування рекомендуються комбіновані способи. Природні освітлення і аерація створюються за допомогою осклених стінових проёмів стрічкових або крапкових з рамами, що відкриваються, та світло-аераційних ліхтарів теж з рамами, що відкриваються (див. Рис. 3.1). Природне освітлення позитивно впливає на фізіологічний і психологічний стан працівників, тому продуктивність праці підвищується. Для освітлення в темні години доби передбачається штучне освітлення, а при необхідності на окремих робочих місцях встановлюють додаткові світильники. Природна аерація теж не є єдиним способом вентиляції приміщення — ливарні цехи проєктують обов'язково з механічною штучною вентиляцією, яка повинна забезпечувати у цеху необхідну температуру і інтенсивний обмін повітря у будь-яку пору року.

В завданні на проєктування обов'язково відображаються вимоги замовника проєкту по засобам освітлення і аерації.

Порядок виконання лабораторної роботи і зміст звіту

1. Ознайомитися із загальними положеннями по темі лабораторної роботи.

2. Згідно з індивідуальним завданням визначити основні конструктивні і об'ємно-планувальні рішення будівлі ливарного цеху: тип конструкції будівлі, форма будівлі, кількість поверхів, кількість і розміри прольотів і кроки колон, засоби освітлення і аерації.

3 Оформити звіт. Зміст звіту: опис загальних відомостей, прийняті параметри конструктивного і об'ємно-планувального рішення будівлі з обов'язковим обґрунтування кожного параметра, висновки.

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ЦЕХУ

Мета роботи – засвоїти основні положення розробки технологічної схеми цеху.

Загальні відомості

Одним із основних розділів технічного завдання на проектування ливарного цеху є технологічна схема цеху, яка визначається його складом, потужністю, видом сплаву, прийнятим технологічним процесом і засобами внутрішньоцехового транспорту. У відповідності із технологічною схемою проєктувальник розробляє основні архітектурні рішення, обирає елементи конструкції будівлі, принципові схеми вентиляції і освітлення та ін. Графічно технологічна схема відображає взаємне розташування виробничих і допоміжних підрозділів цеху, напрямки вантажопотоків.

Склад виробничих і допоміжних підрозділів, які розміщуються в основній будівлі цеху, повинен забезпечити виконання технологічного процесу виробництва виливків, передбаченого програмою, починаючи із складів основних і допоміжних матеріалів і закінчуючи ґрунтовкою виливків. Однак, у склад ливарного цеху не завжди входить повний перелік підрозділів.

При наявності кількох ливарних цехів у складі машинобудівного заводу, для прискорення розвантажування вагонів, кращої організації проведення складських операцій, підготовки і розподілення по цехах шихтових і формувальних матеріалів, їх зберігання і підготовку виносять із ливарних цехів і розташовують у єдиному для усього заводу базисному складі. В ливарних цехах у цьому випадку організують добові склади.

Відділення ґрунтовки інколи також переносять за межі ливарного цеху, зокрема, це доцільно при необхідності штучного старіння відповідальних чавунних виливків, яке проводиться після первинної обробки різанням. У цьому випадку послідовні операції первинної обробки різанням, термічної обробки і ґрунтовки виливків виконують за межами ливарного цеху.

Відповідно, обов'язковими виробничими відділеннями ливарного цеху виготовлення виливків у піщано-глинистих формах є плавильне відділення із проміжним складом шихтових матеріалів і дільницею дозування і набору шихти, формувальньо-заливально-вибивне, стрижневе, сумішготувальне із проміжним складом формувальних матеріалів і обрубно-очисне.

В цехах лиття за витоплюваними моделями і в цехах кольорового лиття в металеві форми виробничі відділення за межі основної будівлі практично не виносять.

Крім того, в основній будівлі будь-якого ливарного цеху повинні бути розташовані допоміжні підрозділи, утому числі проміжні склади оснастки, ремонтні і енергетичні служби.

Після визначення складу виробничих і допоміжних підрозділів, які планується розташувати у основній будівлі, розробляють технологічну схему цеху, тобто графічне зображення взаємного розташування його виробничих і допоміжних відділень і дільниць та напрямків вантажопотоків.

В технологічній схемі повинно бути передбачене розміщення найбільш людних і відповідальних виробничих відділень і дільниць (формувальних, ливарних, стрижневих) у найкращих комфортних умовах, просторих приміщеннях, з хорошим природним освітленням, переважно біля зовнішніх стін будівлі.

Слід також враховувати особливості транспортних зв'язків відділень цеху, обсяги і транспортабельність матеріалів, що переміщуються. Необхідно забезпечити найкоротші і зручні передачі рідкого металу, температура якого швидко знижується і одночасно втрачаються його ливарні властивості; готових формувальних і зворотних сумішей, вантажопотоки яких найбільші, і готових стрижнів — найбільш крихких предметів у ливарному цеху. Тому у всіх схемах ливарних цехів розташовують поруч плавильне відділення і заливальні дільниці формувальних відділень, формувальні і сумішготувальні відділення, стрижневі відділення і збиральні дільниці формувальних відділень. Транспортування виливків у обрубне відділення часто суміщують з їх охолодженням, тому приближення обрубного відділення до формувального не обов'язкове.

Витратні склади свіжих сухих і регенованих пісків звичайно розміщують у силосних баштах за межами цеху, біля основних споживачів цих матеріалів. Проміжні склади моделей і стрижневих ящиків по-

винні знаходитися у безпосередній близькості від формувальних і стрижневих машин і робочих місць, при чому повинен бути передбачений зручний і безперейний транспорт цієї оснастки. Це особливо важливо для ливарних цехів, в яких планується виготовляти різномітні виливки великої номенклатури.

Графічне зображення технологічної схеми цеху виконується у вигляді площинного креслення за обраними показниками:

- структура ливарного цеху по виробничим, допоміжним підрозділам і складам;
- перелік основних і допоміжних матеріалів, схема взаємозв'язку виробничих, допоміжних підрозділів і складів ливарного цеху;
- об'ємно-планувальні рішення будівлі цеху: форма будівлі, кількість поверхів, кількість і розміри прольотів.

Для виконання креслення технологічної схеми розраховуються орієнтовні значення загальної площі цеху і площ основних виробничих відділень і складів. В проєкті ливарного цеху ці площі будуть уточнені при виконанні плану розташування обладнання згідно з проєктними розрахунками і розмірами обраного технологічного обладнання.

У завданні на проєктування площі цеху і відділень розраховуються згідно з рекомендаціями норм технологічного проєктування за наступними укрупненими даними.

Цехи чавунного і сталевих лиття в об'ємні разові піщані форми.

Чавуноливарні цехи.

Загальна площа цеху:

$$S_{\text{заг}} = \Pi / P, \text{ м}^2,$$

де Π – виробнича програма, т/рік;

P – випуск виливків з 1 м², т., для чавуну - 0.7-0,8 т/рік з 1 м².

Рекомендований розподіл площі цеху.

Площі виробничих відділень:

- формувальне 32 – 34 %;
 - плавильне 13 – 15 %;
 - сумішеготувальне 3 – 5 %;
 - стрижневе 16 – 18 %;
 - очистки і термічної обробки 23 – 25 %.
- Склади 8 – 10 %.

Сталеливарні цехи .

Загальна площа цеху:

$$S_{\text{заг}} = \Pi / P, \text{ м}^2,$$

де Π – виробнича програма, т/рік;

P – випуск виливків з 1 м^2 , т., для сталі - 0.8-0,9 т/рік з 1 м^2 .

Рекомендований розподіл площі цеху.

Площі виробничих відділень:

- формувальне 34– 36 %;
- плавильне 11 – 13 %;
- сумішеготувальне 3 – 5 %;
- стрижневе 12 – 14 %;
- очистки і термічної обробки 27 – 29 %.

Склади 8-10%.

Цехи лиття за витоплюваними моделями.

Загальна площа цеху:

$$S_{\text{заг}} = \Pi / P, \text{ м}^2,$$

де Π – виробнича програма, т/рік;

P – випуск виливків з 1 м^2 , т.

Рекомендовані норми випуску для укрупненого розрахунку

площ:

Групи виливків по масі, кг	Показник випуску лиття, т/рік з 1 м^2
до 0,1	0,2
0,1 – 0,25	0,2 – 0,25
0,25 – 1,0	0,25 – 0,3
1,0 – 2,0	0,30 – 0,35

Рекомендований розподіл площі цеху.

Площі виробничих відділень:

- модельне 14 – 16%;
- вогнетривких покриттів 16 – 18%;
- підготовки і заливки форм 8 – 10%;
- плавильне 12 – 14%;
- очистки і термічної обробки 28 – 30%.

Склади 16-18%.

Цехи кольорового лиття в металеві форми.

Загальна площа цеху:

$$S_{\text{заг}} = \Pi / P, \text{ м}^2,$$

де Π – виробнича програма, т/рік;

P – випуск виливків з 1 м^2 , т.

Рекомендовані показники зйому лиття з 1 м^2 загальної площі :

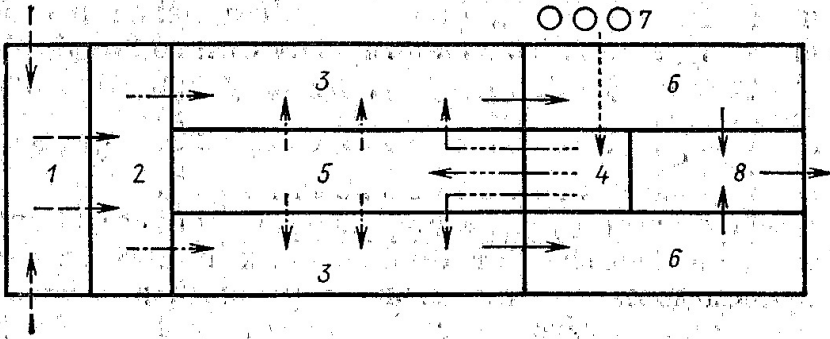
- цех лиття з алюмінієвих сплавів - $0,35 - 0,5 \text{ т. з } 1 \text{ м}^2$;
- цех лиття з цинкових сплавів - $0,6 - 0,8 \text{ т. з } 1 \text{ м}^2$;
- цех лиття з магнієвих сплавів - $0,25 - 0,35 \text{ т. з } 1 \text{ м}^2$.

Рекомендований розподіл площі цеху.

Площі виробничих відділень:

- плавильне - $17 - 19 \%$;
- ливарне - $40 - 42 \%$;
- стрижневе - $4 - 5 \%$;
- фінішних операцій – $6 - 8 \%$.
- Склади - $26 - 33\%$.

Приклад технологічної схеми з вантажопотоками наведений на рисунку 4.1.



1 — склад шихти; 2 — плавильне відділення; 3 — формувальне відділення; 4 — сумішготувальне відділення; 5 — стрижневе відділення; 6 — обрубне відділення; 7 — силоси для піску; 8 — дільниця ґрунтовки.

Вантажопотоки: — — — — шихта; — • — • — рідкий чавун; — • • — стрижні; — • • • — формувальні і стрижневі суміші; • • • • пісок; — — — — виливки.

Рисунок 4.1 – Технологічна схема ливарного цеху

Порядок виконання лабораторної роботи і зміст звіту

1. Ознайомитися із загальними положеннями по темі лабораторної роботи.

2. Визначити перелік виробничих і допоміжних підрозділів, які плануються розмістити в основній будівлі цеху для забезпечення виконання технологічного процесу виробництва виливків

3. Згідно з індивідуальним завданням розрахувати орієнтовні значення загальної площі цеху і площ основних виробничих відділень і складів.

4. Обґрунтувати розміщення виробничих відділень і допоміжних підрозділів в будівлі цеху, яке забезпечить поточність виконання технологічного процесу виробництва виливків і розміщення найбільш людних і відповідальних виробничих відділень і дільниць у комфортних приміщеннях.

5. Накреслити технологічну схему ливарного цеху згідно з прийнятими в попередніх роботах вантажопотоками і об'ємно-планувальними рішеннями будівлі цеху. Масштаб креслення: схема в межах формату А4.

6. Оформити звіт. Зміст звіту: опис загальних відомостей, перелік виробничих і допоміжних підрозділів в основній будівлі цеху, розрахунки загальної площі цеху, площ основних виробничих відділень і складів, обґрунтування розміщення виробничих відділень, технологічна схема ливарного цеху.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1 Наумик В.В. Конспект лекцій з дисциплін “Основи проектування ливарних цехів”, “Проектування ливарних цехів”, “Проектування ливарних цехів машинобудівних підприємств”: конспект лекцій [Текст] / В.В. Наумик, В.М. Сажнев, Ю.П. Петруша,, Я.А. Василевська. В 2-х частинах. Ч. 1. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 62 с.

2 Наумик В.В. Конспект лекцій з дисциплін “Основи проектування ливарних цехів”, “Проектування ливарних цехів”, “Проектування ливарних цехів машинобудівних підприємств”: конспект лекцій [Текст] / В.В. Наумик, В.М. Сажнев, Ю.П. Петруша,, Я.А. Василевська. В 2-х частинах. Ч. 2. Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 66 с.

3 Туманський Б.Ф. Проектування ливарних цехів: Навч. посібник. [Текст]. К. : НМК ВО, 1992 — 188 с.

4 Шульте Ю.А. Производство отливок из стали. - Киев; Донецк: Вища школа. Головное изд-во. 1983. - 184 с.

5. Справочник по чугунному литью / Под ред. д-ра техн. наук Н.Г. Гиршовича. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-е, 1978. - 758 с.

6. Производство отливок из цветных сплавов: Учебник для вузов. / Курдюмов А.В., Пикунев М.В., Чурсин В.М., Бибииков Е.Л. 2-е изд., доп. И пераб. - М.: МИСИС, 1996. - 504 с.

7. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Литейные цехи и склады шихтовых и формовочных материалов. ОНТП 07-86 / Минавтопром, 1986. – 167с.