

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисциплін

« « »
« »
136 « »
« »
« »
131 « »

Частина друга

ЗМІСТ

10 Розрахунок та проектування допоміжних відділень та ділянок ливарного цеху.....	67
10.1 Ділянка ремонту обладнання.....	67
10.2 Ділянка ремонту ковшів та футерівки плавильних печей.....	67
10.3 Ділянка позапічної обробки рідкого металу.....	68
10.4 Ділянка підготовки шихти.....	69
10.5 Ділянка підготування свіжих формувальних матеріалів.....	69
10.6 Ділянка регенерації піску.....	70
10.7 Лабораторії та кладові.....	71
11 Склади ливарного цеху.....	72
11.1 Загальні положення.....	72
11.2 Зберігання матеріалів на складі.....	78
11.3 Рекомендації по проектуванню складів.....	79
12 Вказівки по будівельному проектуванню ливарних цехів.....	80
12.1 Основні положення будівельного проектування.....	80
12.2 Класифікація та типізація будівель.....	81
12.3 Основні конструктивні рішення та будівельні елементи.....	83
12.3.1 Каркаси будівлі.....	83
12.3.2 Елементи будівель.....	84
12.4 Поверховість будівель.....	89
12.4.1 Одноповерхові будівлі.....	89
12.4.2 Багатоповерхові виробничі будівлі.....	90
12.4.3 Будівлі змішаної поверховості.....	90
12.5 Спеціальні вказівки будівельного проектування.....	91
12.6 Допоміжні будівлі.....	93
13 Цехи литва за витоплюваними моделями.....	95
13.1 Особливості проектування.....	95
13.2 Визначення об'ємів виробництва.....	95
13.3 Особливості технологічного процесу лиття за витоплюваними моделями.....	96
13.4 Вибір технологічних процесів та обладнання.....	99

14 Цехи лиття під тиском. Різновиди машин лиття під тиском. Принципи їх вибору.....	102
15 Цехи кокільного лиття. Особливості проектування.....	106
16 Вибір технологічних процесів та обладнання в ливарних цехах кольорового лиття в металеві форми.....	108
17 Цехи та ділянки відцентрового лиття.....	109
18 Цехи лиття в оболонкові форми.....	111
18.1 Технологічний процес та обладнання.....	111
19 Механізація та автоматизація транспортних операцій.....	113
19.1 Загальна частина.....	113
19.2 Конвеєрні пристрої.....	114
19.3 Трубопровідний транспорт.....	116
19.4 Допоміжні пристрої.....	116
20 Сантехнічна частина проекту.....	118
20.1 Опалення.....	118
20.2 Вентиляція.....	118
20.3 Кондиціювання повітря.....	119
20.4 Водопровід і каналізація.....	120
21 Енергетична частина проекту.....	122
21.1 Теплопостачання.....	122
21.2 Газопостачання.....	122
21.3 Стиснене повітря.....	123
21.4 Електропостачання. Освітлення. Контрольно-вимірювальні пристрої та автоматика.....	124
21.4.1 Електропостачання.....	124
21.4.2 Електроосвітлення.....	126
21.4.3 Слабкострумове господарство.....	126
21.4.4 Автоматизація виробничих процесів.....	127
Список рекомендованої літератури.....	128

10 РОЗРАХУНОК ТА ПРОЕКТУВАННЯ ДОПОМІЖНИХ ВІДДІЛЕНЬ ТА ДІЛЯНОК ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

10.1 Ділянка ремонту обладнання

При проектуванні цієї ділянки розробляють структуру ремонтного циклу (чергування видів ремонту) та визначають тривалість між-ремонтного циклу обладнання, який представляє собою період часу між двома суміжними капітальними ремонтами. Потім встановлюють об'єм необхідних робіт, для чого норми трудомісткості однієї умовної одиниці ремонту помножують на номер групи ремонтної складності. Визначивши таким чином необхідну кількість годин на станочні, слюсарні та інші роботи, розраховують кількість металоріжучих верстатів та робочих для виконання усіх необхідних ремонтних робіт. Ця ділянка працює завжди у дві зміни.

Площа на один верстат складає 8-10 м², на одне робоче місце слюсаря 4-6 м². Ці дані дозволяють визначити сумарну площу зайняту ділянкою ремонту обладнання. Якщо цей розрахунок неможливий, то виконують покрупнений розрахунок, визначаючи необхідну кількість верстатів за існуючими нормами. Парк верстатів цехових ремонтних майстерень складається з токарних (40 %), свердлильних (20 %), фрезерних (15 %), стругальних (10 %) та інші.

Для розрахунку площі ділянки ремонту обладнання визначають необхідну кількість верстатів та помножують її на площу, що займає один верстат. Отриману сумарну площу помножують на коефіцієнт, що враховує необхідні додаткові площі. Так для металоріжучих верстатів, які займають площу більше 20 м² – $k=1,5$; при площі 10-20 м² – 2; 6-10 м² – 2,5; менше 6 м² – 3.

Для майстерень з ремонту енергетичного обладнання та модельно-опочного оснащення передбачається додаткова площа 60-80 м².

10.2 Ділянка ремонту ковшів та футерівки плавильних печей

Ця ділянка передбачена для капітального ремонту та футерівки ковшів, а також для набирання склепіння електрично-дугових печей. При стопорному розливанні, сталі на цій ділянці також проводять набирання та сушку стопорів.

В ході розрахунку плавильного відділення були отримані дані

про місткість зливних ковшів, а при розрахунку формувальню-заливо-вибивальнюю вiддiлення – по мiсткостi та парку заливальних ковшiв – 15 % вiд яких знаходиться в ремонтi. Для ремонту та футерiвки вказаного обладнання на цiй дiлянцi видiляються робочi мiсця.

Для сушки та розiгрiвання тiльки що футерованих ковшiв або для розiгрiвання ковшiв пiсля перерви в використаннi, застосовують спецiальнi стени, що отоплюються газом. Склепiння сушать безпосередньо на печi при першiй плавцi, а стопори в спецiальних сушилах в пiдвiшеному станi.

Для футерiвки плавильних печей застосовують вогнетривкi матерiали, що найбільш пiдходять для марок сплавiв, що виплавляються. Цi матерiали зберiгаються на складi, сумiшi для футерiвки пiдготовлюють або на спецiальнiй дiлянцi або безпосередньо на дiлянцi ремонту ковшiв i футерiвки печей.

Цю дiлянку частiше за все розмiшують на територii плавильного вiддiлення в тому ж прольотi, де здiйснюють розливу рiдкого металу. Площу дiлянки приймають з розрахунку 10-18 м² на 1000 т придатного литва на рiк.

10.3 Дiлянка позапiчної обробки рiдкого металу

При виробництвi вiдливкiв з модифiкованого або високомiцного чавуну, в плавильному вiддiленнi повиннi бути передбаченi площi для розмiщення потрiбного обладнання.

Широке застосування отримали чавуни модифiкованi магнiєм. Для такого модифiкування застосовують герметичнi камери або герметичнi ковшi, в яких чавун обробляють при надлишковому тиску парiв магнiю.

Для полiпшення якостi сталi, пiдвищення ефективностi процесiв десульфуратцi, дефосфоруатцi та розкислення, застосовують позапiчну обробку сталi синтетичними шлаками. Для плавки синтетичних шлакiв в плавильному вiддiленнi встановлюють спецiальнi сталеплавильнi печi, а для проведення процесу обробки сталi, збiльшують парк зливних ковшiв, використовуючи при цьому ковшi бiльшi мiсткостi та видiляють додатковi площi.

Для дегазацi сталi виплавленої у вiдкритiй печi можна застосувати вакуумну обробку в спецiальному ковшi, або камерi, чи продувку рiдкого металу iнертними газами.

Усе перераховане обладнання розмiщують в плавильному вiддiленнi на додаткових площах, розмiри яких визначають плануванням цих дiлянок.

10.4 Ділянка підготування шихти

Для підготування шихтових матеріалів та подачі їх у виробництво на складах шихти організують ділянки просівання коксу, подрібнення вапняку, очищення ливників, складання суміші. В якості технологічного обладнання на складах шихти використовують чушколоми, дробівки, капри, алігаторні ножиці, барабани безперервної та періодичної дії, установки для грохочення коксу та подрібнення коксу та вапняку. Для зважування складників застосовують стаціонарні шихтовочні та кранові ваги, а також електровагові візки. До масовимірювальних пристроїв металічні компоненти шихти можуть подаватися по двох системам: через витратні бункера з траковими, інерційними або вібраційними живильниками або з витратних засіків за допомогою мостового крану з електромагнітною шайбою з регулюванням вантажопідйомності. Немагнітні компоненти подаються за допомогою вібраційних живильників.

Для зменшення витрати електроенергії, збільшення продуктивності печей та поліпшення санітарно-гігієнічних умов при плавці в електричних печах, організують попереднє підігрівання шихти після її завантаження в завалочні ємності в камерних або в тунельних печах, або на спеціальних стендах. Установку для підігрівання шихти вмонтовують в систему її набору та зважування.

Площі, що виділяються для перерахованих ділянок залежать від призначення цеху та масштабів виробництва, а проектувати їх рекомендується при складах шихтових матеріалів в безпосередній близькості від плавильних агрегатів.

10.5 Ділянка підготування свіжих формувальних матеріалів

На цій ділянці виконують сушіння піску, дроблення та помел глини, підготування закріплювачів, помел вугілля та інші операції. Сушіння піску та глини здійснюють в барабаних сушилах, а при наявності пневмотранспорту – в пневмотоці гарячих газів. Помел вугілля та глини виконується у млинах різної конструкції (шарових, молоткових, конусних), а просіювання матеріалів на полігональних та механізованих ситах. Ділянки підготування свіжих формувальних сумішей рекомендується організувати при складах формувальних матеріалів.

10.6 Ділянка регенерації піску

Призначення дії ділянки полягає у видаленні з відвальних непридатних до безпосереднього використання сумішей піску та металічних включень.

Підготування сирих глинистих оборотних сумішей полягає у роздавлюванні комів (за допомогою гладких вальців або в результаті просіювання), відділенні та видаленні частинок магнітними сепараторами, охолодженні та стабілізації заданих температури та вологості, що здійснюється в гомогенізаторах різної конструкції. Регенерація піску з стрижньових сумішей, а також з сухих та підсушуваних форм здійснюється за більш складною схемою. Для цього процесу існують „мокрі”, „сухі” та комбіновані схеми регенераційних установок. Найбільш універсальні комбіновані системи, в яких пиловидні частки видаляються за допомогою води, а інші операції виконуються у повітряному середовищі. При цьому вода та повітря, що беруть участь у процесах регенерації повинні циркулювати по замкненому циклу та бути очищеними до встановлених норм.

Розроблено типовий технологічний процес сухої регенерації, що включає в себе операції вибивання суміші, магнітної сепарації, крупного дроблення, повторної магнітної сепарації, дрібного дроблення та відтирання плівок, класифікації (знепилювання) та охолодження регенеранти.

Також існує типовий технологічний процес гідравлічної регенерації піску. При цьому відвальні суміші підлягають магнітній сепарації, дробленню, грохоченню, відтиранню, повторній та контрольній класифікації, зневодненню та сушці. Вода, що приймає участь в процесі, проходить гравітаційне і фізико-хімічне очищення та повертається у виробництво, шлами зневоднювання та переводяться у відвал.

Процес підготування оборотної самотвердіючої суміші проводять для звільнення піску від зв'язуючого та дрібних фракцій. Регенерацію самотвердіючих сумішей поділяють на три види: 1) механічну (суху); 2) мокру; 3) термічну.

Суміші, що спрямовують на регенерацію проводять крізь ряд послідовно зв'язаних між собою вузлів. Спочатку вони потрапляють на дільницю переробки відвальної суміші, що розміщується в ливарному цеху та призначений для повного видалення магнітних та шматкових відходів і виготовлення пульпи (20:1). Пульпа зручна для

транспортування у вузол регенерації, що розміщується на складі шихтових матеріалів. Вказаний вузол призначений для промивання регенованого піску, видалення шкідливих оболонок та зневоднювання готового регенерату.

Після завершення циклу регенерації отримують сухий пісок, що по якості відповідає свіжому піску (до 1 % глинистої складової), оборотну воду попереднього (менше 4 г/л частинок) та повного (менше 0,5 г/л) освітлення, металічні відходи, крупні сухі відходи з розмірами частинок більше 4 мм та дрібні відходи у вигляді відвального згущеного шламу.

При проектуванні нових ливарних цехів, ділянку переробки відвальних сумішей рекомендується розміщувати в ізолюваному приміщенні поблизу ділянки отримання регенованого піску на складі формувальних матеріалів, а місце освітлення води, розміщувати чи в окремій будівлі приміщенні, чи також на складі формувальних матеріалів.

10.7 Лабораторії та кладові

В ливарному цеху організують експрес-лабораторії для хімічного та спектрального аналізу марок сплавів, що виплавляються, та експрес-лабораторію для поточних аналізів формувальних та стрижневих сумішей. Ці лабораторії розміщують безпосередньо біля виробничих відділень або у побутових приміщень цеху. Площі лабораторій визначають за покрупненими нормами в залежності від потужності цеху, що проектується, та типу виробництва.

Комори в ливарних цехах організують для зберігання допоміжних матеріалів. Розрізняють загальну цехову комору, інструментальну обрубного відділення, матеріальну ґрунтувального відділення, а також комори цехових механіка та електрика. Необхідну площу цехових комор вибирають за середніми нормами в залежності від характеру виробництва.

11 СКЛАДИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

11.1 Загальні положення

Ливарні цехи споживають велику кількість різноманітних матеріалів для виготовлення піщаних форм та отримання рідких металів. Так для виробництва 1 т придатних відливків, в цеху приймається та переробляється 3,5 т різноманітних матеріалів.

Формувальні матеріали.

1 Формувальні піски.

Піски доставляють в саморозвантажувальних вагонах вантажопідйомністю до 60т. Збагачені піски з вологістю до 0,5% доставляють цементовозами.

2 Формувальні глини та бентоніти.

Сирі формувальні глини усіх видів перевозять у відкритих вагонах; бентоніти – у закритих вагонах. Сухі молоті формувальні глини та бентоніти пакують у мішки по 30кг та перевозять у закритих вагонах.

3 Молоте кам'яне вугілля (марок ГК, К, ПЖ) доставляється у паперових мішках.

4 Пиловидний кварц (маршаліт) доставляється паперових мішках.

5 Графіт кристалічний або аморфний в порошок також доставляється в паперових мішках.

6 Дерев'яні ошурки або торф'яна крихта доставляється навалом машинами.

7 Концентрат сульфітно-спиртової барди – густа рідина темно-коричневого кольору (густиною 1,27-1,3 г/см³). Доставляється у залізничних цистернах.

8 Зв'язуючі П, ПТ, ІТА – розчин окисленого петролатуму в уайтспіриті. Вогнебезпечна масляниста рідина коричневого кольору. Доставляються у цистернах або у металевих бочках.

9 Зв'язуюча ГТФ – важка фракція генераторної сланцевої смоли. Масляниста темна рідина. Доставляється у цистернах або у металевих бочках.

10 Зв'язуючі СП,СБ – рідини темно-коричневого кольору. Доставляються у цистернах або у металевих бочках.

11 Зв'язуюча КО – кубовий залишок синтетичних кислот розчинений в уайтспіриті. Доставляється у бочках, цистернах.

12 Зв'язуюча ДП – суміш дерев'яного піску з формувальною

глиною. Порошок темно-сірого кольору. Доставляється у паперових мішках.

13 Пулівербакеліт – дрібний порошок сірого кольору. Застосовується для виготовлення оболонкових форм та стрижнів. Доставляється у герметичній металевій тарі.

14 Рідке скло – водний розчин силікату натрію. Густа світла рідина. Застосовується для приготування рідких та самотвердіючих сумішей. Доставляється у цистернах або у бочках.

15 Розчин NaOH. Застосовується для розчинення рідкого скла. Доставляється у вигляді світлої рідини у металевих бочках або у вигляді порошку у металевих барабанах.

16 Ферохромовий шлак – дрібний світлий порошок. Застосовується в якості отверджувача в РСС. Доставляється у паперових мішках або спеціальних контейнерах.

17 Поверхньо-активні речовини – світлі рідини. Застосовуються для збільшення рухомості самотвердіючих сумішей. Доставляються у бочках.

18 Синтетичні смоли – рідини. Застосовуються для виготовлення самотвердіючих сумішей ХТС, ПСС. Доставляються у бочках.

19 Каталізатори – технічні кислоти. Застосовуються для прискорення твердіння сумішей на синтетичних смолах. Доставляються у скляній тарі.

20 Пасти протипригарні – густі маси. Доставляються у дерев'яних бочках.

На складах формувальних матеріалів зберігаються тільки сипучі та кускові матеріали. Речовини, такі як зв'язуючі, смоли, хімічні реактиви зберігаються на спеціальних загальнозаводських складах.

Шихтові матеріали.

1 Чушкові чавуни. Застосовуються передільні та ливарні. Передільні випускають в чушках вагою 40-50 кг. Ливарні – в чушках 18-25 кг.

2 Сталевий та чавунний брухт (привозний).

Чавунний брухт поділяють на 3 класи:

I Шматки розміром до 250×200×100 мм та масою до 35 кг..

II Шматки розміром до 400×250×50 мм та масою до 35 кг.

III Шматки розміром 400-250-50 мм та будь-якої маси.

Сталевий лом поділяють на мартенівський, електродуговий та ваграночний. Для електродугових печей застосовують лом з розміром шматків до 600×350×250 мм та масою до 800 кг. Для вагранок – роз-

мір шматків до 250×200×100мм та будь-якої маси.

3 Чавунна та сталева стружка. Для вагранок та електродугових печей застосовують брикетовану стружку. Для індукційних тигельних печей – небрикетовану стружку розчипати, очищену від масла та неметалевих домішок.

4 Феросплави. Доставляються у ящиках чи бочках, в шматках масою до 15 кг. Особливо коштовні (FeV, FeMo, FeW) – в шматках до 5 кг.

Феросиліцій – доставляється навалом в закритих вагонах в шматках до 25 кг.

Металева шихта для плавки кольорових металів.

Первинні сплави випускаються або в чушках масою 6-40 кг (Al, силумін, Zn, Sn, Mg, Pb) або у зливках масою до 200 кг (Cu, Ni).

Вторинні – у чушках масою 15-40 кг.

Флюси.

Вапняк застосовується у шматках 25-100 мм, доломіт у шматках 30-150 мм, плавиковий шпат – у брикетах. Доставляється у відкритих вагонах навалом.

Вогнетривкі матеріали.

Застосовуються для кладки печей, футерівки ковшів та вагранок, а також для виготовлення вогнетривких мас. Доставляються у контейнерах, порошки - у паперових мішках. Транспортуються у закритих вагонах.

Завданням на проектування ливарних цехів передбачений необхідний для безперебійної роботи запас матеріалів. Необхідні для безперебійної роботи матеріали зберігаються на складах цеху, які розташовують в прольотах, що примикають до плавильного та сумішоприготувального відділень.

Крім того в ливарних цехах проектують склади ливарної та стрижневої оснастки, готових стрижнів та оперативні склади відливків (до і після термообробки, готових відливків).

Для розрахунку необхідних площ складів, а також систем механізації необхідно знати кількість матеріалів, що споживаються цехом. Річна витрата основних металевих компонентів шихти визначається на основі кінцевих даних розрахунку металозавалки та її складу. Необхідна кількість компонентів, що входять до складу формувальних та стрижневих сумішей визначається за результатами розрахунків проведених в сумішеприготувального відділення. Кількість неметалевих складових шихти (флюсів), що споживаються, визначають за середні-

ми нормами (таблиця 11.1).

Таблиця 11.1 – Середні норми витрати шлакоутворюючих матеріалів при плавці чорних металів (% від маси металевої завалки)

Матеріал	Плавка сталі		Плавка чавуну		
	Лужна електрична	Кисла електрична	СЧ	Модифікований та високоміцний чавун	КЧ
Залізна руда	4	1,8	-	-	-
Марганцева руда	0,7	1	-	-	-
Вапняк	-	-	4,8	5,2	6
Вапняк металургійний	6	1	-	-	-
Боксити	0,1	-	-	-	-
Плавикий шпат	0,4	-	0,1	0,1	-
Кварцовий пісок	-	5,3	-	-	-

Витрату коксу при плавці у вагранках з холодним дуттям приймають в кількості 14-16% металозавалки, при плавці з гарячим дуттям – 9-11% від маси металозавалки.

Витрату шамотних вогнетривких виробів приймають в кількості 40-50кг на 1 т придатних чавунних або сталевих відливків. А високовогнетривких матеріалів для сталеливарних цехів – 30-40 кг на 1 т придатних відливків. Витрату допоміжних матеріалів встановлюють на основі прийнятих нормативних даних по кожному виду виробів.

Дані щодо річної потреби в основних та допоміжних матеріалах зводять у відомість за формою № 12 (таблиця 11.2)

Таблиця 11.2 – Відомість витрати матеріалів на річний випуск (форма 12)

Найменування матеріалу	Витрата матеріалу, т/рік	Норма зберігання на складі, діб	Запас на складі, т	Об'єм матеріалу, м ³	Висота зберігання, м	Площа, м ²
------------------------	--------------------------	---------------------------------	--------------------	---------------------------------	----------------------	-----------------------

У відомість послідовно заносять дані по шихтовим матеріалам, паливу, вогнетривким матеріалам, формувальним та допоміжним матеріалам, і по кожному з видів матеріалу визначають сумарну площу, що зайнята.

Площа складів шихтових та формувальних матеріалів може бути визначена у відповідності з нормами запасу цих матеріалів на складі. Загальна площа складу, m^2 :

$$S_c = S_m + S_3 + S_e + S_{n.y.} \quad (11.1)$$

де S_m – площа технологічних ділянок складу, включаючи зайняту обладнанням, проходами, проїздами та залізничними вводами, m^2 ;

S_3 – площа засіків, m^2 ;

S_e – площа, що зайнята внутрішніми естакадами та місцями для розвантаження матеріалів;

$S_{n.y.}$ – площа зайнята пристроями подачі матеріалів у виробництво, m^2 ;

Сумарна площа засіків складів шихтових матеріалів, m^2 :

$$S_{з.ш.} = 1,1 \cdot (S_1 + S_2 + \dots + S_n), \quad (11.2)$$

де 1,1 – коефіцієнт збільшення розрахункової площі засіків для врахування їх фактичного заповнення;

S_1, S_2, \dots, S_n – розрахункові площі засіків для зберігання відповідних компонентів шихти, m^2 ;

Площа засіки відповідного компоненту шихти, m^2 :

$$S = \frac{Q_p \cdot b}{365 \cdot \gamma \cdot h}, \quad (11.3)$$

де Q_p – необхідна кількість компонента шихти на рік, т;

b – норма зберігання на складі, діб;

γ – насипна маса матеріалу, t/m^3 ;

h – максимальна припустима висота зберігання, м.

Сумарна площа засіків для зберігання формувальних матеріалів, m^2 :

$$S_{з.ф.} = 1,2 \dots 1,25 \cdot (S_1 + S_2 + \dots + S_n), \quad (11.4)$$

де 1,2...1,25 – коефіцієнт збільшення розрахункової площі засіків для врахування їх фактичного заповнення;

S_1, S_2, \dots, S_n – розрахункові площі засіків для зберігання відповідних матеріалів, m^2 .

Визначаються аналогічно площі засіків шихтових матеріалів.

Площа естакад:

$$S_e = m \cdot l \cdot n, \quad (11.5)$$

де m – ширина місця розвантаження (при естакадному розвантаженні $m=6-8$ м);

l – довжина естакади;

n – кількість естакад на складі.

Ця площа, як правило, визначається при плануванні складського прольоту.

$S_{n.y.}$ – площа, що зайнята прийомними пристроями, та пристроями для подачі матеріалів у виробництво, складає 10-15 % корисної площі складу.

На складах також передбачають місця для прийому та сортування матеріалів, площу яких приймають рівною 20 м² на 1000 т придатного литва. Площа на проходи та проїзди складає 10-15 % корисної площі складу.

Для цехів дрібносерійного та одиничного виробництва площі складів можна визначити за припустимими навантаженнями на одиницю площі:

$$S_k = \frac{B}{H_{nрun.}}, \quad (11.6)$$

де S_k – корисна площа для зберігання матеріалів, м²;

B – норма запасу матеріалу на складі, т.;

$H_{nрun.}$ – середнє припустиме навантаження на 1м² полу складу.

Для складів шихти матеріалів – 1,5-6 т/м², для складів формувальних матеріалів – 2-7 т/м².

До складу ливарного складу часто входить об'єднаний склад шихтових та формувальних матеріалів, всі матеріали в яких доставляються залізничним транспортом. Розвантаження, підготування і подача у виробництво шихтових та формувальних матеріалів повинні бути повністю механізовані. Технологічне і транспортне обладнання на складах встановлюють у відповідності з призначенням кожної ділянки складу.

Корисна площа складу для зберігання добового запасу сухих стрижнів:

$$S_{ст} = \frac{16N \cdot S \cdot k_1}{\Pi}, \quad (11.7)$$

де $16N$ – добова кількість стрижнів, що підлягають зберіганню на складі (16-години праці збиральної ділянки), од.;

S – площа зайнята найбільшим стрижнем, м²;

k_1 – коефіцієнт усереднення розмірів стержнів;

Π – етажність зберігання стержнів.

Для визначення загальної площі складу для зберігання запасу стрижнів, розраховану корисну площу помножують на норму запасу та на коефіцієнт, що дорівнює 1,4 – для врахування площі проходів.

Корисна площа для зберігання стрижневих ящиків протягом доби:

$$S_{ящ.} = \frac{16N_1 \cdot S_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{\Pi}, \quad (11.8)$$

де $16N_1$ – добова кількість стрижневих ящиків, од.;

S_1 – площа зайнята найбільшим стрижневим ящиком, м²;

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти відповідно усереднення розмірів ящиків, серійності відливків та повторюваності стержня на форму.

Загальну площу цього складу визначають помноженням розрахованої корисної площі зберігання стрижневих ящиків протягом доби на норму запасу їх зберігання та на коефіцієнт, що враховує площу проходів (для стрижневих ящиків об'ємом до 0,1 м³ – цей коефіцієнт дорівнює 2; для ящиків об'ємом 0,1-0,7 м³ – 1,5).

Площі оперативних складів відливків визначають за середньогалузевими нормами.

11.2 Зберігання матеріалів на складі

Шихтові матеріали: сталений лом, чавунний лом, чушкові чавуни – зберігають в залізобетонних засіках.

Доменні феросплави (FeSi, FeMn, FeCr) зберігають навалом на майданчиках. Коштовні феросплави (FeTi, FeNb) зберігають в ящиках у зачинених коморах.

Формувальні матеріали: сирі пісок та глину зберігають в залізобетонних засіках, сухий пісок – в засіках або в силосних баштах.

Скріплювачі: рідкі зберігають в цистернах та бочках, тверді – в металевій тарі.

11.3 Рекомендації по проектуванню складів

Якщо до складу металургійного або машинобудівного підприємства входить один ливарний цех, то склади формувальних та шихтових матеріалів проектуються при цьому цеху.

Якщо до складу заводу входить декілька цехів, то при цеху проектують склад шихтових матеріалів, а склад формувальних матеріалів організовується єдиний базисний для всіх цехів.

Для ливарних заводів проектують базисний цех шихтових та формувальних матеріалів. Доставку матеріалів з базисних складів організують: піску та глини – пневмотранспортом, шихтових матеріалів – автомобільним транспортом.

Розміри складських прольотів приймають: 18; 24; 30 м. Висота складського прольоту залежить від виду обладнання, що встановлюється в цеху для підготування шихтових та формувальних матеріалів.

Вантажопідйомність кранів визначається роботами, що виконуються в цеху. Для складів чавунно-ливарних цехів вона складає, як правило, не більше 10 т. Для сталеливарних цехів вантажопідйомність кранів залежить від маси шихти, що завантажується в піч.

12 ВКАЗІВКИ ПО БУДІВЕЛЬНОМУ ПРОЕКТУВАННЮ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ

12.1 Основні положення будівельного проектування

Найважливішими проблемами будівельного проектування промислових підприємств є вибір місця під будівництво, планування, організація та забудова території, визначення будівельного типу виробничої будівлі.

Основні положення будівельного проектування

- 1 Задоволення вимог технології.
- 2 Врахування кліматичних умов регіону.
- 3 Економія затрат на будівництво та експлуатацію будівель.
- 4 Зменшення строків проектування та будівництва.
- 5 Економне використання землі під будівництво.
- 6 Застосування каркасних будівель, переважно з уніфікованих залізобетонних конструкцій.
- 7 Створення виробничих та допоміжних будівель (адміністративно-побутового призначення), що відповідають не тільки економічним, але і естетичним вимогам.

При розробці техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) виявляють будівельні рішення об'єктів, основні габарити виробничих та допоміжних цехів, будівель культурно-побутового та адміністративного призначення.

Території, що відводяться під будівництво вивчають з метою вибору промислового майданчика, що відповідає вимогам виробництва. Обираються декілька варіантів генерального плану, об'ємно-планувальних та конструктивних рішень, в процесі розкладу яких, визначають кінцевий варіант.

Після затвердження ТЕО, наступні стадії технічного або техніко-робочого проекту розробляють на основі архітектурно-планувального завдання, в якому вказують:

- особливості території та природних умов;
- характеристики найближчих населених пунктів та промислових підприємств;
- архітектурно-планувальні вимоги до паніровки та компонування промислового комплексу;

- вимоги санітарної, пожежної інспекції та комунального господарства.

Одночасно узгоджують будівельні конструкції та матеріали освоєні промисловістю цього району.

Технічний або техно-робочий проект розробляють за уточненим технологічним плануванням та будівельними завданнями, що додаються до них. У завданні вказують навантаження від технологічного і транспортного обладнання на фундаменті, колони, ферми, перекриття, покриття, поли і таке інше.

Будівельна частина включає наступні розділи:

- генеральний план;
- транспортний розділ;
- архітектурно-будівельний;
- санітарно-технічний.

Робочі креслення є наступною стадією розробки технічного проекту та основними документами для виконання будівельно-монтажних робіт.

Відступ від затвердженого технічного проекту, що погіршує техніко-економічні показники, умови праці, архітектурно-будівельні та експлуатаційні якості будівель в робочих кресленнях не допускається.

12.2 Класифікація та типізація будівель

Виробничі будівлі поділяють на

- 1 Основні виробничі.
- 2 Обслуговуючі (енергетичного, складського, санітарно-технічного і транспортного призначення).
- 3 Допоміжні (санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, керівництв, конструкторських бюро, учбових занять громадських організацій).

Виробничі будівлі поділяють на 3 класи по капітальності

- I Що задовольняє основним вимогам.
- II Середнім.
- III Мінімальним.

За ступенем вогнестійкості будівлі поділяють на 6 категорій. Будівельні матеріали та конструкції, що відповідають ступеню вогнестійкості обирають відповідно будівельним нормам і правилам.

Розміри параметрів будівель та будівельних виробів встановлюють на основі єдиної модульної системи, що забезпечує можливість

взаємозамінності будівельних частин.

В будівельній уніфікації за одиницю прийнято модуль, що дорівнює 100 мм. Модульна сітка на якій будують план, розріз, фасад будівлі, повинна бути універсальною. Модуль визначає не тільки крок колон, ширину прольотів, висоту приміщень, але і відстань у всіх між несучими конструкціями, розміри плит перекриття, отвори під вікна, ворота та двері.

Ширину прольотів та кроки колон приймають кратним укрупненим модулям 60М та 30М (відповідно 6 та 3 м). Висоту поверхів виробничих будівель – кратною покрупненим модулям 12М (3,2 м) та 6М (0,6 м). Висоту поверхів будівель адміністративно-побутового призначення кратною модулю 3М (0,3 м).

В практиці проектування та будівництва встановлена наступна термінологія параметрів виробничих будівель

1 Висота приміщення – відстань від полу до низу перекриваючих конструкцій.

2 Прольот – це відстань між розбивочними вісями окремих опор в напрямку, що відповідає основній несучій конструкції перекриття.

3 Крок колон – відстань між розбивочними вісями (рядами колон), що визначають розміщення опор основних несучих конструкцій в напрямку перпендикулярному прольоту.

4 Сітка колон – розміщення розбивочних вісей та рядів колон на плані. Розбивочні вісі будівлі позначають, як правило, знизу вверху по вісі ординат послідовно великими літерами російського алфавіту (букви З та О не використовують по причині того, що вони схожі з цифрами 3 та 0).

5 Об'ємно-планувальний елемент – частина будівлі з визначеними довжиною, шириною, висотою прольоту та кроком колон

6 Об'ємно-планувальні параметри – основні лінійні розміри об'ємно-планувальних елементів, прольотів, кроків колон, висот та інше.

Ряди кроків колон нумерують зліва направо по осі абсцис послідовно арабськими цифрами починаючи з одиниці.

Ширину та висоту прольотів призначають в залежності від розстановки та висоти технологічного обладнання, а також від типу підйомно-транспортних засобів, маси та розміру деталей та висоти їх підйому.

В безкранових прольотах можуть застосовуватись підвісні кранбалки вантажопідйомністю до 5 т.

В кранових прольотах висота до нижнього поясу ферм встановлюється в залежності від вантажопідйомності мостових кранів та їх кількості.

Уніфіковані висоти прольотів приймають наступні:

- для кранових цехів: 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18; 19,8.

- для без кранових 6; 7,2; 8,4; 9,6 м.

Ширина прольоту l повинна бути більша за відстань між підкрановими шляхами мостового крану l_k на визначену величину $l - l_k$, що залежить від вантажопідйомності мостового крану. Так для кранів вантажопідйомністю до 50 т величина $l - l_k$ дорівнює 1500 мм, при вантажопідйомності від 50 до 125 т - 2000 мм, більш ніж 125 т - 2500 мм.

При встановленні кранів різної вантажопідйомності на загальних підкранових путях, ширину прольоту обирають за найбільшою вантажопідйомністю.

Уніфіковані типові прольоти в залежності від їх блокування поділяють на середні та крайні (при поздовжньо-послідовному розміщенні), а також на поздовжні та поперечні.

Поздовжні та поперечні прольоти в ливарних цехах можуть мати різну висоту. Так в поперечних підвищених прольотах, як правило, розміщують плавильні відділення, в понижених – склади шихти.

Між поздовжніми та поперечними прольотами, як правило, передбачають температурний шов.

12.3 Основні конструктивні рішення та будівельні елементи

12.3.1 Каркаси будівлі

Для ливарних цехів проектують будівлі каркасного типу. Несучий каркас складається з колон встановлених на фундаментах та пов'язаних балками та фермами. Колони та ферми, що спираються на них утворюють поперечні рами, які пов'язані в поздовжньому напрямку фундаментними обв'язуючими балками, підкрановими балками, а також зв'язками жорсткості. Каркаси будівель бувають: складальні залізобетонні, монолітні та складально-монолітні, металеві.

Вибір будівельних конструкцій залежить від призначення ливарного цеху: маси продукції, що випускається, технологічного обладнання, що застосовується, способів механізації виробництва, навантажень від технологічного та транспортного обладнання, а також від об'ємно-планувального рішення будівлі.

12.3.2 Елементи будівель

Фундаменти та фундаментні балки застосовують складальні залізобетонні. При великих навантаженнях на колони, фундаменти мають досить великі розміри, що виправдовує використання монолітного залізобетону.

Колони поділяють на зовнішні та внутрішні. Крок колон по зовнішній вісі приймають 6 м, що визначається довжиною огорожувальних конструкцій (стінових панелей довжиною 6 м). По внутрішній вісі крок колон приймають 12 м. Переріз колон залежить від навантажень на них. В будівлях з мостовими кранами колони мають консолі для спирання підкранових балок. Колони взагалі мають прямокутний переріз для безкранових прольотів 40×40 та 40×60 см. Для кранових – 60×60 см та 80×100 см.

Підкранові балки для кранів вантажопідйомністю до 20 т застосовують залізобетонні таврового перерізу. Для кранів вантажопідйомністю більше 20 т та при кроці колон 12 м - металеві. При великій вантажопідйомності кранового обладнання в прольотах в якості підкранових балок можуть використовуватись сталеві ферми.

Покриття будівель – залежить від об'ємно-планувального рішення та матеріалу, що застосовується. У вітчизняній практиці для будівництва ливарних цехів застосовуються складальні залізобетонні та металеві балки та ферми. Ферми бувають плоскі з паралельними поясами та скатні, безрозкосні та розкосні.

Для ливарних цехів, що мають велику кількість вентиляційних комунікацій рекомендують безрозкосні ферми.

Огороджувальні конструкції (стіни). Стіни виробничих будівель поділяють на несучі, само несучі та фахверкові.

Несучі стіни, що сприймають навантаження від перекриття виконують в основному з цегли.

Самонесучі стіни виконують функцію огорожувальної конструкції та сприймають навантаження від власної сили тяжіння. Вони гнучко пов'язані з несучим каркасом будівлі. Стіни цього типу найбільш вживані в практиці будівництва виробничих будівель.

Фахверкові стіни, що застосовуються для огорожування торців прольоту не сприймають ніяких навантажень. Їх сила тяжіння передається на несучій каркас будівлі до яких ці стіни кріпляться. Торцеві стіни прольотів часто мають значну висоту та сприймають суттєву

горизонтальне вітрове навантаження. Для забезпечення стійкості цегляні стіни посилюють пілястрами. В каркасних будівлях встановлюються додаткові стійки на самостійних фундаментах.

Покрівлі. Покрівельне покриття залежить від типу покриття будівлі (ферми плоскі або скатні; структурне), від кліматичних умов місцевості та внутрішнього температурного режиму приміщень. В залежності від прийнятих рішень вентиляції та освітлення покрівлі проектують ліхтарними або безліхтарними.

В каркасних будівлях по складальним залізобетонним або металевим фермам укладають складальні залізобетонні плити покриття довжиною 6; 12 м або сталевий штампований настил. Зверху плит покриття виконують рулонні багат шарові покрівлі з водостійких матеріалів, які укладають по бітумній мастиці на шар утеплювача, що вкладені на цементну стяжку. В багато прольотних будівлях виконують внутрішнє відведення води крізь воронки в покрівлі та стояки в зливу каналізацію.

Ліхтарі виробничих будівель. Тип ліхтарів призначають у відповідності з технологічними та санітарно-гігієнічними вимогами та кліматичними умовами району будівництва. Ліхтарі, що влаштовують на крівлях виробничих будівель поділяють на світлові, аераційні та світло-аераційні.

По розміщенню відносно прольотів фон арі поділяють на строкові та точкові.

По конструктивному рішенню це можуть бути: надбудівлі з двобічним освітленням, з одnobічним освітленням та zenітні ліхтарі (плафони).

Для центральної кліматичної зони рекомендуються двобічні ліхтарі з вертикальним освітленням або zenітні плафони. Для південних районів одnobічні ліхтарі, що орієнтовані на північ, що захищає виробничі приміщення від теплової та світлової дії прямих сонячних променів. У приміщеннях з великим тепловипромінюванням використовують світло-аераційні ліхтарі.

Для забезпечення безперервної природної вентиляції цеху використовують світло-аераційні ліхтарі з спеціальними вітрозахисними щитами.

Відстань від торця ліхтарів до зовнішніх стін будівлі або до місць перепадів висот будівель треба приймати рівними кроку стропильних конструкцій (6 або 12 м). Стрічкові ліхтарі проектуються довжиною не більше 84 м.

Підлоги. Одним з важливих елементів будівлі є підлога. Вважаючи на велику трудомісткість та коштовність виготовлення (10-20 % від усєї вартості будівлі), найбільш раціонально застосовувати таку підлогу, яку можна виготовляти індустріальним способом.

Конструкція підлоги складається з покриття, прошарку, стяжки, основи та в окремих випадках гідроізоляції.

В ливарних цехах підлога повинна мати високу міцність та стійкість до зносу та до дії агресивних середовищ, розплавлених матеріалів, а також розжарених деталей.

В залежності від виду виробництва навантаження на підлогу в ливарному цеху складає від 0,5 до 10 т·с/м² і більше (таблиці 12.1 і 12.2). Тому високі вимоги пред'являються до виконання не тільки високоміцних покриттів, але і до їх підготовки (прошарку та стяжки).

В двоповерхових будівлях ливарних цехів додаткові динамічні навантаження на підлогу створює надземний транспорт. Для надання міцності підлогам по перекриттям плит із складальних залізобетонних плит додають шар монолітного бетону товщиною 100 мм, конструктивно армованого рулонними арматурними сітками. Найбільш стійке монолітне залізобетонне перекриття.

Ділянки підлоги, що підлягають значним фізичним навантаженням доцільно облицьовувати сталевими перфорованими плитами 3-5 мм завтовшки, а в особливих випадках рефльоними плитами, що кріпляться анкерами.

В залежності від характеру виробництва та навантажень на підлогу та перекриття у відділеннях ливарного цеху застосовують різні типи підлог.

Динамічні та вібраційні навантаження, а також навантаження від стаціонарного обладнання вказують додатково у будівельному завданні.

При проектуванні необхідно врахувати коефіцієнти перевантаження: 1,3 – для міжповерхових перекриттів, та 1,5 – для перекриттів тунелів.

Обов'язковим є устрій міцної та гладенької підлоги для зручного прибирання приміщень централізованими та рухомими пиლოსосними установками.

Таблиця 12.1 – Норми навантаження на підлогу та тип покриттів підлоги чавуно- та сталеливарних цехів

Ділянка	Навантаження, кПа, при максимальній вазі відливка, кг				Покриття підлоги
	До100	101-1000	1000-5000	>5000	
Плавильна:					
Площа, що не обслуговується краном	20-30	30-40	30-40	30-40	Клінкерна цегла, чавуна плитка
Площа, що обслуговується краном	25-50	50-80	80-100	100-150	Чавунна плитка
Формувальна:					
Ґрунтової формовки	-	-	50-60	100-150	Земляна підлога
Машинної та пісочметної формовки	20-30	30-40	50-60	100-150	Бетон, сталева плитка
Формовки в опоках на плацу	-	30-40	50-60	100-150	Бетон, ст. плитка
Заливка на конвеєрі	20-30	30-40	50-60	-	Клінкерна цегла, чавунна плитка
Вибивна	20-30	30-40	50-60	100-150	Клінкерна цегла, чавунна плитка
Стержньова	20-30	20-30	20-30	30-40	Бетон, стальна плитка
Сумішеготувальна	20-30	30-40	30-40	30-40	Бетон, стальна плитка
Термообрубна	20-30	30-40	50-60	100-150	Клінкерна цегла, чавунна плитка
Обрубна	20-30	30-40	50-60	100-150	Бетон, сталева плитка
Проїзд магістральний	50	50	50	50	Чавунна або сталева плитка
Шлях залізничний	50	50	50	50	Бетон, брущатка

Таблиця 12.2 – Норми навантаження на підлогу для цехів кольорового лиття та лиття за витоплюваними моделями

Ділянка	Навантаження, кПа	Покриття підлоги
Цехи кольорового лиття		
Плавки	25-30	Чавунна або сталева плитка
Заливання	20-30	Чавунна або сталева плитка
Обрізання, зачищення, вибивання	20-30	Чавунна або сталева плитка
Термообробки	20-30	Чавунна або сталева плитка
Термообрубна	20-30	Бетон
Склад	50	Бетон
Проїзд магістральний	50	Чавунна плитка
Шлях залізничний	10	Брусчатка по піску
Цехи ЛВМ		
Виготовлення модельного складу	20	Керамічна плитка
Виготовлення керамічного блоку	20	Бетон
Плавки	20	Чавунна плитка
Прожарювання, формування, заливання та вибивання блоків	20	Стальна плитка, метало цемент
Відбивання кераміки та виливків від стояка	20	Стальна плитка, метало цемент
Хімічного очищення виливків	20	Бетон
Термообробки	20	Стальна плитка, бетон
Зачищення	20	Стальна плитка, бетон, металоцемент
Склад	50	Те що й для зачищення
Проїзд магістральний	50	Стальна плитка

Примітки: 1 Підлогу зі складальних залізобетонних плит допускається замінювати бетонною монолітною підлогою.

2 На ділянці виготовлення модельного складу та керамічних блоків треба передбачати вологе прибирання підлоги.

12.4 Поверховість будівель

12.4.1 Одноповерхові будівлі

В практиці промислового будівництва найбільш поширені одноповерхові будівлі, які поділяють на будівлі павільйонної та сполошної забудови прольотного та зального типу.

Будівлі павільйонної забудови мають невелику кількість прольотів, що забезпечує природне освітлення будівель за рахунок бокового осклянілості та природне провітрювання крізь аераційні ліхтарі.

Будівлі сполошної забудови – це багатопрольотні корпуси великої ширини, що розраховані на штучну вентиляцію та мають багатоскатну або плоску покрівлю з внутрішніми водовідводами.

У будівлях сполошної забудови рекомендується паралельне розташування прольотів, однак за умовами виробництва до ряду паралельних прольотів з однієї або з двох боків можуть примикати перпендикулярні прольоти. При проектуванні таких будівель треба зберігати ідентичність розмірів прольотів та висот, якщо це не порушує технологічного потоку.

У будівлях прольотного типу застосовуються уніфіковані конструкції. Для будівель без мостових кранів, ширина прольоту може бути 12; 18; 24 м. Для будівель обладнаних мостовими кранами 18; 24; 30; 36 м.

При проектуванні будівель зального типу з прольотами великої ширини та збільшеним кроком колон (24×24; 24×36; 36×36 м), потрібно застосовувати спеціальні індивідуальні конструкції (монолітного залізобетону, склепінь, оболонки). У цих випадках один або два прольоти мають мостові крани, а інша частина обслуговується транспортними засобами на підлозі.

В одноповерхових будівлях рекомендується крупна сітка колон 18×12; 24×12 м. Застосування дрібної сітки колон не дозволяє раціонально використовувати виробничу площу та ускладнює реконструкцію цехів при модернізації технологічного обладнання. Допоміжні служби, технологічні та санітарно-технічні розводки розміщують, як правило, на антресолях, в підвалах, тунелях або у вставках між прольотами.

Одноповерхові будівлі проектують у відповідності з діючими каталогами складальних залізобетонних конструкцій для промислового будівництва. Сталеві каркаси застосовуються для цехів, що мають крупногабаритне обладнання, крани зі значною вантажопідйомністю та великі динамічні навантаження.

12.4.2 Багатоповерхові виробничі будівлі

Такі будівлі проєктують для виробництва з розміщенням виробничого потоку у вертикальному напрямку, або на двох-трьох рівнях. На першому поверсі рекомендовано розміщувати виробництва з мокрими процесами, а також допоміжні та складські служби. На другому поверсі розміщують основні виробничі відділення, що потребують збільшеної сітки колон, кранове обладнання, виробництво з високими вимогами до природного освітлення, а також зі значними тепло- та газовиділеннями, вибухонебезпечні, пожежонебезпечні приміщення і ділянки.

Останніми роками для ливарних виробництв (в першу чергу для ливарних цехів потокового виробництва) проєктують двоповерхові будівлі з розміщенням основних виробничих відділень на другому поверсі. Горизонтальна розводка комунікацій та транспортних технологічних засобів виконується у межах об'єму першого поверху з використанням проміжних майданчиків. Вертикальна розводка – в спеціальних шахтах, що розміщуються поблизу колон, або, що суміщуються з вузлами вертикального транспорту, драбинними клітинами, ліфтами, підйомниками.

Будівельні параметри другого поверху (ширина і висота, кроки колон) ідентичні будівельним параметрам одноповерхових будівель. На першому поверсі застосовують більш дрібну сітку 6×9 – при ширині прольоту 18 м і 6×12 чи 6×6 в залежності від навантажень на перекриття при прольоті 24 м. Конструкції багатоповерхових будівель виконують з складальних залізобетонних або сталевих будівельних елементів.

12.4.3 Будівлі змішаної поверховості

Це будівлі скомпоновані у поздовжньому або поперечному напрямку з прольотів різної поверховості. Такі будівлі застосовують для раціонального використання об'єму будівлі для блокування цехів різного призначення (цехів по виробництву дрібних, середніх та крупних відливків), а також для використання рельєфу місцевості.

На стиках одно- та двоповерхової частини будівлі, доцільна побудова багатоповерхової вставки між прольотами для розміщення допоміжних служб, комунікацій, проїздів, проходів, а також сходів та ліфтів. Незалежно від типу будівлі (одно- або багатоповерхова) для ливарних цехів є характерним застосування будівель з прольотами різних напрямків: поздовжніх та поперечних. В поперечних прольотах, як правило, розміщуються плавильні та шихтові відділення. При цьому для складів шихти використовуються тільки одноповерхові прольоти.

12.5 Спеціальні вказівки будівельного проектування

Ливарні цехи будують за індивідуальними проектами у відповідності з розробленим технологічним процесом. Проектувальником розробляється та видається комплект креслень архітектурно-будівельної частини проекту. Архітектурно-будівельні креслення виконують окремо для кожного поверху будівлі у масштабі 1:200 або 1:400, інколи 1:100 та 1:500. Технологічне планування розроблюють у масштабі 1:100.

Необхідну кількість кранового обладнання для основних виробничих відділень можна визначити за укрупненими даними (таблиця 12.3).

Таблиця 12.3 – Норми розрахунку кількості мостових кранів для обслуговування чавуно- та сталеливарних цехів (для укрупнених розрахунків)

Ділянка	Довжина ділянки, що обслуговує кран, м	
	мостовий	консольний
Плавильна	30-50	-
Формувально-збирально-заливально-вибивна	20-30	20-30
Формувально-збиральна	20-35	20-30
Заливальна	30-40	-
Стержньова	20-35	-
Термічна	25-30	-
Обрубна	20-30	-
Грунтовки	20-40	-
Склад шихти та формувальних матеріалів	30-60	-

Примітка: на формувально-збиральній ділянці кількість консольно-рухомих кранів складає 30-50 % від загальної кількості кранів та уточнюється в залежності від кількості робочих місць збирання форм.

Спеціальні заходи будівничого проектування

При значних підвісних навантаженнях від транспорту і обладнання рекомендовано використання металевих форм покриття.

Для зниження рівня шуму рекомендується ізоляція обладнання в

окремі приміщення, застосування кабін, звукоізоляційних та звукопоглинаючих матеріалів для стін, стель. Ізолюють також і деякі інші підрозділи ливарних цехів (таблиця 12.4).

Таблиця 12.4 – Підрозділи ливарних цехів, що розміщуються в окремих будівлях

Підрозділи цеху	Технологічні процеси	Основа для виділення
1	2	3
Цехи кольорового литва		
Ділянка обрубки та зачищення ливників	Відділення деталей від стояка на пресах або різних станках з наступним зачищенням завусенців та облою електроінструментом та у віброзачищувальних машинах	Перевищення припустимого рівня звукового тиску
Ділянка ремонту тиглів та ковшів	Ремонт усіх видів тиглів та ковшів (відновлення керамічної футеровки)	Виділення керамічного пилу
Кладова змащувальних матеріалів	Зберігання та вивдача матеріалів	Пожежонебезпечно
Кладова допоміжних матеріалів	Зберігання та видача матеріалів	Пожежонебезпечно
Експрес-лабораторії	Експрес аналіз металу	Робота підвищеної точності
Ділянка плавки та заливки Cu, Zn, Mg, Pb сплавів	Плавка та заливка сплаву	Наявність шкідливих викидів
Цехи ЛВМ		
Ділянка виготовлення моделей	Виготовлення моделей, модельних ланок та збирання їх у блок	Застосування легкоплавких матеріалів для моделей, що потребує кондиціонування повітря; пожежонебезпечність

Продовження табл. 12.4

1	2	3
Ділянка виготовлення вогнетривкого покриття	Виготовлення сумішей з застосуванням легкогорючих речовин	Вибухо- та пожежонебезпечність
Ділянка нанесення вогнетривкого покриття та його сушки	Окунання блоку у суспензію та сушка його на повітрі або у аміачному середовищі	Вибухо- та пожежонебезпечність
Склад модельної маси етілсиліката, ацетону, спиртів	Зберігання легкогорючих речовин	Вибухо- та пожежонебезпечність

Особливе місце в проектуванні ливарних цехів займає будівництво фундаментів під обладнання, які повинні бути досить міцними та витримувати статичні та динамічні навантаження. Дія вібрації та поштовхів безпосередньо на машину, її фундамент та на конструктивні елементи будівлі не повинні впливати на точність роботи машини, на стійкість стін, колон, перекриттів.

Важке технологічне обладнання: плавильні печі, формувальні та вибивні машини, галтувальні барабани, преси, а також обладнання, що викликає великі вібрації треба розташовувати так, щоб вони проходили крізь перекриття та спиралися на ґрунт.

Фундаменти не повинні давати значної та особливо нерівномірної усадки, що викликає перекид машини.

12.6 Допоміжні будівлі

Проектують будівлі санітарно побутового призначення, громадського харчування, культурного призначення, управлінь, конструкторських бюро, учбових занять та громадських організацій. Такі будівлі та приміщення рекомендується розміщувати у місцях найменшої дії шуму, вібрації та інших шкідливих факторів. Побутові приміщення треба проектувати максимально наближеними до робочих місць, враховуючи при цьому, що працюючі не повинні проходити через виробничі ділянки будівлі з шкідливими виділеннями, якщо вони в цих приміщеннях не працюють. Приміщення культурно-побутового при-

значення можуть розміщуватись у виробничій будівлі, пристрой ці до неї або у окремі будівлі, приєднаним до цеху підземним або надземним переходом, що отоплюється.

До об'єктів санітарно-гігієнічного обслуговування відносять такі приміщення: гардеробні, душові, умивальні, убиральні, приміщення для гігієни жінок, приміщення питного водозабезпечення, кімнати обігріву, роздачі молока, просушки та знепилювання одягу.

Санітарна характеристика виробничих процесів встановлюється технологами. По їх завданням розраховують необхідне обладнання та визначають планувальні рішення адміністративно-побутових приміщень. Переважними групами процесів в ливарних цехах є 2а, 2б для яких потрібно будівництво двох побутових приміщень. Одного для робочого та другого для вуличного одягу. Між гардеробними приміщеннями розміщують блоки душових з преддушовими. Домашній та вуличний одяг повинен зберігатися у подвійних шафах, спецодяг - у одинарних. У випадку сильного забруднення спецодягу та просочування їх різкими запахами, до шаф підводять приточно-витяжну вентиляцію.

Приміщення громадського харчування та медобслуговування розраховують на максимальну зміну працюючих ливарного цеху. Відстань до столової має бути не більшою 200 м.

13 ЦЕХИ ЛИТВА ЗА ВИТОПЛЮВАНИМИ МОДЕЛЯМИ

13.1 Особливості проектування

Способом ЛВМ можна отримати виливки з будь-яких ливарних сплавів масою від декількох грамів до десятків кілограмів та з товщиною стінки від 1мм і вище. Найбільш часто цей спосіб застосовують для виготовлення сталевих дрібних (до 1,5 кг) та складної геометрії деталей з великим об'ємом обробки різанням. ЛВМ є єдиним промисловим способом отримання точних відливок з важкооброблюваних жаростійких та жаропрочних сплавів. Цей спосіб особливо ефективний у тих випадках, коли є можливість отримати цілі вузли машин, що до того отримувались збиранням або зварюванням декількох деталей. Стержні для виливків, що отримують литвом за витоплюваними моделями застосовують лише в особливо складних випадках. При правильному підборі номенклатури виливків вдається в середньому одною тонною литва замінити дві тони прокату та зекономити при цьому до 1000 станкогодин на обробці різанням. Цехи ЛВМ проектують потужністю 2000 т; 4000 т придатних виливків на рік і більше для масового та серійного виробництва.

13.2 Визначення об'ємів виробництва

Щоб почати розрахунок ливарного обладнання необхідно визначити яку кількість виробів по технологічних процесах (модельних ланок, блоків, відливок) або матеріалів (модельного складу, суспензії) повинно бути виготовлено на цьому обладнанні. Ця кількість на програму визначається: при серійному виробництві – за технологічними картами для характерних виробів, що представляють собою групи аналогічних відливок (деталі-представники): при масовому виробництві – за технологічними картами на всі деталі. Рекомендується поділяти номенклатуру виливків на 8 груп за масою: до 0,02 кг; 0,02-0,04 кг; 0,04-0,06; 0,06-0,10 кг; 0,1-0,2 кг; 0,2-0,6 кг; 0,6-1,5 кг; більше ніж 1,5 кг.

Вихідні технологічні дані розраховуються окремо по кожній групі виливків та заносяться у відомість по формі № 3. Ці дані не можуть бути використані для розрахунку необхідної кількості обладнання, тому що в них не враховані втрати та брак (неякісні матеріали). Для визначення кількості продукції, що треба виготовити для виконання програми, на яку розраховують обладнання, вводять коефіцієн-

ти технологічних втрат ($K_{m.в.}$):

$$K_{m.в.} = B_n / B, \quad (13.1)$$

де B_n – кількість продукції, яку необхідно виготовити з врахуванням браку та втрат;

B – кількість продукції за програмою.

Кількість виливків, що підлягають виготовленню для виконання програми:

$$Q_1 = N \cdot K_{m.в.1} = N \cdot \frac{100}{100 - Bp1}. \quad (13.2)$$

Кількість блоків відливків, для виконання програми:

$$Q_2 = N \cdot K_{m.в.2} = N \cdot K_{m.в.1} \cdot \frac{100}{100 - Bp2}. \quad (13.3)$$

Кількість оболонкових форм, для виконання програми:

$$Q_3 = N \cdot K_{m.в.3} = N \cdot K_{m.в.2} \cdot \frac{100}{100 - Bp3}. \quad (13.4)$$

Кількість модельних блоків, для виконання програми:

$$Q_4 = N \cdot K_{m.в.4} = N \cdot K_{m.в.3} \cdot \frac{100}{100 - Bp4}. \quad (13.5)$$

де N – це кількість продукції за програмою.

Визначивши коефіцієнти технологічних втрат, складають зведену відомість об'ємів виробництва для розрахунку основного обладнання.

Середня витрата суспензії на 1 дм² поверхні моделі складає 0,001 дм³ при нанесенні 1 шару покриття, або 16-17 г суспензії при вмісті пиловидного кварцу 74%.

13.3 Особливості технологічного процесу лиття за витоплюваними моделями

Модельне відділення.

В цьому відділенні виготовляють модельний склад та готують його для запрясовки; виготовляють моделі та елементи ливникової системи, а також здійснюють збирання моделей у блоки.

Виготовлення модельного складу полягає у регенерації вороття, розчиненні та змішуванні зі свіжими матеріалами, фільтруванні отриманого розчину, та охолодження його до мінімальної припустимої температури, при якій модельна маса знаходиться у рухомому стані.

Для визначення необхідної кількості обладнання необхідно знати річну потребу у модельному складі:

$$M_c = \frac{1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot Q_p \cdot \gamma_c}{\gamma_m}, \quad (13.6)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує витрати складу;

1,1 – коефіцієнт, що враховує брак та поломки моделей;

1,2 – коефіцієнт запасу;

Q_p – маса рідкого металу необхідного для виконання річної програми;

γ_c, γ_m – густина відповідно модельного складу та матеріалу виливка ($\gamma_c = 0,9-1,05 \text{ г/см}^3$).

Кількість установок для виготовлення модельного складу:

$$n_{м.с.} = \frac{M_p \cdot K_n}{\Phi_e \cdot q}, \quad (13.7)$$

де M_p – необхідна кількість модельного складу на виконання річної програми.

Кількість установок для виготовлення модельних ланок:

$$n_{л.} = \frac{(N_{л.} + N_{б.}) \cdot K_n}{\Phi_e \cdot q}, \quad (13.8)$$

де $N_{л.}$ – кількість модельних ланок на річну програму;

$N_{б.}$ – кількість блоків або ливникових чаш;

q – продуктивність машин, од/год.

В проекті приймають кількість обладнання таким чином, щоб забезпечити його завантаження з коефіцієнтом 0,7-0,8.

Відділення вогнетривких покриттів та підготовки форм.

У цих відділеннях послідовно виконують наступні операції: підготовку матеріалів покриття, приготування покриття, нанесення його на модельні блоки та сушку кожного шару, виплавку модельного складу, встановлення керамічних форм в опоки або контейнери, обсипання наповнювачем з наступним його ущільненням, прожарювання форм та підготовку їх до заливки.

Підготовка твердих та вогнетривких матеріалів полягає в їх подрібненні, промивці, прожарюванні та просіюванні. Для цього ділянки по підготовці матеріалів забезпечуються необхідним обладнанням, яке розміщують в ізольованому приміщенні з приточно-витяжною вентиляцією.

Обмазка для утворення вогнетривкого покриття являє собою сметаноподібну суспензію, що складається зі зв'язуючого розчину на

основі етілсилікату або рідкого скла та тонкозернистого пиловидного кварцу. Звичайно на модель наносять чотири шари обмазки. В цьому випадку її необхідна річна кількість складає:

$$M_o = 0,6 \cdot Q_n, \quad (13.9)$$

де Q_n – маса придатних виливків на річну програму.

Для виготовлення керамічних оболонок, модельні блоки занурюють в обмазку, отримуючи тонку суцільну плівку суспензії, яку одразу присипають піском. На модель наносять до п'яти таких шарів, кожен з яких після нанесення підсушують. Необхідна кількість обладнання для виготовлення керамічних блоків:

$$n = \frac{N_b}{\Phi_e \cdot q \cdot K_e}, \quad (13.10)$$

де N_b – кількість блоків на річну програму;

K_e – коефіцієнт використання продуктивності обладнання.

Модельний склад витоплюють гарячою водою, гарячим повітрям або парою, а також перегрітим модельним складом, з якого виготовлені модельні блоки.

У відділенні підготовки форм виконується комплектування модельних блоків, встановлення їх у опоки, засипка наповнювачем, ущільнення, прожарювання та підготування до заливки.

В умовах масового виробництва прожарювання форм виконується в методичних прохідних печах типу Т140М, Т240Д. А в цехах невеликої потужності – в камерних печах типів Н15, Н30, Н95 або в прохідних печах типу Т240. Усі вказані печі розраховані на прожарюванні форм при температурі 900-950 °С.

Очисне відділення.

В очисному відділенні проводять відбивання керамічних оболонок, відділення виливків від ливникових систем, очищення та зачищення литва, виправлення дефектів та при необхідності термічну обробку. У цьому ж відділенні знаходяться ділянка контролю та склад готових виливків.

Відбивання кераміки від блоків та відділення виливків від стояка виконують на напівавтоматах 693 моделі. Для блоків, які неможливо обробити на напівавтоматах, застосовують універсальне обладнання: вібраційну установку моделі 6А92 для відділення кераміки, прес гідравлічний моделі 694 для відділення відливків від стояка. Далі від-

ливки передають на установку моделі 695 для вилуження залишків кераміки. Очищені та промиті вилівки піддають термічній обробці, заточуванню та обдиранні та після кінцевого контролю здають на склад готової продукції.

13.4 Вибір технологічних процесів та обладнання

При проектуванні цехів точного лиття за витоплюваними моделями треба проводити ретельний аналіз номенклатури виливків. Не допускати виготовлення виливків, які можуть бути виготовлені методами, що мають меншу собівартість.

Виготовлення модельних блоків.

При виготовленні модельних блоків треба передбачати повну механізацію та автоматизацію процесу на базі застосування автоматизованих установок приготування модельної маси та виготовлення модельних ланок.

Виготовлення керамічних блоків.

Виготовлення керамічних блоків треба передбачати, як правило, автоматизованим з застосуванням автоматичних установок, напівавтоматів та ліній приготування вогнетривкої суспензії, автоматів для обмазки та обсипання блоків, сушіння блоків на підвісних конвеєрах в спеціальних камерах.

В якості формоутворюючих матеріалів треба застосовувати етілсилікати марки 32 та 40 з органічними розчинниками та пиловидним кварцем (маршалітом) для вогнетривкого покриття та кварцового піску в якості обсипного матеріалу.

Допускається застосування вогнетривкого покриття на водній основі замість органічних розчинників зі зв'язуючим типу етилсилікату. При цьому треба обов'язково передбачати створення мікроклімату. Швидкість руху повітря, його температуру та вологість, а також час сушки в залежності від застосування формоутворюючих матеріалів, треба узгоджувати з організацією, що розробляє технологічний процес.

Доцільне використання в якості обсипного матеріалу для утворення вогнетривкого покриття комбінації пиловидного кварцу, високо-глиноземистого шамоту або плавленого кварцу. Особливо ефективно застосування вказаних матеріалів в якості наповнювача у вогнетривкому покритті, на заміну пиловидного кварцу.

Витоплювання моделей рекомендовано проводити в розплаві

модельного складу в спеціальних ваннах на підвісному конвеєрі, що безперервно рухається. Допускається видалення модельного складу з блоків в гарячій воді або в паровокамерах.

Плавка.

Плавку металу в цехах точного литва треба передбачати в індукційних тигельних електропечах підвищеної частоти місткістю 250 кг. Допускається застосування печей місткістю 160 та 400 кг.

Треба, як правило, передбачати механізацію завантаження шихти в печі місткістю 400кг підвісним транспортом та спеціальною тарою.

Розливку металу треба передбачати ковшами місткістю від 100 до 200 кг. Для механізації процесу треба передбачати рейкові підйомники.

Прожарювання керамічних блоків, їх формовка, заливка металом, охолодження та вибивка.

Вказані операції в умовах крупносерійного та масового виробництва треба виробляти на автоматизованому обладнанні в агрегатах випалу, заливки та охолодження, або на механізованих лініях з використанням прохідних прожарювальних печей та камер охолодження. Допускається прожарювання блоків без наповнювача в прохідних конвеєрних печах з наступним їх підігріванням перед заливкою металу. Підігрівання треба проводити з використанням агрегату прожарювання, заливки та охолодження, прохідних печей з формуванням в опоки та засипкою гарячим піском з температурою 700 °С, попередньо підігрітому в спеціальній установці. При цьому керамічна оболонка блоку повинна бути виготовлена або із застосуванням високомагнетистого шамоту під час обсіпки або з додатковим зміцнюючим шаром на рідкому склі.

Для транспортування залитих блоків на операцію відбивання кераміки та на ділянки відділення виливків від стояка, треба передбачати системи безперервного транспорту з утворенням охолоджуючих кожухів для доведення температури блоку до температури в цеху.

Необхідно передбачати очищення матеріалу-наповнювача перед його повторним використанням.

Відбивання кераміки та відділення виливків від стояка.

Виконання цих операцій необхідно передбачати в закритих віброустановках та на гідравлічних пресах в комплексі з системами безперервного транспорту для прибирання відходів кераміки та подачі виливків від пресів на операцію хімічного очищення. Ділянки відбивання кераміки треба виділяти в окремі приміщення з шумопоглинаю-

чими стінами.

Необхідно передбачати використання роботів-маніпуляторів для встановлення залитих блоків в зажими пневмомолотків для видачі блоків на операцію відділення виливків від стояка та встановлення на прес.

Для обробки негабаритних блоків треба передбачати спеціальні верстати, що відділяють виливки від стояка або пост газового різання. Припускається відділення виливків від стояка і іншими способами (механічним, анодно-механічним).

Хімічне очищення та термічна обробка виливків.

Хімічне очищення треба передбачати шляхом вилуження в 30-50 %розчині нагрітому до температури 120-150 °С із застосуванням прохідних механізованих барабанних установок моделі 695, 6Б95, а для виливків, що не мають внутрішніх порожнин в розплаві солей при температурі 700-900 °С з одночасною нормалізацією.

Нормалізацію виливків треба передбачати в прохідних конвеєрних печах з захисною атмосферою. Одночасно треба передбачати системи одночасної рівномірної подачі виливків в піч і передачу їх для сортування по найменуванням. Припускається застосування камерних печей з захисною атмосферою.

Зачищення залишків живильників.

Треба передбачати в штампах на багатопозиційних автоматах з карусельним столом. Припускається застосування методу зачищення наждачними кругами з використанням напівавтоматів та обдирочно-шліфувальних верстатів. При застосуванні цього методу треба враховувати конструктивні особливості виливків та технічні вимоги до них, тому що зачищення наждачним кругом з високою швидкістю різання приводить до місцевого прожарення відливоків і, як правило, до необхідності повторної термообробки. Розрахунок обладнання треба проводити по формулам, що використовуються при розрахунку обладнання чавунно- та сталеливарних цехів.

14 ЦЕХИ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ. РІЗНОВИДИ МАШИН ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ. ПРИНЦИПИ ЇХ ВИБОРУ

Литтям під тиском (ЛПТ) виробляються деталі з алюмінієвих, цинкових, магнієвих, мідних сплавів та з чорних сплавів (корозійно-стійкі сталі). Рекомендовані потужності цехів: 2-3 тис. т придатного лиття на рік для виробництва цинкових та бронзових виливків масою до 1 кг; 5-6 тис. т для виробництва цинкових виливків масою до 5 кг; 1-2 та 5-6 тис. т для виробництва алюмінієвих виливків масою до 5 кг та 10-12 тис. т – для виробництва алюмінієвих виливків масою до 20 кг.

Цехи ЛПТ складаються з трьох основних виробничих відділень у відповідно до основних етапів виготовлення виливків, а саме: плавка металу, виготовлення виливків на машинах ЛПТ, фінішна обробка. Окрім основних відділень в цеху передбачають допоміжні ділянки: по доведенню та ремонту прес-форм та іншого оснащення, ділянка ремонту обладнання, а також склади для зберігання запасів матеріалів, прес-форм та іншого оснащення, лабораторії цеху.

Плавильне відділення.

У цих відділеннях цехів ЛПТ рекомендовано застосовувати індукційні печі або печі опору необхідної ємності.

Ливарне відділення.

Для отримання виливків з легкоплавких сплавів, на основі свинцю, міді, цинку, застосовують машини з гарячою камерою пресування. Для виготовлення виливків з сплавів на основі алюмінію, магнію, міді – з холодною камерою пресування.

Найбільше поширення отримали машини з горизонтальною холодною камерою пресування. Модель ливарної машини обирають на підставі розрахунків потрібного тиску пресування та необхідного зусилля запирання. Після чого перевіряють чи достатня ємність камери пресування цієї машини при обраному тиску пресування. Тиск пресування вибирають у відповідності з практичними рекомендаціями в залежності від сплаву, що застосовується, товщини стінки та складності конфігурації виливків.

Ємність камери пресування визначають за об'ємом сплаву, що заливається в неї, яку можна розрахувати:

$$V_k = V_{вил.} + V_{л.ж.с.} + V_{п.з.} \quad (14.1)$$

де $V_{вил.}$ – об'єм виливка;

$V_{л.ж.с.}$ – об'єм ливниково-живильної системи;

$V_{н.з.}$ – об'єм прес-залишка.

Об'єми виливків та ливниково-живильної системи визначаються за кресленням або діленням маси виливка та ЛЖС на густину сплаву.

Об'єм прес-залишка складає 10-50 % від об'єму виливка.

Кількість машин необхідних для виконання річної програми визначають за загальною методикою. Для цього всю номенклатуру виливків треба розподілити за марками сплаву та за машинами ЛПТ. Розрахункову продуктивність машин обирають за таблицями в залежності від маси виливків в прес-формі та складності їх конфігурації. Кількість однотипних машин лиття під тиском визначають за формулою:

$$N = \frac{3 \cdot K_n}{\Phi_e \cdot q}, \quad (14.2)$$

де 3 – річна кількість запресовок;

В комплексах ЛПТ треба автоматизувати наступні операції:

1 Дозування та заливку сплаву з роздавальної печі в камеру пресування машини за допомогою пневмодозаторів, механічних дозаторів, магнітно-динамічних насосів та типових маніпуляторів для заливки металу.

2 Обдування та змащування прес-форм перед кожною заливкою або через визначену задану кількість циклів за допомогою стаціонарних або рухомих форсунок.

3 Контроль та підрегулювання основних технологічних параметрів: розкриття форми, робота виштовхувачів, підтримання заданого температурного режиму прес-форми та розігрівання прес-форми на початку роботи.

4 Захват виливка та винос його за межі робочої зони машини за допомогою підвісних та універсальних маніпуляторів зйомників.

5 Обрізання облою та ливників та видалення виливків з штампів в тару.

6 Керування усіма механізмами, що здійснюють виконання перерахованих операцій та забезпечення безпеки працюючих.

Насосне відділення та ділянка ремонту та доводки прес-форм.

Систему живлення розливочних машин робочою рідиною централізують для зменшення необхідної продуктивності насосів та акумуляторів, що забезпечують нормальну роботу розливочного відділення. Тому поряд з розливочним відділенням розташовують насос-

ні, в яких розміщують насоси, що живлять машини ЛПТ робочою рідиною. Якщо відстань від насосів до машин перевищує 25 м, то це відділення розташовують з обох боків від ливарного, система живлення робочою рідиною при цьому зберігається єдиною.

Не дивлячись на централізовану систему живлення, кількість насосів та акумуляторів в насосному відділенні повинно відповідати кількості машин ЛПТ в ливарному відділенні. Ці агрегати поставляються у комплекті з машинами ЛПТ. Вони мають однакову конструкцію та різняться тільки розмірами, об'ємом та продуктивністю.

Прес-форма представляє собою досить складний та точний інструмент. Вона може мати одну або декілька робочих порожнин для отримання виливків, стержні та вставки, що необхідні для оформлення отворів у виливці, системи каналів для підведення розплаву у робочу порожнину та відведення повітря та газів з порожнини форми, ливникову та вентиляційну систему, а також системи штовхачів для виштокування виливки з прес-форми під час роботи.

Прес-форми виготовляють в інструментальних цехах, а їх налагодження здійснюють в ливарному цеху безпосередньо на машинах. При цьому контролюють розміри робочої порожнини та рухомих частин прес-форми, перевіряють паралельність напівформи у замкненому стані, визначають співвісність рухомої та нерухомої частин. При необхідності прес-форми з відповідною документацією відправляють у відділення доводки та ремонту прес-форм.

Розрізняють поточний, профілактичний та капітальний ремонт прес-форм. Поточний ремонт включає в себе заміну зношених деталей, а також очищення та змащування рухомих частин та механізмів. Профілактичний ремонт виконують або при зміні прес-форм, або через кожні 10 тис. заливок. Він включає в себе розбирання, очищення, заміну зношених деталей, відпуск при 550 °С та полірування робочих поверхонь. Капітальний ремонт рентабельний тільки в тому випадку, якщо його вартість не перевищує 2/3 вартості нової прес-форми. Він включає в себе заміну обойм, плит, вкладишів тощо.

Це відділення обладнується механооброблюючими станками (токарними, гвинторізними, універсально-фрезерними, свердлильними, шліфувальними), гвинтовими пресами, слюсарними верстатами та печами для проведення профілактичного відпуску прес-форми.

Після ремонту прес-форми зберігаються на складі, площу якого приймають 4-6 % від загальної площі цехів масового та крупносерій-

ного виробництва та 5-8 % від площі цехів середньо-серійного виробництва. Деяку таку ж площу займає й саме відділення доводки та ремонту прес-форм.

Річна кількість прес-форм необхідних для виготовлення виливків одного найменування:

$$Nn = \frac{Z}{C}, \quad (14.3)$$

де Z – річна кількість запресовувань для цього виливка;

C – стійкість прес-форми (таблиця 14.1).

Таблиця 14.1 – Середня стійкість прес-форм

Сплави	Стійкість прес-форм, кількість запресовувань	
	Середня	Максимальна
Цинкові	100000	250000
Магнієві та алюмінієві	30000	60000
Мідні	2000	15000

Відділення фінішних операцій.

Для обрубки ливників, відрубки облою, відділення задирок, а також одночасного прошивання отворів та пазів в тонкостінних виробках застосовують гідравлічні преса, обладнані відповідними штампами.

Для обрубки дрібних відливків за допомогою одногніздових штампів, можуть застосовуватись кривошипні та ексцентриккові преса.

Для обрізання надливків та ливників можуть використовуватись токарні та фрезерні станки і також спеціальні карусельні.

Зачищення виливків при невеликому об'ємі виробництва можна виконувати на двобічних обдирочних станках за допомогою дискових напилків або абразивних кругів, а також пневматичними зубилами та шарошками.

15 ЦЕХИ КОКІЛЬНОГО ЛИТТЯ. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ

За структурою цехи кокільного лиття аналогічні цехам ЛПТ, і так само мають три основні виробничі відділення: плавильне, заливальне та фінішної обробки виливків.

В залежності від потреби цеху у піщано-глинистих стержнях (для крупних виливків) в проєкті передбачається ділянка або відділення виготовлення таких стержнів, а також відповідні сумішоприготувальні ділянки, аналогічно до цехів виготовлення виливків у піщано-глинистих формах.

В цехах лиття в кокіль передбачають наступні допоміжні відділення: відділення доводки та ремонту кокілів; ремонту печей, кокільних машин та іншого обладнання; склади для зберігання матеріалів, кокілів та іншого оснащення, а також лабораторії.

Склад для зберігання кокілів треба розміщувати неподалік від заливального відділення. Він обладнується стелажми з комірками та кран-балкою для переміщення кокілів.

Рекомендовано проектувати цехи кокільного лиття наступних потужностей: для отримання чавунних відливків масою до 50 кг – 20-25 тис. т на рік; масою до 100 кг – 40-80 тис. т на рік.; для отримання сталевих виливків масою до 80 кг – 60-80 тис.т на рік; алюмінієвих масою до 5 кг – 5-6 тис. т на рік; алюмінієвих масою до 20 кг – 10-12тис. т на рік.

Плавильне відділення.

Аналогічне плавильному відділенню цехів ЛПТ.

Заливальне відділення.

Технологічний процес складається з наступних операцій: підготування кокілю (очищення, підігрівання, нанесення на робочі поверхні облицювання та фарби), виготовлення піщано-глинистих стержнів (якщо це необхідно за конструкцією виливки), збирання кокілю з встановленням в разі необхідності стержнів, заливки рідкого металу в кокіль, витримки виливка в кокілі, розбиранні кокілю, видалення виливка та його охолодженні. Після, в разі необхідності виконується вибивання стержнів, обрубка, очищення, виправлення дефектів та термообробка виливків.

Кокіль рекомендовано виробляти зі змінними вставками. При цьому по мірі зносу замінюють лише окремі частини, а не весь коштовний кокіль. Крім того, складальні кокілі менше піддаються коробленню.

Обойми складальних кокілів виготовляють з чавуна та вуглецевих сталей, а вставки з легованих хромом та молібденом чавуну та сталі.

Для отримання виливків з кольорових сплавів, рекомендовано застосовувати алюмінієві анодовані водоохолоджувані кокілі.

Для підвищення стійкості кокілів та регулювання швидкості кристалізації відливків застосовують вогнетривкі фарби та обмазки. Потреба в них визначається розмірами кокілів, товщиною шару фарби та тривалістю її роботи. Річна потреба у фарбах складає:

$$P_{\phi} = 1,2 \cdot Q_p \cdot V_{\phi}, \quad (15.1)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує втрати фарби;

Q_p – річний випуск, т;

V_{ϕ} – витрата фарби на 1 т придатних виливків, кг.

Машини для лиття в кокіль поділяються на універсальні та спеціальні. За допомогою універсальних машин можна виготовляти різноманітні виливки, які мають загальні габаритні розміри, характер роз'єму кокілю, кількість та напрямок видалення металевих стержнів. Ці машини, як правило, застосовуються в умовах серійного та крупносерійного виробництва.

Спеціальні кокільні машини передбачені для виготовлення тільки одного найменування виливків. Вони відрізняються високою продуктивністю та застосовуються в масовому виробництві. Ці машини бувають одно- та багато-позиційними. Перші використовуються в цехах з малим об'ємом виробництва, другі – у цехах з великим об'ємом виробництва.

Для розрахунку необхідної кількості кокільних машин необхідно всю номенклатуру виливків розподілити за типами кокільних машин та визначити об'єми виробництва по кожному типу машини. В технічній характеристиці кокільних машин вказується циклова продуктивність без розподілу часу на виконання окремих операцій, а саме підготування кокілю, заливання металу, охолодження виливків в кокілі та видалення виливків з нього. Циклова продуктивність одно-позиційних машин є і часом виготовлення однієї або декількох (при застосуванні багатогніздового кокілю) виливків. Продуктивність багато-позиційних машин підвищується за рахунок перекриття часу технологічного циклу по позиціях.

Кількість однотипних кокільних установок розраховують за загальною методикою.

В заливочному відділенні біля кожної машини або групи кокільних установок треба передбачати роздавальні печі та заливочно-дозуючі пристрої.

Термообрубне відділення цехів лиття в кокіль аналогічне цехам ЛПТ.

16 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ В ЛИВАРНИХ ЦЕХАХ КОЛЬОРОВОГО ЛИТТЯ В МЕТАЛЕВІ ФОРМИ

Плавку кольорових сплавів треба передбачати в індукційних електропечах промислової частоти. Для алюмінієвих сплавів припустиме застосування газо-полум'яних печей.

В ливарних цехах кольорового литва масового та крупносерійного виробництва треба передбачати наступні методи лиття в металеві форми: під високим тиском, під низьким тиском, в кокіль та з протитиском.

Заливання металу в форми, змащення, очищення форм, видалення виливків на машинах литва під високим тиском повинні бути автоматизовані.

При закріпленні за одною машиною одного чи декількох найменувань виливків, установку обрізного преса треба передбачати біля машини, а при виготовленні одного виливка на декількох машинах, треба організувати окремі ділянки виготовлення цього виливка та обрізання.

Метод литва під низьким тиском варто застосовувати для отримання відливків з високими вимогами до герметичності та товарному вигляду виливків.

Лиття в кокіль треба застосовувати для виготовлення виливків зі складними стрижнями, а також у виробництвах з меншою серійністю.

Відрізання надлишків треба передбачати на спеціальних або універсальних металооброблюючих верстатах.

Машини лиття під низьким тиском та в кокіль при крупносерійному та масовому виробництві повинні бути обладнані механізмами встановлення стержнів та зйомникам виливків.

Для заливання рідкого металу в кокільні машини повинні бути передбачені дозатори.

Очищення алюмінієвих виливків від дрібних задирок треба передбачати в дробометних камерах та барабанах, а також в вібраційних

установках та барабанах з підводним галтуванням.

Для термічної обробки треба передбачити штовхальні, вертикально-конверсні та шахтні печі.

Для знешкодження пористості виливків, що виникає при литті під високим тиском, що потребують герметичності, необхідно передбачити ділянки просочування поліефірними смолами або матеріалами на основі рідкого скла.

17 ЦЕХИ ТА ДІЛЯНКИ ВІДЦЕНТРОВОГО ЛИТТЯ

Найбільш широко цей спосіб лиття застосовується для виготовлення виливків типу тіл обертання, таких як труби, втулки, гільзи, маслоти. Цей спосіб забезпечує максимальний серед усіх видів лиття вихід придатного, що сягає 95-96 % (немає ливникової системи). Цей спосіб забезпечує отримання виливків високої якості. Виливки отримують без шлакових включень, оскільки останні по причині різниці в питомій вазі сепаруються та розміщуються зовні виливка, після чого легко видаляються.

Цей спосіб виготовлення виливків забезпечує одностороннє відведення тепла, а також підживлення виливка при кристалізації. В результаті ми отримуємо якісні виливки.

Цим способом можна отримувати відливки з чавуну, сталі, кольорових металів, в тому числі з сплавів з низькою рідинотекучістю.

Відцентровим литтям отримують

1 Виливки тіл обертання.

2 Труби та гільзи.

3 Фасонні виливки, які при цьому формують у звичайних формах, а заливання здійснюють на карусельних установках.

По організації технологічного процесу відцентрове литво розділяють

1 Лиття без застосування футерувальних матеріалів для виливниць, тільки з фарбуванням.

2 Лиття із застосуванням футерівки – в тих випадках, коли без попередньої футерівки неможливо відокремити виливок.

Машини для відцентрового лиття поділяють на шпindelльні та роликові.

Шпindelльні машини в свою чергу підрозділяють на

1 Машини з вертикальною віссю обертання (не можна виготов-

ляти виливки великої висоти).

2 Машини з горизонтальною віссю обертання.

3 З похилою віссю обертання (для спеціальних фасонних виливків.

Склад цеху або ділянки визначається характером виробництва та технологією. Якщо при виготовленні виливків застосовується футерівка, в цеху передбачається відділення підготування вогнетривкої маси.

В залежності від серійності виробництва використовують різноманітні способи розміщення машин. При дрібносерійному та одиничному виробництві на ділянці розміщують від 1 до 3 машин. При цьому передбачається наявність змінних гільз.

При серійному виробництві передбачається групове розташування машин по типу виливків.

При масовому та крупносерійному виробництві машини розміщуються рядами.

В залежності від характеру виробництва передбачаються також різноманітні способи дозування рідкого металу. В дрібносерійному та одиничному виробництві дозування здійснюється за допомогою дозуючих шайб (коли крізь отвір у шайбі видно рідкий метал, заливка закінчується). При серійному виробництві дозування здійснюється по об'єму за допомогою мірних ковшів. При масовому виробництві дозування здійснюється за вагою.

18 ЦЕХИ ЛИТТЯ В ОБОЛОНКОВІ ФОРМИ

Цехи лиття в оболонкові форми для виливків масою до 20 кг рекомендовано проектувати потужністю 5-7 або 10-15 тис. т на рік. Для виливків масою до 50 кг – потужністю 20-30 тис. т на рік. Цим способом отримують виливки з будь-яких сплавів.

18.1 Технологічний процес та обладнання

Рекомендовано застосування плакованих сумішей, тобто таких сумішей, в яких частки піску покриті тонкою плівкою зв'язуючого (в даному випадку смоли).

Найбільш ефективним є метод гарячого плакування піску бакелітовою смолою (4-5%), при введенні і суміш уротропіну (0,4-0,5%) та стеарату цинку або стеарату кальцію (0,04-0,05%).

При цьому пісок подається в нагрівач, де в киплячому шарі розігрівається до 150-180 °С, після чого поступає у змішувач. Сюди ж подається смола, розчин уротропіну та стеарат. При перемішуванні гарячого піску, смола розтоплюється та обгортає зерна піску. Потім суміш розвантажують у розрихлювач, де продовжують перемішування, розбивання грудок та охолодження. Потім суміш потрапляє на вібросто в охолоджувач та на формовку.

Виготовлення оболонкових форм здійснюється на обладнанні, яке розрізняють за:

- методом виготовлення оболонок(насіпний, насипний з підпресовкою, з надумом;
- за способом насипання (бункерний та рамочний);
- за кількістю позицій (одно- чи багатопозиційні);
- за способом переміщення модельної плити (човникова, карусельна, конвеєрна та рольгангова).

Збирання холодних оболонок здійснюється рідким клеєм, гарячих – порошком пульвербакеліту, який насипають на площину склеювання, після чого він плавиться та склеює половинки оболонок.

В одиничному виробництві для збирання оболонок застосовують струпцини та скоби.

Зібрані оболонки розміщують в контейнери та, щоб вони не руйнувалися, засипають чавунним дробом.

Заливання здійснюється на конвеєрах або на спеціальних стелажках. В процесі охолодження залитих форм при температурі біля

900°C, оболонки само руйнуються.

Вибивання здійснюється вібраційним способом. Після вибивання залишки оболонкових форм разом з дробом потрапляють на склад шихтових та формувальних матеріалів, де дріб знепилюють та подають знову на формовку.

Залишки оболонок прожарюють при температурі 850-900 °С в киплячому шарі. При цьому смола вигорає, а пісок знову використовується для виготовлення оболонок.

Витрата формувальної суміші при литті в оболонкові форми складає біля 750 кг/т придатного литва.

Програму цеху розраховують точним методом. При цьому заповнюють відомість № 1 кількості та ваги відливків; відомість № 2 формувального відділення та відомість № 3 стержньового відділення.

Розрахунок плавильного відділення проводять за балансом металу.

Сумішоприготувального – виходячи з годинної потреби у готовій суміші.

19 МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ

19.1 Загальна частина

Ливарне виробництво характеризується багатократним переміщенням великих кількостей різних насипних та штучних вантажів, тому транспортні операції в ньому за трудомісткістю є важливою складовою виробничого процесу.

В залежності від зони дії, транспортні засоби ливарного цеху поділяють на міжцехові та внутрішньо цехові.

Міжцехові перевезення вантажів ливарного виробництва звичайно виконуються автотранспортом, а також самохідними електро- та автовізками (карами), тягачами, авто та електрозавантажувачами (таблиця 19.1) з широким застосуванням стандартної та спеціальної тари, що дозволяє звести до мінімуму число завантажувальних операцій.

Відходи формувальних сумішей транспортують автосамоскидами, а за умови віддаленого розташування відвалів залізничним транспортом.

Залізничний транспорт використовується також для перевезення крупних виливків у окремо розташовані обрубні відділення та механічні цехи.

Сухий формувальний пісок, молоті вугілля та глину транспортують з базисних складів безпосередньо до місць споживання установками пневматичного транспорту.

Для переміщення піску також застосовують стрічкові конвеєри та елеватори.

Таблиця 19.1 – Найбільш поширені машини візкового
безрельсового транспорту

Найменування	Вантажопідйомність	Швидкість, км/год
Акумуляторні візки-електрокари з підйомною платформою або вилами	1-2т	4-8
Електрозавантажувачі	0,5-3,2т	6,5-10
Автозавантажувачі	1-3,2т	18-25
Електротягачі (тяглове зусилля 75-100 кгС)	-	5-10

Для внутрішньоцехових переміщень вантажів використовують наступні підйомно-транспортні засоби: крани, підйомники, штабелери, ручні та електричні візки на підвісних рельсових шляхах, машини безперервного транспорту (конвеєри), установки трубопровідного транспорту, електровізки та завантажувачі, допоміжні пристрої (живильники, бункера, затвори, і т.і.)

19.2 Конвеєрні пристрої

1 Конвеєри візкові (ливарні).

Використовуються для транспортування ливарних форм при поточному виробництві відливків. Найбільш розповсюджене застосування горизонтально-замкнених візкових конвеєрів. Такі конвеєри випускаються, як правило, з вантажопідйомністю візків до 10 т, однак існують і з більшою вантажопідйомністю. Основними параметрами візкового конвеєра є його габаритні розміри, вантажопідйомність та крок його платформ. Ці параметри стандартизовані згідно ГОСТ 5938-73.

2 Роликові конвеєри.

Застосовуються для переміщення форм та стержнів на піддонах, пустих опок, а також виливків в очисних відділеннях на піддонах або без.

Роликові конвеєри поділяють на безприводні, по яким вантажі переміщуються проштовхуванням або при наявності ухилу – за допомогою гравітації, та приводні – з обертанням роликів від електроприводу та переміщенням вантажу за рахунок сили тертя.

Неприводні роликові конвеєри з проштовхуванням вантажів вручну застосовують для міжопераційних передач на невеликі відстані вантажів до 200 кг на ділянках з мало інтенсивними вантажопотоками. Нерідко такі конвеєри використовують в якості робочих столів. Для полегшення переміщення вантажів, неприводні роликові конвеєри виконують з ухилом в 1,5-2 %, а при необхідності переміщення важких вантажів, обладнують штовхачами з пневматичним або ланцюговим приводом.

Приводні роликові конвеєри використовують в механізованих та автоматизованих поточних лініях по виробництву виливків та стержнів, а також на окремих ділянках формувальних та очисних відділень. З лінії на лінію вантажі передаються при паралельних лініях привідними трансбордерними візками, а при лініях, що перехрещуються – за допомогою передавальних столів. Ці пристрої у поєднанні з системою пневматичного та електричного блокування усіх механізмів забезпе-

чують автоматичний рух вантажів по системі роликів привідних конвеєрів з визначеним кроком в заданих напрямках, їх зупинку та передачу на лінії для накопичення (наприклад форм на залив очних лініях в сталеливарних цехах). На привідних роликів конвеєрах транспортуються форми розміром 3000×2000 мм і більше. Швидкість переміщення складає 5-15 м/хв.

Пластинчаті конвеєри застосовують для транспортування в горизонтальному та нахиленому напрямку дрібних та середніх гарячих виливків від місць вибивки у очисні відділення (у цьому випадку відливки на конвеєрах охолоджуються, від них можна відбивати ливники та сортувати), а також дрібних та середніх виливків у відділеннях очищення та термообробки, ливників з вибивних та очисних відділень на склади шихти.

Підвісні конвеєри. Ними вантажі транспортуються по підвісним шляхам на спеціальних підвісах: дрібні виливки та ливники – навалом у металевих коробах та лотках, середні та крупні – на лотках та крюкових або кліщових підвісах, стержні – на багатополічних підвісних етажерках.

Підвісні конвеєри бувають 2 типів: вантажонесучі та вантажоштовхаючі.

Стрічкові конвеєри застосовують для транспортування формувальних пісків, готових формувальних сумішей, а також коксу та вапняку на складах шихти. Ці конвеєри надійні в експлуатації та прості за конструкцією. Вони є основним засобом для транспортування формувальних матеріалів та сумішей.

Елеватори ковшові стрічкові служать для підйому таких формувальних матеріалів як сухий і вологий пісок, суха дрібно-шматкова глина, а також відпрацьованих сумішей та відходів.

Гвинтові конвеєри застосовують для транспортування молотої або дрібно-шматкової глини, молотого вугілля та роздачі цих матеріалів по бункерам.

Вібраційні конвеєри. застосовують для транспортування відпрацьованої суміші, відливків масою до 200 кг та ливників після вибивки. Вантажі, що транспортуються при цьому переміщуються у відкритому або закритому металічному жолобі внаслідок його коливального руху, при якому штучні вантажі або сипучі матеріали відриваються від днища жолоба і в окремі періоди часу пролітають у напрямку руху.

Позитивною особливістю віброконвеєрів є те, що вантажі з жолобу одного конвеєра на жолоб іншого перевантажуються з малим висотним перепадом. Основна перевага віброконвеєра полягає у можливості пило- та газоізоляції його жолоба, а також у відсутності проसипання матеріалу, що особливо важливо при транспортуванні пильних, виділяючих газу та гарячих матеріалів.

19.3 Трубопровідний транспорт

1 Установки пневматичного транспорту застосовуються для переміщення пиловидних глини, бентоніту, вугілля, а також для сухого формувального піску.

По трубопроводу у повітряному потоці із складів до сумішоприготувальних установок переміщуються порошкоподібні, дрібнозернисті та дрібно-шматкові матеріали.

Повітря рухається по трубопроводу через різницю тиску на його початку та на кінці, що створюється вакуумними та нагнітальними насосами. Відповідно пневмотранспортні установки поділяють на нагнітальні та всасуючі (вакуумні). Тиск у трубопроводі зменшується від початкової ділянки до кінцевої, а швидкість руху повітря в ньому змінюється оборотно-пропорційно тиску.

2 Пневматичне прибирання пилу здійснюється пневматичними високовакуумними установками спроектованими для прибирання пилу у сумішоприготувальних відділеннях. З підлоги робочих майданчиків і обладнання пил збирають за допомогою переносного сопла, що приєднується до трубопроводу під розрядженням, який прокладений вздовж робочих майданчиків та обладнання. Продуктивність таких установок сягає до 2,5 т/год, а максимальна розгорнута довжина трубопроводу допускається до 150 м.

3 Транспорт глинисто-вугільної суспензії. Виконується автоматизованою установкою, що здійснює приготування цієї суспензії та подачу її до бігунів сумішоприготувального відділення. Продуктивність такої установки складає 6 м³/год, діаметр 80 мм; відстань транспортування 300 м та більше.

19.4 Допоміжні пристрої

1 Бункери. Призначені для зберігання формувальних та шихтових матеріалів. Мають воронкоподібну форму або колову. Для попередження зависання суміші їх обладнують спеціальними віброактиву-

вачами, що дозволяє отримати стійкий потік матеріалу з бункера при відносно малих розвантажувальних отворах. Розвантаження бункерів здійснюється за допомогою затворів та живильників, а також віброактиваторів.

2 Живильники застосовують для безперервної або порційної видачі суміші з бункерів. Використовуються живильники наступних типів:

- стрічкові – для видачі з бункерів готових сумішей та піску; по своєму устрою аналогічні стрічковим конвеєрам;

- пластинчаті живильники – використовуються для видачі з бункерів непросушеної глини та крупно-шматкових компонентів шихти. Аналогічні пластинчатим конвеєрам;

- дискові – використовують для видачі піску, відпрацьованої суміші;

- вібраційні – застосовуються для видачі піску, відпрацьованої суміші, коксу, вапняку, дрібних виливків; працюють аналогічно віброконвеєрам, привід – електромагнітний.

20 САНТЕХНІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

20.1 Опалення

В якості теплоносія для промислових будівель використовують перегріту воду та пару. Система опалення призначена компенсувати втрати тепла крізь будівельні загородження. В ливарних цехах виконують систему повітряного опалення суміщену з приточною вентиляцією з підігріванням приточного повітря в калориферах.

Роздача повітря в залежності від призначення приміщення та робіт, що виконуються, здійснюється в робочу зону або до робочого місця. В ливарних цехах з великим тепловиділенням та важкою фізичною працею, додатково передбачають повітряне душування.

У приміщеннях з викидами пилу та теплоти, рециркуляція повітря не припускається.

Побутові та адміністративно-конторські приміщення опалюють за допомогою місцевих нагрівальних пристроїв, незалежно від системи опалення виробничих будівель.

20.2 Вентиляція

У промислових будівлях застосовують вентиляцію природну, механічну, суміщену, загально-обмінну та місцеву.

При природній вентиляції (аерації) рух повітря створюється за рахунок тиску, що виникає через різницю об'ємних мас зовнішнього холодного та внутрішнього теплого повітря.

При штучній механічній вентиляції рух повітря створюється за рахунок різниці тиску, що створюється приточними та витяжними вентиляторами.

Суміщена система вентиляції – це штучна механічна вентиляція, з застосуванням на окремих ділянках природного збудження для притоку та витяжки.

Загально-обмінна вентиляція підтримує повітряне середовище у всьому об'ємі приміщення, забезпечуючи відповідну кратність обміну повітря, тобто зміну його протягом години. Кратність обміну залежить від ступеня забруднення повітря.

Місцева вентиляція передбачає подачу повітря у деякі обмежені місця робочої зони приміщення, або видалення забрудненого повітря від місць виділення шкідливих речовин.

У основних виробничих відділеннях повітря подається у робочу зону на висоті 3,5-5 м від підлоги, за винятком відділень обрубки, очищення відливків та складів, де роздача повітря виконується на рівні нижнього рівня ферм.

При розрахунках систем вентиляції враховують характер виробничих шкідливостей у різних відділеннях ливарного цеху. Для попереднього визначення загальної витрати вентиляційного повітря при штучній механічній вентиляції використовують покрупнені дані (таблиця 20.1).

Таблиця 20.1 – Укрупнені та усереднені показники витрати повітря на приточну вентиляцію (без врахування аерації)

Матеріал	Питома витрата повітря на 1т відливків в тис м ³ /т придатних виливок при їх масі, кг		
	До 100	100-1000	>1000
Чавун	300	260	230
Сталь	330	300	280

Місцеву витяжну вентиляцію застосовують у вигляді місцевих відсосів, спеціальних пиловловлювачів, очищувачів і.т.і. Місцеві відсоси, що поставляються, як складова частина технологічного обладнання, видаляють пил або шкідливості безпосередньо на місці їх виділення.

У приміщеннях з одночасним виділенням шкідливих газів та тепла, або тільки шкідливих газів, окрім місцевих відсосів від виробничого обладнання передбачають загально-обмінну витяжку з верхньої зони приміщення. Технологічні викиди, що містять пил, гази та пари, що видаляються місцевою та загально-обмінною вентиляцією, перед викиданням у атмосферу очищують у масляних, сухих матерчатих або вологих фільтрах.

20.3 Кондиціонування повітря

В зв'язку з розвитком точних методів виробництва виливків за витоплюваними моделями та інших аналогічних методів, на окремих ділянках виготовлення моделей та керамічних оболонок потрібне створення регламентованих параметрів повітря. Задані параметри за температурою та вологістю звичайно складають 22±2 °С та 50±5 % вологості повітря.

До відділень, в яких потрібно зберігати такий режим, пред'являються особливі вимоги. Ці відділення та ділянки не повинні підлягати дії зовнішніх вібрацій та прямих сонячних променів. Останнє досягається орієнтацією вікон на північ або застосуванням спеціальних загороджувальних екранів та жалюзі.

Для підтримання стабільних параметрів повітря необхідна герметизація приміщень, а також застосування стінових матеріалів з низькою теплопровідністю. Рекомендовано застосування багат шарових стінових панелей або стін з цегли товщиною 640 мм.

До інтер'єрів цих приміщень також пред'являються особливі вимоги: відсутність зайвих проводок та комунікацій, для чого використовують підвісні стелі. Внутрішнє облаштування приміщень також має бути покращеним. Для сполучення з сусідніми приміщеннями передбачають тамбури з подвійними дверми.

20.4 Водопровід і каналізація

На ливарних заводах при наявності відкритих джерел технічного водозабезпечення передбачають наступні системи водозабезпечення: господарсько-протипожежні, виробничу (річної води), зворотного та повторного використання.

Протипожежний водопровід в деяких випадках може бути поєднаним з виробничим підводом води.

У ливарних цехах виробничу воду витрачають на такі потреби: водоохолодження обладнання; гідрорегенерацію піску; очищення вентиляційного повітря, що видаляється; очищення ваграночних газів; гідро транспортування відпрацьованої суміші; приготування формувальних та стержньових сумішей; гідравлічне та електрогідравлічне очищення виливків; приготування вогнетривких покриттів та інше.

Вода питної якості окрім господарчо-питних потреб, витрачається на очищення та зволоження приточного повітря, душуючі установки пилоподавлення.

Витрати води, режими споживання, потрібні напори та вимоги до якості води для виробничих потреб, приймають по технологічним завданням.

Для регулювання нерівномірності водоспоживання на ливарних заводах використовують водонапірні баки та башти. Для економного використання води застосовують зворотні системи водозабезпечення.

На ливарних заводах потрібні бути передбачені наступні систе-

ми каналізації: господарсько-побутова, дощова та промислова різноманітного призначення.

Основні промислові стічні води потрапляють у водооборотні системи і у водоймища не скидають, оскільки вони містять технічні домішки. Розрахункову кількість, характеристику та режим скидання промислових стічних вод приймають за технологічними даними проекту.

Незабруднені стічні води утворюються при охолодженні плавильного, компресорного та іншого обладнання.

Основна кількість забруднених стічних вод у ливарному виробництві утворюється при очищенні відходячих ваграночних газів та газів електроплавильних печей, очищенні вентиляційних викидів, грануляції шлаку, гідрорегенерації, промивці агрегатів по приготуванню рідких самтвердіючих сумішей і т. і..

Очищення води від механічних домішок, як правило, проводиться методом відстоювання з застосуванням реагентів.

Стічні води, що забруднені токсичними реагентами, скидаються у загальнозаводську (у окремих випадках – у міську каналізацію), після очищення на спеціальних локальних очисних пристроях.

Відходи виробництва та опади рекомендується відводити за допомогою системи гідротранспорту, в яку входить шламонакопичувач, що розміщується поблизу території заводу. Виробничі відходи також можуть вивозитись з території заводу автомобільним та залізничним транспортом. Місця вивозу узгоджуються з органами санітарного нагляду при виборі території під будівництво.

21 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

21.1 Теплопостачання

Схема теплопостачання є складовою частиною ТЕО будівництва підприємства.

Джерелами теплоти є в основному котельні та теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які будують зазвичай великої потужності, для обслуговування декількох підприємств. На вводах магістральних теплових мереж на території заводу будують теплові пункти, в яких відбувається розподіл, облік та контроль за параметрами теплоносіїв, що відпускаються котельною або ТЕЦ.

В якості теплоносія для ливарних виробництв використовують перегріту воду з температурою до систем теплоспоживання 150 °С і після них – 70 °С. Тиск в тепломережах при вказаній температурі підтримується на рівні 5 кг·с/см².

Траси теплових мереж (підземні або наземні) приводять в проєкті на загальному плані інженерних мереж підприємства. Обов'язково передбачають теплоізоляцію та корозійний захист мереж теплопостачання. Витрата тепла на теплопостачання заводу або цеху складається з розрахункових потоків на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання:

$$\Phi = \Phi_{он} + \Phi_{в} + \Phi_{г.в.} \quad (21.1)$$

Для укрупнених розрахунків необхідної кількості теплоти в ТЕО приймають питому кількість теплоти 60-130 Вт/м³ об'єму виробничих будівель, що опалюються. При цьому верхня межа вказаного діапазону відноситься до ливарних цехів, що потребують високої кратності вентиляції. Окрім того в проєкті визначають та приводять дані про кількість та якість води, що повертається (конденсат).

21.2 Газопостачання

Використання природного газу замість мазуту або твердого палива для опалення значно покращує умови праці в цеху. При визначенні потреби в природному газі приймають, що 1 м³ природного газу відповідає 1,17 кг умовного палива (у.п.).

Орієнтовно, сумарна витрата природного газу з врахуванням опалення при виробництві чавунних відливків складає від 150 до 180 кг у.п. на 1 т придатних відливків, а при виробництві сталевих відлив-

ків – 140-170 кг у.п. на т.

Підприємствам газ підводять розподільними газопроводами, як правило, середнього тиску від 0,05-3 кгс/см². Для зниження тиску газу та підтримки його на заданому рівні слугують газо-регуляторні пункти (ГРП), та газо-регулюючі установки (ГРУ). ГРП розміщують в окремих будівлях або у добудовах ззовні виробничих будівель. ГРУ-безпосередньо у приміщеннях цехів.

В цеху газ розподіляється до агрегатів-споживачів по внутрішньо-цеховим газопроводам.

Герметичність газопроводів та всіх елементів газового господарства повинна відповідати вимогам техніки безпеки по випробуванням на ущільнення.

21.3 Стиснене повітря

Витрату стисненого повітря визначають для умов роботи компресора на всмоктування при температурі 15 °С та абсолютному тиску 1 кг·с/см². Витрату стисненого повітря визначають по окремим споживачам з вказівкою максимальної (паспортної), середньогодинної та річної витрати. Середньогодинна витрата стисненого повітря для однотипного обладнання:

$$V_{сер} = n \cdot V_n \cdot K_o \cdot K_в, \quad (21.2)$$

де n – число одиниць однотипного обладнання;

V_n – номінальна витрата стисненого повітря при роботі обладнання(по паспорту);

K_o – коефіцієнт одночасності роботи однотипного обладнання;

$K_в$ – коефіцієнт використання обладнання;

Річна цехова витрата стисненого повітря:

$$V_{ц} = \Sigma V_{сер} \cdot \Phi_e. \quad (21.3)$$

З врахуванням перевищення максимальних навантажень понад середньогодинної та втрат стисненого повітря, його розрахункова річна витрата для компресорної станції складає:

$$V_{год} = V_{ц} \cdot K_{в.ц.}, \quad (21.4)$$

де $K_{в.ц.} = 1,6-1,8$.

Укрупнено витрата стисненого повітря для виробництва відливків з СЧ приймають в кількості 1000-1300 м³/т придатних виливків,

КЧ – 1200-1500 м³/т, сталевих – 1400-1800 м³/т. Абсолютний тиск стисненого повітря на компресорній станції складає 7-8 кг·с/см². У споживачів 3-6 кг·с/см².

При визначенні кількості компресорів передбачають резерв для забезпечення роботи цеху при зупинці одного з агрегатів.

Для охолодження компресорів застосовують оборотну систему водопостачання з штучними водоохолоджувачами.

Для автоматичних формувальних ліній потрібне сухе стиснене повітря, тому перед повітря-споживачем встановлюють осушувач.

Для вирівнювання тиску в мережі, а також сепарації повітря від масла та води застосовують повітрязбиральники (ресивери), що звичайно знаходяться зовні цеху. Необхідний об'єм повітрязбиральника визначають:

$$V = 0.5 \cdot \sqrt{10N_n} , \quad (21.4)$$

де N_n – загальна продуктивність компресора, м³/хв.

21.4 Електропостачання. Освітлення. Контрольно-вимірювальні пристрої та автоматика

До початку проектування необхідно оформити дозволи та технічні умови (ТУ) на під'єднання об'єкту до мереж електропостачання, узгодити застосування електропечей та інших електронагрівальних пристроїв потужністю більше ніж 50 кВт.

В електротехнічній частині ТП або ТРП визначають встановлену потужність електроприймачів та витрати електроенергії по корпусам, число трансформаторних підстанцій розподільчих пристроїв, високочастотних станцій та загальну споживчу потужність по заводу. Узгоджують розміщення трансформаторних підстанцій, пультів керування та інших пристроїв на планах обладнання та розробляють цехові мережі електропостачання та електроосвітлення.

На генеральному плані підприємства розміщують споруди електропостачання, електроосвітлення та слаботочного господарства підприємства.

Проект зовнішнього електропостачання розробляють спеціалізовані проектні інститути.

21.4.1 Електропостачання

Розподіл електроенергії до головних підстанцій (ГПП) здійснюється високовольтними лініями електропередач (ЛЕП). На ГПП вста-

новлюють, як правило, два трансформатори. Міжцехові кабельні лінії прокладають в траншеях, каналах та тунелях. В цехах комплексні розподільчі пристрої (КРП) розміщують разом з комплексними трансформаторними підстанціями (КТП).

КТП мають 1-2 трьохфазних трансформатори з первинною напругою 6-10 кВ та потужністю 1000; 1600; 2500 кВА. Для живлення електродугових печей застосовують спеціальні трансформатори. Для обмеження токів коротких заземлень при плавленні шихти, в кожух печі вбудовують реактор. Забезпечується можливість викочувати трансформатор з приміщення підстанції в зону, що обслуговується вантажопідйомними засобами.

Внутрішньоцехові електричні мережі прокладаються скритим або відкритим способом.

Середнє активне навантаження в кВт за максимально навантажену зміну визначають виходячи з встановленої номінальної потужності електроприймачів:

$$P_{зм} = K_{\epsilon} \cdot P_{н}, \quad (21.5)$$

де K_{ϵ} – коефіцієнт використання.

Середньо-реактивне навантаження:

$$Q_{ср} = P_{зм} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (21.6)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – відповідає коефіцієнту $\cos \varphi$.

Півгодинне максимальне навантаження:

$$P_{макс} = K_{\epsilon} \cdot P_{зм}. \quad (21.7)$$

Максимальне реактивне навантаження:

$$Q_{макс} = Q_{зм}. \quad (21.8)$$

При ефективному числі електроприймачів менше 10

$$Q_{макс} = 1,1 \cdot Q_{зм}. \quad (21.9)$$

Загальне електричне навантаження визначають складанням силових та освітлювальних навантажень з додаванням втрат у трансформаторах.

Повне максимальне навантаження:

$$S_{макс} = 2\sqrt{Q_{макс}^2 + P_{макс}^2}. \quad (21.10)$$

Для звичайних освітлювальних електроприймачів враховують максимальне активне навантаження. Для люмінесцентних ламп максимальне активне і реактивне.

Для компенсації реактивних навантажень в установках з різко-перемінним режимом (зварювальні апарати та ін) і для підвищення коефіцієнту потужності $\cos \varphi$, передбачають встановлення статичних конденсаторів, застосування синхронних двигунів(для поршневих компресорів, насосів) та інших компенсуючих пристроїв. Звичайно вигідною буває часткова компенсація реактивних навантажень(трохи більше $0,5 Q_{\max}$).

В ТЕО загальну потребу в активній електроенергії можна визначати за питомою витратою на 1 т придатних виливків. Для СЧ при плавці в вагранках питома витрата електроенергії 300-500 кВт/год на т. При плавці СЧ в індукційних печах – 1100-2100 кВт/год на т. Для плавки сталі в електропечах – 1600-2200 кВт/год на т.

21.4.2 Електроосвітлення

Для загального освітлення відділень та ділянок ливарного цеху застосовують газорозрядні джерела світла типу ДРЛ та ДРІ. Для загального освітлення пультових приміщень, цехових лабораторій, а також для місцевого освітлення ділянок виготовлення форм та стержнів та прийомки виливків застосовують люмінесцентні лампи типу ЛБ та ЛХБ.

Також передбачається аварійне освітлення для забезпечення можливості продовження роботи в плавильному відділенні та на пультах керування. Проектується також аварійне освітлення для евакуації людей з приміщень.

Для загального освітлення використовують напругу 380 або 220. Лампи місцевого освітлення повинні мати напругу 36 В.

Живлення силових та освітлювальних споживачів може бути як від загальних, так і від окремих трансформаторів.

21.4.3 Слабкострумове господарство

Окрім телефонної станції, виробничого гучномовного зв'язку, промислового телебачення, в проекті передбачають загальнозаводську систему електрогодинників, тривожну сигналізацію (пожежну та охоронну, дзвінкову та ін.).

Схему організації зв'язку заводу на основі якої ведуть проектування, виконують на одному кресленні з вирішенням адміністративно-господарського, диспетчерського та технологічного зв'язку.

21.4.4 Автоматизація виробничих процесів

При поставці технологічного обладнання до складу його комплектів входять контрольно-вимірювальні прилади та засоби автоматики. Основою завдання на проектування контрольно-вимірювальної апаратури та автоматики є виробнича функціональна схема автоматизації та блокування, до якої додається перелік параметрів, що контролюються та регулюються, з врахуванням характеристики та особливостей приладів (сигналізація, показання, запис, рахування).

Автоматизовані системи керування автоматичними системами та агрегатами на базі обчислювальної техніки застосовують у тих випадках, якщо вони обговорені в ТЕО та у завданні на проектування. Для розробки проектів таких систем залучають спеціалізовані організації.

При проектуванні ливарних цехів переважає організація різноманітних потоково-транспортних систем та інших комплексів з цілих груп механізмів та обладнання. На пунктах диспетчерського управління передбачають мнемонічні схеми, що показують розміщення механізмів та транспортних зв'язків між ними. Рекомендується встановлення світлового табло, на якому автоматично вказується механізм, що зупинився в поточно-транспортній системі з одночасною фіксацією тривалості простою обладнання на самописцях.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 1. Основы проектирования литейных цехов и заводов / Под ред. Е. В. Кнорре. - М.: Машиностроение, 1979. - 376 с.
- 2 Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.: Машиностроение, 1985. – 319 с.
- 3 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Литейные цехи и склады шихтовых и формовочных материалов. ОНТП 07-83. Минавтопром, 1984. - 194 с.
- 4 Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ОНТП 06-80. Минстанкопром, 1980. - 16 с.
- 5 Методические указания к лабораторным и практическим занятиям по курсу "Проектирование литейных цехов". Часть I к 2.- Запорожье, ЗМИ. 1986. - 154 с.
- 6 Логинов Н.Э. Проектирование литейных цехов. - Минск:
- 7 Вышэйша школа, . 1965. – 319 с.
- 8 Типаж технологического оборудования для литейного производства на 1986 - 1990 г г. - М.: ВНИИГЭМР. 1985. - 111 с.