

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський,
В. Г. Могилатенко, І. М. Гурія,
І. О. Шинський

ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ

Частина 1

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України,
як підручник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за спеціальностями
«Ливарне виробництво чорних і кольорових металів»,
«Машини і технологія ливарного виробництва»,
«Спеціальна металургія в машинобудуванні»*

Київ НТУУ «КПІ»
2011

УДК 621.74.001.2 (075.8)
ББК

Автори: Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський,
В. Г. Могилатенко, І. М. Гурія,
І. О. Шинський

Рецензенти:

Шинський О.Й., д-р. техн. наук, професор,
(Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України)

Андерсон В.А., канд. техн. наук,
ВАТ КАМЕТ-ТАС (повністю)

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України
(Лист № 1/11-7454 від 06.08. 2010 р.)*

Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко [та ін.]. — К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 588 с.

ISBN

Викладено рекомендації щодо проектування ливарних цехів для виготовлення виливків із сплавів на основі заліза і кольорових металів. Наведено методики проектування основних і допоміжних виробничих відділень і дільниць ливарного цеху, дані щодо вибору технологічних процесів плавлення сплавів, виготовлення ливарних форм і стрижнів, сумішоприготування та фінішних операцій, методики вибору і розрахунку устаткування, яке забезпечує виконання вибраних процесів, проектування цехів спеціальних способів лиття, компонування ливарних цехів різного призначення та методика проектування сучасних промислових будівель.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальностями «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів», «Машини і технологія ливарного виробництва», «Спеціальна металургія в машинобудуванні».

Підручник буде корисним для інженерно-технічних працівників ливарних цехів, відділів головного металурга і спеціалістів проектних організацій.

УДК 621.74.001.2 (075.8)
ББК

ISBN

© Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський,
В. Г. Могилатенко, І. М. Гурія,
І.О.Шинський, 2011
© НТУУ КПІ, 2011

ПЕРЕДМОВА

Технічний рівень будь-якої промислово-розвиненої країни оцінюють передусім виробництвом металургійної продукції: чавуну, сталі, прокату і литих заготовок.

Обсяг виробництва і якість металургійної продукції визначають розвиток промисловості, її основних галузей: машинобудування, енергетики, верстатобудування автомобілебудування тощо.

За довготривалими прогнозами ЮНЕСКО в ХХІ ст. сплави на основі заліза і кольорових металів залишатимуться основними конструкційними матеріалами.

Державні програми розвитку України надають першочергові пріоритети реструктуризації гірничо-металургійного і аграрно-промислового комплексів на базі створення нових матеріально-енергозберігальних технологій виробництва металевих деталей і заготовок для всіх технічних галузей промисловості.

Ефективність просування металопродукції на вітчизняний і світовий ринки залежить передусім від того, наскільки швидко на підприємствах використовуватимуть новітні досягнення техніки і технологій. Це повною мірою стосується і ливарного виробництва — основної заготівельної бази машинобудування.

У зв'язку з цим підвищуються вимоги до підготовки спеціалістів ливарного виробництва усіх рівнів. На жаль, за роки незалежності України ливарне виробництво втратило свої передові позиції з багатьох причин.

Серед основних причин варто вирізнити такі:

- різкий спад виготовлення продукції машинобудівною галуззю;
- використання застарілих технологій і устаткування (лише третина його відповідає сучасним вимогам і можливостям застосування на ньому нових технологічних процесів, а близько 50 % ливарних машин, конвеєрів, ліній, плавильних агрегатів тощо встановлені понад 20...30 років тому і фізично спрацьовані);
- закриття ливарних цехів через перепрофілізацію підприємств тощо.

Залишається на низькому рівні і поновлення парку ливарного устаткування (близько 4 % за рік), що суттєво гальмує впровадження новітніх технологій у вітчизняній промисловості.

Крім того, використання застарілих технологій і устаткування призводить до зниження якості литих деталей через погіршення їх точності, експлуатаційних характеристик, товарного вигляду тощо та зменшення надійності й довговічності експлуатації машин і механізмів.

Отже проектування та інновація нових і реконструкція та технічне переозброєння існуючих ливарних виробництв є першочерговим завданням підвищення конкурентоспроможності продукції, до складу якої входять литі деталі.

Виконання цих завдань без відповідного підготовки фахівців з ливарного виробництва неможливе.

Сучасний фахівець має:

— **знати** не тільки теоретичні і технологічні досягнення в галузі ливарного виробництва, але й основні положення організації проектних робіт, структуру, компонувальні та архітектурно-будівельні рішення ливарних цехів і окремих його відділень, економіку, охорону праці та екологію ливарного виробництва, методи вибору оптимальних технологічних процесів і засоби механізації та автоматизації процесів виготовлення виливків, розраховування кількості основного і допоміжного устаткування, матеріальних і енергетичних ресурсів, вимоги нормативних документів до проектної, конструкторської й технологічної документації;

— **уміти** аналізувати виробничу програму ливарного цеху, підготувати вихідні дані для проектування, вибрати економічно обґрунтований метод та оптимальні технологічні процеси виготовлення виливків, проектувати основні та допоміжні відділення і ділянки ливарного цеху, розраховувати основні показники енергетичної та економічної частин проекту, застосовувати ЕОМ під час виконання розрахункових і проектних завдань.

Для того, щоб фахівець здобув необхідні знання та набув умінь і навичок у галузі ливарного виробництва, підготовка у вищих навчальних закладах має передбачати виконання кожним студентом самостійних курсових та випускних кваліфікаційних проектів і робіт, в яких мають бути відображені перспективні напрями реструк-

туризації ливарних цехів і заводів з використанням вітчизняного та світового досвіду і досягнень ливарної науки, втілення теоретичних та практичних знань, здобутих під час навчання, для вирішення конкретних завдань заданої теми проектування.

У посібнику викладено загальні принципи організації і особливості виконання проектних робіт, детально наведено методику проектування ливарних цехів та рекомендації щодо практичного оформлення проекту відповідно до вимог чинних нормативних документів. За змістом навчальний матеріал викладено максимально наближено до реального проектування з урахуванням вітчизняного і світового досвіду.

Автори щиро вдячні Богуславському Юрію Михайловичу — Президенту ТОВ «Ливарні технології» та Шинському Олегу Йосиповичу — Президенту Асоціації ливарників України, за фінансування цього видання.

ВСТУП

Ливарне виробництво є основною заготівельною базою машинобудування. Литі заготовки використовують більшість галузей промисловості. Маса литих деталей в машинах різного типу складає в середньому 40...80 %, а вартість і трудомісткість їх виготовлення не перевищує 25 % усіх витрат на виріб.

Метод виробництва фасонних заготовок заливанням металу у форми залишається найпростішим і найдоступнішим. Литі заготовки за розмірами і конфігурацією найбільшою мірою наближаються до готових деталей, а обсяг їх механічного оброблення значно менший, ніж під час оброблення заготовок, виготовлених іншими способами. Із ливарних сплавів литтям можна виготовити заготовки будь-яких габаритів, складності і маси за відносно короткий час з необхідними механічними і експлуатаційними властивостями.

Водночас технологія ливарного виробництва охоплює непростий комплекс явищ, фізична сутність яких відрізняється значною складністю. Під час розроблення основних проблем технології ливарного виробництва, як показує практика, більшість науково—дослідних та інженерних задач вирішуються з урахуванням теплових, гідродинамічних та інших фізичних явищ, які мають місце в процесах лиття. У теперішній час особлива увага приділяється виробництву литих заготовок литтям у металеві форми, за моделями, які витоплюються, під тиском, в оболонкові форми тощо.

Розвиток ливарного виробництва нерозривно зв'язаний з проектуванням ливарних цехів. Матеріали цього підручника дають можливість набути знання щодо теоретичних і технологічних досягнень в галузі ливарного виробництва, основних положень організації проектних робіт, структури, компонувальних та архітектурно-будівельних рішень ливарних цехів, окремих їх технологічних відділень і дільниць, методів вибору оптимальних технологічних процесів та засобів механізації і автоматизації ливарних процесів; навчитися аналізувати виробничі програми кожного технологічного відділення і ливарного цеху в цілому, підготувати вихідні дані для проектування, вибрати економічно обґрунтований метод та оптимальний технологічний процес виготовлення виливків, спроектувати основні та допоміжні відділення і дільниці ливарного цеху, розрахувати основні енергетичні та економічні показники.

1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ

1.1. Загальні відомості та основні завдання проектування

Проєктування промислових підприємств, у тому числі і ливарних цехів, здійснюють спеціальні проектні інститути.

Склад, зміст, послідовність розроблення, погодження і затвердження проектів та кошторисів, за якими будуть провадити будівництво нових і реконструкцію діючих ливарних цехів, регламентовані відповідними нормативними документами Державного комітету Кабінету Міністрів України зі справ будівництва (Держбуд України).

Головним завданням проектних організацій є створення такого виробництва литих заготовок, яке б на час введення його в експлуатацію було на рівні кращих світових досягнень у галузі ливарної науки.

Для виконання цього завдання проєктувальники мають добре знати передові вітчизняні і зарубіжні досягнення в ливарному виробництві, мати в своєму розпорядженні повний комплект відомостей про науково-технічний прогноз розвитку машинобудування та інших галузей промисловості, в яких використовують литі заготовки.

Ливарне виробництво залишається основною заготівельною базою машинобудування, оскільки має суттєві переваги перед іншими способами виготовлення заготовок:

— можливість виготовлення дешевих литих деталей будь-якої конфігурації. Наприклад, яким би способом лиття не виготовляли корпус карбюратора двигуна внутрішнього згорання, він буде набагато дешевшим, ніж виготовлений фрезеруванням, зварюванням тощо;

— литі деталі довговічніші, ніж виготовлені із заготовок, одержаних іншими способами (куванням, штампуванням, зварюванням), внаслідок однаковості ізотропії структури й властивостей металу у виробі в усіх напрямках;

— для виготовлення виливків використовують дешеві вихідні матеріали, навіть відходи, брухт, стружку тощо;

— коефіцієнт використання металу в ливарному виробництві наближається до одиниці (лиття під тиском, за витоплюваними моделями, відцентрове лиття тощо);

— виливки мають художньо-естетичну цінність.

На жаль, ливарне виробництво розвивається повільно. Цьому сприяють як об'єктивні, так і суб'єктивні причини, наприклад, складність та багатоопераційність технологічних процесів виготовлення заготовок литтям.

Литі заготовки використовує більшість галузей промисловості. Маса литих деталей у багатьох машинах і механізмах досягає 40..80 % від загальної їх маси, а вартість і трудомісткість виготовлення — не перевищує 25 % усіх витрат на виріб.

Отже, можна однозначно стверджувати, що ливарне виробництво завжди буде перспективною галуззю, яка повною мірою забезпечуватиме заготовками машинобудування та інші галузі промисловості.

Проектування ливарних цехів необхідно виконувати з обов'язковим урахуванням таких вимог і положень:

- потужність ливарного цеху має бути оптимальною і ґрунтуватись на способах лиття, виді сплавів, масі виливків і їх серійності;
- чітко обґрунтовувати характер виробництва (масове, великосерійне, серійне тощо), відповідно до якого визначати ступінь механізації і автоматизації технологічних процесів та окремих операцій виготовлення виливків;
- використовувати високопродуктивне та надійне устаткування, яке перевірене у виробничих умовах. Кращим варіантом є використання вітчизняних машин і механізмів;
- використовувати спеціальні способи лиття, коли це економічно обґрунтовано;
- ураховувати раціональні вантажопотоки в прогонах цеху;
- передбачати основні проїзди і проходи в кожному відділенні цеху;
- передбачати локалізацію шкідливих для людей речовин там, де вони утворюються, герметизацією, місцевою вентиляцією тощо;
- прийняті в проекті технологічні рішення повинні забезпечувати високі техніко-економічні показники цеху та можливість пришвидшення виходу його на проектний рівень;
- будівництво ливарного цеху має супроводжуватися будівництвом житла та підготовкою кадрів через навчальні заклади всіх рівнів.

Однією з основних проблем, яку повинні вирішувати проєктувальники, є екологія ливарного виробництва.

Екологія — наука про взаємозв'язок рослинних і живих організмів та утворених ними угруповань між собою та з навколишнім середовищем.

Основні вимоги, які необхідно виконати обов'язково в проєкті:

- забезпечити нормальні кліматичні та інші фактори в приміщеннях ливарного цеху: температуру, освітленість, вологість повітря, шум тощо;

- уміст пилу, газів та інших шкідливих домішок у повітрі робочої зони має бути нижчим за граничнодопустимі значення. Особливо це стосується пилу, який спричиняє професійне захворювання робітників — силікоз (необхідно пам'ятати, що обдування стиснутим повітрям форм, стрижнів, моделей, стрижневих ящиків, виливків тощо категорично забороняється);

- використання в технологічних процесах нових зв'язувальних компонентів для формувальних і стрижневих сумішей, протипригарних фарб тощо може бути рекомендованим тільки за наявності відповідної документації щодо застосування в ливарних цехах цих матеріалів;

- рівень шуму на робочих місцях і в приміщеннях не повинен перевищувати 75 дБ;

- для захисту навколишнього середовища необхідно передбачати допалювання та очищення газів, які утворюються під час плавлення металу або термічного оброблення виливків. Якщо ливарний цех будуватимуть біля житлових масивів, то краще використовувати для плавлення сплавів індукційні печі;

- для захисту водяних басейнів від промислових стоків необхідно передбачати їх високоякісне очищення;

- передбачати в проєкті автоматизацію або механізацію прибиральних робіт у відділеннях цеху;

- створювати сприятливий інтер'єр в цеху і на кожному робочому місці;

- забезпечувати високоякісне побутове обслуговування всіх працівників ливарного цеху.

Основне завдання полягає в проєктуванні сучасного за технічним рівнем і економічного в експлуатації ливарного цеху з найменшими витратами на його будівництво.

1.2. Основні терміни та визначення

Інвестор — організація, яка забезпечує будівництво капітальними вкладеннями.

Генеральний проектувальник — організація, яка ліцензована на виконання проектних робіт і взяла на себе зобов'язання про розроблення проектної документації, здійснення авторського нагляду за будівництвом та освоюванням проекту.

Постачальна організація — організація, об'єктом діяльності якої є забезпечення будівництва відповідними матеріалами та устаткуванням для реалізації проекту.

Документація будівництва — охоплює інвестиційний намір, підготовчу і проектну документацію та звіт про підсумкову (остаточну) техніко-економічну оцінку будівництва.

Інвестиційний намір — одна з підстав для планування і управління будівництвом, яке інвестується, та керівним документом і передумовою для розроблення підготовчої документації.

Інвестиційний намір визначає основні вимоги до будівництва, його підготовки та реалізації. Його розробляють на підставі концепції розвитку галузі або підприємства. У ньому обґрунтовують доцільність будівництва, вміщують відомості про можливі технології виробництва, придбання ліцензій, імпорту устаткування та необхідний рівень автоматизації (автоматизовані системи управління виробництвом і технологічними процесами), наводять аналіз можливого впливу виробництва на навколишнє середовище і викладають вимоги до виробничих та інженерно-технічних кадрів.

Раціоналізаційна програма — техніко-економічний документ, в якому викладені наміри керівництва відповідного рівня щодо забезпечення господарських і соціальних завдань, передбачених розвитком галузі або підприємства.

Раціоналізаційний намір — ґрунтується на раціоналізаційній програмі і є підставою для виконання раціоналізаційного аналізу.

У ньому обґрунтовують основні положення запропонованої відповідним керівним органом раціоналізації в повному обсязі та на рівні деталізації.

Підготовча документація будівництва — документ, в якому викладено техніко-економічне обґрунтування і завдання на проектування.

Проектна документація — передбачає техно-робочий або технічний проекти.

Раціоналізаційна документація — розробляють тільки для технічно складних раціоналізаційних варіантів, переважно для виробничих процесів. За структурою і характером відповідає одностадійному проекту.

Кошторис — визначає загальні витрати на проектування, будівництво та освоєння виробництва.

1.3. Послідовність виконання проектних і будівельних робіт

Ливарне виробництво — один із складних в організаційно-технічному відношенні способів виготовлення заготовок, а тому проектування ливарних цехів, яке має величезну кількість вихідних даних, є трудомістким і складним творчим процесом. Отже, послідовність виконання як проектних, так і будівельних робіт має бути чітко визначеною.

Загальне керівництво капітальним будівництвом здійснює Держбуд України.

Генеральне (головне) проектування здійснює інститут за профілем — Державний інститут проектування об'єктів — ДІПРО (проектування ливарних цехів в Україні виконує Державний інститут проектування об'єктів хімічного машинобудування).

Спеціальні розділи проекту виконує Державний проектний інститут.

Генеральний проектувальник розробляє технологічну частину основного виробництва, Державний проектний інститут виконує інженерно-геологічні, гідрологічні та геодезичні, а також будівельні, сантехнічні, електротехнічні та інші роботи.

Для кожного підприємства, цеху, споруди, які проектують, проектна організація призначає головного інженера і головного архітектора, які здійснюють організацію і технічне керівництво проектно-пошуковими роботами протягом усього періоду проектування, будівництва й освоєння проектних потужностей та відповідають за якість проекту, правильний розрахунок кошторисної вартості будівництва, техніко-економічних показників, термінів розроблення проектної документації тощо.

Перед початком розроблення проектної документації складають техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) будівництва, завдання на проектування і виконують роботи щодо вибору будівельної площадки.

Техніко-економічне обґрунтування є передпроектним документом, який розроблюють на підставі інвестиційного наміру.

У техніко-економічному обґрунтуванні наводять техніко-економічну характеристику району, в якому передбачається будівництво, вказують його географічні дані, кліматичні умови, кількість населення, площу, характеристику земельних угідь, наводять відомості про шляхи сполучення району, дані про потужність і асортимент готової продукції проєктованого підприємства (цеху), про використання продукції підприємства (цеху), відстані транспортування вихідних матеріалів і продукції, орієнтовні дані про джерела постачання сировини, палива, електроенергії, води, газу, будівельних матеріалів, про обсяг інвестицій і собівартість продукції, житлове будівництво і ефективність інвестицій, а також про виробничі й економічні зв'язки з іншими підприємствами тощо.

Техніко-економічне обґрунтування проєктування і будівництва об'єкта залежно від його кошторисної вартості затверджує Держбуд України, відповідне міністерство або керівництво підприємства. Після затвердження техніко-економічне обґрунтування є підставою для розроблення завдання на проєктування і організацію робіт, пов'язаних з вибором будівельної площадки.

Завдання на проєктування — вихідний документ, на підставі якого виконують відповідні розрахунки і вирішують усі питання, які виникають у процесі розроблення проєкту. Завдання розробляє замовник проєкту або за його дорученням — проєктна організація, якій доручено виконання проєкту.

Завдання на проєктування має містити відомості про таке:

- найменування продукції;
- підставу для проєктування;
- район, пункт і ділянку для будівництва;
- номенклатуру продукції;
- потужність виробництва за основними її видами на повний розвиток і на першу чергу;
- спеціалізацію і режим роботи підприємства (цеху);
- основні джерела забезпечення підприємства під час його експлуатації і в період будівництва сировиною, водою, теплом, газом та електроенергією;
- умови щодо очищення і відведення стічних вод;
- основні технологічні процеси і устаткування, яке забезпечить виконання цих процесів;

- передбачуване розширення виробництва;
- призначені терміни будівництва і графік уведення та освоєння потужностей;
- розмір інвестицій і основні техніко-економічні показники, які мають бути досягнуті внаслідок проектування, будівництва і освоєння об'єкта;
- дані про проектування об'єктів житлового і культурно-побутового будівництва;
- послідовність проектування;
- найменування генеральної проектної організації;
- найменування будівельної організації — генерального підрядника.

У тому разі, коли підприємство (цех) будують на території міста або селища, додатково до завдання на проектування проектною організацією видають архітектурно-планувальне завдання, одержане замовником проекту від місцевих органів самоврядування (міська, районна, селищна, сільська ради), в якому викладені вимоги до забудови ділянки, поверховості й оформлення будівель та споруд, які розташовуватимуть на магістральних проїздах, місць приєднання до інженерних споруд тощо.

Разом з архітектурно-планувальним завданням проектна організація одержує будівельний паспорт ділянки, який містить основні технічні відомості про відведену під будівництво площу, технічні умови на приєднання до інженерних мереж і споруд тощо.

Замовник проекту має передати проектній організації в повному обсязі і в терміни, обумовлені угодою, такі вихідні дані, необхідні для проектування:

- вид палива, яке будуть використовувати;
- місцезнаходження сировини та результати її випробовування;
- обміри існуючих будівель, споруд, підземних і наземних комунікацій на ділянці будівництва;
- звіти про виконані науково-дослідні роботи, пов'язані зі створенням нових технологічних процесів і устаткування.

У разі розроблення проекту реконструкції цеху проектною організацією видають такі дані:

- вкопювання з генерального плану заводу з указанням меж цеху, який піддають реконструкції, та місця підведення до нього всіх комунікацій;
- акт про стан будівлі цеху, санітарно-технічні й інші пристрої;

- режим роботи цеху;
- перелік і характеристику продукції, яку виготовляють у цеху;
- план цеху з указанням основних розмірів, розташуванням кранів і їх вантажопідіймностей та основного устаткування;
- розрахункову і фактичну потужність цеху;
- характеристики площ цеху;
- найменування, характеристику і кількість основного устаткування, в тому числі й конвеєрів;
- техніко-економічні показники цеху.

Вибір ділянки для будівництва — одна з основних складових проектної документації. Під час розроблення техніко-економічного обґрунтування і завдання на проектування указують район або пункт будівництва, що охоплює територію, яку визначає керівництво міста, населеного пункту або залізничної станції.

Вимоги, які ставлять до району будівництва, такі:

- наявність зручного місця для будівництва будівель і споруд;
- природні, топографічні, геологічні, гідрогеологічні та метеорологічні умови;
- наявність залізниці або автомобільних доріг;
- наявність сировини, з якої підприємство (цех) буде виготовляти продукцію;
- розміри витрат на будівництво доріг для здійснення транспортних перевезень під час будівництва і експлуатації підприємства (цеху);
- наявність житлового фонду і робочої сили;
- наявність ринку збуту для виробів підприємства (цеху);
- енергетичні ресурси району;
- можливості забезпечення підприємства (цеху) водою;
- наявність ділянки для будівництва очисних споруд;
- можливість здійснювати кооперацію з іншими підприємствами району та регіону.

Відомості про вибір ділянки для будівництва викладають у пояснювальній записці до проекту.

Проектування підприємств, цехів, будівель і споруд здійснюють в одну або дві стадії: розроблюють техно-робочий або технічний проекти.

Техно-робочий являє собою технічний проект, поєднаний з робочими креслениками. Такий проект розроблюють тільки для об'єктів, які будуватимуть за типовими і повторно використовуюва-

ними економічними індивідуальними проектами, а також для технічно нескладних об'єктів.

У техно-робочому проекті використовують тільки ті кресленики і дані, яких немає в типових і повторно використовуваних проектах.

У ньому на підставі використання типових і повторно використовуваних проектів потрібно вирішувати ті ж питання, що й під час розроблення технічного проекту і робочих креслеників.

Технічний проект розроблюють на підставі техніко-економічного обґрунтування, завдання на проектування і вибору ділянки для будівництва. У цьому разі технічний проект є першою, а робочі кресленики — другою стадією проектування.

Технічний проект складається з таких розділів:

- загальної пояснювальної записки зі стислим викладом проекту, зіставлення його варіантів, на підставі яких прийнято проектні рішення: послідовність будівництва з даними про проведені погодження і відповідність проекту чинним нормам і правилам;

- техніко-економічної частини;
- генерального плану і транспорту;
- технологічної частини з розділом «Автоматизація технологічних процесів»;

- даних про організацію праці і системи керування виробництвом;

- будівельної частини (архітектурно-будівельних рішень);

- проекту організації будівництва;

- кошторисної частини;

- проекту житлового будівництва;

- паспорта будівництва.

У пояснювальній записці наводять:

- виробничу програму;

- технологічні процеси, які забезпечують виготовлення продукції (випусків);

- устаткування для кожного відділення і ділянки;

- транспорт;

- склад робітників;

- техніку безпеки на кожному робочому місці;

- потреби в матеріалах та напівфабрикатах;

- техніко-економічні показники.

У технічному проекті виконують детальні розраховування в усіх частинах і розділах, наводять обґрунтування вибору технологічного процесу і його опис.

Повноту розроблення технічного проекту визначає можливість за його даними здійснювати замовлення на всі види устаткування.

Робочі кресленики виконують на підставі затвердженого технічного проекту. Розроблення робочих креслеників передбачає уточнення і деталізацію запропонованих у технічному проекті технічних рішень такою мірою, як це потрібно для виконання будівельно-монтажних робіт.

До складу робочих креслеників будівель і споруд входить така документація:

- заголовний аркуш з переліком креслеників;
- кресленики генерального плану з нанесеними на них підземними і наземними комунікаціями, транспортними шляхами і необхідними даними про вертикальне планування, благоустрій і озеленення території;
- кресленики будівель і споруд, які будуть будувати за індивідуальними проектами;
- технологічні кресленики планів і розрізів з нанесенням на них технологічного, транспортного, енергетичного та іншого устаткування;
- схеми технологічних трубопроводів, мереж і пристроїв енергозабезпечення та електроосвітлення, автоматизації, зв'язку, сигналізації, водопроводу і каналізації, опалення і вентиляції, кондиціонування повітря, газопостачання тощо;
- кресленики загальних виглядів нетипових технологічних, енергетичних і сантехнічних елементів, вузлів і конструкцій, нестандартного устаткування тощо в обсязі, необхідному для розроблення детальних креслеників у будівельних і монтажних організаціях;
- кресленики пристроїв, призначених для охорони праці і техніки безпеки;
- перелік використовуваних нормативних документів, креслеників типових конструкцій, вузлів і деталей, специфікацій для замовлення устаткування, приладів, арматури, труб, кабельних та інших виробів;
- уточнені відомості конструкцій, деталей, виробів, напівфабрикатів і матеріалів, потрібних для будівництва.

Кресленики виконують з урахуванням вимог чинної нормативної документації.

Кошторис на будівництво є основним і незмінюваним документом на весь період будівництва, на підставі якого здійснюють планування інвестиційних капітальних вкладень, фінансування будівництва і розрахунки між виконувачами робіт і замовником. До затвердження кошторис заздалегідь погоджують з підрядними будівельно-монтажними організаціями.

Вартість будівництва визначають за зведеним кошторисом, до складу якого входять такі пункти:

- підготовки території для будівництва;
- об'єкти основного виробничого призначення;
- об'єкти допоміжного виробничого і обслуговувального призначення;
- об'єкти енергетичного господарства;
- зовнішні мережі і споруди: водопостачання, каналізація, тепलोфікація і газифікація;
- об'єкти транспортного господарства і зв'язку;
- благоустрій території;
- тимчасові будівлі та споруди;
- утримання дирекції підприємства (керівництва цеху), яке будують;
- підготовки експлуатаційних кадрів;
- проектні та пошукові роботи тощо.

Кошторисом передбачають резерв на непередбачені додаткові витрати: технічний проект — 10 % загальної вартості будівництва, техно-робочий — 5 %. До кошторису додають пояснювальну записку, в якій наведено всі розрахунки.

Терміни і якість виконання проекту суттєво залежать від методу проектування. Використовують графічний, об'ємний і макетний методи проектування.

Графічний метод — площинне виконання креслеників — використовують частіше від інших.

Об'ємне проектування — здійснюють у трьох координатах. Цей метод трудомісткий, потребує висококваліфікованих спеціалістів-проектантів, а тому його використовують тільки для оформлення генеральних планів об'єктів, які будуть будувати.

Макетний метод — прискорює рішення складних технічних завдань, зменшує кількість помилок у проекті і здешевлює його

майже на 40 %. Метод полягає в тому, що на стіл у вибраному масштабі наносять координатну сітку і за допомогою макетів та шаблонів опрацьовують питання розташування устаткування, інженерних мереж, вантажопотоків, підземних комунікацій тощо.

Більш досконалим є метод макетного проектування за допомогою масштабних моделей, під час використання якого шаблони замінюють масштабними моделями, стандартного, типового або нестандартного устаткування. Стійкість моделей забезпечують використанням у них металевих стержнів, а стіл оснащують магнетними плитами.

Суттєво скорочує терміни проектування та витрати коштів використання систем автоматизованого проектування ливарних цехів.

Розширення, реконструкція і технічне переозброєння діючих ливарних цехів. Доцільно здійснювати не тільки проектування і будівництво нових ливарних цехів, а й розширювати, реконструювати або технічно переозброювати діюче виробництво залежно від його стану та перспективи розвитку технологій виготовлення литих деталей.

У діючому цеху застаріле устаткування замінюють новим високоефективним та перевіреним у виробництві поступово, без зупинення процесу виготовлення виливків. Такий метод удосконалення роботи ливарного цеху називають *технічним переозброєнням* усіх відділень і дільниць.

У разі, коли для переозброєння необхідно створювати нові виробничі площі, то такий варіант називають *розширенням* цеху.

Для розширення цеху перекривають відкриті естакади, прибудовують нові прогони (якщо є така можливість) тощо.

Розширення цеху починають на вільних площах і проводять поетапно, щоб не порушувати діючого виробництва. Площі для подальшого розширення ливарного цеху через прибудову нових прогонів передбачають тоді, коли це обумовлено завданням на проектування.

Якщо в процесі переозброєння цеху створюють тільки складські або допоміжні нові площі, то такий варіант називають *реконструкцією*.

У наведених варіантах удосконалення діючого виробництва спочатку розроблюють проектно-кошторисну і технічну документацію.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ І СТРУКТУРА ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ

Для проектування ливарних цехів важливим є їх розподіл за основними ознаками. Це дає змогу скоротити кількість варіантів проектів і звести їх до декількох типових, тобто використовувати однотипні моделі устаткування, наприклад, формувальні машини, лінії, плавильні агрегати, устаткування для відділення фінішних операцій тощо.

Основними ознаками класифікації ливарних цехів є:

- маса і складність конфігурації виливків;
- сплави, з яких виготовляють виливки;
- характер виробництва;
- технологічні процеси;
- ступінь механізації і автоматизації;
- галузева підпорядкованість;
- обсяги виробництва.

За *масою виливків* ливарні цехи, в яких виготовляють чавунні та сталеві заготовки, поділяють на п'ять класів (табл. 2.1), а цехи виробництва виливків зі сплавів на основі кольорових металів — на дев'ять груп (табл. 2.2). Ця класифікація є визначальним фактором для вибору технологічного процесу і устаткування, що забезпечує його виконання.

Таблиця 2.1

Класифікація ливарних цехів за масою виливків, виготовлених зі сплавів на основі заліза залежно від характеру виробництва

Клас	Ливарні цехи виготовлення литва	Характер виробництва	
		Серійне, дрібно-серійне, одиничне	Масове і великосерійне
		максимальна маса виливків, кг	
1	Дрібного	До 100	До 10
2	Середнього	101...1000	10...50
3	Великого	1001...5000	51...500
4	Дуже великого	5001...20000	501...1000
5	Особливо великого (важкого)	Понад 20 000	Понад 1000

Таблиця 2.2

Класифікація ливарних цехів за масою виливків, виготовлених із сплавів на основі кольорових металів

Група цехів	Маса виливків, кг	
	із бронзи, латуні та цинкових сплавів	з алюмінієвих і магнієвих сплавів
1	До 0,25	До 0,2
2	0,25...1,00	0,2...0,4
3	1,00...4,00	0,4...0,8
4	4,00...10,00	0,8...1,6
5	10,00...20,00	1,6...3,2
6	20,00...50,00	3,2...6,3
7	50,00...200,00	6,3...12,5
8	200,00...500,00	12,5...25,0
9	Більше 500,00	Більше 25,0

За складністю конфігурації виливків ливарні цехи поділяють на такі:

– цехи для виготовлення *простих*, переважно площинних, виливків: кришок, колодок, дисків, муфт, футерувальних плит тощо;

– цехи для виготовлення *нескладних* виливків відкритої коробчастої або циліндричної форми: ковпаків, маховиків, шківів, корпусів підшипників тощо;

– цехи для виготовлення виливків *середньої складності* — відкритої коробчастої або циліндричної форми відповідального призначення: шківів (діаметром понад 1000 мм), шпинделів, ребристих циліндрів, зубчастих коліс з литими або нарізними зубами (діаметром до 3000 мм), фігурні кронштейни тощо;

– цехи для виготовлення *складних виливків* закритої та частково відкритої коробчастої або циліндричної форми відповідального призначення: станин, столів, колон, кареток, блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння, корпусів насосів тощо;

– цехи для виготовлення *особливо складних і унікальних виливків* закритої коробчастої або циліндричної форми особливо відповідального призначення: станин спеціальних метало оброблю-

вальних верстатів, кришок циліндрів і блоків циліндрів великих дизелів, газових та парових турбін й інших подібних литих деталей.

В окремих випадках проектують ливарні цехи для виготовлення виливків декількох груп складності.

За сплавами ливарні цехи поділяють на такі:

- чавуноливарні;
- сталеливарні;
- цехи кольорового литва.

Кожний цех має відповідну індексацію:

- СЧ — цех для виготовлення виливків з сірих чавунів;
- ВЧ — виробництво виливків з високоміцних чавунів;
- КЧ — виготовлення виливків з ковких чавунів;
- ВС — виробництво виливків з вуглецевих сталей;
- ЛС — виготовлення виливків з легованих сталей;
- ГЛ — виготовлення виливків з високомарганцевих сталей;
- АЛ — виробництво виливків з алюмінієвих сплавів тощо.

Перед проектуванням цехи необхідно спеціалізувати на виробництво виливків тільки з одного сплаву, щоб унеможливити змішування звороту власного виробництва з різних марок сплавів.

Беручи до уваги велику кількість марок вуглецевих і легованих сталей, виливки з них можна виготовляти в одному сталеливарному цеху за умови раціонального виробництва в часі.

Виробництво литих деталей з високомарганцевих сталей на вигоди промислової санітарії, потрібно здійснювати в окремому цеху або в ізольованих від інших приміщень прогонах.

За характером виробництва ливарні цехи залежно від маси виливків розділяють на цехи масового виготовлення виливків, великосерійного, серійного, дрібносерійного й одиничного (табл. 2.3).

За характером виробництва визначають рівень механізації і автоматизації технологічних процесів та окремих операцій у ливарному цеху. Найвищий ступінь механізації і автоматизації притаманний цехам масового та великосерійного виробництв з обмеженою номенклатурою виливків. Проте досить часто проектують цехи змішаної серійності: великосерійного і масового виробництв, серійного і дрібносерійного та одиничного виробництв.

Ливарні цехи масового і великосерійного виробництв виливків проектують переважно з використанням засобів безперервного транспорту, тобто без мостових кранів. Крани в таких цехах установлюють тільки на складах шихтових матеріалів і готової продукції та в плавильному відділенні.

Таблиця 2.3

**Класифікація ливарних цехів виробництва виливків із сплавів
на основі заліза залежно від маси виливків
і їх річної (програмної) кількості**

Групи виливків за масою, кг	Річна кількість виливків одного найменування, шт				
	Характер виробництва				
	оди- ничне, менше	дрібно- рйне	серійне	велико- серійне	масове, більше
Менше за 8	500	501...6000	6001...30000	30001...200000	200000
8...20	300	301...3000	3001...15000	15001...100000	100000
21...50	200	201...2500	2501...10000	10001...60000	60000
51...100	150	151...2000	2001...8700	8701...53000	53000
101...250	95	96...1400	1401...7000	7001...37500	37500
251...500	75	76...1000	1001...4500	4501...25000	25000
501...1000	50	51...600	601...3000	3001...20000	20000
1001...2000	40	41...400	401...2000	2001...13500	13500
2001...5000	20	21...150	151...550	551...4500	4500
5001...10000	10	11...50	51...100	101...1000	1000
10001...20000	7	8...25	26...50	Понад 51	—
Понад 20000	5	6...12	13...27	—	—

За технологічними процесами виготовлення виливків ливарні цехи поділяють на дві основні групи:

– цехи лиття в разові об'ємні піщані форми (сирі, підсушені, сухі, з використанням рідкоскляних сумішей (РСС), рідкорухомих сумішей (РРС), холоднотвердних сумішей (ХТС) тощо);

– цехи лиття у форми інших видів (використання спеціальних способів лиття: за витоплюваними або газифікованими моделями, в оболонкові форми, під тиском, у металеві форми, відцентрове лиття тощо).

У разових об'ємних піщаних формах виготовляють близько 80 % загального випуску виливків зі сплавів на основі заліза. Це можна пояснити використанням відносно дешевих формувальних матеріалів і високопродуктивного устаткування.

Цехи спеціальних способів лиття використовують за потреби після ретельних розрахунків і обґрунтованості:

- для зменшення обсягів оброблення литих деталей різанням;
- для підвищення точності та зменшення шорсткості поверхні виливків;
- коли неможливо виготовляти якісні виливки складної конфігурації в об'ємних піщаних формах.

Виливки виготовляють спеціальними способами лиття в окремих самостійних цехах.

Класифікація ливарних цехів за галузевою підпорядкованістю майже збігається з класифікацією за характером виробництва: додають тільки певні особливі вимоги до виливків залежно від їх конструкції, маси і призначення. Наприклад, ливарні цехи автомобільної галузі є цехами масового і великосерійного виробництва переважно великої потужності, з випуском дрібних і середніх виливків зі сплавів на основі заліза та кольорових металів.

За обсягом виробництва ливарні цехи поділяють на цехи малої, середньої і великої потужностей.

Залежно від сплаву, маси виливків, характеру виробництва вибирають оптимальну потужність цеху.

Оптимальна потужність ливарного цеху — це мінімальна потужність, за які завантажують та інтенсивно використовують установлене високопродуктивне устаткування, при цьому виправдовують себе високий рівень механізації і автоматизації праці та створення належних санітарно-технічних умов і забезпечується висока ефективність капітальних вкладень з окупністю в нормативні терміни.

Оптимальна потужність ливарного цеху складається з оптимальних потужностей потоків виготовлення виливків. Конкретні оптимальні потужності потоків і цеху в цілому з розвитком ливарної науки і технологій змінюються.

Класифікацію і оптимальні потужності ливарних цехів наведено в табл. 2.4.

Наведені потужності уточнюють відповідно до конкретного призначення цеху і продуктивності використовуваних технологічних процесів виготовлення виливків та устаткування.

Допускається проектування ливарних цехів з більшою, ніж ука-зано в табл. 2.4, потужністю за умови детального обґрунтування.

Таблиця 2.4

**Класифікація і оптимальні потужності спеціалізованих
ливарних цехів**

Сплав	Виливок або технологічний процес	Маса виливка, кг, не більше	Потужність цеху, тис. т за рік
Виробництво виливків в об'ємних піщаних формах			
<i>1. Детальна спеціалізація цехів</i>			
Чавун	Радіатори опалювання	10	35
		10	70
	Ванни купальні	120	15
		120	25
	Котли опалювальні	150	20
150		30	
Виливниці	Не регламентують	130 250	
Кільця поршневі, маслоти	Не регламентують	5...10	
<i>2. Технологічна спеціалізація цехів</i>			
<i>Масове і великосерійне виробництво</i>			
Чавун	Деталі автотракторні	100	50...60
		200	80...100
		300	100...125
		500	150...300
Ковкий чавун	Деталі автотракторні	25	30...40
		60	60...80
Сталь	Деталі тракторні, вагонні та ін.	100	50...60
		200	80...100
		500	100...125
<i>Серійне і дрібносерійне виробництво</i>			
Чавун	Деталі верстатів, будівельних машин	100 100...1000 1000...5000	40...60 40...60 30...40

Продовження табл. 2.4

Сплав	Виливок або технологічний процес	Маса виливка, кг, не більше	Потужність цеху, тис. т за рік
Сталь	Деталі пресів, компресорів, порталних кранів тощо	100	40...50
		100...1000	40...50
		1000...5000	30...40
<i>Дрібносерійне й одиничне виробництво</i>			
Чавун	Деталі верстатів, будівельних машин тощо	1000...20000 5000...50000	25...35 25...35
Чавун	Базові цехи машинобудівних заводів	1000 5000	40...60 30...40
Сталь	Деталі екскаваторів, пресів тощо	1000...20000	30...40
		5000...50000	50...60
Сталь	Базові цехи машинобудівних заводів	5000	30...40
<i>Комплекси цехів ливарних заводів</i>			
Чавун	Деталі верстатів, гідротурбін та ін.	5000	110...160
		20000	110...150
		50000	130...180
Сталь	Деталі пресів, прокатних станів та ін.	5000	70...90
		20000	70...90
		50000	120...150
Виробництво виливків спеціальними способами <i>1 Детальна спеціалізація цехів</i>			
Чавун	Фасонні литі частини до каналізаційних труб (лиття в кокіль)	10	35
		10	50
	Відцентрове лиття каналізаційних труб	∅ 50...150 мм *	45
∅ 50...150 мм		70	
Відцентрове лиття напірних труб	∅ 200...300 мм	100	
	∅ 350...1000 мм	160	

Сплав	Виливок або технологічний процес	Маса виливка, кг, не більше	Потужність цеху, тис. т за рік
2. Технологічна спеціалізація цехів			
Чавун, сталь	Лиття в оболонкові форми	20	5...7
		20	10...15
		50	20...30
Сталь	Лиття за моделями, що витоплюються або газифікуються	0,5	0,5...1,0
		0,5	1,0...2,0
		2,5	2,0...3,0
		2,5	4,0...5,0
Чавун	Лиття в металеві форми	50	20...25
		100	40...80
Сталь	Те саме	30	60...80
Алюмінієві сплави	— // —	5	5...6
		20	10...12
Бронза	— // —	2	10...15
Цинк, бронза	Лиття під тиском	1	2...3
Цинк	Те саме	5	5...6
Алюмінієві сплави	— // —	5	1...2
		5	5...6
		20	10...12

Примітка. *Маса виробів залежить від їх товщини стінки та довжини

За ступенем механізації ливарні цехи поділяють на цехи:

- середньої механізації;
- механізовані;
- автоматизовані.

Цехи, в яких основні технологічні операції механізовані, належать до цехів із середньою механізацією (цехи одиничного, дрібно-серійного і серійного виробництва).

До механізованих належать цехи, в яких установлені комплексно-механізовані й автоматизовані лінії.

До автоматизованих належать цехи, обладнані комплексно-автоматизованими установками та автоматичними лініями, наприклад, сучасний ливарний цех виробництва литих деталей легкових автомобілів.

Отже, класифікацією ливарних цехів можна установити оптимальний обсяг виробництва, вибрати прогресивний технологічний процес виготовлення виливків, визначити структуру цеху і технологічне устаткування.

Організація ливарних цехів малої потужності на машинобудівних заводах економічно не вигідна. Випуск невеликої кількості виливків суттєво підвищує їх собівартість порівняно із собівартістю таких самих виливків, виготовлених у потужних спеціалізованих цехах з використанням сучасного устаткування.

На жаль, за 90-ті роки минулого століття на підприємствах України відбулись суттєві зміни:

- здійснено репрофілювання виробництв;
- змінилася форма власності;
- великі підприємства розділено на окремі самостійні виробництва;
- створено багато нових підприємств і фірм;
- значно змінено номенклатуру литих деталей тощо.

Виходячи з цього, проектування малопотужних ливарних цехів доцільне, але тільки з використанням сучасних прогресивних технологічних процесів виготовлення виливків і устаткування, яке забезпечує виконання вибраних процесів і окремих операцій.

Структура ливарних цехів. Найбільш місткими є цехи виробництва виливків у разових об'ємних піщаних формах.

Структуру ливарного цеху визначають:

- потужністю цеху;
- номенклатурою виливків;
- характером виробництва;
- режимом роботи цеху;
- ступенем спеціалізації тощо.

Сучасний ливарний цех має такі складові:

- виробничі відділення та дільниці;
- допоміжні відділення та дільниці;
- склади;
- службово-побутові приміщення.

Виробничі відділення та дільниці:

- плавильне з дільницею підготовки шихти;
- формувально-складально-заливально-вибивальне (далі формувальне) із сушарками різних типів;
- стрижневе зі складами стрижнів та сушарками;
- сумішоприготувальне з бункерами-відстійниками;
- фінішних операцій з дільницями видалення стрижнів із виливків, відокремлення від виливків ливникових систем і надливів, очищення, зачищення, виправлення дефектів, термічного оброблення, повторного очищення та ґрунтування і фарбування виливків.

Допоміжні відділення і дільниці:

- підготовки формувальних і шихтових матеріалів;
- ремонту ковшів і склепінь;
- приготування футерувальної маси;
- приготування протипригарних фарб;
- регенерації сумішей;
- ремонтних служб механіка і енергетика;
- трансформаторних підстанцій;
- насосних станцій;
- вентиляційних і пилоочищувальних установок;
- виробництва вуглекислого газу;
- сантехнічного устаткування;
- модельно-опочне та каркасне;
- лабораторії контролю формувальних матеріалів і сумішей та експрес-аналізу хімічного складу сплавів;
- інструментальні комори;
- комори цехового механіка та енергетика;
- комори допоміжних матеріалів, спецодягу, пристроїв та інструменту;

Склади:

- шихтових матеріалів і флюсів;
- палива;
- формувальних матеріалів із силосними вежами;
- вогнетривів;
- опок, моделей і стрижневих ящиків;
- готових виливків.

Службово-побутові приміщення:

- контора цеху;
- технологічне бюро;

- служби механіка та енергетика;
- бухгалтерія;
- бюро праці та заробітної прати;
- виробничо-диспетчерська та планово-економічна служби;
- бюро технічного контролю;
- гардеробні, душові, їдальня, кімната для проведення зібрань колективу, медпункт, кімната особистої гігієни жінки, умивальні, санвузли.

Склади зв'язувальних компонентів для формувальних і стрижневих сумішей розміщують в окремих приміщеннях (поза цехом), у яких зберігають вогненебезпечні матеріали.

Копрові установки розміщують у базисних цехах підготовки та зберігання шихтових і формувальних матеріалів або в окремих приміщеннях на певній відстані від основних будівель.

Склади зв'язувальних компонентів і приміщення копрових установок до складу площ ливарного цеху не входять.

Під час розраховування техніко-економічних показників цеху також не враховують:

- площі поза будівлею цеху;
- площі на проміжних поверхах, площадках, у тунелях і підвалах;
- естакади для виливків і опок;
- побутові приміщення, санвузли, загальноцехові контори і контори майстрів;
- базисні склади заводу;
- площі, зайняті трансформаторними пристроями і устаткуванням, яке в одноповерхових будівлях розташовують у підвалах, тунелях, на галереях і спеціальних площадках;
- дільниці попереднього механічного оброблення тощо.

Площі, які зайняті пультами керування устаткуванням, технологічними трансформаторами, високочастотними генераторами та іншими пристроями, є виробничими площами.

Цехові служби механіка та енергетика забезпечують тільки міжремонтне обслуговування і огляд (профілактику) устаткування.

Капітальні й малі ремонти виконують загальнозаводські ремонтно-механічні та електроремонтні цехи, які розташовують у корпусі допоміжних цехів заводу. У цьому корпусі розташовують також модельний цех з дільницею виготовлення литих заготовок для металевих моделей, склад моделей, ремонтно-будівельний цех,

центральні склади інструменту й абразивних кругів, відділення виготовлення ливарної оснастки і засобів малої механізації, відділення зарядження і ремонту електрокар, цех попереднього оброблення різанням базових виливків тощо.

Співвідношення між площами виробничих відділень залежить від сплаву, маси і конфігурації виливків, ступеня механізації, характеру виробництва та інших факторів.

Для порівняння співвідношень площ відділень ливарного цеху за 100 % використовують площу, на якій розміщують формувальне відділення.

Орієнтовні співвідношення площ виробничих відділень (у відсотках від площі формувального відділення) беруть такими:

- сумішоприготувальне — 20...40 %;
- стрижневе — 30...60 %;
- плавильне — 20...30 %;

– відділення фінішних операцій — 50...70 %. Якщо у відділенні здійснюють термічне оброблення виливків, площу додатково збільшують на 20...25 %.

3. ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ

3.1. Вихідні дані та розроблення програми виробництва

Для розроблення проекту замовник передає виконавцю:

- затверджене завдання на проектування;
- оформлену угоду і необхідні вихідні дані: виробничу програму, розроблену відповідно до завдання на проектування, кресленики, специфікації, технічні умови на литі деталі виробів;
- матеріали затвердженого техніко-економічного обґрунтування, яке є складовою завдання на проектування;
- акт вибору площадки для нового будівництва або матеріали обстеження підприємства, яке будуть реконструювати.

Для реконструкції діючого виробництва до складу вихідних даних додають:

- заводські технологічні інструкції з усіх технологічних процесів або окремих операцій;
- технологічні карти на виготовлення виливків (масове і великосерійне виробництва);
- технологічні відомості або кресленики з нанесеною робочою технологією виливків-представників (серійне, дрібносерійне і одиничне виробництва);
- норми витрат основних і допоміжних матеріалів;
- дані про трудомісткість основних операцій виготовлення литих деталей тощо.

Виробнича програма є основою для розроблення технологічної частини проекту. Для інвестиційного будівництва її розробляють з перспективою на 10 років.

Складові виробничої програми:

- річний випуск виливків на основні вироби, які виготовляє підприємство;
- річний випуск виливків на запасні частини до виробів, які виготовляє підприємство;
- литво для власних потреб підприємства і цеху (до 10 % від річного випуску виливків для основної продукції);
- литво для інших підприємств на замовлення.

Виготовлення виливків на запасні частини і на замовлення передбачають у програмі подетально для кожного виробу або вказують у відсотках до річного випуску виливків на основну продукцію.

Для розроблення виробничої програми визначають номенклатуру виливків, які будуть виготовляти в цеху, і складають таблицю (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Номенклатура виливків ливарного цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка, марка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на один виріб, шт.	Габаритні розміри виливка, мм			Режим термічного оброблення
						довжина	ширина	висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Виливки поділяють на групи за масою і складністю для визначення можливості використання типового проекту або коригування раніше затвердженого. Якщо такої можливості немає, на задану програму розроблюють індивідуальний проект.

Під час розроблення такого проекту використовують досвід типових ливарних цехів: типові схеми планувань, окремі технологічні вузли і лінії тощо. Такий метод забезпечує високу якість проекту і скорочення термінів його розроблення.

Залежно від характеру виробництва для проектування використовують одну із програм: точну, приведену або умовну (програму виробництва виливків за масою).

Точна (подетальна, розгорнута) програма передбачає розроблення технологічних даних для кожного виливка. Її використовують під час проектування ливарних цехів масового і великосерійного виробництва зі сталюю і обмеженою (не більше 200 найменувань) номенклатурою литва за наявності повного комплексу креслеників і технологічної документації (марки сплавів, їх хімічні склади та механічні властивості) на виливки.

**Програма масового і великосерійного
виробництва виливків**

Індекс позиції	Виріб	Річний випуск виробів (комплектів), шт.	Маса комплекту виливків на один виріб, кг	Запасні частини, % за масою	Річний випуск виливків, т		
					на основні вироботи	на запасні частини	усього
1	2	3	4	5	6	7	8

Примітка. Форму заповнюють окремо за видами і марками сплавів і з відокремленням литва, яке виготовлятимуть спеціальними способами лиття.

Проект за приведеною програмою розраховують у випадках, коли:

- номенклатура виробів, які будуть виготовляти, відома і дуже велика;
- вихідні дані (кресленики і специфікації) надано тільки на частину виливків. У цьому випадку приведену програму складають тільки із частини виливків, деталей-представників типових виробів.

Типовими виробами-представниками (деталлями) є виливки, які мають повний комплект документації і загальна маса яких у технологічній групі становить 25...50 % програми випуску.

Задану виробничу програму перераховують на приведену за допомогою **коефіцієнта переведення**, який визначають як відношення загальної річної маси виливків у технологічній групі в тоннах до річної маси виливка-представника.

Приведену програму виготовлення виливків оформлюють у вигляді розрахункової відомості за формою 3 (табл. 3.4).

Технологічні процеси при цьому не розроблюють. Розрахунки виконують на підставі збільшених техніко-економічних показників. Їх складають за даними роботи споріднених підприємств, типових або економічно ефективних проектів, за нормами технологічного проектування і довідковими літературними даними.

Програму виробництва виливків за масою оформлюють за формою 4 (табл. 3.5).

Форма 4

Таблиця 3.5

Програма виробництва виливків за масою

Індекс позиції	Група виливків за масою, кг	Кількість на річну програму								
		усього			у тому числі за марками					
		шт.	т	%	сплав...			сплав...		
					шт.	т	%	шт.	т	%
1	Менше 10									
2	10...20									
3	21...100									
4	101...250									
5	251...500									
6	501...1000									
7	1001...2000									
8	2001...5000									
9	5001...10000									
10	10001...20000									
11	Понад 20000									
Усього										

Для програми в цілому або для кожної масової групи виливків на підставі даних споріднених підприємств установлюють за технологічними процесами такі показники:

- вихід придатного литва;
- баланс металу;
- методи формоутворення і виготовлення стрижнів;
- кількість литва, виготовленого в сирих та сухих формах;
- витрати формувальних і стрижневих сумішей;
- трудомісткість основних операцій;
- знімання литва з 1 м² площ (загальної і виробничої);
- річний випуск виливків, т:
 - 1) на одного працівника цеху;
 - 2) на одного основного робочого;
- розподіл площ між відділеннями цеху тощо.

У виробничих програмах мають бути наведені:

- максимальні маси виливків і найбільші їх габаритні розміри;
- обсяги попереднього оброблення виливків різанням;
- обсяги базових виливків, які будуть піддавати термічному обробленню;
- обсяг виробництва виливків для власних потреб тощо.

На підставі детального аналізу програми та прийнятого технологічного процесу виготовлення виливків вибирають тип цеху за діючою класифікацією, визначають його структуру і розроблюють ескізний проект компонування проектованого цеху, його відділень і діляниць (дод. А).

3.2. Вибір і обґрунтування оптимального способу виготовлення виливків

Способи і технологічні процеси виготовлення виливків під час розроблення проектної програми визначають на підставі науково-технічних прогнозів розвитку ливарного виробництва (за рекомендаціями Головного науково-дослідного інституту), передового виробничого досвіду і вихідних даних.

Оцінюючи нові технологічні процеси або вибираючи технології виготовлення різних литих заготовок, необхідно враховувати показники ефективності за сумою витрат на виготовлення готових деталей (рис. 3.1).

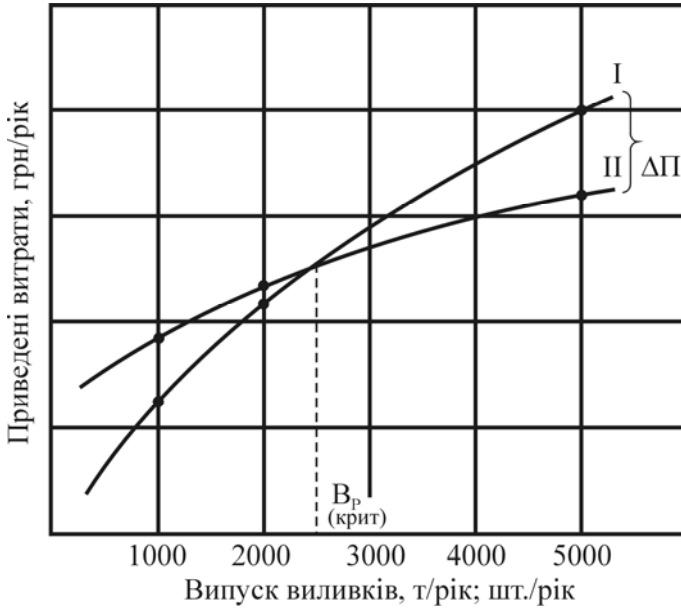


Рис. 3.1. Залежність зведених витрат від річної програми випуску виливків для двох порівнюваних технологічних процесів

Для практичних розрахунків під час вибору оптимального технологічного процесу використовують спрощену формулу (за умови, що не передбачається розвиток сировинної бази):

$$\Pi = (C_{л} + C_{м})V_{p} + E_{н}(K_{л} + K_{м}),$$

де Π — зведені витрати, грн/рік; $C_{л}$ — собівартість виготовлення виливків у ливарному цеху, грн/т; грн/шт.; $C_{м}$ — собівартість механічного оброблення виливків, грн/т; грн/шт.; V_{p} — випуск виливків, т/рік; шт./рік; $E_{н}$ — коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_{н} \geq 0,12$; $K_{л}$, $K_{м}$ — капітальні вкладення за варіантом технології виробництва виливків відповідно в ливарному та механічному цеху, грн.

Для оцінювання нового технологічного процесу його порівнюють з найоптимальнішим відомим, який беруть за базовий.

Оптимальною технологією виготовлення виливків вважають ту, яка забезпечує мінімум зведених витрат на виробництво готових деталей.

Зі збільшенням серійності виробництва трудомісткість і собівартість виливків зменшуються (знижуються питомі витрати на оснастку тощо).

Отже, сума зведених витрат є функцією річного виготовлення виливків: $\Pi = f(B_p)$.

Приклад залежності суми зведених витрат від річної програми випуску за двома порівнюваними технологічними процесами показує (рис. 3.1), що точка перетину визначає критичну програму випуску.

У цій точці різні технологічні процеси виготовлення виливків рівноцінні.

Ліворуч від критичної точки розміщено ділянку ефективного використання першого технологічного процесу, праворуч — другого. Економічний ефект (або збиток) за зведеними витратами визначається різницею значень координат $\Delta\Pi$.

4. РЕЖИМИ РОБОТИ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКОВАННЯ І РОБІТНИКІВ. ПОНЯТТЯ ПРОДУКТИВНОСТІ УСТАТКОВАННЯ

4.1. Режими роботи ливарних цехів

На підставі аналізу виробничої програми та характеру виробництва встановлюють режими роботи цеху й окремих відділень та фонди часу роботи устаткування і робітників.

У ливарних цехах використовують такі режими роботи:

— *за кількістю робочих змін*: одно-, дво- і тризмінний;

— *за послідовністю виконання технологічних процесів і операцій*: паралельний, послідовний (ступеневий) і комбінований.

Паралельний режим роботи — всі технологічні операції виготовлення виливків виконують одночасно на різних виробничих дільницях. Розрізняють одно-, дво- і тризмінний паралельний режим роботи ливарних цехів. Паралельний режим роботи використовують у цехах серійного, великосерійного і масового виробництва виливків з високим ступенем механізації і автоматизації технологічних процесів і операцій.

Найпоширенішим є двозмінний паралельний режим, за якого третю зміну використовують для профілактики і ремонту устаткування.

За умови застосування плавильних агрегатів великої місткості або наявності дільниць, на яких не допускається переривання технологічного процесу (наприклад, дільниці термічного оброблення виливків) використовують тризмінний режим роботи.

Основною умовою використання паралельного режиму є безперерійне забезпечення формувального відділення рідким металом.

Однозмінний паралельний режим застосовують рідко, оскільки і устаткування, і площі цеху використовують неефективно, а тризмінний режим утруднює профілактичні огляди і ремонти устаткування, що призводить до швидкого його зношування.

Послідовний (ступеневий) режим роботи — забезпечує послідовність виконання основних технологічних операцій протягом доби на одній і тій же виробничій площі. Використовують декілька видів послідовного режиму роботи ливарних цехів упродовж доби:

— **двозмінний** — у першу зміну виконують формування і складання форм, а в другу — заливання їх, охолодження і вибивання виливків. Цей режим використовують для виготовлення дрібного і середнього тонкостінного литва, яке потребує небагато часу на заливання форм, охолодження і вибивання виливків, невеликих виробничих площ із середньою механізацією технологічних операцій;

— **тризмінний** — у першу зміну виготовляють і складають форми, в другу — заливають форми і охолоджують їх, у третю — вибивають виливки і підготовлюють робочі місця для першої зміни наступної доби. Такий режим використовують під час виготовлення великих виливків у дрібносерійному й одиничному виробництвах;

— **тризмінний з двозмінним формуванням і складанням форм** та однозмінним заливанням їх, охолодженням, вибиванням і підготовленням робочих місць до першої зміни. Такий режим використовують під час виробництва виливків середньої маси із легкоплавких сплавів;

— **тризмінний з двома циклами роботи** — усі виробничі операції протягом доби повторюють двічі. Особливістю такого режиму є занятість основних робітників півзміни на підсобних роботах. Такий режим застосовують для виготовлення дрібних виливків. Незважаючи на те, що він дає змогу максимально продуктивно використовувати устаткування, його рекомендують тільки в обґрунтованих випадках.

Комбінований режим роботи ливарного цеху застосовують у тих випадках, коли виготовляють виливки різної маси за різними технологічними процесами: дрібні виливки — з використанням конвесерного виробництва, а великі — з використанням плавцевого (кесонного) способу виготовлення виливків.

Потокові лінії працюють за паралельним режимом у дві зміни, а в третю зміну заливають великі форми у відділеннях, які працюють за послідовним режимом. У цьому випадку плавильні агрегати працюють протягом трьох змін. Профілактичний огляд та ремонт устаткування виконують у вихідні для цеху дні.

Паралельний режим роботи має суттєві переваги порівняно з послідовним:

- скорочується виробничий цикл виготовлення виливків;
- раціонально використовуються устаткування і площі цеху;
- підвищується якість і знижується собівартість виливків;

— з'являється можливість ізолювати в окремих приміщеннях або локалізувати дільниці з шкідливими речовинами.

Оптимальний режим роботи ливарного цеху залежить від таких факторів:

- виробничої потужності цеху;
- характеру виробництва;
- технологічної складності литва;
- сплаву;
- типу плавильних агрегатів;
- маси і товщини стінок виливків тощо.

Отже, для цехів великосерійного і масового виробництва дрібних і середніх виливків необхідно використовувати паралельний режим роботи, а для одиничного і дрібносерійного — послідовний.

Для чавуноливарних цехів найраціональніше застосовувати двозмінний паралельний режим роботи.

У фасонно-сталеливарних цехах, у яких виробничий процес поєднують з безперервною роботою плавильних печей, необхідно використовувати тризмінний паралельний режим роботи.

4.2. Фонди часу роботи устаткування і робітників

Відповідно до застосовуваного режиму роботи перед проектуванням ливарних цехів установлюють фонди часу роботи устаткування і робітників, використовуючи при цьому три види фондів часу:

- **календарний фонд $\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760$ год;**
- **номінальний фонд Φ_n** — час, протягом якого можна виконувати роботу за впровадженням режимом без урахування неминучих утрат;
- **дійсний Φ_d** — визначають як різницю між номінальним фондом і неминучими втратами робочого часу в умовах високоорганізованого виробництва.

В Україні законодавством встановлено 40-годинний робочий тиждень — п'ять робочих днів по вісім год.

Середня кількість робочих днів за рік складає 250, отже, номінальний річний фонд часу дорівнює 2000; 4000 і 6000 год відповідно за роботи в одну, дві і три зміни.

Дійсний фонд часу роботи робітників за тривалості основної відпустки 28 календарних (20 робочих) днів становить 1840 год.

Дійсні фонди часу роботи кожного типу устаткування наведено в табл. 4.1.

Для визначення дійсного фонду часу роботи устаткування із номінального фонду відраховують час, необхідний для планових ремонтів устаткування і установлений нормами системи планово-попереджувальних ремонтів.

Простої устаткування через недоліки організації виробництва із зовнішніх причин під час визначення дійсного часу фонду не враховують.

Усі проектні розрахунки виконують з використанням дійсних фондів часу роботи устаткування і робітників.

Календарний фонд часу використовують для розрахунків складських приміщень.

Згідно з запровадженим режимом роботи проектного ливарного цеху розраховують дійсні річні фонди часу устаткування для кожного відділення й дільниці та робітників і складають зведену табл. 4.1 за формою 5.

Таблиця 4.1

**Дійсний річний фонд часу роботи устаткування
(робочий тиждень 40 год, робочих днів протягом року — 250)**

Індекс позиції	Устаткування	Однозмінна робота		Двозмінна робота		Тризмінна робота	
		Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год
Формувальне відділення							
1	Автоматичні ливарні лінії	—	—	10	3600	12	5280
2	Механізовані ливарні лінії	—	—	9	640	11	5340

Продовження табл. 4.1

Індекс позиції	Устаткування	Однозмінна робота		Двозмінна робота		Тризмінна робота	
		Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год
3	Ливарні конвеєри на базі окремих формувальних машин	8	1840	10	3600	11	5340
4	Механізовані лінії піскометного формування	7	1860	10	3600	10	5400
5	Інше ливарне устаткування	5	1900	6	3760	7	5580
Плавильне відділення							
6	Дугові електропечі для плавлення чавуну і сталі місткістю, т:						
	0,5...3,0	4	1920	6	3760	—	—
	6,0...12,0	—	—	6	3760	10	5400
	понад 12,0	—	—	6	3760	11	5340
7	Індукційні печі підвищеної і високої частоти для плавлення сталі місткістю, т:						
	0,06...2,5	5	1900	7	3720	—	—
	6,0...25	—	—	7	3720	12	5280

Продовження табл. 4.1

Індекс позиції	Устаткування	Однозмінна робота		Двозмінна робота		Тризмінна робота	
		Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год
Плавильне відділення							
8	Індукційні печі промислової частоти для плавлення і підігрівання чавуну місткістю, т: до 6,0 10,0...60,0	4 —	1920 —	5 6	3800 3760	7 12	5580 5280
9	Печі для плавлення сплавів на основі міді	3	1940	4	3840	6	5640
10	Печі для плавлення сплавів на основі алюмінію, магнію та інших легкоплавких кольорових металів	3	1940	4	3840	6	5640
11	Інше ливарне устаткування	4	1920	5	3800	7	5580
Стрижневе відділення							
12	Комплексні автоматизовані лінії для виготовлення стрижнів у нагрійній оснастці	8	1840	9	3640	10	5400

Продовження табл. 4.1

Індекс позиції	Устаткування	Однозмінна робота		Двозмінна робота		Тризмінна робота	
		Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год
13	Комплексні механізовані лінії для виготовлення стрижнів із ХТС твердненням в оснастці	7	1860	8	3680	9	5460
14	Окремі стрижневі автомати і напівавтомати	6	1880	7	3720	8	5520
15	Інше устаткування	4	1920	5	3800	7	5580
Сумішоприготувальне відділення							
16	Автоматизовані системи безперервного приготування сумішей	—	—	10	3600	12	5280
17	Механізовані системи періодичного приготування сумішей	8	1840	10	3600	12	5280
18	Інше ливарне устаткування	5	1900	5	3800	6	5640
Відділення фінішних операцій							
19	Барабани галтувальні безперервної дії	—	—	8	3680	9	5460

Продовження табл. 4.1

Індекс позиції	Устаткування	Однозмінна робота		Двозмінна робота		Тризмінна робота	
		Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год
20	Барабани дробо-метальні періодичної дії, дробо-метальні камери безперервної дії	7	1860	8	3680	10	5400
21	Електрогідрравлічні установки, гідрравлічні камери і віброустановки для видалення стрижнів із виливків	—	—	7	3720	9	
22	Печі термічні з режимом роботи: безперервним тривалим	— —	— —	— —	— —	11 10	7810 7700
23	Печі термічні з коротким циклом роботи: механізовані немеханізовані	— —	— —	6 4	3760 3840	10 6	5400 5640
24	Печі термічні електричні елеваторного і прохідного типу	—	—	5	3800	8	5520

Індекс позиції	Устаткування	Однозмінна робота		Двозмінна робота		Тризмінна робота	
		Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год	Утрати від номінального фонду часу, %	Дійсний річний фонд часу, год
25	Сушарки механізовані і немеханізовані	4	1920	5	3800	6	5640
26	Металорізальні і деревооброблювальні верстати	3	1940	4	3840	5	5700
27	Інше ливарне устаткування	5	1900	5	3800	6	5640

Дійсні річні фонди часу роботи робітників можуть бути різними залежно від тривалості основної відпустки, у тому числі і з урахуванням додаткової відпустки за складні умови праці (робота на плавильних і термічних печах, в лабораторіях радіаційного контролю якості виливків тощо).

Форма 5

Таблиця 4.2

Режим роботи ливарного цеху та фонди часу

Індекс позиції	Найменування відділення, дільниці; тип устаткування	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітників
1	2	3	4	5

4.3. Поняття продуктивності ливарного устаткування

Устаткування, яке входить в комплект агрегату, установки або потокової лінії, називають **основним**, а устаткування, яке обслуговує основне, називають **суміжним**. Стан основного устаткування визначають використанням Φ_k , роботою (працює, не працює), обслуговуванням (обслуговує, не обслуговує), працездатністю (справне, несправне), працездатністю суміжного устаткування, властивостями технологічних матеріалів, зовнішніми системами забезпечення тощо.

Загальні (сумарні) утрати часу протягом експлуатації основного устаткування $\Sigma T_{\text{ут}}$ за вибраний період номінального фонду T_n розділяють на дві групи.

А. Устаткування не працює (простій): через несправність або планово-попереджувальні роботи і технічне обслуговування в робочий час основного устаткування $\Sigma T_{\text{o,y}}$ та із зовнішніх причин ΣT_3 .

Б. Устаткування працює несправно: з великою тривалістю такту (циклу) роботи $t_{\text{ц}}$ порівняно з указаною в технічній документації (паспортною) $t_{\text{п}}$, у результаті чого відбуваються внутрішньотактові втрати часу $\Sigma T_{\text{ц}}$; з виготовленням дефектної продукції (форм, стрижнів) $\Sigma T_{\text{д}}$; з виробництвом бракованих виливків ΣT_6 .

$$\Sigma T_{\text{o,y}} = \Sigma T_{\text{р}} + \Sigma T_{\text{п,п}},$$

де $\Sigma T_{\text{р}}$ — простій через ремонт, який необхідно виконати внаслідок випадкової відмови основного устаткування; $\Sigma T_{\text{п,п}}$ — планові простої внаслідок проведення планово-попереджувальних ремонтів у робочий час;

$$\Sigma T_3 = \Sigma T_0 + \Sigma T_{\text{с}} + \Sigma T_{\text{м}},$$

де ΣT_0 — простої через порушення зовнішніх підсистем забезпечення та з організаційних причин; $\Sigma T_{\text{с}}$ — простої основного устаткування через ремонт суміжного; $\Sigma T_{\text{м}}$ — простої через невідповідність і відновлення властивостей технологічних матеріалів та інші технологічні причини.

Загальні сумарні втрати часу основного устаткування складаються з наведених утрат:

$$\Sigma T_{\text{ут}} = \Sigma T_{\text{o,y}} + \Sigma T_3 + \Sigma T_{\text{ц}} + \Sigma T_{\text{д}} + \Sigma T_6.$$

Під час проектування $\Sigma T_6 + \Sigma T_{\text{д}}$ ураховують через збільшення річної кількості форм (на 4...6 % від загальної кількості) і стрижнів (на 8...10 % від загальної кількості).

Продуктивністю ливарного устаткування називають кількість виготовленої придатної проміжної або кінцевої продукції за одиницю часу (за 1 год).

Тактовою (цикловою) продуктивністю $N_{ц}$, називають кількість продукції, яка може бути виготовлена за одиницю часу і яка гарантована постачальником у паспорті автоматичного устаткування за умови його справної роботи в оптимальному режимі:

$$N_{ц} = 1 / t_{ц},$$

де $t_{ц}$ — час такту (циклу) роботи основного автоматичного устаткування, який визначають інтервалом часу між виготовленням двох одиниць продукції, с.

У проектних розрахунках паспортну продуктивність $N_{п. розр}$ вибирають у межах інтервалу значень $N_{п}$ залежно від характеру виробництва (серійності) і складності вироблюваних виливків тощо.

За умови використання неавтоматичного устаткування час, потрібний для виготовлення на машині одиниці продукції, поділяють на оперативний (основний і допоміжний), на обслуговування робочого місця, на відпочинок і природні потреби робочих. В умовах дрібносерійного і одиничного виробництва норму часу на виготовлення на машині одиниці продукції збільшують на час, необхідний для переналаштовування на виробництво іншого виду продукції (5...20 % від загального часу). Тривалість ручних операцій на машині (допоміжний час, машинно-ручний час, який входить в основний час) визначають складністю виготовлюваної продукції та суб'єктивними факторами, тому продуктивність машин є середньогодинною величиною.

У паспортах машин продуктивність або тривалість одного такту наводять з урахуванням тільки основного (машинного і машинно-ручного) часу і лише частково враховують додатковий час для виготовлення найпростіших виливків. Використання таких даних у проектних розрахунках без урахування серійності та складності виливків призводить до суттєвих похибок.

Інтенсивність використання устаткування в проектних розрахунках відносно дійсного фонду часу $\Phi_{д}$ регламентують коефіцієнтом завантаження в межах 0,70...0,85 (для автоматичного устаткування 0,7...0,8):

$$K_3 = P_1 / P_2,$$

де P_1, P_2 — кількість устаткування відповідно розрахована і прийнята в проекті.

Кількість плавильних печей визначають за середньою продуктивністю, яку можна регулювати в межах $\pm 10 \dots 15 \%$ (індукційні й дугові електропечі).

З урахуванням можливості більш інтенсивного використання цих печей їх K_3 відносно середньої продуктивності беруть вищим за нижню межу наведеного інтервалу і рекомендують $\geq 0,8$.

Продуктивність (проектну) лінії або автомата відносно Φ_d під час роботи в автоматичному режимі за такту $t_{ц}$ для автоматичного устаткування визначають за формулою

$$N_{\phi} = K_3 N_{п.розр},$$

де $N_{п.розр}$ — тактова продуктивність лінії або автомата, яку вказано в паспорті устаткування.

Продуктивність (проектну) під час роботи устаткування з продуктивністю $N_{розр}$ для неавтоматичного устаткування визначають за формулою

$$N_{\phi} = K_3 N_{розр}.$$

Продуктивності і коефіцієнти, які використовують для оцінювання роботи ліній або автоматів у процесі їх експлуатації відносно Φ_n , наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Параметри і коефіцієнти для оцінювання роботи автоматичного устаткування (ліній, автоматів) під час експлуатації відносно номінального фонду часу Φ_n

Індекс позиції	Параметри і коефіцієнти	Позначення	Формула
1	Середня тактова продуктивність лінії з урахуванням внутрішньотактових утрат	$N_{ц}$	$\frac{1}{t_{ц}}$
2	Середній фактичний час такту за хронометражними даними	$t_{ц}$	—
3	Фактична середня продуктивність лінії, автомата за такту $t_{ц}$ і з урахуванням усіх утрат часу	N_c	$K_b N_{ц}$

Індекс позиції	Параметри і коефіцієнти	Позначення	Формула
4	Коефіцієнт технічного використання лінії, автомата (за такту $t_{ц}$)	$K_{к.в.}$	$\frac{\Sigma T_{н}}{\Sigma T_{н} + \Sigma T_{р} + \Sigma T_{п.п}}$
5	Коефіцієнт використання лінії, автомата (за такту $t_{ц}$)	$K_{в}$	
$\frac{\Sigma T_{н}}{\Sigma T_{н} + \Sigma T_{р} + \Sigma T_{п.п} + \Sigma T_{с} + \Sigma T_{0} + \Sigma T_{м} + \Sigma T_{д}}$			

4.4. Неусталеність виробничого процесу. Злагоженість роботи відділень ливарного цеху

У процесі виробництва виливків їх номенклатуру змінюють навіть в окремих групових потоках, що у свою чергу змінює кількість використання рідкого металу, формувальних і стрижневих сумішей, стрижнів тощо.

У відділення фінішних операцій також передають різну кількість виливків, які мають неоднакову масу і складність. Тому середньогодинні дані не можна використовувати для розрахунку кількості устаткування в потоковому виробництві. Ці дані необхідно збільшувати на *коефіцієнт нерівномірності виробництва і використання проміжної продукції $K_{н}$* .

В умовах конвеєрного виготовлення виливків формувальне відділення є *ядром виробництва*, а всі відділення, які його обслуговують, проектують з урахуванням роботи формувальних ліній в автоматичному режимі (тобто з продуктивністю $N_{п.розр}$), при цьому враховують нерівномірності використання сумішей, стрижнів, рідкого металу тощо. В умовах застосування універсального формувального устаткування (машин, піскометів тощо) або механізованих ліній такт роботи ливарного конвеєра визначають за сумарною розрахунковою продуктивністю цього устаткування $\Sigma N_{розр}$ на підставі передового досвіду його експлуатації.

Для устаткування формувального відділення використовують коефіцієнт нерівномірності, що дорівнює одиниці, $K_n = 1$, для інших відділень і видів устаткування — залежно від характеру виробництва:

— $K_n = 1,1 \dots 1,2$ — для умов масового і великосерійного виробництва;

— $K_n = 1,2 \dots 1,3$ — для умов серійного і дрібносерійного виробництва;

— $K_n = 1,3 \dots 1,4$ — для умов дрібносерійного і одиничного виробництва.

Конкретні значення K_n для різних видів устаткування наведено в розділах 5 і 7.

Коефіцієнти нерівномірності виробництва і використання проміжної продукції визначено на підставі наявності в проектних рішеннях міжопераційних нагромаджувачів (для готових форм перед заливанням, бункерів для готової суміші, міксерів для металу, складів стрижнів тощо). Коефіцієнт K_n не враховують під час визначення річних витрат матеріалів.

Сумішоприготувальне устаткування можна розрахувати без використання коефіцієнта нерівномірності, якщо витрати формувальної суміші визначають за повним об'ємом форм (без відрахування об'єму, зайнятого порожнинами ливарної форми і елементами ливникової системи), але з урахуванням утрат на просипання суміші під час транспортування, формування тощо.

Щоб формувальні лінії (конвеєри) працювали в автоматичному режимі, тобто враховувалася сумарна тактова розрахункова продуктивність автоматів (або сумарна розрахункова продуктивність машин), коефіцієнт завантаження устаткування сумішоприготувального, плавильного, стрижневого відділень та відділення фінішних операцій має не перевищувати коефіцієнта завантаження устаткування формувального потоку.

4.5. Основи розрахунку кількості ливарного устаткування

Кількість автоматичного устаткування для формувального відділення потокового виробництва виливків визначають за формулою

$$n = \frac{V_p}{K_b N_{\text{розр}} \Phi_d},$$

де V_p — річна кількість форм, яку необхідно виготовити на лініях для виконання річної програми цеху, шт.; K_6 — коефіцієнт, який враховує втрати через брак форм і виливків, $K_6 = 0,94 \dots 0,96$; $N_{\text{розр}}$ — тактова (розрахункова) продуктивність автоматичного устаткування, шт./год; Φ_d — дійсний фонд часу роботи устаткування, год.

За умови використання для виготовлення ливарних форм універсального формувального устаткування (наприклад, машин біля конвеєра) замість $N_{\text{розр}}$ у формулу підставляють $\Sigma N_{\text{розр}}$.

Решту устаткування — заливальні та вибивальні установки, стрічкові конвеєри і устаткування для перероблення оборотної суміші, для транспортування вибитих виливків тощо розраховують за автоматичним тактом роботи лінії або ливарного конвеєра з урахуванням коефіцієнта нерівномірності виробництва і використання проміжної продукції.

Кількість устаткування для відділень, які обслуговують формувальне (плавильного, стрижневого, сумішопріготувального і відділення фінішних операцій), розраховують за формулою

$$P = \frac{V_p K_n}{\Phi_d N_{\text{розр}}},$$

де V_p — річна кількість рідкого металу, т; знімачів стрижнів, шт.; формувальної і стрижневої сумішей, т або м^3 ; виготовлених виливків, т; Φ_d — річний дійсний фонд часу роботи устаткування, год (див. табл. 4.1); $N_{\text{розр}}$ — продуктивність устаткування (розрахункова), визначена на підставі прогресивного досвіду його експлуатації (під час розрахунку кількості автоматів $N_{\text{розр}}$ замінюють на $N_{\text{п.розр}}$).

Якщо немає даних прогресивного досвіду експлуатації конкретного устаткування, його продуктивність визначають за паспортними даними з коригуванням на складність виливків.

Розрахунок кількості устаткування оформлюють у вигляді таблиці за формою 6 (табл. 4.4).

Приклади розрахунків устаткування і необхідні додаткові відомості наведено в розділах 5 і 7. Для стрижневих відділень і відділень фінішних операцій:

$$V_p = V_1 / K_6,$$

де V_1 — кількість стрижнів (знімачів) або виливків, які виготовляють або оброблюють за рік на устаткуванні, яке розраховують, шт.; K_6 — коефіцієнт, який враховує втрати виливків через брак.

**Результати розрахунку кількості основного
технологічного устаткування відділення ливарного цеху**

Відділення, дільниця, лінія	Продукція, напівфабрикати	Характеристика	Кількість продукції, напівфаб- рикатів, т/год, шт./год		Модель або тип устаткування	Продуктивність, т/год, шт./год	Кількість устатку- вання		Коефіцієнт завантаження, K_3
			середня	розрахована			розрахована	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примітки: 1. Середньогодинну кількість продукції (графа 4) визначають діленням річної кількості продукції або напівфабрикатів на дійсний річний фонд часу роботи устаткування, яке розраховують.

2. Кількість формувального устаткування визначають відповідно до такту роботи потоку (лінії, конвеєра) з урахуванням вибраного коефіцієнта завантаження $K_{з,ф}$, для устаткування інших відділень — з урахуванням коефіцієнта K_n .

3. Коефіцієнт завантаження устаткування точніше можна визначити за даними граф 5, 7, 8 і 9: $K_3 = 5 \cdot 8 / 7 \cdot 9$.

Для сумішоприготувальних відділень:

$$V_p = K_n V_1 / K_n^6,$$

де K_n — коефіцієнт, який враховує втрати суміші на просипання під час транспортування, формування тощо; V_1 — кількість формувальної або стрижневої сумішей, потрібних для виконання виробничої програми, т або м³; K_n^6 — коефіцієнт, який враховує втрати суміші через брак.

Для забезпечення можливості роботи ліній в автоматичному режимі (або в обраному такті ливарного конвеєра) має бути виконана умова: $K_3 \leq K_{з,ф}$.

5. ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Загальні правила та послідовність проектування. Проектування виробничих відділень і дільниць ливарного цеху виконують на підставі даних розрахованої виробничої програми (точної, приведені або умовної), визначення базових технологій виготовлення виливків (лиття в разові об'ємні піщані форми або лиття у форми інших видів), прийнятих режимів роботи цеху і фондів часу та нормативних даних.

Проектувати виробничі відділення ливарного цеху доцільно у такій послідовності:

- визначити необхідні вихідні дані для розрахунку конкретного відділення;
- вибрати найпродуктивніші технологічні процеси: плавлення металу, виготовлення ливарних форм і стрижнів, приготування формувальних і стрижневих сумішей, виконання фінішних операцій тощо;
- вибрати технологічне устаткування, яке забезпечуватиме виконання обраних технологічних процесів, при цьому необхідно прагнути використовувати, по можливості, однотипне устаткування, оскільки це суттєво полегшує його експлуатацію і знижує обсяги витрат на ремонтні роботи;
- розрахувати кількість необхідного технологічного устаткування з перевіркою ефективності його використання через коефіцієнт завантаження. При цьому необхідно спочатку орієнтуватися на автоматичне, потім на комплексно-механізоване, механізоване і, в останню чергу, на ручне виробництво. Якщо коефіцієнт завантаження нижчий від нормативного, необхідно переглянути розподіл проміжної продукції за потоками або вибрати інший тип устаткування з іншою годинною продуктивністю;
- оформити результати розрахунків у вигляді відомостей відповідної форми;
- розрахувати річну кількість матеріалів для забезпечення ефективної роботи конкретного відділення і виконання річної програми;
- розрахувати устаткування і площі допоміжних дільниць та проміжних складів, які будуть розміщені на площах відділення;

- вибрати і розрахувати відповідні транспортні засоби, які забезпечуватимуть безперебійну роботу відділень і ливарного цеху в цілому на підставі визначених оптимальних вантажопотоків. Вантажопотоки необхідно вибирати так, щоб вони проходили найкоротшими трасами, уникаючи надмірної їх кількості і взаємних перетинів.

Перетини транспортних систем мають бути на різних рівнях по відношенню до підлоги цеху;

- визначити параметри будівель за чинними нормативами проектування;

- виконати компонування (технологічне планування) відділень з додержанням вимог і норм щодо проходів і проїздів.

Технологічне планування відділень належить виконувати відповідно до вибраної схеми вантажопотоків з урахуванням вимог щодо охорони праці і будівельних норм;

- визначити загальну площу проєктованого відділення.

Площу відділення визначають за сіткою колон, які обмежують зовнішню конфігурацію простору, зайнятого відділенням.

5.1. Проектування плавильного відділення

Вихідними даними для проектування плавильного відділення є кількість рідкого металу кожної марки ливарних сплавів, потрібна для забезпечення виконання виробничої програми цеху.

Проектування плавильного відділення ливарного цеху виконують у такій послідовності:

- аналізують характеристики ливарних сплавів;
- складають баланс металу за марками сплавів, із яких передбачають виготовлення виливків;
- вибирають технологічний процес виплавлення сплавів;
- вибирають та розраховують технологічне устаткування;
- вибирають та розраховують необхідну для виконання програми кількість шихтових матеріалів;
- розраховують парк ковшів та ковшову дільницю;
- визначають основні параметри приміщення та вантажопіднімальні засоби;
- розроблюють технологічне планування (компонування) відділення.

5.1.1. Аналіз сплавів, які використовують для виготовлення литих деталей

Для правильного вибору технологічного процесу плавлення та устаткування, яке забезпечить виконання обраного процесу, необхідно знати основні характеристики ливарних сплавів.

Сплави, які використовують для виготовлення виливків, поділяють на такі:

- сплави на основі заліза (чавуни і сталі);
- сплави на основі кольорових металів, які, в свою чергу, поділяють залежно від фізичних і хімічних властивостей на такі:
 - 1) легкі (на основі Al, Mg, Ti, Be), $\gamma < 5000 \text{ кг/м}^3$;
 - 2) важкі (на основі Cu, Ni, Zn, Sn, Pb, Co),
 $\gamma = 5000 \dots 10000 \text{ кг/м}^3$;
 - 3) тугоплавкі (на основі Ti, V, Zr, Nb, Ta, Mo, W);
 - 4) благородні (на основі Au, Ag, Pt);
 - 5) хімічно активні або неактивні тощо.

Основні характеристики сплавів, які необхідно враховувати під час визначення технологічного процесу плавлення:

- температури плавлення та можливого перегрівання;
- ступінь спорідненості до кисню повітря та продуктів горіння палива;
- ступінь хімічної активності з матеріалами футеровки печі і електродами;
- щільність тощо.

Кожний сплав за своїми фізико-механічними властивостями поділяють на марки, оскільки для виплавлення сплавів різних марок потрібно використовувати і різні склади шихт і технології плавлення.

Визначаючи масу сплаву, який виплавлятимуть у плавильному відділенні, кожний його вид групують за класами шихти, способами плавлення і позапічного оброблення рідкого металу.

Для виготовлення якісних виливків, необхідно знати ливарні властивості сплавів (рідкотекучість, усадку, тріщиностійкість, здатність до ліквідаційних процесів, розчинення газів тощо), характер впливу на ці властивості температури і технологічних факторів (легування, мікролегування, модифікування, позапічного оброблення, розкиснення, послідовності введення в базовий сплав різних присадок і т. ін.).

5.1.2. Складання балансу металу за марками сплавів

Визначення маси рідкого металу, який необхідно виплавити в цеху для виконання виробничої програми, є основою для проектування плавильного відділення.

Виробничу програму цеху поділяють на окремі групові (за маєю) або технологічні потоки виробництва виливків.

У кожному груповому або технологічному потоці виливки поділяють залежно від вимог до їх фізико-механічних властивостей за окремими класами шихти. Ці дані заносять у форму 7 (табл. 5.1, графи 2, 4 і 5). Вони є підставою для вибирання способу плавлення необхідного сплаву і типу плавильного агрегату (графи 6, 7).

Відомості про характер виробництва виливків, які наведено в програмі цеху, і вибраний спосіб плавлення дають змогу визначити відсоток придатного литва, відсоток і масу ливників, браку, угару, безповоротних утрат, а отже, і загальну масу рідкого металу та металозавалки (графи 3, 8–15). Для різних технологічних потоків часто використовують одну й ту ж марку шихти, тому, щоб визначити потребу сплаву за марками шихти в будь-який час доби, підсумкові дані кожної марки шихти із форми 7 (графа 15) переносять у форму 8 (табл. 5.2) і залежно від режиму роботи цеху визначають годинну потребу сплаву за шихтами протягом доби.

Форма 7

Таблиця 5.1

Баланс металу

Індекс позиції	Груповий або технологічний потік	Придатне литво		Клас шихти	Спосіб плавлення	Тип плавильної печі	Ливники, зливи, надливи, брак		Рідкий метал		Угар і безповоротні втрати		Металозавалка	
		%	т/рік				%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Усього			X					X		X		X		X

Примітка: Визначені дані граfi 15 мають дорівнювати сумі даних граф 4, 9 і 13 або 11 і 13.

Відомість потреби в рідкому сплаві за марками шихти

Клас шихти	Груповий або технологічний потік	Річна метало завалка, т/рік	Годинна потреба в сплаві, т/год		
			перша зміна	друга зміна	третя зміна
1	2	3	4	5	6

Дані форми 8 дають змогу визначити доцільність використання одного плавильного агрегату для забезпечення рідким сплавом декількох технологічних потоків послідовно або паралельно.

Конкретно вибір плавильних агрегатів і розрахунки їх кількості та продуктивності розглянуто далі залежно від типу ливарного сплаву. Брак виливків залежить від їх складності, характеру виробництва, роду металу тощо. Відсоток браку визначають з досвіду роботи подібних ливарних цехів. **Виконуючи дипломний проект відсоток браку визначають за даними базового цеху.**

Угар і безповоротні втрати залежать тільки від типу сплаву та плавильного устаткування. Узагальнені дані підприємств про угар і безповоротні втрати під час виплавлення сплавів на основі заліза наведено в табл. 5.3, а на основі кольорових металів – у табл. 5.4.

Таблиця 5.3

Середній угар і безповоротні втрати металу в плавильних печах

Індекс позиції	Ливарний сплав	Плавильна піч	Угар і безповоротні втрати від метало завалки, %	
			основна футеровка	кисла футеровка
1	Сірий чавун	ИЧТ, ЧТМ	–	3,0
2	Ковкий чавун	Те саме	–	4,0
3	Високоміцний чавун	Те саме	–	4,0
4	Високоміцний чавун	Дуплекс-процес ДСП-ЧТМ	–	5,0
5	Сталь вуглецева	ДСП	4,0	5,0
6	Сталь високолегована	ДСП	5,0	6,0
7	Сталь будь-якої марки	ИСТ	3,0	4,0

Таблиця 5.4

**Угар елементів у сплавах на основі кольорових металів
залежно від типу плавильної печі та щільності шихти**

Індекс позиції	Сплави	Тип пла- вильної печі	Стан шихти	Угар елементів, %														
				Al	Mg	Cu	Ni	Si	Mn	Ti	Zr	Be	Zn	Li	Sn	Pb	P	Cd
1	Алюмінієві	Тігельна	Щільна	0,8...1,0	2,0...3,0	0,5...0,1	0,5...0,1	1,0...1,5	1,0...1,5	1,0...1,5	1,0...2,0	2,0...3,0	1,5...2,0	10	0,5...0,1	-	-	1
			Неком- пактна	2,0...3,0	3,0...5,0	1,0...1,2	1,0...1,2	2,0...3,0	2,0...3,0	2,0...5,0	2,0...5,0	5,0...10,0	2,0...5,0	15	1,0...1,5	-	-	5
		Відбивна	Щільна	2,0...3,0	3,0...5,0	1,0...1,2	1,0...1,2	2,0...5,0	2,0...5,0	2,0...5,0	3,0...5,0	5,0...7,0	2,0...5,0	15	1,5...2,0	-	-	5
			Неком- пактна	3,0...5,0	5,0...10,0			5,0...10,0	5,0...10,0	5,0...10,0	5,0...10,0	10,0...20,0	5,0...10,0	20	2,0...2,5	-	-	10

Індекс позиції	Сплави	Тип пла- вильної печі	Стан шихти	Угар елементів, %															
				Al	Mg	Cu	Ni	Si	Mn	Ti	Zr	Be	Zn	Li	Sn	Pb	P	Cd	
2	Магнієві	Тігельна	Щільна	5,0...1,0	1,0...2,0	-	-	1,0...1,5	1,0...1,5	-	-	5,0...1,0	2,0...3,0	1,0...1,5	3	-	-	-	1
			Неком- пактна	1,0...1,5	2,0...3,0	-	-	1,5...3,0	1,5...3,0	-	-	1,0...5,0	5,0...10,0	2,0...3,5	5	-	-	-	3
		Відбивна	Щільна	1,0...1,5	1,0...2,0	-	-	2,0...3,0	1,0...3,0	-	-	3,0...10,0	10,0...20,0	3,0...5,0	5	-	-	-	3...5
			Неком- пактна	1,5...2,0	2,0...5,0	-	-	3,0...5,0	3,0...10,0	-	-	3,0...10,0	10,0...20,0	3,0...5,0	20	-	-	-	5...10

Індекс позиції	Сплави	Тип плавильної печі	Стан шихти	Угар елементів, %														
				Al	Mg	Cu	Ni	Si	Mn	Ti	Zr	Be	Zn	Li	Sn	Pb	P	Cd
3	Мідні	Тігельна	Щільна	1,0...1,5	3,0...5,0	0,5...1,0	0,5...1,0	1,0...2,0	1,0...1,5	2,0...5,0	-	2,0...3,0	2,0...3,0	-	0,5...1,0	0,5...1,0	30	20
			Некомпактна	2,0...5,0	5,0...10,0	1,0...2,0	1,0...1,5	2,0...5,0	2,0...5,0	5,0...10,0	-	3,0...5,0	3,0...5,0	-	1,0...1,5	1,0...2,0	50	20...40
		Відбивна	Щільна	2,0...3,0	5,0...10,0	1,0...1,5	1,0...1,5	1,0...1,5	2,0...3,0	6,0...10,0	-	3,0...5,0	5,0...10,0	-	1,0...1,5	1,0...2,0	30...40	15...40
			Некомпактна	3,0...4,0	10,0...20,0	2,0...3,0	1,5...2,0	5,0...10,0	3,0...10,0	10,0...30,0	-	5,0...10,0	10,0...20,0	-	1,5...3,0	2,0...5,0	40...70	40...50

У дрібносерійному та індивідуальному виробництвах, якщо немає подетально розробленої технології виготовлення виливків, потребу в металозавалці визначають укрупненим розрахунком.

Основним показником для розрахунку є вихід придатних виливків, який залежить від роду металу, маси литва, характеру виробництва тощо. Для виконання укрупненого розрахунку програму виробництва виливків поділяють на масові групи (див. табл. 2.1).

Маса металозавалки на річну програму литва складається із мас металозавалок окремих масових групових потоків виробництва виливків. Вихід придатних виливків зі сплавів на основі заліза для кожної групи різний (табл. 5.5), а вихід придатних виливків із сплавів на основі кольорових металів залежить від способу виготовлення литих заготовок (див. розділ 7).

Потребу в металозавалці визначають для кожної масової групи за формулою:

$$Q_{i.ад} = \frac{Q_{\partial}}{\epsilon} 100 \%,$$

де $Q_{м.гр}$ — маса металозавалки на програму окремої масової групи виливків, т; Q_{∂} — придатне литво на програму окремої масової групи, т; ϵ — вихід придатного литва для цієї масової групи, %.

Таблиця 5.5

**Середній вихід придатного литва в ливарних цехах
різного галузевого підпорядкування**

Індекс позиції	Сплави та їх різновиди	Галузь промисловості							
		Важке машинобудування	Верстатобудування	Машинобудування	Тракторне і сільськогосподарське машинобудування	Автомобілебудування	Радіотехнічна	Електротехнічна	Будівельна
1	Сірий чавун:								
	дрібне литво	66	60	68	60	58	59	58	68
	середнє литво	69	65	63	65	65	66	67	75
	велике литво	77	73	71	70	69	68	72	78

Закінчення табл. 5.5

Індекс позиції	Сплави та їх різновиди	Галузь промисловості							
		Важке машинобудування	Верстатобудування	Машинобудування	Тракторне і сільськогосподарське машинобудування	Автомобілебудування	Радіотехнічна	Електротехнічна	Будівельна
2	Модифікований чавун	73	67	66	65	65	63	66	70
3	Високоміцний чавун	68	55	65	66	65	63	64	68
4	Ковкий чавун:								
	дрібне литво	–	46	50	46	60	–	–	46
	середнє литво	–	48	52	48	62	–	–	48
	велике литво	–	50	54	50	–	–	–	–
5	Сталь вуглецева:								
	дрібне литво	56	58	52	55	52	–	46	56
	середнє литво	62	60	57	60	54	–	50	60
	велике литво	68	62	60	–	–	–	–	62
6	Сталь легована:								
	дрібне литво	54	48	46	54	60	–	45	52
	середнє литво	58	52	50	58	62	–	48	57
	велике литво	62	–	60	–	–	–	–	62

5.1.3. Вибір технологічного процесу плавлення сплавів

Після визначення потрібної для виконання річної програми виготовлення виливків маси рідкого металу (сплаву або сплавів):

- вибирають і розраховують основне і допоміжне технологічне устаткування, матеріали, паливо та інші джерела енергії;

- складають проекти організації, механізації і автоматизації виробництва;

– розміщують устаткування, визначають площі і техніко-економічні показники плавильного відділення.

Для ефективного виконання наведених робіт першочергово визначають перелік основних і допоміжних операцій, які будуть виконувати в плавильному відділенні.

Узагальнений перелік таких операцій наведено в табл. 5.6.

Таблиця 5.6

Технологічні операції, які виконують у плавильному відділенні

Індекс позиції	Основні технологічні операції		Індекс позиції	Допоміжні технологічні операції	
	1	Приймання і розвантажування шихтових матеріалів, палива, флюсів тощо		Дільниця підготовки шихти до використання	1
2	Завантажування шихтових матеріалів і флюсів у дозувальні пристрої (добові витратні бункери)	Те саме	2	Приготування футерувальних сумішей, розчинів тощо	Те саме
3	Дозування складових шихти відповідно з виконаними розрахунками	Те саме	3	Ремонт і сучиння футеровки плавильних печей та ковшів	Дільниця плавлення сплаву і ремонту ковшів

Продовження табл. 5.6

Індекс позиції	Основні технологічні операції		Індекс позиції	Допоміжні технологічні операції	
	4	Підготовки шихти до завантаження в піч (прожарювання, підігрівання, подрібнення тощо)		Дільниця дозування шихти і її підігрівання	4
5	Завантаження шихти в плавильну піч	Дільниця плавлення	5	Підігрівання ковшів та інших пристроїв для позапічного оброблення рідкого металу	Дільниця плавлення або ремонту ковшів
6	Плавлення металу	Те саме	6	Контроль якості рідкого сплаву	Експрес-лабораторія
7	Відбирання проб для контролю якості сплаву	Те саме	7	Контроль за параметрами процесу плавлення	Пульти керування плавильними печами
8	Випускання рідкого сплаву та шлаку із плавильної печі	Те саме	8	Прибирання і перероблення шлаків і відходів після ремонту плавильних печей	Дільниця перероблення відходів і шлаку

Закінчення табл. 5.6

Індекс позиції	Основні технологічні операції		Індекс позиції	Допоміжні технологічні операції	
	9	Позапічне оброблення рідкого сплаву		Дільниця позапічного оброблення сплаву	9
10	Передавання рідкого сплаву на дільницю заливання форм	Дільниці плавлення сплаву та позапічного оброблення	10	Перероблення твердих відходів, які забруднюють навколишнє середовище	Дільниця перероблення і зберігання твердих відходів
11	Заправлення печі після випускання металу	Дільниця плавлення металу	11	Ремонт устаткування	Дільниці плавлення та підготовки шихтових матеріалів

Перелік і послідовність виконання, їх конкретний зміст, методи реалізації, використовуване устаткування і ступінь механізації робіт можуть бути різними залежно від роду сплаву й обсягу виробництва.

Із переліку технологічних операцій видно (табл. 5.6), що плавильне відділення складається із двох основних дільниць: **підготовки і дозування шихти** та **плавлення металу**, а також допоміжних: ремонту, футерування, сушіння і підігрівання ковшів, ремонту футеровки плавильного устаткування, прибирання відходів та їх перероблення, експрес-лабораторії контролю якості рідкого металу, служби контролю вимірювальних приладів та пультів керування плавильними печами тощо.

У ливарних цехах для плавлення металів і сплавів використовують електричні та паливні печі. Прикладом плавлення в паливних печах є плавлення металу у вагранці.

Безперервність процесу плавлення і видавання металу на дільницю заливання форм, можливість працювати у вибраному режимі від декількох годин на добу до декількох діб безперервно, простість ремонту і експлуатації устаткування надають вагранковому процесу плавлення універсальності під час виготовлення виливків із чавуну.

Підігрівання дуття, охолодження кожуха вагранки водою, відсутність футеровки в зоні плавлення тощо дають змогу здійснювати вагранковий процес з кислими, нейтральними або основними шлаками, підвищувати температуру рідкого чавуну до 1500...1520 °С і виплавити метал стабільного хімічного складу з низьким умістом шкідливих домішок (S і P).

Підвищення (до 15 %) витрат коксу і підігрівання дуття уможливають провадження процесу плавлення у вагранці у відновлюваній або нейтральній атмосфері і використання як складової шихти низькосортних вторинних матеріалів (спакетованого сталевого брухту, брикетів стружки тощо), а також частково відновлені (металізовані) залізородні окатиші.

Зрозуміло, що для захисту навколишнього середовища необхідно використовувати вагранки закритого типу.

За останні десятиліття поширення в ливарних цехах для плавлення металів будь-якого складу набули електричні печі різних конструкцій і призначення.

Індукційне плавлення чавуну і кольорових легкоплавких сплавів забезпечує приготування рідкого металу високої якості з мінімальним умістом газів, неметалевих вкраплень і шкідливих домішок. Плавлення металу в індукційних печах з так званим «болотом», коли з печі випускають не більше двох третин усього розплаву, а шихту завантажують у залишковий розплав, дає змогу знизити суттєво угар металу, особливо під час використання легованої шихти, і підвищити коефіцієнт корисної дії використання електроенергії. На жаль, через «холодні» шлаки металургійні можливості індукційного виплавлення сплавів обмежені, тому шихтові матеріали ретельно контролюють, щоб попередити потрапляння в них шкідливих для цих сплавів елементів.

Виплавлення сплавів в електричних дугових печах супроводжується набагато вищими, порівняно з плавленням в індукційних печах і вагранках, можливостями провадити всілякі металургійні процеси. Цю технологію використовують для виплавлення сталей різних марок, тугоплавких кольорових сплавів і спеціальних чавунів.

Активні гарячі шлаки сприяють здійсненню процесів рафінування і розкиснення під час виплавлення високоякісних сплавів з некондиційної шихти, яка містить значну кількість шкідливих домішок. Через високі температури в зоні електричних дуг і підвищений угар елементів виплавлення в дугових електрпечах легких кольорових сплавів не провадять.

Для виплавлення сплаву заданого хімічного складу і високої якості інколи економічно доцільно використовувати дуплекс-процес, що дає змогу безперервно забезпечувати ливарний конвеєр рідким металом, виплавають сплави різних марок з однієї базової шихти і здійснювати термочасове оброблення металу.

5.1.4. Вибір та розрахунок технологічного устаткування

Вибір плавильного устаткування обумовлений його металургійними можливостями забезпечити задану якість сплаву, наявністю в регіоні необхідних шихтових матеріалів і енергетичних ресурсів, умовами праці обслуговуючого персоналу і додержанням правил захисту навколишнього середовища від газів і відходів плавлення сплавів та ефективністю виплавлення металу на вибраному устаткуванні. Якщо наведені умови можна забезпечити використанням різного устаткування, тоді для правильного його вибору виконують техніко-економічний аналіз варіантів і приймають кращий для конкретних умов проектного цеху.

Перелік плавильних агрегатів, які використовують для плавлення ливарних сплавів, їх основні технічні характеристики і металургійні показники наведено в табл. 5.7.

Технології та устаткування для плавлення чавуну. У багатьох ливарних цехах, побудованих у другій половині минулого століття, і сьогодні використовують для виплавлення чавуну **вагранки**, які оснащують ефективними системами очищення ваграночних газів, пристроями для механізації трудомістких операцій дозування і завантаження шихти, підігрівання дуття, випускання металу і шлаку, прибирання відходів і грануляції шлаку.

Таблиця 5.7

Технічні характеристики печей для виплавлення ливарних сплавів

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
Виплавлення чавуну							
1	Вагранкові комплекси з підігріванням дуття і очищенням газів (коксові або коксогазові)	<u>95111</u> 90 <u>95112</u> 1100 <u>95113</u> 1500 <u>95114</u> 1800 <u>95115</u> 2100	4...6	400	Кокс 100...140; кокс + природний газ 800...120 + 30...40	Температура металу під час випускання 1400...1520 °С; угар і безповоротні втрати – 2,5...4,5 %; втрати вапняку 2,5...4,0 %	Потужності вказано без механізмів для дозування і завантаження шихти

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
2	Індукційні тигельні печі промислової частоти	ИЧТ-1/0,4	0,40	400	Електроенергія 650...700	Температура металу під час випускання із плавильної печі 1400...1550 °С; угар і безповоротні втрати – 2...4 % (до 8 % у разі використання в шихті стружки)	Продуктивності вказано для роботи печей з «болотом» 50 % з температурою випускання металу 1400 °С; у разі перегрівання чавуну до 1500 °С продуктивність знижується на 10 %; у разі підігрівання шихти до 400 °С продуктивність печей підвищується на 10...20 %
		ИЧТ-2,5/1,0	1,25	1000			
		ИЧТ-6/2,5	2,75	2500			
		ИЧТ-10/4,0	4,95	4000			
		ИЧТ-10/2,5	3,10	2500	600...650		
		ИЧТ-16/2,5	3,50	2500			
		ИЧТ-21/7,1	12,0	7100	550...600		
		ИЧТ-21,5/5,6	11,30	5600			
		ИЧТ-31/12,5	18,50	12500			
		ИЧТ-31/7,1	13,30	7100			
		ИЧТ-60/25	40,00	25000			
ИЧТ-60/20	3,60	20000					

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
3	Індукційні тигельні печі для перегрівання металу та підтримання його температури	ИЧТМ-1/0,18	2,00	180	Електроенергія на 1000 °С 60...80	Температура металу – не вище 1500 °С; зміна хімічного складу незначна; уведення твердих лігатур і домішок не більше 10 % від продуктивності печі	Продуктивності вказано для перегрівання металу на 100 °С; пiч ИЧТМ-2,5/0,4 використовують тільки для підтримання температури металу
		ИЧТМ-2,5/0,4	3,50	400			
		ИЧТМ-25/0,63	9,50	630			
		ИЧТМ-6/1,6	14,20	1600			
		ИЧТМ-6/1,0	18,00	1000			
		ИЧТМ-10/1,6	27,00	1600			
		ИЧТМ-10/1,0	12,40	1000			
		ИЧТМ-16/1,6	28,00	1600			
		ИЧТМ-21,5/4,0	43,00	4000			
		ИЧТМ-21,5/2,5	36,00	2500			
		ИЧТМ-31/4,0	46,00	4000			
		ИЧТМ-31/2,5	38,00	2500			

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
4	Індукційні каналні печі	ИКЧ-6/1,5	3,90	1500	Електроенергія 500...550	—	—
		ИКЧ-10/2,5	5,60	2500			
		ИКЧ-25/5,6	11,60	5600			
		ИКЧ-40/6,23	7,00	5600 + 63			
5	Індукційні каналні печі-міксери для перегрівання і підтримання температури розплавленого чавуну	ИЧКМ-2,5	5,90	630	Електроенергія 30...40	Температура металу — не вище 1500 °С; зміна хімічного складу за час витримання незначна; уведення домішок у ванну не рекомендується	Продуктивності міксерів указані для перегрівання металу на 100 °С
		ИЧКМ-4	11,90	630			
		ИЧКМ-6	11,90	630			
		ИЧКМ-10	24,60/ 10,40	1260/630			
		ИЧКМ-16	24,60/ 10,40	1260/630			
		ИЧКМ-25	46,80/ 20,40	2520/1260			
		ИЧКМ-40	46,80/ 20,40	2000/1000			
		ИЧКМ-60	98,00/ 42,50	4000/2000			
		ИЧКМ-100	98,00/ 42,50	4000/2000			

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт-год/т	Основні металургійні показники	Примітка
6	Дугові електро-мечі прямої дії	Номінальна місткість печі, т			Електро-енергія 570...525	Температура металу — не вище 1600 °С; угар і безповоротні втрати – 4...6 %; можливість проведення активного металургійного процесу	Продуктивності вказано для плавлення в печах з кислотофутеровкою – вони в 1,5 рази менші; підігрівання шихти до 400 °С підвищує продуктивність на 20...25 %
		3	1,65	2400			
			2,80	4000			
		12	5,10	8000			
		25	8,00	12000			
	50	14,00	20000	500			

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
Виплавлення сталі							
7	Індукційні тигельні печі підвищеної частоти	ИСТ-0,06/0,10	0,05	100	Електроенергія 1000...1500	Температура металу – не вище 1700 °С; угар і безповоротні втрати – 3...4 %; хімічний склад майже не змінюється	Продуктивності вказано для плавлення в печах з кислою футеровкою; під час плавлення сталі з основною футеровкою продуктивність знижується на 15...20 %; підігрівання шихти до 600...700 °С підвищує продуктивність печей на 10...25 %
		ИСТ-0,06/0,10	0,20	160			
		ИСТ-0,16/0,16	0,20	160			
		ИСТ-0,16/0,25	0,30	250	850...900		
		ИСТ-0,16/0,32	0,40	320			
		ИСТ-0,25/0,32	0,40	320			
		ИСТ-0,25/0,50	0,70	500			
		ИСТ-0,4/0,32	0,45	320			
		ИСТ-0,4/0,50	0,70	500	770...775		
		ИСТ-1,0/0,60	0,72	600			
		ИСТ-1,0/0,80	1,10	1100			
		ИСТ-2,5/2,40	2,50	2400	725...750		
		ИСТ-6,0/2,40	2,95	2400			
ИСТ-10,0/4,00	3,00	4000					

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
8	Дугові електропечі прямої дії для плавлення сталі	ДСП-0,5	0,28	630	Електроенергія 650...600	Температура розплаву – не вище 1700 °С; угар і безповоротні втрати – 5...7 %	Продуктивності вказано для плавлення в печах з кислотофутеровкою; плавлення в печах з основною футеровкою зменшує продуктивність на 20...30 %; а під час плавлення легованих сталей на 10...25 %
		ДСП-0,5	0,71	1500			
		ДСП-0,5	1,20	2000	700		
		ДСП-0,5	1,90	4000	500		
		ДСП-0,5	3,00	8000	470		
		ДСП-0,5	5,10	12500	460		
		ДСП-0,5	8,30	20000	440		

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
9	Тигельні електропечі для виплавлення алюмінієвих сплавів	САТ-0,04	12 кг/год	15	Електроенергія 0,45...0,60 кВт·год/кг	Робоча температура рідкого металу до 800 °С	Печі можна використовувати для виплавлення і роздавання сплавів на основі алюмінію
		САТ-0,06	15 кг/год	17			
		САТ-0,16	48 кг/год	35			
		САТ-0,25	60 кг/год	50			
		САТ-0,16Н	70 кг/год	46			
		САТ-0,25Н	76 кг/год	81			
10	Камерні електропечі опору для плавлення і підтримування температури сплавів на основі алюмінію	САК-0,1-ІІ	40 кг/год	20	Електроенергія 0,60...0,65 кВт·год/кг	Робоча температура рідкого металу 750...800 °С	Печі використовують для виплавлення і підтримування температури алюмінієвих сплавів
		САК-0,7	65 кг/год	50			
		САКМ-3В-ІІ	185 кг/год	203			
		САКМ-16	210 кг/год	240			

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
11	Індукційні канальні печі для виплавлення алюмінієвих сплавів	ИАК-0,4/0,2	0,57	400	Електроенергія 0,80...0,90 кВт·год/кг	Робоча температура рідкого металу 750...800 °С	Продуктивності вказано за розплавленням і перегріванням металу до 750 °С
		ИАК-0,4/0,2	1,80	630			
		ИАК-0,4/0,2	2,10	1260			
		ИАК-0,4/0,2	2,50	1300			
		ИАК-0,4/0,2	4,00	2500			
12	Індукційні тигельні печі для виплавлення алюмінієвих сплавів	ИАТ-0,4/0,18	0,29	180	Електроенергія 600...750	Робоча температура рідкого металу 750...800 °С	Продуктивності вказано за розплавленням і перегріванням
		ИАТ-0,4/0,25	0,45	280			
		ИАТ-0,4/0,80	0,90	1000			
		ИАТ-1,0/0,40	0,67	400			
		ИАТ-2,5/1,00	1,84	970			
		ИАТ-2,5/1,65	2,50	1850			
		ИАТ-6,0/2,50	4,83	2500			

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт-год/т	Основні металургійні показники	Примітка
13	Індукційні каналні печі для виплавлення сплавів на основі міді	ИЛК-0,4-С1	0,33	100	Електроенергія 700...750	Робоча температура рідкого металу не вище 1200 °С	Продуктивності вказано за розплавленням і перегріванням латуні
		ИЛК-0,4/0,16	0,71	180			
		ИЛК-1,0/С2	1,30	400			
		ИЛК-0,1/0,40	1,30	630			
		ИЛК-1,6-С2	4,15	1000			
		ИЛК-1,6/0,96	4,60	1000			
14	Індукційні тигельні печі для виплавлення сплавів на основі міді	ИЛТ-0,4/1,00	0,30	100	Електроенергія 650...700	Робоча температура рідкого металу до 1200 °С	Продуктивності вказано за розплавленням і перегріванням
		ИЛТ-1,0/0,40	1,00	400			
		ИЛТ-2,5/1,00	2,60	1000			
		ИЛТ-10/1,60	3,32	1600			
		ИЛТ-25/4,00	11,70	4000			

Індекс позиції	Найменування плавильного устаткування	Тип плавильної печі та її основні параметри	Продуктивність, т/год	Установлена потужність, кВт	Витрати палива, кг/т (м ³ /т), електроенергії, кВт·год/т	Основні металургійні показники	Примітка
15	Індукційні каналні електропечі-міксери для підігрівання сплавів на основі міді	ИЛКМ-2,5-С3	11,80	262	Електроенергія 300...400	Максимальна температура перегрітого металу 1200 °С	Продуктивності вказано за перегріванням металу на 100 °С
		ИЛКМ-6,0-С5	9,80	231			
		ИЛКМ-6,0-6М	17,00	337			
		ИЛКМ-6,0/0,63	8,50	353			
		ИЛКМ-40,0/0,60	14,00	1200			
16	Електродугові печі прямого нагрівання для виплавлення сплавів на основі міді	ДМК-0,1	0,30	100	Електроенергія 650...700	Максимальна температура перегрітого металу 1200 °С	Продуктивності вказано за розплавленням і перегріванням металу до 1200 °С
		ДМК-0,1	1,00	400			
		ДМК-0,1	2,60	1000			
		ДМК-0,1	3,32	1600			

Примітки: 1. Для вагранок у чисельнику вказано модель, у знаменнику — внутрішній діаметр шахти вагранки.

2. Для індукційних печей у чисельнику вказано місткість тигля в тоннах, у знаменнику — потужність у кіловатах.

Автоматизація керування процесом плавлення дає змогу стабілізувати температуру і хімічний склад чавуну, а механізація операцій обслуговування вагранкової установки — суттєво зменшує трудомісткість важких і небезпечних робіт у плавильному відділенні. Така конструкція вагранкового комплексу як за кордоном, так і у вітчизняних ливарних цехах часто виявляється кращим плавильним агрегатом порівняно з електроплавильним устаткуванням — індукційними і дуговими печами.

Індукційні плавильні печі, які використовують у чавуноливарних цехах, поділяють за принципом роботи на **тигельні** та **каналні**. Більш використовуваними є тигельні печі.

Індукційні **тигельні** печі для плавлення чавуну мають закриту конструкцію, тобто магнетний потік у них ззовні індуктора передається радіально розміщеними пакетами трансформаторної сталі (магнетопроводами). Така конструкція надає печі жорсткості й компактності, підвищує коефіцієнт корисної дії і продуктивність печі.

Печі для плавлення чавуну працюють на струмі промислової частоти (50 Гц). Для підвищення питомої потужності та прискорення процесу плавлення печі забезпечують генераторами, які збільшують частоту струму до 500 Гц, при цьому питома потужність печей змінюється від 250 до 800 кВт/т. Для зменшення часу на пуск печі та зносу футеровки режимом роботи печей передбачено наявність у них цілодобового протягом робочого тижня в неробочі зміни рідкого металу «болота» не менше третини місткості тигля.

Отже, найбільш раціональним є використання індукційних тигельних печей (місткістю тигля від 6 т) в умовах дво- і тримісної роботи. Тигельні печі зручні й надійні в експлуатації, особливо під час виплавлення низьковуглецевих чавунів. Використання сухої або підігрітої шихти забезпечує в плавильному відділенні нормальні санітарно-гігієнічні умови праці.

Основною перевагою індукційного плавлення в тигельних печах промислової частоти є стабільність хімічного складу металу через інтенсивне його перемішування. Другою перевагою є використання дешевої шихти на основі сталевих скрапу, легованих відходів, чавунної і сталевих стружок розсіпом. Проте така шихта повинна мати стабільний хімічний склад і не містити шкідливих домішок. Крім того, її необхідно просувати і підігрівати для попередження піроефекту і викидання металу під час попадання в тигель вологи й органічних компонентів.

Оскільки індукційні тигельні печі є агрегатами періодичної дії (метал випускають через означені проміжки часу), то для безперервного забезпечення металом дільниць заливання форм установлюють декілька печей (не менше трьох), що призводить до збільшення капітальних витрат і площ під час будівництва плавильних відділень.

Стійкість футеровки в печах промислової частоти залежить від режиму експлуатації печі. В оптимальних умовах експлуатації (дві, три зміни) стійкість кварцитової футеровки тигля становить один — два місяці. Під час експлуатації печей в умовах частого випускання металу для заливання форм малими дозами стійкість футеровки знижується, зменшується продуктивність і підвищується трудомісткість обслуговування тигельних печей.

Схему компонування тигельної індукційної печі та її складові показано на рис. 5.1.

Термін експлуатації футеровки робочого простору індукційних каналних печей може становити до двох років; футеровка каналних одиниць піддається інтенсивному зносу, а тому в більшості печей передбачено можливість заміни каналної частини з індуктором без зупинення печі.

Основною перевагою використання *каналних* печей для плавлення чавуну є високий коефіцієнт корисної дії порівняно з тигельними, а отже, питомі витрати електроенергії на плавлення металу в них менші. Крім того, для їх устанавлення необхідні менші площі через меншу кількість конденсаторних батарей. Разом з тим каналні печі чутливі до зміни шихти і періодичної роботи.

Залежно від потужності індукторів і їх кількості каналні печі можна використовувати як для плавлення металу, так і для підтримання його температури та перегрівання (робота в міксерному режимі). У каналних печах, як і в тигельних, можливість проведення металургійних процесів для видалення з металу шкідливих домішок обмежена.

Дугові електричні печі прямої дії використовують для виплавлення сірого, ковкого і високоміцного чавунів. Як шихту використовують бій виливниць, не розсортований за видами сплавів брухт машин і механізмів та інші низькосортні металовідходи. Як недоліки плавлення металу в дугових печах варто відзначити важкі умови праці в плавильному відділенні через надмірний шум, загазованість повітря, інтенсивне тепловиділення і більший, ніж під час плавлення в індукційній печі, угар металу.

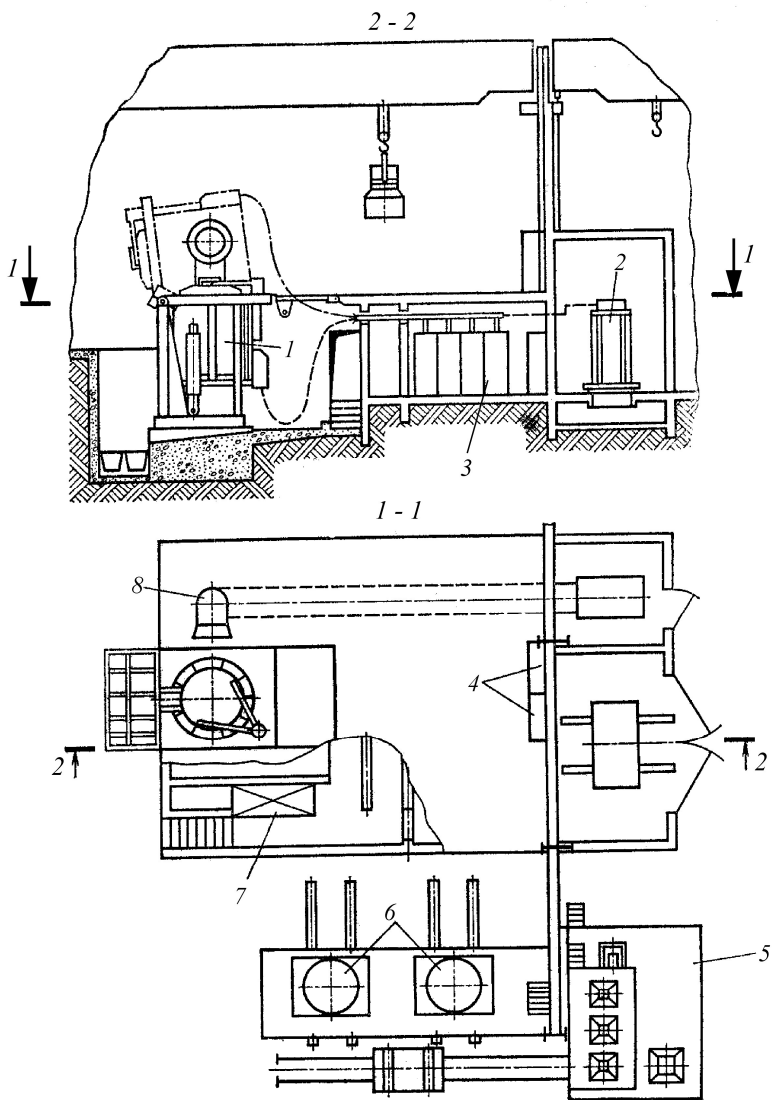


Рис. 5.1. Схема компонентів індукційної тигельної печі:
 1 — тигельна піч з індуктором; 2 — трансформатор; 3 — блок конденсаторів;
 4 — щит керування піччю; 5 — система дозування шихти; 6 — печі для підігрівання шихти; 7 — механізм нахилання печі з рушієм;
 8 — система відсмоктування газів від печі та їх очищення

Схему компоновки дуговой электродуговой печи показано на рис. 5.2.

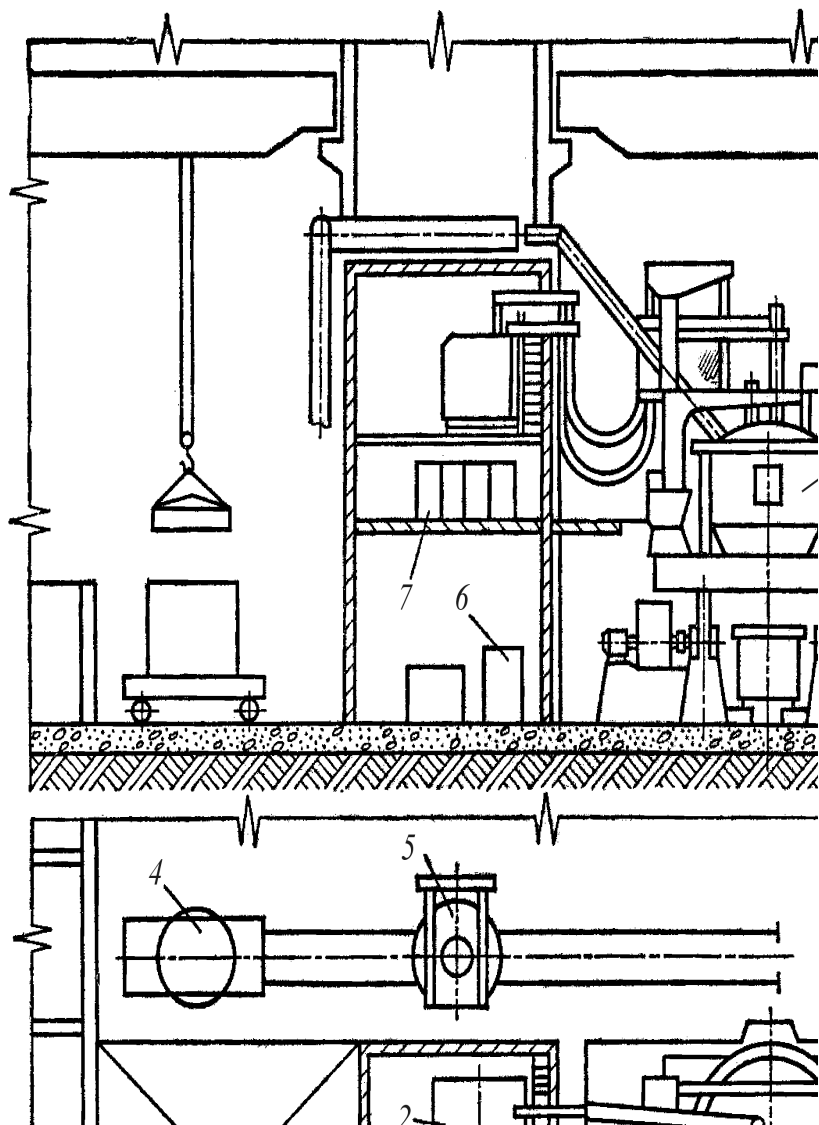


Рис. 5.2. Схема компоновки дуговой плавильной печи:
1 — электродуговая печь; 2 — трансформатор; 3 — система мокрого газоочистки;
4 — установка набирания и дозирования шихты; 5 — стэнд для підігрівання шихти;
6 — оливнонапірна установка; 7 — щити керування і автоматики

Для зручності експлуатації печі оснащують механізмом нахилання в бік жолоба до 40...45° для випускання металу та в бік робочого вікна до 12° для випускання шлаку, а також механізмом повертання склепіння з електродами або викочування корпусу печі з під склепіння для завантаження шихти зверху, механізмом обертання ванни печі для прискорення процесу розплавлення шихти (у печах великої місткості), механізмом регулювання положення електродів, який забезпечує переміщення кожного електрода вгору і вниз під час вмикання і вимикання печі та її роботи.

Дугові печі є агрегатом періодичної дії. Час, необхідний для повного розплавлення шихти, залежить від місткості печі і технологічного процесу плавлення і коливається від 1,5...2,5 год (для печей місткістю до 3 т) до 3,5...4,0 год (для печей місткістю до 12 т).

Скоротити тривалість процесу плавлення можна за допомогою трипозиційної карусельної установки (рис. 5.3).

На першій позиції шихту завантажують у піч і заздалегідь нагрівають її продуктами горіння природного газу. На другій позиції до печі подають максимальну потужність від трансформатора і розплавляють шихту за пришвидшеним режимом. На третій позиції, яка оснащена трансформатором меншої потужності, розплав доводять за хімічним складом і температурою і випускають з печі.

Така установка дає змогу зменшувати інтервали між випусканням розплаву чергових плавок до 40...60 хв.

Розглянуті монопроцеси плавлення у вагранках, індукційних або дугових електропечах мають певні недоліки, які можна усувати або суттєво зменшувати суміщенням цих процесів у дуплекс- або триплекс-процесах.

Наприклад, під час використання дуплекс-процесу вагранка та індукційна піч складність нагрівання металу у вагранці до високих температур компенсується нагріванням його в печі, водночас не виконується операція науглецювання чавуну в індукційній печі, а установлена для печі потужність зменшується в 5–7 разів.

Витримування і нагрівання рідкого чавуну в індукційній печі сприяють усередненню і стабілізації його хімічного складу.

Використання дуплекс-процесу дає змогу в умовах різносерійного характеру виробництва зменшити кількість і збільшити одиничну потужність основного плавильного агрегату, а отже, знизити собівартість виробництва рідкого чавуну.

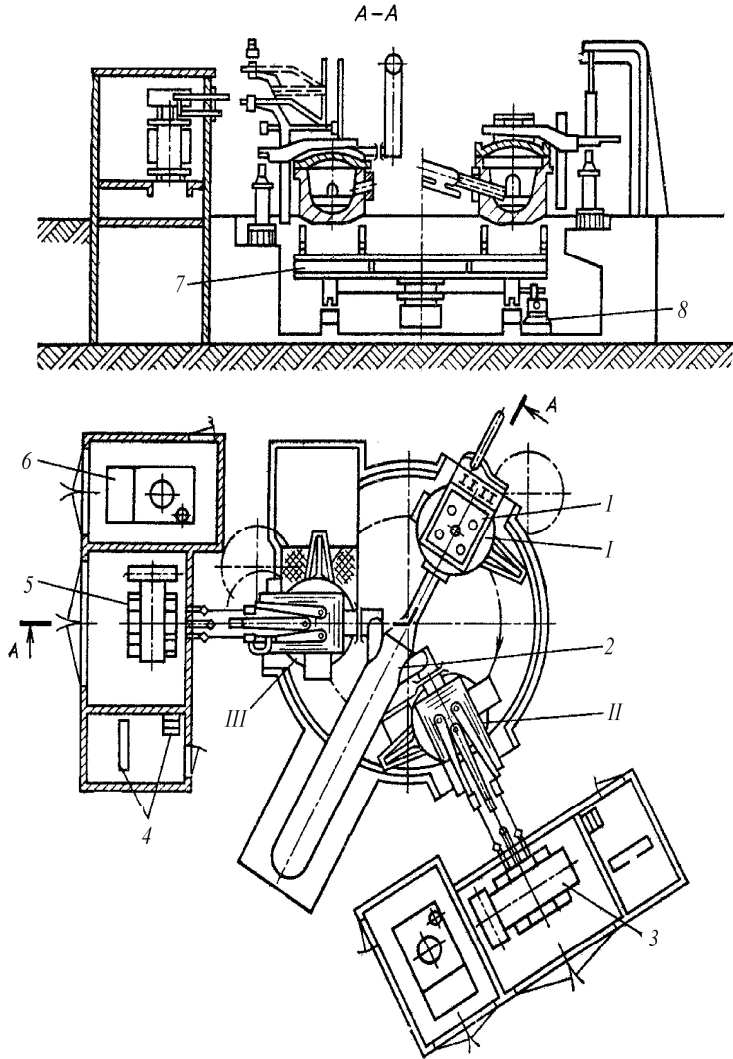


Рис. 5.3. Схема трипозиційної карусельної установки з дуговими електропечами:

- I* — підігрівання шихти газовими пальниками; *II* — інтенсивне плавлення металу;
- III* — доведення розплаву до необхідної кондиції і випускання його з печі;
- I* — стэнд для підігрівання шихти; 2 — система видалення газів із печі;
- 3 — плавильний трансформатор; 4 — пульт керування роботою печі;
- 5 — трансформатор, використовуваний для доведення розплаву до кондиції;
- 6 — гідропневматична станція; 7 — поворотний стіл; 8 — привід каруселі

В умовах масового і великосерійного виробництв доцільно використовувати дуплекс-процес вагранка та індукційна канална піч (міксер), а в умовах різносерійного виробництва, яке характеризується багатошихтністю — дуплекс-процес вагранка та індукційна тигельна піч.

Використання каналних міксерів у дуплекс-процесі з тигельними або дуговими плавильними печами суттєво підвищує продуктивність останніх, сприяє ефективному використанню установленної потужності та знижує витрати електроенергії на плавлення металу.

Наведені металургійні і технологічні характеристики плавильного устаткування (табл. 5.7) показують, що різні плавильні агрегати в моно- або дуплекс-процесах можуть забезпечити високу якість сірого, ковкого і високоміцного чавуну.

Рекомендовані способи плавлення чавуну і устаткування, яке забезпечує проходження цих процесів, наведено в табл. 5.8.

Таблиця 5.8

Способи плавлення чавуну і устаткування, рекомендовані для різного характеру виробництва якісних чавунних виливків

Індекс позиції	Чавун і характер виробництва	Спосіб плавлення і устаткування
1	Сірий чавун марок СЧ15 і СЧ20, цехи малої потужності	Монопроцеси: плавлення у вагранці з підігріванням дуття; плавлення в індукційних тигельних печах
2	Сірий чавун марок СЧ20 і СЧ25, цехи середньої потужності, наявність стабільних шихтових матеріалів	Дуплекс-процеси: вагранка та індукційна канална піч; індукційні тигельна та канална печі
3	Сірий чавун усіх марок, цехи малої і середньої потужностей, різноманітна шихта	Монопроцеси: плавлення в індукційній тигельній або в електродуговій печах
4	Сірий чавун усіх марок, цехи великих потужностей, наявність стабільних шихтових матеріалів	Дуплекс-процеси: вагранка та індукційні канална або тигельна печі; дугова та індукційна канална печі; монопроцес: індукційна тигельна піч

Індекс позиції	Чавун і характер виробництва	Спосіб плавлення і устаткування
5	Сірий чавун усіх марок, цехи великої потужності, нестабільність шихтових матеріалів	Дуплекс-процес: дугова та індукційні канална або тигельна печі
6	Ковкий чавун усіх марок, цехи малої потужності	Монопроцес: плавлення в індукційних тигельних печах
7	Ковкий чавун усіх марок, цехи середньої і великої потужностей	Монопроцес: плавлення в індукційних тигельних печах
8	Високоміцний чавун з кулястим графітом усіх марок	Монопроцеси: дугова або індукційна тигельна печі, вагранка з гарячим дуттям і основними шлаками
9	Високоміцний чавун з кулястим графітом усіх марок, цехи середньої і великої потужностей	Дуплекс-процес: вагранка з гарячим дуттям та індукційна або дугова печі; дугова та індукційна канална печі

Остаточню плавильне устаткування обирають після розрахунку варіантів плавильного відділення і складання порівнювальної калькуляції собівартості рідкого чавуну.

Під час складання такої калькуляції передусім ураховують такі фактори:

- капітальні витрати на придбання і встановлення устаткування;
- вартість шихтових матеріалів і енергоресурсів, які витрачають на виплавляння металу;
- трудовитрати на плавлення металу і ремонт устаткування;
- можливість підвищення якості металу;
- зменшення браку виливків;
- збільшення тривалості експлуатації литих деталей та зменшення їх маси.

У капітальних витратах необхідно враховувати не тільки вартість устаткування та його монтажу, але й витрати на проектування

та спорудження будівлі для розміщення плавильних агрегатів, допоміжного устаткування і складів палива, шихтових матеріалів та вогнетривів, оснащення будівлі вентиляційними системами, електро-, газо- і водопостачанням тощо.

Практикою встановлено, що 50...80 % витрат на плавлення металу припадає на шихтові матеріали, тому правильний їх вибір для різних типів плавильних агрегатів має вирішальне значення для ефективних і економічних технологічних процесів приготування розплаву.

Витрати на енергоресурси необхідно визначати не тільки у вартісному виразі, але і в одиницях умовного палива, враховуючи тенденції зміни вартості того або іншого виду палива і електроенергії на періоди введення в дію і експлуатації ливарного цеху (до реконструкції).

Витрати праці на плавлення металу складаються із витрат на підготовлення шихтових матеріалів, їх дозування і завантаження в піч, обслуговування печей, оброблення рідкого металу, його випускання із печі та розливання у форми, а також на ремонт устаткування плавильного відділення.

Отже, чим більша кількість плавильних агрегатів працюють одночасно, чим менші порції шихти, які завантажують у піч і чим частіше випускають метал з печі, тим більші витрати праці.

Можливості зниження браку виливків, підвищення їх якості, подовження терміну експлуатації і зменшення маси виливків мають першорядне значення для вибирання способу плавлення металу.

Проте необхідно чітко уявляти, чи є спосіб плавлення фактором, який лімітує якість виливків і чи інші конструктивні або технологічні фактори впливають на якість литих заготовок. Наприклад, зменшенню маси виливків сприяє підвищення механічних властивостей чавуну, що дуже важливо в умовах великосерійного і масового виробництва. У серійному і дрібносерійному виробництвах масу виливка визначають переважно не із умов міцності, а за конструктивними міркуваннями і технологіями формування.

Отже, на підставі виробничих даних про експлуатацію плавильних агрегатів різних принципів дії і конструкцій можна зробити такі основні висновки.

Найперспективнішим плавильним агрегатом для виплавлення чавуну є індукційна тигельна піч промислової частоти з установкою для підігрівання шихти і міксером.

Особливо доцільно використовувати таку схему для виплавлення синтетичних чавунів на дешевій шихті, що суттєво підвищує техніко-економічні показники ливарного цеху. У разі використання дорогої шихти, призначеної для переплавлення в коксовій вагранці, зведені витрати будуть вищими, ніж під час плавлення в коксових або газових вагранках та дуплекс-процесом на їх основі. Проте, враховуючи такі фактори, як якість рідкого металу (особливо для виготовлення виливків із спеціальних чавунів), гнучкість у роботі (виплавлення різних марок чавунів), умови праці на плавильному агрегаті (гази, пил, шум), необхідно використовувати індукційні тигельні печі промислової частоти з установками для підігрівання шихти і мікзерами.

Якщо немає дешевої шихти і висока вартість електроенергії, а також потреби у виплавленні висококомірних і спеціальних чавунів, доцільно використовувати дуплекс-процеси: коксова вагранка та індукційна піч промислової частоти або газова вагранка та індукційна тигельна (канална) піч промислової частоти.

Двочастотні індукційні печі (плавлення проводять за високої або середньої частоти, а доведення металу до потрібної кондиції і його витримання — за промислової частоти) хоча і мають зведені витрати на одну тонну рідкого чавуну більші, ніж індукційні тигельні печі промислової частоти, проте вони мають суттєві переваги:

- 1) для установлення двочастотних індукційних печей необхідні менші площі;
- 2) печі пришвидшують плавлення металу на холодній і дрібній шихті;
- 3) у печах можна плавити не тільки чавун, а і сталь.

Отже, двочастотні індукційні печі доцільно встановлювати в цехах, які піддають реконструкції і які мають мінімальні площі для розміщення плавильних агрегатів, а також у цехах, які виготовляють ремонтне литво з частою зміною марок чавуну і короткочасним використанням плавильних печей протягом доби, та в змішаних чавуно-сталеливарних цехах.

Дуплекс-процес дугова та індукційна піч промислової частоти через високі зведені витрати доцільно використовувати в чавуноливарних цехах тільки у разі виплавлення промислових чавунів з особливо низьким умістом фосфору і сірки на некондиційній шихті та в змішаних чавуно-сталеливарних цехах.

Для плавлення ковкого чавуну найдоцільніше використовувати дуплекс-процеси вагранка та електродугова або індукційна тигельна печі. Проте і в цьому разі індукційні печі промислової частоти мають переваги, наприклад, ливарний цех, який спеціалізується на масовому виготовленні арматури з ковкого чавуну, має високі техніко-економічні показники.

Технології та устаткування для плавлення сталей. У вітчизняному сталеливарному виробництві метали для виготовлення фасонного сталевого литва виплавляють в електродугових та індукційних печах підвищеної і високої частот. Розвивається спеціальна електromеталургія, майже перестали використовувати в сталеливарних цехах на підприємствах України мартенівські печі.

Понад 95 % сталі, з якої виготовляють литі деталі на машинобудівних підприємствах, виплавляють у дугових електропечах місткістю 0,5...50,0 т. У сталеливарних цехах, які побудовані після 70-х років минулого століття, встановлено переважно печі ДСП-6, ДСП-12, ДСП-25 і ДСП- 50. Цьому сприяли такі переваги сталеплавильних електричних печей перед мартенівськими:

- можливість швидкого нагрівання вихідних матеріалів до будь-якої, необхідної для проведення металургійних процесів, температури з точним регулюванням швидкості нагрівання;

- утворення тепла в тому місці, де це потрібно без виокремлення великої кількості продуктів згоряння, що дає змогу провадити металургійні процеси за будь-якої атмосфери (окиснювальної, нейтральної або відновлювальної) та за будь-якого тиску (атмосферного, підвищеного або у вакуумі);

- спрощення конструкцій плавильних агрегатів і створення умов лагодження високо механізованих і автоматизованих процесів;

- невеликі капітальні витрати на придбання і встановлення електричних печей.

Особливо важливою перевагою електропечей є те, що в них найбільш успішно можна легувати метал елементами, які мають високу спорідненість до кисню (алюмінієм, титаном, ванадієм тощо), а також можливість забезпечення необхідного перегрівання легованого металу. В електричних печах можна виплавити будь-які сталі: від низьковуглецевих до високо- і складнолегованих.

З урахуванням цих переваг електromеталургія розвивається як металургія якісної сталі.

Дугові печі для плавлення сталі можна футерувати як кислою, так і нейтральною або основною футеровками.

Вибір футеровки печі і технології плавлення в ній (з окисненням або без окиснення) залежить від марки сталі, яку виплавляють, і від використовуваних шихтових матеріалів.

Середньовуглецеві та деякі низьколеговані сталі для виливків загального використання виплавляють у дугових печах з кислою футеровкою.

Шихта, яку для цього використовують, має містити мінімальну кількість сірки, фосфору і легувальних елементів, які не входять до складу виплавлюваних сталей.

У разі використання окисненого і легкового скрапу в шихту додають 5...10 % переробного чавуну і провадять процес виплавляння сталі з окисненням вуглецю і кипінням металу; з неокисненою шихтою скрап перепплавляють без окиснення, що суттєво підвищує продуктивність печей і знижує витрати електроенергії, футеровки і електродів.

Високо- і складнолеговані сталі для виливків відповідального і особливо відповідального призначення виплавляють в електропечах з основною футеровкою, що сприяє максимальному видаленню з металу фосфору і сірки та забезпечує приготування розплаву з умістом усіх елементів у заданих межах.

Технологія плавлення з продуванням розплаву киснем дає змогу виплавляти в дугових печах низьковуглецеві жароміцні сталі спеціального призначення.

Одночасно під час продування металу киснем у розплаві знижується вміст газів і неметалевих вкраплень та підвищується продуктивність печей, але при цьому треба брати до уваги той факт, що продування сталі чистим киснем або в суміші з порошкоподібними матеріалами суттєво збільшує кількість шкідливих викидів в атмосферу, для захисту від яких навколишнього середовища необхідно використовувати складні відсмоктувальні й очищувальні пристрої.

Місткість дугової печі має забезпечувати можливість випускання із неї всього металу в один ківш, тому в цехах з конвейерним виробництвом форми заливають з **використанням додаткового проміжного стопорного стенового ковша**, місткість якого дає змогу прийняти весь метал і шлак та зберігати їх температуру певний час після розміщення ковша в індуктор промислової частоти.

Такий ківш називають **розливальним**, а ківш, за допомогою якого заливають форми — **заливальним**.

У цьому разі форми заливають з ковша з носиком, який перед цим заповнюють металом з розливального ковша.

Оскільки дугові електропечі є багатопрофільними плавильними агрегатами, у табл. 5.9 наведено більш розширені їх технічні характеристики як доповнення до табл. 5.7.

Таблиця 5.9

Технічні характеристики електродугових сталеплавильних печей

Індекс позиції	Параметр	ДСП-3	ДСП-6	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50
1	Номінальна місткість, т	3,0	6,0	12,0	25,0	50,0
2	Потужність трансформатора, МВА	2,0	4,0	8,0	12,5	20,0
3	Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	650,0	500,0	470,0	460,0	440,0
4	Річна продуктивність, т/рік, за роботи двозмінної тризмінної	4700 7000	8340,0 12500,0	13000,0 19300,0	— 28500,0	— 48500,0
5	Тривалість повного циклу плавлення, год: основне футерування кисле футерування	2,5 1,9	3,2 2,3	4,0 3,4	5,2 —	6,3 —
6	Діаметр ванни на рівні укосів, мм	1560	2240,0	2770,0	3540,0	4560,0

Закінчення табл. 5.9

Індекс позиції	Параметр	ДСП-3	ДСП-6	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50
7	Діаметр електродів, мм	200,0	250,0	350,0	400,0	500,0
8	Площа дзеркала металу на рівні укосів, м ²	1,9	3,9	5,9	9,8	16,3
9	Глибина ванни від рівня порога до дна, мм	450,0	475,0	555,0	775,0	890,0
10	Розміри робочих вікон, мм	680... 520	720... 560	980... 680	1000... 800	1180... 970
11	Стійкість склепіння, плавок: основна футеровка кисла футеровка	до 250 до 300	до 250 до 250	до 210 до 300	до 160 до 300	90 –
12	Стійкість ухилів печей, плавок: основна футеровка кисла футеровка	до 450 до 350	до 400 до 250	до 350 до 200	до 200 до 200	до 200 до 200
13	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	4400 4400 4600	5900 8000 7475	8560 9460 11200	9865 11000 12850	13545 10375 17750
14	Маса метало-конструкцій, т	28,8	49,0	90,0	168,0	276,0

Сучасні дугові печі мають електромагнетні пристрої — статори, які використовують для перемішування рідкого металу під час його легування, вирівнювання хімічного складу в об'ємі ванни і температури. Це досить важливий технологічний захід, особливо для процесу легування сталі тугоплавкими елементами.

Теоретичні витрати електроенергії на одну тонну рідкої сталі складають 340...350 кВт·год, а практичні — 500...1000 кВт·год, що відповідає витратам теплоти 2000...36 000 кДж/т. Це на 25...35 % більше від витрат теплоти під час плавлення сталі в мартенівській печі. За практичними (усередненими) даними підприємств машинобудівної галузі на виплавляння однієї тонни сталі в дугових електропечах середньої місткості (6; 12 т), які є найпоширенішими в сучасних сталеливарних цехах, витрачають: електроенергії — 500 кВт·год/т, електродів — 4,6 кг/т, вогнетривів — 2,2 кг/т.

За час виплавляння сталі в середньому 1 % металу випаровується через високі температури в місцях горіння дуг і осідає у вигляді пилу.

З метою економії електроенергії доцільно перед завантажуванням шихти в піч її підігрівати до 700...750 °С. Цей технологічний захід зменшує витрати електроенергії на 30...35 % та суттєво скорочує тривалість плавлення металу в цілому.

Індукційні печі в сталеливарних цехах використовують переважно для виплавляння низьковуглецевих сталей, приготування яких у дугових печах утруднено через науглецювання розплаву вуглецем електродів, а також для плавлення високолегованих сталей із спеціальними властивостями. Печі невеликої місткості використовують у цехах виготовлення виливків за витоплюваними або газифікованими моделями, оскільки метал необхідно випускати із печі часто і невеликими порціями. Такі ж печі застосовують у лабораторній практиці під час виконання науково-дослідних робіт.

На відміну від плавлення сталі в дугових електропечах у разі індукційного виплавляння сплаву немає графітових електродів і електричних дуг, які містять молекули вуглецю та атомарний водень і азот, через це усувається небезпека науглецювання сталі та насичення її газами.

На жаль, температура шлаків під час індукційного плавлення нижча від температури металу, а тому вони відіграють у процесі плавлення пасивну роль, а обмінні реакції між шлаками і металом досить обмежені, тому необхідно використовувати шихтові матеріали з мінімальним умістом фосфору і сірки.

Особливість індукційного плавлення порівняно з електродуговим полягає в тому, що температура металу досягає максимуму не на поверхні, а в нижній частині тигля. Отже, розплавлення або розчинення тугоплавких та важких компонентів шихти відбувається в індукційних печах швидше і з меншими втратами, ніж під час плавлення сталей в дугових електропечах.

Індукційне плавлення металу з огляду на можливості регулювання його температури найбільше піддається керуванню.

Індукційні печі, як і дугові, футерують основною, нейтральною або кислою футеровками. Плавлення в печах з основною футеровкою дає змогу готувати сталь з мінімальною кількістю неметалевих вкраплень та інших шкідливих домішок, а в печах з кислою — майже неможливо виплавити сталь з низьким умістом кремнію.

Практикою використання індукційних печей для плавлення сталей різних марок установлено, що витрати електроенергії в середньому складають 675...850 кВт·год на одну тунну рідкої сталі, а тривалість плавлення — 1,0...2,5 год. Стійкість кислої футеровки (у разі виплавляння вуглецевих сталей) досягає 150 плавов, основної (у разі виплавляння легованих сталей) — 10...40 плавов.

Кращі експлуатаційні показники мають індукційні печі *вітчизняного виробництва, які проектує, виготовляє і постачає підприємствам ООО «Термоліт»* (м. Мелітополь). Печі призначено для плавлення чавунів, вуглецевих і високолегованих сталей та сплавів на основі кольорових металів.

Технічні характеристики електропечей наведено в табл. 5.10.

Електропечі можна використовувати як у ливарних цехах машинобудівних заводів, так і в цехах точного лиття малих підприємств для приготування металу високої якості.

У комплект поставки входять:

- плавильний агрегат ІТПЕ;
- тиристорний перетворювач;
- батарея конденсаторів;
- щит керування і сигналізації;
- гідростанція;
- пульт керування нахилом печі тощо.

Структура позначення плавильного агрегату — ІТПЕ-XX/XXXXX. Приклад — ІТПЕ-0,4/0,35ТГ1:

И — метод нагрівання — індукційний;

Т — конструктивна ознака — тигельна;

П — плавильна;
 Е — електропіч;
 0,4 — номінальна місткість тигля, т;
 0,35 — потужність перетворювача, МВт;
 Т — тиристорний перетворювач частоти;
 Г — гідравлічний механізм нахилу печі;
 1 — один плавильний агрегат у комплекті.

Таблиця 5.10

**Технічні характеристики індукційних тигельних печей
вітчизняного виробництва**

Індекс позиції	Тип печі	Місткість тигля, т	Потужність живильного перетворювача, МВт	Швидкість розплавлення і перегрівання, т/год	Напруга живильної мережі, кВ	Витрати води на охолодження, м ³ /год	Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	Тип перетворювача частоти
1	ІПЕ-0,06/0,1ТГ1	0,06	100	0,13	0,38	2,5	630	ТПЧ-100-2,4
2	ІПЕ-0,16/0,16ТГ1	0,16	160	0,23	0,38	5,4	620	ТПЧ-160-2,4
3	ІПЕ-0,16/0,25ТГ1	0,16	250	0,36	0,38	6,2	610	ТПЧ-250-1,0
4	ІПЕ-0,25/0,25ТГ1	0,25	250	0,38	0,38	6,8	630	ТПЧ-250-1,0
5	ІПЕ-0,25/0,35ТГ1	0,25	350	0,56	0,38	7,3	620	ТПЧ-350-1,0
6	ІПЕ-0,4/0,35ТГ1	0,40	350	0,58	0,38	8,0	620	ТПЧ-350-1,0
7	ІПЕ-0,4/0,4ТГ1	0,40	400	0,70	0,38	9,2	610	ТПЧ-400-1,0

Закінчення табл. 5.10

Індекс позиції	Тип печі	Місткість тигля, т	Потужність живильного перетворювача, МВт	Швидкість розплавлення і перегрівання, т/год	Напруга живильної мережі, кВ	Витрати води на охолодження, м ³ /год	Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	Тип перетворювача частоти
8	ІТПЕ-0,4/0,5ТГ1	0,40	500	0,85	0,38	10,0	600	ТПЧ-500-1,0
9	ІТПЕ-0,5/0,4ТГ1	0,50	400	0,60	0,38	12,0	610	ТПЧ-400-1,0
10	ІТПЕ-0,5/0,5ТГ1	0,50	500	0,82	0,38	12,5	610	ТПЧ-500-1,0
11	ІТПЕ-1,0/0,8ТГ1	1,00	800	1,30	6/0,5 5	16,8	654	ТПЧ-800-1,0
12	ІТПЕ-2,5/1,6ТГ1	2,50	1600	1,85	10,0 0	24,0	654	ТПЧ-1600-0,5

Індукційні печі мають такі переваги порівняно з дуговими:

- можливість переплавляння металу майже без утрат легувальних елементів, які інтенсивно окиснюються (хром, титан, ванадій тощо), за високих продуктивності та електричного коефіцієнта корисної дії печі;

- висока однорідність металу за хімічним складом і температурою через енергійне електродинамічне його перемішування;

- можливість високої автоматизації проведення процесу плавлення з точним регулюванням температури рідкого металу;

- менша трудомісткість в обслуговуванні;

- кращі сантехнічні умови праці;

- відсутність витрат на електроди.

Індукційним печам притаманні також і недоліки:

- в індукційній печі шлак нагрівається тільки металом і тому його температура на 100...200 °С нижча від температури металу.

Це явище через високу в'язкість шлаку утруднює проходження процесів видалення з металу шкідливих і зайвих домішок;

- чутливість частоти струму, який живить індуктор печі, до габаритів шихти: чим дрібніша шихта, тим вищу частоту повинен мати електричний струм;

- порівняно низька стійкість тигля печі внаслідок більш напруженого металургійного процесу (інтенсивне плавлення та рух металу);

- вища вартість рідкої сталі.

Одним з перспективних способів виплавляння спеціальних сталей для виливків особливо відповідального призначення є використання спеціальної електрометалургії. Традиційні способи виплавляння сталей не завжди забезпечують необхідний рівень спеціальних і механічних властивостей литих деталей, які застосовують в ядерній енергетиці, авіакосмічній техніці, газотурбобудуванні тощо.

Використання методів спеціальної електрометалургії дає змогу підвищити якісні показники сталі до такого рівня, який звичайними способами її виробництва досягти неможливо.

Спеціальна електрометалургія ґрунтується на переплавних процесах витратних електродів (катаних або литих заготовок), виплавлених в інших плавильних агрегатах. Хімічний склад металу витратних електродів з урахуванням угару окремих елементів має відповідати складу сталі, яку виплавляють методами спеціальної металургії.

Метал під дією активного теплового реагенту оплавляється на торці витратного електрода і крапельним дощем передається у ванну кристалізатора.

Формування заготовки в переплавних процесах здійснюється в мідних водоохолоджуваних кристалізаторах з використанням мідних водоохолоджуваних піддонів. Для цих процесів характерна швидка і напрямлена кристалізація, швидкість якої приблизно дорівнює швидкості наплавлення заготовки.

У кристалізаторі утворюється неглибока рідка ванна (0,5...1,0 діаметра кристалізатора). Цим забезпечується стале напрямлене живлення центральної зони заготовок та її висока щільність за відсутності усадкових дефектів.

У спеціальній металургії для виробництва литих заготовок використовують такі переплавні процеси:

- вакуумно-дуговий переплав — ВДП (рис. 5.4);
- вакуумно-індукційний переплав — ВІП;
- плазово-дуговий переплав — ПДП (рис. 5.5);
- електронно-променевий переплав — ЕПП (рис. 5.6);
- електрошлаковий переплав — ЕШП (рис. 5.7).

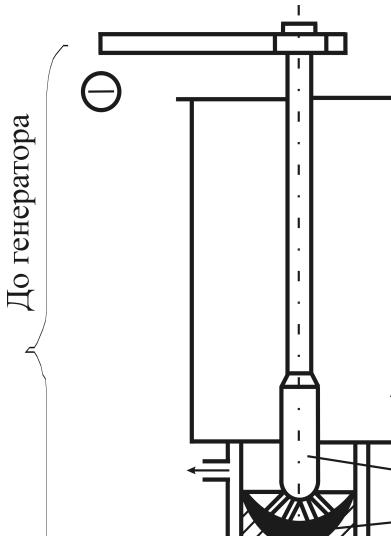


Рис. 5.4. Технологічна схема ВДП:
 1 — вакуумна камера; 2 — витратний електрод; 3 — рідкий метал;
 4 — кристалізатор;
 5 — водоохолоджуваний піддон

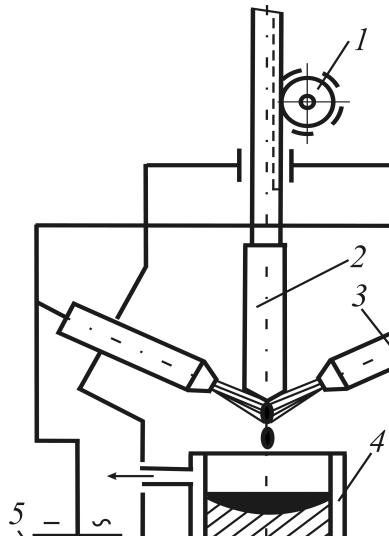


Рис. 5.5. Технологічна схема ПДП:
 1 — механізм подавання електрода;
 2 — електрод; 3 — плазмотрони;
 4 — кристалізатор; 5 — джерело електроживлення

Для вакуумно-дугового та вакуумно-індукційного переплавів джерелом тепла є вольтова дуга або магнетне поле індуктора. У першому випадку дуга горить між торцем електрода та ванною рідкої сталі і розплавляє електрод. У другому випадку метал плавиться внаслідок утворення в ньому потужних вихрових струмів.

В умовах глибокого вакууму — $1,33 \cdot 10^{-4}$ МПа (1 мм. рт. ст.) — і високої температури дуги під час ВДП крапельний потік активно дегазується та очищується від домішок кольорових металів і оксидних вкраплень.

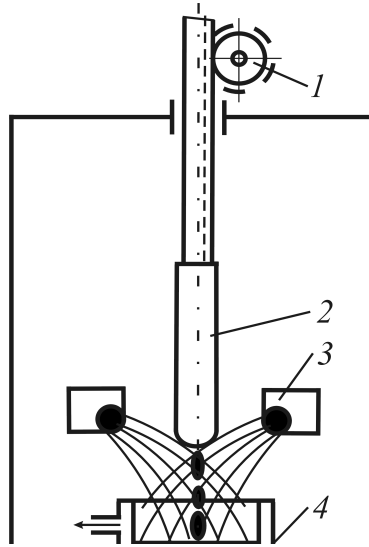


Рис. 5.6. Технологічна схема ЕШП:
 1 — механізм подавання електрода; 2 — електрод;
 3 — електронні гармати; 4 — кристалізатор

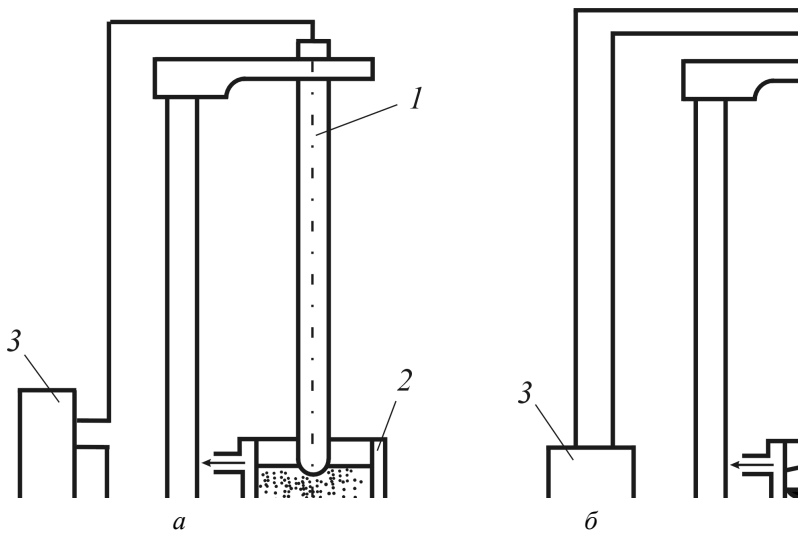


Рис. 5.7. Прямая (а) і біфілярна (б) схеми ЕШП:
 1 — витратні електроди; 2 — кристалізатори; 3 — трансформатори

Ізоляція від атмосфери й вогнетривів і швидка напрямлена кристалізація забезпечують високий ступінь чистоти сталі, однорідну структуру і мінімальну ліквідацію.

Цим методом виготовляють заготовки масою до 10 т із жароміцних та інших високолегованих сталей із спеціальними властивостями.

Вакуумно-індукційний переплав металу провадять у такому ж глибокому вакуумі. У вакуумній камері заливають також і ливарні форми. Виливки, виготовлені із такого металу, мають високі міцність і пластичність.

В умовах ПДП джерелом тепла є плазмові дуги (див. рис. 5.5), напрямлені на торець витратного електрода і ванну рідкої сталі.

У разі використання азоту як робочого газу можна виготовити високоякісні заготовки із неіржавкої хромонікелевої сталі з вмістом до 1,5 % азоту, що приблизно вдвічі зменшує в сталі вміст нікелю.

В умовах ЕПП (див. рис. 5.6) під дією глибокого вакууму потік електронів оплавляє витратний електрод і в крапельному дощі відбувається інтенсивне рафінування сталі від газів, домішок кольорових металів і неметалевих вкраплень.

Метод ЕПП дає змогу виплавити найбільш якісний метал. Як недоліки методу варто вирізнити складне високовольтне устаткування і відносно малу його продуктивність.

Електронно-променевий переплав використовують як еталонний метод для порівняльної оцінки якості сталей і сплавів.

Особливим досягненням вітчизняної металургії є принципово новий високоєфективний спосіб підвищення якості спеціальних сталей і сплавів — ЕШП витратних електродів у металевій водоохолоджуваній виливниці (кристалізаторі).

Конструкції печей (установок) ЕШП значно простіші від установок ВДП, ПДП, ЕПП і потребують менше часу для підготовки до роботи. Використовують для плавлення металу дві схеми ЕШП — пряму і біфілярну (див. рис. 5.7) для виготовлення великих заготовок.

Із наведених методів спеціальної електрометалургії тільки ЕШП набув широкого поширення в сталеливарному виробництві.

Новий метод виготовлення високоякісних виливків названо ***електрошлаковим литтям (ЕШЛ)***. Формування виливків у мідному або сталевому водоохолоджуваному кристалізаторі зі сталим плавленням витратних електродів під шаром шлаку, з крапельним обробленням розплаву і його швидкою напрямленою кристалізаці-

єю забезпечують високий ступінь чистоти і однорідності металу у виливках. Шлаковий гарнісаж захищає виливок від контакту з кристалізатором, що сприяє одержанню бездефектної поверхні.

Метод ЕШЛ ґрунтується на принципі одночасного плавлення сплаву і його структуроутворення в єдиному з ливарною формою агрегаті. Для ЕШЛ непотрібні плавильні печі, розливальні ковші, піщані форми — всі процеси поєднані в одній компактній установці. Виливки виготовляють без надливів і ливникової системи.

Технології та устаткування для плавлення сплавів на основі кольорових металів. У цехах виготовлення виливків зі сплавів на основі кольорових металів для приготування розплавів використовують переважно індукційні тигельні та каналні печі. Тигельні печі можуть працювати на промисловій або підвищених частотах. Їх використовують для плавлення мідних, алюмінієвих, цинкових і магнієвих сплавів.

Вибір індукційних печей для плавлення сплавів на основі кольорових металів обґрунтований малими угарами елементів цих сплавів (див. табл. 5.4), а оскільки вартість шихти досягає 75...85 % від собівартості рідкого металу, то перевагу має той плавильний агрегат, який уможливує плавлення з меншими безповоротними втратами кольорового сплаву (див. табл. 5.7).

Паливні (газові) печі призначені тільки для виплавлення великих мас сплаву із застосуванням щільної шихти, коли угар її не перевищує 1,5...2,0 %.

Високочастотні печі застосовують для плавлення невеликої кількості металу спеціальних сплавів (до 150 кг), тому в промислових умовах їх використання має бути обґрунтованим.

Індукційні тигельні печі підвищеної частоти з живленням від електромашинних перетворювачів доцільно застосовувати для плавлення сплавів на нікелевій і мідній основах. Місткість тиглів таких печей досягає 3 т. За конструкцією вони можуть бути відкритими або закритими (вакуумними).

Найпоширенішими в ливарних цехах є каналні тигельні печі промислової і підвищеної частот (150...1000 Гц) із живленням від тиристорних перетворювачів. Ці печі можуть мати більшу місткість і продуктивність, вони є найекономічнішими щодо використання електричної енергії.

Обираючи конструкцію індукційної печі, необхідно враховувати такі фактори:

– каналні печі витрачають менше електроенергії на одну тунну розплаву порівняно з тигельними;

– каналні печі не можуть ефективно працювати з перериваннями процесу плавлення та частою зміною марок сплавів;

– тигельні печі мають зручну форму робочого простору і допускають періодичну експлуатацію та порівняно нескладний перехід від однієї марки сплаву до іншої.

Дугові електричні печі непрямої дії використовують для плавлення сплавів з високою температурою плавлення. Принцип дії дугової печі з незалежною дугою, яку застосовують для сплавів на основі міді, полягає в утворенні дуги між двома горизонтально розміщеними електродами.

Теплоту, яку випромінює дуга, використовують для плавлення шихти заздалегідь завантаженої на під печі.

Дугові печі прямої дії застосовують для плавлення тугоплавких сплавів (титанових, нікелевих тощо) з температурою плавлення до 3000 °С. Виплавляють такі сплави і у вакуумних дугових печах з витратним або невитратним електродом та методами ЕШП і ЕПП. Використання цих методів дає змогу виплавити надчисті матеріали з температурою плавлення понад 2000 °С.

Невелику кількість сплаву на основі кольорових металів виплавляють у тигельних печах опору, паливних і електричних. Останні часто використовують як роздавальні печі біля машин для лиття під тиском.

Технології плавлення сплавів на основі кольорових металів дуже різняться і залежать від їх конкретного хімічного складу і вимогових експлуатаційних властивостей виробу, тому плавильне устаткування необхідно вибирати тільки після уточнення номенклатури литва і розроблення технології плавлення. Деякі сплави, до складу яких входять метали з великою різницею температур плавлення, виплавляють у двох печах. Метал, який має вищу температуру плавлення, виплавляють окремо і потім виливають в іншу піч, де міститься розплавлена основна маса сплаву з нижчою температурою плавлення.

У цехах виробництва виливків зі сплавів на основі кольорових металів особливу увагу приділяють зберіганню і приготуванню шихтових матеріалів. Усі шихтові матеріали перед завантаженням у ванну з рідким металом мають бути підігрітими.

Визначення продуктивності плавильних агрегатів та розрахунок їх кількості. Кількість плавильних печей, які працюють одночасно, розраховують на підставі даних форм 7 і 8 (див. табл. 5.1 і 5.2) залежно від таких факторів:

- кількості технологічних потоків виготовлення форм і можливості забезпечення різних потоків металом з одного плавильного агрегату;
- кількості шихт, які використовують у цеху одночасно;
- можливості безперервного заливання форм на конвейєрах із печей періодичної дії.

За технологією виплавлення металу в індукційних печах з «болотом» раціональне відбирання металу можливе не частіше, ніж через 20 хв із кожної печі (тобто в три ковші місткістю, що становить 1/3 середньогодинної продуктивності плавильного агрегату).

Отже, визначивши продуктивність плавильного відділення за формулою

$$Q = \frac{B_p K_i}{\hat{O}_a},$$

де B_p — кількість рідкого металу, який необхідно виплавити протягом року для забезпечення виконання програми ливарного цеху, т; K_n коефіцієнт нерівномірності виплавлення і використання розплаву; Φ_d — дійсний фонд часу роботи устаткування в плавильному відділенні, год та масу порції рідкого металу M , яку відбирають із плавильної печі, розраховують мінімальну кількість плавильних агрегатів за формулою

$$n_{\min} = \frac{Q}{2M}.$$

Якщо розрахована за такою методикою кількість печей виявиться надто великою, тоді доцільно передбачити додаткові роздавальні печі такого ж типу, що і плавильні, і роботу печей в міксерному режимі організувати по чергово (одна роздавальна на дві плавильні).

Продуктивність вагранок та інших плавильних агрегатів безперервної дії, а також індукційних печей, які працюють з «болотом», визначають за потребою рідкого металу (т/год):

$$q'_{\text{ді сд}} = \frac{B_p K_i}{\hat{O}_a n_{\min}},$$

де V_p — річна кількість рідкого металу, який використовують у цеху або на окремій дільниці, т; n_{\min} — розрахована кількість плавильних печей, які працюють одночасно в цеху або на окремій дільниці.

Коефіцієнтом нерівномірності K_n регулюють зміну металомісткості ливарних форм через зміну номенклатури виливків. Коефіцієнт необхідно використовувати особливо в умовах великої номенклатури литих заготовок, коли середня металомісткість форм може змінюватися більше, ніж у 1,5 разу.

Під час забезпечення металом однієї марки декількох технологічних потоків або за наявності в кожному потоці двох-трьох формувальних агрегатів нерівномірність використання металу можна дещо зменшити плануванням виготовлення на них форм різної металомісткості.

Певні складності виникають під час забезпечення плавильним агрегатом однієї лінії, оскільки в цьому разі нерівномірність металомісткості форм має відповідати діапазону зміни продуктивності плавильного агрегату.

Для злагодженої роботи плавильного і формувального відділень тактова (розрахункова) продуктивність формувального устаткування має бути дещо вищою від середньогодинної для компенсації можливих перерв під час виготовлення форм через простой як формувального, так і суміжного устаткування, тому потреба в рідкому металі в окремі періоди безперервної роботи формувального відділення може перевищувати на 20...40 % розрахункову продуктивність плавильного агрегату. Для забезпечення рідким металом формувальних відділень у такі періоди часу передбачають установлення підігрівальних міксерів рідкого металу і нагромаджувачів форм на дільницях їх заливання.

Місткість міксера, яка дорівнює одно-, двогодинній продуктивності плавильного агрегату, достатня для компенсації максимальної потреби в рідкому металі під час безупинної роботи формувальних ліній протягом 2...10 год.

Щоб продуктивність плавильного агрегату відповідала максимальній потребі формувального відділення в рідкому металі в цеху, необхідно передбачати дільниці кокільного, безперервного лиття та інших способів, на яких періодично можна використовувати надлишки рідкого металу під час простоїв основного виробництва.

Для виготовлення великих виливків продуктивність плавильного і міксерного устаткування визначають одночасною потребою

рідкого металу, маса якого дорівнює масі максимального виливка з елементами ливникової системи.

У тих випадках, коли метал плавиться монопроцесом у дугових печах періодичної дії з випусканням одночасно всього металу, розраховувати плавильне устаткування починають з визначення оптимальної місткості печі для кожного технологічного потоку.

У конвейєрних цехах місткості печей обумовлюють рівномірним забезпеченням ливарного конвейєра сплавом відносно невеликими порціями, які можуть бути розлиті до вихолонення металу.

Місткість печі визначають у цьому разі за формулою

$$\dot{A} = \frac{B_p K_i t_{\text{в}}}{\hat{O}_{\text{а}}},$$

де $t_{\text{ц}}$ — тривалість розливання однієї плавки, год.

У цехах великого і важкого литва місткість печей визначають за максимальною металомісткістю ливарної форми.

Кількість печей розраховують за формулою

$$n = \frac{B_p K_i}{\hat{O}_{\text{а}} q_{\text{дл}}},$$

де $q_{\text{розр}} = E / t_{\text{п.ц}}$ — продуктивність печі, т/год; $t_{\text{п.ц}}$ — повний цикл однієї плавки, год.

Щоб розрахувати кількість індукційних печей промислової частоти, важливо визначити місткість печі. Якщо місткість печі не можна визначити за максимальною масою виливка, тоді її розраховують за годинною потребою рідкого металу:

$$G_{\text{min}} = 2,5Q,$$

де G_{min} — мінімальна місткість печі, т; Q — годинна потреба рідкого металу для забезпечення формувального відділення, т/год.

Якщо не можна визначити продуктивність плавильного агрегату або це виконати з урахуванням різних технологічних факторів утруднено, необхідно скористатися значенням продуктивності, яка наведена в технічній характеристиці плавильної печі. Тоді кількість печей визначають за формулою

$$n = \frac{B_p K_i}{\hat{O}_{\text{а}} q},$$

де q — паспортна продуктивність печі, т/год.

У разі застосування дуплекс-процесу місткість плавильної печі лімітується місткістю міксера. Ефективна робота індукційних тигельних печей промислової частоти забезпечується місткістю індукційного міксера, яка має дорівнювати місткості плавильної печі.

Одну плавильну піч може обслуговувати два міксери, сумарна місткість яких не менша за місткість плавильної печі.

Кількість резервного плавильного устаткування залежить від тривалості міжремонтного циклу і ремонту.

Якщо використовують вагранки, які працюють без вибивання і поточного ремонту не більше двох або трьох змін, на кожну працюючу вагранку установлюють одну резервну. Такі вагранки komponують у блоки, які мають спільні повітрянагрівник, систему дозування і набирання шихти, повітрорудвні та деякі інші пристрої.

Для вагранок, які працюють більше одного тижня, резервну піч не встановлюють.

Індукційні та дугові печі можуть працювати до чергового поточного ремонту декілька місяців. У цих випадках для проведення планово-попереджувальних і капітальних ремонтів, непередбачуваних зупинок печей через прогоряння футеровки та з інших причин кількість резервних печей повинна становити 20 % від тих, що працюють. Коефіцієнт завантаження плавильного устаткування $K_3 = 0,80 \dots 0,85$.

Результати визначення кількості плавильних агрегатів оформлюють залежно від їх типу за формою 9 або 10 (табл. 5.11 або 5.12).

Форма 9

Таблиця 5.11

Результати розрахунку кількості вагранок

Поточна лінія або дільниця	Марка сплаву	Металозавалка, т/год	Вибрані вагранки	
			продуктивність, т/год	кількість пар вагранок
1	2	3	4	5

Розрахунок кількості індукційних печей має передувати вибір місткості тигля за наведеною вище методикою. Місткість тигля індукційної печі має бути не меншою за металомісткість найбільшої ливарної форми кожного потоку або дільниці.

5.1.5. Вибір та розрахунок необхідної для виконання річної програми кількості шихтових матеріалів

Якість рідкого металу, вихід придатного литва, продуктивність плавильного агрегату та собівартість готової продукції ливарних цехів залежать від кондиційності шихтових матеріалів, технологій їх приготування та плавлення.

Форма 10
Таблиця 5.12

Результати розрахунку електропечей

Поточна лінія або ділянка	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т/год	Тип електропечі	Місткість електропечі, т	Тривалість циклу плавлення, год	Середньогодинна продуктивність, т/год	Кількість електропечей, шт.		Коефіцієнт завантаження, K_3
							за розрахунком	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примітки: 1. Потрібну кількість рідкого металу (графа 3) визначають як відношення річної маси рідкого металу до кількості годин роботи печей протягом року.

2. Середньогодинну продуктивність (графа 7) визначають як відношення місткості печі до тривалості циклу плавлення. Тривалість циклу плавлення визначають виходячи з досвіду роботи аналогічних печей.

3. Коефіцієнт завантаження плавильних печей визначають на підставі

$$\text{граф 3, 7, 8, 9} \left(K_3 = \frac{3 \cdot 8}{7 \cdot 9} \right).$$

Шихта (нім. *Schicht* — шар, прошарок) — суміш вихідних матеріалів, які піддають переробленню в плавильних агрегатах.

Шихтові матеріали для виплавляння сплавів на основі заліза і кольорових металів складаються з таких компонентів:

– первинних компонентів — проміжних сплавів і напівфабрикатів, які постачають металургійні заводи:

- ливарних або переробних чавунів усіх марок;
- феросплавів;
- чистих кольорових металів і сплавів;
- лігатур;
- модифікаторів.

Ці матеріали характеризуються стабільністю хімічного складу і геометричної форми, а тому є найбільш дорогою частиною шихти;

– брухту і відходів, які надходять з підприємств вторинного чорного металу;

– звороту власного виробництва:

- 1) ливників і скрапу;
- 2) бракованих виливків;
- 3) стружки після механічного оброблення литих, кованих, штампованих та інших заготовок.

Напівфабрикати металургійного виробництва у вигляді металізованих і офлюсованих окатишів використовують під час виплавляння чавуну у вагранках і електропечах замість сталевих брухту.

Сталевий брухт є основним компонентом шихти для виплавляння сталей і підвищує якість чавуну під час як вагранкового плавлення, так і електроплавлення через зниження в ньому вуглецю, сірки і неметалевих вкраплень, але може бути джерелом потрапляння в чавун легувальних елементів (Cr, Mn, Si тощо).

Чавунний брухт (машинобудівний) за хімічним складом майже не відрізняється від чавунів, які виплавляють у ливарних цехах, але в зв'язку з тим, що під час плавлення у вагранці чавун насичується сіркою, то збільшення частки чавунного брухту в шихті призводить до суттєвого підвищення в новому розплаві вмісту сірки.

Металургійний чавунний брухт (бій виливниць) небажано використовувати як під час виплавляння чавуну у вагранці, так і в індукційній печі через нестабільність хімічного складу, великі габаритні розміри і масу та незадовільні спадкові властивості.

Стружки чавунну і сталеву можна використовувати як під час плавлення у вагранці, так і в електропечах. Виплавляння сталі здійснюють із застосуванням тільки сталевих стружок, а у вагранках — будь-яку, але доцільніше — у вигляді брикетів.

Використання власної стружки є особливо ефективним і економічно вигідним заходом.

В індукційні печі стружку завантажують переважно розсипом, але при цьому вона має бути тільки стабільного хімічного складу, не окиснена і така, що не містить мастил, емульсії, інших органічних речовин та воду. Кількість кожного компонента шихти залежить від типу плавильного агрегату і марки шихти.

Одним із загальноприйнятих методів (аналітичним, графічним або підбиранням) розраховують металеву частину шихтових матеріалів за марками сплавів, які виплавлятимуть, з повним використанням звороту власного виробництва, а потім визначають річну потребу кожного компонента.

Результати розрахунків заносять у відомість витрат основних і допоміжних матеріалів за формою 11 (табл. 5.13), окремо для кожного способу плавлення. У цю ж відомість заносять результати розрахунків кількості палива, флюсів, модифікаторів, вогнетривів та інших допоміжних матеріалів, використовуваних під час плавлення.

Форма 11
Таблиця 5.13

**Відомість витрат основних і допоміжних матеріалів,
необхідних для виплавляння сплавів на річну програму**

Індекс позиції	Найменування матеріалів	Марки сплавів								Усього	
		сплав 1		сплав 2		сплав 3		сплав 4			
		%	т	%	т	%	т	%	т	%	т
1	Металева шихта: ...										
2	Модифікатори: ...										
	Усього										
3	Флюси: ...										
4	Вогнетриви: ...										
5	Інші матеріали: ...										
6	Паливо або електроенергії: ...										

Питомі витрати цих матеріалів визначають за прогресивними галузевими нормативами або за довідковими даними.

Деякі дані наведено в табл. 5.14, а питомі витрати електроенергії, електродів і води — в табл. 5.15.

Таблиця 5.14

Орієнтовні питомі витрати компонентів металевої шихти, шлакоутворювальних матеріалів і вогнетривів для плавлення сплавів на основі заліза в різних плавильних агрегатах і з різними футеровками

Найменування матеріалів	Витрати, кг/т	Найменування матеріалів	Витрати, кг/т
Сірий чавун			
<i>1. Вагранка з гарячим дуттям</i>			
Чушковий ливарний чавун	300...350	Вапняк	30...40
Брухт чавунний	250...300	Цегла шамотна	20...25
Брухт сталевий	100...150	Глина вогнетривка	6...7
Зворот власного виробництва	Із балансу металу	Пісок кварцовий	4...5
Феромарганець	25...30	Порошок шамотний	4...5
Феросиліцій	15...20		
<i>2. Індукційна тигельна піч та індукційний міксер</i>			
Брухт чавунний	150...200	Електродний бій	13...16
Брухт сталевий	100...150	Кварц молотий	30...40
Стружка	300...400	Борна кислота	1,0...1,5
Зворот власного виробництва	Із балансу металу	Цегла шамотна	20...30
Феромарганець	5...7	Глина вогнетривка	14...18
Феросиліцій	25...35	Азбестовий лист	0,5...1,0
Ферохром	2...3		
Ковкий чавун			
<i>Дуплекс-процес: індукційна тигельна та індукційна канална печі</i>			
Брухт чавунний	100...150	Алюміній	0,2...0,3
Брухт сталевий	400...500	Кварц молотий	25...30
Пакети сталеві стружки	50...100	Борна кислота	0,7...1,0

Продовження табл. 5.14

Найменування матеріалів	Витрати, кг/т	Найменування матеріалів	Витрати, кг/т
Зворот власного виробництва	Із балансу металу	Високоглиноземисті вогнетриви	0,8...1,2
Феромарганець	25...30	Цегла шамотна	20...30
Феросиліцій	15...25	Глина вогнетривка	14...18
Ферохром	2...3	Азбестовий лист	0,5...1,0
Електродний бій	15...20		
Високоміцний чавун			
<i>Дуплекс процес: індукційна тигельна та дугова електропечі (основна футеровка)</i>			
Сталевий брухт	200...300	Графітізований коксик	4...6
Чушковий чавун	100...150	Феросиліцій 75 %-й	4...5
Чавунна стружка	100...150	Металевий магній	1,5...2,5
Зворот власного виробництва	Із балансу металу	Молотий кварц	25...30
Феромарганець	6...8	Кварцовий пісок і маршаліт	30...40
Феросиліцій	15...20	Борна кислота	0,7...1,0
Ферохром	1,0...1,5	Цегла шамотна	25...30
Вапно	25...30	Цегла магнезитова	4...5
Плавикий шпат	3...5	Магнезитовий порошок	20...25
Деревне вугілля	2...3		
Сталеве литво			
<i>Дугова електропіч з основною футеровкою</i>			
Брухт сталевий	600...700	Плавикий шпат	4...6
Зворот власного виробництва	Із балансу металу	Цегла шамотна	30...45
Чушковий переробний чавун	80...90	Цегла магнезитова	9...11
Феромарганець доменний	8...10	Цегла хромомагнезитова	9...11
Феросиліцій 45 %-й	8...10	Порошок магнезитовий	20...30

Закінчення табл. 5.14

Найменування	Витрати, кг/т	Найменування	Витрати, кг/т
--------------	---------------	--------------	---------------

матеріалів		матеріалів	
Розкиснювачі (алюміній, силіко-кальцій тощо)	2...3	Порошок шамотний	4...6
Руда залізна	30...43	Глина вогнетривка	9...11
Вапно	90...110	Азбест листовий	0,5...1,0
Дугова електроніч з кислото футеровкою			
Брухт сталевий	650...700	Цегла шамотна	25...30
Зворот власного виробництва	Із балансу металу	Цегла динасова	15...20
Феромарганець доменний	15...20	Порошок динасовий	10...15
Феросиліцій 45 %-й	8...10	Глина вогнетривка	8...10
Розкиснювачі (алюміній, силіко-кальцій тощо)	2...3	Кварцовий пісок	2...3
Кварцовий пісок	25...30	Шамот молотий	10...15
Руда залізна	25...30	Азбест листовий	0,5...1,0
Вапно	20...25		

Примітки: 1. Питомі витрати матеріалів печами типу ІСТ наведено в розділі 10.

2. Питомі витрати матеріалів уточнюють і наводять відповідно до застосовуваних технологічних процесів плавлення і типів плавильних агрегатів.

Таблиця 5.15

Питомі витрати технологічної електроенергії, електродів і води під час плавлення та витримання сплавів на основі заліза в електронечах і роздавальних міксерах

Тип печі	Витрати на 1 т рідкого металу		Витрати води, м ³ /год
	електроенергії, кВт·год	електродів графітованих, кг	
Чавунне литво			
ІЧТ-1/0,4	650...700	—	5
ІЧТ-2,5/1,0			10
ІЧТ-6/2,5	600...650		15
ІЧТ-10/4,0			30
ІЧТ-10/2,5			30

Закінчення табл. 5.15

Тип печі	Витрати на 1 т рідкого металу		Витрати води, м ³ /год
	електроенергії, кВт·год	електродів графітованих, кг	
ІЧТ-16/2,5	550...600		40
ІЧТ-21,5/7,1			45
ІЧТ-21,5/5,6			45
ІЧТ-21,5/4,0			45
ІЧТ-31/12,5			50
ІЧТ-31/4,1			50
ІЧТМ-1/0,18	80...120	–	5
ІЧТМ-2,5/0,4			6
ІЧТМ-6/1,6			8
ІЧТМ-6/1,0	80...120	–	8
ІЧТМ-10/1,6			10
ІЧТМ-10/1,0			10
ІЧТМ-16/1,6			13
ІЧТМ-21,5/4,0			15
ІЧТМ-21,5/2,5			15
ІЧТМ-31/4,0			18
ІЧТМ-31/2,5			18
ДЧП-3	140...160	6...8	10
ДЧП-6	120...140		15
Сталеве литво			
<i>Печі з основною футеровкою</i>			
ДСП-3	850...900	19...21	10
ДСП-6	800...850	18...20	20
ДСП-12	750...800	17...19	30
ДСП-25		16...18	35
ДСП-50		15...17	40
<i>Печі з кислою футеровкою</i>			
ДСП-3	700...750	16..18	10
ДСП-6	650...700	15..17	20
ДСП-12			30

Примітки: 1. Питомі витрати електроенергії і води печами типу ІСТ наведено в розділі 7.

2. Витрати електроенергії і електродів подано для варіанта використання шихти без попереднього нагрівання.

5.1.6. Системи набирання та зважування компонентів шихти

Однією з основних умов надійної роботи плавильних агрегатів, забезпечення ними формувальних відділень металом високої якості є своєчасне і безперебійне завантаження печей точно дозованою шихтою.

Якість металевої шихти характеризується передусім її об'ємною масою. Практика показує, що найкращі показники роботи печей у період плавлення шихти досягаються, якщо об'ємна маса останньої становить 3,0...4,5 т/м³.

Вагранки завантажують дозами, що дорівнюють за масою 1/10...1/12 годинної продуктивності печі. В одну баддю завантажують повну масу металевих компонентів, палива і флюсів.

Індукційні печі, які працюють з «болотом», завантажують дозами, що дорівнюють або дещо менші від маси рідкого металу, який випускають із печі за один раз.

У дугові печі завантажують відразу повну металозавалку масою, яка дорівнює місткості печі. За наявності легковагих шихтових матеріалів допускається завантаження дугової печі за два рази, причому другу дозу необхідно завантажувати відразу після розплавлення першої і в підігрітому стані.

Технологічний процес набирання, дозування і завантаження шихти в плавильну піч можна поділити на такі операції:

- набирання і передавання всіх металевих і неметалевих компонентів шихти до масовимірювальних пристроїв;
- зважування всіх компонентів шихти. Після зважування шихти доцільно її підігріти;
- завантаження підготовленої дози шихти в піч з використанням спеціальних пристроїв.

Для передавання металевих компонентів шихти до масовимірювальних пристроїв використовують дві системи:

- витратні бункери з траковими вібраційними та інерційними живильниками;
- витратні засіки і мостовий кран з магнетною шайбою (для феромагнетних компонентів шихти) або грейфером (для неферомагнетних матеріалів).

Практика експлуатації бункерів з живильниками показує, що надійність їх роботи залежить від якості приготовленої шихти: ви-

користання негабаритної шихти (великі куски, складна геометрія тощо) часто призводить до зависання матеріалу в бункерах. У цих випадках доцільно використовувати додаткові вібраційні механізми, хоча це не завжди запобігає зависанню компонентів шихти.

Отже, для надійної роботи системи передавання компонентів шихти до масовимірювальних пристроїв необхідно використовувати шихтові матеріали з оптимальними розмірами кусків.

Відповідно до вимог нормативних документів використовують куски шихти таких розмірів та маси:

- **дрібні** – розміри до 100×100×100 мм; маса — 2...7 кг;
- **середні** – від 100×100×100 мм до 250×250×250 мм; маса — від 8 до 40 кг;
- **великі** – від 250×250×250 мм до 600×350×250 мм; маса — від 40 кг до 1/50 маси металозавалки.

Для інтенсифікації процесу плавлення шихти, підвищення продуктивності плавильного агрегату, зменшення угару елементів тощо для печей різної місткості можна використати співвідношення між кусками шихти окремих груп, які наведено в табл. 5.16.

Таблиця 5.16

Рекомендовані співвідношення між кусками шихти в металозавалці перед завантажуванням печей для їх ефективної роботи

Місткість печі, т	Співвідношення кусків шихти, %		
	великих	середніх	дрібних
1...6	20...30	30...40	30...35
6...12	25...35	30...40	25...30
12..25	30...40	25...40	20..25
25...50	40...50	25...35	15...20

Практика експлуатації електропечей показує, що для високоефективної їх роботи вибрати правильне співвідношення між окремими групами шихти недостатньо. Не менше важливо правильно розмістити шихтові матеріали у печі. Наприклад, шихта в електродуговій печі має бути розміщена у вигляді півкулі так, щоб на укосах зосередилась найменша її кількість. У чавуноливарних і сталеливарних цехах застосовують також систему набирання і подавання шихти за допомогою електромагнетної шайби з регульованою вантажопіднімністю.

Така система дає змогу використовувати негабаритну і великогабаритну шихту, придатну для великих печей, і підвищувати надійність роботи системи завдяки простоті застосування механізмів, а також тому, що куски шихти можна кидати в піч з меншої висоти.

Процес дозування за допомогою електромагнетної шайби проводять попереднім набиранням шайбою деякої, навмисне більшої, кількості шихти і наступним скиданням зайвих кусків назад у бункер (за показанням кранового масовимірювального пристрою) або поступовим скиданням шихти з крана в бункерні ваги до заданої маси (рис. 5.8).

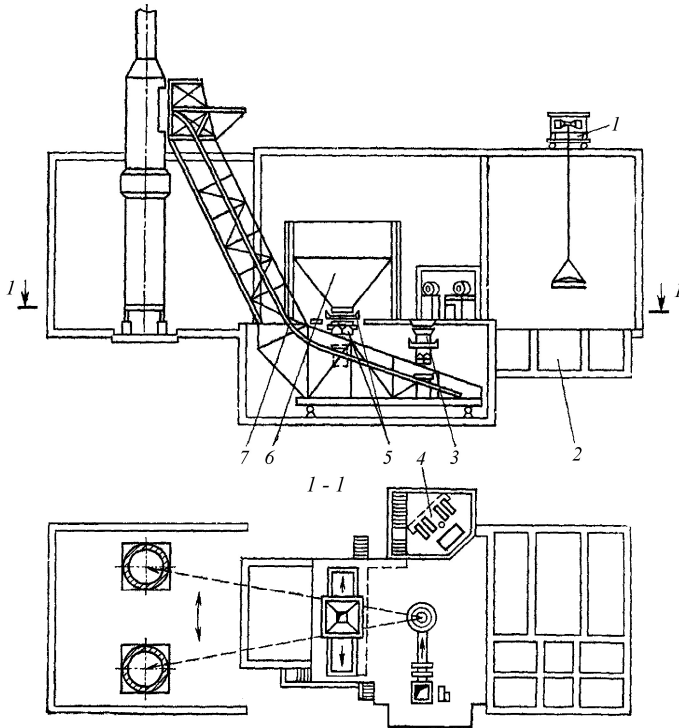


Рис. 5.8. Схеми дозування шихти за допомогою магнетної шайби, кранових і бункерних масовимірювальних пристроїв:

- 1 — кран з магнетною шайбою і масовимірювальним пристроєм;
- 2 — витратні бункери з металевою шихтою; 3 — бункерний масовимірювальний пристрій; 4 — пульт керування; 5 — дозатор для коксу, вапняку і феросплавів; 6 — бункерна естакада для коксу, вапняку і феросплавів; 7 — підйомник для завантажування шихти в піч

Для передавання немагнетних компонентів із витратних бункерів через масовимірювальні пристрої використовують вібраційні живильники.

Масовимірювальні пристрої в установках дозування шихтових матеріалів піддаються значним ударним і вібраційним навантаженням і, окрім цього, працюють в умовах запиленого середовища ливарного цеху.

Досвід їх експлуатації показує, що найнадійнішими в таких умовах є масовимірювальні пристрої на тензометричних і магнетотривких датчиках. Вони мають високу точність і надійність під час роботи з ударними навантаженнями і можуть бути використані в системі набирання і дозування шихти в плавильну піч з місцевим, дистанційним або автоматичним керуванням.

Для транспортування і завантаження в піч зважених і набраних у баддю шихтових матеріалів застосовують похилі підйомники (для вагранок), монорейкові візки (індукційні печі) і мостові або консольні крани (індукційні й дугові печі).

У кожному випадку застосовують завантажувальні пристрої – бадді — різної конструкції (рис. 5.9).

Для вагранок застосовують бадді перекидні, з відкидним і ко-нічним днищами (рис. 5.9, а, б, в).

Більш ефективним способом завантажування шихти у вагранку є використання автоматичної лінії (рис. 5.10).

В електроплавильні дугові печі шихту завантажують спеціальною баддею, днище якої складається із секторів, що збігаються у вихідному положенні і утворюють дно. Крюки на кінцях секторів зв'язують мотузкою. У печі мотузка згоряє і сектори розкриваються. Під час завантаження шихти в холодну піч використовують бадді з механічним відкриванням секторного днища.

Підігрівають шихту в спеціальній бадді, яка має зовнішній футерований і внутрішній (для завантажування шихти) корпуси.

Баддю ставлять під нагрівальну камеру з газовим пальником або нафтовою форсункою. Продукти горіння пронизують шихту, потім піднімаються уверх і омивають стінки внутрішнього корпусу.

Частина газів виходить через вікна зовнішнього корпусу.

Середня температура нагрівання шихти становить 600...650 °С.

Кращим варіантом підігрівання шихти є використання гарячих газів, які відходять від плавильного агрегату.

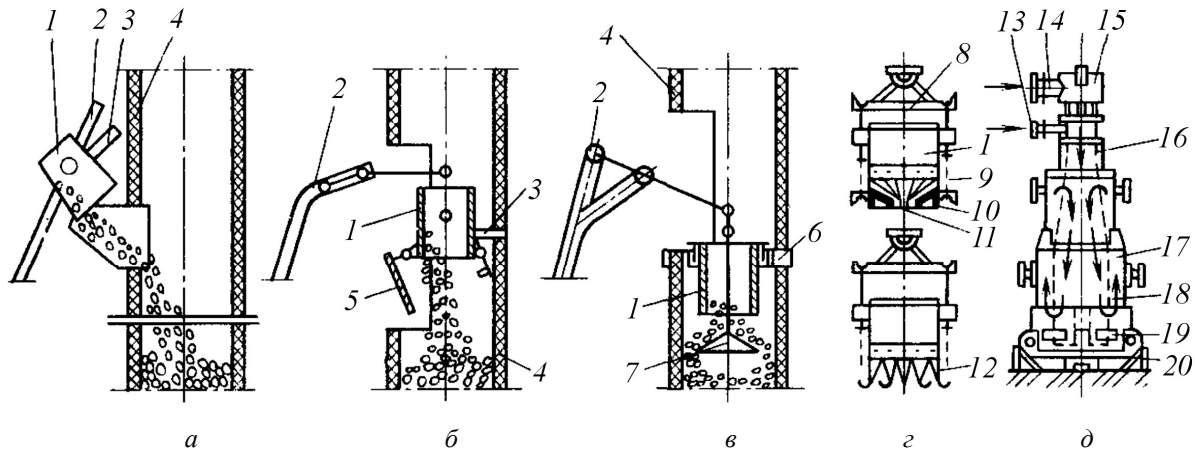


Рис. 5.9. Бадді для завантажування плавильних агрегатів:

a — перекидна; *б* — з відкидним днищем; *в* — з конічним днищем;

г — із секторним днищем; *д* — з підігріванням шихти;

1 — баддя; 2 — траса підіймача; 3 — упор; 4 — вагранка; 5 — відкидне днище; 6 — опора для фіксації бадді;

7 — конічне днище; 8 — траверса; 9 — ланцюг; 10 — жорстке днище; 11 — вузол зв'язування секторів;

12 — сектор днища; 13 — патрубок для подавання газу; 14 — патрубок для подавання повітря;

15 — пальник; 16 — камера згоряння; 17 — зовнішній корпус бадді; 18 — внутрішній корпус бадді;

19 — вікна для виходу газів; 20 — ступка днища

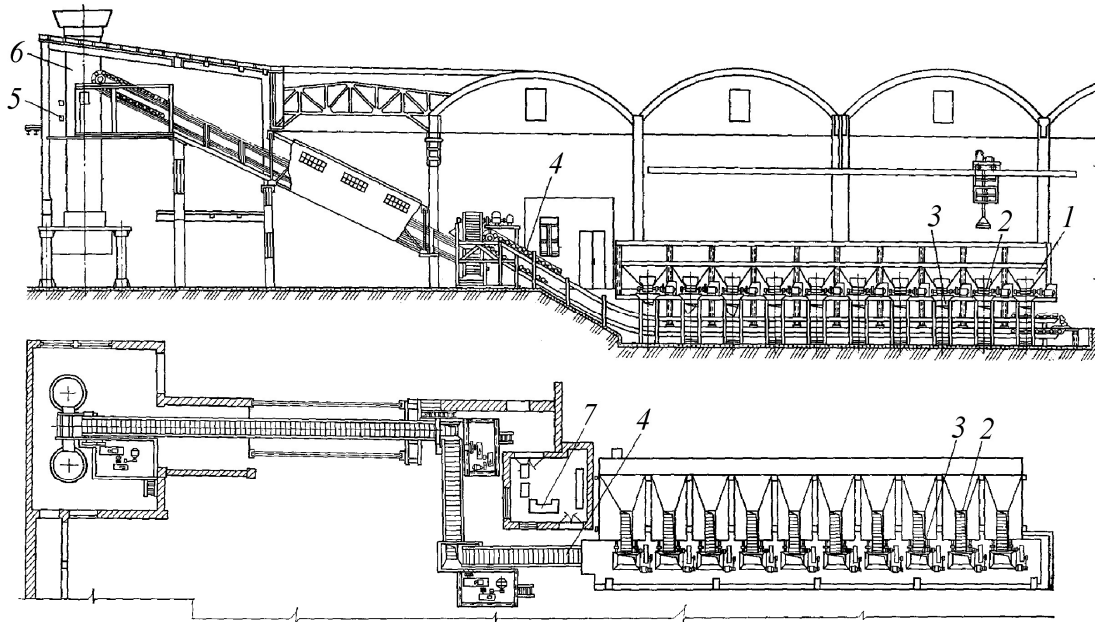


Рис. 5.10. Автоматична лінія безперервного завантажування шихти
у вагранку продуктивністю 20 т/год:

1 — бункерна естакада з бункерами; 2 — тракові живильники; 3 — вагові дозатори;
4 — пластинчастий конвейер; 5 — вагранка; 6 — вимірювач рівня шихти; 7 — обчислювальна техніка

На практиці плавлення металу в електропечах доцільно інтенсифікувати попереднім підігріванням шихти перед завантаженням її в піч з використанням таких баддей, оскільки цей захід дає змогу знижувати витрати електроенергії, підвищувати продуктивність печей і поліпшувати санітарно-гігієнічні умови в плавильному відділенні. Під час підігрівання шихти, навіть до температур 300...400 °С, видаляються волога і більшість летких органічних речовин, а під час підігрівання шихти для виплавлення сплавів на основі заліза до температур 600...800 °С з її поверхні, окрім цього, видаляються легкоплавкі кольорові метали і сплави, підвищується на 20...35 % продуктивність печей і на 20...30 % зменшуються витрати електроенергії. Якісне підігрівання шихти можливе також в спеціальних установках швидкісного нагрівання в неокиснюваній атмосфері, розроблених Інститутом газу НАН України. Шихту підігрівають після завантаження в баддю і розміщення її в установці.

Печі, місткість яких менша від однієї тонни, завантажують переважно вручну. Системи дозування і завантаження шихти наділяють дистанційним або автоматичним керуванням з центрального пульта оператора плавильного відділення або зі спеціального пульта керування операціями шихтування.

5.1.7. Розрахунок парку ковшів і ковшової ділянки

У ливарні форми метал розливають за допомогою спеціальних заливальних ковшів (рис. 5.11—5.14). В умовах масового і великосерійного виробництва сталевих виливків, тобто там, де діє конвеєрне виробництво, сталі розливають двоступенево: із дугової електропечі метал випускають у розливальний ківш, місткість якого дає змогу випускати з печі одночасно весь розплав і шлак.

Заповнений металом ківш установлюють на стэнд для видавання сплаву в заливальні ковші, які цеховим транспортом передають після заповнення на ділянку заливання форм. У цьому разі використовують звичайні ковші з носиком або чайникові, які більш надійні щодо попередження потрапляння шлаку в ливарну форму.

Під час виробництва середніх і великих виливків зі сталей використовують стопорні ковші. Стопор являє собою залізний стрижень, захищений від розплаву товстостінними вогнетривкими трубками. Пробку стопора виготовляють також з вогнетривкого матеріалу і нагвинчують на залізний стрижень, який має на кінці відповідну нарізку.

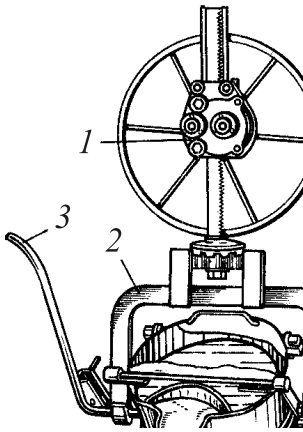


Рис. 5.11. Монорейковий ливарний ковш:
 1 — механізм підняття і опускання ковша; 2 — траверса; 3 — рукоятка для нахилання ковша

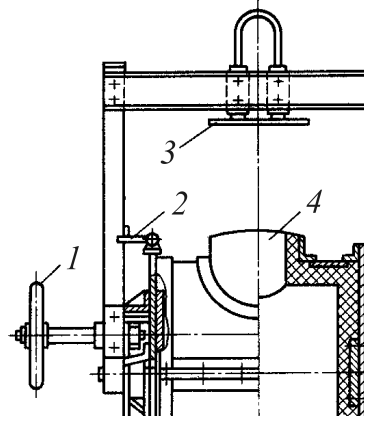


Рис. 5.12. Барабанний ковш:
 1 — штурвал; 2 — запобіжна скоба; 3 — щиток-екран; 4 — носик

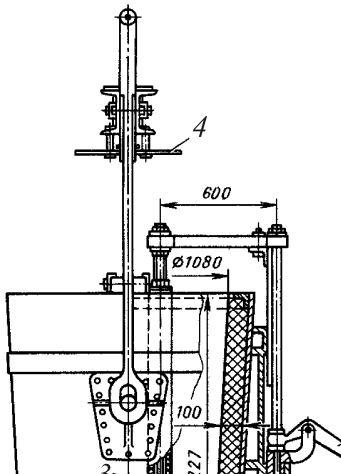


Рис. 5.13. Стопорний ковш:
 1 — стакан; 2 — пробка;
 3 — стопорна втулка;
 4 — щиток-екран; 5 — важіль

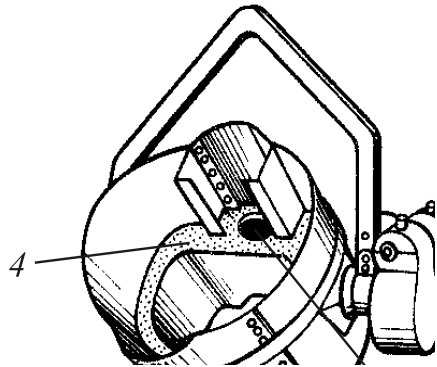


Рис. 5.14. Чайниковий крановий ковш:
 1 — механізм нахилання ковша;
 2 — сифонний канал; 3 — носик;
 4 — перегородка

Піднімаючи й опускаючи стопор за допомогою спеціального механізму, закріпленого на зовнішній поверхні ковша, можна відкривати або закривати отвір у стакані.

Для того, щоб стопор не приварювався до стакана, пробку і стакан виготовляють з різних матеріалів.

Пробки

Графіт або графітошамот

Шамот

Високоглиноземистий
вогнетрив

Стакани

Шамот

Магнезит, графіт,
графітошамот

Шамот

Швидкість витікання металу з ковша залежить від діаметра отвору в стакані, ширини щілини між пробкою та стаканом (цю ширину регулюють підніманням або опусканням стопора) і від висоти стовпа металу в ковші.

Діаметр отвору стакана можна вибирати залежно від маси виливків у формі.

Діаметр отвору в стакані, мм	25	30...35	35...40	40...50
Маса металу у формі, кг	менше за 30	31...100	101...500	501...1000

Необхідно відзначити, що діаметр отвору стакана погоджують також з прийнятими температурами розливання і хімічним складом сталі. Чим вища температура, тим меншим може бути діаметр стакана. Для розливання в'язкої сталі (з високим умістом хрому, алюмінію, титану) установлюють стакани з більшими отворами.

Стопор і стакан змінюють перед кожним новим заповненням ковша металом, а тому на ковшовій дільниці плавильного відділення передбачають відповідні стенди для примусового охолодження ковшів після використання і заміни стопорних пристроїв.

Останнім часом у сталеливарних цехах почали використовувати ковші з набивною футеровкою. Стійкість набивної футеровки порівняно з цегляною вища через утворення на поверхні стінок глазури, яка під час експлуатації ковша потовщується від 0,3 до 0,5% товщини футеровки і забезпечує їй високу щільність і стійкість.

Оскільки термін сушіння набивної футеровки становить не менше 8 год, то на ковшовій дільниці необхідно передбачати відповідну кількість стендів для сушіння ковшів.

Деякі конструкції стендів для сушіння різних ковшів показано на рис. 5.15.

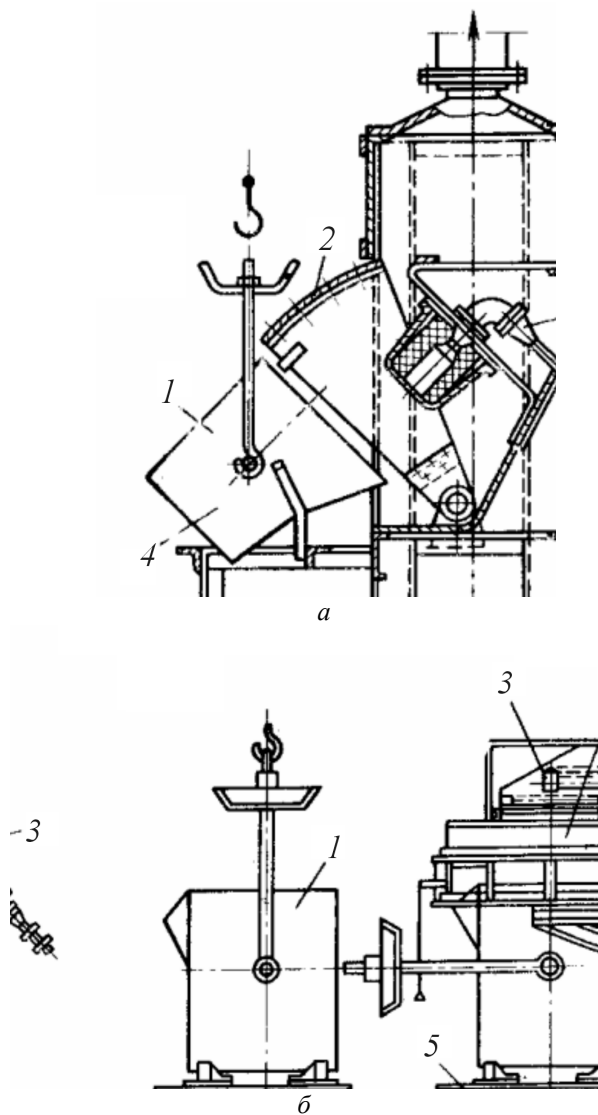


Рис. 5.15. Стенди для сушіння і підігрівання ковшів:
a — монорейкових; *б* — кранових; 1 — ківш; 2 — відкидний зонт;
 3 — газовий пальник; 4 — витяжний зонт; 5 — електрокар

Стійкість набивної футеровки досягає 40...60 заливань металом з витратами її 2...4 кг/т сплаву.

Використання дуплекс-процесу індукційна тигельна піч промислової частоти та індукційний міксер (під час виробництва чавунних виливків) дає змогу в умовах конвейерного виробництва вибрати місткість ковша залежно від металомісткості ливарних форм.

Рекомендації щодо вибору місткості заливальних ковшів наведені в табл. 5.17.

Таблиця 5.17

Місткість заливальних ковшів залежно від металомісткості ливарних форм

Індекс позиції	Середня маса металу в одній формі, кг	Середня кількість форм, які заливають одним ковшем, шт.	Місткість ковша, кг
1	9	18...20	150...200
2	14	14...18	200...250
3	25	8...10	200...250
4	100	5...6	500...600

В умовах масового та великосерійного виробництва кількість форм, що заливають з одного ковша, визначають за формулою

$$n = \frac{KL V_{\text{к}}}{a},$$

де K — кількість форм на візку конвейєра, шт.; L — цикл обертання заливального ковша, хв (для ковшів місткістю 150...200 кг — 10 хв, для ковшів 500...1000 кг — 15 хв); $V_{\text{к}}$ — швидкість руху конвейєра, м/хв (0,6...10,0 м/хв); a — крок візка конвейєра, м.

У сталеливарних цехах місткість ковшів визначають місткістю плавильної електродугової печі з урахуванням шлаку, який випускають разом з металом. Кількість ковшів визначають виходячи з їх циклу обертання (табл. 5.18).

Параметри кранових ковшів наведено в табл. 5.19, а монорейкових — у табл. 5.20.

Таблиця 5.18

Цикл обертання ковшів

Індекс позиції	Тип ковша	Місткість ковша, кг	Цикл обертання ковша, хв
1	Ручний	до 70	4...5
2	Крановий чайниковий	71...120	5...6
3		150...250	10
4		500...1000	15
5		1001...5000	20
6	Крановий стопорний	1000	180
7		2000...3000	240
8		5000...7000	300
9		8000...12000	350
10		15000...20000	400

Таблиця 5.19

Параметри кранових ковшів

Індекс позиції	Місткість, т	Маса з траверсою, механізмом поворотання і футеровкою, т	Висота, мм	Довжина, мм	Діаметр, мм	Габарит у нахиленому стані, мм
Конічні						
1	1	1,00	1910	1680	710	1140
2	2	1,33	2100	1840	860	1340
3	3	1,73	2240	1950	970	1540
4	4	2,19	2500	2110	1060	1650
5	5	2,44	2580	2240	1140	1750
6	6	3,32	2800	2350	1280	2040
7	8	4,29	3100	2650	1390	2140
8	10	5,65	3220	2810	1550	2360
9	12	6,60	3520	2890	1630	2540

Закінчення табл. 5.19

Індекс позиції	Місткість, т	Маса з траверсою, механізмом повертання і футеровкою, т	Висота, мм	Довжина, мм	Діаметр, мм	Габарит у нахиленому стані, мм
10	16	7,51	3890	3000	1780	2740
11	20	9,06	4030	3130	1900	2920
12	25	15,31	5140	3290	2030	3100
13	30	19,20	5300	3380	211	3280
14	40	31,88	5520	3880	2310	3800
15	50	35,50	6430	4460	2570	3940
16	70	43,92	6980	4780	2820	4340
Стопорні						
17	1	1,10	1910	1510	760	–
18	2	1,48	2080	1680	910	–
19	3	2,03	2210	1780	1020	–
20	4	3,05	2550	2020	1190	–
21	5	3,40	2630	2070	1216	–
22	6	3,89	2800	2130	1340	–
23	8	4,84	3120	2330	1450	–
24	10	6,21	3280	2480	1600	–
25	12	7,28	3360	2550	1680	–
26	16	8,39	3540	2670	1820	–
27	20	10,15	3680	2790	1940	–
28	25	10,41	3910	3230	2060	–
29	30	13,78	4090	3390	2160	–
30	40	17,46	4300	3550	2380	–
31	50	25,17	6400	3740	2560	–
32	70	31,60	7020	4020	2840	–
Барабанні						
33	1	1,05	1530	1470	800	1280
34	2	1,50	1900	1650	950	1460
35	3	1,90	2030	1770	1070	1670
36	4	2,50	230	2020	1210	1880
37	5	2,90	2440	2170	1260	1970

Таблиця 5.20

Параметри монорейкових ковшів

Індекс позиції	Місткість, т	Маса з траверсою, механізмом повертання і футеровкою, кг	Висота, мм	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота від низу ковша до осі повертання, мм	Відстань (радіус) від носика ковша до осі повертання, мм
Конічні							
1	100	85	1055	1400	460	225	280
2	150	94	1105	1440	520	275	315
3	250	115	1145	1445	610	315	363
4	400	190	1210	1470	730	395	435
5	500	220	1285	1510	770	440	455
6	350	245	1295	1545	810	460	485
7	800	310	1310	1595	860	485	528
Чайникові							
8	100	87	1055	1400	440	225	314
9	150	100	1105	1440	480	275	343
10	250	122	1145	1510	550	315	390
Барабанні							
11	400	290	1040	1480	630	345	345
12	500	470	1200	1570	790	425	425
13	650	535	1270	1600	870	460	460
14	800	585	1310	1720	910	480	480

У випадках виплавляння чавуну в індукційних печах або чавуну і сталі в дугових електропечах монопроцесом кількість ковшів визначають залежно від умов раціонального відбирання металу й економного витрачання енергії:

$$n = \frac{MK_i}{EH}.$$

де M — розрахункова годинна потреба в рідкому металі, т/год; K_n — коефіцієнт нерівномірності виплавляння та використання рідкого металу; E — вибрана місткість ковша, т; H — кількість відбирань металу за годину (для індукційних печей $H \geq 3$, для дугових $H \leq 1$).

Крім стендів для охолодження ковшів, заміни стопорних пристроїв та сушіння футеровки на ковшовій дільниці плавильного відділення передбачають ґратку для вибивання ковшів, стенди для їх футерування та місця для зберігання ковшів.

Ковшову дільницю оснащують змішувачами для приготування футерувальної маси та необхідною оснасткою для виготовлення футеровки ковшів.

Для набирання склепінь для дугових електropечей в обох торцях пічного прогону передбачають стенди-шаблони.

5.1.8. Визначення основних параметрів приміщень та вантажопіднімальних засобів

Основні розміри приміщень плавильних відділень визначають виходячи із умов зручного і безпечного обслуговування плавильних агрегатів.

Поверховість плавильних відділень визначають поверховістю цеху. Якщо цех двоповерховий, використовують додаткові колони і підсилюють перекриття першого поверху.

За умови виконання металевого каркаса будівлі крок колон беруть рівним 12 м, а якщо каркас залізобетонний — 6 м. Другий варіант використовують переважно в разі установаження плавильних печей середньої продуктивності.

Оскільки в плавильному відділенні виокремлюються половина тепла, яке утворюється під час виробництва виливків (1 т литва — 8200...12400 Дж), газу, пилу тощо, висота будівлі має бути більшою або, в крайньому разі, дорівнювати висоті решти відділень цеху.

З урахуванням наведених вище причин плавильні прогони обов'язково оснащують аераційними ліхтарями.

Підлогу в плавильному відділенні виготовляють із чавунних або сталевих плит, які укладають на бетонну основу завтовшки не менше 100 мм.

Піднімально-транспортні засоби мають обслуговувати все технологічне устаткування, розташоване на основних площах і в окремих приміщеннях плавильного відділення.

Перевагу віддають крановому обслуговуванню. Крани експлуатуються у важких умовах, а тому для гарантування безпечної роботи всі їх механізми, які задіяні в операціях транспортування рідкого металу і заливання форм, оснащують додатковими гальмівними пристроями.

Краном керують із кабіни або з дистанційного пульта. Таку ж схему керування кранами застосовують для обслуговування дільниці підготовки, дозування і транспортування шихти.

Із підлоги керують тільки піднімально-транспортними засобами, якими обслуговують допоміжні дільниці приготування і ремонту футеровки тощо.

Вантажопіднімність піднімально-транспортних засобів має бути на 20...25 % більшою від максимальної маси вантажу, який транспортують під час завантажування шихти, розливання металу у форми або переливання його в міксери, обслуговування і ремонту печей тощо.

У випадку, коли розплав із плавильних печей транспортують на дільниці заливання форм або на місця наступного його позапічного оброблення одними і тими ж транспортними засобами, то вантажопіднімність останніх визначають за масою найбільшого ковша зі сплавом.

Плавильне устаткування необхідно забезпечувати безперебійним електропостачанням, тому його підмикають до електричної мережі через автоматичні аварійні пристрої.

Перерва у водопостачанні під час роботи устаткування може бути не тривалішою ніж 10...12 хв.

Окремі вузли плавильного устаткування в цей час забезпечують водою, яку подають від резервних вмістилищ. Їх установлюють на майданчиках, які монтують у плавильному відділенні на певній висоті від підлоги.

Крім основних дільниць (приймання, підготовки і дозування шихти та плавлення металу), у структурі плавильного відділення передбачають допоміжні дільниці ремонту устаткування і ковшів та позапічного оброблення металу.

На дільниці ремонту готують вогнетривку масу, набирають нові склепіння дугових печей, кришок копильників і виконують повний цикл підготування (видалення використаної футеровки, футерування, сушіння і підігрівання) ковшів до повторного використання. Кожну операцію забезпечують відповідним устаткуванням.

Якщо шихту готують на базисному складі, то тут доцільно розташовувати устаткування для оброблення і приготування вихідних футерувальних матеріалів.

Дільниця приготування футерувальних мас повинна бути оснащена вантажопіднімальними засобами для обслуговування устаткування, транспортування до нього вихідних матеріалів і готових сумішей до місць футерування ковшів і набирання склепінь.

Місця ремонту футеровки необхідно забезпечувати пристроями для прибирання залишків використаної маси.

Стенди для сушіння дрібних і середніх ковшів обладнують місцевими витяжними зонтами та інжекційними пальниками середнього тиску. Великі ковші сушать двоканальними довгополумєними пальниками, для цього їх установлюють горизонтально або вертикально, а стенд обладнують поворотним витяжним зонтом.

Ковші перед заповненням їх металом підігрівають на стендах такої ж конструкції.

Для контролю якості виплавленого металу в плавильному відділенні, безпосередньо біля плавильних печей, облаштовують місця для заливання технологічних проб.

На цих місцях можуть бути установлені деякі прилади для експрес-аналізу хімічного складу сплаву (наприклад, для термографічного визначення вуглецевого еквівалента в чавуні за кривими охолодження).

Дільницю відбирання проб необхідно з'єднувати пневмопоштою з експрес-лабораторією хімічного або спектрального аналізу сплавів.

Експрес-лабораторію для визначення хімічного складу металів розміщують в адміністративно-побутовому корпусі або на площах центральної заводської лабораторії.

У сучасних ливарних цехах використовують різні способи позапічного оброблення рідкого металу, які надають йому кращих властивостей (ливарних, механічних, спеціальних) або готують різні марки із одного базового сплаву.

Кожна обрана технологія ковшової металургії має бути забезпечена відповідним устаткуванням і пристроями та дільницями для виконання технології на площах плавильного відділення.

Як один з перспективних способів десульфурації, дефосфорації і розкиснення сталей можна вирізнити використання синтетичних шлаків. Для цього розплавлений у спеціальній електричній печі високоосновний шлак розрахованого хімічного складу зливають у ківш, в який випускатимуть сталь.

У процесі перемішування шлаку і сталі під час заповнення ковша металом сірка, фосфор і кисень переходять із металу в шлак, який вилівають у спеціальну шлаківницю.

Для дегазації сталі, виплавленої в дуговій електропечі, доцільно використовувати вакуумне оброблення її в камері, в яку установлюють ківш з металом. Тривалість оброблення – 10...15 хв.

Основні параметри прогонів, розміри приміщень, показники вантажопіднімальних засобів плавильних відділень, оснащених вагранками, електричними індукційними та дуговими печами з різним їх компонуванням, наведено в табл. 5.21 і 5.22 та показано на рис. 5.16—5.19.

У табл. 5.21 і 5.22 наведено мінімально необхідні розміри плавильних прогонів, які можуть бути скориговані з урахуванням об'ємно-будівельного рішення будівлі ливарного цеху в цілому.

Крім того, під час розроблення робочих креслеників деякі параметри будівлі уточнюють, що зумовлено головним чином із змінами габаритних розмірів і конструкції придбаного плавильного і трансформаторного устаткування порівняно із запропонованим раніше.

Таблиця 5.21

**Розміри прогонів і вантажопіднімальні засоби плавильних відділень
з різними плавильними агрегатами (відповідно до рис. 5.16; 5.17; 5.18)**

Ін-декс по-зиції	Тип і модель печі	Мінімальна відстань між осями печей A , мм	Мінімальна вантажопідйомність транспортних засобів, т	Розміри прогонів, м			
				ширина, B	висота до низу конст-рукцій покрівлі від підлоги, на якій установлена піч, H	висота до голо-вки під-кранової рейки, h	крок колон
Вагранки							
1	95111	6	1,5*	18; 24	16,8	–	6; 12
2	95112	6	1,5*	24; 30	16,8	–	6; 12
3	95113	6	2,5*	24; 30	16,8	–	6; 12
4	95114	8	4,5*	30; 36	21,6	–	12
5	95115	10	4,5*	30; 36	21,6	–	12
Індукційні печі							
6	ИСТ-0,16	2,5	1,0	18; 24	10,8	8,15	6; 12
7	ИСТ-0,25	3,5	1,0	18; 24	10,8	8,15	6; 12
8	ИСТ-0,4	5,0	1,0	18; 24	10,8	8,15	6; 12

Індекси позиції	Тип і модель печі	Мінімальна відстань між осями печей A , мм	Мінімальна вантажопідйомність транспортних засобів, т	Розміри прогонів, м			
				ширина, B	висота до низу конструкцій покрівлі від підлоги, на якій установлена піч, H	висота до головки підкранової рейки, h	крок колон
9	ИЧТ-1; ИСТ-1	5,0	5,0	24	10,8	8,15	6; 12
10	ИЧТ-2,5; ИСТ-2,5	6,0	5,0	24	10,8	8,15	6; 12
11	ИЧТ-6; ИСТ-6	6,0	10,0	24	12,6	9,65	6; 12
12	ИЧТ-10	6,6	15,0	24; 30	12,6	9,65	6; 12
13	ИЧТ-16	6,6	20,0	24; 30	12,6	9,65	6; 12
14	ИЧТ-21	7,5	25,0	24; 30	16,8	12,65	12
15	ИЧТ-31	8,0	50,0	30; 36	16,8	12,65	12
16	ИЧТ-60	10,0	75,0	30; 36	16,8	12,65	12
Дугові печі							
17	ДСП-3	$\frac{9,5^{**}}{14,5}$	10	18; 24	10,8	8,15	12

Індексопозиції	Тип і модель печі	Мінімальна відстань між осями печей A , мм	Мінімальна вантажопідйомність транспортних засобів, т	Розміри прогонів, м			
				ширина, B	висота до низу конструкцій покрівлі від підлоги, на якій установлена піч, H	висота до головки підкранової рейки, h	крок колон
18	ДСП-6	$\frac{12,0^{**}}{18,0}$	20/5	24; 30	12,6	9,65	12
19	ДСП-12	$\frac{14,0^{**}}{18,0}$	30/5	24; 30	14,4	11,45	12
20	ДСП-25	$\frac{12,0^{***}}{34,0}$	50/10	24; 30	23,4	18,05	12
21	ДСП-50	$\frac{14,0^{***}}{38,0}$	80/20	30; 36	27,0	21,65	12

* Для вагранок наведено вантажопідйомність підіймача для завантажування шихти.

* Відстань між поперечними осями печей: у чисельнику — зливні жолоби, повернені один до одного, у знаменнику — робочі вікна, повернені одне до одного (рис. 5.18, а).

*** Відстань між поздовжніми осями печей: у чисельнику — печі, розташовані одна до одної вільними боками, у знаменнику — з двома пічними трансформаторами між печами (рис. 5.18, б).

Таблиця 5.22

**Норми відстаней між електродуговими печами залежно від способу їх розташування
та розмірів трансформаторних підстанцій і прогонів (до рис. 5.19)**

138

Індекс позиції	Тип і модель печі	Норми відстаней, м										Мінімальна вантажопід- німність транспортних засобів, т	Розміри прогонів, м		
		<i>D</i>	<i>U</i> ₁	<i>U</i> ₂	<i>U</i> ₃	<i>U</i> ₄	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i> ₁	<i>B</i> ₁		ширина	висота до нику кон- струкції покриття від підлоги	крок колон
Схема а															
1	ДСП-1,5	4,0	10,0,	9,3...12,0	8,5...14,5	10,0	–	4,5	3,6	2,8	5,0	3,0	18; 24	10,8	6; 12
2	ДСП-3	5,7	14,0	9,5...14,0	14,5...16,0	14,0	–	4,8	3,6	2,8	5,0	5,0	24	10,8	6; 12

Індекс позиції	Тип і модель печі	Норми відстаней, м									Розміри приміщення для керування печами, м		Мінімальна вагакопіднімність транспортних засобів, т	Розміри прогонів, м		
		D	U_1	U_2	U_3	U_4	E	A	B	A_1	B_1	ширина		висота до ніку конструкції покривл від підлоги	крок колон	
3	ДСП-6	5,8	15,0	13,0...17,0	16,0...24,1	15,0	–	5,0	6,0	4,0	6,0	10,0	24	12,6	6; 12	
4	ДСП-12	6,0	20,0	14,0...14,0	16,0...24,0	20	–	5,9	6,5	4,8	6,6	25,0	24; 30	12,6	12	
Схема б																
5	ДСП-12	6,8	15,0	23,0...30,0	8,0...12,0	20,0	2,9	6,0	6,6	6,6	4,0	15,0	24; 30	12,6	12	

Індекс позиції	Тип і модель печі	Норми відстаней, м									Розміри приміщення для керування печами, м		Мінімальна вагакопіднімність транспортних засобів, т	Розміри прогонів, м		
		D	U_1	U_2	U_3	U_4	E	A	B	A_1	B_1	ширина		висота до нику конструкції покривл від підлоги	крок колон	
6	ДСП-25	7,5	16,0	33,0...35,0	12,0...13,	23,0	3,0	11,5	9,0	10,5	5,5	50,0	30; 36	16,8	12	
7	ДСП-50	9,5	17,0	35,0...38,0	13,0...14,0	24,0	3,9	12,0	9,0	12,0	9,0	75,0	30; 36	16,8	12	
Схема в																
8	ДСП-6Н2	5,	9,0	20,0...24,0	8,0...12,0	20,5	3,0	5,0	6,0	3,5	6,6	10,0	18; 24	12,6	12	

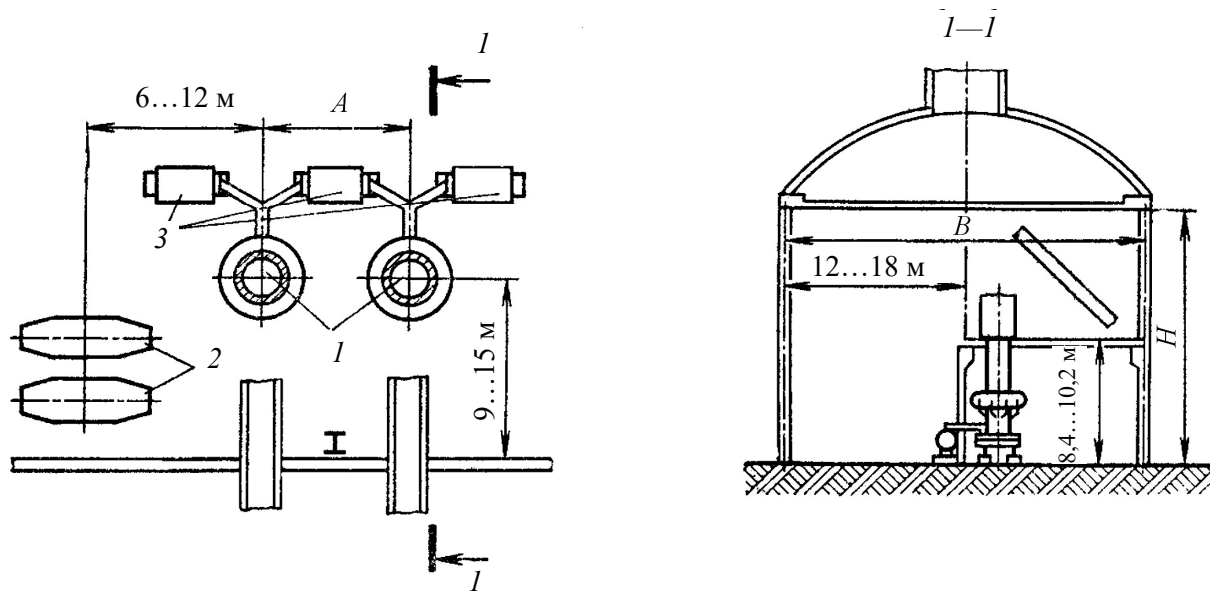
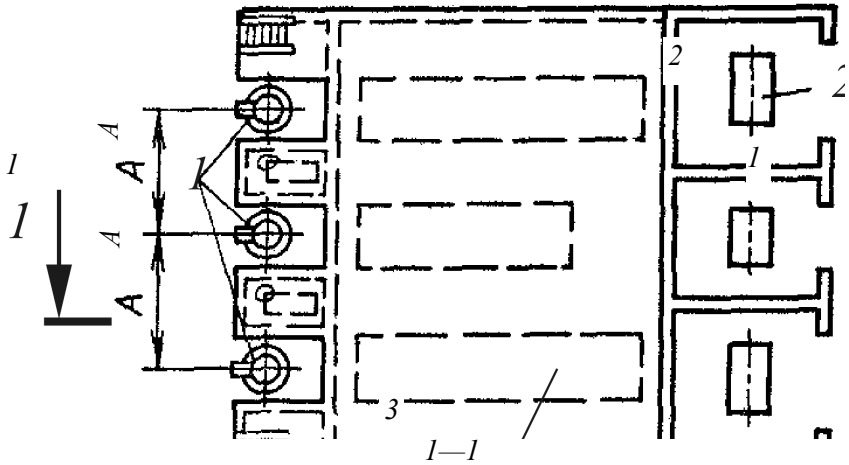


Рис. 5.16. Схема розміщення вагранок і основні параметри приміщення плавильного відділення:
 1 — вагранки; 2 — рекуператори; 3 — міксери



1 - 1

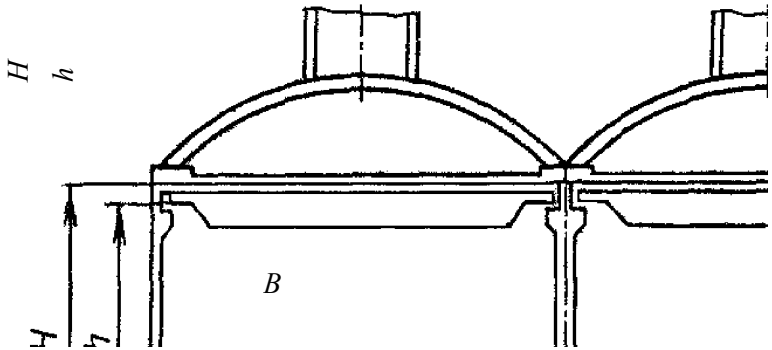


Рис. 5.17. Схема розміщення індукційних печей у прогоні та його параметри:
1 — індукційні печі; *2* — конденсаторні батареї; *3* — трансформатори

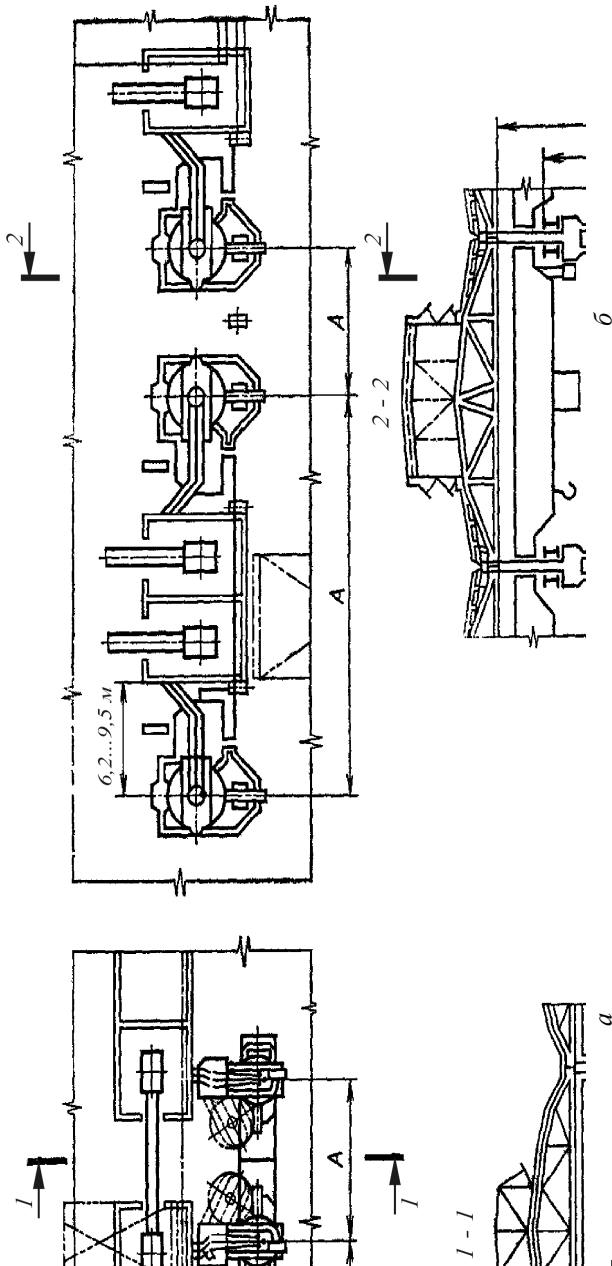


Рис. 5.18. Схеми розташування дугових електропечей і основні параметри прогонів плавильного відділення:
а — печі розташовані зливними жолобами в одну лінію і повернені один до одного та поверненими одне до одного робочими вікнами; *б* — печі розташовані одна до одної вільними боками і з двома пічними трансформаторами між печами

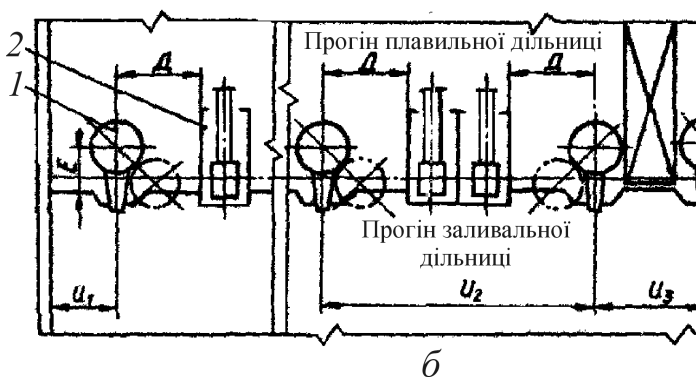
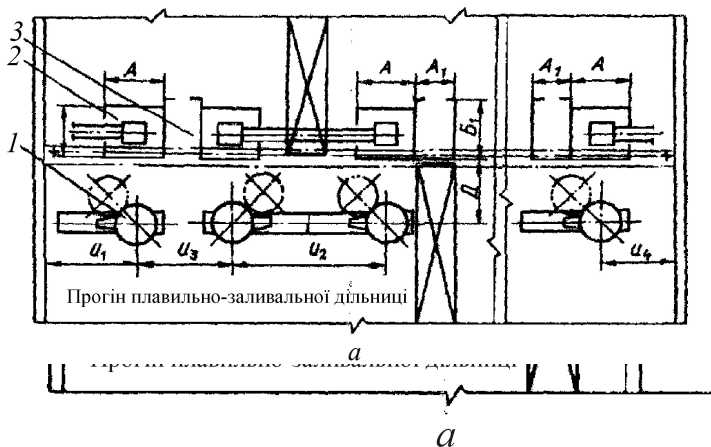


Рис. 5.19. Схеми розміщення дугових електропечей у плавильному відділенні:

- a* — печі, розміщені зливними жолобами в одну лінію і поверненими один до одного; *б* — печі, розміщені одна до одної вільними боками і з двома пічними трансформаторами між ними;
- в* — печі з вихотним корпусом, розташовані одна до одної вільними боками і з двома трансформаторами між ними;
- 1* — дугова електропіч; *2* — трансформаторна підстанція;
- 3* — пульт керування

5.1.9. Основні принципи і приклади компоновок плавильних відділень

Плавильне відділення, залежно від прийнятих проектних рішень ливарного цеху, розміщують у торці будівлі або в її центральній частині (дод. А).

Плавильне устаткування розміщують на площах відділення так, щоб забезпечити мінімальну відстань транспортування рідкого металу від печей до місць його використання (дільниці заливання форм, роздавальні печі, магнетодинамічні насоси тощо).

Необхідно використовувати мінімальну кількість переливів розплаву, оскільки ця операція суттєво знижує його температуру (на 30...50 °С за один перелив) і підвищує трудозатрати.

Плавильні печі часто з'єднують з міксерями або іншими роздавальними пристроями стаціонарними і поворотними жолобами, довжину яких виконують мінімальною. Пульт керування розміщують біля робочих місць так, щоб мати можливість візуально спостерігати з пульта за роботою основних механізмів плавильного агрегату та діями робітників, які його обслуговують.

Ковшові дільниці та стенди для підігрівання ковшів розміщують переважно на периферійних площах відділення в зоні дії піднімально-транспортних засобів. У разі заливання форм з використанням монорейкових або безрейкових пристроїв стенди для підігрівання ковшів установлюють уздовж траси монорейкових шляхів або на окремих відвідних і торцевих дільницях.

Плавильне відділення двоповерхового ливарного цеху, в якому для кожної заливальної дільниці встановлено окремі плавильні агрегати, показано на рис. 5.20.

Для виплавлення чавуну використовують вагранки закритого типу з підігріванням повітря і повним очищенням газів. Метал видається безперервно через поворотні нагромаджувачі з газовим обігріванням. У такому плавильному відділенні можна виплавити як не модифіковані сірі чавуни, так і модифіковані. Потужність відділення — 20...25 т рідкого металу за годину. Устаткування для плавлення і видавання металу розміщено на другому виробничому поверсі будівлі. Тут встановлено два блоки вагранок (для двох заливальних дільниць) продуктивністю 10...15 т/год, поворотні нагромаджувачі металу з газовим обігріванням, топки рекуператорів, центральний пульт керування плавильним устаткуванням, монорейкова система транспортування заливальних ковшів.

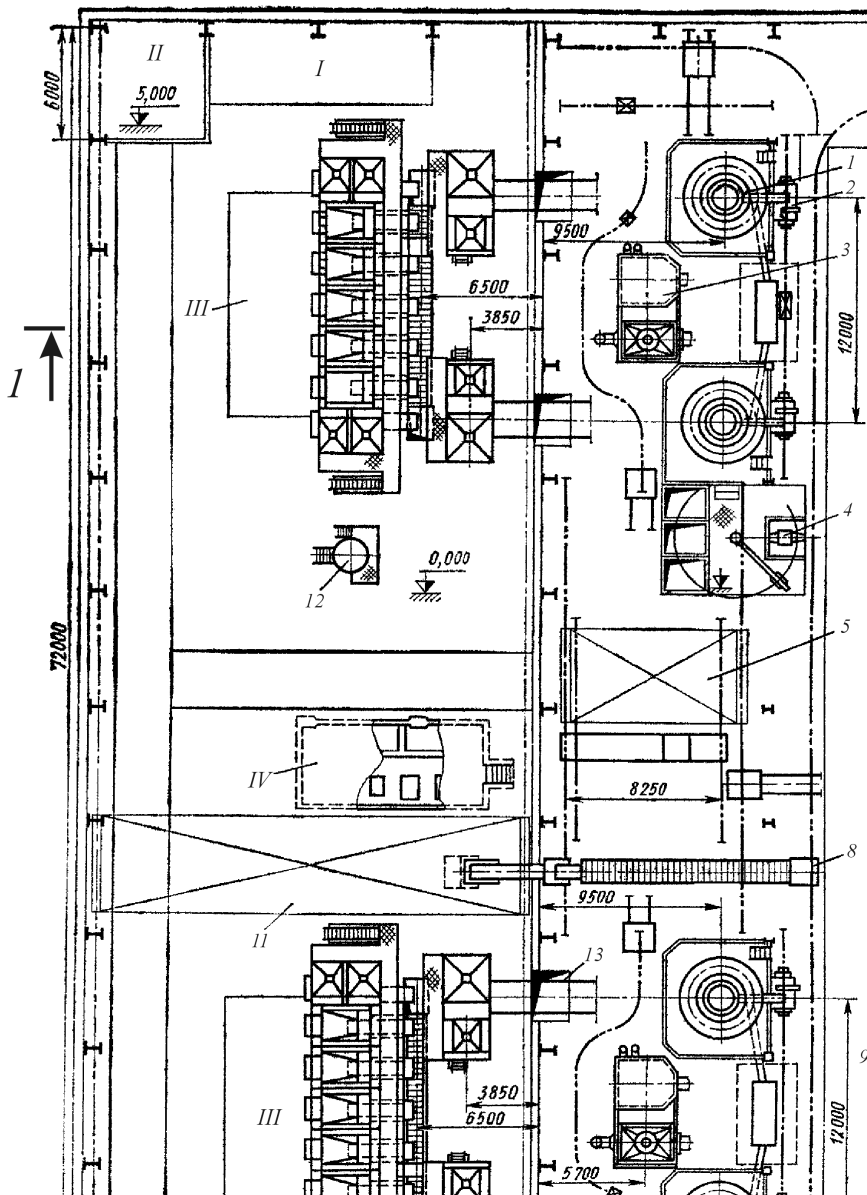


Рис. 5.20. Планування вагранкового і шихтового прогонів:

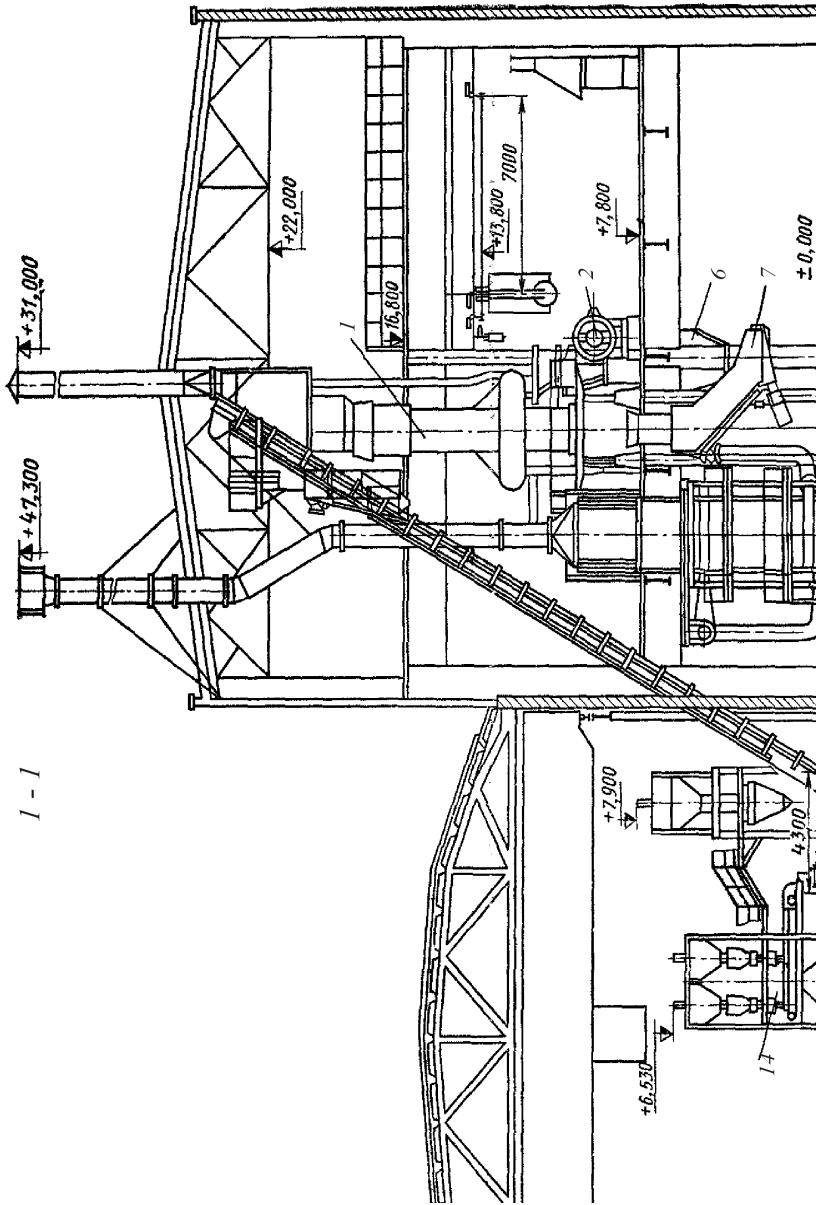


Рис. 5.20. Закінчення (Див. також с. 146)

Рис. 5.20. Планування вагранкового і шихтового прогонів:

- a* — план; *б* — поперечний розріз; *I* — місце зберігання вогнетривкої цегли і глини; *II* — вентиляційні майданчики; *III* — місця зберігання контейнерів; *IV* — насосна станція грануляції шлаку і охолодження вагранок; *1* — блок вагранок; *2* — поворотний нагромаджувач чавуну місткістю 5 т; *3* — радіаційно-конвективний рекуператор для підігрівання повітря до 600 °С; *4* — індукційна тигельна піч ИЧТ-1 для плавлення модифікаторів і розкиснювачів; *5* — мостовий кран, $Q = 5$ т; *6* — установка для грануляції шлаку; *7* — пристрій для видалення відходів із-під вагранок; *8* — машина для зливання залишків металу; *9* — стэнд для сушіння ковшів; *10* — бункери для коксу і вапняку; *11* — магнетно-грейферний кран, $Q = 15/3$ т; *12* — змішувач для приготування футерувальних мас; *13* — підіймач з баддею місткістю 1 м³; *14* — установка для дозування шихти і домішок

На периферійних дільницях прогону розташовано ковшову дільницю зі стендами для сушіння і підігрівання ковшів.

Дільниця підготовки шихти розташована в суміжному одноповерховому прогоні, який обслуговують електричними мостовими кранами зі знімними магнетною шайбою та грейфером.

Металева шихта, кокс і флюси завозять на дільницю дозування з базових складів у спеціальних контейнерах. Із контейнерів, дно яких розкривається, металеву шихту висипають у витратні бункери з траковими живильниками, якими дозують шихту у ваговий візок. Бункери оснащені вібраторами. Кокс, феросплави і флюси подають безпосередньо з контейнерів, які установлюють над ваговими дозаторами. Вагранки завантажують похилими баддеями підіймачами, які мають по дві позиції зупинки для завантаження шихти: внизу для металевої і децю вище — для коксу, феросплавів і флюсів; у верхньому положенні заповнена баддя підіймача зупиняється для розвантажування всієї колоші в шлюзову камеру завантажувального пристрою вагранки. На першому поверсі будівлі під вагранками розміщують устаткування, яке обслуговують періодично: повітродувку, насосні станції системи водяного охолодження і гідрошламовидалення, пристрої для нагромадження і видавання гранульованого шлаку тощо. На колошниковому майданчику (вище від другого поверху) також розташовують устаткування, яке обслуговують періодично: апарати для очищення вагранкових газів від пилу, шлюзові камери для розвантажування шихти у вагранку, вентиляційні пристрої, димові труби і лебідки підіймачів шихти. Плавильне відділення чавуноливарного цеху, розташованого в двоповерховій будівлі і призначеного для виготовлення широкої номенклатури виливків різними серіями, показано на рис. 5.21.

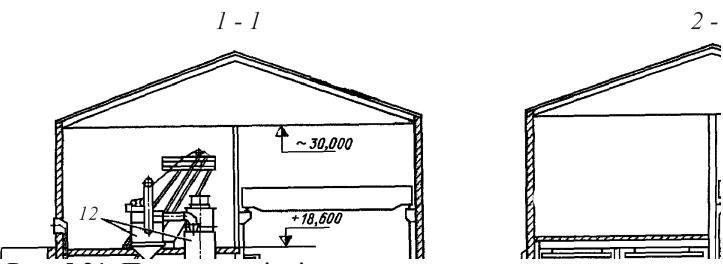
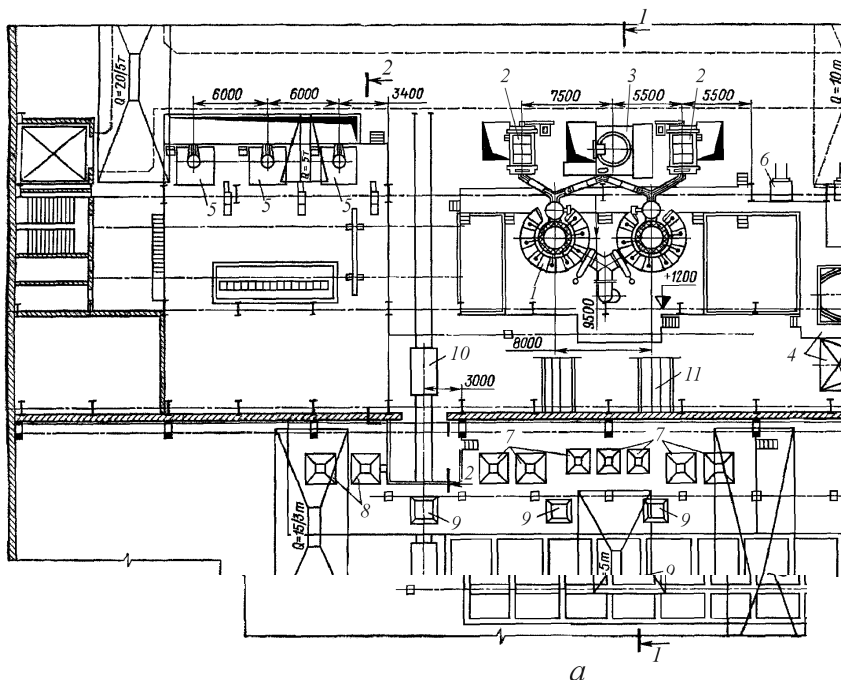


Рис. 5.21. Плавильне відділення чавуноливарного цеху, оснащене вагранками та індукційними печами:

- a* — план; *б* — розріз; 1 — вагранка з герметичним колошником;
- 2 — нагримаджувач металу з газовим обігріванням; 3 — індукційна канална піч;
- 4 — рекуператор; 5 — індукційні тигельні печі; 6 — стени для сушіння і підігрівання ковшів; 7 — установка для дозування коксу, вапняку і феросплавів;
- 8 — установка для дозування стружки і феросплавів в індукційні печі;
- 9 — система набирання і зважування шихти крановими і стаціонарними бункер-вагами; 10 — візок для передавання шихти до плавильних печей; 11 — похилі підіймачі для завантажування вагранок; 12 — система очищення вагранкових газів; 13 — повітрорудка; 14 — електроустаткування індукційних печей

У відділенні встановлено різноманітне плавильне устаткування: вагранки закритого типу продуктивністю 30 т/год; індукційні тигельні печі промислової частоти ИЧТ-10/3,6; індукційні каналні і тигельні міксери місткістю 16 т (дають змогу одночасно заливати форми на декількох дільницях металом різного складу, який можна виплавляти з використанням твердої шихти у вагранці і тигельних печах, дуплекс-процесами вагранка та індукційний каналний міксер або вагранка та індукційна тигельна піч). Потужність плавильного відділення становить 17...30 т рідкого вагранкового металу за годину і 5...6 тонн за годину — електрочавуну. Увесь чавун можна також виплавляти дуплекс-процесом — вагранка та електропіч.

Базовий чавун (65...75 % загальної кількості) виплавляють у вагранках. Для підготовки його до заливання у форми використовують каналний міксер, який дає змогу усереднювати хімічний склад чавуну та підтримувати його температуру.

Чавун, що відрізняється від базового, доводять до необхідної кондиції в тигельних печах, в які додають необхідні компоненти (феросплави, графітизатори, сталевий дріб'язок тощо) для зміни його хімічного складу і досягнення необхідної температури.

Для виплавляння легованих, низьколегованих та інших марок сірого і ковкого чавунів використовують індукційні тигельні печі, які працюють на твердій шихті.

Капітальні витрати на таке плавильне відділення більші, ніж на відділення такої ж продуктивності, яке наведено вище, але воно має більші можливості щодо виплавляння різних марок чавуну.

Основне устаткування, як і в попередньому варіанті, розміщено на другому поверсі. Метал на дільниці заливання форм подають крановими ковшами, місткість яких визначають масою виливків.

Металева шихту на дільницю дозування у витратні бункери доставляють із суміжного прогону — складу шихтових матеріалів — похилими лотками або за допомогою електричних кранів.

Набирання і зважування металевої шихти здійснюють мостовими кранами, оснащеними магнетними шайбами зі змінюваною піднімальною силою і тензометричними крановими вагами. Набрані дози подають у бункерні ваги для контрольного зважування і реєстрації витрат шихтових матеріалів. Шихту для індукційних печей зважують за допомогою таких же кранових вагів і завантажують у баддю з розкривним дном. Баддю встановлюють на передавальний візок, а з візка завантаженою баддю мостовим краном подають на

балкон другого поверху і електровізком — до тигельних індукційних печей. Консольним передавальним краном баддю установлюють над тиглем індукційної печі, розкривають її дно і завантажують плавильний агрегат.

Планування плавильного відділення чавуноливарного цеху, оснащеного індукційними тигельними печами промислової частоти, показано на рис. 5.22. Із дев'яти тигельних печей три працюють у міксерному режимі, але кожен піч можна підмикати як до плавильного, так і до міксерного трансформатора. Такий комплект устаткування дає можливість краще використовувати установлену потужність — будь-який тигель після розплавлення шихти можна перемкнути на міксерний трансформатор і звільнити плавильний трансформатор для плавлення металу в іншому тиглі.

Бетонні роздавальні бункери заповнюють кусковими шихтовими матеріалами за допомогою мостового крана з магнетною шайбою або контейнерів з розкривним дном. Потім за допомогою спеціального мостового крана з магнетною шайбою набирають кускові компоненти шихти і завантажують їх у воронку-ваги відповідно до розрахованої кількості. У цю ж воронку можна завантажувати чавунну або сталеву подрібнену стружку і феросплави з окремих контейнерів за допомогою вагових дозаторів і стрічкових конвеєрів.

Підготовлену за такою технологією шихту пересипають у баддю і візком подають у зону дії консольного крана, яким установлюють її на завантажувальний візок. Візок пересувають у пічний прогін і установлюють баддю над відкритим тиглем печі. Після деякого витримання, під час якого шихта просушується і підігрівається, її висипають у тигель печі.

Рідкий чавун відбирають з печі в ковші і транспортують мостовими кранами на заливальну дільницю. Висота робочого майданчика для обслуговування печей – 1,5 м над рівнем підлоги, що дає змогу безпечно провадити процеси плавлення металу, видаляти з тигля шлак і контролювати заповнення ковшів розплавом з підлоги цеху.

Дільницю приготування футерувальної маси розміщують у прогоні дозування шихти. Стенди для сушіння і підігрівання ковшів розміщують по периметру відділення, а тому системи витяжки, які розташовують над ними, мають бути поза дією кранів і не заважати їх роботі.

Плавильне відділення цеху сталевого литва для виплавляння вуглецевих, легованих і високолегованих сталей під час виготовлення середніх, великих і важких виливків масою до 20 т, показано на рис. 5.23.

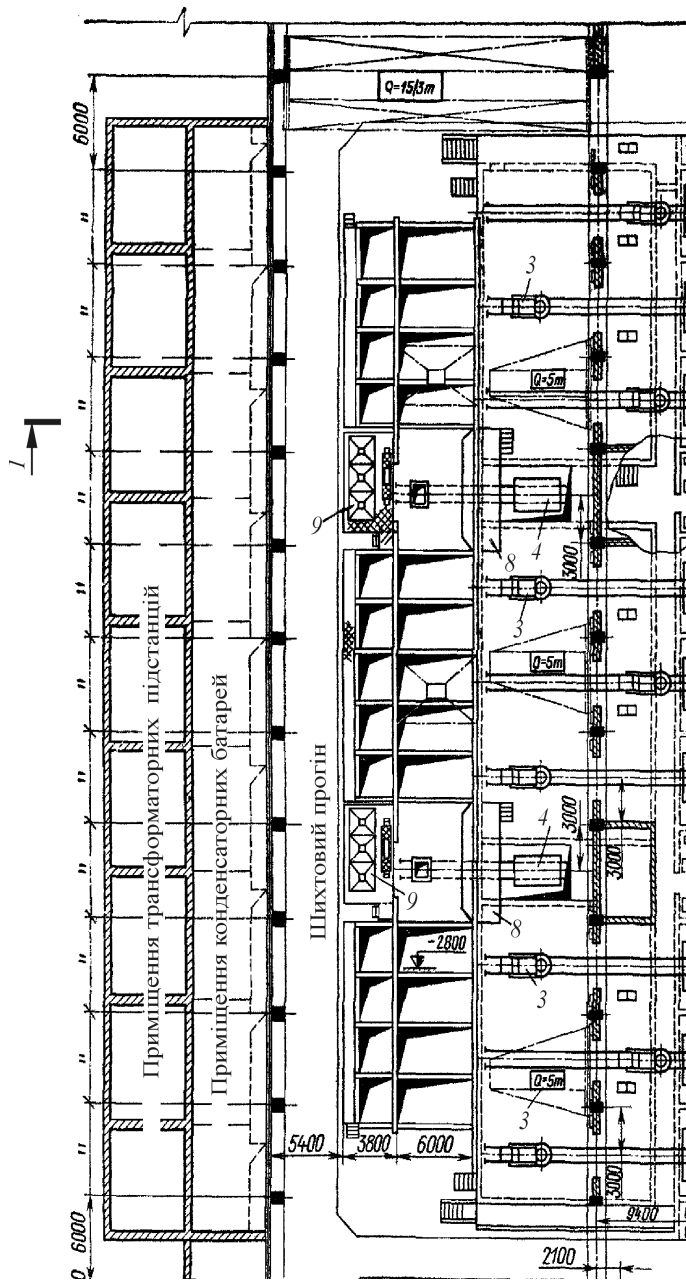


Рис. 5.22. Плавильне відділення чавуноливарного цеху з індукційними тигельними печами:
a — план; *b* — розріз; 1 — індукційні тигельні печі; 2 — насосні станції гідроприводів; 3 — установки для завантаження шихти в печі; 4 — візок; 5 — змішувач для підготовки футерувальних мас; 6 — стенди для підігрівання і сушіння ковшів; 7 — система витяжки від стелів; 8 — пульт керування дозуванням шихти; 9 — установка дозування феросплавів

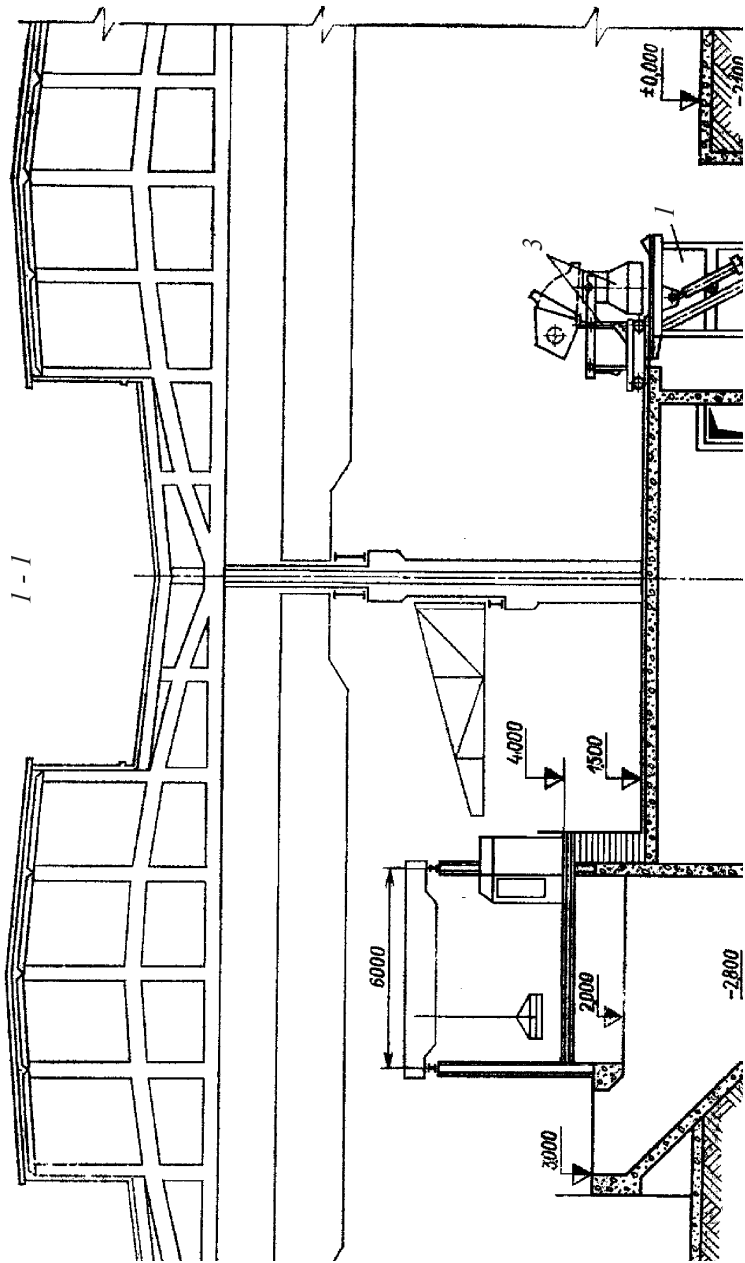


Рис. 5.22. Закінчення (див. також с. 152)

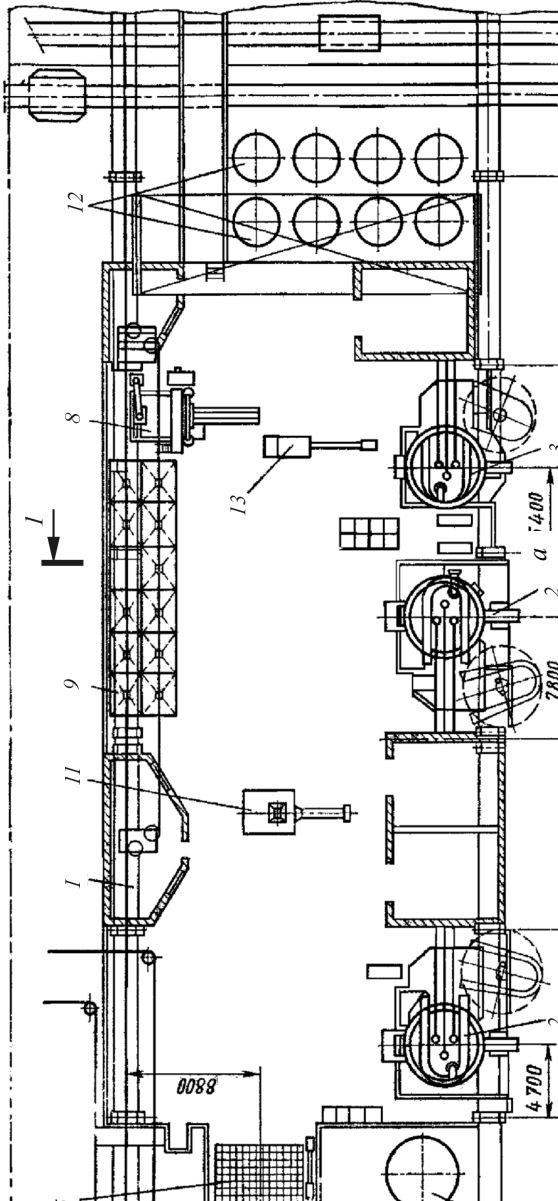


Рис. 5.23. Планування плавильного відділення сталеливального цеху середнього і важкого литва:
a — план; *b* — розріз; *1* — стелд для набирання склепін; *2* — дугові сталеплавильні печі ДСП-25; *3* — дугові сталеплавильні печі; *4* — стелд для сушіння ковшів; *5* — установка для вибивання склепін для електропечи; *6* — мостовий електричний кран, $Q = 10$ т; *7* — смоловарильна установка; *8* — піч для прожарювання руди і феросплавів; *9* — бункери для зберігання домішок; *10* — мостовий кран важкого режиму роботи, $Q = 50/10$ т; *11* — машина для завантаження в електропечі сипких матеріалів і скорочення шлаку; *12* — бадні для шихти; *13* — мульдозавантажувальна машина; *14* — пульт керування; *15* — місце зберігання вогнетривів; *16* — комора; *17* — ремонтно-механічна майстерня

Відділення розміщено в двох кранових прогонах шириною 24 м і складається з дільниць підготовки і дозування шихти, плавлення металу, підготовки футерувальних матеріалів, ремонту ковшів і набирання склепінь.

Сталь виплавляють у дугових електричних печах місткістю 12 і 25 т. Піч місткістю 12 т використовують для виробництва виливків з вуглецевих і легованих сталей масою до 2...3 т, а місткістю 25 т — для виливків великої маси.

Шихту в спеціальних корзинах на дільницю дозування завозять з базового складу залізничним транспортом. У корзини, встановлені на платформних вагах, додають легований скрап, переробний чавун, брухт тощо.

Феросплави і руду перед використанням прожарюють і транспортують у витратні бункери, встановлені на пічному майданчику. Ці матеріали дозують ваговим візком і наземною безрейковою мульдозавантажувальною машиною.

Для набирання склепінь в обох торцях пічного прогону передбачено спеціальні стенди-шаблони. Склепіння вибивають на установках, обладнаних бункерами і візками для вибитих вогнетривів.

Для ремонту і підготовки до використання розливальних ковшів передбачено ковшові ями, стенди для сушіння ковшів, набирання стопорів та стаціонарні сушарки для них.

Під майданчиком для печей у пічному прогоні розміщують електроустаткування, гідравлічні станції та інші допоміжні дільниці.

Плаவில்не відділення сталеливарного цеху для виробництва дрібних і середніх виливків, що міститься в двоповерховій будівлі, показано на рис. 5.24.

На другому поверсі розташовано дугові електропечі та пульти керування, стенди для підігрівання стопорних ковшів і пересувні автоматизовані установки для заливання ливарних форм на конвеєрі.

Шихту в прогін для її дозування транспортують у корзинах автомобілями з базового складу.

На дільниці дозування шихту зважують, довантажують корзини задалегідь прожареними феросплавами і легованим брухтом і транспортують до печей. У цьому ж прогоні розміщено дільницю ремонту ковшів, набирання склепінь, приготування вогнетривких матеріалів тощо.

Трансформаторні підстанції розміщено на першому поверсі в пічному прогоні.

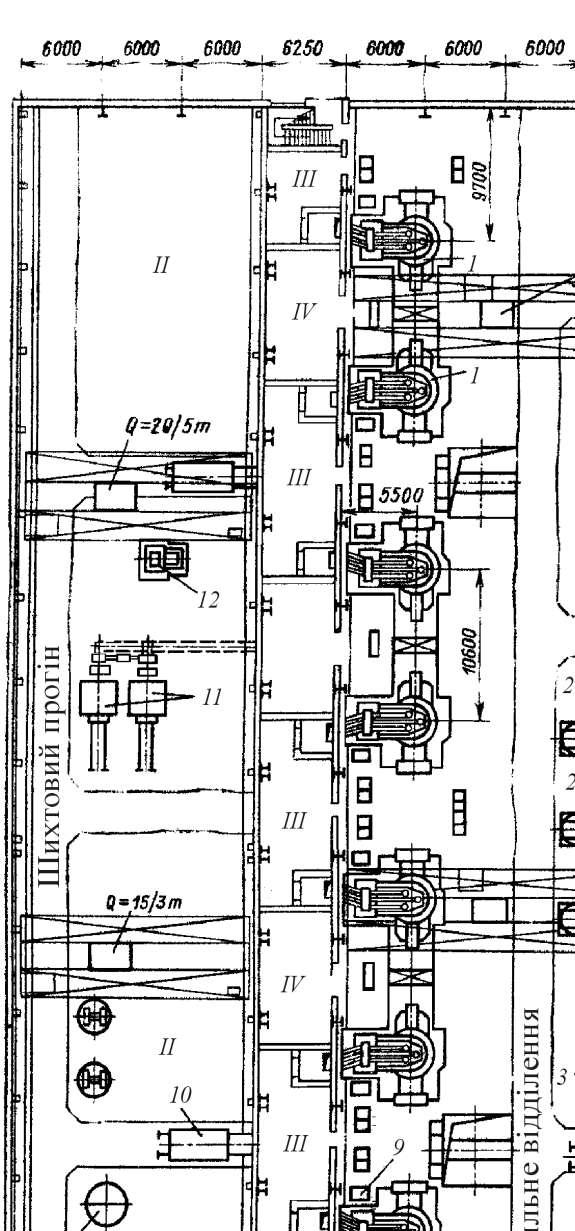


Рис. 5.24. Плавильне відділення сталеливарного цеху для виробництва дрібних і середніх виливків:
 I — дільниця ремонту ковшів і скелець; II — місце для корзин із шихтою; III — електроустановлення для дугових електропечей; IV — місце установалення систем газозочищення; 1 — печі дугові сталешлавильні місткістю 6 т; 2 — стенди для підгрівання шихти; 3 — стенди для сушіння і підгрівання ковшів; 4 — контейнери для летучих домішок і флюсів; 5 — сушарка для ступорів; 6 — пристрій для нарощування електродів; 7 — змішувачі для приготування футерувальних мас; 8 — стенди для набрання скелець; 9 — ваги для зважування летучих компонентів; 10 — візок для транспортування шихти; 11 — печі для прожарювання руди і феросплавів; 12 — ваги для зважування шихти в корзинах

Системи очищення газів, які відсмоктуються з печей, розташовують за печами на спеціальних майданчиках вище від другого поверху поза зоною дії мостових кранів.

5.1.10. Заходи щодо охорони праці в плавильному відділенні та захисту навколишнього середовища

Технологічні операції, які виконують у плавильному відділенні ливарного цеху, супроводжуються значними виокремленнями шкідливостей у вигляді пилу, газів, надлишкової теплоти, шуму тощо. Велика кількість пилу утворюється під час дозування і завантажування шихти, вибивання футеровки з печей і ковшів. Шкідливі гази є наслідком неповного згоряння палива в плавильних печах, охолодження шлаку, згоряння органічних сполук, що потрапляють разом з шихтою в печі для плавлення та установки підігрівання шихти.

Під час виробництва однієї тонни литва в цеху виділяється 8200...12300 Дж теплоти, приблизно половина якої припадає на плавильне відділення.

Джерелами, які інтенсивно виокремлюють теплоту в ливарному цеху, є плавильні печі та печі для термічного оброблення виливків, установки для підігрівання шихти, стенди для сушіння і підігрівання ковшів тощо.

Теплоту виокремлюють також розплавлені сплави і шлаки під час випускання їх із печей.

Робота дугових печей, завантажування шихти і ремонт набивної футеровки плавильних печей супроводжуються шумом.

В умовах інтенсифікації ливарного виробництва і збільшення у зв'язку з цим шкідливих виокремлень на одиницю об'єму цеху заходи щодо охорони праці, оздоровлення і захисту навколишнього середовища на стадії проектування реалізують таким чином:

- розташовують плавильні відділення в найвищих прогонах з підвітряного боку будівлі, щоб попередити потрапляння димових газів і нагрітого повітря в інші відділення цеху;
- обирають високоефективні способи очищення газів від пилу і шкідливих компонентів, які утворюються під час плавлення металу та нагрівання шихти;
- передбачають використання найбільш досконалих технологічних процесів і устаткування, які запобігають або мінімізують

виокремлення в повітря робочих приміщень, в атмосферу і стічні води шкідливих речовин у концентраціях, що не перевищують санітарно-гігієнічні норми;

- використовують сучасні способи комплексної механізації і автоматизації процесів завантажування шихти та її плавлення і розливання розплаву;

- передбачають пристрої для раціональної місцевої і загальнообмінної вентиляції та повітряного «душуння» в місцях інтенсивного теплового опромінювання;

- створюють високоякісне санітарно-побутове обслуговування працівників на виробництві.

Плавильне відділення (разом із заливальними дільницями) доцільно ізолювати від інших відділень цеху.

Устаткування, яке генерує шум понад допустимий рівень, розміщують також в ізольованих приміщеннях.

Пульти дистанційного і автоматичного керування розміщують в окремих приміщеннях, в яких припливною вентиляцією створюють підвищений тиск, що попереджає потрапляння в них пилу із цеху.

Для запобігання потраплянню в атмосферу газів і пилу використовують вагранки закритого типу з допалюванням і очищенням газів; електродугові печі оснащують спеціальними відсмоктувачами газів із-під склепіння та пристроями для їх очищення; такими ж пристроями обладнують установки підігрівання шихти.

У випадках, коли використовують технології плавлення сплавів з «болотом», необхідно передбачати відсмоктування газів і пилу від індукційних печей під час завантажування шихти.

Використання грануляції шлаку і водяного охолодження плавильних печей суттєво зменшує тепловиділення в плавильному відділенні. Загальнообмінну вентиляцію в плавильному відділенні забезпечують використанням спеціальних витяжних шахт або установленням на покрівлі вентиляторів над місцями розташування плавильних печей. Кількість припливного повітря компенсує відбирання останнього із приміщення цеху на здійснення технологічних процесів плавлення та загальнообмінної і місцевої вентиляції.

Місцеві відсмоктувачі установлюють над завантажувальними пристроями плавильних печей, жолобами для металу і шлаку, над нагромаджувачами металу і міксерами, над пристроями грануляції шлаку і позапічного оброблення розплаву, над стендами для сушіння і підігрівання ковшів тощо.

Оскільки робітники в плавильному відділенні працюють під дією збиткової теплоти, перегрівання організму призводить до інтенсивного випаровування вологи з поверхні тіла, до збіднення організму водою і солями. Для поновлення водосоляного балансу організму робітників плавильне відділення забезпечують підсоленою газованою водою з розрахунку 4...5 л на особу за зміну.

У плавильному відділенні передбачають кімнати відпочинку.

5.2. Проектування формувального відділення

У формувальному відділенні виконують технологічно і організаційно зв'язані між собою операції виготовлення та зміцнення форм, їх складання і заливання металом, охолодження і вибивання виливків. Трудомісткість цих операцій досягає 60 % від загальної трудомісткості технологічного процесу виготовлення виливків.

Насправді формувальне відділення є **ядром** ливарного цеху, а тому його проектуванню приділяють особливу увагу.

У сучасному проекті потрібно передбачати максимальні механізацію і автоматизацію як окремих операцій, так і всього комплексу робіт, які виконують у формувальному відділенні за строгою послідовністю. Порушення правил виконання однієї з операцій неминуче призводить до зупинення всього відділення, а в багатьох випадках — до непродуктивних робіт в інших відділеннях виготовлення виливків. Під час проектування ретельно пророблюють і транспортні засоби, які забезпечуватимуть формувальне відділення сумішами, стрижнями, рідким металом, оснасткою тощо.

Техніко-економічні показники формувального відділення, організація робіт і вибір відповідного устаткування залежать передусім від способу виготовлення форм, правильний вибір якого є головним завданням перед початком проектування.

Основними факторами, які зумовлюють вибір методу виготовлення форм, є такі:

- характер виробництва;
- маса, габаритні розміри, складність і точність виливків;
- рід металу (сплави на основі заліза, кольорових або інших металів);
- вид виробничої програми (точна, приведена або умовна);
- потужність проектного цеху.

Проектування формувального відділення ливарного цеху виконують у такій послідовності:

- аналізують класифікацію ливарних форм;
- визначають обсяг виробництва форм;
- вибирають технологічний процес виготовлення і зміцнення форм, їх складання і заливання металом та охолодження і вибивання виливків;
- вибирають основне і допоміжне технологічне устаткування та визначають його кількість;
- розраховують площі й основні параметри будівлі;
- вибирають і розраховують вантажопіднімальні засоби;
- розраховують допоміжні та складські дільниці;
- розроблюють технологічне планування відділення;
- визначають основні заходи щодо охорони праці у формувальному відділенні та захисту навколишнього середовища.

5.2.1. Класифікація ливарних форм і особливості технологій їх виготовлення

Залежно від факторів, які зумовлюють вибір методу виготовлення форм, використовують *разові* і *багаторазові* форми.

Разові форми, в свою чергу, поділяють на *об'ємні* та *оболонкові* (тонкостінні).

Багаторазові форми використовують під час виготовлення виливків спеціальними способами лиття (розд. 7).

У ливарних цехах машинобудівних підприємств найпоширенішими є *разові об'ємні піщані форми*, які поділяють на такі:

- піщано-глинясті (сирі, підсушені, сухі);
- піщано-самотвердні (CO₂-процес, ПСС, ХТС, РСС);
- піщані з плівкою (V-процес).

Використання сирих форм дає змогу суттєво скоротити цикл виробництва виливків, витрати енергоносіїв та підвищити продуктивність праці під час виготовлення форм та вибивання виливків. Застосування автоматичних ліній для виготовлення сирих форм підвищує розмірну точність виливків та їх якість.

Практикою встановлено, що сирі форми доцільно використовувати для виготовлення чавунних виливків простої і середньої складності масою до 500 кг, а сталевих — до 150...200 кг залежно від товщини стінок.

У масовому і великосерійному виробництвах виливків масою до 500 кг рекомендується розділяти їх на самостійні технологічні потоки, наприклад, до 8...50 кг і 50...500 кг.

Головними умовами використання сирих форм є їх ступінь ущільнення (не менше $1,65 \text{ г/см}^3$) та мінімальний металостатичний тиск. Наприклад, форми, виготовлені на автоматичних лініях, здатні витримувати напір, який створює стовп металу висотою 700...800 мм. У сирих формах виготовляють виливки з використанням невеликої кількості та маси стрижнів.

Сухі і підсушені форми використовують під час виробництва середніх і великих виливків як із чавунів, так і з сталей, при цьому кількість і масу стрижнів не обмежують. У сухих формах виготовляють виливки, які повинні мати високі якість металу і чистоту поверхні після механічного оброблення.

Проте використання сухих або підсушених форм має певні недоліки, основні з яких такі:

- наявність сушарок;
- збільшення парку опок;
- збільшення площі цеху;
- подовження циклу виготовлення виливків;
- зменшення знімання виливків з 1 м^2 виробничої площі;
- підвищення собівартості 1 т виливків.

Точність виливків підвищується у разі використання піщано-самотвердних сумішей для виготовлення форм і стрижнів.

5.2.2. Визначення обсягу виробництва форм

Дрібні й середні виливки в ливарних цехах машинобудівних підприємств виготовляють у групових потоках, спеціалізованих за детальними ознаками або технологічними процесами, у формах, виготовлених в опоках переважно одного розміру. Ефективність процесу формоутворення значною мірою залежить від коефіцієнта використання об'єму форми $\eta_{\text{ф}}$.

Теоретично $\eta_{\text{ф}}$ дорівнює відношенню об'єму моделей виливка й елементів ливникової системи до загального об'єму ливарної форми. Для укрупнених проектних розрахунків використовують усереднені відношення маси придатних виливків до об'єму форми:

$$\eta'_{\text{ф}} = \frac{q}{V_{\text{ф}}},$$

де q — маса придатних виливків у формі, кг; $V_{\text{ф}}$ — об'єм ливарної форми, дм^3 .

Таблиця 5.23

**Оптимальний випуск виливків для найбільш поширених групових потоків виробництва
(для двозмінної роботи ливарного цеху)**

Маса виливків у групі, кг	Робочий розмір опок (брикету), мм	Середня висота форми, мм		Коефіцієнт використання об'єму форми η'_0		Середня маса придатних виливків у формі q , кг	Оптимальний випуск виливків за умови їх холонення у формах, тис. т/рік	
		для чавуну	для сталі	для чавуну	для сталі		одноголужна формувальна лінія	спеціальна охолоджувальна система
<i>Безопокове формування (з вертикальним рознімом форм)</i>								
До 10	500×400	200	200	0,100	0,10	4	3,3...3,8	4,7...5,3
10...20	600×450	300	300	0,100	0,10	8	6,5...7,5	9,5...10,5
<i>Масове і великосерійне виробництво виливків в опоках</i>								
До 50	800×700	500	600	0,125	0,10	35	10,0...12,0	20,0...25,0
10...100	1000×800	600	700	0,125	0,11	60	15,0...17,0	30,0...40,0
20...150	1200×1000	700	800	0,130	0,11	110	–	30,0...70,0
50...250	1400×1000	800	1000	0,150	0,11	170	–	40,0...100,0
100...500	1600×1200	900	1100	0,180	0,15	320	–	30,0...90,0
<i>Серійне і дрібносерійне виробництво виливків в опоках</i>								
До 20	500×400	300	400	0,170	0,13	10	7,0...8,0	10,5...12,0
20...100	800×700	600	700	0,150	0,13	50	12,0...13,5	18,0...20,0

Маса виливків у групі, кг	Робочий розмір опок (брикету), мм	Середня висота форми, мм		Коефіцієнт використання об'єму форми η_0		Середня маса придатних виливків у формі q , кг	Оптимальний випуск виливків за умови їх холонення у формах, тис. т/рік	
		для чавуну	для сталі	для чавуну	для сталі		одноголужна формувальна лінія	спеціальна охолоджувальна система
50...150	1000×800	700	800	0,160	0,14	90	8,5...10,0	17,0...20,0
50...250	1200×1000	800	1000	0,170	0,13	160	11,0...13,0	23,0...26,0
100...500	1400×1000	900	1100	0,200	0,16	250	15,0...17,0	30,0...34,0
100...1000	1600×1200	1000	1200	0,210	0,18	400	13,0...15,0	19,0...22,0
500...1000	2000×1600	1100	1200	0,200	0,18	700	15,0...17,0	20,0...23,0
500...1500	2500×1600	1200	1400	0,210	0,18	1000	12,0...13,5	18,0...20,0
1000...2000	2500×2000	1200	1400	0,210	0,18	1250	10,0...12,0	15,0...18,0

Примітки: 1. Матеріали таблиці використовують за браком технологічних даних на частину або на всю номенклатуру виливків проектної програми. За інших мас виливків у формах оптимальний випуск уточнюють розрахунками.

2. Для сталевих виливків масою 100...500 кг в умовах серійного і дрібносерійного виробництва одноголужну систему не рекомендують; для спеціальної системи охолодження виливків оптимальний випуск становить 15...17 тис. т за рік.

3. Для скорочення довжини конвеєра рекомендують форми розміщувати впоперек його осі.

4. Виливки масою понад 2 т рекомендують заливати й охолоджувати в нерухомому стані через тривале їх холонення у формах у спеціально відведених для цього місцях.

Розміри опок, середня металомісткість (за масою придатних виливків) разових об'ємних форм і коефіцієнт використання об'єму ливарної форми наведено в табл. 5.23.

Користуючись коефіцієнтом η'_6 , можна за розміром і кількістю виготовлюваних форм приблизно визначити потужність групового потоку виробництва виливків.

У сучасному ливарному виробництві спостерігається тенденція до збільшення розмірів форм у потоці, що є суттєвим фактором у виготовленні виливків, особливо для організації операції заливання форм. Оптимальні розміри форм і групові потоки установлюють з урахуванням габаритних розмірів і маси виливків так, щоб кожному нову литу деталь можна було б раціонально розмістити у формах того або іншого потоку.

Кількість виливків у формі визначають за технологічними картами (масове і великосерійне виробництва) або за технологічними розробками і відомостями — для меншої серійності виробництва.

Виливки, які передбачені номенклатурою проектної виробничої програми, поділяють за видом сплавів і масовими групами. Кількість разових об'ємних форм, яку необхідно виготовити протягом року для виконання проектної програми випуску виливків, визначають заповненням форми 12 (табл. 5.24) з урахуванням розподілу виливків за поточковими лініями, конвеєрами, дільницями того або іншого спеціалізованого ливарного цеху.

За результатами розрахунку для кожної потокової групи визначають масу виливків на річну програму, кількість форм за рік і об'єм форм на річну програму (табл. 5.24, X).

Для врахування браку форм і виливків (у тому числі і браку, виявленого під час механічного оброблення виливків) до підсумкових результатів кожної потокової лінії додають 4...6 % річної кількості форм. Отримані результати використовують для розрахунку кількості необхідного устаткування.

Якщо в умовах дрібносерійного і одиничного виробництва замість конкретної номенклатури виливків задано їх масові групи, річну кількість форм визначають через їх середню металомісткість для кожної потокової лінії або дільниці за формулою

$$n = Q 1000/G,$$

де Q — проектна потужність групового потоку, т/рік; G — середня маса виливків у формі, кг.

Визначення річної кількості форм

Індексі позиції	Найменування деталі	Марка сплаву	Кількість деталей за рік, шт	Маса виливків		Робочі розміри опок, (L+B+H). мм	Кількість виливків у формі, шт	Маса виливків у форм, кг..	Кількість форм за рік, шт	Об'єм форми, м ³	
				одного, кг	на річну програму, т					однієї	на річну програму
Потокова лінія 1											
1	Корпус	СЧ20	10000	1,2	43	500×400×120	4	4,8	2500	0,048	120
...
Усього					X				XX		XXX
Потокова лінія 2											
...
...
Усього					X				XX		XXX
Разом					X				XX		XXX

Річна кількість форм, їх розміри, середня і максимальна металомісткості є основними вихідними параметрами проекту ливарного цеху.

На основі цих даних проектують не тільки формувальне, але і всі інші основні виробничі відділення, які його обслуговують.

Результати визначення кількості ливарних форм на річну програму виливків оформлюють за формою 13 (табл. 5.25).

Форма 13

Таблиця 5.25

Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія	Група виливків за масою, кг	Робочі розміри опок (L×B×H), мм	Річний випуск		Кількість форм за годину, шт.	
			виливків, т	форм, тис. шт.	середньогодинна	розрахована
Ливарний конвеєр з автоматами 22821	до 20	500×400×150/150	7000	745	205	300
Ливарний конвеєр з автоматами АЛ9126СМ	21...100	800×700×300/300	14000	298	82	120

Примітка. Розраховану (тактову) кількість форм, яку виготовлятимуть на лінії протягом однієї години, визначають діленням середньогодинної кількості форм на коефіцієнт завантаження формувального відділення, $K_3 = 0,7...0,8$.

5.2.3. Вибір технологічного процесу виготовлення, зміцнення і складання форм, заливання їх металом та охолодження і вибивання виливків

Вибираючи метод виготовлення форм, необхідно передусім брати до уваги той факт, що основну масу литих заготовок (близько 90 %) натеper виробляють у піщаних разових формах.

Це можна пояснити невисокою вартістю виготовлення форм, достатніми запасами формувальних матеріалів, нагромадженим великим досвідом, наявністю площ, удосконаленням існуючих та розробленням нових машин і технологій.

Метод лиття в разові піщані форми однаково придатний як для масового і великосерійного, так і для серійного, дрібносерійного та індивідуального виробництва виливків будь-якої складності й розмірів.

Залежно від рецептури формувальних сумішей технологічні процеси виготовлення разових об'ємних піщаних форм поділяють на такі групи:

1. *Виготовлення піщано-глинястих форм – сирих, підсушених і сухих:*

1) **сирі форми** виготовляють безопоким формуванням з вертикальним (під час виробництва виливків масою до 20 кг) і горизонтальним (під час виробництва виливків масою до 100 кг) різним ливарних форм. Такі технології необхідно використовувати в умовах масового і великосерійного виробництва. Форми з горизонтальним різном доцільно й економічно вигідно використовувати також в умовах серійного виробництва. Для виготовлення сирих форм широко використовують і опокове формування із застосуванням різних способів ущільнення, наприклад, диференційоване пресування — під час виробництва виливків масою до 250 кг або комбіновані способи ущільнення — до 500 кг;

2) **підсушені форми** виготовляють в опоках під час виробництва виливків зі сплавів на основі заліза масою до 1000 кг з використанням звичайних сумішей або таких, що швидко сохнуть (з різними добавками). Форми здебільшого виготовляють безударним струшуванням з наступним допресуванням або піскометальним формуванням;

3) **сухі форми** використовують під час виробництва виливків масою 1000...5000 кг і більшою. Для їх виготовлення застосовують піскометальне формування в опоках або кесонах.

2. *Виготовлення форм із піцано-самотвердних сумішей — ПСС, ХТС, РСС та із сумішей для CO₂-процесу:*

1) **пластичні самотвердні суміші** з органічними або неорганічними зв'язувальними компонентами використовують для виготовлення форм переважно під час виробництва чавунних виливків. Залежно від маси виливків, їх складності та необхідної точності розмірів застосовують підсушені форми (рідше без підсушування). Форми виготовляють під час виробництва виливків масою 100...2000 кг в опоках із застосуванням для приготування сумішей шнекових змішувачів та струшування або віброущільнення. Для виготовлення виливків масою 1000...5000 кг використовують схему — шнековий змішувач і піскомет;

2) **холодотвердні суміші** з фурановими, фенольними, фенолоформальдегідними та іншими смолами використовують для виготовлення форм в умовах серійного, дрібносерійного й одиничного виробництв. Застосовують **підсушені** форми (для виливків масою 1000...5000 кг) або **без підсушування** (масою 100...1000 кг). Використовують безопакове (для виливків масою до 100 кг), опокове (для виливків масою до 5000 кг) і кесонне (для виливків масою понад 5000 кг) виготовлення форм, яке здійснюють за схемою: шнековий змішувач і вібростіл або інші способи ущільнення суміші;

3) **рідкі самотвердні суміші** використовують для виготовлення форм переважно під час виробництва великих і важких виливків. Для формування застосовують суміші з неорганічними і органічними зв'язувальними компонентами; форми використовують підсушеними і не підсушеними, виготовленими в жакетах або опоках (для виливків масою 1000...5000 кг) і кесонним формуванням (для виливків понад 5000 кг). Для приготування рідких самотвердних сумішей застосовують установки періодичної і безперервної дії. Використання форм, виготовлених з рідких самотвердних сумішей, можна рекомендувати тільки після подальшого удосконалення технологічних процесів. Кращими є рідкі самотвердні суміші, що не містять рідкого скла, яке суттєво погіршує операцію вибивання форм і утруднює багаторазове використання оборотної суміші без її регенерації;

4) **CO₂-процес** використовують для виготовлення форм із сумішей з рідким склом під час виробництва сталевих виливків в умовах серійного і дрібносерійного виробництв. Формування здійснюють в опоках струшуванням з подальшим допресовуванням і продуванням вуглекислим газом.

3. Виготовлення піщаних форм під плівкою (V-процесом) — використовують для виробництва дрібних чавунних і сталевих виливків. Технологічний процес є перспективним за умови забезпечення його спеціальними опоками, які дають змогу провадити глибоке вакуумування форм, та потужними вакуумними установками. Технологічний процес виготовлення форм під плівкою показано на рис. 5.25.

Вибираючи технологічний процес виготовлення разових об'ємних форм доцільно враховувати такі рекомендації:

- безопакове формування з вертикальним рознімом форм раціонально використовувати в умовах масового або великосерійного виробництв дрібних мало- або безстрижневих виливків;

- пресування під високим питомим тиском під час виготовлення сирих форм доцільно використовувати для складних за геометрією виливків;

- CO₂-процес найбільш раціонально застосовувати для виготовлення сталевих виливків;

- пластичні самотвердні суміші слід використовувати під час виробництва чавунних виливків;

- форми із холоднотвердних сумішей дорогі, а тому їх доцільно застосовувати в дрібносерійному й одиничному виробництвах. Для виготовлення сталевих виливків можна використовувати холоднотвердні суміші із смолами і каталізатором, які забезпечують уміст азоту менший ніж 0,01 % через підвищений брак виливків — сито-подібну поруватість;

- підсушування форм із самотвердних сумішей, окрім прискорення процесу і підвищення міцності стінок форм, зумовлює використання водних фарб, які найбільш прийнятні для застосування, оскільки не містять у своєму складі легкозаймистих рідин;

- використання для ущільнення сирих форм підвищеного (0,8...1,5 МПа) і високого (1,5...4,0 МПа) тисків пресування з застосуванням металеві моделіної оснастки дає змогу виготовляти виливки масою до 100 кг за першим класом точності (ГОСТ 26645–85) з мінімальною шорсткістю поверхні;

- застосування комбінованих способів ущільнення сумішей (струшування з допресуванням, піскодувно-пресовий тощо) і металеві моделіної оснастки забезпечує можливість виготовлення в сирих піщаних формах виливків масою до 500 кг за другим класом точності з мінімальною шорсткістю поверхні;

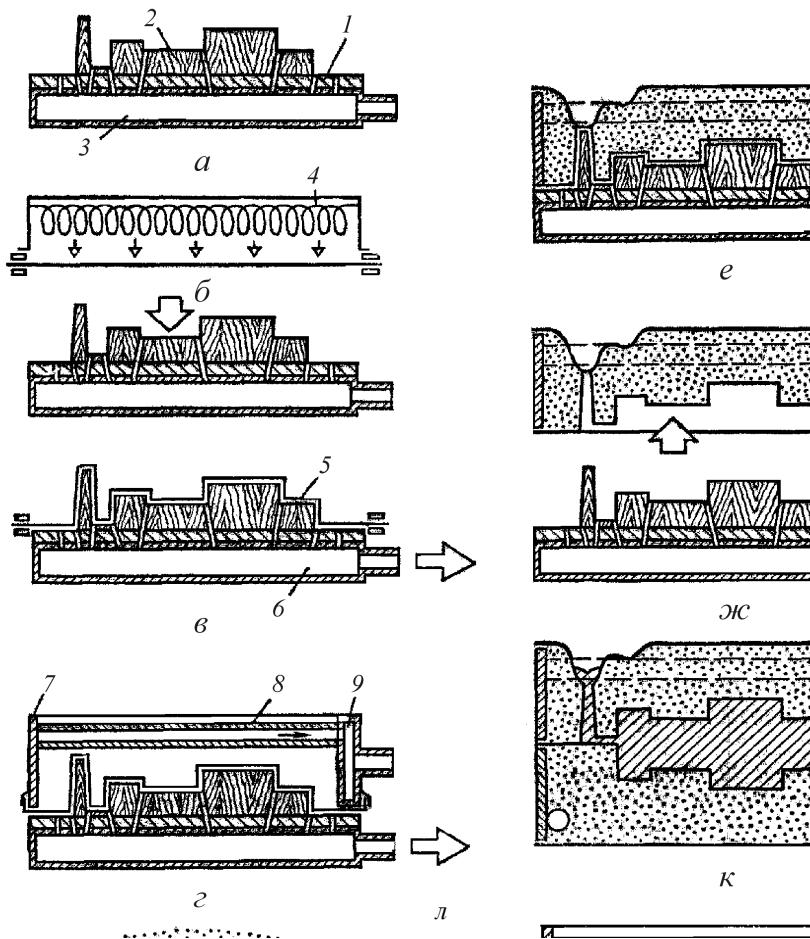


Рис. 5.25. Схема технологічного процесу виготовлення форм під плівкою:
a — установлення модельної оснастки; *б* — нагрівання плівки; *в* — увімкнення вакууму; *г* — установлення спеціальної опоки на модельну плиту; *д* — засипання в опоку піску та ущільнення його вібрацією; *е* — виготовлення ливникової воронки, накладання на поверхню контролду синтетичної плівки і приєднування опоки до джерела вакууму; *ж* — знімання з модельної оснастки півформи і від'єднування вакууму від основи модельної плити; *к* — складання і заливання форми та охолодження вилівка в ній під вакуумом; *л* — видалення охолодженого вилівка із форми від'єднуванням вакууму і пропусканням піску в бункер через охолоджувальний пристрій, обладнаний пиловловлювачами; *1* — модельна плита; *2* — модель; *3* — основа модельної плити з вакуумованою порожниною; *4* — нагрівальна електроспираль; *5* — синтетична плівка завтовшки 0,05...0,10 мм; *6* — основа модельної плити під дією вакууму (що не перевищує 0,05 МПа); *7* — опока; *8* — відсмоктувальна труба; *9* — повітряний колектор

– використання дерев'яної модельної оснастки і низького тиску допресовування (меншого за 0,2 МПа) дає змогу виготовляти виливки масою до 100 кг в сирих формах за третім класом точності із задовільною шорсткістю поверхні;

– використання ПСС, CO₂-процесу та інших зміцнюваних форм для виробництва виливків масою близько 2000 кг із сплавів на основі заліза дає можливість виготовити їх за третім класом точності.

Типові технологічні процеси виготовлення ливарних форм наведено в табл. 5.26.

Для визначення проектної тривалості основних операцій — формування, доопрацювання, складання і заливання форм — застосовують технологічні інструкції, загальномашинобудівні нормативи часу, звітні дані сучасних підприємств з високою культурою виробництва і паспортні дані використовуваного устаткування з урахуванням характеру виробництва (серійності) і рівнів механізації та автоматизації технологічних операцій. Норми тривалості циклу підсушування наведено в табл. 5.27, а норми сушіння форм залежно від їх розмірів і типу облицьовувальної суміші — в табл. 5.28.

Розрахунковий такт заливання, вибивання, руху ливарного конвеєра (на 1 крок) і вертання опок від вибивальної ґратки в секундах визначають залежно від сумарної тактової (розрахункової) продуктивності формувального устаткування. Підсушування і сушіння форм здійснюють у сушарках періодичної (ямні сушарки, камерні сушильні печі, сушильні шафи і переносні сушарки) і безперервної (конвеєрні горизонтальні і вертикальні) дії. Необхідну довжину та кількість сушарок для поверхневого підсушування визначають залежно від установленної тривалості циклу підсушування півформ (див. табл. 5.27) і такту роботи формувального устаткування.

Камерні сушарки з викотними візками використовують для сушіння форм і великих стрижнів у чавуноливарних і сталеливарних цехах серійного і дрібносерійного виробництв. Кількість камерних сушарок для сушіння форм визначають за формулою

$$C_{\phi} = WtK_n/\Phi_dVS,$$

де W — загальний об'єм форм, які необхідно висушити протягом року, м³; t — тривалість циклу сушіння форм з урахуванням часу завантажування і розвантажування сушарок, год; K_n — коефіцієнт нерівномірності виготовлення і використання проміжної продукції (форм), $K_n = 1,1 \dots 1,3$; V — робочий (внутрішній) об'єм камерної сушарки, м³; S — коефіцієнт використання об'єму сушарки, $S = 0,15 \dots 0,20$.

Таблиця 5.26

Типові технологічні процеси виготовлення разових об'ємних форм

Характеристики виробництва	Маса виливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	Тип і конст-рукція форм	Спосіб виготовлення форм	Оснастка		Особливості технологічного процесу
				модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	
Масове і великосерійне	До 20	Сирі, піщано-бентоні-тові, безопокові з вертикальним і горизонтальним рознімами	Піскодувно-пресовий, пресовий	Металева	500×400 600×500	Тиск пресування – 0,8...4,0 МПа, міцність єдиної суміші на стискання в сирому стані – понад 0,13 МПа; безопокові форми з вертикальним рознімом раціонально використовувати для мало- або безстрижневих виливків
	21...100	Сирі, піщано-бентоні-тові, безопокові з горизонтальним рознімом, одинарні	Пресування еластичною діафрагмою тощо		Жакети 500×400 600×500 800×700 1000×800 1200×1000	

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип		Оснастка	Особливості
----------------	----------	-----	--	----------	-------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	технологічного процесу
	101...250	Сирі, піщано-бентонітові, опокові	Диференційоване пресування, пресування жорсткою колодкою, еластичною діафрагмою тощо		600×500 800×700 900×600 1000×800 1200×1000 1400×1000 1600×1000 Опоки підвищеної міцності	Тиск пресування – 0,8...4,0 МПа і вище. Міцність єдиної суміші на стискання в сирому стані – понад 0,11 (0,15) МПа

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип	Спосіб	Оснастка	Особливості
----------------	----------	-----	--------	----------	-------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	технологічного процесу
Масове і великосерійне	251...500	Сирі, піщано-бентонітові, опокові	Безударне Струшування в поєднанні з одночасним або подальшим диференційованим пресуванням	Металева	500×400 600×500 800×700 900×600 1000×800 1200×1000 1400×1000 1600×1200	Тиск пресування – 1,0...2,0 МПа. Міцність сумішей на стискання в сирому стані – 0,11...0,25 МПа. Універсальність виготовлення сирих форм

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип і конст-		Оснастка	Особливості
----------------	----------	--------------	--	----------	-------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	рукція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	технологічного процесу
Великосерійне і серійне	До 500	Сирі, піщано-глинясті суміші, опокові	Безударне струшування з допресовуванням або піскометний	Пластмасова, металеві	500×400 600×500 800×700 900×600 1000×800 1200×1000 1400×1000	Тиск допресовування – 0,2...0,6 МПа. Для виливків масою 50...500 кг використовують облицьовувальну суміш

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип	Спосіб	Оснастка	Особливості те-
----------------	----------	-----	--------	----------	-----------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	технологічного процесу
Серійне і дрібносерійне (потокове)	До 100	Сирі, піщано-глинясті суміші, опокові	Безударне струшування з допресуванням або піскометний	Пластмасова або дерев'яна на швидкозмінних	500×400 800×700 1000×800	Тиск допресування – 0,2...0,6 МПа. Для виливків масою 50...100 кг використовують облицьовувальну суміш

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип	Спосіб	Оснастка	Особливості тех-
----------------	----------	-----	--------	----------	------------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	нологічного процесу
Серійне, дрібносерійне і одиничне (потокове)	100...2000	Підсушені, піщано-глинясті, швидко-твердні, холодно-твердні, самотвердні	Безударне струшування з допресовуванням	Пластмасова або дерев'яна, швидко-	1200×1000 1400×1000 1600×1200 2000×1600 2500×2000 3000×1800	Тиск допресовування – 0,2...0,6 МПа. Облицьовувальну самотвердну суміш видають із змішувача в опоку. Фарба водна

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип	б	Оснастка	Особливості те-
----------------	----------	-----	---	----------	-----------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	хнологічного процесу
Серійне, дрібносерійне і частково одиничне (потокове); переважно для чавунних виливків	100...2000	Самотвердні (без підсушування), опокові	Безударне струшування з допресовуванням	Пластмасова або дерев'яна, швидкозмінна	1600×1200 2000×1600 2500×2000 3000×1800	Тиск допресовування – 0,2...0,6 МПа; форма із двох опок; облицьовувальну самотвердну суміш видають із змішувача в опоку. Фарба спиртова самовисихаюча

Продовження табл. 5.26

Характеристики	Маса ви-	Тип	Спосіб	Оснастка	Особливості те-
----------------	----------	-----	--------	----------	-----------------

виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	хнологічного процесу
Серійне, дрібносерійне і одиничне (залиття форм на плацу)	100...5000	Сухі, піщано-глинясті, швидко-тверді, опокові	Піскометальний або безударним струшуванням з доущільненням	Пластмасова, металева або дерев'яна; ковзка швидкозмінна тощо	2500×2000 3000×1800 4000×2500	Форма із двох, трьох і більше опок; використовують облицьовувальну суміш. Фарба водна
Серійне, дрібносерійне і одиничне (залиття на плацу); переважно сірий чавун		Самотвердні, підсушені, опокові	Піскометальний			Форма із двох, трьох опок (по висоті); використовують облицьовувальну суміш. Фарба водна

Закінчення табл. 5.26

Характеристи-	Маса ви-	Тип	Спосіб	Оснастка	Особливості
---------------	----------	-----	--------	----------	-------------

ки виробництва	ливків у групі (для сплавів на основі заліза), кг	і конструкція форм	виготовлення форм	модельна	ливарна (робочі розміри опок, мм)	технологічного процесу
Серійне, дрібносерійне і одиничне (залиття в кесонах)	Понад 5000	Сухі, піщано-глинясті та інші кесонні форми	Піскометалевий	Дерев'яна	Верхні півформи: 4000×2500 5000×3000 6000×4000	Використовують облицьовувальну суміш
Одиничне (залиття на плацу)	500...5000	Самотвердні із рідких сумішей	Наливанням	Пінополістиролові, дерев'яні	1200×1000 1400×1000 1600×1200 2500×2000 3000×1800	Газифікація пінополістиролових моделей у процесі залиття форми
Серійне (залиття переважно на плацу)	Понад 1000	Самотвердні із рідких сумішей; підсушені і без підсушування		Дерев'яна	Жакети, спеціальні опоки або кесони за конфігурацією моделі	Для запобігання прилипання рідких сумішей на модельну оснастку наносять роздільне покриття

Таблиця 5.27

Тривалість циклу і темп підсушування форм залежно від типу облицьовувальної суміші та розміру форм

Робочі розміри опок, мм	Піщано-глиняста суміш		Суміш з органічним зв'язувальним компонентом		Суміш з рідким склом		Суміш самотвердна	
	температура підсушування, °С	тривалість циклу, хв	температура підсушування, °С	тривалість циклу, хв	температура підсушування, °С	тривалість циклу, хв	температура підсушування, °С	тривалість циклу, хв
1200×1000×400 1400×1000×500	380...400	45...60	250...350	30...45	230...280	–	80...150	20...30
1600×1200×600 2000×1600×600		60...75		45...60		30...45		30...40
2500×2000×600 3000×1700×600		75...90		60...75		45...60		40...50

Примітки: 1. Поверхнєве підсушування форм рекомендовано для потокового виробництва із заливанням форм не пізніше, ніж через 2...3 год після їх складання.

2. Перед початком підсушування форми необхідно пофарбувати.

3. Для сумішей з рідким склом рекомендовано дворазове фарбування і підсушування. Час підсушування форм у таблиці указаний сумарний.

Таблиця 5.28

Норми тривалості циклу суші у камерних сушарках залежно від типу облицьовувальної суміші та розмірів форм

Робочі розміри опок, мм	Тип облицовувальних сумішей на робочій поверхні форм															
	піщано-глиняста				з органічними зв'язувальними компонентами				з рідким склом				з хромомагнетитом або хромистим залізняком			
	t , °С	τ , год	τ_1 , год	K	t , °С	τ , год	τ_1 , год	K	t , °С	τ , год	τ_1 , год	K	t , °С	τ , год	τ_1 , год	K
1200×1000×400 1400×1000×500 1600×1200×600	400...420	8...9	6...7	0,16	250...300	6...7	4...5	0,16	250...300	5...6	3...4	0,16	400...420	10...11	8...9	0,16
2000×1600×600 2500×2000×600 3000×1700×600		9...10	7...8	0,18		7...8	5...6	0,18		6...7	4...5	0,18		11...12	9...10	0,18
2500×2300×900 4000×2500×900 5000×3000×600	420...450	12...13	10...13	0,20	250...350	10...12	8...10	0,20	230...330	9...10	7...8	0,20	420...450	15...18	13...18	0,20

Примітки: 1. Позначення: t — максимальна температура; τ — тривалість повного циклу; τ_1 — час роботи топки; K — коефіцієнт заповнення сушарки.

2. Кількість сушарок необхідно визначати з урахуванням часу на завантажування і вивантажування форм, який дорівнює орієнтовно 2 год.

Кількість камерних сушарок для сушіння стрижнів визначають за формулою

$$C_c = StK_n / F \cdot \Phi_d k \eta,$$

де S — площа сушильних плит на річну програму, m^2 ; t — тривалість циклу сушіння, год; K_n — коефіцієнт нерівномірності виготовлення і використання проміжної продукції (стрижнів), K_n — 1,1...1,3; F — площа однієї етажерки, m^2 ; k — кількість етажерок в одній камері сушарки; η — коефіцієнт заповнення етажерок, $\eta = 0,6...0,8$.

Кількість конвеєрних сушарок визначають за формулою

$$C_{к,с} = Stl / F \cdot \Phi_d \cdot a \cdot L_k \cdot \eta,$$

де S — площа плит на річну програму, m^2 ; t — тривалість одного циклу сушіння, год; l — відстань між етажерками, м; F — площа однієї полиці етажерки, m^2 ; a — кількість полиць на етажерці, шт.; L_k — загальна довжина конвеєра, м; η — коефіцієнт заповнення полиць, $\eta = 0,6...0,8$.

Під час вибирання заливальних ковшів оптимальної місткості у процесі виробництва виливків зі сплавів на основі заліза можна скористатися тривалістю заливання ливарних форм залежно від маси і товщини стінки литої деталі, яку наведено в табл. 5.29.

Норми тривалості холонення чавунних і сталевих виливків у формах після їх заливання до вибивання наведено в табл. 5.30.

Таблиця 5.29

Тривалість заливання ливарних форм, с

Маса вливка, кг	Переважна товщина стінки вливка, мм			
	10	20	40	80
5	8,0	9	12	15
10	9,9	12	15	19
25	13,0	16	20	25
50	16,0	20	25	32
100	20,0	25	32	40
200	25,0	32	40	51
400	32,0	40	50	64
1000	43,0	54	68	68
4000	68,0	86	108	137
10000	93,0	117	147	168
15000	106,0	133	169	213
25000	126,0	158	202	253

Таблиця 5.30

Тривалість холонення виливків у формах після заливання до вибивання (природне холонення)

Ін-дек-с по-зи-ції	Робочі розміри опок, мм	Маса виливків у групі, кг	Макси-мальна маса виливків у формі, кг	Розрахунковий інтервал темпе-ратур вибивання виливків із форм, °С	Час холонення виливків у формах, год, за товщини стінки, мм		
					До 20	21...30	31...50
<i>Виливки із сірого чавуну</i>							
1	500×400 (без опок)	До 10	10	700...600 (500)	0,14...0,19 (0,25)	0,20...0,25 (0,39)	0,25...0,36 (0,54)
2	500×400	10...20	20	700...600 (500)	0,16...0,21 (0,31)	0,27...0,38 (0,57)	0,36...0,51 (0,76)
3	800×700	20...100	100	700...600 (500)	0,31...0,47 (0,70)	0,56...0,84 (1,27)	0,75...1,13 (1,70)
4	1000×800	50...150	150	700...600 (500)	0,40...0,55 (0,83)	0,70...1,00 (1,50)	0,90...1,30 (2,10)
5	1200×1000	50...250	250	600...500 (400)	0,77...1,23 (2,00)	1,30...2,00 (3,70)	1,70...2,70 (4,90)
6	1400×1000	100...500	500	600...500 (400)	1,00...1,60 (2,80)	1,78...2,84 (5,10)	2,50...3,90 (7,10)

Продовження табл. 5.30

Ін-декс по-зи-ції	Робочі розміри опок, мм	Маса виливків у групі, кг	Макси-мальна маса виливків у формі, кг	Розрахунковий інтервал темпе-ратур вибивання виливків із форм, °С	Час холонення виливків у формах, год, за товщини стінки, мм		
					До 20	21...30	31...50
Виливки із сірого чавуну							
7	1600×1200	100...1000	1000	600...500 (300)	–	4,10...7,40 (12,5)	5,60...10,0 0 (17,0)
8	2000×1600	500...1000	1000	600...500 (300)	–	4,10...7,40 (12,50)	5,60...10,0 0 (17,00)
9	2500×1600	500...1500	1500	600...500 (300)	–	4,50...8,10 (14,70)	5,60...10,0 0 (17,00)
10	2500×2000 3000×1700	1000...2000	2000	400...300 (200)	–	9,00...16,8 0 (28,30)	11,40...22, 40 (38,00)
Виливки з ковкого чавуну							
11	500×400 900×600	до 10	10	700...600 (500)	0,15...0,20 (0,27)	0,22...0,27 (0,42)	–
12	600×500 900×600	11...20	20	700...600 (500)	0,20...0,27 (0,39)	0,33...0,42 (0,70)	–

Індекси позиції	Робочі розміри опок, мм	Маса виливків у групі, кг	Максимальна маса виливків у формі, кг	Розрахунковий інтервал температур вибивання виливків із форм, °С	Час холонення виливків у формах, год, за товщини стінки, мм		
					До 20	21...30	31...50
13	800×700 1000×800	21...50	50	700...600 (500)	0,33...0,42 (0,66)	0,53...0,66 (1,00)	—
14	1200×1000	21...100	100	700...600 (500)	0,50...0,70 (1,00)	0,70...1,00 (1,50)	—
15	1400 x 1000	51...250	250	700...600 (500)	0,65...0,90 (1,40)	13,0...1,60 (2,00)	—
Виливки із вуглецевої сталі							
16	500×400 (без опок)	до 10	10	700...600 (500)	0,17...0,27 (0,42)	0,35...0,50 (0,80)	0,45...0,70 (1,20)
17	500×400	11...20	20	700...600 (500)	0,25...0,35 (0,52)	0,42...0,63 (0,95)	0,57...0,85 (1,60)
18	800×700	21...50	100	700...600 (500)	0,50...0,75 (1,20)	0,95...1,40 (2,10)	1,20...1,80 (2,70)

Продовження табл. 5.30

Ін-дек-с по-зи-ції	Робочі розміри опок, мм	Маса виливків у групі, кг	Макси-мальна маса виливків у формі, кг	Розрахунковий інтервал темпе-ратур вибивання виливків із форм, °С	Час холонення виливків у формах, год, за товщини стінки, мм		
					До 20	21...30	31...50
19	1000×800	50...250	250	700...600 (500)	0,65...0,90 (1,40)	1,20...1,80 (2,70)	1,40...2,25 (3,75)
20	1200×1000	50...250	250	650...550 (450)	1,00...1,60 (2,60)	1,90...2,90 (4,70)	2,40...3,70 (6,00)
21	1400×1000	100...500	500	650...550 (450)	1,40...2,20 (3,70)	2,40...4,00 (7,20)	3,40...5,30 (9,20)
22	1600×1200	100...1000	1000	650...550 (450)	–	4,60...6,00 (11,0)	6,20...7,50 (13,00)
23	2000×1600	500...1000	1000	650...550 (450)	–	4,60...6,00 (11,0)	6,20...7,50 (13,00)
24	2500×1600	500...1500	1500	650...550 (450)	–	5,40...7,00 (14,20)	7,20...8,80 (16,50)
25	2500×2000 3000×1700	1000...2000	2000	550...500 (450)	–	8,00...11,0 0 (17,00)	10,00...13, 00 (20,00)

Ін-дек-с по-зи-ції	Робочі розміри опок, мм	Маса виливків у групі, кг	Макси-мальна маса виливків у формі, кг	Розрахунковий інтервал темпе-ратур вибивання виливків із форм, °С	Час холонення виливків у формах, год, за товщини стінки, мм		
					До 20	21...30	31...50
Виливки із легованих сталей							
26	500×400 (без опок)	до 10	10	650...550 (450)	0,21...0,34 (0,50)	0,42...0,63 (0,95)	0,57...0,95 (1,60)
27	500×400	11...20	20	650...550 (450)	0,29...0,48 (0,72)	0,52...0,79 (1,30)	0,70...1,25 (2,30)
28	800×700	21...100	100	600...500 (400)	0,76...1,20 (2,00)	1,40...2,10 (3,80)	1,80...3,00 (5,80)
29	1000×800	50...150	150	600...500 (400)	0,90...1,40 (2,30)	1,75...2,70 (4,40)	2,25...3,75 (6,20)
30	1200×1000	50...250	250	550...450 (400)	1,50...2,60 (3,00)	2,80...4,50 (5,60)	3,80...6,40 (8,20)
31	1400×1000	100...500	500	550...450 (400)	2,70...3,50 (4,50)	4,00...7,20 (8,60)	5,30...9,20 (12,00)

Індексо-позиція	Робочі розміри опок, мм	Маса виливків у групі, кг	Максимальна маса виливків у формі, кг	Розрахунковий інтервал температур вибивання виливків із форм, °С	Час холонення виливків у формах, год, за товщини стінки, мм		
					До 20	21...30	31...50
Виливки із легованих сталей							
32	1600×1200	100...1000	1000	550...450 (400)	–	6,00...11,00 (14,50)	7,50...13,00 (18,50)
33	2000×1600	500...1000	1000	550...450 (400)	–	6,00...11,00 (14,50)	7,50...13,00 (18,50)
34	2500.1600	500...1500	1500	550...450 (400)	–	7,00...14,00 (19,30)	8,80...16,00 (24,50)
35	2500×2000 30001700	1000...2000	2000	500...400 (300)	–	11,00...24,00 (34,00)	13,00...30,00 (51,00)

190

Примітки: 1. Тривалість холонення вибирають залежно від конфігурації виливків у межах інтервалу норми часу. Час, наведений у дужках, слід вибирати тільки для складних, схильних до тріщиноутворення, виливків і для виливків із високоміцного чавуну.

2. Наведені норми часу витримування виливків у формах використовують за браком перевірених технологічних даних для деталей проектної програми.

За умови використання технології, коли брикет з виливком (вилівками) видавлюється без руйнування, тривалість перебування виливків у формах визначають як сумарний час холонення до видавлювання брикету суміші і час холонення виливків у брикеті суміші до його руйнування на розділювальній ґратці.

Штучні методи прискорення холонення виливків правомірно розглядати як певний резерв виробництва під час виготовлення окремих нескладних за конструкцією деталей загального використання. Операцію вибивання виконують на напівавтоматичних установках, конструкції яких залежать від вибраного технологічного процесу виготовлення форм та організації робіт на конвеєрі.

Проте автоматичне вибивання форм потребує одного типорозміру опок, до того ж і без хрестовин.

За умови парного розташування формувальних машин використовують вибивальні установки з поверненням опок на ливарний конвеєр, а опоки розпаровують біля формувальних машин.

За умови групового розташування формувальних агрегатів вибивальну установку забезпечують розпаровувачем для відокремлення верхніх опок від нижніх. Для повернення опок використовують стрічкові транспортери. Великі виливки, які виготовляють в опоках з хрестовинами, можна вибивати нарізно з верхньої і нижньої півформ. Для цього вздовж конвеєра розміщують дві вибивальні установки.

На першій установці знімають і вибивають верхню півформу і опоку повертають на формувальну дільницю. Потім з нижньої півформи витягують виливок, а опоку перевертають і вибивають на другій вибивальній установці. У цехах, які виготовляють важке литво, виливки вибивають на спеціальних вибивальних установках.

Для запобігання потраплянню пилу в приміщення цеху установки обладнують потужними захисними камерами.

Камера має отвори для приєднання вентиляційної установки відсмоктування пилу і подавання повітря в камеру. На таких вибивальних установках також видаляють стрижні із виливків.

5.2.4. Вибір основного технологічного устаткування для формування та визначення його кількості

Основним устаткуванням у цехах масового і великосерійного виробництв є автоматичні та автоматизовані формувальні лінії, в цехах серійного виробництва — частково автоматизовані та меха-

нізовані потокові лінії, в цехах дрібносерійного виробництва — комплексно-механізовані лінії з використанням сучасних технологій.

В одиничному виробництві з великою номенклатурою литих деталей використовують окремі формувальні машини в поєднанні з ливарним конвеєром.

Автоматична лінія — комплекс устаткування, що розташоване в технологічній послідовності, зв'язане транспортом і об'єднане системою керування, яка забезпечує автоматичне виконання переходів і операцій технологічного процесу під контролем оператора.

Автоматизована лінія — на відміну від автоматичної деяка частина технологічних операцій може виконуватися не в автоматичному режимі.

Комплексно-механізована лінія — всі операції технологічного процесу виконують механізми, але не в автоматичному режимі.

Потокові лінії — операції технологічного процесу виконують вручну або на окремих машинах у заданій послідовності з використанням транспортних засобів.

Оптимальним місцем розміщення автоматичних і автоматизованих ліній є другі поверхи сучасних виробничих будівель ливарних цехів. У цих варіантах перші поверхи раціонально використовувати для розташування засобів транспортування всіх видів сумішей (формувальних, оборотних, відпрацьованих тощо) і виливків. Тут розташовують вентиляційні установки для того, щоб приміщення другого поверху було максимально вільним від естакад і вентиляційних труб.

Комплексно-механізовані лінії для виготовлення великих і важких виливків розміщують в одноповерхових будівлях.

Оскільки автоматичні лінії є єдиними ливарними комплексами, окремі складові ліній не розраховують. Головною вимогою при цьому є пряме приєднання формувальних ліній до ліній приготування і подавання формувальних сумішей у бункери автоматів виготовлення ливарних форм, забезпечення рівномірного подавання стрижнів на дільниці складання форм та рідкого металу на дільниці заливання форм, а також безперервного відбирання вибитих із форм виливків і транспортування їх у відділення фінішних операцій.

Таким чином, створюють інтегровані виробничі лінії, які об'єднують в єдиний комплекс з автоматичними формувальними лініями, устаткуванням для плавлення металу, сумішопріготування і фінішних операцій.

Різні компонування комплексних автоматичних ліній, до складу яких входять дільниці виготовлення форм, складання і заливання їх металом, охолодження виливків і видалення останніх із форм, показано на рис. 5.26 — 5.28.

Комплексна автоматична лінія (рис. 5.26) складається із трьох замкнених взаємозв'язаних ліній з додатковими транспортними і технологічними дільницями: формувально-заливальної, лінії попереднього і лінії остаточного охолодження.

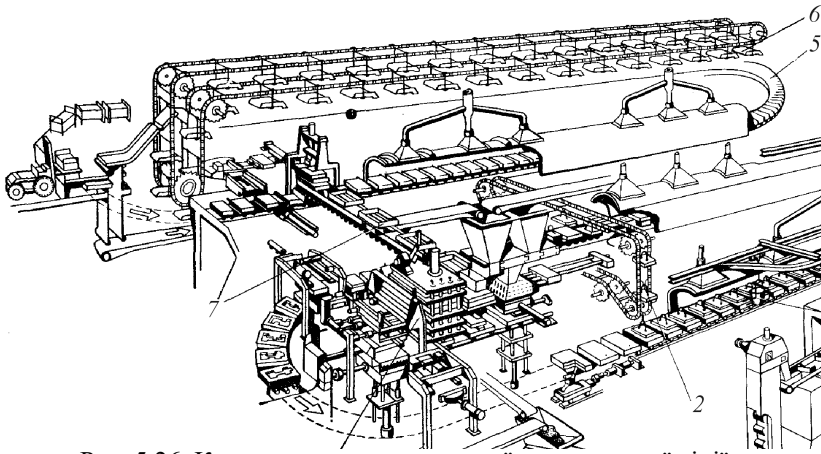


Рис. 5.26. Компонування комплексної автоматичної лінії для виготовлення виливків з окремими лініями охолодження брикету і виливків та дільницею поновлення властивостей оборотної суміші:

- 1 — формувальний автомат; 2 — вантажоукладач; 3 — заливальний ківш;
- 4 — конвеєр попереднього охолодження форм; 5 — горизонтально-замкнений конвеєр додаткового охолодження; 6 — вертикально-замкнений конвеєр остаточного охолодження виливків; 7 — поперечний вертикально-замкнений конвеєр

На формувально-заливальній лінії встановлено формувальний автомат 1, який послідовно виготовляє верхню і нижню півформи. Нижня півформа передається на пульсівний конвеєр, на заокругленні якого проставляють стрижні. Далі нижня півформа накривається верхньою і форма навантажується за допомогою спеціального вертикально-замкненого пристрою (вантажоукладача) 2, який працює синхронно з ливарним конвеєром. Після заливання форм за допомогою ковша 3 і попереднього охолодження на конвеєрі попереднього охолодження 4 з них знімається вантаж і вони поперечним

вертикально-замкненим конвеєром 7 передаються на дільницю вибивання. Вибивання виконується методом продавлювання, після якого порожні опоки повертаються до формувального автомата, а видавлений брикет подається на горизонтально-замкнений конвеєр 5 для додаткового охолодження.

Охолоджений брикет скидається на вибивальну вібраційну установку, на якій суміш відокремлюється від виливків і передається в систему поновлення властивостей оборотної суміші, а виливки – на вертикально-замкнений конвеєр 6, що складає третю лінію, де відбувається остаточне охолодження виливків, їх проміжне складування і передавання на дільницю очищення.

Комплексна автоматична лінія із заливанням і охолодженням форм на роликів конвеєрах (рис. 5.27) працює за таким технологічним процесом.

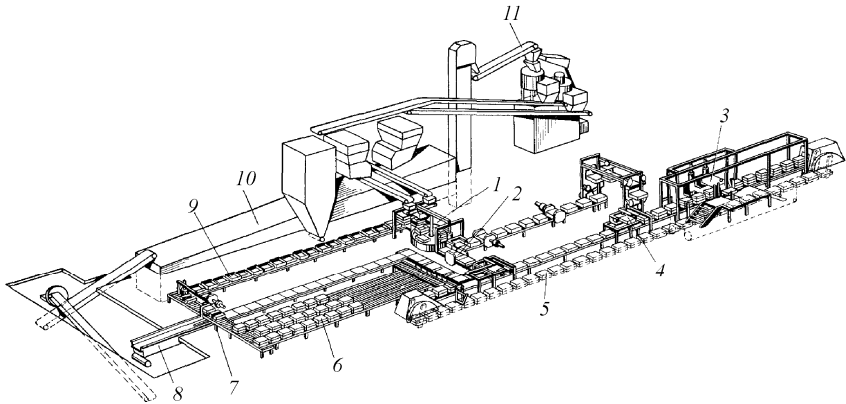


Рис. 5.27. Комплексна автоматична лінія із заливанням і охолодженням форм на роликів конвеєрах:

- 1 — карусельний чотирипозиційний формувальний автомат;
- 2 — кантувач нижніх півформ; 3 — автоматична установка заливання форм; 4 — складач форм; 5 — вертикально-замкнений конвеєр з пульсівним переміщенням візків; 6 — охолоджувальний конвеєр;
- 7 — вибивальна установка; 8 — вібраційна ґратка; 9 — конвеєр транспортування пустих опок; 10 — установка охолодження оборотної суміші; 11 — сумішоприготувальна система

На карусельному чотирипозиційному автоматі 1 послідовно виготовляються нижні і верхні півформи, які направляються в два різні потоки. Нижня півформа рухається через кантувач 2 і передається на вертикально-замкнений конвеєр 5 з пульсівним переміщенням візків.

Тут провадиться проставлення стрижнів у нижні півформи, складання форм, автоматичне їх заливання за допомогою установ-ки 3 і попереднє охолодження на нижньому розгалуженні конвеєра, яке облаштовано нижче від рівня підлоги.

Верхня півформа спеціальним відгалуженням конвеєра рухається через два кантувачі, що дає змогу перевірити її стан, і передається на складач форм 4.

На лінії передбачено три лінії охолоджувального конвеєра 6 для тривалого охолодження виливків у формі.

Охоложені до необхідної температури форми транспортуються на вибивальну установку 7, де брикет видавлюється на вібраційну ґратку 8, на якій суміш відокремлюється від виливків.

Суміш передається на дільницю поновлення її властивостей, а опоки транспортним конвеєром 9 передаються до формувального автомата. До складу автоматичної лінії входять установка 10 для охолодження оборотної суміші та сумішоприготувальна система 11.

Комплексна автоматична лінія безопокового формування (рис. 5.28) — призначена для виготовлення дрібних виливків зі стрижнями та без них.

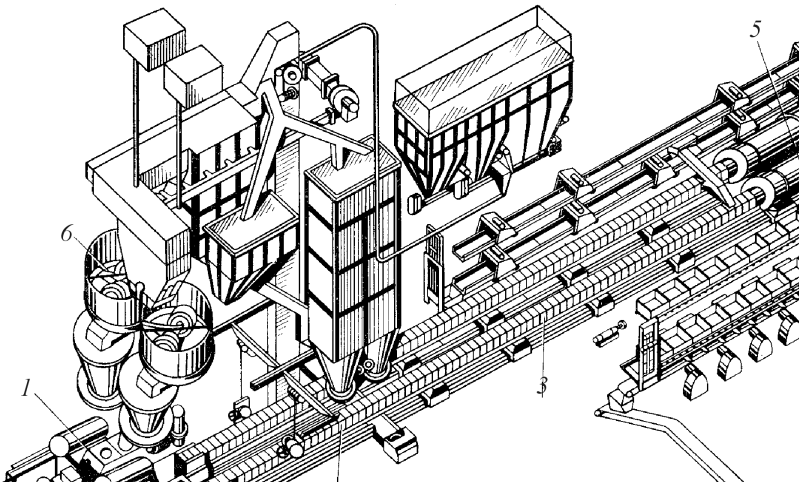


Рис. 5.28. Комплексна автоматична лінія безопокового формування:
1 — піскодуювно-пресовий автомат човникового типу; 2 — дільниця заливання форм; 3 — дільниця охолодження форм; 4 — дільниця зачищення виливків;
5 — дільниця вибивання виливків; 6 — система сумішоприготування

До складу лінії входить піскодувно-пресовий автомат безопоківго формування човникового типу, який послідовно видає форми на два горизонтально-стосові транспортні відгалуження.

На цих відгалуженнях (дільниця заливання 2) здійснюється заливання форм і їх транспортування до галтувальних барабанів безперервної дії (дільниця вибивання 5). Між дільницями заливання форм і вибивання виливків розташовано дільницю охолодження форм 3. Після вибивання виливки в спеціальній тарі передають на дільницю зачищення виливків 4, а суміш транспортують на дільницю поновлення властивостей оборотної суміші системи сумішо-приготування 6.

З наведених схем сучасних комплексних автоматичних ліній видно, що всі вони складають єдину систему з автоматизованими сумішоприготувальними комплексами, призначеними для обслуговування таких ліній.

На заливальних дільницях, де використовують конвеєри з пульсівним переміщенням, для навантажування форм використовують перестановники вантажів. Така система навантажування є складовою частиною автоматичної лінії формування, заливання та вибивання і працює синхронно з усіма вузлами лінії.

Перестановники установлюють вантажі на форми перед дільницею їх заливання і знімають їх після виходу форми з охолоджувальної дільниці конвеєра перед вибиванням.

Використовують перестановники, в яких установлення і знімання вантажів здійснюються одним механізмом, і схеми, за якими ці операції виконуються різними механізмами, а вантажі зі знімача на навантажувач передаються спеціальним транспортом.

Схему навантаження форм на автоматичній лінії формування, заливання форм і їх вибивання показано на рис. 5.29.

Готові форми, складені на складачі 6, рухаються до перестановника вантажів 10. Тут форми автоматично навантажуються і продовжують рухатися на дільниці заливання 8 і охолодження 9.

Охолоджені форми другим відгалуженням конвеєра знову рухаються до перестановника 10, де вантаж знімається із них. Далі форми без вантажу транспортуються на вибивальну гратку 11.

В умовах дрібносерійного виробництва з великою номенклатурою литих деталей використовують механізовані поточні лінії, оскільки вони є найефективнішими в таких варіантах. На таких лініях верхні і нижні півформи виготовляють окремо. Окремо передбачено й дільниці доопрацювання півформ та складання форм.

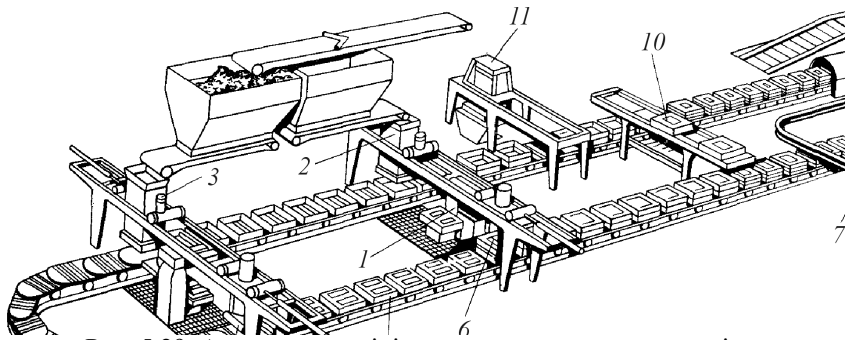


Рис. 5.29. Автоматична лінія з перестановником вантажів на дільниці заливання:

- 1 — формувальні автомати; 2 — підіймач опок верху з дозатором формувальної суміші; 3 — підіймач опок низу з кантувачем і дозатором формувальної суміші; 4 — підіймач нижніх півформ з кантувачем для установлення на ливарний конвеєр; 5 — дільниця проставляння стрижнів; 6 — складач форм; 7 — монорейка заливальної дільниці; 8 — заливальна дільниця конвеєра; 9 — охолоджувальна дільниця конвеєра; 10 — перестановник вантажів; 11 — вибивальна гратка

Дільницю лінії для виготовлення нижніх півформ на базі прохідного автомата з ковзкою оснасткою показано на рис. 5.30.

Основною складовою дільниці є трипозиційний формувальний автомат 1. Окрім нього, до складу дільниці входять поворотно-втягувальна машина 2, штовхач готових півформ 4, а також механізми переміщення і піднімання оснастки та роликів конвеєри для переміщення опок і плит. Стрижні у півформу проставляють на візковому конвеєрі 3.

Послідовність операцій на дільниці такий: робітник за допомогою підіймача на спеціальній позиції 5 установлює порожню опоку на модельну плиту і транспортує її разом з опокою в автомат.

На автоматі виготовляють нижню півформу, після чого вона разом із плитою подається на поворотно-втягувальну машину.

Після протягування моделі півформа виштовхується на дільницю установлення стрижнів, а плита повертається на позицію установлення опок. Аналогічно (без дільниці установлення стрижнів) виготовляють верхні півформи. Спеціальний складач накриває на ливарному конвеєрі нижню півформу з установленими стрижнями верхньою півформою.

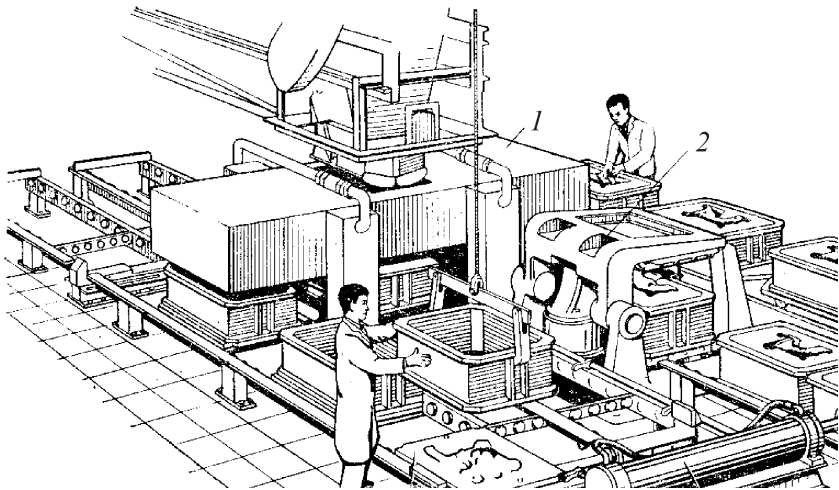


Рис. 5.30. Поточкова лінія виготовлення нижніх півформ:

- 1 — трипозиційний формувальний автомат; 2 — поворотно-витягувальна машина; 3 — візковий конвеєр; 4 — штовхач готових півформ; 5 — майданчик для складання опоки з модельною плитою

У цехах виробництва виливків з високоміцного чавуну або сталей будь-якого призначення в такі інтегровані комплекси додають прохідні або тупикові термічні печі для термічного оброблення литва.

Сучасні методи виготовлення ливарних форм з використанням сипких матеріалів (дробу в магнетному полі під час застосування газифікованих моделей, сухого піску під час вакуумно-плівкового формування тощо) створюють простіші технології формоутворення і полегшують завдання для виконання проекту, оскільки відпадає виробничий комплекс сумішоприготування, а в багатьох випадках — і виготовлення стрижнів. Автоматичні лінії за такими схемами з'єднують транспортними засобами зі складом формувальних матеріалів.

Для масового і великосерійного виробництв дрібних виливків зі сплавів на основі заліза найбільш ефективними є **лінії безопокowego формування**, які поділяють:

за способом складання форм (брикетів):

- 1) на горизонтально-стосові;
- 2) вертикально-стосові;
- 3) з парним складанням;

за кількістю формувальних потоків — на однопотокові і дво-потокові.

Тип лінії визначають переважно за конструкцією формувального автомата і транспортною системою для форм.

Найефективнішими і перевіреними у виробництві є лінії безопокового формування зі складанням форм у горизонтальні стоси. Основні переваги таких ліній порівняно з опоковим формуванням на автоматичних лініях:

- відсутність опокової оснастки;
- відсутність транспортних засобів і механізмів для переміщення і маніпуляцій з порожніми опоками;
- простота пристроїв для вибивання виливків із безопових форм;
- простіша система автоматизації процесу виготовлення форм, їх складання та видалення готових виливків;
- відсутність пристроїв для навантаження форм перед їх заливанням і під час кристалізації металу;
- краща вентиляція форм протягом усього процесу їх заповнення металом через вертикально розміщений рознім форми;
- кращі умови вентиляції стрижнів, які розміщують переважно паралельно площині розніму форми;
- висока продуктивність (до 300 і більше форм за годину);
- суттєва економія виробничих площ.

Крім того, подавання суміші в камеру пресування піскодувним способом дає змогу одночасно дозувати суміш і заздалегідь ущільнювати її.

Використанням двобічного пресування досягають рівномірного ущільнення (твердості) обох відбитків форми.

Для удосконалення процесів формоутворення використовують підігрівання моделей до температури на 10...15 °С вище від температури суміші. Такий захід запобігає конденсуванню вологи на моделях і прилипання до них формувальної суміші.

Кращим варіантом вибору устаткування є варіант використання вітчизняних машин і механізмів.

Деякі приклади вітчизняного формувального устаткування наведено нижче.

Комплексні автоматичні лінії КЛ2002 і АЛ23714 (рис. 5.31) – призначені для безопового горизонтально-стосового формування, складання форм, заливання їх і вибивання виливків під час виробництва дрібних виливків із сплавів на основі заліза та кольорових металів в умовах масового і великосерійного виробництва.

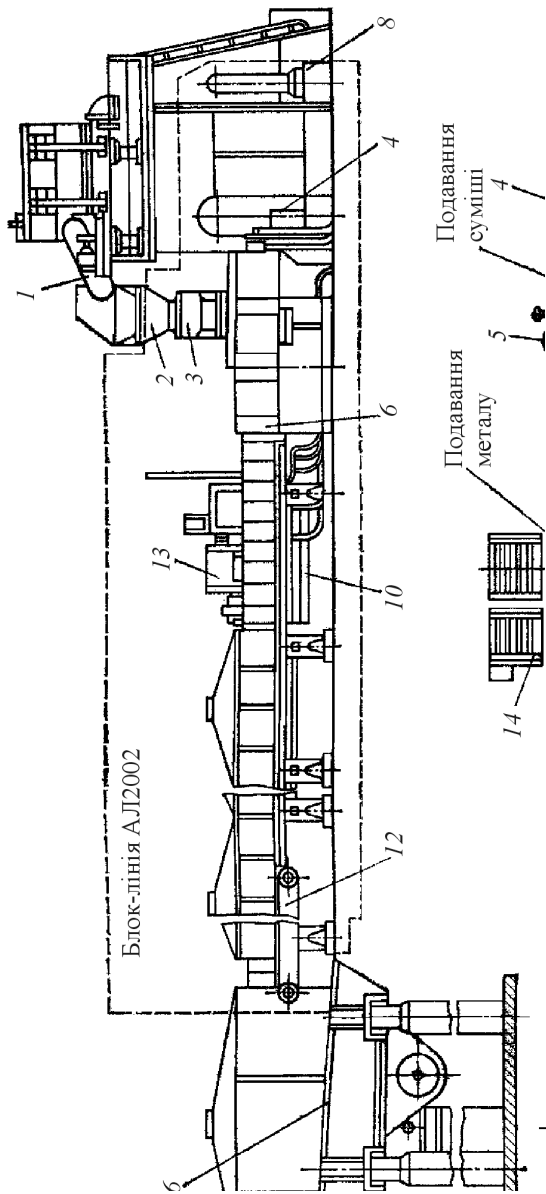


Рис. 5.31. Комплексні автоматичні лінії КЛ2002 (а) і АЛ23714 (б) безопокowego

горизонтально-стосового формування, складання форм, їх заливання та вибивання:

- 1 — дозатор стрічковий моделі 19613; 2 — бункер; 3 — піскодувна головка; 4 — ресивер; 5 — формувальний автомат; 6 — поворотальний стіл; 7 — гідроагрегат; 8 — гідроаккумулятор; 9 — укладач стрижнів; 10 — кроковий конвеєр; 11 — ланцюговий конвеєр; 12 — стрічковий конвеєр; 13 — заливальна машина моделі 4126А; 14 — роликівий конвеєр заливальної машини; 15 — заливальний ківш; 16 — вибивальна вібраційно-інерційна трапка моделі 31222; 17 — вибивальний барабан моделі 31312; 18 — пульт керування лінією

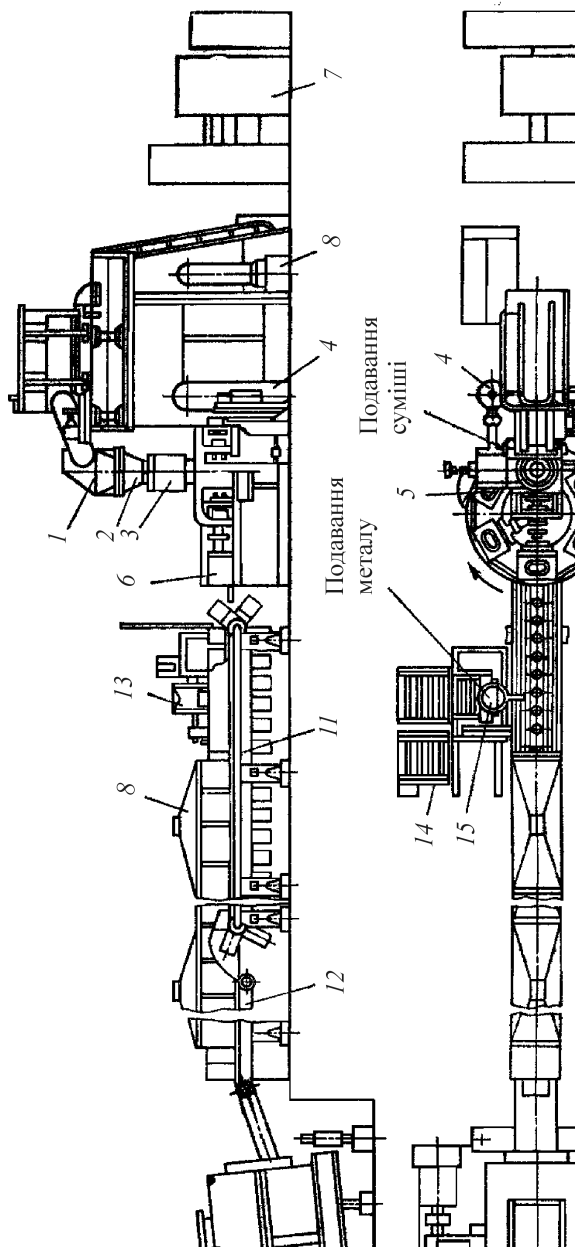


Рис. 5.31. Закінчення (див. також с. 201)

Лінії дають змогу виготовляти литі заготовки з використанням стрижнів та без них.

Особливістю ліній є та, що в піскодувних вузлах клапани вдування і скидання повітря виконані нарізно. Це дозволяє економічніше витратити стиснуте повітря під час вдування суміші у формувальну камеру.

Крім того, заливальною машиною керують з її пульта, який з'єднаний світловою сигналізацією з пультом керування лінією.

Основною складовою комплексної автоматичної лінії КЛ2002 є автоматична лінія моделі АЛ2002 (рис. 5.31, а) безококового горизонтально-стосового формування.

Технічні характеристики автоматичних ліній безококового формування наведено в табл. 5.31.

Кожна лінія оснащена шестипозиційним карусельним столом, повертають який спеціальним приводом через мальтійський механізм (механізм для перетворення безперервного обертового руху в переривчастий одного і того ж напрямку).

На кожній позиції стіл жорстко фіксується. Спресована форма притискується до виготовлених раніше форм, унаслідок чого утворюється горизонтальний стос безококових форм з вертикальною площиною розніму.

Технологічний цикл виготовлення виливків складається із таких операцій:

- дозування і подавання формувальної суміші в бункер;
- засипання дози суміші в гільзу піскодувної головки;
- обдування і оббризування моделей вилівка і ливникової системи;
- надування суміші у формувальну камеру;
- двобічне пресування;
- видалення моделі та огляд форми;
- установлення стрижнів у форму;
- виштовхування форми і складання горизонтального стосу;
- заливання форми рідким металом;
- охолодження і транспортування брикету до вибивальної ґратки;
- вибивання виливків.

Оператор, виявивши на робочих позиціях браковану форму, може передати її на неробочу позицію і виштовхнути в спеціальний прямок для повернення в систему сумішопріготування.

Таблиця 5.31

**Технічні характеристики автоматичних ліній
безопокowego формування**

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії	
		КЛ2002	АЛ23714
1	Габаритні розміри форм (брикетів), мм	600 × 450	800 × 600
2	Висота форми в стосі, мм	180...300	250...400
3	Циклова продуктивність, форм /год	300	
4	Металомісткість форм, кг:		
	середня	10	40
	максимальна	25	80
5	Тиск пресування, МПа	До 4	До 2,5
6	Найменша товщина модельної плити, мм	40	
7	Висота моделей з модельною плитою, мм	До 150	До 200
8	Кількість модельних плит з моделями на лінії, шт.	6	
9	Крок конвеєра, мм	180...300	250...400
10	Час охолодження виливків, хв	10...20	
11	Місткість ковша заливальної машини, кг	500	
12	Найвищий тиск у гідросистемі, МПа	22	23
13	Кількість робітників, які обслуговують лінію в одну зміну, осіб	3	
14	Витрати, м ³ /год:		
	стиснутого повітря	9,6	16,8
	води для охолодження формувальної суміші	0,3	0,4
		41	45

Закінчення табл. 5.31

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії	
		КЛ2002	АЛ23714
15	Властивості формувальної суміші: міцність на стискання в сирому стані, МПа газопроникність, од., не менше вологість, %	0,08...0,12 80 3,5...4,5	
16	Місткість бункера-дозатора, м ³	1,5	
17	Ширина стрічки дозатора, мм	800	
18	Кут нахилу вибивальних ґраток, град.	3	–
19	Ширина і довжина полотна вибивальної ґратки, мм	1000×5500	–
20	Об'єм повітря, яке відсмоктується на дільницях заливання, охолодження і вибивання, м ³ /год	71600	–
21	Установлена потужність, кВт	138,6	261,0
22	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	39150 5785 5540	54000 4700 6500
23	Маса комплекту, т	57,0	111,2

Дистанційне керування лініями зосереджене на центральному пульті.

Спосіб ущільнення суміші — піскодувно-пресовий з двобічним пресуванням. Стрижні установлюють у форму вручну або за допомогою маніпулятора чи промислового робота.

Високу якість форм забезпечує закріплена на центральній нерухомій станині поворотного стола жорстка рама механізму пресування з напрямними колонками і пресовими циліндрами.

На пресових плитах закріплено плити з нагрівальними елементами для підігрівання моделей. Один із пресових циліндрів з'єднаний з циліндром складання форм. Кроковий конвеєр призначений для приймання готової форми (брикету з двобічним відбитком), яку поршень циліндра складання виштовхує із формувальної камери і притискує до виготовлених раніше форм.

Рух крокового конвеєра синхронізований з роботою циліндра-складальника, що забезпечує нерозривність стосу, щільність стику і запобігає руйнуванню.

Виштовхування готової форми і переміщення конвеєром усього стосу форм на один крок відбуваються одночасно, при цьому звільнюється місце для вільного повертання каруселі і подавання на позицію виштовхування наступної форми. Під час кожного кроку конвеєра готові форми переміщуються на позицію заливання, потім на стрічковий конвеєр охолодження залитих форм, а після охолодження – на вибивальну ґратку. Лінії працюють в автоматичному, напівавтоматичному і налагоджувальному режимах.

У напівавтоматичному режимі лінія виконує тільки один робочий цикл — виготовлення і виштовхування одного брикету, після цього необхідно знову натискувати кнопку пуску.

У налагоджувальному режимі окремими механізмами керують за допомогою відповідних кнопок.

Особливу увагу приділяють розмірам модельної оснастки. Розміри модельних плит і моделей по висоті вибирають такими, щоб між рухомими частинами формувального блока (формувальною камерою поворотного стола і механізмом пресування) були мінімально необхідні зазори (5...10 мм). Схему розміщення елементів механізму пресування показано на рис. 5.32.

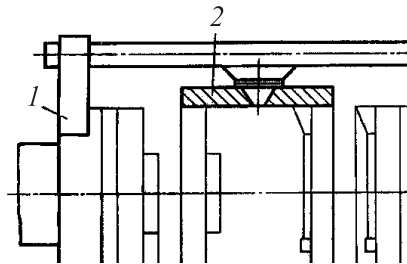


Рис. 5.32. Схема розміщення елементів механізму пресування лінії моделі АЛ2002:

1 — ліва плита пресування; 2 — формувальна камера;
3 — права плита пресування

Для лівого приводу сума розмірів A і B має дорівнювати 145 мм, а правого — сума розмірів B і G — 150 мм. Отже, різним висотам моделей відповідають різні висоти модельних плит. Щоб уникнути відмов механізмів категорично не допускається встановлювати модельні плити з моделями, розміри яких перевищують указані вище.

Під час конструювання модельного комплекту необхідно виконувати такі умови:

- тільки на правій модельній плиті розміщують: моделі чаш або воронок, моделі з «болваном», збільшену знакову частину моделі, яка утримує стрижень;
- на моделях у місцях утрудненого заповнення формувальною сумішшю піскодудним способом і на всіх «болванах» необхідно встановлювати венті.

Мінімально допустимі розміри від крайки форми до моделі встановлюють залежно від металомісткості форми, але не менші за 40...50 мм.

Однією з важливих складових комплексної автоматичної лінії КЛ2002 є *машина заливальна моделі 4126А* (рис. 5.33), призначена для механізованого заливання розплавленим металом ливарних форм.

Технічну характеристику заливальної машини моделі 4126А наведено в табл. 5.32.

Переміщення візка вздовж і поперек фронту форм та перевертання ковша здійснюють гідрорушіями. Роликові конвеєри працюють від електродвигунів. Керування машиною ручне за допомогою рукояток, розміщених на гідропульті.

Лінії для виготовлення форм в опоках — використовують під час виробництва широкої номенклатури виливків зі сплавів на основі заліза та кольорових металів масою до 4000 кг у серійному, великосерійному і масовому виробництвах.

Діапазон робочих розмірів опок від 500×400 до 4000×2500 мм. З урахуванням зміни висоти в наведеному діапазоні понад 30 типорозмірів опок.

Лінії формування в опоках найпоширеніші в ливарних цехах і мають розвитку класифікацію:

— *за типом транспорту:*

- 1) з візковим конвеєром — безперервнорухомих або пульсівним;
- 2) з роликowymi конвеєрами;
- 3) з крокуючим конвеєром;

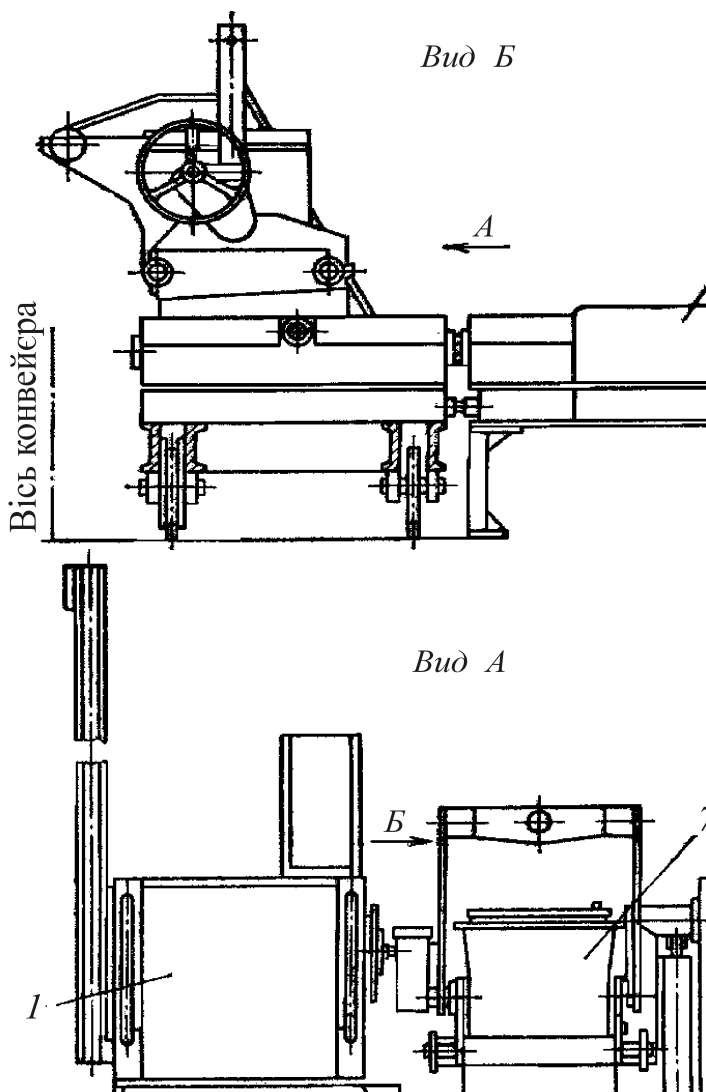


Рис. 5.33. Машина залівальна моделі 4126А:
 1 — кабіна; 2 — металоконструкція візка; 3 — привід візка;
 4 — роликів конвеєр візка; 5 — пристрій поперечного
 переміщення механізму перевертання ковша; 6 — механізм
 перевертання ковша; 7 — ківш залівальний з редуктором;
 8 — роликів конвеєр

Таблиця 5.32

Технічна характеристика заливальної машини моделі 4126А

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Габаритні розміри ливарних форм, мм	600×450×300
2	Місткість заливального ковша, кг	500
3	Мінімальна кількість ковшів, шт.	2
4	Цикл роботи за металомісткості форми до 25 кг у поопераційному режимі, с	12
5	Довжина ходу машини вздовж ливарного конвеєра, мм	1300
6	Швидкість переміщення машини, м /хв	до 15
7	Поперечне переміщення ковша, мм	200
8	Найбільший кут нахилу ковша	66°30'
9	Швидкість підведення і відведення ковша, м /хв	8,8
10	Робочий тиск у системі, МПа: поздовжнього переміщення ковша перевертання ковша поперечного переміщення	4 10 3
11	Ширина колії візка, мм	950
12	База візка, мм	2100
13	Установлена потужність, кВт	7,3
14	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	4350 2800 3545
15	Маса, кг	5600

— за способом ущільнення суміші у формі, типом формувального агрегату:

- 1) з комбінованим ущільненням суміші:
 - а) на базі серійних формувальних машин;
 - б) з однопозиційним прохідним автоматом;

- в) з трипозиційною човниковою установкою;
- г) з карусельним чотирипозиційним автоматом;
- 2) з пресуванням форм;
- 3) піскометальні;
- 4) з використанням ХТС, РСС і ПСС;

— *за охопленням операцій технологічного процесу виготовлення виливків:*

- 1) комплексні лінії;
- 2) формувальні блок-лінії;
- 3) транспортні лінії;

— *за способом змінювання оснастки:*

- 1) із зупиненням для змінювання оснастки;
- 2) з автоматичним змінюванням оснастки в робочому циклі;
- 3) з плаваючою оснасткою;

— *за способом складання форм:*

- 1) формування в парних опоках;
- 2) стосове формування;

— *за планувальними рішеннями:*

- 1) однопотокові;
- 2) багатопотокові;

— *за масовими групами виливків:*

- 1) для виробництва дрібних виливків;
- 2) для виготовлення середніх виливків;
- 3) для виробництва великих виливків;

— *за кількістю формувальних блоків:*

- 1) моноблокові;
- 2) двоблокові;
- 3) триблокові;

— *за металом виливків:*

- 1) для чавунного литва;
- 2) для сталевого литва;
- 3) для литва зі сплавів на основі кольорових металів.

Вибраний технологічний процес формування, необхідна продуктивність, маса виливків, наявність площ для установлення лінії і суміжного устаткування визначають конструктивне і планувальне рішення кожної лінії.

Лінії для великосерійного і масового виробництв виливків більш автоматизовані, комплексно охоплюють усі основні операції виготовлення литих заготовок.

Базовими формоутворювальними агрегатами в таких лініях є переважно високопродуктивні формувальні установки, які визначають темп виробництва.

У цехах з високою технологічною дисципліною для перевірки конструкції нової оснастки і всього технологічного процесу установлюють формувальний автомат, ідентичний використуваному в лінії.

Оскільки лінії виготовлення форм в опоках найчастіше використовують у сучасних ливарних цехах, то можливість застосування тієї або іншої лінії, одного з найбільш дорогих видів ливарного устаткування, має бути ретельно пропрацьована й економічно обґрунтована.

Комплексні автоматичні лінії моделі Л22821 (рис. 5.34) — призначені для виготовлення форм під час виробництва дрібних виливків (у тому числі і з використанням стрижнів) з великим перепадом висот і складної конфігурації, для яких найдоцільніше виготовляти форми струшуванням з одночасним або послідовним підресуванням.

Лінії побудовані за блоковим принципом і можуть містити один, два або три формувальні блоки, об'єднані замкненим ливарним конвеєром, який рухається безперервно. Оптимальна кількість блоків — два.

Технічні характеристики лінії моделі Л22821 з різною кількістю блоків наведено в табл. 5.33.

Використання блокового принципу, а також блоків правого і лівого виконання дає змогу виготовляти форми для виливків широкої номенклатури, монтувати лінії на обмежених площах діючих цехів, забезпечувати високу технологічну гнучкість і надійність роботи ліній.

Технологічний процес виготовлення виливків на лінії складається з таких операцій:

- зіштовхування комплекту пустих опок з візків ливарного конвеєра, який рухається безперервно;
- розпаровування комплекту опок;
- послідовне виготовлення верхньої і нижньої півформ;
- видалення моделей;
- установлення півформ на супутниковий конвеєр для проставлення в нижні півформи стрижнів;
- складання форм і передавання їх на ливарний конвеєр;
- навантаження форм;
- заливання і охолодження форм;
- вибивання ливарних форм.

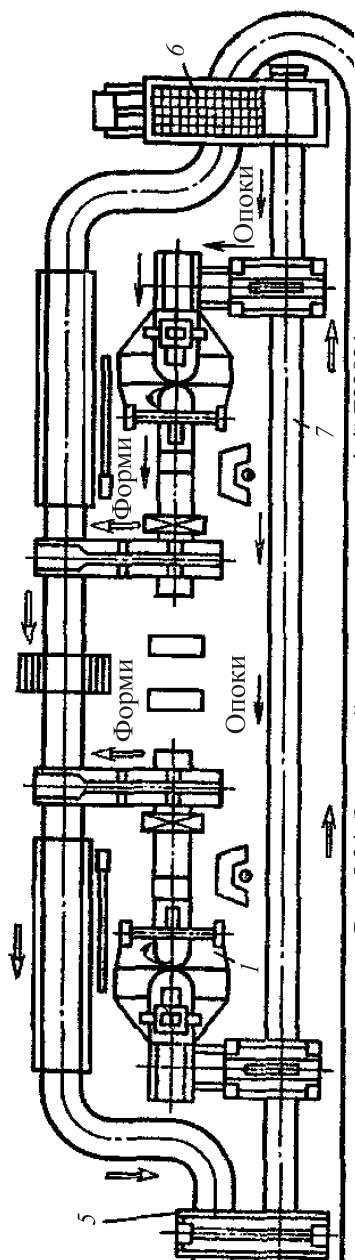


Рис. 5.34. Загальний вигляд планування лінії Л22821

з двома автоматичними формувальними блоками:

- 1 — автоматичний формувальний блок; 2 — ливарний конвєр; 3 — заливальний майданчик;
- 4 — навантажувач форм; 5 — перестановник форм; 6 — вибивальна установка;
- 7 — конвєр роликвий

Таблиця 5.33

**Технічні характеристики лінії моделі Л22821
з різною кількістю блоків**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення		
		кількість блоків у лінії		
		1	2	3
1	Робочі розміри опок, мм	500×400		
2	Висота опок (верх/низ), мм	150/150		
3	Продуктивність циклова, форм /год	150	300	450
4	Металомісткість форми, кг	14...20		
5	Кількість робочих, що обслуговують лінію протягом однієї зміни (без заливальників)	4	6	8
6	Тиск пресування, МПа	0,3...0,4		
7	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	13,5	27,0	41,0
8	Властивості формувальної суміші: міцність при стисканні в сирому стані, МПа газопроникність сирого зразка, од. вологість, %	0,03...0,06 80...100 3,5...4,5		
9	Кількість, шт.: комплектів (верх і низ) опок на лінію моделей, що одночасно працюють	180 2	240 4	300 6
10	Робочий тиск у гідросистемі, МПа	4		
11	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	75	150	225
12	Установлена потужність, кВт	40,9	81,8	122,0
13	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина×висота	36200 11000×3000	72000	90000
14	Маса комплекту, т	40,2	68,0	133,8

Установлення стрижнів і заливання форм через брак надійних для даних ліній заливальних машин виконують вручну. Операцію заливання форм можна механізувати використанням монорейкового кінцевого ковша з механізмом для його повертання.

Високу продуктивність ліній забезпечують автоматизовані системи сумішоприготування продуктивністю не меншою за 40 м³/год.

Для виготовлення форм використовують єдину піщано-глинясту суміш, яку дозують за допомогою об'ємних дозаторів щелепного типу. Формувальний автомат блока — карусельний чотирипозиційний.

Суміш у формах ущільнюють струшуванням з амортизацією ударів і одночасним або наступним підпресовуванням.

Верхнє видалення моделей дає змогу виготовляти глибокі (до 80 мм над ладом півформи) порожнини і «болвани».

Під час виготовлення верхньої півформи в ній виконують ливникову воронку діаметром до 75 мм і глибиною до 70 мм.

Навантажувач форм — ланцюговий, вибивання ливарних форм — вібраційне. Лінії мають електричну, гідравлічну, пневматичну і змащувальну системи. Дистанційне керування лінією виконують з центрального і допоміжних пультів, розміщених на окремих дільницях виготовлення півформ.

Комплексні автоматичні формувальні лінії моделі КЛ91265СМ (рис. 5.35; 5.36) — призначені для виготовлення форм складної конфігурації з великим перепадом висот порожнини під час виробництва чавунного і сталевого литва в цехах, де часто змінюють номенклатуру виливків. Технічні характеристики лінії моделі КЛ91265СМ з різною кількістю блоків наведено в табл. 5.34.

Лінії оснащують одним, двома або трьома формувальними блоками. Блоки об'єднують замкненим, що рухається безперервно, візковим конвеєром. Оптимальна кількість блоків — два. Типове планування моноблокової лінії показано на рис. 5.35.

Лінії відрізняються планувальними рішеннями, які визначають розташування траси конвеєра формувальних блоків.

Основою лінії є прохідний однопозиційний автомат. Струшувальний механізм автомата працює з амортизацією ударів і забезпечує режими: струшування з наступним підпресовуванням або струшування з одночасним пресуванням.

Форми виготовляють в опоках спеціальної конструкції без хрестовин з використанням єдиної або облицьовувальної і наповнювальної сумішей.

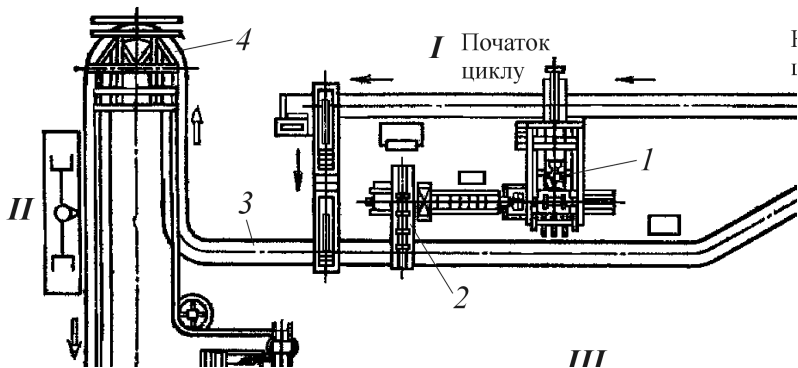


Рис. 5.35. Типове планування лінії моделі КЛ91265СМ з одним формувальним блоком:

- I* — дільниця формування; *II* — дільниця заливання форм;
III — дільниця охолодження виливків; *IV* — дільниця вибивання форм;
1 — однопозиційний прохідний формувальний блок;
2 — перестановник форм; *3* — ливарний візковий конвеєр;
4 — навантажувач форм; *5* — вібраційна вибивальна установка

Наявність двох або трьох формувальних автоматів на одному ливарному конвеєрі дає змогу одночасно виготовляти два або три різні виливки, спеціалізувати блоки на виробництво певних литих деталей і нагромаджувати для них комплекти стрижнів, планувати рівномірний розподіл трудомісткості під час установлення стрижнів.

Типове планування лінії КЛ91265СМ з трьома формувальними блоками показано на рис. 5.36.

Таблиця 5.34

Технічні характеристики лінії моделі КЛ91265СМ з різною кількістю блоків

Індекс позиції	Параметр	Числове значення		
		кількість блоків у лінії		
		1	2	3
1	Робочі розміри опок, мм	800×700		
2	Висота опок (верх/низ), мм	300/300		
3	Продуктивність циклова, форм /год	60	120	180
4	Металомісткість форми, кг	30...50		

Закінчення табл. 5.34

Індекс позиції	Параметр	Числове значення		
		кількість блоків у лінії		
		1	2	3
5	Кількість робочих, що обслуговують лінію протягом однієї зміни (без заливальників)	3	5	7
6	Тиск пресування, МПа	0,52		
7	Витрати формувальної суміші, м ³ /год: єдиної	22,3	44,6	67,0
	або облицювальної	0,8	1,6	2,5
	наповнювальної	21,5	43,0	64,5
8	Кількість комплектів (верх і низ) опок на лінію, шт.	160	240	320
9	Кількість модельних комплектів на лінію, шт.	1	2	3
10	Робочий тиск у гідросистемі, МПа	4,0		
11	Установлена потужність, кВт	46,9	53,9	82,4
12	Габаритні розміри лінії, мм: довжина	27300	52620	64100
	ширина×висота	9750×4800		
13	Маса комплекту, т	82	150	214

Технологічний цикл виготовлення форм складається з таких операцій:

- зіштовхування комплекту порожніх опок з візків ливарного конвеєра, який рухається безперервно;
- роз'єднування опок;
- послідовне виготовлення верхньої і нижньої півформ;
- видалення моделей із форм;
- установлення півформ на супутниковий конвеєр для проставлення стрижнів;
- складання форм і передавання їх на ливарний конвеєр;
- навантаження форм;
- заливання форм розплавом і знімання з них вантажів;
- охолодження виливків у формах і їх вибивання.

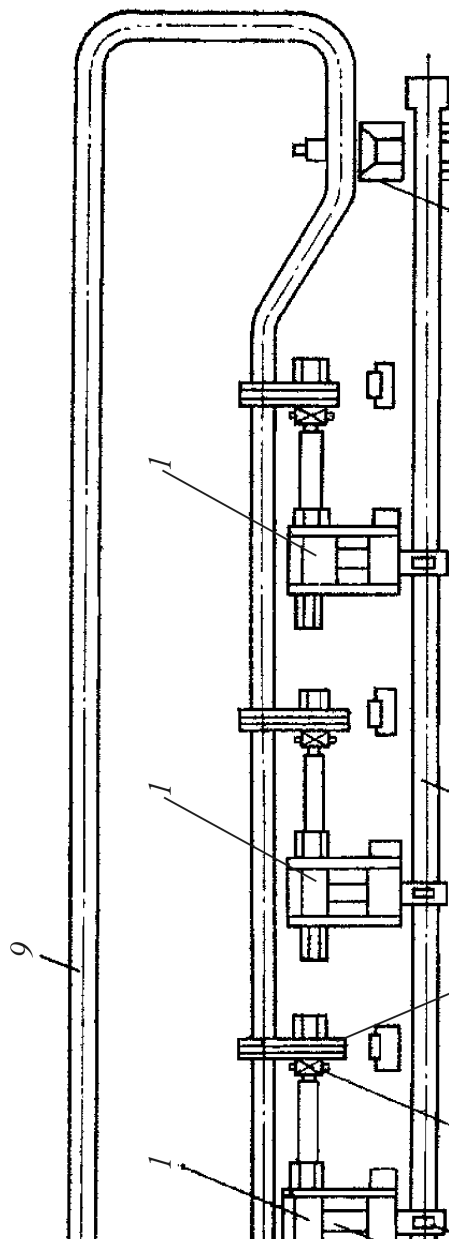


Рис. 5.36. Типове планування лінії моделі КЛ91265СМ з трьома формувальними блоками:
 1 — автоматичний однопозиційний прохідний формувальний блок; 2 — роликковий конвеєр; 3 — механізм
 передавання форм на ливарний конвеєр; 4 — складувач форм; 5 — механізм подавання порожніх опок;
 6 — роз'єднувач опок; 7 — установка вертання опок; 8 — навантажувач форм; 9 — конвеєр ливарний візковий
 горизонтально-замкнений; 10 — автоматична установка вибивання форм

Наявність роликового конвеєра для подавання порожніх опок (конвеєр є одночасно і їх нагромаджувачем) і установки для вертання опок забезпечує гнучкий зв'язок формувальних блоків з ливарним конвеєром. Ці пристрої і агрегати під час призупинення роботи на формувальних дільницях дають змогу організувати обертання порожніх опок на ливарному конвеєрі.

Супутниковий конвеєр для передавання півформ на позицію установлення стрижнів і наступне складання форм, а також сковзала для передавання складених форм на ливарний конвеєр дають змогу забезпечити схоронність форм, запобігаючи їх руйнуванню від вібрації і ударів, які можуть бути під час використання інших піднімально-передавальних або транспортувальних систем.

Автоматичні дозатори дають можливість використовувати облицьовувальну і наповнювальну або єдину суміші, при цьому втрати сумішей під час заповнення опок мінімальні. Метод дозування — об'ємний, регульований. Максимальна глибина порожнин або висота болванів над ладом півформ — до 170 мм. Ливникова воронка, яку виконують у верхній півформі, має діаметр до 80 мм, а глибину — до 120 мм. Установлення стрижнів у форму — ручне. Заливання форм — монорейковим конічним ковшем. Вибивання форм — вібраційне.

Дистанційне керування лінією виконують із центрального і допоміжних пультів, розміщених на різних дільницях.

Зона лінії, в якій розташовані основні технологічні агрегати (блоки формування, механізм навантаження форм, дільниця вибивання форм тощо), повинна по всій довжині й ширині обслуговуватися мостовим краном вантажопіднімною не меншою за 5 т.

Додатково на дільницях зміни моделей і установлення стрижнів у форми передбачають кран-балки або пневматичні пристрої вантажопіднімною не меншою за 250 кг, які забезпечують подавання стрижнів і модельних плит з моделями до робочих місць із зон, розміщених поза контуром лінії.

Для виконання транспортних операцій на формувальній лінії застосовують ливарний конвеєр, технічну характеристику якого наведено в табл. 5.35. Конвеєр у комплект поставки лінії не входить, замовник повинен придбати його окремо.

Комплексна автоматична ливарна лінія моделі ИЛ225 — призначена для виробництва виливків із сплавів на основі заліза в сирих разових об'ємних піщаних формах в умовах великосерійного і масового виробництв.

Таблиця 5.35

Технічна характеристика ливарного конвеєра П100-125-2

Індекс позиції	Параметри	Числові значення
1	Розміри платформи (довжина×ширина), мм	1000×1000
2	Радіус заокруглення, мм	2000
3	Крок, мм	1260
4	Вантажопідіймність візка, кг	2000
5	Висота платформи над рівнем підлоги, мм	550
6	Швидкість руху в лінії, м /хв: двоблоковій триблоковій	2,40 3,78

Планування лінії показано на рис. 5.37, а технічну характеристику наведено в табл. 5.36.

Півформи виготовляють методом верхнього пресування з нижнім розміщенням модельного комплекту на пневмоважільних формувальних автоматах, які є базовим формоутворювальним агрегатом для ліній такого типу. Рівномірність ущільнення суміші у формі забезпечує використання диференційованої багатоплунжерної головки і додаткової вібрації. Привод основного технологічного устаткування лінії — пневматичний, найнадійніший у роботі в умовах ливарного цеху. Роликові конвеєри, нижні щітки механізму очищення та механізм зрізування надлишку суміші приводяться в рух електродвигунами.

Лінія розділена на п'ять технологічних ділянок, кожною з яких керують автономно від власної станції.

Транспортувальні роликові конвеєри, які сполучають ділянки й агрегати лінії, є нагромаджувачами і дають змогу цим ділянкам і агрегатам працювати незалежно один від одного, оскільки швидкість руху переміщуваних предметів роликовими конвеєрами (опок, підпокових плит, півформ і форм) приблизно в 4,5 разу вища від технологічно необхідної швидкості потоку, тому опрацьовані на попередньому агрегаті предмети швидко скупчуються перед наступним агрегатом, створюючи міжопераційний запас.

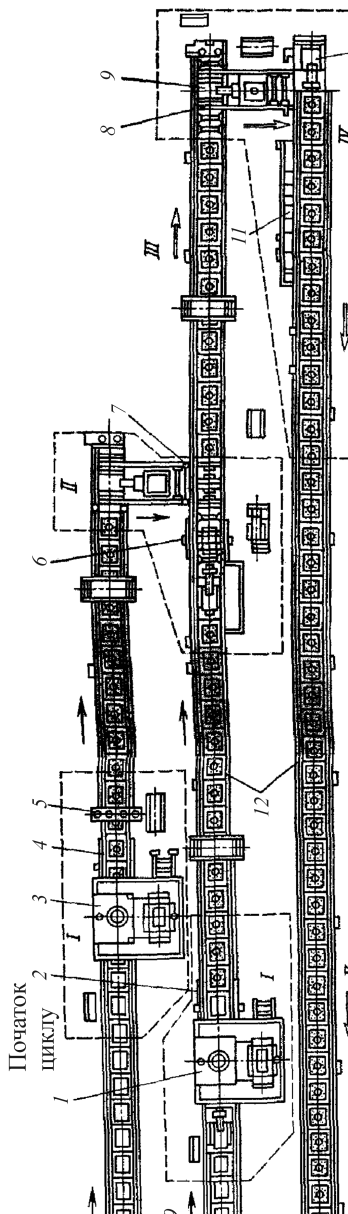


Рис. 5.37. Планування комплексної автоматичної ливарної лінії моделі ИЛ225:

- 1* — формувальний автомат виготовлення верхніх півформ; *2, 6* — кантувачі верхніх півформ;
- 3* — формувальний автомат виготовлення нижніх півформ; *4* — кантувач нижніх півформ; *5* — механізм зрізування надлишку суміші; *7* — складач форм; *8* — відсікач; *9* — уніфікований штовхач; *10* — механізм піднімання підпококових плит; *11* — механізм притискання верхніх півформ під час заливання форм;
- 12* — секції роликowego конвеєра; *13* — перехідний місток; *14* — механізм опускання підпококових плит (шитків); *15* — установка видавлювання брикету суміші з вилівками із опок; *16* — роз'єднувач опок;
- 17* — механізм піднімання опок; *18* — кантувач нижніх опок; *19* — механізм очищення опок; дільничі лінії: *I* — виготовлення форм; *II, III* — заливання форм; *IV* — охолодження форм; *V* — вибивання вилівків

Технічна характеристика лінії моделі ИЛ225

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	900 600 125; 150; 175; 200; 250*
2	Габаритні розміри опок у плані, мм	1120×800
3	Продуктивність циклова, форм /год	240
4	Найбільше зусилля пресування, кН	2350
5	Тиск пресування, МПа	4
6	Найбільша металомісткість форми, кг	70
7	Швидкість руху опок роликвим конвеєром, м/хв	4,0...6,7
8	Час холонення форм, хв	30...90*
9	Кількість комплектів опок, шт.	100*
10	Кількість підпокових плит, шт.	90*
11	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	110*
12	Установлена потужність, кВт	115*
13	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	75...110*
14	Кількість операторів	5
15	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	65000* 9300* 6855*
16	Загальна маса лінії, т	220*

* Параметри уточнюють залежно від типу виготовлюваних виливків і планування лінії.

Довжина лінії залежить від необхідного часу холонення виливка і забезпечення розміщення мінімальних технологічних запасів проміжної продукції на дільницях. Оптимальна довжина лінії для розміщення міжопераційних запасів має бути не меншою за 62...65 м.

Якщо лінія буде мати довжину, наприклад 48 м, основна її перевага — незалежна робота дільниць — нівелюється, зв'язок між дільницями стає жорстким. Технологічний процес виготовлення виливків на лінії складається з таких операцій:

- нарізне формування нижніх і верхніх півформ;
- кантування нижніх півформ на 180°;
- зрізування надлишку суміші з контрладу нижніх півформ;
- установа в нижні півформи стрижнів;
- дворазове кантування верхніх півформ;
- складання форм;
- укладання форм на підпокові плити;
- притискання складених форм перед їх заливанням;
- заливання форм, їх охолодження і зняття з підпокових плит;
- видавлювання формувальної суміші із виливками (виливком)

з опок;

- відокремлення виливків від суміші (вибивання);
- роз'єднування комплекту порожніх опок;
- очищення опок від залишків формувальної суміші;
- передавання опок на дільницю виготовлення форм.

Роликові конвеєри лінії виконують з окремих уніфікованих секцій завдовжки 4; 5 і 6 м. Це дає можливість компоувати дільниці з точністю до 1 м і підбирати необхідну її довжину та всієї лінії.

Автоматична лінія стосового формування моделі АЛ1012М (рис. 5.38.) — призначена для виробництва дрібних виливків зі стрижнями або без них у вертикальних стосових формах. Лінія скомпонована на базі трьох автоматів стосового формування, які виготовляють форми методом двобічного пресування. Один із трьох автоматів є резервним. На лінії виконуються автоматично такі технологічні операції:

- подавання порожніх опок в автомат стосового формування;
- виготовлення стосу форм на автоматі; видавання стосу форм з автомата на конвеєр;
- транспортування стосів форм і порожніх опок замкненою трасою конвеєра;
- вантаження стосів форм перед їх заливанням;
- заливання форм і їх холонення;
- видавлювання брикету суміші з виливками зі стосу на вибивальну ґратку;
- відокремлення виливків від суміші.

Установа стрижнів і заливальних воронок (чаш), якщо це необхідно за технологічним процесом, виконують уручну. Форми заливають також ручним способом за допомогою монорейкового конічного ковша. Технічну характеристику лінії наведено в табл. 5.37.

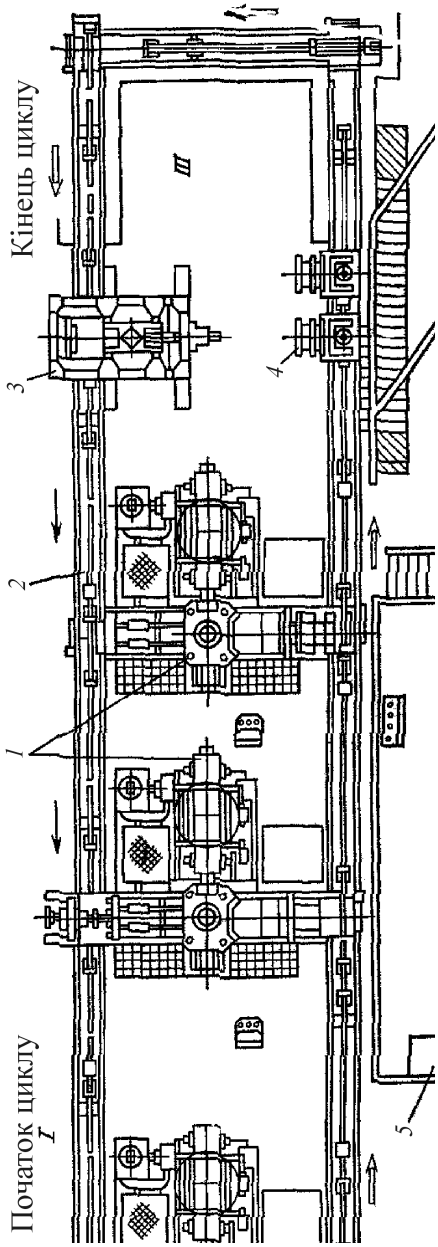


Рис. 5.38. Планування автоматичної лінії стосового формування моделі АЛП 012М:
 I — автомат стосового формування; 2 — штанговий пульсівний конвеєр; 3 — механізм видавлювання брикету; 4 — механізм навантаження форм; 5 — електроустановка лінії; 6 — механізм видавання стосу форм; 7 — насосна станція; 8 — механізм подавання порожніх опок; дільниця лінії:
 I — виготовлення форм; II — заливання форм; III — охолодження залитих стосів форм

Таблиця 5.37

**Технічна характеристика автоматичної формувальної лінії
стосового формування моделі АЛ1012М**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Робочі розміри опок, мм: довжина×ширина висота	500×400 40...100
2	Найбільша висота стосу форм, мм	800
3	Номінальна кількість стосів, шт.	43
4	Необхідна кількість, шт.: опок піддонів	348 49
5	Продуктивність циклова, форм/год	600
6	Тиск пресування, МПа	1,5
7	Найбільша металомісткість форми, кг	25
8	Крок стосів на конвеєрі, мм	100
9	Висота конвеєра над рівнем підлоги, мм	700
10	Витрати формувальної суміші, т/год	26
11	Розрахункова періодичність, с, руху конвеєра у процесі виготовлення стосу форм висотою 800 мм: з двома автоматами, що працюють одночасно з трьома автоматами, що працюють одночасно	36 76
12	Установлена потужність, кВт	140
13	Кількість електродвигунів, шт.	8
14	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	28130 5570 4670
15	Маса лінії, т	72,8

Горизонтально-замкнений штанговий конвеєр зв'язує в технологічній послідовності формувальні автомати й інші механізми лінії. Весь конвеєр складається із замкнених в єдину транспортувальну систему чотирьох конвеєрів.

Темп роботи конвеєрів задається спеціальним перемикачем з центрального пульта керування лінією залежно від кількості автоматів стосового формування.

Одночасно з видавлюванням брикету суміші з виливками вони відокремлюються від стояка за допомогою кільцевого ножа, розміщеного в центральній частині стола механізму видавлювання. На бокових поверхнях плити видавлювання встановлено щітки для очищення внутрішніх стінок опок від залишків формувальної суміші.

Під механізмом видавлювання брикету на відстані 850...900 мм від його основи по висоті встановлено вибивальну ґратку.

Її можна розмістити під будь-яким кутом до поздовжньої осі конвеєра залежно від розміщення транспорту прибирання суміші й виливків. Стоси навантажують за допомогою пневматичних пристроїв. Безконтактна система керування на транзисторних елементах забезпечує надійну роботу лінії протягом 40000 год за температур до +50 °С, вологості повітря до 98 % і значною його запиленістю.

Запуск і керування механізмами лінії здійснюють з центрального пульта і місцевих пультів – заливання і вибивання форм. Конвеєрами і механізмами вантаження форм керують з місцевих постів керування (за допомогою кнопочкових станцій).

Автомат стосового формування моделі 1012М (рис. 5.39) — є основою автоматичної лінії АЛ1012М і призначений для виготовлення вертикальних стосових форм у великосерійному і масовому виробництвах дрібних виливків зі стрижнями або без них.

Автомат монтують між транспортувальними частинами лінії (див. рис. 5.38), де він виконує комплекс операцій – від приймання із транспортувального конвеєра стосу порожніх опок до видавання готової стосової форми на інший конвеєр. Автомат є багатопозиційною формувальною машиною прохідного типу.

Формування здійснюється методом двобічного пресування.

У процесі відпрацювання технології формоутворення визначають оптимальну вологість формувальної суміші і надалі підтримують її з відхиленнями, які не повинні перевищувати $\pm 0,1$ %. Порушення цієї умови призводить до суттєвого погіршення процесу заповнення опок сумішшю і зміни рівня верхнього ладу форми.

Комплексні автоматичні формувальні лінії моделі ЛК2304 і ЛК2405 (рис. 5. 40) — призначені для виготовлення чавунних і сталевих виливків широкої номенклатури в умовах серійного і дрібносерійного виробництва.

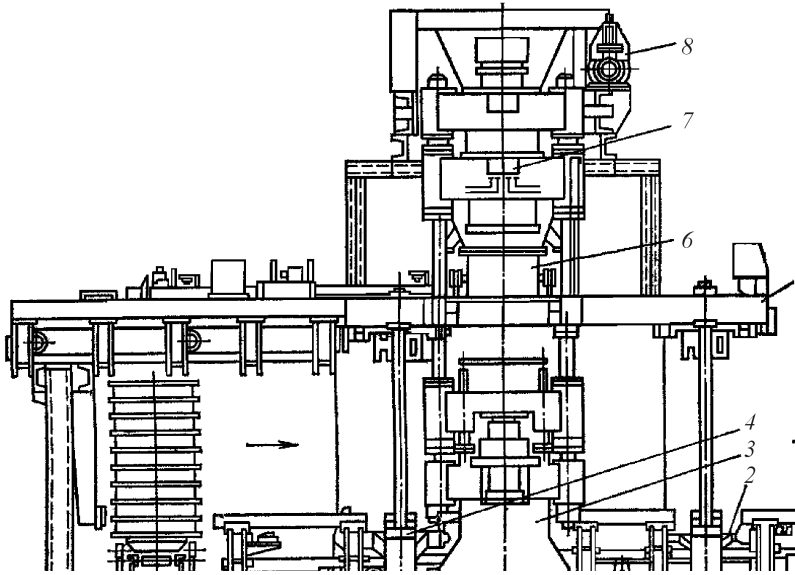


Рис. 5.39. Автомат стосового формування моделі 1012М:
I — (початкова позиція) — стос порожніх опок розміщений на транспортувальному конвеєрі біля автомата; *II* — (проміжна позиція) — нагромадження порожніх опок на один стос; *III* — розбирання стосу порожніх опок; *IV* — виготовлення форм; *V* — установлення стрижнів; *VI* — складання готових півформ у стосову форму; *VII* — (проміжна позиція) — нагромадження півформ на одну стосову форму перед видаванням її на транспортувальний конвеєр для вантаження та заливання;
1 — станина; *2* — складач форм; *3* — прес; *4* — розбирач опок; *5* — середній пояс металоконструкції; *6* — пристрій для засипання суміші в опокі; *7* — змащувальна система; *8* — живильник з вібратором

За допомогою ліній можна виготовляти вилівки підвищеної точності за розмірами і масою. Лінії мають багатоваріантність визначення довжини конвеєра для установлення стрижнів, заливання форм та їх вибивання, що дає змогу оптимально використовувати виробничі площі за мінімальної ширини розташування устаткування.

Усі операції, окрім установлення стрижнів і заливання форм, виконуються автоматично.

Метод ущільнення суміші — пресування багатоплунжерною голівкою з одночасною високочастотною вібрацією. Вибивання форм — високочастотне струшування на вибивальному столі.

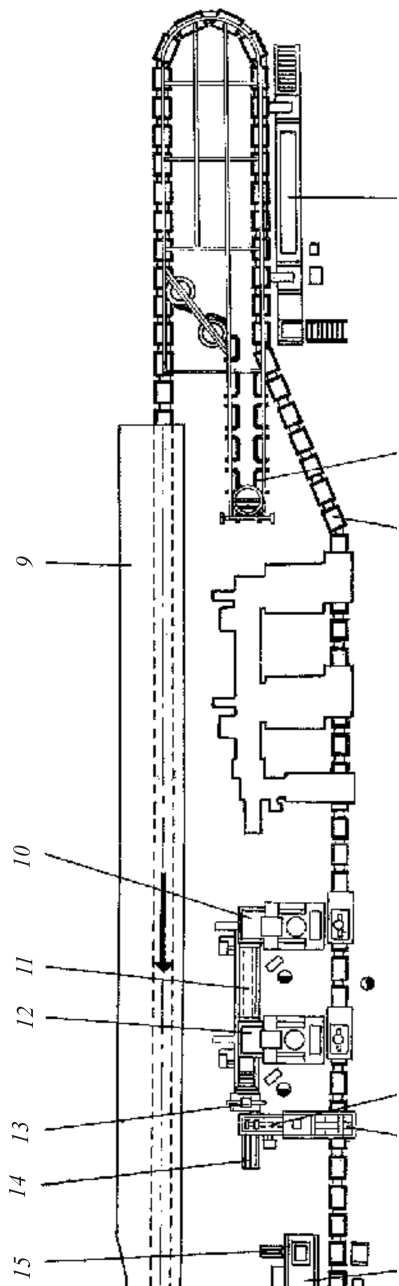


Рис. 5.40. Планування комплексних автоматичних ліній ЛК2304 або ЛК2405:

- 1 — вибивальний стіл; 2, 4 — штовхачі; 3 — рольганг; 5 — поперечний рольганг; 6 — візковий конвеєр;
 7 — навантажувач форм; 8 — рухомий майданчик для заливання форм; 9 — охолоджувальний кожух;
 10 — автомат виготовлення верхніх півформ; 11 — позадвожній рольганг; 12 — автомат виготовлення
 нижніх півформ; 13 — кантувач; 14, 15, 17 — штовхачі; 16 — вибивальна ґратка

Після заливання металом форма візковим конвеєром передається під охолоджувальний кожух, а після холонення — в зону вибивання виливків. Штовхач 2 зіштовхує форму на вибивальний стіл 1. Формувальна суміш разом з виливками потрапляє на вибивальну ґратку 16, де виливки відокремлюються від суміші. Порожні опоки штовхачами 17 і 15 та рольгангом 3 повертаються на візки ливарного конвеєра, який транспортує їх до дільниць виготовлення форм, що працюють незалежно одна від одної. Штовхач 4 першого формувального блока зіштовхує порожні опоки на поперечний рольганг 5, а штовхач 14 — на кантувач 13 і далі на поздовжній рольганг 11.

На приймальному майданчику автомата нижніх півформ 12 умонтований у роликівий конвеєр підіймач подає опоки вверх на приймальну каретку. Нижня опока зависає на підпружинених призмах каретки, а верхня опока опускається на поздовжній рольганг 11 і продовжує рухатися до приймального майданчика автомата виготовлення верхніх півформ 10. Верхні опоки завантажуються в автомат аналогічно нижнім.

Поперечний рольганг 5 слугує нагромаджувачем опок. Крім того, маючи підвищену швидкість обертання роликів останньої секції, він виконує функцію розділення опок, що попереджає чіпляння опок однієї за одну під час перпендикулярного передавання їх з рольганга 5 у кантувач парних опок 12. Формувальні автомати забезпечують заповнення опок сумішшю, виготовлення півформ пресуванням з вібрацією та знімання готових півформ з модельної плити. Технічні характеристики ліній наведено в табл. 5.38.

Таблиця 5.38

Технічні характеристики комплексних автоматичних ліній ЛК2304 і ЛК2405

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії	
		ЛК2304	ЛК2405
1	Робочі розміри опок, мм:		
	довжина	700	1000
	ширина	650	800
	висота:		
	верхніх	200; 250	200; 250; 300; 350
	нижніх	200; 250	200; 250; 300; 350

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії	
		ЛК2304	ЛК2405
2	Циклова продуктивність, форм/год	300	240
3	Металомісткість форми, кг	До 75	До 120
4	Використовувана формувальна суміш	єдина піщано-глиняста	
5	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	60	108
6	Тиск пресування, МПа	0,8	1,0
7	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	300	300
8	Установлена потужність, кВт	55	55
9	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	69000	69000
	ширина	9000	9000
	висота	7000*	7000*
10	Маса (без оснастки), т	250*	400*

* Розміри і маса можуть змінюватися залежно від складу і розміщення устаткування.

Готові півформи з автоматів передаються в установлювачі та складачі, які установлюють півформи і складають форми на конвеєрі, який безперервно рухається.

Для зручності заливання форм платформа заливального майданчика виконана рухомою.

Керування лініями – дистанційне, з центрального і допоміжних пультів, розміщених на технологічних дільницях.

Лінію обслуговують п'ять робітників.

Готові форми візковим конвеєром переміщуються на дільницю заливання. Перед заливанням форми автоматично навантажуються за допомогою навантажувача 7.

Комплексна автоматична лінія моделі Л450А (рис. 5.41) — призначена для виготовлення сталевих і чавунних виливків у разових піщано-глинястих формах в умовах масового і великосерійного виробництва.

Технічну характеристику лінії Л450А наведено в табл. 5.39.

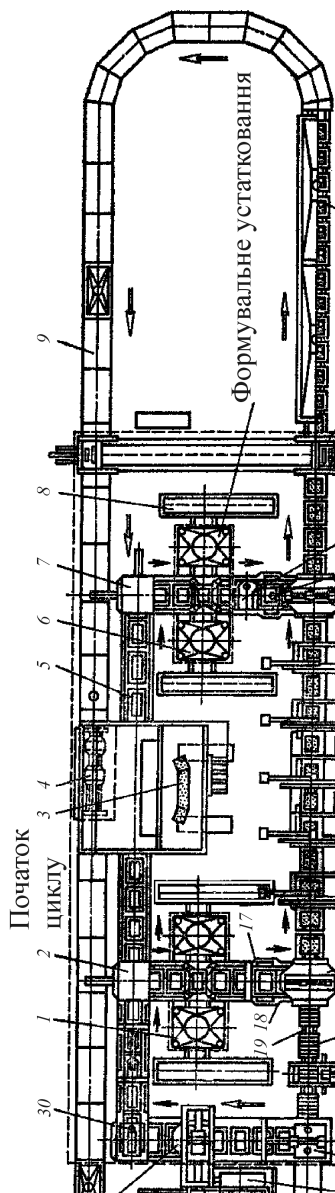


Рис. 5.41. Планування комплексної автоматичної лінії моделі J450A:

- 1, 6 — формувальна установка 3019; 2 — розпаровувач опок; 3 — центральний пульт керування; 4 — каретка силових гідрочиліндрів ливарного конвеєра; 5 — рольганг; 7 — пристрій передавання опок до формувального автомата; 8 — пристрій для зміни модельних комплектів; 9 — охолоджувальна тунель; 10 — дільниця заливання форм; 11 — укладач вантажу на форми; 12 — механізм накоплення вентиляційних каналів; 13 — кантувач верхніх півформ; 14 — укладач стрижнів; 15 — пристрій передавання нижніх півформ на ливарний конвеєр; 17 — пристрій для зрізування надлишку суміші; 18 — кантувач нижніх півформ; 19 — ливарний пульсівний конвеєр; 20 — візок конвеєра; 21 — пристрій для очищення візків; 22 — пристрій для передавання залитих форм з ливарного конвеєра на вибивання; 23 — охолоджувальний конвеєр; 24 — брикети на конвеєрі охолодження; 25 — тунель інтенсивного охолодження брикетів з виливками; 26 — зіптовувач брикетів на дільницю вибивання виливків; 27 — вибивальна ґратка; 28 — пристрій передавання комплекту порожніх опок; 29 — установка видавлення брикетів з виливками з опок; 30 — пристрій передавання порожніх опок

**Технічна характеристика комплексної
автоматичної лінії моделі Л450А**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Робочі розміри опок, мм:	
	довжина	1100
	ширина	750
	висота	300
2	Продуктивність циклова, форм/год	240
3	Металомісткість форми, кг	До 100
4	Кількість робітників, що одночасно обслуговують лінію (в одну зміну)	6
5	Зусилля пресування, кН	1250
6	Тиск пресування, МПа	1,5...2,0
7	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	До 120
8	Властивості формувальної суміші:	
	міцність на стиск у сирому стані, МПа	0,16...0,18
	міцність на зріз у сирому стані, МПа	0,03...0,04
	вологість, %	2,6...3,6
9	Витрати стиснутого повітря на виготовлення однієї форми, м ³	0,5
10	Установлена потужність, кВт	450
11	Габаритні розміри лінії, мм:	
	довжина	105000
	ширина	16800
	висота	6300
12	Маса повного комплексу устаткування, т	710

Технологічний цикл виготовлення виливків на лінії складається з таких операцій:

- розпаровування комплексу порожніх опок;
- роздільне виготовлення верхніх і нижніх півформ;
- зрізування надлишку суміші із контрладу нижніх півформ;
- кантування нижніх півформ на 180°;
- механізоване установлення стрижнів;
- виконання вентиляційних каналів у верхніх півформах і продування ливникових каналів;

- кантування верхніх півформ для огляду;
- складання форм і їх вантаження;
- заливання і охолодження форм;
- видавлювання брикету суміші з виливками з опок;
- інтенсивне охолодження брикету;
- очищення опок і візків від залишків суміші;
- відокремлення виливків від суміші.

Трипозиційні човникові формувальні установки забезпечують необхідне ущільнення суміші такими способами:

- струшуванням з наступним пресуванням;
- струшуванням з одночасним пресуванням;
- попереднім струшуванням з наступним одночасним струшуванням і пресуванням;
- пресуванням, яке здійснюють багатоплунжерною диференційованою головою.

Для виготовлення форм використовують єдину формувальну суміш. Дистанційне керування лінією виконують з центрального і допоміжних пультів, розташованих біля окремих агрегатів.

Режими роботи лінії — налагоджувальний і автоматичний.

Комплексна автоматична лінія моделі Л651 (рис. 5.42) — призначена для виготовлення виливків у сирих разових піщано-глинястих формах у сталеливарних і чавуноливарних цехах дрібно-серійного і серійного виробництва.

Лінію розроблено на базі однієї багатопозиційної формувальної установки з плаваючою модельною оснасткою і роликowymi конвеєрами.

Технічну характеристику лінії наведено в табл. 5.40.

Лінія розділена на чотири самостійні дільниці: формування, транспортування форм на заливання, заливання і охолодження форм з виливками і їх вибивання. Технологічний процес виготовлення виливків складається з таких операцій:

- послідовне виготовлення верхніх і нижніх півформ;
- фрезерування ливникової воронки у верхній півформі;
- кантування верхньої півформи;
- складання форм;
- установа форм на піддон і їх навантажування;
- заливання форм;
- знімання вантажів із форм;
- охолодження залитих форм;

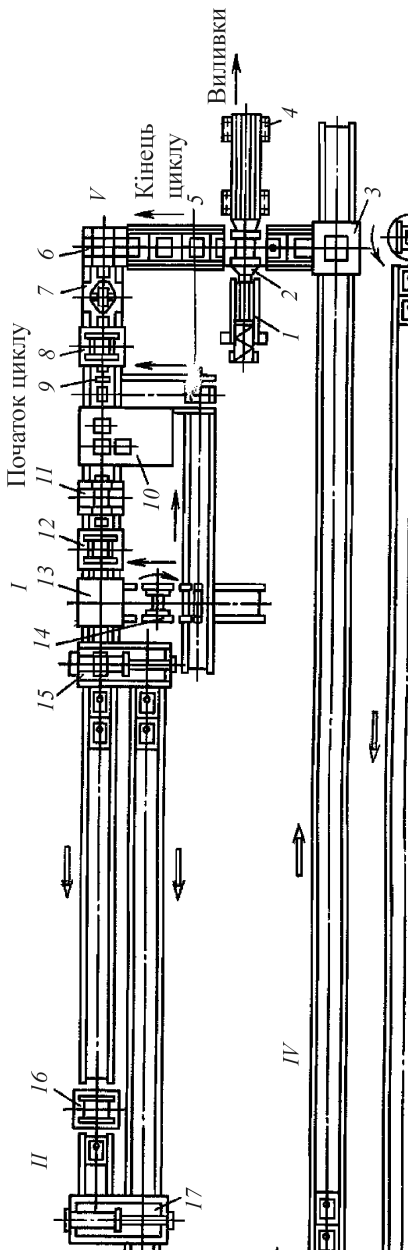


Рис. 5.42. Планування комплексної автоматичної лінії моделі Л651:

- 1 — зіштовхувач брикетів; 2 — прес видавлювання брикету; 3 — знімач залитих форм; 4 — вибивальна ґратка;
- 5 — стіл підімальний; 6 — розпаровувач опок; 7 — механізм очищення опок; 8 — кантувач опок низу;
- 9 — механізм збирання; 10 — дозатор формувальної суміші; 11 — прес диференційований; 12 — кантувач півформ;
- 13 — механізм витягування моделей; 14 — кантувач моделей; 15 — візок передавальний; 16 — кантувач верхніх півформ; 17 — складувач форм; 18 — перекладувач вантажів і піддонів; 19 — механізм очищення піддонів;
- 20 — стіл поворотний; дільниці: I — виготовлення півформ; II — складання форм; III — заливання форм; IV — охолодження форм; V — вибивання форм

- видавлювання брикету з опок і передавання його на дільницю вибивання;
- відокремлення виливків від суміші;
- роз'єднування комплекту опок;
- очищення внутрішніх поверхонь опок від залишків суміші;
- кантування опок низу;
- подавання опок на формування.

Формувальна установка забезпечує попереднє струшування з наступним одночасним струшуванням і диференційованим пресуванням.

Таблиця 5.40

Технічна характеристика комплексної автоматичної лінії моделі Л651

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	1200 1000 400
2	Продуктивність циклова, форм/год	80
3	Металомісткість форми, кг	до 180
4	Кількість робітників, що одночасно обслуговують лінію (в одну зміну)	5
5	Тиск пресування, МПа	1,6
6	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	160
7	Витрати стиснутого повітря, м ³ /хв	650
8	Швидкість переміщення форм роликowymi конвеєрами, м/хв	6,3...13,2
9	Установлена потужність, кВт	585
10	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	96340 27100 5820
11	Маса повного комплекту устаткування, т	900

На лінії передбачено можливості використання двох сумішей — облицьовувальної і наповнювальної, а також зміни дози формувальної суміші та режиму її ущільнення індивідуально для кожної моделі в циклі роботи, що забезпечує виготовлення одночасно різних за складністю виливків.

Використання до восьми комплектів плаваючої модельної оснастки розширює можливість виготовлення малих серій виливків і підвищує технологічну гнучкість лінії. На лінії передбачено також можливість установа ливникової воронки у формі в трьох різних місцях. Дистанційне керування лінією виконують з центрального пульта і допоміжних, розміщених на окремих дільницях.

Режим роботи лінії — налагоджувальний і автоматичний.

Комплексні автоматичні лінії моделей НЛ453С і НЛ453С1 (рис. 5.43) — призначені для виготовлення сталевих і чавунних виливків у сирих піщано-глинястих формах в умовах дрібносерійного і серійного виробництва.

Лінії розроблені на базі човникових трипозиційних формувальних установок і роликів конвєєрів. Технічні характеристики ліній наведено в табл. 5.41.

Технологічний цикл виготовлення виливків складається з таких операцій:

- послідовне формування верхніх і нижніх півформ;
- кантування нижньої півформи;
- фрезерування ливникової воронки у верхній півформі;
- установа нижньої півформи на піддон;
- складання форм;
- вантаження форм;
- заливання форм;
- знімання вантажів;
- охолодження форм з виливками;
- знімання форм з піддона;
- видавлювання з опок брикету суміші з виливками;
- відокремлення виливків від суміші;
- очищення внутрішніх поверхонь опок від залишків суміші;
- кантування опоки для нижньої півформи;
- подавання опок на формування.

Єдина піщано-глиняста суміш підвищеної міцності ущільнюється у формувальній установці методом попереднього струшування з наступним одночасним струшуванням і пресуванням за допомогою диференційованої багатоплунжерної головки.

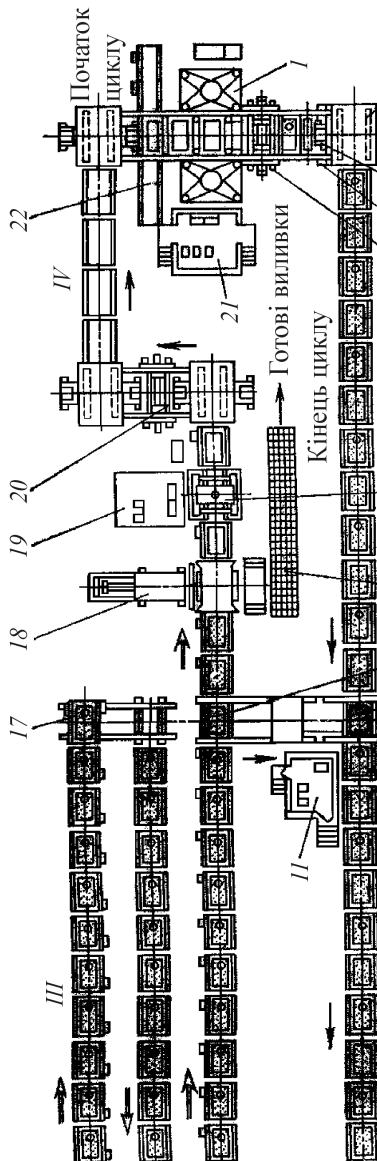


Рис. 5.43. Планування комплексної автоматичної лінії моделі HJ453C1:

1 — установка формування ливнечової воронки; 2 — перестановник півформ і опок; 3 — механізм зрівнювання надлишку суміші; 4 — механізм фрезерування ливнечової воронки; 5 — кантувач півформ; 6 — механізм очищення опок; 7 — віброгрохот; 8 — механізм знімання форм з піддонів; 9 — механізм установалення нижніх півформ на піддоні; 10 — механізм очищення піддонів; 11 — пульти керування лінією; 12 — складач форм; 13 — укладач вантажів; 14 — естакада для передавання вантажів; 15 — поворотний стіл; 16 — знімач вантажів; 17 — передавальний візок; 18 — прес видавлювання брикету; 19 — пульти керування устаткуванням дільниці вибивання вилітків;

20 — кантувач нижніх опок; 21 — пульти керування устаткуванням формувальної дільниці; 22 — пристрій для заміни модельних комплектів; дільничі лінії: I — виготовлення форм; II — установалення стрижнів; III — складання форм, їх заливання і охолодження; IV — вибивання вилітків

Таблиця 5.41

Технічні характеристики комплексних ліній НЛ453С і НЛ453С1

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії	
		НЛ453С	НЛ453С1
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	1600 1200 500	
2	Продуктивність циклова, форм/год	25	14
3	Металомісткість форми, кг	До 300	До 350
4	Кількість робітників, що обслуговують лінію в одну зміну	6	
5	Тиск пресування, МПа	2,0...2,5	
6	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	60...65	40...45
7	Установлена потужність, кВт	580	510
8	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	109200 21400 10300	99600 21400 10300
9	Маса повного комплекту устаткування, т	1550	1350

Дистанційне керування лінією виконують з центрального і допоміжних пультів, розташованих на дільницях.

Режими роботи ліній — налагоджувальний і автоматичний.

Комплексні автоматичні лінії серії Л653 (рис. 5.44) (з урахуванням конкретних умов замовника: Л653С, Л653С1, Л653Н) — призначені для виготовлення сталевих і чавунних виливків у піщано-глинястих формах в умовах дрібносерійного і серійного виробництва.

На лініях передбачено можливість використання двох сумішей — облицьовувальної і наповнювальної. Лінії компонують на базі формувальної установки з плаваючою оснасткою і роликівих конвеєрів.

Технічні характеристики ліній наведено в табл. 5.42.

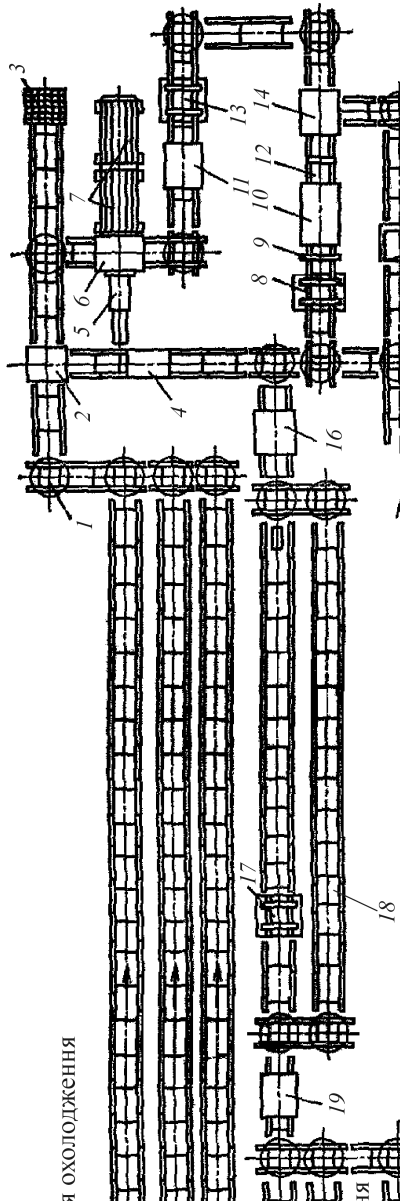


Рис. 5.44. Планування комплексної автоматичної лінії Л653С:

- 1 — поворотний стіл; 2 — механізм змінання форм з піддонів; 3 — вибивальна ґратка для вибивання бракованих форм;
 4 — механізм очищування піддонів; 5 — зіштовхувач брикету; 6 — прес для видавлювання брикетів з опок;
 7 — вибивальна ґратка; 8 — механізм витягування моделей; 9 — механізм зрізування надлишку суміші;
 10 — механізм виготовлення півформ струшуванням і пресуванням; 11 — механізм очищування і розпаровування опок;
 12 — дозатор формувальної суміші; 13, 17 — кантувачі опок; 14 — механізм складання опок з моделями;
 15 — дозатор облицьовувальної суміші; 16 — механізм устанювання півформ на піддоні; 18 — рольганги;
 19 — механізм складання форм

Таблиця 5.42

Технічні характеристики ліній серії Л653 різної модифікації

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії		
		Л653Н	Л653С	Л653С1
1	Робочі розміри опок, мм:			
	довжина	1600	1800	
	ширина	1200	1300	
	висота	500	550	
2	Продуктивність циклова, форм/год	50	35	40
3	Тиск пресування, МПа	До 1,6		
4	Металомісткість форми, кг	До 800	200...700	
5	Установлена потужність, кВт	585	1019	
6	Габаритні розміри лінії, мм:			
	довжина	116000	140000	120000
	ширина	25000	34000	84000
	висота	5640	5800	6200
7	Маса лінії, т	1100	1500	1203

На лініях, залежно від технічних вимог до литва, можна виконувати такі операції:

- очищення внутрішніх поверхонь опок;
- очищення штирів, втулок, ладу і контрладу опок;
- покривання моделей облицьовувальною (у тому числі і рідкоскляною) сумішшю;
- складання модельного комплекту з опокою;
- наповнення опоки формувальною сумішшю;
- ущільнення суміші;
- зрізування надлишку формувальної суміші з контрладу опок;
- кантування півформи з модельною плитою;
- витягування моделей і повертання півформи ладом доверху;
- кантування модельної плити;
- установлення нижньої півформи на піддоні;
- фрезерування ливникової воронки;

- кантування верхньої півформи;
- складання форми;
- транспортування форми на дільницю заливання;
- заливання і охолодження форм;
- знімання залитих форм з піддонів;
- очищення робочих поверхонь піддонів;
- розпарування форм;
- видавлювання брикету з нижньої опоки;
- відокремлювання суміші від виливків на вибивальній ґратці;
- кантування опоки низу.

Формувальна установка ущільнює суміш струшуванням з наступним пресуванням. Струшувальний механізм оснащений пристроєм для амортизації ударів.

Використання «плавальної» оснастки забезпечує одночасне використання до восьми її комплектів. У лініях цієї конструкції забезпечується так звана «полярність» опок, тобто вони рухаються тільки базовим боком уперед.

Керування лінією виконують з центрального або місцевих пультів, установлених безпосередньо біля механізмів.

Відмова в роботі того або іншого механізму автоматично фіксується і висвітлюється на дисплеї комплексу керування.

Комплексно-механізовані лінії серії ИФЛ70С (рис. 5.45) — призначені для виробництва виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів у формах, виготовлених із самотвердних сумішей в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва.

Лінії компонують на базі уніфікованих агрегатів і роликкових конвеєрів. До складу лінії можуть входити формувальні агрегати й установки, в яких використовують ХТС, РСС, ПСС або інші самотвердні суміші.

Технічні характеристики ліній наведено в табл. 5.43.

На лініях можна установлювати два агрегати — для облицьовувальної і наповнювальної сумішей. Використання «плавальної» оснастки дає змогу виготовляти на лінії форми послідовно для десяти найменувань виливків. Наявність нагромаджувальних рольгангів на дільниці заливання форм забезпечує сортування форм за марками сплавів, які в них заливають. Лінії ИФЛ71С і ИФЛ73С мають вертикально-замкнене компонування транспортувальних пристроїв, що дає змогу основні операції виконувати на другому поверсі ливарного цеху, а охолодження залитих форм — на першому.

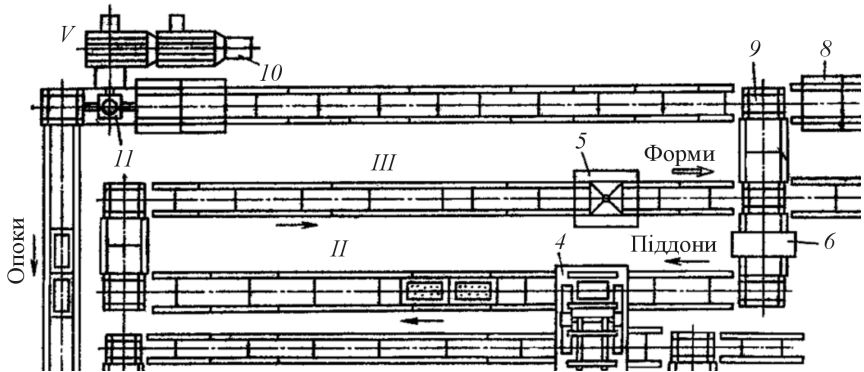


Рис. 5.45. Компонування комплексно-механізованої лінії моделі ИФЛ72С:

- 1 — перестановник опок; 2 — вібростіл; 3 — механізм зрізування надлишку суміші; 4 — поворотно-втяжна машина; 5 — складач форм; 6 — механізм очищення підпокових плит; 7 — роликве привантажування форм; 8 — піднімальний стіл; 9 — передавальний стіл; 10 — вибивальна установка; 11 — видавлювач брикету; дільниці лінії: I — виготовлення форм; II — установлення стрижнів; III — складання форм; IV — заливання форм; V — видалення виливків із форм

Таблиця 5.43

Технічні характеристики комплексно-механізованих ліній серії ИФЛ70С

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії			
		ИФЛ 70С	ИФЛ 71С	ИФЛ 72С	ИФЛ 73С
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	1000 800 350	1200 1000 400	1400 1000 400	1600 1200 500
2	Продуктивність циклова, форм/год	25	15	20	10
3	Металомісткість форми, кг	15...100	100...500		
4	Швидкість переміщення форм роликними конвеєрами, м/хв	8,4	Регулюється до 6,5		

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії			
		ИФЛ 70С	ИФЛ 71С	ИФЛ 72С	ИФЛ 73С
5	Вантажопіднімність вібраційного стола, кг	1500	2500		
6	Установлена потужність, кВт	520	665	400	460
7	Габаритні розміри лінії в плані, мм:				
	довжина	44000	137500	64800	137500
	ширина	14100	13200	17100	13200
8	Маса лінії, т	417	800	480	805

Механізовані лінії серії Л660 (Ф665С, Ф665, Л666 і Л666Р) — призначені для виготовлення великих виливків із чавуну або сталі в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва.

Лінії розроблені на базі уніфікованих роликкових конвеєрів і формувальних агрегатів з використанням піскометів і установок для приготування ХТС або РСС.

Планування однієї із ліній цієї серії показано на рис. 5.46.

Технічні характеристики ліній наведено в табл. 5.44.

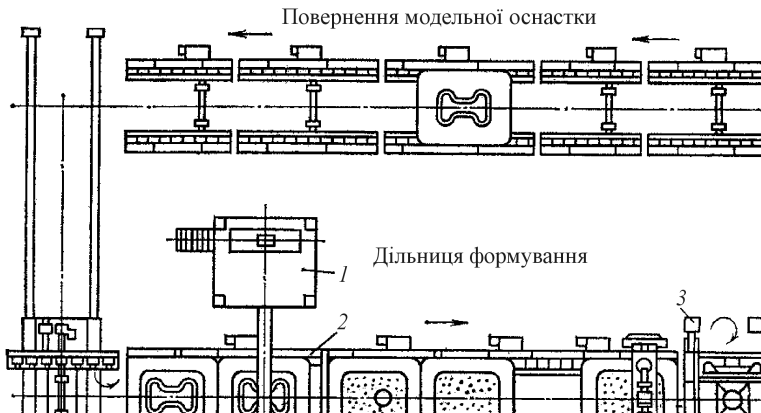


Рис. 5.46. Планування механізованої лінії Ф665:

- 1 — установка приготування ХТС; 2 — віброустановка;
- 3 — поворотно-витяжна машина; 4 — передавальний візок;
- 5 — механізм зрізування надлишку суміші; 6 — рольганг

Таблиця 5.44

Технічні характеристики ліній серії Л660

Ін-декс позиції	Параметр	Модель лінії			
		Ф665С	Ф665	Л666	Л666Р
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	1800 1400 250...600	2250 1600 300...600	2500 2000 700	2500 2000 400...700
2	Продуктивність циклова, форм/год	6	10	4	6
3	Швидкість переміщення форм роликівими конвеєрами, м/хв	14,8	8,2		
4	Габаритні розміри лінії в плані, мм: довжина ширина	52200 23700	41600 15500	80200 15700	121400 50100
5	Маса лінії, т	306	156	410	1050

Як приклад наводиться технологічний цикл виготовлення форм на лінії Ф665, який складається з таких операцій:

- приготування рідкої самотвердної суміші;
- установлення модельних плит і спарювання їх з опоками;
- заливання суміші в опоку і її тверднення;
- зрізування надлишку суміші;
- обертання півформи на 180° і витягування моделей.

Кількість механізованих операцій можна збільшувати або зменшувати залежно від економічної і технологічної доцільності.

Дистанційне керування лінією виконують з центрального і допоміжних пультів.

Комплексно-механізовані лінії моделей ЛН218 і ЛН240 — призначені для виготовлення великих чавунних і сталевих виливків в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. Лінії створені на базі уніфікованих роликкових конвеєрів і формувальних агрегатів: піскометів, установок приготування РСС і ПСС.

Планування лінії Ф665, показане на рис. 5.46, характерне і для ліній ЛН218 та ЛН240.

Технічні характеристики ліній цієї групи наведено в табл. 5.45, а особливості виконання різних моделей ліній — в табл. 5.46 і 5.47.

Таблиця 5.45

Технічні характеристики комплексно-механізованих ліній моделей ЛН218 і ЛН240

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	3000 2500 300/900
2	Продуктивність циклова, форм/год	5
3	Найбільша маса форми, кг	15000
4	Маса виливків у формі, кг	2000...10000
5	Швидкість переміщення форм роликковими конвеєрами, м/хв	7,2; 8,1

На лініях виконують такі технологічні операції:

- установлення модельних плит і спарювання їх з опоками;
- обдування і обприскування модельних комплектів;
- засипання облицьовувальної суміші в опоки;
- набивання наповнювальної суміші;
- зрізування надлишкової суміші;
- повертання півформ на 180° і витягування моделей;
- виправлення і підсушування півформ (для великих сталевих виливків – сушіння);
- складання форм;
- заливання форм і їх охолодження.

Таблиця 5.46

Особливості виконання різних моделей ліній серії ЛН218

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії			
		ЛН218А	ЛН218Б	ЛН218В	ЛН218Г
1	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	83000 25640 4750	70000 6200 4750	92000 26800 6450	184000 38180 4900
2	Установлена потужність, кВт	320	135	240	400
3	Кількість робітників, які обслуговують лінію в одну зміну	11			
4	Маса лінії, т	370	240	326	587

Таблиця 5.47

Особливості виконання різних моделей ліній серії ЛН240

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії					
		ЛН2 40А	ЛН2 40Б	ЛН2 40Е	ЛН2 40М	ЛН2 40Т	ЛН2 40Т1
1	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	39100 12800 7130	43500 18000 7130	102200 14000 5280	41100 30000 5280	60000 7760 6700	66430 7760 6700
2	Установлена потужність, кВт	70	90	190		270	
3	Кількість робітників, які обслуговують лінію в одну зміну	5				3	
4	Маса лінії, т	160	180	203	200	150	148

Залежно від комплекту лінії і формувального агрегату перші операції можуть змінюватися. Дистанційне керування лініями і аг-

регатами виконують з центрального і допоміжних пультів та кнопкових станцій, які установлюють безпосередньо на робочих місцях.

Механізовані лінії моделей Л013 і Л015А (рис. 5.47) — призначені для виготовлення сталевих і чавунних виливків з використанням серійних формувальних машин. Технічні характеристики ліній наведено в табл. 5.48.

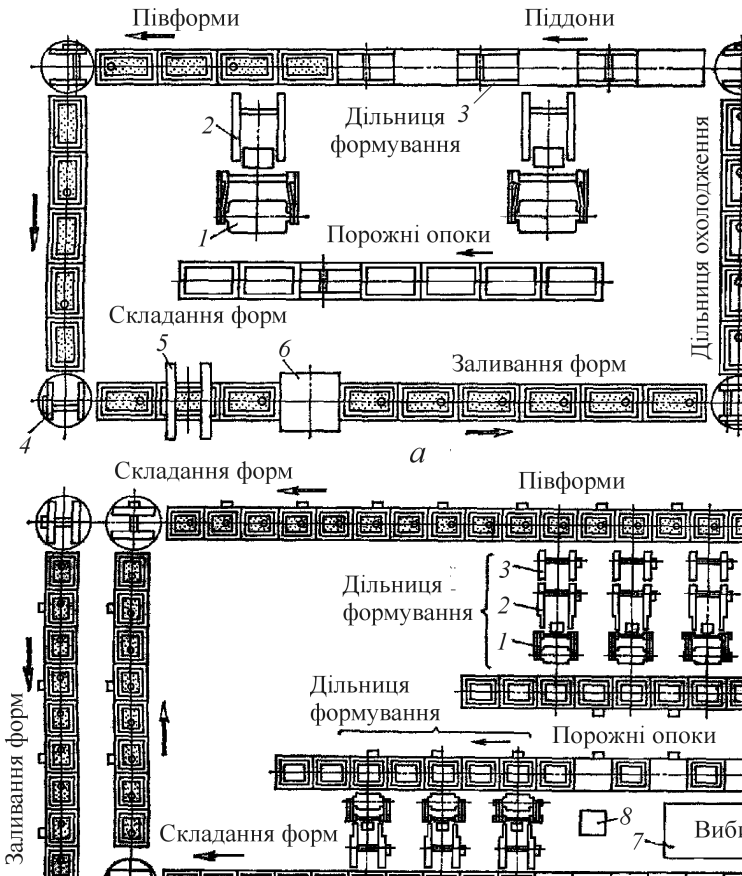


Рис. 5.47. Планування механізованих ліній:

a — лінія Л013; *б* — лінія Л015А; 1 — машини формувальні струшувальні 234М (*a*) і 235М (*б*); 2, 3 — роликіві конвейери; 4 — стіл поворотний; 5 — кантувач верхніх півформ; 6 — складач форм; 7 — вибивальна установка; 8 — пульт керування

Як базові формувальні агрегати на цих лініях використовують серійно виготовлені пневматичні струшувальні машини з перекид-

ним столом і витяжним механізмом, який забезпечує витягування високих моделей із півформи.

Таблиця 5.48

Технічні характеристики механізованих ліній Л013 і Л015А

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії	
		Л013	Л015А
1	Робочі розміри опок, мм:		
	довжина	1600	1700
	ширина	1200	1500
	висота	500	500; 700
2	Продуктивність циклова, форм/год для опок:		
	висотою 500 мм	10	10
	висотою 700 мм	–	4
3	Металомісткість форми, кг	До 500	До 1200
4	Кількість: формувальних машин робітників, що обслуговують лінію в одну зміну	2	7
		9	10
5	Витрати формувальної суміші, м ³ /год	10	15...25
6	Витрати стиснутого повітря на півформу, м ³	4	18
7	Час охолодження форми, хв	100	120
8	Швидкість переміщення опок і форм роликівими конвеєрами, м/хв	7,1	
9	Установлена потужність, кВт	120	400
8	Габаритні розміри лінії, мм:		
	довжина	40000	63000
	ширина	21000	44000
	висота	4500	3700
9	Маса комплекту з піддонами, т	260	655

На лінії Л013 виконують такі операції:

- формування на машинах;
- передавання півформ на приймальні роликів конвеєри;
- установлення нижніх півформ на піддони за допомогою мостового крана;
- кантування верхніх півформ;
- складання форм;
- транспортування форм на дільницю їх заливання;

- заливання і охолодження форм;
- вибивання форм.

На лінії Л015А кантування верхніх півформ і складання форм виконують за допомогою мостових кранів. На обох лініях переставлення форм на вибивальну установку, подавання пустих опок до машин і установку опок на машини виконують також з використанням кранів. Технічні характеристики автоматичних і комплексно-механізованих ліній, які працюють тривалий час у ливарних цехах і підтвердили ефективність їх використання, наведено в табл. 5.49.

Таблиця 5.49

**Технічні характеристики автоматичних
і комплексно-механізованих ліній з транспортними засобами
і автоматичним вибиванням форм**

Найменування лінії	Робочі розміри опок (довжина× ширина×висота), мм	Продуктивність, форм/год	Металомісткість ливарної форми, кг	Габаритні розміри (довжина×ширина× висота), мм
Автоматична формувальна лінія моделі АЛ91А271	500× ×400×200	70...80	До 20	11200× ×7700× ×3500
Автоматична формувальна лінія моделі ЛН212 (складання форм і вибивання виливків)	1200× ×1000× ×400	70	До 200	61000× ×10200× ×4600
Механізована лінія піскометного формування моделі ЛН214	3000× ×2500× ×900	4	1250	24400× ×12200× ×6200
Автоматична формувальна лінія на базі чотирипозиційного карусельного автомата моделі 94268 або 94268Л	1200× ×1000× ×400	100	До 200	110000× ×10000× ×4650
Автоматична формувальна лінія з вибиванням форм моделі 7200	2000× ×1200× ×400	25	До 700	72000× ×18000× ×5200

Закінчення табл. 5.49

Найменування лінії	Робочі розміри опок (довжина×шири-на× ×висота), мм	Продуктивність, форм/год	Металомісткість ливарної форми, кг	Габаритні розміри (довжина×ширина× ×висота), мм
Автоматична блок-лінія формування й вибивання моделі АЛ92265	800× ×700× ×300	35...40	До 50	12200× ×8600× ×6500
Автоматична пресова лінія моделі 5840	900× ×600× ×250	180...240	До 80	78000× ×9300× ×4650
Автоматична пресова лінія моделі 7007	1000× ×750× ×250	240	До 55	У плані 100000× ×18000
Автоматична лінія струшування з допресо- ванням моделі 4Л22821	500× ×400× ×150	150...300	До 15	У плані 72000× ×11000
Те саме моделі 6Л22813	800× ×700× ×300	120	До 35	У плані 70000× ×10000
Блок-лінія імпульсного формування моделі Л23813	800× ×700× ×200	120	До 50	13200× ×7320× ×6630
Автоматична піско- дувно пресова лінія вер- тикально-стосового формування моделі АЛ28412	600× ×500× ×120	600	До 15	33000× ×4300× ×4900

Примітка: У таблиці наведено паспортну продуктивність формувального устаткування. Для проектних розрахунків використовують циклову (тактову) продуктивність автоматичного устаткування, яка відповідає паспортній і гарантується заводом-виробником за умови справної і безперервної роботи цього устаткування. Невиконання цієї умови знижує продуктивність лінії.

Для окупності витрат на придбання і установлення формувальних ліній їх необхідно інтенсивно використовувати. Окрім того, лінії мають бути технічно і технологічно надійними і ремонтпридатними.

До сумішей, використовуваних на автоматичних лініях, ставлять підвищені вимоги, а тому значну частину ліній постачають спільно із сумішопріготувальними установками.

Формувальне устаткування вибирають за відповідними технологічним процесом і способом ущільнення сумішей, за необхідним розміром форм і продуктивністю залежно від маси виливків, обсягу і серійності виробництва.

Кількість виробничих і допоміжних робітників, які обслуговують автоматичну лінію, визначають за паспортними даними або робочими місцями.

Продуктивність формувальної автоматичної лінії (тонн за рік) можна визначити за формулою

$$B_p = 0,94qN_{\phi} \hat{O}_{\phi} K_{\phi},$$

де 0,94 — коефіцієнт, який враховує втрати внаслідок браку форм і виливків; q — середня маса виливків у формі, кг; N_{ϕ} — циклова (тактова) продуктивність лінії, форм/год; \hat{O}_{ϕ} — дійсний річний фонд часу роботи лінії протягом року 3520 год за двозмінної роботи цеху ($\Phi_{\phi} = 4000$ год за 40-годинного робочого тижня, втрати часу — 12 %, тобто 480 год); K_{ϕ} — коефіцієнт завантаження лінії (відношення середньогодинної кількості виготовлених форм до тактової продуктивності лінії), $K_{\phi} = 0,7 \dots 0,8$.

З урахуванням наведених даних наведена формула набуває вигляду

$$B_p = 2400qN_{\phi}.$$

Визначена річна продуктивність лінії може бути використана для порівняння з паспортною з урахуванням річного фонду часу.

Кількість необхідних формувальних машин, автоматів і автоматичних ліній розраховують за методикою, викладеною в розділі 4, і оформлюють за формою 14 (табл. 5.50).

Зведені дані про завантаження устаткування формувального відділення оформлюють за формою 15 (табл. 5.51).

Кількість формувальних ліній, автоматів або машин, необхідних для виконання виробничої програми цеху

Номер формувальної лінії або машини	Найменування виливків або масових груп	Робочі розміри опок ($L \times B \times H$), мм	Середньогодинна кількість форм, шт.	Модель лінії, автомата або машини	Продуктивність лінії, автомата або машини, форм/год	Кількість формувальних ліній, автоматів або машин		Коефіцієнт завантаження K_3
						розрахована	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Завантаження формувальних ліній

Індекс позиції	Параметр	Номер формувальної лінії		
		1	2	3
1	Групи литва			
2	Річний випуск литва, т			
3	Розміри форм ($L \times B \times H$), мм			
4	Кількість форм за годину, шт.: середньогодинна на програму у разі повного завантаження формувальних автоматів			

Індекс позичі	Параметр	Номер формульної лінії		
		1	2	3
5	Крок ливарного конвеєра, м			
6	Кількість форм на платформі, шт.			
7	Швидкість руху конвеєра, м/хв: у разі середньогодинного випуску форм у разі повного завантаження формульних автоматів			
8	Довжина охолоджувальної ділянки конвеєра, м			
9	Тривалість холонення залитих форм, хв: у разі середньогодинного випуску форм у разі повного завантаження формульних автоматів			

Прискорення такту виготовлення форм у потоці (12 с і менше) в умовах масового і великосерійного виробництва зумовлює використання автоматичного заливання форм.

Установки для автоматичного заливання виготовляють з використанням електромагнетного насоса, дозувального розливого ковша з індукційним підігріванням металу, проміжного стопорного (барабанного) ковша з дозуванням металу тощо.

Схему заливального карусельного автомата продуктивністю 150 – 400 форм за годину показано на рис. 5. 48.

Для механізованого заливання форм використовують електрифіковані візки або порталні крани з кабіною для оператора і дистанційним керуванням рухом і ковшем.

Потокове виробництво потребує чіткого взаємоув'язування роботи формульного і плавильного відділень.

Для забезпечення безперебійного заливання готових форм на одній лінії передбачають можливість одночасного виготовлення виливків двох-трьох найменувань і планують масу виливків для зменшення діапазону зміни потреби в рідкому металі.

Необхідно передбачати також нагромаджувачі для готових форм і проміжні вмістища для рідкого металу.

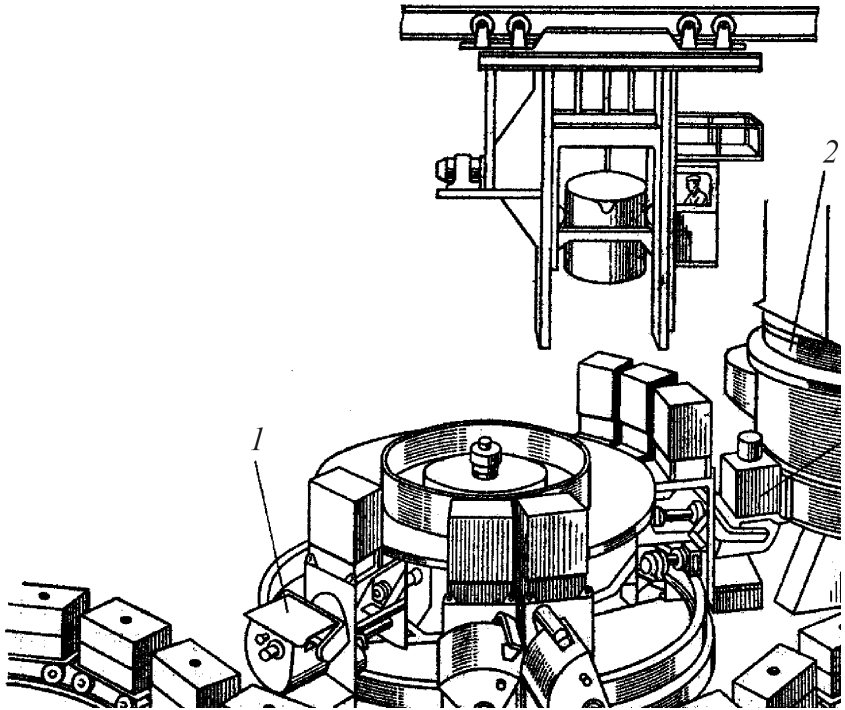


Рис. 5.48. Заливальний автомат карусельного типу:

- 1 — каретки з ковшами, які переміщуються кільцевою монорейкою за допомогою пневмоприводу; 2 — роздавальна піч або ківш;
3 — дозатор рідкого металу

Високоєфективний темп виробництва виливків забезпечує співвідношення

$$(B \pm B_i) + (-N \pm N_i) = 0,$$

де B — потреба в рідкому металі за масою для заливання форм у розглядуваний період часу, т; B_n — потреба в рідкому металі за масою (+) для заливання нагромаджених готових форм, т; N — кількість рідкого металу за масою, який виплавляють у розглядуваний період часу, т; N_n — кількість нагромадженого або відібраного (+) рідкого металу за масою з міксеру (нагромаджувача вагранки) за цей період, т.

Довжина нагромаджувача форм особливе значення має під час виробництва сталевих виливків, для яких цю довжину рекомендують брати виходячи із розрахунку двох стопорних ковшів на розливанні металу і можливості приймання готових форм для третього ковша.

За умови достатньої кількості рідкого металу для заливання нагромаджених форм можна дещо пізніше починати видавання розплаву в першу зміну і здійснювати плавлення з підвищеною продуктивністю, щоб наприкінці другої зміни, до часу закінчення роботи формувального відділення, завершити заливання всіх форм, які перебувають на нагромаджувачі.

Розрахунок ливарного конвеєра. У багатьох випадках важко або й зовсім неможливо вибрати таку автоматичну чи комплексно-механізовану лінію, яка б працювала з оптимальним коефіцієнтом завантаження ($K_3 = 0,70 \dots 0,85$) під час виконання виробничої програми ливарного цеху.

Якщо $K_3 < 0,65$, то таку лінію використовувати не економічно. Тоді вибирають окремі формувальні агрегати (машини, автомати тощо) і проектують або вибирають за відповідними каталогами окремі частини устаткування і компонують ливарний конвеєр, який забезпечував би ефективну роботу вибраних формувальних агрегатів.

Оскільки ливарний цех може працювати за різними режимами, то і розрахунок виконують з урахуванням цього фактора. У разі послідовного режиму роботи ливарного цеху з виготовленням форм на машинах їх нагромаджують для заливання на плацу, конвеєрі або на рольгангах-нагромаджувачах. При паралельному режимі роботи цеху зв'язок технологічних операцій формувального відділення здійснюють конвеєрним транспортом візкового, підвісного або пульсівного типів.

Продуктивність і довжина конвеєрної ливарної лінії залежать від моделей і схем розташування формувального устаткування, послідовності та методів виконання операцій і швидкості руху конвеєра.

Довжина ливарного конвеєра, від якого залежить довжина формувального відділення, складається з дільниць формування, охолодження і вибивання. Загальну довжину конвеєра визначають за формулою

$$L_{\text{с}} = L_{\text{о}} + L_{\text{ч}} + L_1 + L_{\text{а}},$$

де $L_{\text{ф}}$ — довжина дільниці виготовлення півформ, установа стрижнів і складання форм, м; L_3 — довжина дільниці заливання

форм, м; L_o — довжина ділянки охолодження форм і виливків, м; L_b — довжина ділянки вибивання форм і відокремлення виливків від суміші, м.

Довжину ділянки виготовлення і складання форм обумовлюють кількість і тип установлених формувальних агрегатів та організація робочих місць біля них

$$L_{\phi} = A_{\phi} l + L_{o.n.},$$

де A_{ϕ} — кількість формувальних агрегатів або їх пар, розташованих уздовж конвеєра в напрямку його руху, шт.; l — відстань між осями формувальних агрегатів, м (визначають з урахуванням габаритних розмірів формувальних агрегатів та площ, визначених за нормативними документами, необхідних для ефективної організації робочих місць і дотримання правил безпеки); $L_{y.c}$ — довжина ділянки установаження стрижнів у нижню півформу і складання форм.

Формувальні агрегати розташовують біля конвеєра групами або попарно (див. рис. 5.47). Кращим є варіант розташування агрегатів виготовлення нижніх півформ в напрямку руху конвеєра з боку вибивальної ґратки, а виготовлення верхніх півформ — з боку заливальної ділянки. Порожні опоки повертаються двома транспортними засобами — для верхніх і нижніх опок окремо.

Відстань між групами формувальних агрегатів, яку використовують для установаження стрижнів у нижні півформи, визначають залежно від кількості стрижнів в одній формі і складності їх установаження за формулою

$$L_{i.n.} = V_{\epsilon} t_{\phi.n.},$$

де V_{κ} — швидкість руху конвеєра, м/хв; $t_{y.c}$ — час установаження найскладнішого стрижня, хв.

За умови парного розташування формувальних агрегатів форми складають на ролгангах або безпосередньо на конвеєрі.

Порожні опоки повертають конвеєром.

Швидкість конвеєра визначають за формулою

$$V_{\epsilon} = \frac{A_{\phi} a}{60zn},$$

де V_{ϕ} — кількість форм, виготовлених формувальними агрегатами протягом години, шт.; a — крок платформи конвеєра, м; z — кількість зібраних форм на одній платформі, шт.; n — коефіцієнт заповнення платформи формами ($n = 0,8$).

Досвід експлуатації ливарних конвеєрів у сучасних ливарних цехах дає змогу установити межі оптимальної швидкості їх руху від 1,6 до 10,0 м/хв.

Отже, загальна довжина дільниці виготовлення півформ, установлення стрижнів і складання форм становить 30...42 м.

Довжину заливальної дільниці конвеєра розраховують за формулою

$$L_c = t_p V_c m,$$

де t_p — час розливання металу із одного ковша, хв; m — кількість ковшів, що одночасно використовують на дільниці заливання форм, шт.

Довжина заливальної дільниці перебуває в межах 8...12 м. За умови швидкості руху конвеєра вищої за 5 м/хв заливальну дільницю обладнують рухомими майданчиками.

Форми на конвеєрі заливають за допомогою монорейкових (бірейкових) конічних ковшів місткістю 250 кг. Форми із ковшів більшої місткості заливають за допомогою кранів різної конструкції. Для доставляння і розливання металу використовують також розливальні машини, які дають змогу в окремих випадках автоматизувати операцію заливання форм.

Такими машинами керують оператори безпосередньо на машинах або дистанційно.

Довжину дільниці охолодження форм і виливків визначають за формулою

$$L_i = t_o V_k,$$

де t_o — час охолодження виливків, год; V_k — швидкість руху конвеєра, м/год.

Тривалість холонення виливків у формах, яку можна використовувати для розрахунку охолоджувальних дільниць ливарних конвеєрів і площ, що займають ливарні форми під час їх холонення, наведено в табл. 5.30.

Охолоджувальну дільницю треба розраховувати дуже ретельно.

Тривалістю холонення виливків до і після вибивання форм значною мірою визначають розміри основних виробничих відділень ливарного цеху. Процес холонення справляє суттєвий вплив на якість виливків. Недотримання встановленого часу витримання виливків у формі може призвести до їх жолоблення і утворення

тріщин після вибивання внаслідок прискореного процесу холонення і швидкого нагромадження надмірних ливарних напружин.

За умови високої продуктивності потокових ліній для зменшення площі, на якій розміщують охолоджувальну дільницю конвеєра, останній виконують із двошарнірним ланцюгом, що дає змогу розташовувати трасу в двох ярусах. Вибивання форм провадиться на невеликій дільниці ливарного конвеєра довжиною 8...12 м, яку розміщують поряд з формувальною.

Загальна довжина конвеєра досягає 120...150 м і більше. Знаючи загальну довжину, визначають кількість візків, необхідних для ефективної роботи конвеєра.

Технічні характеристики конвеєрів наведено в табл. 5.52.

Виготовлення форм на машинах. Формувальні машини використовують у ливарних цехах з невеликими обсягами виробництва виливків, у яких технологічна схема, економічна доцільність, умови експлуатації або інші причини не дають можливості застосувати більш удосконалені та високопродуктивні способи виготовлення виливків на автоматичних лініях.

Натепер формувальні машини з амортизацією ударів під час струшування поступово витісняють традиційні типи машин.

Спроби вмонтувати машини в автоматичні формувальні лінії без значної зміни конструкції машин або створення нових ліній на їх основі показують, що майже в усіх випадках суттєво ускладнюються засоби механізації і автоматизації машин, відповідно знижується надійність роботи ліній і систем керування ними. Тому для автоматичних формувальних ліній створено спеціальні формувальні автомати і установки, які забезпечують автоматичне виконання великої кількості операцій з поєднанням деяких з них, а також одночасне використання в роботі двох опок і більше.

Формувальні машини використовують для виготовлення форм в опоках з робочими розмірами до 2500×2000 мм.

Піскомети застосовують переважно для виготовлення форм в опоках з робочими розмірами від 3000×2500 мм під час виготовлення виливниць у металургії та кесонного формування.

Машини формувальні струшувально-пресові з амортизацією ударів і без перевертання півформ (табл. 5.53) — призначені для виготовлення верхніх півформ в умовах серійного і дрібносерійного виробництва. За наявності поза машиною пристроїв для кантування можна використовувати їх для виготовлення нижніх півформ.

Таблиця 5.52

Технічні характеристики наземних горизонтально-замкнених конвєсєрів

Ін-дек-с позиції	Ширина платформи, мм	Довжина платформи, мм	Крок плат-форми, мм	Мінімальний радіус заок-руглення, мм	Най-більша довжина конвєсєра, м	Максимальні ро-бочі розміри опок, мм		Вантажопід-німність платформи, кг
						довжина	ширина	
1	400	500	640	1000	160	400	320	250
		650	800	1000	190	550		
		800	1040	800	225	700		
2	500	650	800	1250	130	550	400	500
		800	1000	1250	160	700		
		1000	1300	1000	190	900		
3	650	800	1000	1600	150	700	500	1000
		1000	1260	1600	190	900		
		1250	1640	1250	210	1100		
4	800	1000	1260	2000	140	900	650	2000
		1250	1600	2000	160	1100		
		1600	2060	1600	195	1400		
5	1000	1250	1600	2500	175	1100	800	4000
		1600	2000	2500	210	1400		
		2000	2600	2000	255	1800		
6	1250	1600	2000	3200	150	1400	1100	8000
		2000	2500	3200	180	1800		
		2500	3260	2500	225	2250		

Таблиця 5.53

Технічні характеристики формувальних струшувально-пресових машин з амортизацією ударів і без перевертання півформ

Ін-декс по-зи-ції	Параметр	Модель машини			
		22111	22112	22113	22114
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина висота	500 400 200	600 (630) 500 до 250	800 700 300	1000 800 400
2	Вантажопіднім-ність (якщо $P = 0,6$ МПа), кг	200	400	700	1200
3	Продуктивність циклова, півформ /год	145	140	110	90
4	Робочі розміри стола, мм: довжина ширина	600 450	800 560	1000 750	1120 850
5	Відстань між сто-лом і пресовою плитою, мм	350...480	400...590	450...650	660...820
6	Зусилля пресуван-ня (якщо $P = 0,6$ МПа), кН	42	65	120	180
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1380 810 1740	1380 820 1875	1860 820 1875	1835 1265 2435
8	Маса, кг	1700	2500	4300	5300

Основні складові машини: механізм струшувально-пресовий, траверса, стояк, пневмообладнання і пульт керування.

Послідовність і виконання операцій з виготовлення півформ на машинах така:

- установлення модельного комплекту;
- установлення опоки і наповнювальної рамки;
- заповнення опоки з рамкою формувальною сумішшю;
- попереднє струшування;
- знімання наповнювальної рамки;
- продовження виготовлення півформи в автоматичному режимі струшуванням з одночасним пресуванням;
- видалення моделі з півформи штифтовим підіймачем.

У поопераційному режимі можна також провадити струшування з наступним пресуванням, окремо струшування і пресування.

Машини повністю оснащені пневматикою і електрообладнання не мають. Амортизація удару в струшувальному механізмі машини здійснюється вмонтованими тарувальними пружинами та підібраними відповідними співударними масами струшувального стола й ударника. Машини працюють надійно і стало в усіх режимах.

Машини формувальні струшувально-пресові з амортизацією ударів і перевертанням півформ (табл. 5.54) — призначені для виготовлення нижніх півформ в умовах серійного і дрібносерійного виробництва.

Таблиця 5.54

Технічні характеристики формувальних струшувально-пресових машин з амортизацією ударів і перевертанням півформ

Індекс позиції	Параметр	Модель машини		
		22211	22212	22213
1	Робочі розміри опок, мм:			
	довжина	500	600 (630)	800
	ширина	400	500	700
	висота	200	до 250	300
2	Вантажопідіймність (якщо $P = 0,6$ МПа), кг	200	400	700
3	Продуктивність циклова, півформ /год	100	100	90

4	Робочі розміри стола, мм: довжина ширина	600	800	1000
		450	560	750

Закінчення табл. 5.54

Індекс позиції	Параметр	Модель машини		
		22211	22212	22213
5	Відстань між столом і пресовою плитою, мм	370...500	600	660
6	Хід витяжки, мм, не менше	200	220	250
7	Зусилля пресування (якщо $P = 0,6$ МПа), кН	50	65	120
8	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	2080	2210	2450
	ширина	1090	1200	1250
	висота	2045	2185	2525
9	Маса, кг	2500	3000	5500

Виготовлення півформ на машинах з їх перевертанням аналогічне їх виготовленню на машинах без перевертання півформ.

Після струшування одночасно з пресуванням автоматично виконується повертання стояка зі струшувально-пресовим механізмом, траверсою і ущільненою півформою на 180° навколо горизонтальної осі за допомогою механізму повертання, при цьому півформа повертається ладом уверх і модель витягується з увімкненим вібратором. Машина вертається у вихідний стан у поопераційному режимі.

Машини формувальні струшувальні з допресовуванням і без перевертання півформ (табл. 5.55) — призначені для виготовлення верхніх і нижніх півформ в умовах серійного виробництва.

Нижні півформи кантують за межами машини перед складанням форм за допомогою спеціальних пристроїв.

Машини виконують такі основні операції:

- струшування;
- підведення пресової траверси в робочий стан;
- пресування;
- піднімання штифтів (протягової рамки);

- витягування моделей;
- вертання траверси у вихідний стан;
- вертання штифтів (протягової рамки) у вихідний стан.

Таблиця 5.55

Технічні характеристики струшувальних машин з допресовуванням і без перевертання півформ

Індекс позиції	Параметр	Модель машини				
		91271 БМ	265 М3	703 М	267 М	2951 4
1	Робочі розміри опок, мм:					
	довжина	500	800	1000	1000	1000
	ширина	400	700	600	800	800
	висота	100	300	250	350	250
2	Вантажопіднімність (якщо $P = 0,6$ МПа), кг	160	700	900	1200	1000
3	Зусилля пресування (якщо $P = 0,6$ МПа), кН	62,5	185,0	90,0	300,0	140,0
4	Продуктивність цикло-ва, півформ /год	100	60	40	45	35
5	Хід витяжки, мм	160	310	230	325	300
6	Розміри струшувально-го стола, мм:					
	довжина	600	900	1050	1050	1050
	ширина	500	800	680	850	850
7	Висота піднімання стола під час струшування, мм	30	40...85	40	85	40
8	Маса падаючих частин, кг	250	1070	1300	2400	1700
9	Хід пресового поршня, мм	170	345	300	400	300
10	Габаритні розміри, мм:					
	довжина	1760	2015	2000	2600	1800
	ширина	1060	1486	1650	1750	1650
	висота	1560	2490	1950	2900	2105
11	Ширина в разі відведеної траверси, мм	–	2026	–	2550	–
12	Маса, кг	1300	4500	2920	7000	3750

Машини формувальні струшувальні з допресовуванням і перевертанням півформ (табл. 5.56) — призначені для виготов-

лення нижніх півформ. Можливе також виготовлення верхніх півформ з наступним кантуванням за межами машини перед складанням форм.

Таблиця 5.56

Технічні характеристики формувальних струшувальних машин з допресовуванням і перевертанням півформ

Індекс позиції	Параметри	Моделі машин	
		254М	255М
1	Робочі розміри опок, мм: довжина ширина	800 700	1000 800
2	Сумарна висота модельного комплекту і опоки, мм, не більше	420	480
3	Продуктивність циклова, півформ/год	45	45
4	Хід витяжки, мм	250	300
5	Вантажопідйомність (якщо $P = 0,6$ МПа), кг	600	1200
6	Зусилля пресування (якщо $P = 0,6$ МПа), кН	130	165
7	Хід пресового поршня, мм	360	400
8	Маса падаючих частин, кг	600	1870
9	Висота піднімання стола під час струшування, мм	80	70
10	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	2000 1200 2830	2600 1350 3320
11	Маса, кг	4000	6500

Машини формувальні струшувальні з перекидним столом (табл. 5.57) — призначені для виготовлення півформ, які потребують глибокої витяжки моделей.

Використовують в умовах серійного, дрібносерійного і одиничного виробництва.

Машини виконують такі операції:

- ущільнення суміші струшуванням;
- піднімання півформи на перекидному столі, переміщення її до механізму витяжки і перевертання на 180°;

Таблиця 5.57

Технічні характеристики формувальних струшувальних машин з перекидним столом

Індекс позиції	Параметр	Моделі машин					
		232М	233М	234М	235М	235С1	236С
1	Робочі розміри опок, мм:						
	довжина	800	1000	1600	2000	2500	2500
	ширина	700	800	1200	1600	1600	2000
	висота	450	400	600	700	700	800
2	Вантажопіднімність (якщо $P = 0,6$ МПа), кг	600	1300	3000	5000	6000	10000
3	Продуктивність циклова, півформ /год	40	20	17	12	10	8
4	Маса падаючих частин, кг	1820	2600	2600	4915	8217	11240
5	Найбільша маса модельної оснастки, кг	240	620	950	2100	2500	5000
6	Витрати стиснутого повітря на одну півформу, м ³	1,0	1,5	4,5	12,0	18,0	26,0
7	Габаритні розміри, мм:						
	довжина	2500	3680	4365	5145	4940	5580
	ширина	2000	2100	3115	3450	4450	5246
	висота	2400	3110	3330	3700	3700	5800
8	Маса, кг	4000	7000	11800	24000	39000	55400

- піднімання приймального пристрою з нівеліром і приймання півформи;
- спочатку повільне, а потім швидке протягування моделі з увімкненням вібраторів;
- установлення півформ на приймальний роликівий конвеєр;
- зворотне повертання перекидного стола з модельною оснасткою і установлення його на струшувальний механізм.

Тип формувальної машини вибирають залежно від розмірів опоки, підбраної для виливка або групи виливків.

Необхідну кількість однотипних машин для виконання річної програми ливарного цеху розраховують за формулою

$$n = \frac{\hat{A}_\delta}{(\hat{O}_a - \tau)q},$$

де V_p — річна кількість півформ заданої масової групи, шт.; Φ_d — дійсний фонд часу роботи машини протягом року, год; τ — час, необхідний для змінювання модельної оснастки (модельної плити з моделями) і налаштування машини, год; q — продуктивність машини, півформ /год.

Час, який витрачають на змінювання модельної оснастки і налаштування машини на новий режим роботи, визначають за формулою

$$\tau = mpb,$$

де m — кількість найменувань (номенклатура) литих деталей, які виготовляють протягом року з використанням вибраних машин, шт.; p — кількість партій виливків кожного найменування протягом року; b — час, необхідний для змінювання однієї плити, год. Коливається від 0,06...0,10 (для опок з робочими розмірами 500×400 мм) до 0,41...0,50 год (для опок з робочими розмірами 1200×1000 мм)

З урахуванням тактової продуктивності машин їх кількість визначають за формулою

$$n_\delta = \frac{\hat{A}_\delta}{K_a N_{\text{дi фd}} \hat{O}_a}$$

де K_δ — коефіцієнт, який враховує можливий брак форм і виливків ($K_\delta = 0,94...0,96$); $N_{\text{розр}}$ — тактова продуктивність машин, півформ /год.

Виготовлення форм за допомогою піскометів. Номенклатура піскометів, які випускає промисловість тепер, обмежується трьома моделями: 2Б93М — стаціонарний рукавний піскомет; 24437 — пересувний консольний рукавний піскомет; 24512 — мостовий піскомет. Мостовий піскомет має універсальну конструктивну схему, яка, залежно від вимог користувача, дає змогу змінювати в модифікаціях висоту розміщення піскометальної головки і довжину пересування. Модифікації розроблюють на базі діючих і перевірених в експлуатації моделей конструкцій: моста, стояків, механізмів переміщення моста та піскометальної головки, систем передавання суміші та керування піскометом.

Піскомети вбудовують у ливарні лінії для виготовлення великих форм, а також для плацевого і кесонного формування. Рукавні піскомети (стаціонарний і пересувний) мають однакову конструктивну схему — великий і малий консольні рукави з розміщеною на останньому піскометальною головкою.

Мостовий піскомет має порталну конструкцію моста.

І рукавні, і мостові піскомети мають механізми регулювання ущільненості суміші, що дає можливість захистити від абразивного зносу модель і більш ефективно здійснювати процес ущільнення суміші в опоці у всьому її об'ємі.

Піскомет — формувальна машина, яка виконує одночасно дві функції: наповнює опоку формувальною сумішшю і ущільнює останню.

Головна перевага піскометів — висока і рівномірна ущільненість суміші у формі будь-якої висоти і площі. Проте під час піскометального формування із формувальної суміші необхідно особливо ретельно видаляти всі металеві частинки, щоб запобігти заклинюванню і ламанню ротора скрапом.

Основний робочий орган будь-якого піскомета — **кидальна головка** (рис. 5.49) — має кожух 3, в якому на приводному валу 1 жорстко насаджений ротор 6 з ковшем-лопатою 4.

У кожух 3 безперервно подається формувальна суміш стрічковим конвеєром 5, де вона захоплюється ковшем-лопатою 4, який прикріплений до ротора 6, що швидко обертається, і під дією інерційних сил притискується до напрямної дуги 2, розміщеної між кожухом і ковшем.

Суміш при цьому дещо ущільнюється, утворюючи «пакет», і викидається з головки в опоку.

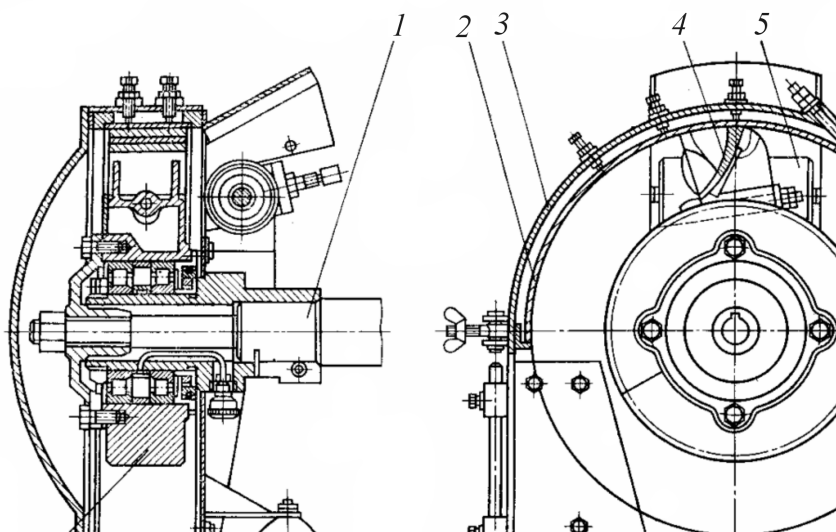


Рис. 5.49. Будова кидальної головки піскомета:
 1 — приводний вал; 2 — напрямна дуга; 3 — кожух;
 4 — ківш-лопата; 5 — стрічковий конвеєр; 6 — ротор

Для ефективного обслуговування всієї площі опоки кидальну головку монтують на двох «рукавах», а суміш подають до головки системою стрічкових конвеєрів. Суміш подають у головку в тангенціальному або осьовому напрямку. У разі тангенціального подання суміші вісь стрічкового конвеєра розміщується перпендикулярно до осі ротора: суміш з конвеєра подається дотично до ротора.

У разі радіального подання суміші вісь стрічкового конвеєра розміщується паралельно осі ротора, а суміш подається через вікно в торцевій стінці ротора. Радіальне подання суміші конструктивно виконується простіше, але втрати енергії більші, ніж за тангенціального напрямку подання суміші.

Піскомети формувальні рукавні — призначені для виготовлення ливарних форм і стрижнів у ливарних цехах з різносерійним характером виробництва. У стаціонарному рукавному піскометі моделі 2Б93М (рис. 5.50) великий рукав 1 з'єднаний з поворотною колоною 2 і обертається навколо вертикальної осі в тумбі 3, а малий рукав 7 шарнірно закріплений на великому рукаві і може повертатися відносно нього на кут до 270...280°.

Поворотна колона обертається разом з великим рукавом відносно вертикальної осі на кут до 180° в упорно-опорних підчипниках.

Привод повороту рукавів гідравлічний рейкового типу. Стрічкові конвеєри 4 і 5 мають незалежні приводи.

Електродвигун 9 і кидальна головка 6 з'єднані загальним валом, але віддалені один від одного на деяку відстань для рівноваги відносно вертикальної осі повертання 8 малого рукава 7.

Ротор може мати один – три ковші-лопатки; за кількості обертів до 25 с^{-1} абсолютна швидкість руху пакета досягає 60 м/с .

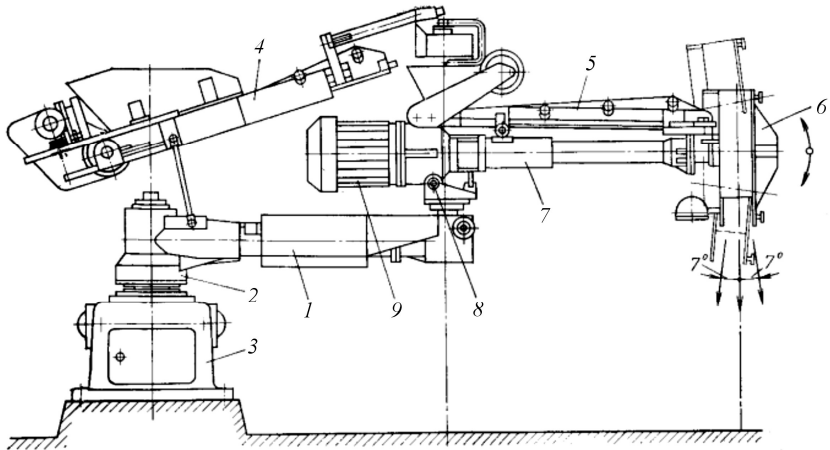


Рис. 5.50. Стационарний рукавний піскомет моделі 2Б93М:

- 1 — великий рукав; 2 — поворотна колона; 3 — тумба;
- 4, 5 — стрічкові конвеєри; 6 — кидальна головка; 7 — малий рукав;
- 8 — вісь повертання малого рукава; 9 — електродвигун

Пересувний рукавний піскомет моделі 24437 (рис. 5.51) переміщується вздовж однієї зі стін прогону цеху. Це зменшує площу, яку обслуговує піскомет, але дає змогу вбудувати піскомет у центральну сумішоприготувальну систему без використання бункера.

Під час виготовлення форм піскометом суміш подають стрічковим конвеєром 1. За допомогою скребачкового пристрою суміш лотком 2 зсипається в приймальну воронку 3, а потім стрічковими конвеєрами 4 і 6 надходить в кидальну головку 7, яка пакетами направляє суміш в опоку 8. Піскомет змонтовано на візку 10, який рухається колією 11 і дає змогу обслуговувати робочі місця виготовлення форм, що розміщені вздовж стіни прогону. Технічні характеристики рукавних піскометів наведено в табл. 5.58.

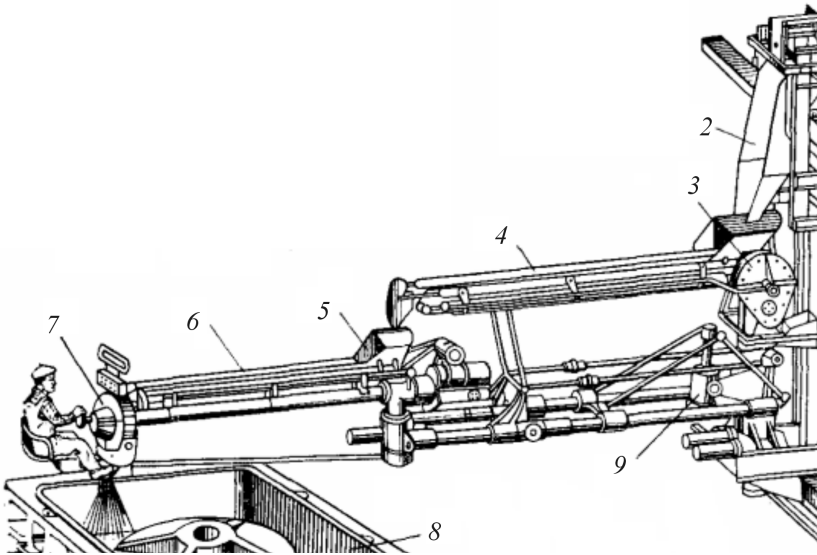


Рис. 5.51. Пересувний рукавний піскомет моделі 24437:
 1 — стрічковий конвеєр; 2 — лоток; 3, 5 — приймальні воронки;
 4, 6 — стрічкові конвеєри; 7 — кидальна головка; 8 — опока;
 9 — циліндр піднімання і опускання великого рукава;
 10 — візок; 11 — колія для пересування піскомета

Таблиця 5.58

Технічні характеристики формувальних рукавних піскометів

Індекс позиції	Параметр	Модель піскомета	
		2Б93М	24437
1	Продуктивність піскометальної головки для ущільнення суміші 1,6 т/м ³ , м ³ /год	12,5	25,0
2	Діаметр дуги піскометальної головки, мм	620	800
3	Ширина кидального ковша, мм	100	150
4	Частота обертання ротора, хв. ⁻¹	1450	1470
5	Швидкість руху пакета суміші, м/с	47,4	60,0
6	Сумарна довжина рукавів, мм	4600	7500
7	Кут повороту рукава, град.:	180	180
		280	270

Індекс позиції	Параметр	Модель піскомета	
		2Б93М	24437
8	Радіус дії головки, мм: найбільший найменший	4600 2000	7500
9	Ширина конвеєрних стрічок рукава, мм: великого малого	300 200	400 300
10	Сумарна потужність електродвигунів, кВт	29,5	77,2
11	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	5585 1220 3150	9530 5300 5200
12	Маса, кг	5960	13000

Піскомет формувальний мостовий моделі 24512 (рис. 5.52) — призначений для виготовлення великих ливарних форм в опоках з робочими розмірами 3000×2500 мм і висотою до 4000 мм, а також в кесонах глибиною до 4000 мм в умовах дрібносерійного і одиничного виробництва у сталеливарних і чавуноливарних цехах.

Технічну характеристику мостового піскомета наведено в табл. 5.59.

Основним робочим органом піскомета є піскометальна головка з рушієм. Головка складається із литого корпусу, в якому на підшипниках обертається ротор з ковшем.

Ротор приводиться в обертання електричним двигуном через пружну муфту.

Піскометальна головка змонтована на візку, який може здійснювати вертикально-поступальний рух уздовж моста.

Міст піскомета являє собою зварену раму з опорами на кінцях. Опори установлені на приводних площадках, які переміщують всю конструкцію колією вздовж цехового конвеєра, який транспортує суміш.

У нижній частині моста розташовані ніші для електроустаткування. Опоку під час виготовлення форми додаткового освітлює прожектор, прикріплений до візка.

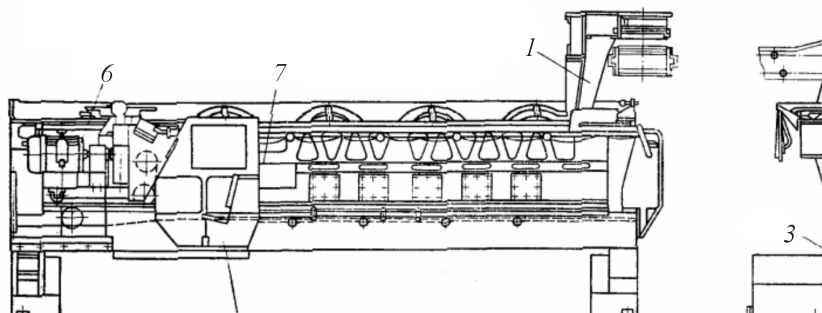


Рис. 5.52. Мостовий піскомет моделі 24512:

- 1 — механізм подавання суміші; 2 — цеховий стрічковий конвеєр;
 3 — опора; 4 — кабіна оператора; 5 — приводний механізм моста;
 6 — візок; 7 — міст

Таблиця 5.59

**Технічна характеристика формувального
 мостового піскомета моделі 24512**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність піскометальної головки для ущільнення суміші 1,6 т/м ³ , м ³ /год	50
2	Діаметр дуги піскометальної головки, мм	800
3	Ширина ковша головки, мм	160
4	Швидкість переміщення головки, м/с	0,2...0,4
5	Швидкість переміщення моста, м/с	0,24
6	Відстань переміщення візка з головою, мм	3000
7	Швидкість руху пакета суміші, м/с	60
8	Ширина колії моста, мм	6000
9	Кількість піскометальних головок, шт.	1
10	Сумарна потужність електродвигунів, кВт	87
11	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	7630 3850 5730
12	Маса, кг	16000

Необхідну кількість піскометів визначають за формулою

$$\dot{I} = \frac{Vd}{Q_1 K},$$

де V — об'єм форми, м³; d — продуктивність дільниці, форм/год; Q_1 — продуктивність піскомета, м³/год; K — коефіцієнт, який враховує час установалення опоки і знімання півформи.

Виготовлення форм із ХТС, ПСС і РСС. Суміші готують на робочих місцях виготовлення ливарних форм або стрижнів.

Лопатеві змішувачі безперервної дії (табл. 5.60) — призначені для приготування холоднотвердних сумішей і заповнення ними ливарних опок або стрижневих ящиків під час виготовлення форм і стрижнів у різносерійному виробництві виливків.

Схему типового змішувача моделі 4727 показано на рис. 5.53.

Основним агрегатом лопатевих змішувачів безперервної дії є горизонтальний вал з лопатями, який обертається в коритоподібному жолобі — корпусі.

Під час обертання вала лопаті захоплюють матеріали, що перемішуються, і переміщують їх по колу і вздовж корпусу змішувача. За зміненням кута лопатей і частоти обертання вала підбирають режими приготування майже всіх використовуваних сумішей.

У змішувачі безперервної дії вихідні компоненти подають в один кінець жолоба, а суміші видають через вікно на другому його кінці, при цьому деякі компоненти вводять у різних зонах перемішування по всій довжині корпусу змішувача.

Лопатеві змішувачі мають один або два перемішувальні вали в одному корпусі (одножолобові одновальні або одножолобові двовальні), а також окремі ізольовані жолоби для кожного вала в разі двовального виконання.

Установка стаціонарна безперервної дії для приготування пластичних самотвердних сумішей (табл. 5.61) — призначена для приготування і роздавання у форми пластичних самотвердних сумішей, використовуваних як облицьовувальні під час виробництва чавунних виливків.

Основні вузли установки: металоконструкція, змішувач з рушієм, механізм повертання живильника, живильник поворотний, дозатор шнековий, бункер-контейнер, механізм відкриття люка, механізм повертання змішувача.

Таблиця 5.60

Технічні характеристики лопатевих змішувачів безперервної дії

Ін-дек-с по-зиції	Параметр	Моделі змішувачів							
		19611	4727	4732	19639	19641	19653	19655	19657
1	Продуктивність, т/год	1,0	3,5	16	40	1,0	2,5	6,3	16
2	Радіус дії головки, мм: найбільший найменший	1200 –	2500 1150	2630 1380	2950 1700	1200 –	2250 1015	2410 1150	2850 1600
3	Кут повертання плеча, град: першого другого	190 –	320 –	240 320	240 240	190 –	240 –	240 320	240 240
4	Установлена потужність, кВт	3,55	6,30	12,00	14,80	6,00	6,90	8,70	23,60
5	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	2675 700 2727	3500 1200 3090	4212 950 3424	3882 1358 4315	2857 700 2155	3745 700 3200	3560 750 3524	3795 800 4225
6	Маса, кг	1287	2580	2280	3267	1960	2520	2550	3315

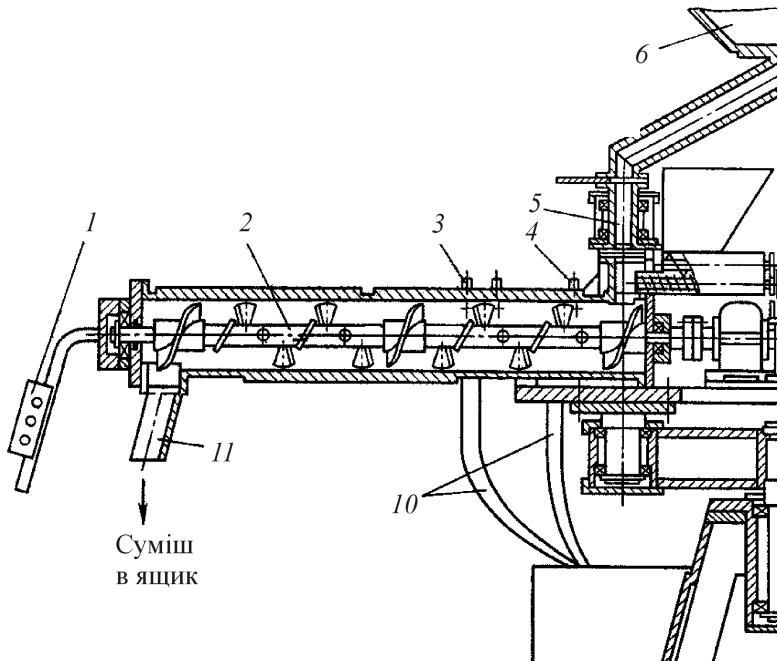


Рис. 5.53. Схема лопатевого (шнекового) змішувача моделі 4727:

- 1 — пульт керування; 2 — шнековий перемішувальний механізм;
 3 — трубка-розбризкувач смоли; 4 — трубка-розбризкувач каталізатора;
 5 — шибєрний дозатор піску; 6 — бункер; 7 — рушій; 8 — насос;
 9 — станина; 10 — шланги; 11 — розвантажувальний патрубок

Таблиця 5.61

**Технічна характеристика стаціонарної установки
 безперервної дії моделі 19512**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, т/год	20
2	Розміри зони охоплення площі виготовлення форм, мм: довжина ширина	До 14300 До 7000
3	Об'єм бункера базової суміші, м ³	5
4	Об'єм бункера і контейнера шлаку, м ³	0,9
5	Тиск у гідросистемі, МПа	5

Закінчення табл. 5.61

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
6	Установлена потужність, кВт	35
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	До 9900 5550 7120
8	Маса, кг	До 1500

Установки безперервної дії для приготування рідких самотвердних сумішей (табл. 5.62) — призначені для приготування і роздавання рідких самотвердних сумішей для виготовлення форм і стрижнів у ливарних цехах з різносерійним виробництвом.

Таблиця 5.62

**Технічні характеристики установок безперервної дії
для приготування рідкорухомих самотвердних сумішей**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		19413	19415
1	Продуктивність, т /год	5...10	20...30
2	Кількість лопатевих валів змішувача, шт.	2	2
3	Робочий кут повертання змішувача, град	90	90
4	Продуктивність стрічкового живильника піску і регенерату, т/год	4,4...8,8	17,6...26,4
5	Продуктивність дозатора рідкої композиції, кг /год	370...740	1480...2220
6	Установлена потужність, кВт	20,9	38,0
7	Габаритні розміри в плані, мм: довжина ширина	5205 2585	7535 6280
8	Маса, т	11,9...12,1	21,4...24,1

Основні вузли установок: металоконструкція, змішувач, стрічковий живильник-дозатор піску і регенерату, шнекові дозатори для подавання ферохромового шлаку і добавок, система дозування рідкої композиції, бункери для складових сумішей, змішувач лопатевий, насосна установка.

Схему установки для приготування рідкорухомих самотвердних сумішей моделі 19413 показано на рис. 5.54.

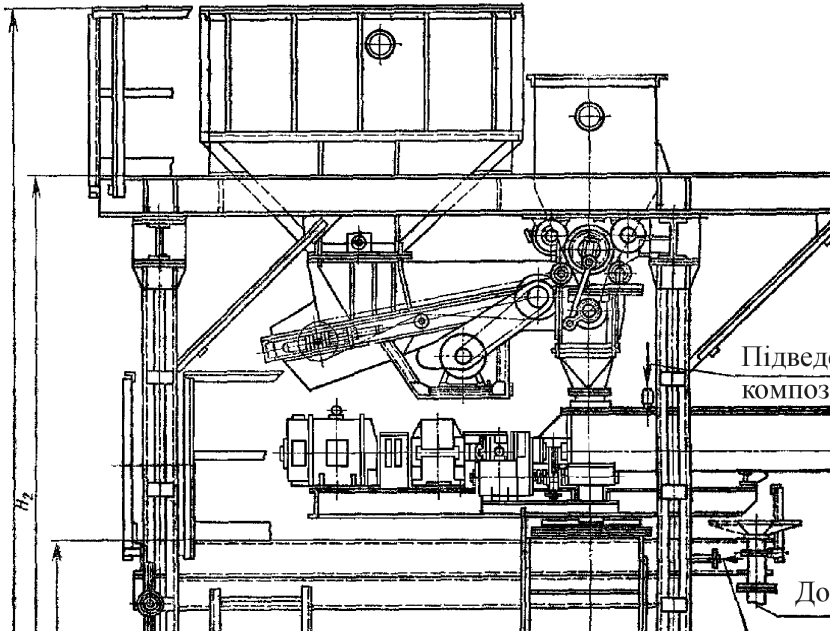


Рис. 5.54. Схема установки безперервної дії для приготування РСС

Ущільнення холоднотвердних сумішей. Для ущільнення холоднотвердних сумішей під час виготовлення форм або стрижнів використовують вібраційні столи, технічні характеристики яких наведено в табл. 5.63.

Вібраційні столи використовують спільно зі змішувачами ХТС і в складі ливарних ліній виготовлення форм або стрижнів.

Основні вузли вібростолів: основа, стіл, вібратор, опора пневматична (механізм піднімання стола).

Таблиця 5.63

Технічні характеристики вібраційних столів для ущільнення ХТС

Індекс позиції	Модель стола	Розміри стола в плані, мм	Вантажо-піднімність, т	Габаритні розміри, мм
1	З нерушійним роликівим конвеєром моделі 21422	1000×800	0,6	1000×850×650
2	Те саме, моделі 21423	1200×1000	0,6...1,3	1250×1000×670
3	Те саме, моделі 21424	1200×1000	1,2...2,0	1600×1250×870
4	Те саме, моделі 21425	2050×1650	2,0...3,0	2050×1650×670
5	З рушійним роликівим конвеєром моделі 21432	800×630	0,6	1700×1250×730
6	Те саме, моделі 21433	1000×800	1,3	2050×1500×730
7	Те саме, моделі 21434	1600×990	2,0	2500×2100×700
8	Те саме, моделі 21435	2000×1060	3,0	2650×2100×710

Вибивання ливарних форм. Найпоширенішим способом вибивання ливарних форм і стрижнів натеper залишається вибивання на вибивальних ґратках різних конструкцій, зведені дані яких наведено в табл. 5.64, а більш детальні технічні характеристики вибивальних ґраток — у табл. 5.65, 5.66 і 5.67.

Технічну характеристику вибивальної установки 431И4 наведено в табл. 5.68.

В автоматичних ливарних лініях вибивальні ґратки виконують у поєднанні з пристроями для попереднього видавлювання брикету суміші з виливком (виливками) з опок.

Для роботи в комплексних автоматичних лініях створені вібро-транспортувальні вибивальні ґратки, які забезпечують під час вибивання одночасне транспортування виливків до дільниць подальшого їх оброблення.

Таблиця 5.64

Зведена таблиця моделей вибивальних ґраток

Найменування	Модель	Вантажопід- німність, т	Розмір полотна, мм	
ґратки двовалові інерційні	31211	1,0	1250×1000	
	31212	1,6	1600×1250	
	31213	2,5	2000×1600	
	31214	4,0	2240×1800	
	31215	6,3	2500×2000	
	31216	10,0	3150×2500	
	31217	16,0	3550×2500	
	31218	25,0	4000×3150	
	31219	40,0	4500×3550	
ґратки одновалові вібра- ційні: ексцентрикові	421	1,0	1250×1000	
	422М	1,6	1600×1250	
	423	2,5	2000×1600	
	424	4,0	2240×1800	
	інерційні	427У	16,0	1800×1800
	інерційно-ударні	ІР-120	7,5	1850×1330

Із окремих вибивальних ґраток компонують вибивальні установки для форм особливо великих розмірів. Для важких виливків, вибивання яких на вибивних ґратках непродуктивне і не забезпечує повного відокремлення суміші та стрижнів, використовують гідрокамери або електрогідравлічні установки. Перші засновані на руйнівній дії водяного струменя високого тиску (20...60 МПа), другі — на перетворенні енергії, яка утворюється під час високовольтного електричного розряду у воді, в механічну енергію ударної хвилі, що має величезну руйнівну силу. Схему вибивальних ґраток моделей 31211 – 31215 показано на рис. 5.55.

Інерційні двовалові ґратки (див. табл. 5.65) — призначені для вибивання виливків з ливарних форм і стрижнів з виливків в умовах дрібносерійного і одиничного виробництва.

Таблиця 5.65

Технічні характеристики інерційних вибивальних ґраток

Індекс позиції	Параметр	Моделі ґраток								
		31211	31212	31213	31214	31215	31216	31217	31218	31219
1	Вантажопіднімність, т	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0	16,0	25,0	40,0
2	Розміри робочого полотна, мм:									
	довжина	1250	1600	2000	2240	2500	3150	3550	4000	4500
	ширина	100	1250	1600	1800	2000	2500	2500	3150	3550
3	Розміри вічок ґратки, мм:									
	довжина	170	140	126	170	170	175	175	170	175
	ширина	60	60	62	80	60	80	80	60	80
4	Кількість секцій робочих полотен, шт.	2	6	8	8	8	16	18	4	4
5	Розміри пружин-амортизаторів, мм:									
	зовнішній діаметр	90	90	90	90	160	160	160	160	160
	висота	196	196	196	196	300	300	300	300	300
	діаметр дроту	16	16	16	16	32	32	32	32	32
6	Кількість пружин-амортизаторів, шт.	4	8	8	12	8	8	12	16	24

Індекс позиції	Параметр	Моделі ґраток								
		31211	31212	31213	31214	31215	31216	31217	31218	31219
7	Відстань між осями інерційних валів, мм	800	1090	1480	1540	1740	2280	–	2940	3400
8	Частота коливань, хв ⁻¹	1420	1400	1425	970	975	970	975	730	730
9	Амплітуда коливань, мм	1,6	1,6	1,6	3,0	3,6	3,7	4,5	4,8	4,8
10	Установлена потужність, кВт	2,2	4,4	8,0	15,0	22	37	60	110	180
11	Габаритні розміри ґраток, мм:									
	довжина	1600	2092	2435	2926	3170	3850	4040	5072	5660
	ширина	1270	1624	2032	2272	2532	3182	3600	4180	4790
	висота	675	770	770	1045	1065	1126	1460	1550	1910
12	Маса, кг	1150	2440	3200	5200	6200	10500	14000	2500	33500

Таблиця 5.66

Технічні характеристики одновалових вибивальних ґраток

Індекс позиції	Параметр	Модель ґратки					
		421	422М	423	424	ІР-120	427У
1	Вантажопіднімність, т	1,0	1,6	2,5	4,0	7,5	16,0
2	Розміри полотна, мм: довжина ширина	1250 1000	1600 1250	2000 1600	2240 1800	1850 1330	1800 1800
3	Частота обертання вала, хв. ⁻¹	800	830	830	880	595	735
4	Ексцентриситет, мм	3	3	3	3	3	3
5	Амплітуда коливань, мм	3	3	3	28	28	15
6	Збурювальна сила, кН	–	–	–	–	25	80
7	Кількість амортизаторів, шт.	8	8	8	4	4	12
8	Установлена потужність, кВт	2,8	4,5	7,5	15,5	5,5	10
9	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1875 1440 615	2260 1900 800	2355 2230 960	2820 2375 820	2170 2088 902	3000 1800 1017
10	Маса, кг	880	1100	2900	3400	2360	3900

Гратки вибивальні інерційні ексцентрикові (див. табл. 5.66) — призначені для вибивання форм з виливками з опок та стрижнів з виливків на вибивальних дільницях ливарних цехів серійного і дрібносерійного виробництва. Гратку моделі 424 використовують для вибивання великих ливарних форм, а моделей ІР-120 і 427У — для компонування в блоки і вибивальні установки для вибивання великих ливарних форм на вибивальних дільницях. Вантажопіднімність блоків припускають рівною 0,75...0,80 від суми вантажопіднімності ґраток, що входять до складу блока.

Транспортувальні ґратки для комплексних автоматичних ливарних ліній (табл. 5.67) — призначені для відокремлення виливків від формувальної суміші з одночасним транспортуванням виливків уздовж полотна ґратки для передавання їх на подальші операції.

Таблиця 5.67

Технічні характеристики вибивальних транспортувальних ґраток

Індекс позиції	Параметр	Модель ґратки						
		31242	31243	31244	31245	31253	31254	31255
1	Вантажопіднімність, т	2,5	4,0	6,3	10,0	4,0	6,3	10
2	Розміри полотна, мм: довжина ширина	3150 1250	4500 1600	4500 2000	4500 2500	6000 1600	6000 2000	6000 2500
3	Швидкість транспортування виливків, м /хв	8	До 6					
4	Амплітуда коливання, мм	3,2	До 6					
5	Кількість коливань за хв	1000	970	985	985	970	985	985
6	Установлена потужність, кВт	8	27	45	45	37	40	45
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	3260 2543 1430	4910 3890 2812	4910 4410 2820	4982 5208 2980	6410 3683 2812	6410 4358 2820	6432 5208 2980
8	Маса, кг	4000	22400	24700	28100	24500	28240	30620

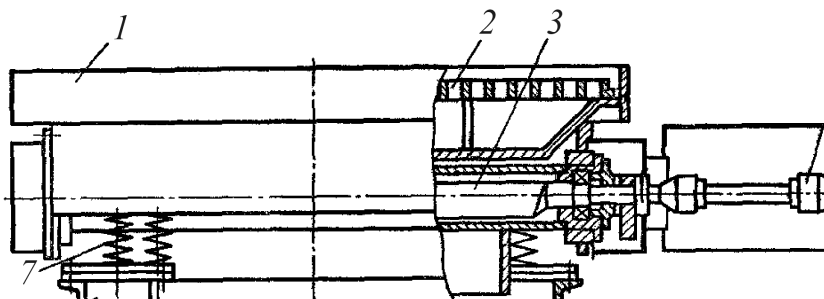


Рис. 5.55. Схема вибивальних ґраток моделей 31211 – 31215:
 1 — корпус; 2 — робоче полотно; 3 — вібратор (інерційний вал);
 4 — кулькова муфта; 5 — рушій; 6 — рама; 7 — амортизатори

Таблиця 5.68

Технічна характеристика вибивальної установки моделі 431И4

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Вантажопідіймність, т	100
2	Розміри робочого полотна, мм: довжина ширина	7000 5000
3	Найбільші робочі розміри опок, які можна вибивати, мм: довжина ширина	4000 2500
4	Максимальна маса виливків, кг	до 5000
5	Частота обертання інерційного вала, хв. ⁻¹	700
6	Амплітуда коливання, мм	3...6
7	Установлена потужність, кВт	301
8	Габаритні розміри, мм: довжина×ширина висота загальна висота над рівнем підлоги	8800×10350 4740 740
9	Маса, кг	88500

У процесі вибивання і транспортування виливків відбувається також попереднє подрібнення грудок суміші і стрижнів.

Схему транспортувальної вибивальної ґратки моделі 31242 показано на рис. 5.56.

Установка вибивальна моделі 431И4 (див. табл. 5.68) виконана у вигляді блока із чотирьох вибивальних інерційних ґраток і призначена для вибивання великих ливарних форм.

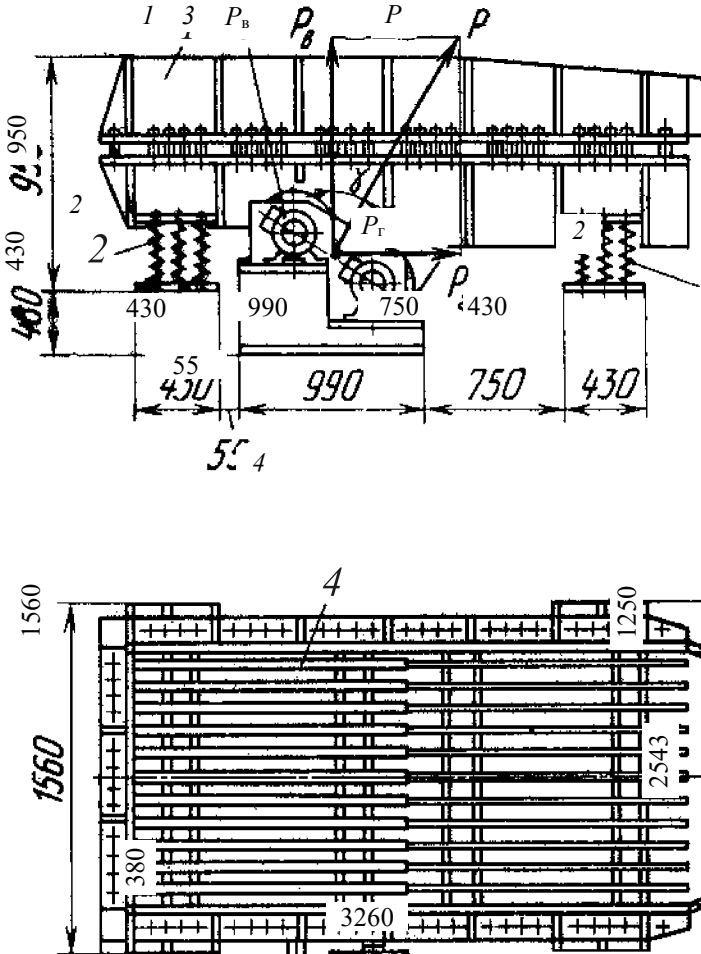


Рис. 5.56. Схема транспортувальної вибивальної інерційної ґратки моделі 31242:

1 — корпус; 2 — пружні опори; 3 — віброзбудувач; 4 — робоче полотно

5.2.5 Розрахування площ, визначення основних параметрів будівлі та вибір вантажопіднімних засобів

Під час проектування автоматизованих, комплексно-механізованих і механізованих ливарних цехів площі формувальних відділень не розраховують, а визначають компонуванням устаткування з урахуванням зон його обслуговування, ширини проходів і проїздів та площ проміжних складів (опок, модельної оснастки тощо) на підставі норм проектування.

Нижче наведено методичку розрахунку площ формувального відділення з використанням в цеху технологій виготовлення, складання, заливання, охолодження і вибивання форм на плацу або в кесонах.

Відповідно до такої технології комплект однієї форми весь час переміщують і залежно від технологічної операції на різних дільницях вона займає виробничі площі різних розмірів.

Корисну площу для виготовлення форм, їх складання, заливання, охолодження і вибивання розраховують окремо для формувально-вибивальної дільниці Π_{ϕ} і складально-заливальної дільниці Π_{κ} .

Загальну виробничу площу відділення визначають як суму цих площ

$$\ddot{I}_{\zeta} = \ddot{I}_{\delta} + \ddot{I}_{\tilde{n}}$$

Площу формувально-вибивальної дільниці визначають за формулою

$$\ddot{I}_{\delta} = \ddot{I}_{1} + \ddot{I}_{2} + \ddot{I}_{3} + \ddot{I}_{4},$$

де Π_1 — площа дільниці виготовлення однієї ливарної форми, м^2 ; Π_2 — площа дільниці зміцнення, підсушування або сушіння однієї форми, м^2 ; Π_3 — площа вибивальної дільниці для однієї форми, м^2 ; Π_4 — площа дільниці оперативного зберігання модельної оснастки для однієї форми, м^2 .

Площу складально-заливальної дільниці визначають за формулою

$$\ddot{I}_{\tilde{n}} = \ddot{I}_{5} + \ddot{I}_{6} + \ddot{I}_{7},$$

де Π_5 — площа складальної дільниці для однієї форми, м^2 ; Π_6 — площа заливальної дільниці для однієї форми, м^2 ; Π_7 — площа дільниці холонення виливків в одній формі, м^2 .

Площі дільниць виготовлення однієї форми Π_1 або складання однієї форми Π_5 визначають як добуток габаритної площі опоки

(з додаванням з кожного боку 0,4 м) на коефіцієнт 2,5 (з урахуванням двох розкритих півформ і місця для моделей або комплексу стрижнів). Площі дільниць для заливання однієї форми Π_6 або для зміцнення, підсушування або сушіння однієї форми Π_2 визначають за габаритною площею на одну опоку (з додаванням з кожного боку 0,4 м).

Площі для комплексу порожніх опок (вибивальна дільниця Π_3) або для холонення виливків у формі Π_7 визначають як і в попередньому випадку, але з множенням на коефіцієнт 0,85.

Розрахункову кількість форм $\Phi_{\text{розр}}$ (шт. /добу) визначають за розмірами використовуваних опок, за середньою масою виливків у кожному типорозмірі форми та з урахуванням браку виливків і форм, а також можливостей формувального устаткування (тобто діленням середньогодинної кількості форм на 0,70...0,85).

Кількість дільниць для виготовлення форм визначають за формулою

$$\ddot{A}_\delta = \frac{\hat{O}_\delta \hat{O}_1}{2\ddot{N}(\hat{a}\hat{a}\hat{i} \ddot{N})},$$

де T_1 — середній час виготовлення форми, год; C — час однієї робочої зміни, год.

Знаменник цієї формули залежить від прийнятого режиму роботи формувального відділення цеху.

Площу формувальної дільниці, коли одночасно виготовляють декілька форм, визначають за формулою

$$F_a = \ddot{A}_\delta \cdot \ddot{I}_1.$$

За аналогічною методикою розраховують кількість і площі дільниць зміцнення (підсушування або сушіння) $D_{\text{зм}}$ і $F_{\text{зм}}$, складання, D_c і F_c та вибивання форм D_v і F_v .

Площу для оперативного зберігання моделей визначають за формулою

$$F_1 = N_\epsilon \cdot \ddot{I}_4,$$

де N_ϵ — кількість комплектів модельної оснастки, яку використовують протягом доби.

Розмір площі для оперативного зберігання моделей може становити 5...10 % від корисної площі всього формувального відділення.

Кількість дільниць для заливання форм визначають за формулою

$$\ddot{A}_\zeta = \frac{\hat{O}_\delta}{r} - \ddot{A}_n,$$

де r — кількість заливань усіх складених форм протягом робочого часу; D_c — кількість усіх дільниць, призначених для складання форм.

Ефективною для виконання цехом виробничої програми є схема, коли $D_3 > D_c$. Площу дільниці для накопичення і заливання форм визначають за формулою

$$F_{i.\zeta} = \ddot{A}_\zeta \cdot \ddot{I}_6.$$

Кількість дільниць для холонення виливків у формах визначають за формулою

$$\ddot{A}_\delta = p \hat{O}_a \hat{O}_\delta,$$

де p — коефіцієнт вибивання, який вибирають залежно від режиму роботи вибивальних установок з урахуванням необхідного для вивільнення площі від форм з охололеними виливками часу ($p = 1,05 \dots 1,20$); T_x — середній час холонення виливків, діб.

Площу дільниці для холонення виливків у формах визначають за формулою

$$F_\delta = \ddot{A}_\delta \cdot \ddot{I}_7.$$

Загальну виробничу площу формувального відділення під час виготовлення форм, їх складання, заливання, охолодження та вибивання на плацу визначають як суму площ, розрахованих для кожного розміру форм. У багатьох випадках для виготовлення великого і важкого литва використовують формування в кесонах.

Площа дільниці для виготовлення однієї форми в кесонах залишається незмінною протягом виконання всіх операцій. Кількість і розміри кесонів для виготовлення ливарних форм розраховують за формою 16 (табл. 5.69)

У цій таблиці наведено приклад розрахунку кесонів для виготовлення виливків різної маси із сірого чавуну, а на рис. 5.57 показано технологічне компонування відділення формування в кесонах.

Під час розрахунку використано середній повний добовий цикл виготовлення виливків, взятий на підставі виробничого досвіду виготовлення подібних литих деталей.

Розрахунок кількості та розмірів кесонів

287

Номер кесона	Група виливків за масою, т	Річна кількість виливків		Середня маса одного виливка, т	Габаритні розміри виливка		Середня кількість форм за добу з урахуванням браку (А)	Середній повний цикл виготовлення виливків, дів (Б)	Розрахована кількість місць з урахуванням K_n ($A \cdot B \cdot K_n = B$)	Середня площа, зайнята однією формою, м ² (Г)	Розрахована площа кесона, м ² ($B \cdot \Gamma = D$)	Розміри кесона, м	Площа кесона, м ² (Е)	Коефіцієнт використання кесонів (Д/Е)
		тис. т	шт.		середні $a_1 \times b_1 \times h_1$	максимальні $a_2 \times b_2 \times h_2$								
1	6...10	3,57	398	9	4,0×1,2×1,0	6×3×2	1,60	5	8,0·1,2 = 9,6	16	9,6·16 = 154	(19+12)×5×4	155	0,99
2	11...20	2,4	134	18	4,6×3,0×2,0	7×4×3	0,54	8	4,3·1,2 = 5,2	28	5,2·28 = 146	24×5×4	120	1,21

Номер кесона	Група виливків за масою, т	Річна кількість виливків		Середня маса одного виливка, т	Габаритні розміри виливка		Середня кількість форм за добу з урахуванням браку (А)	Середній повний цикл виготов- лення виливків, діб (Б)	Розрахована кількість місць з урахуванням $K_{\text{н}}$ ($A \cdot B \cdot K_{\text{н}} = B$)	Середня площа, зайнята однією формою, м ² (Г)	Розрахована площа кесона, м ² ($B \cdot \Gamma = D$)	Розміри кесона, м	Площа кесона, м ² (Е)	Коефіцієнт використання кесонів (Д/Е)
		тис. т	шт.		середні $a_1 \times b_1 \times h_1$	максимальні $a_2 \times b_2 \times h_2$								
3	21...80	2,03	45	45	6,3×4,0×3,0	15×5×4	0,18	12	2,2·1,2 = 2,6	58	2,6·58 = 151	29×7×5	203	0,74
Усього	–	8,00	–	–	–	–	2,32	–	17,4	–	451	–	478	094

Примітка. Під час визначення повного циклу виготовлення одного виливка (кількість діб) необхідно врахувати таке: тривалість виготовлення і складання форм брати з урахуванням одно- або двозмінної роботи; зміцнення (підсушування або сушіння) форм і їх холонення після заливання розраховувати на три зміни; видалення виливка і очищення кесона – на одну зміну тощо. Необхідно враховувати час на міжопераційні дозидання (заливання, холонення форм після сушіння (підсушування) тощо). Для дороблювання верхніх півформ, зберігання звільнених опок, складу стрижнів, які подають на дільницю складання, зберігання моделей і т. ін. передбачають додаткові площі, які приблизно дорівнюють площам кесонів.

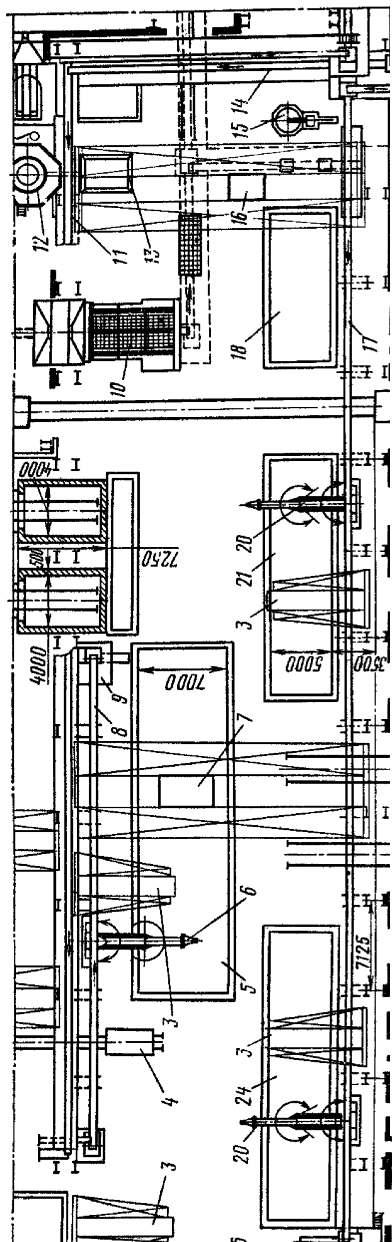


Рис. 5.57. Планування формувального відділення цеху важкого литва потужністю 8000 т/рік

для виготовлення чавунних виливків масою до 80 т у кесонах:

1 — камера сушарка для сушіння верхніх півформ; 2 — гідрокамера з двома візками вантажопіднімістю по 100 т; 3 — консольні крани вантажопіднімістю 3 т і робочою довжиною ферми 8 м; 4 — електровізок для подання стрижнів; 5 — кесон 29,0 x 7,0 x 4,5 м; 6 — піскомет моделі 296M2; 7 — мостовий кран вантажопіднімістю 50/10 т; 8, 11, 14, 17 — стрічкові конвєсери для подання формувальних сумішей; 9, 25 — кінцеві бункери; 10 — вибвальна гратка вантажопіднімістю 45 т; 12 — вагранка продуктивністю 20 т/год; 13 — прямок для ковшів місткістю до 70 т; 15 — стєнд для сушіння ковшів; 16 — мостовий кран вантажопіднімістю 75/15 т; 18 — кесон, 12,0 x 5,0 x 3,5 м; 19 — електровізок вантажопіднімістю 60 т для подання ковшів з металом, опок і т. ін.; 20 — піскомет моделі 296M2; 21 — кесон 19,0 x 5,0 x 3,5 м; 22 — кран-балка вантажопіднімістю 3 т на ремонтній дільниці; 23 — дві сушарки для сушіння верхніх півформ; 24 — кесон 24,0 x 5,0 x 3,5 м; 26 — мостовий кран вантажопіднімістю 150/50 т; 27 — залізнична колія для передавання виливків у відділення фінішних операцій;

28 — інструментальна комора

Середню площу, м², що займає одна форма, визначають за формулою

$$P_k = [a_1 + (1 \dots 2)] \cdot [e_1 + (2 \dots 3)],$$

де a_1 і e_1 — середня довжина і ширина виливка.

До виробничої площі відділення виготовлення виливків у кесонах додають площу, потрібну для доопрацювання верхніх півформ, зберігання вільних опок, стрижнів, які подають на дільницю складання, моделей тощо, що приблизно дорівнює розрахованій площі кесонів.

Для визначення загальної площі формувальньо-складально-заливального-вибивального відділення, в якому форми виготовляють на плацу або в кесонах, до визначеної корисної площі додають відповідно до технологічного планування площі, на яких розміщують формувальне, сушильне, вибивальне та інше устаткування з необхідними проходами для його обслуговування і проїздами відповідно до норм технологічного проектування, а також площі, що не обслуговуються вантажопіднімними засобами (1,0...1,5 м уздовж кожного ряду колон і 2...3 м — по торцю прогону з обох боків).

Правильність розрахунку загальної площі відділення доцільно перевіряти порівнянням знімання з 1 м² (т/м²) з подібними даними інших цехів.

Розрахунок парку опок для формувальних дільниць, на яких використовують ливарні конвеєри й окремі формувальні агрегати, виконують з урахуванням тривалості циклу виготовлення виливків і обертальності опок за формулою

$$\ddot{I}_i = (1,25 \dots 1,30) N_o \dot{O},$$

де P_o — необхідна кількість опок на потоковій лінії, шт.; 1,25...1,30 — коефіцієнт, що враховує резерв і ремонтний запас опок (15 % — резерв і 15 % — ремонтний запас); N_{ϕ} — кількість форм, яку виготовляють на потоковій лінії протягом однієї години; T — цикл обертання опок, год.

Для форм металомісткістю до 20 кг цикл обертання опок складає 40...90 хв, а для більш металомістких форм — 2...4 год.

Розрахунок виконують для верхньої і нижньої опок окремо. Середня стійкість опок у масовому виробництві за умови нормальної їх експлуатації досягає 20...30 тис. циклів. Великі опоки зберігають на відкритих естакадах, а опоки для конвеєрного виробництва — у закритих складах, обладнаних вантажопіднімними засобами.

Рекомендації щодо розмірів прогонів і вантажопіднімності транспортних засобів формувальних відділень фасонного сталевого і чавунного литва, розміщених в одноповерхових і двоповерхових будівлях, під час виготовлення форм в опоках і в кесонах наведено на рис. 5.58 і в табл. 5.70.

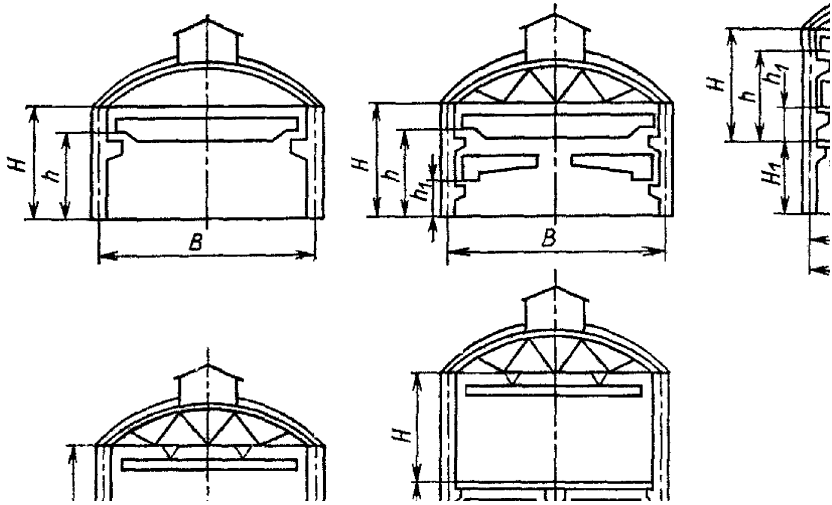


Рис. 5.58. Норми розмірів прогонів формувальних відділень (до табл. 5.70)

Орієнтовна маса залитої форми, яка визначає вантажопіднімність крана, в 10 разів більша від маси виливка. Для кесонів вантажопіднімність кранів визначають масою виливка зі стрижнями, яка приблизно в 2,5 разу більша від маси самого виливка.

Із зменшенням серійності виробництва виливків і збільшенням їх маси зростає вантажопотік модельної оснастки. У структурі ливарних цехів передбачають проміжні склади оснастки безпосередньо біля дільниць, які нею обслуговуються.

В умовах потокового виробництва виливків з використанням швидкозмінної модельної оснастки доцільно дільниці формувальних ліній для зміни цієї оснастки розміщувати поруч або безпосередньо на складі модельних плит, вкладнів тощо.

У двоповерхових будівлях ливарних цехів склади модельної і ливарної оснастки розміщують на першому допоміжному поверсі під відділеннями, які вони обслуговують.

Таблиця 5.70

**Норми розмірів прогонів і вантажопідйомності транспортних засобів
формуально-складально-заливально-вибивальних відділень для одно- і двоповерхових будівель**

Найбільша маса вилівка, т	Спосіб виготовлення форми	Максимальний розмір форми, м	Маса залитої фо- рми, т	Максимальна вантажопіднім- ність кранів, т		Ширина прогону одноповерхової будівлі, В, м	Ширина прого- нів двоповерхо- вої будівлі, м		Висота від рівня підлоги (у двоповерховій будівлі від рівня підлоги другого поверху), м			Висота рівня під- логи другого по- верху, H ₁ , м
				мос- тових	кон- соль- них		перший поверх, в	другий поверх В	до головки під- кранової рейки		до низу фер- ми, Н	
									h	h ₁		
Виробництво сталевих вилівоків												
0,1	В опоках	0,8×0,7×0,7	1,0	5	1	18; 24	9; 12	18; 24	8,15	4,0	10,8	7,8
0,5	Те саме	1,6×1,2×1,2	6,4	10	1	18; 24	9; 12	18; 24	8,15	4,0	10,8	7,8
1,0	-//-	2,0×1,6×1,2	10,6	15/3	3	18; 24	9; 12	18; 24	9,65	4,0	12,6	7,8
2,0	-//-	2,5×2,0×1,4	18,8	30/5	3	18; 24	9; 12	18; 24	9,65	4,0	12,6	7,8
3,0	-//-	3,0×2,0×1,6	24,9	30/5	3	24	12	24	9,65	4,0	12,6	8,4
5,0	-//-	4,0×2,5×1,6	40,0	50/10	3	24	12	24	12,65	6,0	16,2	8,4
10,0	Опока і кесон	-	-	80/20	5	24	-	-	12,65	6,0	18,0	-
20,0	Те саме	-	-	80/20	5	24; 30	-	-	12,65	6,0	18,0	-
30,0	-//-	-	-	100/20	5	24; 30	-	-	12,65	6,0	18,0	-

Найбільша маса вилівка, т	Спосіб виготовлення форми	Максимальний розмір форми, м	Маса заливої форми, т	Максимальна вантажопідіймальність кранів, т		Ширина прогону одноповерхової будівлі, B_1 , м	Ширина прогонів двоповерхової будівлі, м		Висота від рівня підлоги (у двоповерховій будівлі від рівня підлоги другого поверху), м			Висота рівня підлоги другого поверху, H_1 , м
				мостових	консольних		перший поверх, v	другий поверх, B	до головки підкранової рейки		до низу ферми, H	
									h	h_1		
Виробництво чавунних вилівоків												
0,1	В опоках	0,8×0,7×0,6	0,9	5	1	18; 24	9; 12	18; 24	8,15	4	10,8	7,8
0,5	Те саме	1,6×1,2×1,0	5,3	10	1	18; 24	9; 12	18; 24	8,15	4	10,8	7,8
1,0	—//—	2,0×1,6×1,1	10,0	15/3	3	18; 24	9; 12	18; 24	9,65	4	12,6	7,8
2,0	—//—	2,5×2,0×1,2	16,2	20/5	3	24	9; 12	18; 24	9,65	4	12,6	7,8
3,0	—//—	3,0×2,0×1,4	22,0	30/5	3	24	12	24	9,65	4	12,6	8,4
5,0	—//—	4,0×2,5×1,4	35,0	50/10	3	24	12	24	9,65	6	14,4	8,4
10,0	Опока і кесон	—	—	50/10	5	24; 30	12	24	12,65	6	16,2	—
20,0	Те саме	—	—	50/10	5	24; 30	—	—	12,65	6	16,2	—
30,0	—//—	—	—	80/20	5	24; 30	—	—	12,65	6	16,2	—
50,0	—//—	—	—	125/20	5	24; 30	—	—	12,65	6	18,0	—

Примітки до табл. 5.70:

1. Для виготовлення виливків масою меншою за 0,1 т рекомендується використовувати засоби безперервного транспортування, пневмопідіймачі, електроталі на монорейках та підвісні кран-балки вантажо-піднімністю до 5 т.

2. Двоповерховий ливарний цех доцільно використовувати для виробництва виливків масою до 0,5 т за умови розташування транспортних засобів нижче від рівня підлоги основних виробничих відділень.

3. Консольно-повертальні пересувні крани використовують за проставлення у форми великих стрижнів у прогонах шириною більшою 24 м.

4. У таблиці для визначення маси залитої форми взято масу сталеві опки.

5. За умови використання опок, які відрізняються від наведених у таблиці, вантажопіднімність кранів визначають окремо в кожному конкретному випадку.

Склади модельної оснастки обладнують підйомними засобами, стелажками, етажерками, які дають змогу зберігати моделі, стрижневі ящики, модельні плити в декілька ярусів.

Для штабелеукладачів, які обслуговують склади модельної оснастки, передбачають автоматизовані пошукові системи.

5.2.6. Проектні рішення і компоновання формувальних відділень

Формувальні відділення цехів масового і великосерійного виробництв необхідно проектувати з урахуванням такої рекомендації:

формувальні лінії слід розміщувати в прогоні по одній, залишаючи вздовж лінії проїзд, ширину якого обумовлено нормативами проектних робіт.

Для розміщення формувальної лінії без сумішоприготувальної дільниці, як показує практика, потрібен прогін довжиною 108...120 м. Кожна лінія має бути забезпечена окремою сумішоприготувальною установкою, яку доцільно установлювати в одному прогоні з лінією і яка є її продовженням.

Щоб перевірити й налаштувати модельну оснастку та відпрацювати запроєктований технологічний процес, передбачають експериментальні дільниці.

Рідкий метал на заливальну дільницю можна транспортувати автотранспортом, монорейковими візками з верхнім керуванням або наземними, коли ковші мають велику місткість.

Найбільш виправданим (підтверджено практикою) в умовах масового і великосерійного виробництва є спосіб транспортування стрижнів до дільниць складання форм підвісними (адресними) штовхальними конвеєрами.

Цей спосіб можна використовувати за наявності як стаціонарних складів стрижнів, так і механізованих та автоматизованих, оснащених штабелеукладачами.

Така система дає змогу з мінімальною трудомісткістю і без будь-яких перевантажень забезпечити транспортування стрижнів від складу до дільниці складання форм.

За умови невеликої і стабільної номенклатури виливків доцільно використовувати метод транспортування підвісними конвеєрами стрижнів, складених у кондукторі.

Недоліками цього методу є необхідність великої кількості дорогих кондукторів та постійна перевірка їх точності.

Транспортування виливків від вибивальної ґратки у відділення фінішних операцій поєднують з їх охолодженням на пластинчастих конвеєрах.

Проте сучасні формувальні лінії продуктивністю 240 форм за годину і більше потребують надзвичайно великої довжини пластинчастих конвеєрів (250...300 м).

Такий конвеєр замінюють двома паралельними.

Підвісні штовхальні конвеєри для охолодження виливків є універсальним устаткуванням, яке дає можливість автоматизувати завантажування та розвантажування конвеєрів і створити охолоджувальну зону будь-якої довжини.

Проте охолодження виливків на підвісних конвеєрах будь-якого типу потребує використання люлькових підвісок із суцільним дном, щоб уникнути просипання суміші вздовж траси конвеєра.

За наявності в цеху декількох формувальних ліній необхідно кожен ліній обладнати автономним охолоджувальним конвеєром.

Під час проектування ливарних цехів серійного і дрібносерійного або дрібносерійного й одиничного виробництва визначальними факторами для оснащення формувальних відділень є маса і вид

сплаву виливків. Формувальні відділення в цьому разі поділяють на потокові, виготовлення форм на плацу і кесонні.

Середні та великі виливки масою 100...2000 кг виготовляють переважно на комплексно-механізованих поточкових лініях з використанням зміцнюваних форм із самотвердних сумішей.

Самотвердні суміші (ПСС, ХТС, РСС) готують у формувальному відділенні в лопатевих змішувачах перед видаванням в опоку.

Якщо виробництво середніх за масою виливків провадять у двоповерхових будівлях, доцільно передбачати охолодження залитих форм на першому допоміжному поверсі.

Складання, заливання, охолодження і вибивання великих виливків здійснюють в опоках (або жакетах) на плацу.

Тоді формувальну дільницю для дрібних і середніх виливків рекомендують розміщувати в іншому прогоні, окремо від плацевої дільниці.

Цехи великого і важкого литва слід розміщувати на площадках з низьким рівнем ґрунтових і весняних вод (на 5...6 м нижчим від нульової позначки).

Кесони необхідно проектувати з урахуванням навантаження від опок і вантажу, який кладуть на півформу, та гідроізоляції.

Двоярусне розміщення мостових і консольних кранів слід застосовувати для виробництва виливків масою понад 80 т.

Стрижневе відділення для великих і важких виливків необхідно розміщувати поряд зі складальними дільницями.

Вибивальні установки для великих форм або верхніх півформ кесонів мають бути в тому ж прогоні, в якому складають і заливають форми.

Склади опок розташовують безпосередньо біля формувальних дільниць, особливо під час виробництва великих і важких виливків.

Для обслуговування формувальних і стрижневих відділень необхідно передбачати дільниці підготовки виробництва і приготування формувальних фарб, а також комору для зберігання допоміжних матеріалів.

Як приклад проектного рішення технологічного планування формувального відділення цеху, в якому виготовляють виливки із сірого, ковкого та модифікованого чавунів для легкових автомобілів, показано на рис. 5.59.

До складу відділення входять шість паралельних прогонів шириною по 18 м.

Сьомий прогін призначений для розміщення припливних вентиляційних установок, електропідстанцій, а також побутових пристроїв і контор. У перших п'яти прогонах розташовані чотири лінії фірми «Споматик», а в шостому — дві безококові лінії фірми «Дізаматик».

На лінії 1 продуктивністю 140 форм/год виготовляють форми в опоках розмірами 900×700 мм для блоків циліндрів двигуна.

На лініях 2, 3, 4 продуктивністю 280 форм/год виготовляють форми в опоках розмірами 800×700 мм для автомобільних виливків із сірого, ковкого і модифікованого чавунів.

Лінії безококового формування 10 з розмірами брикетів 500×400 мм призначені для виробництва дрібних виливків як безстрижневих, та і зі стрижнями.

Рідкий метал із плавильного відділення транспортують на заливальну дільницю автонавантажувачами в ковшах місткістю 1000 кг.

Ківш установлюють на заливальну установку, яка рухається з однаковою з конвеєром швидкістю.

Кожну формувальну лінію обладнують сумішоприготувальною установкою.

Виливки після видавлювання з опок разом із сумішшю автоматично потрапляють у люльки підвісних штовхальних конвеєрів, де охолоджуються, а потім транспортуються у відділення фінішних операцій. Кожна лінія має окремий охолоджувальний конвеєр.

Планування формувального відділення цеху великого чавунного литва показано на рис 5.60.

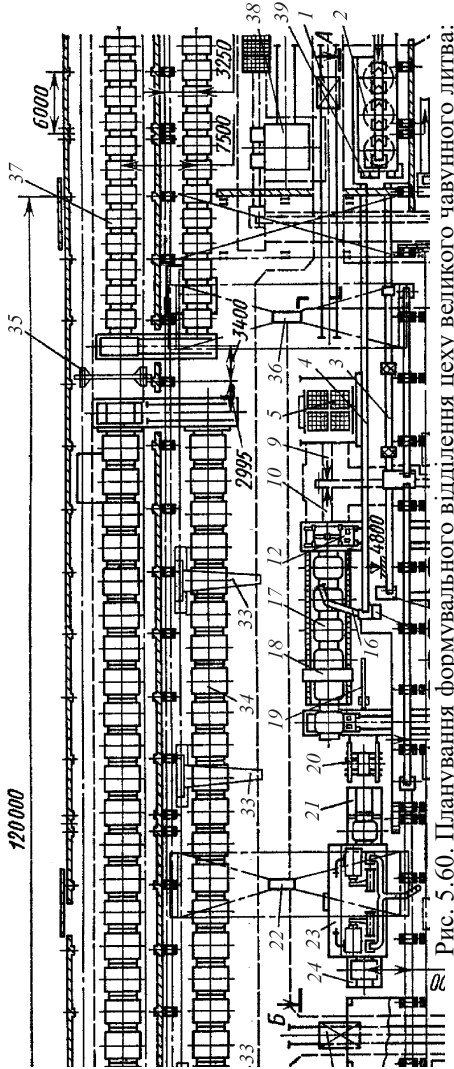


Рис. 5.60. Планування формувального відділення цеху великого чавунного литва:

- 1 — електровізок вантажопіднімістю 20 т; 2 — бункери-відстійники; 3, 4 — стрічкові конвеєри; 5 — вибивальна тратка вантажопіднімістю 30 т; 6 — мостові крани вантажопіднімістю 5 т; 7—11 — стрічкові конвеєри для прибирання просищу; 12 — трансбордер; 13 — шнековий змішувач для приготування облицювальної суміші; 14 — бункер для базової суміші; 15 — осаджувач ферохромового шлаку; 16 — піскомет моделі 2Б596; 17 — піскометальна лінія для виготовлення піфформ в опоках розмірами 2500 x 2000 x 350/600 або 3000 x 1700 x 350/600 мм; 18 — зрізування надлишку суміші; 19 — рейковий штовхач; 20 — кантувач піфформ; 21 — піднімально-важільний стіл; 22 — мостові крани вантажопіднімістю 15/3 т; 23 — сушарка для поверхнього підсушування піфформ, пофарбованих водною фарбою; 24 — тяговий ролланг; 25, 31 — електровізки вантажопіднімістю 15 т; 26 — коля для транспортування ковшів з рідким металом електровізком; 27 — мостовий кран вантажопіднімістю 30 т у плавильному відділенні; 28, 29 — стени для сушіння ковшів; 30 — електровий кран вантажопіднімістю 30 т; 31 — консольні крани вантажопіднімістю 3 т і робочою довжиною ферми 8 м; 32 — залівальний майданчик; 33 — консольні крани вантажопіднімістю 3 т і робочою довжиною ферми 8 м; 34 — ливарний конвеєр з платформами розмірами 3500 x 2500 мм, кроком 3200 мм і вантажопіднімістю 20 т; 35 — кран-балка вантажопіднімістю 5 т; 36 — мостовий кран вантажопіднімістю 20/5 т; 37 — конвеєр для холонення вилків; 38 — гідрокамера; 39 — аератори

Форми виготовляють на механізованій піскометальній лінії з використанням ковзної оснастки і опок з робочими розмірами 2500×2000 та 3000×1700 мм, а також облицьовувальної пластичної самотвердної суміші. Передбачено поверхнєве підсушування водяної фарби в прохідній сушарці. Складання і заливання форм здійснюють на трансбордерному візковому конвеєрі вантажопідйомністю 20 т. Охолоджують залиті форми до необхідної температури на конвеєрі в спеціальній прибудові протягом 24 год.

5.2.7. Заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища

Комфортні умови праці у формувальному відділенні забезпечують технологічними процесами, які не супроводжуються виокремленням шкідливостей або їх герметизацією, застосуванням сучасного автоматичного устаткування з низьким рівнем шуму, механізації прибиральних робіт, вирішенням питань з прибирання пилу, загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції, якісного загального й місцевого освітлення, створення сприятливого для працівників виробничого інтер'єра тощо.

У проекті формувального відділення потрібно передбачати заходи щодо покращання умов праці, виконання правил техніки безпеки, захисту навколишнього середовища, промислової санітарії, вибухо- і пожежобезпеки. Варто враховувати, що заниження висоти виробничих приміщень призводить до появи й опускання так званої «душно́ї» зони нижче зросту людини. Умови праці в цьому випадку погіршуються і стають небезпечними. Заливальні й вибивальні дільниці необхідно ізолювати від формувальної.

Для видалення продуктів згоряння палива від сушарок передбачають труби висотою не меншою за 30 м. Необхідно замість обдування стиснутим повітрям модельної оснастки використовувати пиловідсмоктувальні пристрої. Особливу увагу слід приділяти прибиранню приміщень: використовувати пересувні та стаціонарні пиловідсмоктувальні установки.

5.3. Проектування стрижневого відділення

Організація роботи стрижневого відділення і вибір технологічного процесу виготовлення стрижнів залежать від характеру виробництва виливків.

У стрижневому відділенні виконують операції виготовлення, фарбування, сушіння, зачищення і складання стрижнів, їх контроль і комплектацію.

Проектування стрижневого відділення необхідно здійснювати у такій послідовності:

- проаналізувати класифікацію стрижнів і вибрати такі, що забезпечать економічне виготовлення якісних виливків, передбачених виробничою програмою цеху;
- розподілити стрижні за масовими групами;
- визначити обсяги виробництва стрижнів кожної групи;
- вибрати технологічні процеси виготовлення стрижнів кожної групи;
- вибрати тип основного устаткування, яке забезпечить виконання технологічних процесів, та визначити його кількість;
- вибрати допоміжне технологічне устаткування та визначити його кількість;
- визначити необхідні допоміжні дільниці та склади;
- розробити схему вантажопотоків з урахуванням організації транспорту;
- визначити площу стрижневого відділення;
- розглянути можливі планувальні рішення стрижневого відділення (дод. А) і вибрати найоптимальніший варіант.
- розробити заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища.

5.3.1. Класифікація стрижнів

Використовувані в ливарному виробництві разові піщані стрижні класифікують:

- **за складністю:** п'ять класів — прості, нескладної конфігурації, середньої складності, складні й особливо складної конфігурації;
- **за конструктивними особливостями:**

1) **суцільні**, які виготовляють заповненням однієї робочої порожнини стрижневого ящика сумішшю;

2) **порожнисті**, які мають тільки зовнішній робочий шар стрижневої суміші, при цьому внутрішню порожнину стрижня залишають порожньою або заповнюють піддатливим матеріалом (шлаком, відпрацьованою сумішшю, піском тощо);

3) **оболонкові**, які мають зміцнений шар суміші однакової товщини по всій поверхні стрижня.

Розрізняють два типи оболонкових стрижнів:

а) **тонкостінні** (5...20 мм), які виготовляють із піщано-смоляних сумішей;

б) **товстостінні** (50...150 мм), які виготовляють із хімічно твердних і самотвердних сумішей, що містять у своєму складі як зв'язувальний компонент рідке скло;

– **за складом стрижневої суміші:**

1) **піщано-глинясті** з домішками органічних зв'язувальних компонентів і тирси;

2) **самотвердні** (піщано-рідкоскляні, ПСС, РСС, ХТС), що тверднуть в оснастці тощо;

– **за способом зміцнення**, що забезпечує кінцеву міцність стрижнів:

1) гарячетвердні;

2) швидковисихаючі;

3) швидкотвердні;

4) сухі;

5) хімічно твердні (СО₂-процес);

6) холоднотвердні;

7) швидкохолоднотвердні;

– **за об'ємом, масою і габаритними розмірами** (табл. 5.71).

Розподіл стрижнів за масовими групами та габаритними розмірами дає можливість визначити обсяг виготовлення стрижнів цієї групи та звести декілька масових груп в один технологічний потік з використанням одного й того ж устаткування.

Для подальшого проектування стрижневого відділення необхідно мати такі дані:

– потужність ливарного цеху, т/рік;

– номенклатуру виливків, для виготовлення яких необхідно використовувати стрижні;

– відсоток бракованих виливків, для виготовлення яких необхідно використовувати стрижні;

– ливарний сплав для виробництва виливків;

– дані економічних показників аналогічних відділень інших ливарних цехів;

– аналіз технологічних процесів виготовлення стрижнів у подібних ливарних цехах;

– можливі види і причини браку стрижнів.

Таблиця 5.71

**Класифікація піщаних стрижнів за об'ємом,
масою і габаритними розмірами**

Групи стрижнів*	Об'єм, дм ³		Маса, кг		Усереднені максимальні габаритні розміри, мм	
	масове і великосерійне виробництва	серійне, дрібносерійне і одиничне виробництва	масове і великосерійне виробництва	серійне, дрібносерійне і одиничне виробництва	масове і великосерійне виробництва	серійне, дрібносерійне і одиничне виробництва
Дрібні	До 3,0	До 24,0	До 6,0	До 40,0	350×250×150	600×450×220
Середні	3...15	24...150	6...25	40...250	Від 450×350×150 до 550×450×170	Від 700×450×270 до 1100×700×350
Великі	понад 15	понад 150	понад 25	понад 250	600×450×220 і більші	1300×900×500 і більші

* Перед вибором або розробленням технологічних процесів виготовлення стрижнів їх поділяють на технологічні групи.

**5.3.2. Визначення обсягів виробництва стрижнів
кожної технологічної групи**

В умовах масового і великосерійного виробництва номенклатуру, кількість, об'єм, розміри й інші параметри стрижнів, які виготовлятимуть для виконання проектно-виробничої програми випуску виливків ливарним цехом, визначають за технологічними картами або креслениками виливків. Дані технологічних карт і креслеників виливків використовують для складання форми 17 (табл. 5.72). Якщо технологічним процесом виготовлення стрижнів сушіння їх у сушарках не передбачається, то стовпці 16 – 23 з форми вилучають.

В умовах серійного, дрібносерійного і одиничного виробництва обсяги виготовлення стрижнів визначають за технологічними розробками або креслениками виливків і оформлюють за формою 18 (табл. 5.73). За формою 18 оформлюють також визначені остаточні дані форми 17 (див. табл. 5.72).

Обсяг виробництва стрижневого відділення

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Річна кількість виливків, шт.	Стрижні			Потреба в стрижнях, шт			Маса стрижнів на річну програму, т
				номер	габаритні розміри, мм	маса, кг	на виливок	на річний випуск виливків	річна з урахуванням браку виливків і стрижнів	
1	ФЛ-2112	Корпус	1000	1	$L \times B \times H$	10	1	1000	1100	11,0
				2	$\emptyset \times H$	4	3	3000	3300	13,2
				3	$L \times B \times H$	2	1	1000	1100	2,2

305

У разі, коли немає наведеної вище технологічної документації, обсяги виробництва та орієнтовну номенклатуру стрижнів для чавуноливарних і сталеливарних цехів визначають за нормативами розрахункової кількості стрижнів на одну тону придатних виливків (табл. 5.74).

Утрати на брак виливків і стрижнів припускають до 10 %. За наявності в цеху декількох стрижневих відділень обсяги виробництва визначають для кожного з них.

Таблиця 5.74

**Норми розрахункової кількості стрижнів на 1 т придатних виливків
із чавунів і сталей для серійного, дрібносерійного і одиничного виробництв**

Індекс позиції	Групи стрижнів за масою, кг (за об'ємом, дм ³)		Групи виливків за масою, кг								
	межі	середні значення	до 20	21...100	101...500	501...1000	1001...2000	2001...5000	5001...10000	10001...20000	Понад 20000
1	До 1,0 (до 0,6)	0,50 (0,30)	46,0 (14,0)	16,5 (5,0)	5,0 (1,5)	4,3 (1,3)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)	1,7 (0,5)	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)
2	1,1...2,5 (0,6...1,5)	1,75 (1,05)	21,0 (21,1)	15,9 (16,1)	4,5 (4,7)	3,5 (3,7)	1,4 (1,5)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,2 (0,2)
3	2,6...6,0 (1,6...3,5)	4,25 (2,50)	14,7 (37,0)	13,5 (31,0)	3,7 (9,5)	2,0 (5,1)	1,8 (4,6)	1,2 (3,0)	0,6 (1,5)	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)
4	6,1...10,0 (3,6...6,0)	8,00 (4,75)	1,80 (10,5)	5,2 (25,0)	4,3 (20,0)	3,3 (16,0)	1,1 (5,3)	1,0 (4,8)	0,8 (3,8)	0,2 (1,0)	0,2 (1,0)
5	10,1...16,7 (6,1...10,0)	13,35 (8,00)	0,5 (4,8)	2,5 (19,4)	2,7 (21,6)	1,9 (15,2)	1,8 (14,4)	0,4 (3,2)	0,2 (1,6)	0,2 (1,6)	0,2 (1,6)

Індекс позиції	Групи стрижнів за масою, кг (за об'ємом, дм ³)		Групи виливків за масою, кг								
	межі	середні значення	до 20	21...100	101...500	501...1000	1001...2000	2001...5000	5001...10000	10001...20000	Понад 20000
6	16,8...25,0 (10,1...15,0)	20,85 (12,50)	0,5 (7,5)	1,3 (16,5)	1,5 (18,8)	2,2 (27,5)	3,5 (44,0)	1,6 (20,0)	1,5 (18,8)	0,5 (6,3)	0,5 (6,3)
7	25,1...40,0 (15,1...24,0)	32,50 (19,50)	0,4 (8,8)	2,8 (54,0)	2,7 (52,6)	1,4 (27,3)	1,2 (23,4)	1,1 (21,4)	0,7 (13,7)	0,6 (11,6)	0,6 (11,6)
8	40,1...60,0 (24,1...36,0)	50,00 (30,00)	– –	0,6 (18,0)	2,1 (62,0)	1,8 (54,0)	1,0 (31,0)	0,7 (21,0)	1,7 (51,0)	1,2 (36,0)	1,2 (36,0)
9	60,1...100,0 (36,1...60,0)	80,00 (48,00)	– –	0,4 (17,3)	1,5 (72,0)	2,2 (106,0)	2,3 (110,0)	2,7 (130,0)	1,0 (48,0)	0,2 (9,6)	0,2 (9,6)
10	100,1...250,0 (60,1...150,0)	175,00 (105,00)	– –	– –	0,5 (52,5)	1,2 (126,0)	1,4 (147,0)	1,4 (147,0)	0,5 (52,0)	0,4 (42,0)	0,4 (42,0)
11	251...600 (151...360)	425 (255)	– –	– –	0,1 (25,5)	0,4 (102,0)	0,4 (102,0)	0,6 (153,0)	0,4 (102,0)	0,3 (76,5)	0,3 (76,5)
12	601...1000 (361...600)	800 (480)	– –	– –	– –	0,2 (96,0)	0,3 (144,0)	0,3 (144,0)	0,3 (144,0)	0,3 (144,0)	0,2 (96,0)
13	1001...1600 (601...1000)	1355 (800)	– –	– –	– –	0,1 (80,0)	0,1 (80,0)	0,1 (80,0)	0,2 (160,0)	0,3 (240,0)	0,3 (240,0)

Індекс позиції	Групи стрижнів за масою, кг (за об'ємом, дм ³)		Групи виливків за масою, кг								
	межі	середні значення	до 20	21...100	101...500	501...1000	1001...2000	2001...5000	5001...10000	10001...20000	Понад 20000
14	1601...2500 (1001...1500)	2085 (1250)	– –	– –	– –	– –	– –	0,1 (125,0)	0,1 (125,0)	0,1 (125,0)	0,1 (125,0)
Загальна кількість стрижнів, шт			84,6	48,7	28,6	24,5	18,0	13,5	10,3	6,3	5,8
Загальний об'єм стрижнів, дм ³			103,7	192,3	340,7	560,0	706,7	853,5	722,0	694,9	646,5
стрижневої суміші, м ³			0,104	0,181	0,301	0,539	0,547	0,662	0,540	0,499	0,462
заповнювача, м ³			–	0,011	0,040	0,121	0,133	0,192	0,183	0,196	0,185

Примітки:

1. Кількість заповнювача для порожнистих стрижнів об'ємом 30...105 дм³ становить – 15 %, 255...480 дм³ – 25 %, 800...1250 дм³ – 35 %.

2. Щільність суміші і стрижнів, кг/дм³: 1,35 із РСС; 1,25 піщано-глинястої в розпушеному стані і 1,65 – в ущільненому.

3. Загальні витрати стрижневих сумішей указані без утрат на розсіпання.

4. Для сталевих литва складної та особливо складної конфігурації кількість суміші може бути збільшена до 15 %.

5.3.3. Вибір технологічних процесів виготовлення стрижнів

Технологічні процеси виготовлення стрижнів, які використовують у сучасних ливарних цехах, поділяють на три групи:

– виготовлення стрижнів ущільненням суміші формуванням «по-сирому» (у стрижневих ящиках, за допомогою шаблонів, комбіноване);

– виготовлення стрижнів твердненням суміші в оснастці;

– виготовлення стрижнів твердненням суміші поза оснасткою.

Спосіб тверднення суміші в оснастці, в свою чергу, поділяють на **гаряче** і **холодне** тверднення.

Гаряче тверднення – найпрогресивніший метод – це тверднення в нагрітих ящиках вологих, рідких та сухих сумішей.

Холодне тверднення поділяють на процеси:

– самотверднення;

– тверднення сумішей продуванням зовнішніми реагентами.

Процеси самотверднення провадять:

– повільним твердненням вологих сумішей;

– швидким твердненням вологих сумішей;

– самотвердненням рідких сумішей.

Процеси тверднення продуванням поділяють на такі:

– продування суміші вуглекислим газом;

– продування суміші каталізатором.

Тверднення суміші поза оснасткою поділяють на:

– тверднення тепловим сушінням;

– тверднення короткочасним сушінням за високих температур (термошок-процес);

– тверднення в електричному полі високої частоти.

Виготовлення суцільних і порожнистих стрижнів у гарячих ящиках. Технологію використовують для виготовлення дрібних і середніх стрижнів масою до 100 кг, які за складністю належать до I, II і III класів. Стрижні мають високі міцність і точність, легко видаляються з виливків під час вибивання форм. Такі стрижні використовують для виробництва чавунних і сталевих виливків масою до 500 кг у сирих піщано-глинястих формах в умовах масового і великосерійного виробництв.

Для виготовлення стрижнів використовують ящики із сірого чавуну з електричним або газовим обігріванням. Виготовляють стрижні на піскодувних або піскострільних напівавтоматах із вологих гаря-

четвердних сумішей (ГТС), основою яких є збагачений кварцовий пісок, а зв'язувальними компонентами – синтетичні смоли (ФМ-1, КФ-40, КВС, фенолоспирт тощо).

Як каталізатори – прискорювачі процесу тверднення сумішей – використовують розчини мінеральних і органічних кислот, хлориди, ангідриди і деякі солі. Під час виготовлення стрижнів із гарячтетвердних сумішей необхідно забезпечувати на дільниці стабільну температуру (18...25°C), щоб не знижувалась текучість суміші.

Технологічний процес виготовлення порожнистого стрижня на піскострільній машині з використанням гарячого ящика складається з таких операцій (рис. 5.61):

- складання нагрітого до 240...300 °С ящика 6;
- опускання піскострільної головки 1 і надування суміші в ящик за допомогою сопла 2 (рис. 5.61, а): стрижень 8 формується протягом 10...20 с;
- піднімання піскострільної головки й опускання вставки 5;
- відведення правої половини стрижневого ящика пневмоциліндром 7 (рис. 5.61, б);
- повертання лівої половини стрижневого ящика на 90°;
- виштовхування стрижня 8 із ящика штовхачами 9 за допомогою плити 3, яка піднімається пневмоциліндром 4;
- видалення стрижня вилковим знімачем (рис. 5.61, в);
- фарбування стрижня водяною протипригарною фарбою;
- підсушування (у разі потреби) пофарбованого стрижня за температури 250...280 °С протягом 15...30 с.

Недоліки цієї технології:

- ускладнення конструкцій стрижневих ящиків;
- обов'язкове забезпечення ящиків системами електричного або газового нагрівання;
- необхідність працювати з гарячою оснасткою.

Різновидом наведеного технологічного процесу є варіант, коли суміш надувають у холодний ящик, а твердне вона під час продування її нагрітим повітрям.

Виготовлення оболонкових стрижнів у гарячих ящиках. За цією технологією можна виготовляти дрібні і середні стрижні масою до 100 кг. Стрижні мають високі міцність і точність та легко видаляються з виливків під час вибивання форм. Використовують в умовах масового і великосерійного виробництв чавунних і сталевих виливків масою до 120 кг в оболонкових піщано-смоляних і об'ємних піщано-глинястих формах.

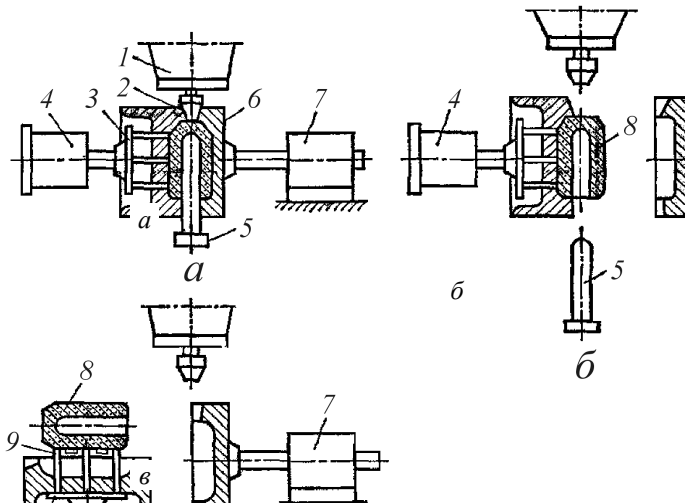


Рис. 5.61. Схема технологічного процесу виготовлення порожнистого стрижня в гарячому ящику:

- 1 — піскострільна головка; 2 — сопло; 3 — плита штовхачів;
 4, 7 — пневмоциліндри; 5 — металева вставка;
 6 — ящик; 8 — стрижень; 9 — штовхачі

Оболонкові (з товщиною стінок 5...20 мм) стрижні виготовляють із піщано-смоляних (містять пульвербакеліт) сумішей або із сухого плакованого піску в металевих ящиках з електричним або газовим обігріванням на одно- і багатопозиційних піскодувних, піскострільних та відцентрових автоматах.

Технологічний процес виготовлення оболонкових стрижнів на піскострільній машині аналогічний виготовленню порожнистих, але менш продуктивний, оскільки додатково необхідно виконувати операцію кінцевого спікання стрижнів в електричній печі.

Виготовлення стрижнів із сумішей, що швидко висихають. Технологія розрахована на виготовлення дрібних і середніх суцільних та порожнистих стрижнів масою до 250 кг.

Стрижні мають високі міцність і точність, легко видаляються із виливків під час вибивання форм. Використовують у масовому та великосерійному виробництвах чавунних і сталевих виливків масою до 500 кг у сирих піщано-глинястих формах.

Особливістю технології є зміцнення стрижнів короткочасним сушінням. Для виготовлення стрижнів використовують металеві

(переважно алюмінієві) ящики, які для виробництва дрібних стрижнів виконують багатогніздовими.

Стрижні масою до 100 кг виготовляють на піскодувних і піскострільних напівавтоматах, а масою до 250 кг — на струшувальних стрижневих і формувальних машинах з перекидним столом. Використовують суміші, що швидко висихають, з оливковими зв'язувальними компонентами або їх заміниками.

Технологічні особливості виготовлення стрижнів:

- зміцнення сушінням за температур 180...350 °С протягом 1,5...8,0 год (залежно від об'єму стрижнів і зв'язувального компонента). Оскільки стрижні мають малу міцність у вологому стані, то їх сушать на фасонних сушильних плитах;

- стрижні виготовляють також частинами з наступним склеюванням або складанням в єдиний стрижень після зачищення площин склеювання на шліфувальних човникових або карусельних верстатах;

- стрижні фарбують двічі — до і після склеювання та підсушують у сушарках будь-якого типу за температур 250...280 °С протягом 15...30 хв.

Виготовлення стрижнів із швидкотвердних сумішей. Технологічний процес дає змогу виготовляти дрібні, середні та великі суцільні й порожнисті стрижні масою до 600 кг. Стрижні мають високу міцність, легко видаляються з виливків під час вибивання форм. Їх використовують у серійному, дрібносерійному та одиничному виробництвах чавунних і сталевих виливків масою 100...2000 кг у пластичних самотвердних, піщано-глинястих та інших формах.

Технологія виготовлення стрижнів із швидкотвердних сумішей порівняно з виготовленням із сумішей, що швидко висихають, має такі особливості:

- можна використовувати суміші підвищеної міцності в сирому стані, які містять швидкотвердні зв'язувальні компоненти;

- застосовують дерев'яні стрижневі ящики, пофарбовані шеллаковими фарбами;

- стрижні набувають високої міцності внаслідок хімічного тверднення суміші під час нетривалого сушіння.

Виготовлення стрижнів із хімічно твердних сумішей. Технологічний процес передбачає виробництво дрібних, середніх і великих стрижнів масою до 600 кг як суцільних, порожнистих, так і оболонкових великих розмірів.

Особливість технології: зміцнення стрижнів продуванням їх вуглекислим газом. Стрижні використовують у серійному, дрібно-серійному і одиничному виробництвах чавунних і сталевих виливків масою 100...2000 кг у хімічно твердних, самотвердних (із ПСС, РСС) і піщано-глинястих формах.

Для виготовлення стрижнів використовують дерев'яні, пластмасові й металеві розбірні стрижневі ящики зі збільшеними ухилами вертикальних (у напрямку видалення стрижнів) стінок та рідко-скляні суміші. Високу міцність стрижні набувають після продування вуглекислим газом під тиском 0,2...0,3 МПа протягом 1...5 хв. Дрібні стрижні продувають під зонтом, а великі – через вентиляційні канали за допомогою колектора. Пофарбовані стрижні підсушують факельними пальниками або в прохідних електричних і газових сушарках за температур 220...300 °С протягом 15...30 хв.

Недоліками CO₂-процесу є погана (важка) вибиваність стрижнів та утворення пригару на чавунних виливках.

Виготовлення стрижнів із холоднотвердних сумішей. Технологічний процес дає можливість виготовляти суцільні або порожнисті стрижні масою до 600 кг. Стрижні мають високі міцність і точність, легко видаляються із виливків під час вибивання форм. Їх використовують у серійному, дрібносерійному і одиничному виробництвах виливків зі сплавів на основі заліза та кольорових металів масою 100...2000 кг у самотвердних, піщано-глинястих та інших формах.

Для виготовлення стрижнів використовують дерев'яні (пофарбовані вологостійкими фарбами), пластмасові і металеві стрижневі ящики та холоднотвердні суміші із синтетичними смолами.

Суміші готують за допомогою лопатевих (див. рис. 5.53) змішувачів безпосередньо на робочих місцях виготовлення стрижнів. Під час виготовлення дрібних стрижнів масою до 10 кг суміш ущільнюють на обертових столах уручну, а середніх і великих — за допомогою вібраційних столів. Час витримування дрібних стрижнів в ящиках — 20...40 с (за наявністю каталізатора), а середніх і великих — 8...40 хв після віброущільнення. Стрижні для чавунного литва фарбують водними графітовими фарбами, а для сталевих — фарбами на основі дистен-силіманіту.

Для виготовлення тонкостінних виливків стрижні фарбують один раз, а товстостінних і масивних — два рази. Після фарбування стрижні підсушують за температур 80...120 °С протягом 20...40 хв.

Висока міцність стрижнів дозволяє транспортувати їх за підойми каркаса без використання сушильних плит. Незважаючи на деякі труднощі через підвищену текучість холоднотвердних сумішей, великі стрижні доцільно виготовляти порожнистими, а внутрішні порожнини заповнювати гравієм або кусками бракованих стрижнів.

Якісні стрижні за такою технологією можна виготовити тільки після забезпечення на дільниці стабільної температури в межах 18...25°C для зниження текучості сумішей. Холонотвердні суміші забезпечують задовільну вибиваність стрижнів із виливків, низьку шорсткість їх поверхні і малу трудомісткість очисних робіт.

Виготовлення стрижнів з рідких самотвердних сумішей. Технологічний процес передбачає виготовлення дрібних, середніх і великих стрижнів масою 40...2500 кг і більших. Стрижні використовують у дрібносерійному й одиничному виробництвах чавунних і сталевих виливків масою 1000...5000 кг у хімічно твердних (СО₂-процес), самотвердних (із ПСС і РСС) та сухих піщано-глинястих формах.

Рідкі самотвердні суміші готують і видають у стрижневі ящики безпосередньо на робочих місцях виготовлення стрижнів за допомогою установок безперервної дії (див. рис. 5.54). Тверднення суміші в ящику триває 40...60 хв.

Після видалення з ящика стрижень двічі фарбують водяною протипригарною фарбою і підсушують за температур 250...280 °С протягом 50...60 хв.

Час, необхідний для повного приготування стрижня до установлення його у форму, становить 4...5 год.

Технологія виготовлення стрижнів із РСС дає змогу не використовувати операції сушіння та ущільнення суміші в ящику, а також знизити загальну трудомісткість виготовлення і собівартість литва.

Проте технологія має і недоліки:

- підвищена поруватість поверхні стрижня спричиняє пригорання суміші до виливка, а тому стрижні необхідно ретельно фарбувати;

- уповільнене холонення виливка у формі знижує один з основних показників цеху – знімання литва з 1 м² виробничої площі;

- незадовільна вибиваність стрижнів із виливків здорожує цю операцію і підвищує собівартість продукції ливарного цеху.

Технологічний процес виготовлення стрижнів із РСС постійно удосконалюється, а тому є одним із перспективних і економічно

доцільних способів під час виробництва середніх і великих виливків зі сплавів на основі заліза.

Необхідно зазначити, що з плином часу з'являються нові стрижневі суміші і більш досконалі технологічні процеси виготовлення з них стрижнів, а тому не слід обмежуватися наведеними вище вимогами до вибору технологічного процесу виробництва стрижнів.

Після вибору технологічного процесу виготовлення стрижнів, окрім розділення на дрібні, середні і великі (див. табл. 5.71), їх поділяють більш диференційовано на технологічні групи (табл. 5.75) для того, щоб для кожної з них використовувати потокову лінію з однотипним устаткуванням або комплект технологічного устаткування, яке об'єднують в окрему лінію.

Таблиця 5.75

Технологічні групи стрижнів і норми продуктивності стрижневих машин у серійному виробництві

Індекс позиції	Технологічна група стрижнів	Максимальна маса стрижнів, кг	Максимальні габаритні розміри стрижневого ящика, мм	Стрижневі машини			
				найменування	модель	продуктивність, знімань /год	
						паспортна	розрахункова
1	I	2,5	320×250×200	Напівавтоматичні піскодувно-піскострільні	348	360	60...110
2	II	6,0	400×320×300		2Б83	400	60...120
3	III	16,0	630×500×445		Л9128Б5	200	30...60
4	IV	40,0	800×630×495		Л9128Б7	150	25...50
5	V	100,0	1000×800×555		Л9128Б9	120	12...25

Індекс позиції	Технологічна група стрижнів	Максимальна маса стрижнів, кг	Максимальні габаритні розміри стрижневого ящика, мм	Стрижневі машини			
				найменування	модель	продуктивність, зніманий / год	
						паспортна	розрахункова
6	VI	250,0	750×550×320	Пневматичні струшувальні з перекидним столом	232М	40	7...10
7	VII	600,0	1100× ×700×350		233М	20	6...8
8	VIII	1000,0	1600× ×1100×500		234М	17	4...6
9	IX	2500,0	2350× ×1500×600		235М	10	3...4

5.3.4. Вибір основного технологічного устаткування та визначення його кількості

Вибір устаткування для стрижневого відділення має ґрунтуватися на обраному технологічному процесі виготовлення стрижнів з урахуванням типу виробництва виливків.

У ливарних цехах масового і великосерійного виробництв, де трудомісткість виготовлення стрижнів досягає 30...40 % від загальної трудомісткості виробництва виливків, у стрижневих відділеннях необхідно використовувати високопродуктивне багатопозиційне і автоматизоване технологічне устаткування, тобто стрижневі лінії. Використання стрижневих машин лімітується дефіцитністю смол для високопродуктивних процесів холодного і гарячого тверднення, а для великих стрижнів (масою понад 100 кг) стрижневі машини промисловість не випускає.

Поширені процеси виготовлення стрижнів потребують певного часу для набуття ними (особливо великогабаритними) необхідної міцності. У лініях цей час використовують для транспортування стрижнів до місця виконання наступної операції.

На більшості ліній стрижні виготовляють у витрусних стрижневих ящиках, які або уніфіковані за зовнішніми розмірами, або закріплені на транспортних плитах за уніфікованими розмірами. Уніфіковані транспортні плити дають змогу застосовувати стрижневі ящики різної форми і з розмірами, які можна змінювати в межах, установлених технічною характеристикою лінії.

Стрижневі лінії прості за конфігурацією і в обслуговуванні. Уніфікація агрегатів і окремих вузлів ліній дають можливість оперативно створити необхідні для виконання певних завдань компонування і технологічні планування.

Лінії для виготовлення стрижнів класифікують за такими ознаками:

- технологічним процесом;
- типом і конструкцією стрижнеутворювального агрегату;
- складом і схемою взаємного розташування агрегатів лінії.

Для виготовлення стрижнів на автоматизованих лініях використовують такі технологічні процеси:

- піскодувне наповнення стрижневого ящика сумішшю з наступним тепловим сушінням або хімічним твердненням у нагрітих чи не нагрітих ящиках (залежно від типу суміші);

- наповнення ящика сипкою сумішшю холодного тверднення за допомогою лопатевого (шнекового) змішувача і ущільнення на вібраційному столі;

- наповнення ящика РСС за допомогою спеціальної установки;

- заповнення нагрітого ящика сумішшю РСС під тиском, що створюється вихровою головкою.

У деяких лініях як агрегат для виготовлення стрижнів застосовують струшувальні машини, піскомети і швидкодійні вихрові змішувачі. Тип і конструкція стрижнеутворювального агрегату, крім використовованого технологічного процесу, визначають:

- рознім стрижневого ящика (вертикальний, горизонтальний, складний);

- закріплення оснастки (постійний ящик, змінні ящики);

- розташування і кількість позицій (однопозиційні, карусельні, човникові, багатопозиційні лінійні та інші стрижнеутворювальні агрегати).

Ці ознаки, а також обсяг і характер виробництва визначають склад і схему стрижневої лінії (рис. 5.62).

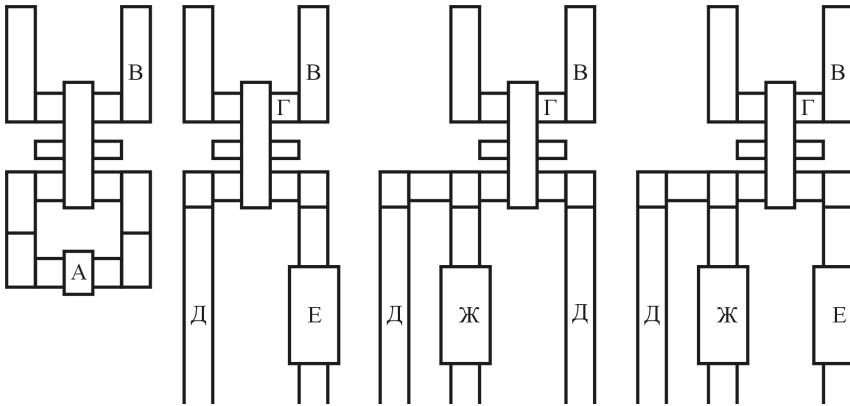


Рис. 5.62. Схеми уніфікованих автоматичних ліній виготовлення стрижнів на базі піскодувних автоматів:

- 1 — базова лінія; 2 — лінія для виготовлення стрижнів у масовому виробництві виливків з використанням CO₂-процесу;
- 3 — лінія для виготовлення стрижнів у дрібносерійному і одиничному виробництві з використанням теплового сушіння;
- 4 — лінія для виготовлення стрижнів у дрібносерійному і одиничному виробництві з використанням CO₂-процесу; 5 — лінія для виготовлення стрижнів у нагрітих ящиках в умовах масового виробництва; А — піскодувний автомат; А₂ — піскодувний автомат виготовлення стрижнів у нагрітих ящиках;
- Б — поворотно-витяжна машина; В — конвеєр видавання стрижнів;
- Г — досилач стрижнів на конвеєр їх видавання; Д — проміжний конвеєр;
- Е — установка для продування стрижнів CO₂; Ж — склад стрижневих ящиків;
- Л — проміжний роликів конвеєр; І — піч для нагрівання стрижневих ящиків;
- К — установка для продування стрижнів гарячим повітрям

Для зручності керування і обслуговування лінії розділені на технологічні дільниці (залежно від кількості основних операцій виготовлення стрижнів).

Призначення таких дільниць:

- підготування стрижневих ящиків: їх огляд, очищення, продування, установлення закладних частин, а для великих стрижнів – каркасів;
- заповнення ящиків сумішшю – надування суміші на стрижневій машині, заповнення із змішувача приготування ХТС або установки РСС. Перед заповненням ящика ХТС або РСС його установлюють на вібростіл для ущільнення суміші;

– продування і тверднення стрижневої суміші (з використанням як зв'язувального компонента рідкого скла, ХТС або РСС). Перші продувають CO_2 з використанням спеціальної установки, а ХТС і РСС тверднуть за певний час під час транспортування дільницею;

– кантування і видалення стрижнів з ящиків: дільницю оснащують уніфікованими поворотно-витяжними машинами; для великих стрижнів використовують спеціальні кантувачі; на цій же дільниці на стрижневий ящик установлюють сушильну або транспортувальну плиту, перевертають ящик з плитою, протягують ущільнений або затверділий стрижень і вертають ящик у вихідний стан та на першу дільницю;

– доопрацювання та фарбування стрижнів — фінішна дільниця.

Великі стрижні після доопрацювання і фарбування додатково підсушують. Стрижні із піщано-глинястих сумішей сушать у горизонтальних або вертикальних конвеєрних сушарках.

Як міжопераційний транспорт на дільницях використовують переважно роликові конвеєри. Застосовують також лінії із штанговими, пластинчастими і стрічковими конвеєрами.

Типові планування стрижневих ліній показано на рис. 5.63, 5.64 і 5.65, а технічні характеристики — в табл. 5.76.

Уніфікований тяговий роликовий конвеєр складається із двох картерів і двох стояків, які з'єднані між собою в жорстку раму. До одного з картерів кріплять мотор-редуктор рушія.

На кожному картері установлюють ряд тягових роликів, вали яких попарно з'єднані тяговим ланцюгом, що охоплює зірочки.

Один з валів ланцюгом з'єднаний із зірочкою рушія. Через проміжний вал і дві муфти з гумовими пальцями обертання передаються на ролики другого картера. Опори валів роликів виконані з підчіпниками котіння.

Схема рушія з короткими ланцюгами, які охоплюють тільки дві суміжні зірочки, забезпечує високу надійність рушія, оскільки такі ланцюги менше витягуються; неможливе також їх заклинювання і обривання, а під час профілактичного обслуговування їх легко замінювати.

Штанговий конвеєр являє собою ряд нетягових роликових конвеєрів, між роликами яких у напрямних здійснює зворотно-поступальний рух від пневморухія штанга з упорами, які прибираються в певному положенні. Довжина штанги дорівнює довжині конвеєра.

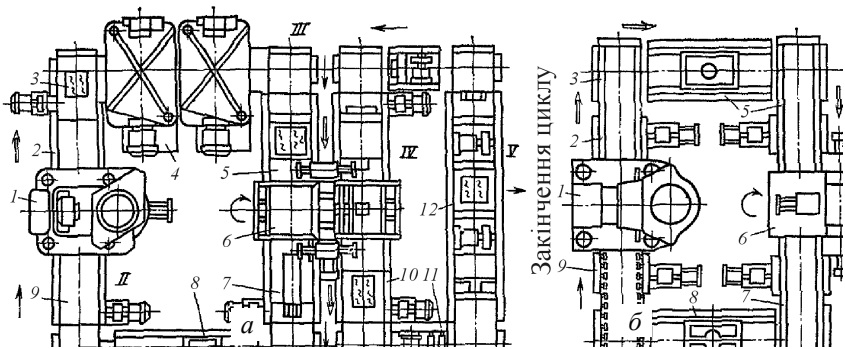


Рис. 5.63. Типові планування стрижневих ліній:
a — Л16С (Л9128Б5); *б* — Л16Т (Л9128Б5); *I* — стрижневий піскодувний напівавтомат; 2, 5, 7—12 — роликові конвеєри; 3 — стіл передавальний;
 4 — установка для продування стрижнів вуглекислим газом;
 6 — поворотно-витяжна машина; дільниці ліній: *I* — підготовки стрижневих ящиків; *II* — надування суміші в стрижневий ящик;
III — продування і тверднення стрижнів;
IV м видалення стрижнів з ящиків; *V* — знімання готових стрижнів

Під час прямого ходу упори штовхають роликами розміщені на конвеєрі стрижневі ящики або транспортні плити, а під час зворотного ходу упори прибираються і рухаються під вантажем, що транспортується. Рух штанги продовжується доти, доки ящик або плита не перемістяться на наступну за конвеєром позицію, якщо вона вільна. Швидкість переміщення регулюється пневмодроселями. Сушильні плити очищають у спеціальній камері, яка змонтована на рамі тягового роликового конвеєра. Унизу камери міститься воронка для продуктів очищення, а зверху — патрубок для витяжної вентиляції. На бокових стінках камери встановлено повзуни, які мають можливість переміщуватись вертикально.

У камері встановлений пневмоциліндр для примусового переміщення сушильних плит під щітками, оскільки зусилля тертя роликів тягового рольганга недостатнє. Рух щіток здійснюється від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі з натяжним пристроєм (на випадок розтягування пасів або зміни положення щіток по висоті). Кріплення щіток на валах за допомогою конусів полегшує їх замінювання. У ливарних цехах серійного, дрібносерійного та одиничного виробництв використовують універсальне устаткування, яке придатне для виготовлення більш широкої номенклатури стрижнів, ніж в умовах масового і великосерійного виробництв.

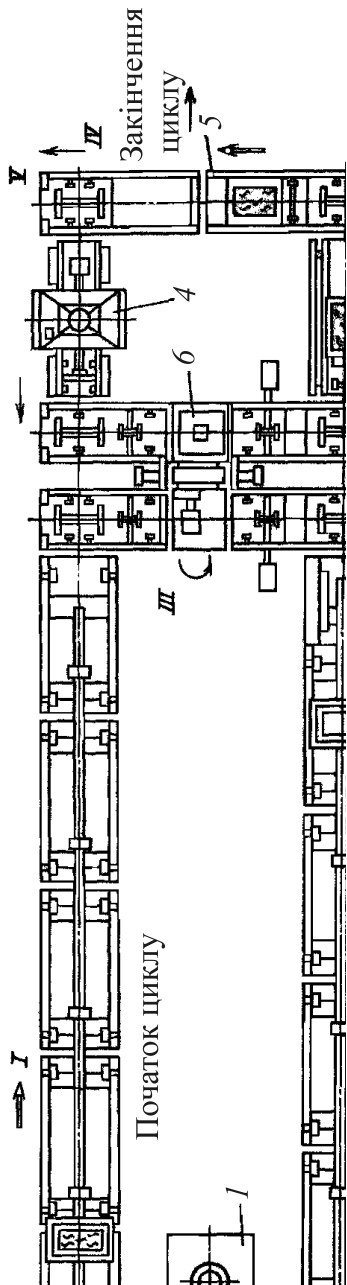


Рис. 5.64. Планування стрижневої лінії моделі ЛП16Х (ЛП1046):

- 1 — змішувач; 2, 5, 7, 8, 10 — роликів конвєси; 3 — стіл передавальний; 4 — камера очищення сушильних плит;
 6 — поворотнo-втяжна машина; 9 — штанговий конвєсєр; 11 — вiбростiл; дiльничiї лiнii: I, II — доопрацювання
 i твердження стрижнiв; III — кантування ящикiв i видалення з них стрижнiв; IV — змiнання готових стрижнiв;
 V — очищення сушильних плит

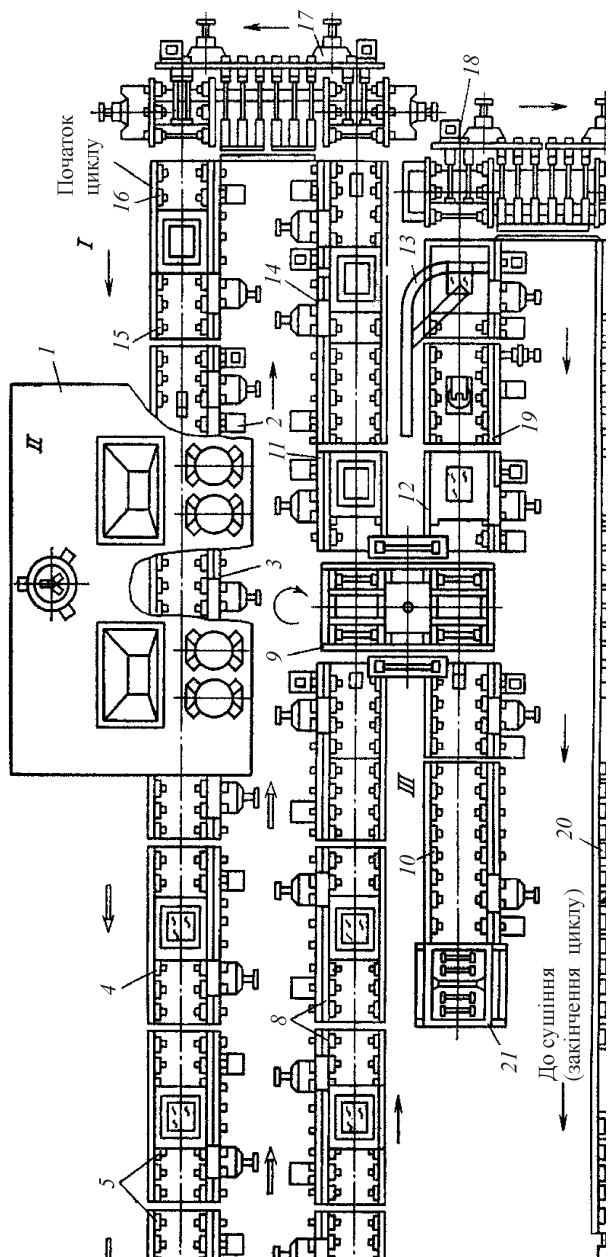


Рис. 5.65. Планування стрижневої лінії моделі Л600Ж (ЛПО11):

- I* — установка для приготування РСС; 2—8, 10—12, 14—20 — ролганги; 9 — поворотного-втяжна машина;
- II* — монорейка з електродельфером; 21 — укладач сушильних плит; 22 — сушарка вертикальна; дільничі лінії:
- I* — підготовлення стрижневих ящиків; *II* — приготування РСС і заливання її в ящики; *III* — твердження і видалення із ящиків стрижнів; *IV* — передавання стрижнів у сушарку; *V* — доопрацювання і фарбування стрижнів

Таблиця 5.76

Технічні характеристики стрижневих ліній

Індекс позиції	Параметр	Моделі стрижневих ліній											
		ЛР128Б5	ЛР128Б7	ЛР128Б9	ЛП013	ЛП051	ЛР128Б5	ЛР128Б7	ЛР128Б9	ЛП043	ЛП046	ЛП061	ЛП031 ЛП048 ЛП053 ЛП060
1	Найбільша маса стрижня (за щільності 1,5 кг/дм ³), кг	16	40	100	16	100	16	40	100	100	16	40	100
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	630 500 445	800 630 495	1000 800 555	630 500 445	1000 800 555	630 500 445	800 630 495	1000 800 555	1250 1060 850	630 500 445	800 630 495	не обме- жує-ть-ся
3	Продуктивність цикло-ва, зніманий/год	120	100	90	90	60	120	100	90	90	90	50	30
4	Витрати стрижневої суміші, м ³ /год	2,1	4,1	6,5	2,1	6,0	2,1	4,5	6,7	6,0	1,3	1,5	2,0

Індекс позиції	Параметр	Моделі стрижневих ліній											
		Л9128Б5	Л9128Б7	Л9128Б9	ЛП013	ЛП051	Л9128Б5	Л9128Б7	Л9128Б9	ЛП043	ЛП046	ЛП061	ЛП0 31 ЛП0 48 ЛП0 53 ЛП0 60
5	Кількість, шт.: стрижневих ящиків сушильних плит	5 25	5 25	5 25	6 25	6 25	10 10	8 10	8 8	8 -	- -	- -	- 8
6	Витрати, м ³ /год: стиснутого повітря вуглекислого газу	120,0 -	270,0 -	270,0 -	192,0 -	120,0 -	162,0 4,8	200,0 10,0	180,0 18,0	134,0 18,0	66,5 -	51,5 -	18,0 -
7	Установлена потужність, кВт	31,0	31,0	32,8	91,7	60,0	24,5	37,6	40,0	42,0	40,0	45,0	50,0
8	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина	5100 4100	6050 4300	7000 4820	20500 19620	14000 10500	5800 4345	6680 4530	8040 5130	12270 7450	20720 4260	23000 5180	19060 5300
9	Маса комплекту, т	18,7	21,0	27,3	69,0	37,0	24,0	25,5	32,5	41,5	39,3	45,0	60,0

Індекс позиції	Параметр	Моделі стрижневих ліній												
		ЛП053 А	ЛП032 ЛП047	ЛП038	ЛП059	1468	ЛП011	ЛП034	ЛП035	ЛП036	1334	794М	ЛП052	ЛП037
1	Найбільша маса стрижня (за щільності 1,5 кг/дм ³), кг	100	100	250	250	170	600	600	600	600	600	600	1000	2000
2	Найменша маса стрижня ($\gamma=1,5$ кг/дм ³), кг	–	–	–	–	–	40	100	100	40	100	100	345	560
3	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	1000 800 555	1000 800 555	1000 800 555	1250 1058 555	1600 1250 600	1500 1200 750	1500 1200 750	1500 1200 750	1500 1200 750	1750 1200 620	1500 1200 750	не обмежуються	
4	Продуктивність циклова, знімать /год	60	30	30	15	20	12	15	15	11	16	16	16	2
5	Витрати стрижневої суміші, м ³ /год	4,0	2,0	2,0	2,5	2,6	Не регламентуються							
6	Кількість, шт.: стрижневих ящиків сушильних плит	15 9	– –	18 51	9 –	18 20	30 –	20 –	14 –	30 –	20 –	35 –	– –	– –
7	Витрати, м ³ /год стиснутого повітря вуглекислого газу	– –	10,5 –	10,5 –	10,5 –	18,0 –	1,3 –	0,3 –	0,3 –	0,5 –	3,0 –	1,3 –	1,1 –	– –

Індекс позиції	Параметр	Моделі стрижневих ліній												
		ЛП053А	ЛП032 ЛП047	ЛП038	ЛП059	1468	ЛП011	ЛП034	ЛП035	ЛП036	1334	794М	ЛП052	ЛП037
8	Установлена потужність, кВт	60,0	55,8	60,0	50,0	25,3	136,0	148,1	140,0	155,0	143,0	118,0	154,4	70,4
9	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина	19200 5300	19200 5300	20100 15900	19800 13200	55500 18000	13700 4690	36000 9000	50310 18750	58850 11300	48300 17500	55200 21100	76900 27380	10700 6000
10	Маса комплекту, т	52,0	67,0	52,0	60,0	60,0	205,0	196,0	170,0	210,0	178,0	213,5	200,0	35,0

Примітки: 1. Лінії моделей Л9128Б5; Л9128Б7; Л9128Б9; ЛП013; ЛП051 використовують для виготовлення стрижнів із піщано-глинястих сумішей з тепловим сушінням у горизонтальних або вертикальних сушарках.

2. Лінії моделей 1Л9128Б5; 1Л9128Б7; 1Л9128Б9ЛП043 використовують для виготовлення стрижнів із рідкоскляних сумішей з твердненням при продуванні CO₂ в ящику.

3. Лінії моделей ЛП046; ЛП061; ЛП031; ЛП048; ЛП053; ЛП060; ЛП053А; ЛП032; ЛП047; ЛП038; ЛП059 використовують для виготовлення стрижнів із застосуванням холоднотвердних сумішей і лопатевих (шнекових) змішувачів.

4. Лінії моделей ЛП011; ЛП034; ЛП035; ЛП036; 1334; 794М; ЛП052; ЛП037 використовують для виготовлення стрижнів із застосуванням рідких самотвердних сумішей і установок для приготування рідкоскляних сумішей.

Велика різноманітність використовуваних в умовах виробництва рецептур сумішей і різновидів процесів виготовлення стрижнів спонукали творців та виробників стрижневого устаткування до розроблення і освоювання нових універсальних машин, які мають можливість за значної конструктивної подібності та уніфікації окремих елементів відтворювати майже всі основні процеси.

Створені машини дають можливість виготовляти стрижні в нагрітих і холодних ящиках, без продування і з продуванням повітрям нормальної температури і підігрітим, з продуванням газовими каталізаторами, вуглекислим газом, у нагрітій оснастці із сухих терореактивних сумішей.

На машинах забезпечується максимальна автоматизація технологічних операцій, у тому числі видалення стрижнів за межі робочої зони машини.

Вибрана і використана конструктивна схема машин дає можливість під час видавання стрижня в більшості випадків забезпечити його укладання на транспортувальний пристрій неробочою поверхнею (робоча поверхня стрижня залишається доступною для візуального контролю).

Номенклатуру найбільш поширених стрижневих машин наведено в табл. 5.77. Високий ступінь уніфікації стрижневих машин сприяє організації забезпечення користувачів запасними частинами.

Таблиця 5.77

Машини для виготовлення стрижнів

Індекс позиції	Машина	Модель	Найбільші габаритні розміри стрижневого ящика, мм	Найбільший об'єм стрижня, дм ³
1	Автоматична з твердненням стрижнів у нагрітій оснастці, однопозиційна, ящик з вертикальним рознімом	232A21A1	400×200×320	2,5
		23223A1	630×400×400	4,0
		23225A1	800×450×630	10,0
		23225A1A	900×260×350	10,0
		23227A1	1000×800×500	25,0

Продовження табл. 5.77

Індекс позиції	Машина	Модель	Найбільші габаритні розміри стрижневого ящика, мм	Найбільший об'єм стрижня, дм ³
2	Те саме, з горизонтальним рознімом ящика	23223A2	630×400×400	4,0
		23223A2A	580×480×180	4,0
		23225A2	800×450×630	10,0
		23227A2	1000×800×500	25,0
		23227A2A	1080×780×290	25,0
		23229A2A	1600×800×300	63,0
3	Те саме, двопозиційна, з горизонтальним рознімом ящика	4705Б	830×320×220	10,0
4	Автоматична карусельна	4532Б	200×80×110	0,6
		4509А	400×300×200	4,0
		4509С	600×400×200	10,0
5	Автоматична для виготовлення оболонкових стрижнів	29113	760×500×500	20,0
6	Напівавтоматична з наступним сушінням стрижнів	2Б83	400×320×400	4,0
7	Те саме, спеціальна	310	900×450×200	25,0

Подальший розвиток цього типу машин стримується нестачею скріплювачів і смол, які забезпечують відтворювання найбільш прогресивних процесів виготовлення стрижнів у промислових масштабах. Нижче викладено деякі особливості виготовлення стрижнів на машинах, наведених у табл. 5.77, та їх технічні характеристики (табл. 5.78 і 5.79).

Таблиця 5.78

**Технічні характеристики стрижневих машин
з вертикальним рознімом стрижневого ящика**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини				
		232A21A1	23223A1	23225A1	23225A1A	23227A1
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	2,5	4,0	10,0	10,0	25,0
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	400 200 320	630 400 40	800 450 630	900 260 350	1000 500 800
3	Продуктивність циклова, знімань /год	150	130	120	120	80
4	Температура нагрівання оснастки, °С	180...270				
5	Тривалість розігрівання оснастки, хв	30...60				
6	Витрати стиснутого повітря, м ³ /цикл	0,3	1,0...1,5	1,2...2,0		2,5...2,8
7	Витрати технічної води, дм ³ /хв	13...16	20...30			40...45
8	Витрати газу, м ³ /год: у режимі роботи у режимі розігрівання	–	6...8	–	8...12	16...20
		–	10...12	–	12...18	25...30
9	Установлена потужність, кВт	22	18			28
10	Габаритні розміри машини, мм:					
	довжина	3350	2500	2800	2800	3600
	ширина	1850	2700	2800	2800	3300
	висота	2370	3000	2810	2710	3600
11	Маса, кг	3100	5000	4900	4800	8000

Таблиця 5.79

**Технічні характеристики стрижневих машин
з горизонтальним рознімом стрижневого ящика**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини					
		23223A2	23223A2A	23225A2	23227A2	23227A2A	23229A2A
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	4		10	25		63
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	630 400 400	580 480 180	800 630 450	1000 800 500	1080 780 290	1600 800 300
3	Продуктивність циклова, зніманий / год	128		120	80		54
4	Температура нагрівання оснастки, °С	180...270					
5	Тривалість розігрівання оснастки, хв	30...50		40...60			
6	Витрати стиснутого повітря, м ³ /цикл	1,2...1,5		0,8...1,0	2,0...2,5		2,5...3,0
7	Витрати технічної води, дм ³ /хв	15...25					
8	Витрати газу, м ³ /год: у режимі роботи у режимі розігрівання	6...8		8...12	16...20		20...25
		10...12		12...18	25...30		30...40
9	Установлена потужність, кВт	18		26	33		35

Індекс позиції	Параметр	Модель машини					
		23223A2	23223A2A	23225A2	23227A2	23227A2A	23229A2A
10	Габаритні розміри машини, мм:						
	довжина	3590	3590	2900	4675	4675	6530
	ширина	2564	2564	3760	3715	3715	4460
	висота	3132	2932	3923	4210	3950	4600
11	Маса, кг	4500	4450	6000	12000	11850	18000

Стрижневі однопозиційні машини (індекси позиції 1, 2 табл. 5.77) — призначені для виготовлення піщаних стрижнів у нагрітій оснастці з вертикальним і горизонтальним розніманнями стрижневих ящиків, заповненням їх термореактивною вологою стрижневою сумішшю піскодувним способом. Схему роботи стрижневої піскострільної машини з використанням нагрітої оснастки з горизонтальним рознімом показано на рис. 5.66.

Робочий цикл машини починається зі складання нагрітого до необхідної температури стрижневого ящика (рис. 5.66, *a*).

Пристрої для рознімання ящика 3 і нагрівання його верхньої частини 2 за допомогою пневмоциліндра переміщуються вліво, при цьому піскострільна головка 4 з позиції завантажування сумішшю також переміщується на робочу позицію, потім ящик піднімається, піскострільна головка притискується до нього і відбувається надування суміші (рис. 5.66, *b*).

Далі головка піднімається, а ящик зі стрижнем опускається (рис. 5.66, *в*), пристрої нагрівання і рознімання переміщуються на робочу позицію (рис. 5.66, *г*), а головка — на позицію завантажування суміші. За цей час відбувається твердження стрижня, після чого розкривається ящик і стрижень виштовхується з верхньої половини (рис. 5.66, *д*), а потім з нижньої (рис. 5.66, *е*) і видаляється спеціальним знімачем за межі робочої зони машини.

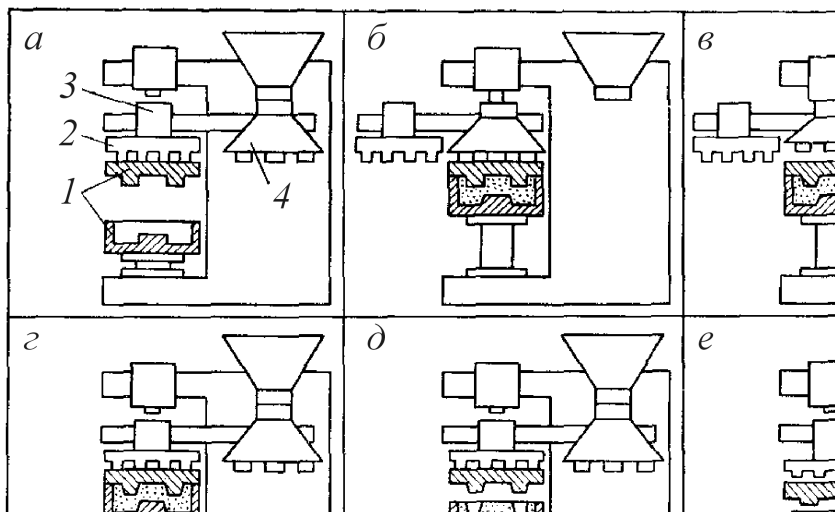


Рис. 5.66. Схема роботи стрижневої піскострільної машини з використанням нагрітої оснастки:

- 1 — стрижневий ящик; 2 — пристрій для нагрівання стрижневого ящика;
3 — пристрій для рознімання ящика; 4 — піскострільна головка

За цим варіантом стрижневий ящик конструюють так, щоб під час його розкривання стрижень залишався в нижній половині.

У разі використання конвеєрного знімача стрижневий ящик конструюють так, щоб стрижень після його рознімання залишався у верхній половині.

Стрижневу однопозиційну машину для виготовлення стрижнів з вологих сумішей з використанням нагрітих ящиків з горизонтальним рознімом показано на рис. 5.67.

Основні операції, які виконує машина: нагрівання стрижневого ящика, надування суміші в ящик, тверднення стрижня, рознімання ящика і видалення готового до використання стрижня.

Принцип роботи машини ґрунтується на піскодуювному заповненні гарячого стрижневого ящика швидкотвердною стрижневою сумішшю.

Машина може працювати в налагоджувальному, напівавтоматичному і автоматичному режимах. Детальніше виконання технологічних операцій виготовлення стрижнів на машинах такого класу викладено нижче.

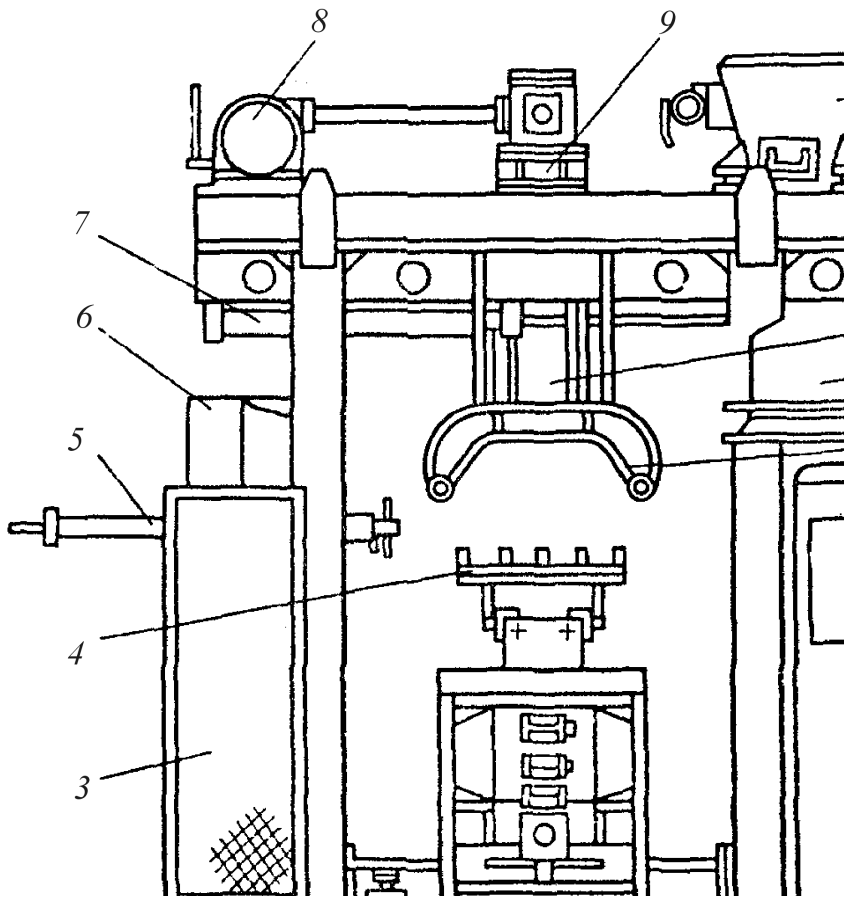


Рис. 5.67. Стрижнева однопозиційна машина

для виготовлення стрижнів з використанням гарячих ящиків:

- 1 — механізм складання і протягування ящика; 2 — колона;
- 3 — пневмоустаткування; 4 — механізм знімання;
- 5 — механізм обдування і обприскування стрижневого ящика;
- 6 — газоустаткування; 7 — механізм переміщення; 8 — ресивер;
- 9 — механізм притискування, надування і вихлопу;
- 10 — бункер з вібратором; 11 — траверса; 12 — механізм обслуговування піскодудного резервуара; 13 — механізм опресовування і протягування;
- 14 — піскодудний резервуар; 15 — механізм закріплення верхньої половини ящика; 16 — електроустаткування

Виготовлення стрижнів на машині моделі 232A21A1. Після розігрівання стрижневого ящика і заповнення піскодувного резервуара сумішшю на позиції завантажування оператор вмикає машину на автоматичний режим роботи. Піскодувний резервуар з позиції завантажування суміші переміщується на позицію вдування, притискується до оснастки, яка заповнюється стрижневою сумішшю.

Піскодувний резервуар вертається у вихідне положення, переміщується на позицію завантажування, притискується до бункера, оснащеного вібратором, і заповнюється стрижневою сумішшю.

По закінченні часу, необхідного для тверднення стрижня, стрижневий ящик розкривається, рухома його половина розвертається площиною розніму вниз (на кут 90°), піднімальний стіл підіймає стрічковий конвеєр, який приймає стрижень, видалений з рухомої половини стрижневого ящика.

Після опускання стола конвеєр транспортує стрижень за межі машини на приймальний лоток.

Рухома половина стрижневого ящика, яка звільнена від стрижня, механізмом складання вертається в положення підготовки до роботи (повернення на кут 90°) і підводиться до нерухомої його половини, залишаючи зазор, потрібний для обдування і обприскування стрижневого ящика.

Після обдування і обприскування стрижневий ящик складають. Машина підготовлена до наступного циклу.

Нагрівання оснастки – електричне, а її положення під час роботи машини змінюється за допомогою пневмушія.

Виготовлення стрижнів на машині моделі 23223A2A. Машина має позиції вдування суміші в стрижневий ящик і завантажування піскодувного резервуара сумішшю.

На позиції вдування суміші піскодувний резервуар притискується до зібраного стрижневого ящика і виконується операція виготовлення стрижня.

На позиції завантажування піскодувний резервуар заповнюється стрижневою сумішшю із бункера, оснащеного вібратором.

Коли резервуар перебуває на позиції завантажування, над стрижневим ящиком устанавлюється механізм підпресовування — протягування, який складається із газового колектора для нагрівання верхньої половини стрижневого ящика і плити протягування.

Плита із закритим стрижневим ящиком підпресовує залишки суміші від вдувних сопел і протягує стрижень з верхньої половини

ящика під час його розбирання. Розбирання ящика починається по закінченні часу, передбаченого для тверднення стрижня.

Рухома (нижня) половина ящика, яка закріплена на столі механізму складання і протягування, опускається вниз.

Пневморушій протягування, який з'єднаний з плитою виштовхувачів, переміщує її вгору і протягує стрижень. Виштовхувачі встановлюють так, щоб під час завершення ходу пневморушії протягування стрижень залишався на виштовхувачах між верхньою і нижньою половинами ящика. Після цього в проміжки між виштовхувачами вводять вила механізму знімання стрижня. Ходом униз пневморушій протягування опускає виштовхувачі, залишаючи стрижень на вилах механізму знімання, які транспортують стрижень за межі ящика і робочої зони машини.

На штангах вил змонтовано трубки для обдування стрижневого ящика під час введення вил і спеціальні сопла, через які обприскується ящик розділювальною сумішшю під час виведення вил.

Після видалення стрижня за межі робочої зони машини нижня половина стрижневого ящика піднімається і стикується з верхньою. Машина підготовлена до чергового циклу.

Машини з вертикальним рознімом стрижневого ящика мають двоколонний механізм, який переміщує одну з половинок ящика в горизонтальному напрямку. Після відведення рухомої половини ящика стрижень залишається в нерухомій, яка повертається площиною розніму уверх (на 90°). Протягується і забирається стрижень так само, як і в машині з горизонтальним рознімом стрижневого ящика.

Технологічний процес виготовлення стрижнів на машині цієї моделі подано як приклад і може впровадитися на всіх машинах цієї групи (див. табл. 5.77).

Стрижневий автомат моделі 4705Б (рис. 5.68) — призначений для виготовлення стрічкових стрижнів у нагрітих ящиках з горизонтальним рознімом в умовах масового і великосерійного виробництва.

Технічну характеристику автомата наведено в табл. 5.80.

Ящик нагрівається вмонтованим у нього електронагрівником. Передавання ящика з позиції виготовлення стрижня на позицію розбирання і навпаки виконуються поворотним столом. На позиції вдування стрижневої суміші в ящик він притискається столом до насадки піскодувного резервуара із закритим шибером.

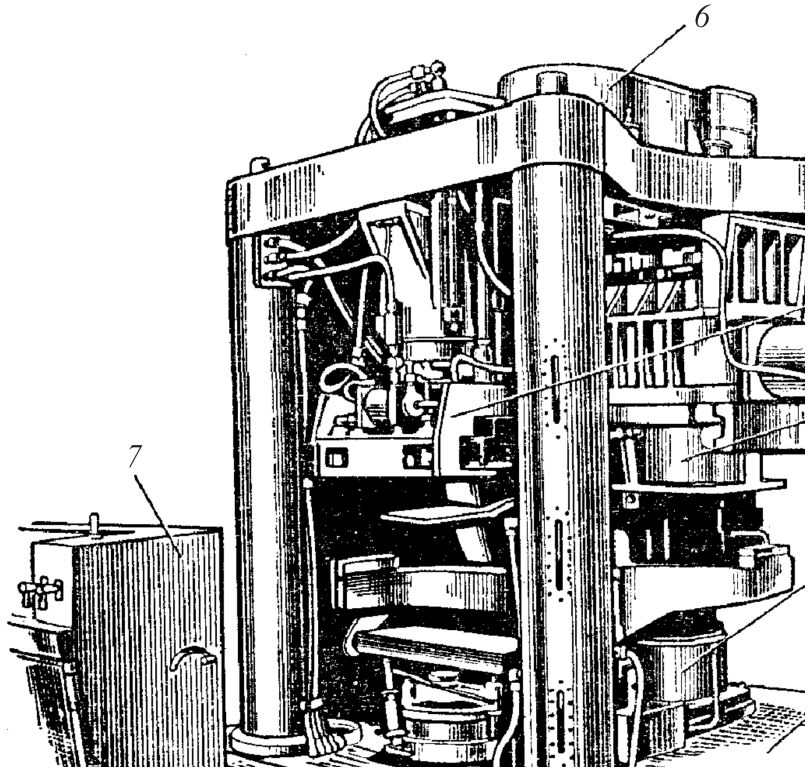


Рис. 5.68. Двопозиційний стрижневий автомат моделі 4705Б:
 1 — основа; 2 — колона; 3 — поворотний стіл з механізмом знімання стрижня;
 4 — механізм надування суміші в стрижневий ящик; 5 — механізм складання
 і розбирання стрижневого ящика; 6 — механізм завантажування суміші;
 7 — пульт керування

Таблиця 5.80

Технічна характеристика стрижневого автомата моделі 4705Б

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	10
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм:	
	довжина	630
	ширина	320
	висота	220
3	Продуктивність циклова, знімачь /год	40

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
4	Витрати стиснутого повітря, м ³ /цикл	0,45
5	Витрати технічної води, м ³ /год	0,25
6	Об'єм ресивера, дм ³	240
7	Установлена потужність, кВт	38
8	Габаритні розміри автомата, мм: довжина ширина висота	3380 3020 2750
9	Маса, кг	9500

Вдування стрижневої суміші в ящик виконується через систему плавальних сопел, які автоматично встановлюються в місцях розташування вдувних отворів ящика.

Сопла опускаються до крайки порожнини ящика, що виключає потребу зачищати стрижень на площині вдування.

Після вдування суміші в ящик і скидання повітря із піскодувного резервуара система певний час перебуває в стані спокою, потім стрижневий ящик опускається.

Тривалість тверднення стрижня в ящику регулюється за допомогою пневматичного реле часу в інтервалі 0,5...8,0 хв.

Виштовхування стрижнів із верхньої половини ящика в приймальний пристрій провадиться трубчастими штовхачами, що дає можливість виготовляти складні ажурні стрижні. Після закінчення описаних операцій механізми автомата займають вихідне положення.

Стрижнева суміш може завантажуватися в резервуар через 1, 2, 3, 4 і 6 циклів виготовлення стрижнів.

Виготовлення стрижнів на карусельних машинах моделей 4532Б, 4701А, 4509А та 4509С (табл. 5.81). Машини призначені для виготовлення стрижнів різної конфігурації в гарячих ящиках із швидкотвердних термореактивних сумішей в цехах масового і великосерійного виробництва. На машинах цієї групи стрижні виготовляються одночасно в декількох стрижневих ящиках, що дає змогу максимально розділити технологічні операції за позиціями для збільшення продуктивності устаткування.

Технічні характеристики стрижневих піскодувних карусельних машин

Ін-декс пози-ції	Параметр	Модель машини		
		4532Б	4509А	4509С
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	0,63	4,00	10,00
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм:			
	довжина	200	400	600
	ширина	80	300	400
	висота	110	200	200
3	Продуктивність циклова, зніманий /год	240	100... 150	100
4	Об'єм робочого резервуара, дм ³	3	25	
5	Установлена потужність, кВт	24,0	140,5	
6	Габаритні розміри автомата, мм:			
	довжина	2330	4095	4700
	ширина	2300	3440	3850
	висота	2295	2996	2900
7	Маса, кг	5800	13000	14000

Машина 4532Б має такі основні вузли: стіл карусельний з рушієм, піскодувна головка, стрижневий ящик, стіл підтискування стрижневого ящика до надувної плити і механізм знімання стрижнів.

Між основою автомата й траверзою, з'єднаними між собою віссю рушія і лівим та правим стояками, розташовані карусельний стіл з вісьмома стрижневими ящиками, рушій стола, механізм знімання стрижнів і стіл підтискування стрижневого ящика до надувної плити. Стрижневі ящики встановлюються на опорні поверхні кронштейнів. На траверзі розміщено піскодувну головку, пневморухій виштовхувачів стрижнів і механізм їх зачищення.

Стрижневий ящик має вертикальний рознім і нерухому та рухому половини, з'єднаних між собою скалками. З'єднувальні тяги з пружинами забезпечують стискання половин ящика.

Для нагрівання в кожену половину ящика вмонтовані трубчасті електронагрівники. Температура нагрівання контролюється термо-

парою, розташованою у верхній половині ящика, який нагрівається до 240...270 °С.

Стрижнева суміш із віброкотка подається в щільну обичайку піскодувної головки, яка перекивається шибєрним затвором, і під дією стиснутого повітря, що подається через клапани, вдувається в робочу порожнину стрижневого ящика. Рухом штока стола притискування стрижневий ящик опускається на напрямні площини кронштейна і звільнюється від скоб. Ця операція виконується на I позиції, на II – VII позиціях відбувається тверднення стрижнів.

На позиції VIII ящик розкривається і видаються готові стрижні: під час переміщення стрижневого ящика на цю позицію шток пневморушії, відходячи у крайнє положення, розкриває ящик. Одночасно спрацьовує пневморушій штовхачів — стрижні виштовхуються з нерухої половини стрижневого ящика. Далі спрацьовує пневморушій поворотного лотка і стрижень, що залишився в нерухої половині ящика, виштовхується на лоток, а потім передається в тару або на стрічку конвеєра.

Транспортування стрижневого ящика з позиції на позицію здійснюється поворотом карусельного стола на 45° за допомогою пневмогідрорушії. Після кожного кроку стіл фіксується, а під час зупинки виконуються операції зі стрижневими ящиками. Усі операції виконуються автоматично, окрім періодичного очищення і обприскування стрижневого ящика розділювальним розчином.

Восьмипозиційний карусельний автомат моделі 4701A (рис. 5.69) призначений для виготовлення стрижнів об'ємом до 1,6 дм³ у стрижневих ящиках з габаритними розмірами 410×460×220 мм.

Машини моделей 4509A і 4509C аналогічні за конструкцією і принципом дії (рис. 5.70) і призначені для виготовлення дрібних та середніх стрижнів у ящиках з горизонтальним рознімом. Об'єм стрижнів відповідно до 4 і 10 дм³. Тривалість виготовлення стрижня — 20 с.

Система керування машиною забезпечує налагоджувальний і автоматичний режими роботи.

Машина стрижнева піскодувна моделі 29113 (рис. 5.71) призначена для виготовлення оболонкових стрижнів із сухих піщано-смоляних сумішей або плакованих пісків у гарячих ящиках з вертикальним рознімом. Технічну характеристику стрижневої машини наведено в табл. 5.82.

Основні вузли машини: рама поворотна, станина, дозатор піскодувний, конвеєр, система автоматичного живлення піском, рушій рами поворотної, гідравлічний, пневматичний, газовий та електричний пристрій.

Рама поворотна являє собою дві траверзи, з'єднані між собою чотирма напрямними колонками, якими переміщується супорт.

Рама монтується в підгінниках станини так, що може обертатися навколо поздовжньої осі.

Дозатор піскодувний закріплений на двох напрямних колонках рами. Стрижневий ящик кріплять рухомою частиною до супорта, нерухомою — до правої траверзи. Дозатор пневматичним рушієм притискується до стрижневого ящика.

Двома гідравлічними рушіями поворотна плита може повертатися так, що рухома половина стрижневого ящика опиняється площиною розніму вниз.

Конвеєр, який складається із рами, кронштейна, рушія і стрічки, може напрямними штангами станини рухатися вверх — вниз.

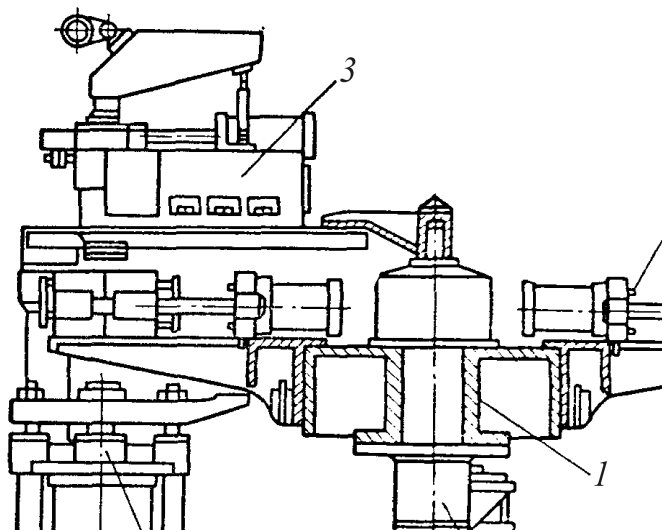


Рис. 5.69. Восьмипозиційний карусельний автомат моделі 4701А:

- 1 — поворотний стіл; 2 — секція із стрижневим ящиком,
3 — піскодувний резервуар; 4 — механізм притискування ящика;
5 — опорна колона; 6 — основа

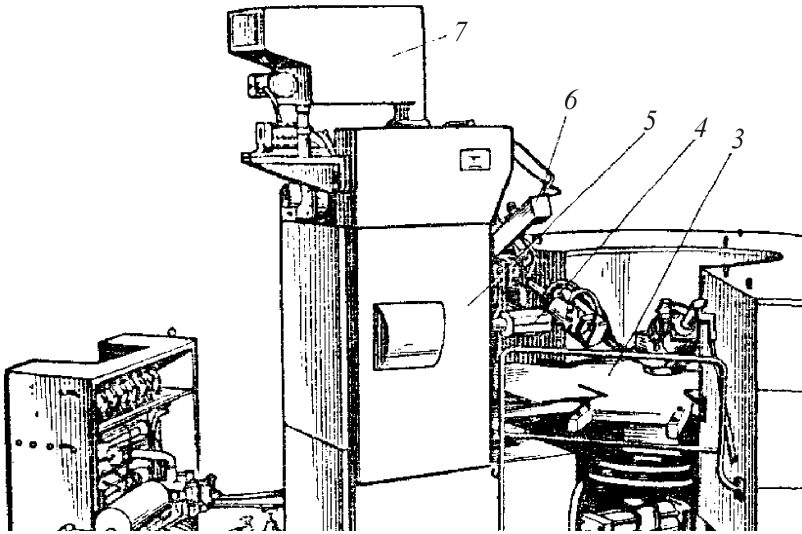


Рис. 5.70. Восьмипозиційний карусельний автомат моделі 4509А:
 1 — станина; 2 — нагрівальні печі; 3 — карусель; 4 — механізм притискування;
 5 — механізм надування суміші в стрижневий ящик;
 6 — механізм зачищення стрижнів; 7 — бункер з вібратором

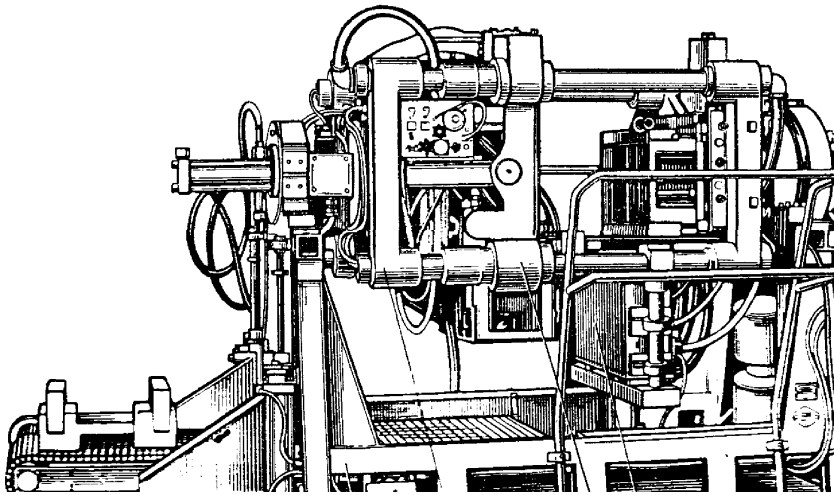


Рис. 5.71. Машина моделі 29113 для виготовлення оболонкових стрижнів:
 1 — станина; 2 — поворотна рама; 3 — супорт;
 4 — піскодувний дозатор; 5 — привод поворотної рами; 6 — конвеєр

Технічна характеристика стрижневої машини моделі 29113

Ін-декс пози-ції	Параметр	Числове значення
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	20
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	760 500 500
3	Продуктивність циклова, знімать /год	103
4	Температура нагрівання оснастки, °С	200...315
5	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	210
6	Витрати газу при тиску 0,1 МПа, м ³ /год	12
7	Установлена потужність, кВт	14,1
8	Габаритні розміри автомата, мм: довжина ширина висота	4500 2500 2710
9	Маса, кг	4525

Робота машини. Після повертання рами в позицію наповнення порожнина стрижневого ящика заповнюється сумішшю гравітаційним способом або вдуванням.

Після наповнення порожнини стрижневого ящика сумішшю починається процес утворення оболонки, тривалість якого регулюється реле часу.

За сигналом реле рама повертається у вихідне положення, надлишок суміші повертається в дозатор і відбувається тверднення оболонки.

По завершенні процесу тверднення автоматично розкривається стрижневий ящик. Супорт з рухомою половиною ящика і стрижнем за допомогою гідравлічного рушія рухається вліво.

Механічні виштовхувачі не дають змоги стрижню залишатися в рухомій половині ящика. У крайньому лівому положенні спрацьовують рушії поворотної плити супорта, одночасно піднімається конвеєр. Після повертання плити і піднімання конвеєра спрацьовують виштовхувачі рухомої половини стрижневого ящика і стри-

жень кладеться на стрічку конвеєра, яка переміщує його на один крок, вивільнюючи місце для наступного стрижня.

Цикл роботи машини повторюється.

Напівавтоматична стрижнева машина моделі 2Б83 призначена для виготовлення стрижнів піскодувним способом в ящиках з горизонтальним і вертикальним рознімами.

Основні вузли машини: станина з необхідними пристроями, механізм дуття, живильник, насадки, стіл і пневматичний затиск. Колона станини одночасно слугує ресивером.

Технічну характеристику стрижневої машини моделі 2Б83 наведено в табл. 5.83.

Таблиця 5.83

Технічна характеристика напівавтоматичної стрижневої машини моделі 2Б83

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	4
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	400 320 400
3	Продуктивність циклова, знімать /год	300
4	Об'єм робочого резервуара, дм ³	8,5
5	Розміри робочого стола, мм: довжина ширина	600 450
6	Розміри надувної плити, мм: довжина ширина	400 320
7	Відстань від стола до надувної плити, мм: найбільша найменша	400 230
8	Витрати стиснутого повітря, м ³ /цикл	0,6
9	Габаритні розміри машини, мм: довжина ширина висота	1130 765 2045
10	Маса, кг	1300

Стіл для регулювання розміру по висоті стрижневого ящика піднімають вручну за допомогою пари гвинт–гайка. Притискування стола зі стрижневим ящиком до механізму дуття виконує мембрана, яка після ввімкнення пневматики забезпечує додаткове піднімання стола на 15 мм.

У механізмі дуття сконцентровані робочий резервуар з пневматичним рушієм, клапан вдування і вихлопу, пульт керування, реле часу і манометр. Стрижнева суміш у піскострільну гільзу подається живильником, обладнаним пневматичним вібратором. Знизу на фланець робочого резервуара закріплюється насадка трьома болтами.

Машина забезпечена комплектом сопел, конусів і втулок, що дає змогу скомпонувати різні типи насадок відповідно до технологічних вимог. Кронштейни пневматичного затиску кріпляться до Т-подібних пазів стола за допомогою сухарів, які затягуються ексцентриком від повертання рукоятки, що дає можливість легко і швидко переналаштувати машину на новий розмір стрижневого ящика.

Напівавтоматичний цикл роботи машини складається з таких операцій:

- затискування стрижневого ящика пневматичним затискачем;
- надування суміші в порожнину ящика;
- розкривання стрижневого ящика.

Стрижень з ящика видаляють вручну.

Конструкція машини дає можливість в окремих випадках виготовляти стрижні об'ємом до 5,5 дм³.

Піскодувна стрижнева машина моделі 310 (табл. 5.84) призначена для виготовлення піщаних стрижнів з відношенням довжини до ширини не меншим за 2:1 зі звичайних сумішей у відкритих і закритих ящиках.

Основні вузли машини: надувна головка з шибером, станина з механізмом підтискування, візок із поворотним столом, механізм пересувного візка, живильник і система керування.

У станину коробчастої форми вмонтовано механізми підтискування і пересування візка. До станини також прикріплені рама механізму протягування і чотири колони, на яких розміщено надувну головку з двома піскострільними гільзами. Місткість надувної головки одночасно є ресивером. Знизу до надувної головки закріплюють насадку, зверху піскострільні гільзи закриваються шибером.

На візку, який являє собою жорстку раму, що переміщується на роликах напрямними, встановлено поворотний стіл із затискувачами і вібратором.

Таблиця 5.84

**Технічна характеристика піскодувної
стрижневої машини моделі 310**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	25
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм: довжина ширина висота	600...900 450 200
3	Робочі розміри поворотного стола, мм: довжина ширина	980 400
4	Відстань від опорної бази для стрижневого ящика до опорної площини закріплення насадки, мм: найбільша найменша	570 350
5	Відстань від опорної поверхні протяжного стола до опорної бази поворотного стола в перевернутому положенні для протягування, мм: найбільша найменша	525 225
6	Хід, мм: піднімального стола протяжного стола	260 300
7	Циклова продуктивність, знімань /год	100
8	Габаритні розміри машини, мм: довжина ширина висота	2000 1620 2722
9	Маса, кг	6000

Механізм пересування візка являє собою пневматичний рушій з важелями, які з'єднані між собою синхронізувальним валом. Поворот стола здійснюється пневматичним рушієм.

Механізм протягування являє собою консольний литий стіл, який має дві планки для регулювання його по висоті. Підведення стиснутого повітря в пневматичний рушій механізму протягування

через дросель забезпечує уповільнене опускання на початку і в кінці ходу. Живильником стрижнева суміш подається в піскострільні гільзи з відкрити шиберам. Система керування пневматична, режим роботи — напіваавтоматичний.

Після вмикання машини візок зі стрижневим ящиком переміщується під надувну головку, спрацьовує піднімальний стіл і притискає стрижневий ящик до насадки. Здійснюється надування суміші, потім опускання ящика і відходження візка.

Вручну на стрижневий ящик накладають сушильну плиту і вмикають кантувач. Затискувачі притискають сушильну плиту до стрижневого ящика і утримують її під час повертання ящика зі столом на 180°. Протяговий стіл піднімається до сушильної плити, вмикається вібратор, затискувачі розходяться і повільно витягується стрижень. У цей час живильник заповнює піскострільні гільзи сумішшю для нового циклу.

Для виготовлення складних тонкостінних стрижнів підвищеної міцності машина оснащена оригінальним реле пострілу-вихлопу, яким регулюється тривалість надування стрижневого ящика сумішшю і виконуються в автоматичному циклі від одного до трьох пострілів-вихлопів. Технічні характеристики стрижневих машин вітчизняного виробництва наведено в табл. 5.85.

Оскільки з часом випускаються машини нових конструкцій, то додатково для вибору основного технологічного устаткування необхідно використовувати відповідні довідники, каталоги, Інтернет тощо.

Допоміжне технологічне стрижнєве устаткування. Як допоміжне устаткування в стрижневих відділеннях сучасних чавуноливарних і сталеливарних цехів використовують:

- вібраційні столи;
- поворотно-витягувальні машини;
- кантувачі стрижневих ящиків і сушильних плит;
- вертикальні й горизонтальні конвеєрні та камерні сушильні печі;
- карусельні та човникові шліфувальні верстати;
- установки для продування стрижнів вуглекислим газом;
- прохідні газові й електричні печі для підсушування (у разі потреби) стрижнів;
- установки для промивання і сушіння сушильних плит і драєрів;
- фарбомішалки і установки для фарбування стрижнів;
- столи для оброблювання і складання стрижнів;
- стелажі й етажерки для зберігання стрижнів і стрижневих ящиків.

Таблиця 5.85

Технічні характеристики стрижневих машин для виготовлення стрижнів з використанням зволжених терморективних піщано-смоляних сумішей (виробник – Павлоградський завод ливарних машин)

Ін-декс по-зиції	Параметр	Моделі машин							
		4749A1 Е1	4752A2 Г1	4752A2 Е1	4753A1 Г1	4753A1 Е1	4753A2 Г1	4753A2 Е1	4754A2 Г1
1	Найбільша маса стрижня, кг	6	12	12	25	25	25	25	50
2	Найбільші розміри стрижневого ящика, мм:								
	довжина	400	580	580	900	900	900	900	1080
	ширина	320	480	480	350	350	450	450	780
	висота	200	180	240	260	320	260	290	290
3	Циклова продуктивність, знімать /год	70	42	42	40	40	30	30	24
4	Витрати повітря, м ³ /год	4,2	4,5	8,5	8,0	14,5	24,5	12,0	14,0
5	Установлена потужність, кВт	15,0	2,5	58,0	2,5	70,0	2,5	100,0	2,5

Закінчення табл. 5.85

Ін-декс по-зиції	Параметр	Моделі машин							
		4749A1 E1	4752A2 Г1	4752A2 E1	4753A1 Г1	4753A1 E1	4753A2 Г1	4753A2 E1	4754A2 Г1
6	Габаритні розміри, мм:								
	довжина	1725	3075	3075	4495	4495	4865	4865	5270
	ширина	1960	2585	2585	3520	3520	3040	3040	3310
	висота	2240	3730	3728	3705	3705	4126	4126	4057
7	Маса, кг	2200	4500	4300	6900	6800	10000	9450	14000

Столи вібраційні з нетяговими і тяговими роликовими конвеєрами (табл. 5.86 і 5.87) призначені для ущільнення холоднотвердних сумішей під час виготовлення стрижнів.

Таблиця 5.86

Технічні характеристики вібраційних столів з нетяговими конвеєрами

Індекс позиції	Параметр	Модель стола			
		21422	21423	21424	21425
1	Вантажопіднімність, кг	600	1250	2000	3000
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм:				
	довжина	800	1000	1250	1600
	ширина	630	800	1000	1250
3	Амплітуда коливань, мм	0,1...1,0			
3	Частота коливань, Гц	45...50			
4	Робочий тиск повітря, МПа	0,30...0,35			
5	Маса коливних частин, кг	194	–	–	620
6	Установлена потужність, кВт	0,7	–	2,0	3,2
7	Габаритні розміри стола без пульта керування, мм:				
	довжина	1000	1200	1600	2050
	ширина	800	1000	1250	1650
	висота	650	670	675	680
8	Маса, кг	650	940	1440	1650

Столи використовують у парі зі змішувачами ХТС різних конструкцій і в складі ліній для виготовлення стрижнів.

Столи також можна використовувати для виготовлення форм.

Основні складові столів: основа, стіл, вібратор, механізм піднімання. Основа і стіл являють собою зварені рамні несучі конструкції. Для підвищення техніки безпеки отвори в основі закривають дверцятами. Стіл має два вібратори.

Вібратор – це асинхронний короткозамкнений електродвигун, на обох кінцях вала якого встановлено ексцентрики, що є джерелами збурювальних сил.

Під час обертання ротора ексцентрики створюють колові коливання конструкції, на якій встановлено вібратори.

Вібратори обертаються зустрічно, тому складаються тільки вертикальні складові збудувальних сил, решта взаємно гасяться.

Таблиця 5.87

**Технічні характеристики вібраційних столів
із тяговими роликowymi конвесрами**

Індекс позиції	Параметр	Модель стола		
		21433	21434	21435
1	Вантажопіднімність, кг	1250	2000	3000
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм:			
	довжина	1000	1250	1550
	ширина	800	1000	1250
3	Розміри транспортувальної плити, мм:			
	довжина	1000	1250	1500
	ширина	855	1058	1250
4	Розміри стола, мм:			
	довжина	1250	1600	2000
	ширина	740	980	1060
5	Частота коливання, Гц	45...50		
6	Амплітуда коливання, мм	0,1...1,0		
7	Робочий тиск повітря, МПа	3,0...3,5	2,0...4,0	2,0...4,5
8	Габаритні розміри вібростола без пульта керування, мм:			
	довжина	1917	2500	2650
	ширина	1563	2100	2150
	висота	684	700	710
9	Маса, кг	1400	1600	2500

Значення збудувальної сили кожного вібратора регулюється установленням поворотних ексцентриків на різні кути відносно один одного. Піднімання стола здійснюється пневматичними опорами, виготовленими з відрізків прогумованого рукава з герметично заправленими кінцями. В опори подається стиснуте повітря.

Якщо в рукавах немає тиску, рівень площини стола розміщується нижче від рівня площини роликів рольганга.

Після подавання стиснутого повітря рукава, наповнюючись ним, піднімають стіл вище від роликів і виконують роль амортизаторів, попереджаючи передавання вібрації на основу стола.

Стрижневий ящик роликів конвеєром передається на вібростіл, який піднімається уверх і бере на себе масу ящика.

Під час заповнення ящика сумішшю вмикаються вібратори і суміш ущільнюється вертикально напрямленими коливаннями.

Після заповнення ящика сумішшю і її ущільнення вібратори вимикаються, повітря з рукавів випускається і заповнений сумішшю ящик кладеться на ролики, якими передається на подальші операції.

Головним вузлом вібростолів є тяговий роликів конвеєр, який складається із двох роликів опор з електричним рушієм.

Тягові ролики забезпечують переміщення транспортувальних плит зі стрижневими ящиками без використання зовнішньої дії. Стіл має вигляд суцільної плити. Інші вузли конструкції і принцип дії не відрізняються від вібростолів з нетяговими роликів конвеєрами.

Для *сушіння* або *підсушування* стрижнів в умовах серійного, дрібносерійного або одиничного виробництва використовують *камерні* сушарки, а в умовах масового і великосерійного виробництва — *вертикальні* або *горизонтальні* конвеєрні сушарки.

Технічні характеристики камерних сушарок наведено в табл. 5.88, а вертикальних конвеєрних — у табл. 5.89.

Сушіння або підсушування стрижнів підвищують їх міцність і газопроникність.

Камерні сушарки з викотними візками використовують для сушіння великих стрижнів у чавуноливарних та сталеливарних цехах.

Вертикальні або горизонтальні конвеєрні сушарки належать до механізмів безперервної дії.

Операції завантажування і вивантажування стрижнів у таких сушарках автоматизовані.

Для виготовлення стрижнів, для яких необхідне теплове сушіння, рекомендують вибирати сушарки одного типу, що дає змогу більш упорядковано планувати стрижневе відділення і будівлю ливарного цеху в цілому.

Найпрогресивнішим способом сушіння стрижнів є використання установок високої і надвисокої частот.

Таблиця 5.88

Технічні характеристики камерних сушарок

Індекс позиції	Параметр	Модель сушарки					
		I-KE	I-KГ	II-KE	II-KГ	III-KE	III-KГ
1	Внутрішні розміри камери, мм:						
	довжина	2200	300	3100	3300	4000	4000
	ширина	2000	2000	1900	2000	2600	2870
	висота	2000	2500	2300	2500	3150	3150
2	Об'єм робочої камери, м ³	9,0	11,5	16,5	16,5	33,0	36,0
3	Вантажопіднімність візка, т	4,0	3,0	6,0	6,0	20,0	24,0
4	Максимальна маса завантажуваних стрижнів (форм), т	2,0	2,6	3,5	3,8	9,0	10,0
5	Середня тривалість циклу сушіння, год	3,0	3,0	5,0	5,0	6,0...8,0	5
6	Температура сушіння, °С	250	250	300	300	350	350
7	Витрати природного газу, м ³ /год	–	19	–	35	–	55
8	Габаритні розміри сушарки без рейкової колії, мм:						
	довжина	2500	4000	3300	4000	4300	6500
	ширина	3600	4900	3800	5300	4800	4800
	висота	3200	4000	4300	4000	4600	4850

Примітка. У позначці моделі сушарки літера Е означає електричне нагрівання, літера Г — газове.

Таблиця 5.89

Технічні характеристики вертикальних конвеєрних сушарок

Індекс позиції	Параметр	Модель сушарки				
		СКВ-1	СКВ-2	СКВ-3	СКВ-4	ДП автопром.
1	Основні робочі розміри, мм:					
	довжина	2750	2750	3500	3500	5720
	ширина	2550	2550	2680	2680	2890
	висота	7300	10480	10750	15250	13470
2	Кількість етажерок, шт.	18	26	28	35	9
3	Сушильна площа з однією полицею на етажерці, м ²	705	12,5	17,5	27,5	49,0
4	Те саме з двома полицями, м ²	15	25	35	55	98
5	Те саме з трьома полицями, м ²	22,5	37,5	52,5	82,5	147
6	Максимальне навантаження на одну етажерку, кг	400	350	350	300	–
7	Продуктивність, т/год	0,8	1,3	1,7	2,5	5,6
8	Максимальна температура сушіння, °С	300	300	300	300	300
9	Тривалість сушіння, год	0,3...2,0	0,5...3,0	0,5...3,0	0,7...4,5	1,0...5,0

Примітка. Сушарки можуть працювати на вугіллі, мазуті, газі або електроенергії і позначаються відповідно СКВВ, СКВМ, СКВГ, СКВЕ.

Розрахування кількості основного і допоміжного стрижневого устаткування. Для визначення завантаження основного технологічного устаткування стрижневого відділення стрижні розподіляють за технологічними групами і способами їх виготовлення (форма 19, табл. 5.90) і складають форму 20 (табл. 5.91), використовуючи дані табл. 5.71.

Форма 19

Таблиця 5.90

Розподіл стрижнів за технологічними групами і способами їх виготовлення

Група стрижнів за масою, кг	Середня маса стрижня, кг	Спосіб виготовлення	Кількість стрижнів, шт. (т)				
			за рік	на потоковій лінії ...	на потоковій лінії ...	на машині моделі ...	на машині моделі ...
...							
...							
...							
Усього							

Форма 20

Таблиця 5.91

Завантаження устаткування для виготовлення стрижнів

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Номер стрижня	Кількість стрижнів у ящику, шт.	Кількість знімань на річну програму, шт.	Тип стрижневої машини або лінії	Продуктивність машини або лінії, знімань за годину	Необхідна кількість стрижневих машин (ліній)	Площа сушильних плит на річну кількість стрижнів, м ²	Маса стрижнів на річну програму, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

На підставі даних форми 20 (табл. 5.91) складають форму 21 (табл. 5.92), яка відображає загальну характеристику стрижневого відділення.

Форма 21
Таблиця 5.92

Зведені дані по стрижневому відділенню

Параметр	Витрати стрижнів, кг		Методи виготовлення стрижнів			
	на одиницю литва	на річну програму	з твердненням в ящиках		з тепловим сушінням	оболонкові стрижні
			нагрітих	холодних		
Маса стрижня, кг						
Площа укладання стрижнів, м ²						
Кількість знімачь, шт.						

Кількість автоматичних або механізованих ліній для виготовлення стрижнів визначають за формулами:

– у випадку використання таких вихідних даних: кількості знімачь стрижнів на річну програму за масовими групами з урахуванням браку, кількості гнізд в ящику або поділення стрижня на частини:

$$\ddot{E}_{\bar{n}} = \frac{\hat{A}_{\zeta} K_i}{\hat{O}_{\bar{a}} q}$$

де V_3 — кількість знімачь, необхідних для виготовлення річної програми стрижнів з урахуванням браку, шт.; K_n — коефіцієнт нерівномірності виготовлення і використання стрижнів; q — продуктивність стрижневого автомата або машини, знімачь /год;

– у випадку використання проектної потужності потоку (групи за масою) виготовлення стрижнів, т/рік:

$$\ddot{E}_{\bar{n}} = \frac{\hat{A}_i 1000}{m K_{\zeta} \hat{O}_{\bar{a}} q},$$

де V_m — проектна потужність потоку виготовлення стрижнів, т/рік; m — маса стрижнів в одному ящику, кг; q — продуктивність лінії, знімань /год; K_3 — коефіцієнт завантаження лінії ($K_3 \leq 0,8$, але менший за K_3 устаткування формувального відділення).

Кількість стрижневих машин розраховують за формулою

$$\dot{I}_{\text{н}} = \frac{\hat{A}_c K_i}{(\hat{O}_{\text{а}} - t) q_c},$$

де V_3 — кількість знімань стрижнів на річну програму, які виготовляють на стрижневій машині, з урахуванням браку, кількості гнізд у стрижневому ящику або розділення стрижня на частини, шт./рік; t — утрати часу на заміну стрижневих ящиків протягом року, год; q_c — продуктивність машини, знімань/год.

На піскодувних машинах, обладнаних універсальними надувними плитами, ящик змінюють протягом 5...6 хв. Доцільніше змінювати ящики в неробочий час.

Мінімальна партія виготовлюваних стрижнів має забезпечувати безперервну роботу машини протягом 3...4 год. Визначаючи кількість стрижневих ліній або машин не слід плутати паспортну продуктивність з розрахунковою, оскільки в умовах серійного і, особливо, дрібносерійного виробництв значні втрати часу спричиняються частою зміною стрижневих ящиків і ручним видаленням стрижнів з них. Для цих випадків необхідно використовувати розрахункову продуктивність стрижневих машин за нормами, наведеними в табл. 5.75.

Для того щоб стрижнєве відділення не затримувало роботу формувальних дільниць коефіцієнт завантаження стрижневих ліній або машин має бути меншим або дорівнювати коефіцієнту завантаження формувального устаткування ($K_{3,c} \leq K_{3,\phi}$).

За наявності в стрижневому відділенні декількох типів технологічного устаткування результати розрахунку його кількості заносять у форму 22 (табл. 5.93). Для визначення потрібної кількості сушарок стрижні розподіляють за сушарками з урахуванням необхідного циклу сушіння і вибраного типорозміру сушарок.

Визначивши річну кількість стрижнів, габаритні розміри сушильних плит та їх площу з урахуванням кількості стрижнів на плиті (див. форму 17, табл. 5.72), розраховують потрібну кількість конвеєрних сушарок за формулою

$$C_{\text{ei i}} = \frac{StlK_i}{Fa\hat{O}_a L_e K_{\text{çai}}},$$

де S — площа сушильних плит на річну програму, m^2 ; t — тривалість одного циклу сушіння, год; l — відстань між етажерками, м; F — площа однієї полиці етажерки, m^2 ; a — кількість полиць на одній етажерці, шт.; L_k — загальна довжина конвеєра, м; $K_{\text{зап}}$ — коефіцієнт заповнення полиць етажерок ($K_{\text{зап}} = 0,6 \dots 0,8$).

Форма 22

Таблиця 5.93

Розрахунок кількості стрижневих ліній і машин

Група стрижнів	Дільниця стрижневого відділення	Потрібна кількість, шт.				Тип стрижневої лінії або машини	Продуктивність стрижневої лінії або машини		Кількість стрижневих ліній або машин		Коефіцієнт завантаження K_3
		стрижнів		знімань			т/год	знімань за год	за розрахунком	прийнята	
		за рік	за годину	за рік	за годину						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Примітка. Коефіцієнт завантаження устаткування визначають як відношення розрахованої його кількості до прийнятої.

Потрібну кількість камерних сушарок визначають з урахуванням циклу сушіння і визначеного типорозміру сушарок за формулою

$$C_{\text{ei i}} = \frac{StK_i}{F\hat{O}_a nK_{\text{çai}}},$$

де F — площа однієї етажерки, m^2 ; n — кількість етажерок в одній камері сушарки, шт.; $K_{\text{зап}}$ — коефіцієнт заповнення етажерок в камерній сушарці ($K_{\text{зап}} = 0,6 \dots 0,8$).

Результати розрахунків оформлюють за формами 23, 24, 25 і 26 (табл. 5.94 – 5.97).

Форма 23

Таблиця 5.94

Технічні характеристики сушарок для сушіння стрижнів

Тип і модель сушарки	Кількість етажерок у зоні сушіння, шт.	Робочі розміри полиць, мм	Площа полиць у зоні сушіння, м ²		
			одна полиця	дві полиці	три полиці
1	2	3	4	5	6

Форма 24

Таблиця 5.95

Розподіл стрижнів за сушарками та режимами сушіння

Режим сушіння		Сушарки		Маса стрижнів, т		Сушильна площа стрижнів, м ²		Кількість знімачів стрижнів, шт.	
температура, °С	тривалість, год	тип, модель	кількість	за годину	за рік	за годину	за рік	за годину	за рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Форма 25

Таблиця 5.96

Розрахунок кількості конвеєрних сушарок для сушіння стрижнів

Режим сушіння		Сушарки		Площа полиць у зоні сушіння, м ²	Пропускна здатність однієї сушарки ($K_{зап} = 0,7$), м ² /год	Сушильна площа стрижнів, м ²		Кількість сушарок		Коефіцієнт завантаження K_3
температура, °С	тривалість, год	тип, модель	кількість полиць на одній етажерці			за годину	за рік	за розрахунком	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Розрахунок кількості камерних сушарок для сушіння стрижнів

Група стрижнів за масою, кг	Річний об'єм стрижнів, м ³	Тип та модель сушарки	Тривалість одного циклу сушіння, год	Кількість циклів сушіння за рік	Коефіцієнт заповнення об'єму сушарок	Продуктивність сушарки, т/год	Коефіцієнт нерівномірності, K_n	Кількість сушарок		Коефіцієнт завантаження K_3
								за розрахунком	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

5.3.5. Допоміжні дільниці і склади в стрижневому відділенні

У структурі стрижневого відділення передбачають (у разі потреби) допоміжні дільниці — комплектування стрижнів, каркасну, виробництва CO₂ та склади зберігання добового запасу готових до використання стрижнів, стрижневих ящиків, а також допоміжних матеріалів.

Дільниця комплектування стрижнів призначена для виконання кінцевих операцій стрижневого відділення: зачищення частин стрижнів у кондукторах на шліфувальних верстатах, складання стрижнів, склеювання або скріплювання окремо виготовлених складових за конфігурацією частин стрижнів тощо. Приклад такої дільниці, розташованої на другому поверсі виробничої будівлі, показано на рис. 5.72.

Площу дільниці комплектування стрижнів визначають компонуванням устаткування та інвентарю з урахуванням норм на проходи і проїзди. Дільницю потрібно розташовувати в зоні дії основних піднімно-транспортних засобів стрижневого відділення. Крім того дільницю комплектування стрижнів необхідно додатково оснащувати місцевими транспортними засобами (рольгангами, стрічковими конвеєрами тощо) для організації високоефективних методів праці.

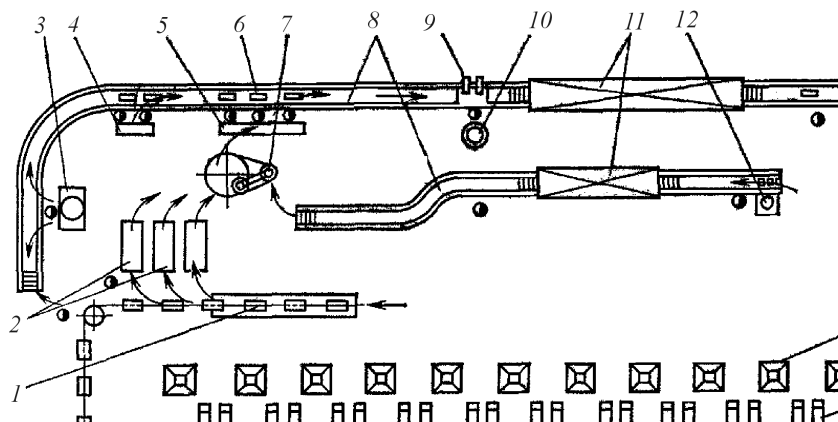


Рис. 5.72. Планування механізованої лінії виготовлення стрижнів зі швидкотвердних сумішей:

- 1 — люк для піднімання частини горизонтальної конвеєрної сушарки, розташованої на першому поверсі; 2, 5 — стелажі;
- 3, 7 — шліфувальні верстати; 4 — робочі місця; 6 — стрижні;
- 8 — рольганги; 9 — пристрій для складання стрижнів;
- 10 — піч для приготування цинкового розплаву; 11 — піч для підсушування стрижнів; 12 — бак для фарби; 13 — пост контролю якості стрижнів; 14 — ланцюговий підвісний конвеєр для транспортування стрижнів у формувальне відділення; 15 — бункери для суміші;
- 16 — стрижневі машини; 17 — люк для опускання частини конвеєра горизонтальної конвеєрної сушарки;
- 18 — конвеєрна чотириходовою сушарка

Каркасну дільницю обладнують верстакami, верстатами для виправлення, різання та гнуття дроту і виготовлення каркасів та жеробійок, постами зварювання каркасів, стелажами для готових каркасів тощо. Площу каркасної дільниці визначають за укрупненими показниками залежно від потужності цеху: якщо річний випуск виливків становить 10...20 тис. т, то площу беруть 15...20 м², а якщо 20...50 тис. т литва, то — 24...120 м².

У цехах виробництва великих виливків каркасну дільницю доповнюють площею, де методом відкритого формування в ґрунті виготовляють литі каркаси для стрижнів.

Дільницю виробництва CO₂ передбачають у випадках використання CO₂-процесу та за відсутності загальноцехової установки. Її площу розраховують за укрупненими показниками залежно від кількості установок: для однієї установки — 60 м², для двох — 108 м².

Склади зберігання добового запасу готових до використання стрижнів в умовах масового і великосерійного виробництва обладнують системою підвісних штовхальних конвеєрів, які дають змогу уникати перекладання і ламання стрижнів.

Площі складів готових стрижнів лімітують їх запасами, які в середньому дорівнюють 8 – 12-годинній потребі формувального відділення в стрижнях. Їх розраховують за нормативами (табл. 5.98).

Таблиця 5.98

Норми для розрахунку площ проміжних складів стрижнів і стрижневих ящиків

Об'єкт зберігання	Спосіб зберігання	Запас зберігання в календарних днях в умовах виробництва		Вантажно-напруженість корисної площі складів, т/м ²	Коефіцієнт використання корисної площі складів
		масового і великосерійного	серійного і дрібносерійного		
Стрижні: великі	На підлозі	0,5...1,0	1,0...1,5	0,45...0,75	0,30...0,40
середні	На стажерках і стелажках	0,2...1,0	1,5...2,0	1,20...1,50	0,35...0,45
дрібні	На підвісних етажерках	0,2...1,0	0,5...1,0	0,35...0,55	–
Стрижневі ящики: великі	На підлозі в штабелях	–	8,0...10,0	0,30...0,50	0,35...0,45
середні і дрібні	На піддонах і стелажках	8,0...10,0	15,0...20,0	1,70...2,00	0,30...0,35

За укрупненими показниками площі складів стрижнів беруть рівними 10...15 % площі стрижневого відділення.

В умовах серійного, дрібносерійного і одиничного виробництва площу складу для зберігання добового запасу стрижнів визначають за формулою

$$S_c = \frac{T16F_1K_1}{\dot{I}},$$

де T16 — добова кількість стрижнів (16 — час роботи дільниці протягом доби, тобто двозмінний режим, год), шт.; F_1 — площа, яку займає найбільший стрижень, м²; K_1 — коефіцієнт усереднення розмірів стрижня; П — поверховість зберігання стрижнів.

Значення параметрів F_1 , K_1 і П для стрижнів різної маси наведено в табл. 5.99.

Таблиця 5.99

Значення параметрів F_1 , K_1 і П для розрахунку площ зберігання готових до використання стрижнів

Параметр	Групи стрижнів за масою, кг						
	До 16	17...40	41...100	101...300	301...700	701...1700	Понад 1700
F_1	0,2	0,3	0,35	0,48	0,8	1,56	5,05
K_1	0,6	0,6	0,70	0,70	0,7	0,70	0,70
П	5,0	4,0	3,00	3,00	2,0	2,00	1,00

Сумарну площу складу з урахуванням проїздів і проходів визначають за формулою

$$S_{\text{ноі.но}} = S_{\text{но.но}} f_{\text{но}},$$

де $f_{\text{ст}} = 1,4$ — коефіцієнт, який враховує площі проїздів і проходів.

Склади для зберігання стрижневих ящиків в умовах масового і великосерійного виробництв обладнують багатоярусними стелажми, які обслуговують механізованими штабелеукладачами.

Площі складів для зберігання стрижневої оснастки визначають за нормативами (див. табл. 5.98) або за укрупненими показниками, які беруть рівними 8...12 % від площі стрижневого відділення.

В умовах серійного, дрібносерійного і одиничного виробництв площу складів для зберігання оснастки визначають за формулою

$$S_{c,y} = \frac{T16F_2K_1K_2K_3}{\dot{I}},$$

де T16 — добова кількість стрижневих ящиків, шт.; F_2 — площа, яку займає найбільший стрижневий ящик, м²; K_1 — коефіцієнт усереднення розмірів ящика; K_2 — коефіцієнт серійності литва; K_3 — коефіцієнт повторюваності стрижня; П — поверховість зберігання стрижневих ящиків.

Значення параметрів F_2 , K_1 , K_2 , K_3 і Π для стрижнів різної маси наведено в табл. 5.100.

Таблиця 5.100

Значення параметрів F_2 , K_1 , K_2 , K_3 і Π для розрахунку площ зберігання стрижневих ящиків

Параметр	Групи стрижнів за масою, кг						
	До 16	17...40	41...100	101...300	301...700	701...1700	Понад 1700
F_2	0,3	0,42	0,8	0,63	1,00	1,82	6,25
K_1	06	0,60	0,7	0,70	0,70	0,70	0,70
K_2	0,7	0,70	0,7	0,70	0,85	0,85	0,85
K_3	0,9	0,90	0,9	0,90	0,90	0,90	0,90
Π	5,0	4,00	3,0	3,00	1,00	2,00	2,00

Загальну площу складів для зберігання стрижневих ящиків з урахуванням проїздів і проходів визначають за формулою

$$S_{\text{саа}} = S_{\text{н.у}} f ,$$

де f — коефіцієнт, яким враховують проїзди і проходи (для стрижневих ящиків до 100 дм³ — 2; понад 100 до 700 дм³ — 1,5).

Комору для зберігання допоміжних матеріалів передбачають у тих стрижневих відділеннях, де використовують технології виготовлення стрижнів із хімічно твердих сумішей (ХТС, ШХТС, РСС), які готують безпосередньо на дільницях виробництва стрижнів.

У коморі зберігають синтетичні столи, каталізатори, розчинники тощо.

За укрупненими показниками площу комори визначають залежно від річного випуску виливків цехом: 15...20 м² — якщо річний випуск становить до 10 000 т литва; 30...40 м² — якщо 10 000...20 000 т і 50...60 м² — якщо 20 000...50 000 т придатних виливків.

Площу службового приміщення (кімнати майстрів) беруть рівною 15...20 м².

5.3.6. Вибір та організація транспорту в стрижневому відділенні

Високоєфективна робота формувального відділення можлива тільки тоді, коли чітко працює стрижневе відділення і транспорт, який доставляє стрижні до місць складання ливарних форм.

Для міжопераційного транспортування стрижнів, стрижневих ящиків та інших вантажів у стрижневому відділенні, а також для транспортування готових стрижнів зі стрижневого відділення у формувальне використовують стрічкові, роликові, підвісні вантажонесучі і штовхальні конвеєри, мостові крани, кран-балки тощо.

В умовах масового і великосерійного виробництва для транспортування стрижнів до місць складання форм частіше використовують підвісні конвеєри, які поділяють на вантажонесучі і штовхальні.

Траса підвісного конвеєра може бути горизонтально замкненою або мати складний профіль з підйомами, спусками і поворотами. Ці конвеєри прості за конструкціями і надійні в роботі.

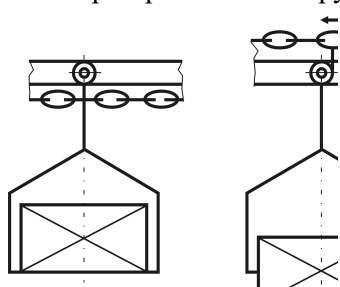


Рис. 5.73. Схеми підвісних конвеєрів:

- а – вантажонесучих;
- б – штовхальних

Вантажонесучі конвеєри (рис. 5.73, а) мають каретки з підвісками для вантажу, які постійно з'єднані з ланцюгом, а каретки штовхальних конвеєрів (рис. 5.73, б) не мають постійного з'єднання з ланцюгом і рухаються за допомогою спеціальних кулачків, які прикріплені до ланцюга. Ланцюг з каретками і кулачками рухається допоміжною підвісною колією, а візки з вантажем — основною колією.

У підвісних штовхальних конвеєрах, які легше автоматизувати (рис. 5.74), штовхальні каретки 1, які з'єднані з тяговим ланцюгом 4, рухаються рейковою колією 3 на роликах 2. Вантажні візки 5, які не з'єднані з тяговим ланцюгом, рухаються нижньою підвісною колією 6, що розташована під допоміжною.

До тягового ланцюга (в деяких конструкціях – до вантажних візків) прикріплені коливні упорні важелі 7, які упираються у вантажні візки 5 (або у виступи тягового ланцюга) і пересувають їх у заданому напрямку. Вантажні візки не з'єднані безпосередньо з тяговим ланцюгом, тому, за наявності перевідних стрілок на шляху

переміщення вантажних візків, можна вручну або автоматично відводити вантажні візки з основної колії на колію оброблення і потім знову повертати на основну трасу для подальшого переміщення. Це дає змогу об'єднати в одну автоматизовану систему окремі, навіть різні за ритмом роботи, транспортні й технологічні операції.

Однією з переваг підвісних штовхальник конвеєрів є можливість автоматичного обліку транспортних виробів кожного найменування незалежно від їх кількості. Облік можна здійснювати як у штуках, так і за масою.

Останнім часом використовують удосконалені системи підвісних штовхальник конвеєрів з автоматичним керуванням і адресуванням вантажу, що дає дозволяє механізувати трудомісткі роботи.

У дрібносерійному виробництві транспортування плит, стрижневих ящиків і готових до використання стрижнів здійснюють електрокранами, кран-балками та наземними електрифікованими візками.

Під час виготовлення стрижнів на лініях сама лінія являє собою замкнену систему транспортних засобів: для доставляння стрижнів у формувальне відділення організують адресні підвісні конвеєри, які транспортують стрижні в сушарку, на склад готових стрижнів та безпосередньо до місць складання ливарних форм. Стрижні із ХТС можна транспортувати на дільниці складання форм підвісним вантажонесучим конвеєром з підвішуванням стрижня за підйоми каркаса.

У двоповерхових ливарних цехах для транспортування стрижнів і оснастки з нижнього поверху на верхній використовують спеціальні ліфти.

Необхідну кількість мостових кранів для стрижневого відділення (рекомендована вантажопідіймність 5 і 10 т) визначають за нормативами (табл. 5.101).

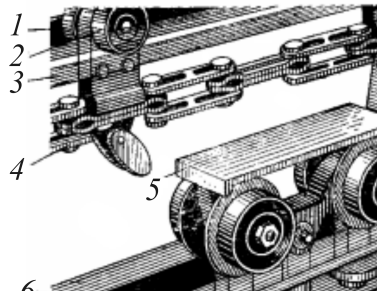


Рис. 5.74. Будава підвісного штовхального конвеєра:

- 1 – штовхальна каретка; 2 – ролик;
- 3 – допоміжна колія; 4 – тяговий ланцюг; 5 – вантажний візок;
- 6 – основна колія;
- 7 – упорний важіль

**Норми для визначення необхідної кількості мостових кранів
для обслуговування стрижневих відділень ливарних цехів**

Групи виливків за масою, кг	Норма краногодин на 1 т придатних виливків	Групи виливків за масою, кг	Норма краногодин на 1 т придатних виливків	Групи виливків за масою, кг	Норма краногодин на 1 т придатних виливків
50...250	0,55... 0,80	500...1000	0,75... 0,90	1000... 5000	1,0...1,2
100...500	0,65... 0,85			Понад 5000	
100...1000	0,70... 0,90	1000...2000	0,80... 1,00		

Примітка. Довжина дільниці, яку обслуговуватиме один кран, має бути не довшою ніж 20...25 м.

Необхідну кількість кран-балок, підвісних ланцюгових конвеєрів й іншого піднімально-транспортного устаткування визначають під час компонування стрижневого відділення залежно від виробничих обставин (кількості дільниць виготовлення стрижнів, типів технологічного устаткування тощо), а їх розташування і траси — з урахуванням потреби у створенні раціональних комплексно-механізованих потоків.

5.3.7. Розташування і компонування стрижневих відділень

Після розрахунку кількості технологічного устаткування визначають площі для його розміщення з урахуванням проходів, проїздів, допоміжних дільниць та складів і вибирають необхідні транспортні засоби.

Площу стрижневого відділення необхідно визначати з урахуванням таких рекомендацій:

- для технологічного устаткування площі вибирають за паспортними даними і нормами проходів і проїздів;
- розраховуючи за укрупненими показниками, площу відділення визначають за кількістю робочих місць: на одне місце — 6 м²

для виготовлення дрібних стрижнів; 8 м² — для середніх і 12 м² — для великих стрижнів;

– за умов виготовлення складних і особливо складних виливків (наприклад, автомобільна, тракторна галузі) площа стрижневого відділення має бути не меншою за 70...90 % площі формувального відділення (може бути однаковою);

– у ливарних цехах транспортного або важкого машинобудування — 30...60 % від площі формувального відділення;

– для виробництва виливків масою більшою ніж 100 кг площа стрижневого відділення має дорівнювати близько 70 % від площі формувального відділення.

Для механізованих ливарних цехів площі стрижневих відділень визначають компонуванням устаткування, плануванням робочих місць, розташуванням засобів транспорту з урахуванням площ допоміжних ділянок та складів, проїздів і проходів.

Стрижневі відділення розташовують у прогонах, розміри яких наведено в табл. 5.102.

Таблиця 5.102

Розміри прогонів будівель чавуноливарних і сталеливарних цехів для розташування стрижневих відділень

Індекс позиції	Маса виливків, кг	Ширина прогону, м	Висота до головки підкранової рейки, м	Висота до низу конструкцій перекриття, м
Масове і великосерійне виробництво				
1	Дрібні (до 10), середні (до 50) і великі (до 500)	18; 24	8,4	10,8
Серійне, дрібносерійне і одиничне виробництво				
2	Дрібні (до 100)	18; 24	8,4	9,6; 10,8
3	Середні (до 1000)			10,8
4	Великі (до 5000)	24		9,6
5	Важкі (до 20000)			
6	Особливо важкі (понад 20000)	24; 30		

Примітки: 1. Крок колон 6 або 12 м.

2. Висоту будівлі у місцях розташування вертикальних конвеєрних сушарок вибирають залежно від їх висоти.

Компонуючи стрижневі відділення необхідно враховувати такі рекомендації:

- для створення чіткої організації праці в ливарному цеху доцільно для кожного формувального відділення (дільниці) передбачати окреме самостійне стрижневе відділення (дільницю);

- для спрощення операції передавання стрижнів на дільниці складання форм у процесі виробництва виливків масою понад 500 кг стрижневе відділення (дільницю) необхідно розміщувати паралельно і поруч з формувальним відділенням (дільницею);

- технологічні потоки стрижневого відділення (дільниці) потрібно узгоджувати з технологічними потоками формувального відділення (дільниці);

- для створення максимально комфортних умов праці устаткування великих розмірів (сушарки, установки для приготування і роздавання РСС тощо) необхідно розташовувати біля стін, між колонами або в суміжних допоміжних прогонах;

- за умови виготовлення стрижнів із ХТС необхідно кожен стрижневу дільницю забезпечувати окремою установкою для приготування суміші.

Стрижневі відділення необхідно проектувати з урахуванням створення напрямлених найкоротших технологічних потоків з використанням однотипного стрижневого устаткування на окремих дільницях.

Приклади компоновки стрижневих відділень для різних типів виробництва виливків показано на рис. 5.75 – 5.77.

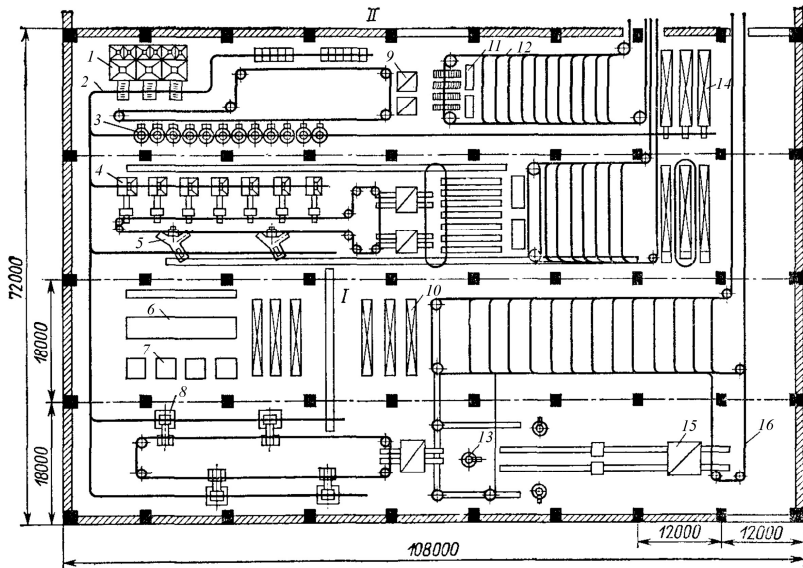


Рис. 5.75. Компонування стрижневого відділення в цеху великосерійного виробництва дрібних і середніх виливків:
 I — стрижневе відділення; II — формувальне відділення; 1 — змішувачі для приготування стрижневих сумішей; 2 — підвісна колія для транспортування стрижневої суміші до місць її використання;
 3 — піскострільні машини; 4 — піскодувні машини; 5 — стрижневі автомати;
 6 — столи для правлення арматури; 7 — прес для різання дроту;
 8 — стрижневі машини для виготовлення середніх стрижнів;
 9 — вертикальні конвеєрні сушарки; 10, 14 — стелажі для зберігання стрижневих ящиків; 11 — столи для контролю якості стрижнів;
 12 — склад готових до використання стрижнів; 13 — шліфувальні зачисні верстати; 15 — піч для підсушування пофарбованих стрижнів;
 16 — підвісний ланцюговий конвеєр для транспортування стрижнів у формувальне відділення

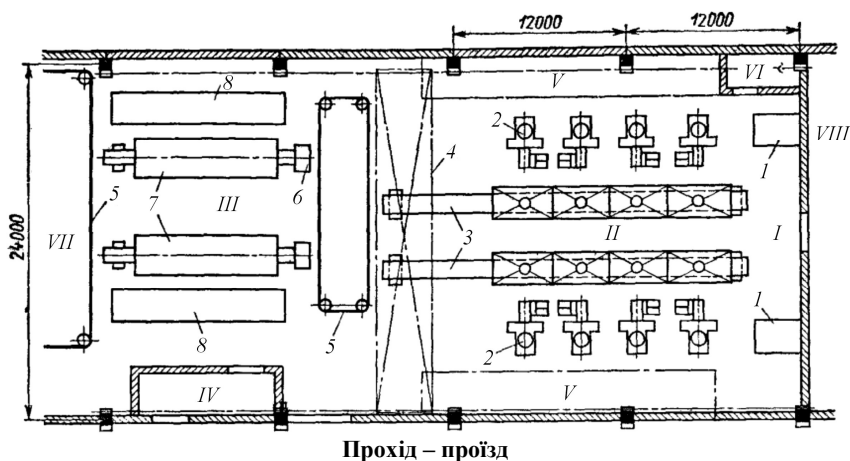


Рис. 5.76. Компонування стрижневого відділення для виробництва дрібних і середніх стрижнів з використанням гарячої оснастки:
I — дільниця приготування суміші; *II* — дільниця виготовлення стрижнів;
III — дільниця комплектування стрижнів; *IV* — кімната майстрів;
V — склад стрижневих ящиків; *VI* — комора допоміжних матеріалів;
VII — формувальне відділення; *VIII* — сумішоприготувальне відділення;
1 — сумішоприготувальні установки; *2* — піскодувні машини;
3 — стрічкові конвеєри з витяжними зонтами; *4* — мостовий кран;
5 — підвісний ланцюговий конвеєр; *6* — столи для доопрацювання і фарбування стрижнів; *7* — прохідні печі для підсушування пофарбованих стрижнів; *8* — стелажі для зберігання готових до використання стрижнів

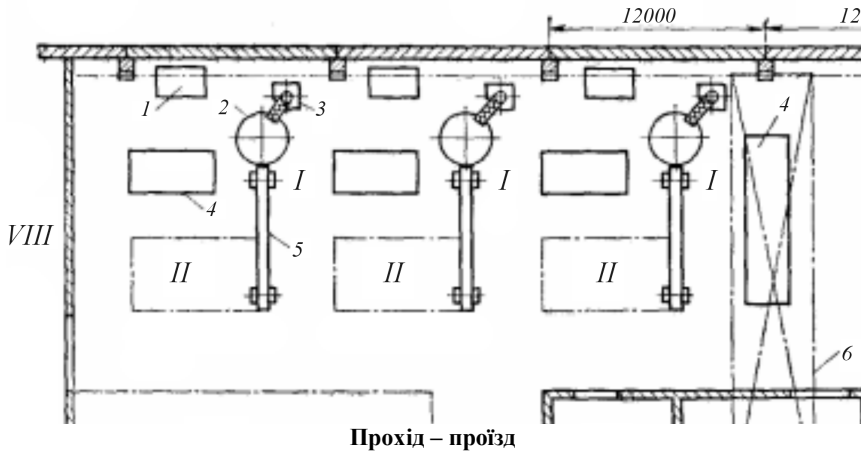


Рис. 5.77. Компонування стрижневого відділення в цеху серійного виробництва дрібних чавунних виливків:

I — дільниця виготовлення стрижнів із ХТС; *II* — дільниця фарбування стрижнів; *III* — комора для зберігання допоміжних матеріалів; *IV* — дільниця приготування протипригарних фарб; *V* — каркасна дільниця; *VI* — кімната майстрів; *VII* — дільниця зберігання стрижнів на рухомих етажерках; *VIII* — формувальне відділення; *IX* — сумішоприготувальне відділення; 1 — столи для виготовлення каркасів; 2 — поворотні столи; 3 — шнекові змішувачі; 4 — стелажі для зберігання стрижневої оснастки; 5 — стрічкові конвеєри; 6 — мостовий кран

5.3.8. Заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища

Специфічними умовами праці в стрижневих відділеннях, які негативно впливають на здоров'я робітників, є:

- інтенсивне тепловиділення на дільницях виготовлення стрижнів з використанням гарячих ящиків, сушіння і підсушування стрижнів;
- виокремлення газів під час сушіння стрижнів, виготовлених із сумішей, що містять органічні зв'язувальні компоненти;
- виокремлення парів синтетичних смол та каталізаторів на дільницях виготовлення стрижнів із ХТС;
- виокремлення кварцового пилу під час роботи піскодувних і піскострільних машин тощо.

У проєкті стрижневого відділення необхідно передбачати такі заходи для безпечних і сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці:

- упроваджувати сучасну схему місцевої вентиляції на дільницях приготування сумішей та виготовлення стрижнів з використанням гарячих ящиків: швидкість руху повітря в робочій зоні має бути більшою за 1 м/с;
- піскодувні і піскострільні стрижневі машини обов'язково забезпечувати системою місцевої витяжної вентиляції;
- у разі використання ХТС необхідно передбачати заходи, що попереджували б потрапляння токсичних смол і каталізаторів на слизові оболонки і шкіру робітників, які виконують технологічні операції приготування сумішей і виготовлення стрижнів;
- вибрати системи відбирання газів і тепла від сушарок;
- з урахуванням великої кількості вантажопотоків, у стрижневому відділенні вибрати достатню ширину проходів і проїзди відповідно до вимог нормативних документів;
- стрижневе відділення компонувати з обов'язковим урахуванням нормативних відстаней від стін і колон до устаткування;
- на початковій стадії проектування стрижневого відділення передбачати площі для розміщення устаткування загальнообмінної вентиляції.
- передбачати відсмоктування повітря від місць засипання і тверднення суміші;

5.4. Проектування сумішоприготувального відділення

Формувальні та стрижневі суміші — основні компоненти технологічного процесу виробництва виливків у разових піщаних формах.

Рецептура і властивості сумішей залежать від таких чинників:

- технологій виготовлення форм і стрижнів;
- роду металу (сплави на основі заліза або кольорових металів);
- конфігурації литої деталі;
- маси вилівка та товщини його стінок;
- умов заливання форм;
- вимог до шорсткості поверхні виливків тощо.

Послідовність проектування сумішоприготувального відділення:

- проаналізувати класифікацію формувальних і стрижневих сумішей і вибрати оптимальні їх рецептури, які забезпечуватимуть виробництво високоякісних виливків;
- визначити річні обсяги формувальних і стрижневих сумішей, необхідних для виконання виробничої програми цеху;

- проаналізувати і вибрати технології підготовки оборотної суміші для повторного використання;
- вибрати найефективніші технологічні процеси приготування формувальних і стрижневих сумішей;
- вибрати і розрахувати основне й допоміжне технологічне устаткування, яке забезпечуватиме приготування сумішей високої якості;
- виконати технологічне планування сумішоприготувального відділення з урахуванням відповідних рекомендацій;
- розробити заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища.

5.4.1. Сучасні класифікація та рецептури формувальних і стрижневих сумішей

Класифікація сумішей. Основна мета класифікації формувальних і стрижневих сумішей полягає у визначенні їх загальних ознак, що дає змогу систематизувати знання з різних аспектів використання і прогнозувати подальше їх удосконалення, а обирати найбільш придатний клас сумішей для конкретних умов виробництва виливків. Перед вибиранням рецептури формувальних або стрижневих сумішей доцільно розглянути їх класифікацію.

Залежно від способу приготування розрізняють *природні* і *синтетичні* суміші. Природні суміші містять велику кількість шкідливих домішок та глину низької якості, а тому вони придатні тільки для виготовлення дрібних виливків із чавуну та сплавів на основі кольорових металів.

Залежно від використання суміші поділяють на такі:

1) *сирі глинясті суміші малої міцності*. Кінцевої міцності набувають на моделі під час формування і надалі не піддають зміцненню. Використовують для виготовлення виливків масою до 100 кг, інколи (тонкі стінки виливка) — до 250 кг;

2) *суміші середньої міцності* – початкової міцності набувають на моделі, кінцеву — внаслідок теплового оброблення (сухі, підсушені). Використовують для виготовлення виливків будь-якої конфігурації масою понад 250 кг. Потребують тривалого теплового зміцнення форм, при цьому може змінюватися їх геометрія;

3) *самотвердні суміші високої міцності* — набувають необхідної міцності на моделях унаслідок хімічних процесів (РСС, ПСС, для CO₂-процесу, ХТС).

Суміші інтенсивно витісняють сухі піщано-глинясті, використовувані для виготовлення середніх і великих виливків, для яких необхідні форми підвищеної міцності.

Залежно від призначення суміші поділяють на ***облицьовувальні, наповнювальні та єдині***.

Найвищі вимоги ставлять до облицьовувальних сумішей, оскільки вони безпосередньо контактують з рідким металом.

В умовах масового і великосерійного виробництва дрібних виливків використовують ***єдину*** суміш незважаючи на те, що вона дорожча від облицьовувальної разом із наповнювальною.

Проте це нівелюється спрощенням технологій приготування єдиної суміші, виготовлення якісних форм та поновлення властивостей оборотної суміші.

За умови використання облицьовувальної суміші товщина її шару на моделях має приблизно дорівнювати товщині стінки виготовлюваного виливка.

Використання сирих глинястих сумішей забезпечує найвищу продуктивність формувального устаткування і високу точність відбитка моделі.

Основні компоненти глинястих сумішей – оборотна суміш, свіжий кварцовий пісок і головний зв'язувальний компонент (бентоніт або формувальна глина) – забезпечують порівняно низьку вартість формувальних сумішей.

Зміцнювані суміші середньої міцності поділяють на облицьовувальні і наповнювальні. Суміші цієї групи використовують переважно для виготовлення сухих і підсушених форм, тобто таких, у яких висушують тільки поверхневий шар облицьовувальної суміші.

Сухі форми придатні для виготовлення будь-яких виливків, а підсушені — тільки для виливків масою не більшою ніж 1000 кг і таких, що не мають масивних частин. Але використання таких форм суттєво скорочує загальний цикл виробництва середніх і великих виливків. Сирі глинясті і зміцнювальні суміші середньої міцності можна транспортувати стрічковими конвеєрами на великій відстані до місць виготовлення форм, а отже, і готувати їх у сумішоприготувальному відділенні.

Формувальні самотвердні суміші (РСС, ХТС) не можуть забезпечувати високу продуктивність устаткування через тривалість процесу хімічного зміцнення, але забезпечують високу міцність форми, точний відбиток моделі і хорошу якість поверхні виливка.

З усіх видів хімічних зв'язувальних компонентів найтехнологічнішими є різні синтетичні смоли, оскільки вони миттєво руйнуються під дією гарячого металу і сприяють легкому видаленню суміші разом з виливками із форми. Окрім того, оборотна суміш легко регенерується.

Стрижневі суміші перебувають в більш важких умовах, ніж формувальні, оскільки вся робоча поверхня стрижня контактує з рідким металом, при цьому піддається дії високих температур і тиску.

До складу стрижневих сумішей входять більш дорогі й дефіцитні компоненти, а тому і суміші дорожчі від формувальних.

Стрижневі суміші також поділяють на дві групи:

– **зміцнювані суміші середньої міцності**, які набувають необхідної міцності в процесі теплового оброблення.

Усі зміцнювані суміші середньої міцності готують у сумішо-приготувальному відділенні і транспортують до робочих місць виготовлення стрижнів у спеціальній тарі різними транспортними засобами;

– **самотвердні стрижневі суміші високої міцності**, які за рецептурою і властивостями аналогічні формувальним сумішам такої самої групи.

У табл. 5.103 наведено більш розгорнуту класифікацію формувальних і стрижневих сумішей з урахуванням класифікаційних ознак і призначення.

Таблиця 5.103

Класифікація формувальних і стрижневих сумішей

Класифікаційні ознаки		Різновиди сумішей
Призначення	За видом сплаву	Для виливків із сталей, чавунів та сплавів на основі кольорових металів
	За габаритами та масою виливка	Для великих, середніх і дрібних
	За характером виробництва	Для одиничного, дрібно-серійного, серійного, великосерійного та масового
	За технологічною ознакою	Єдина, облицьовувальна, наповнювальна

Класифікаційні ознаки		Різновиди сумішей
	За способом формоутворення	Для пресування, струшування з допресуванням, віброуцільнення, піскодувного та піскострільного методів, засипання на оснастку, занурювання оснастки
Тип наповнювача	Кварцовий пісок, шамот, хроміт, хромомагнезит, магнезит, циркон, дистен-силіманіт	Піщана, шамотна, хромітова, хромомагнезитова, магнезитова, цирконова, дистен-силіманітова
Тип зв'язувального компонента за природою походження	Неорганічні: бентоніт глина рідке скло цемент металофосфати гіпс вода Органічні неводні: оливи олії кубові залишки смоли (органічні водні) смоли лігносульфонати меляса полівініловий спирт Орґано-мінеральні: етилсилікат	Бентонітові глинясті рідкоскляні, лужносилікатні цементні фосфатні гіпсові заморожувані З оливою з оліями з оливою смоляні смоляні лігносульфонатні мелясні полівінілспиртові Керамічні
За агрегатним станом	рідкі тверді	З рідкими зв'язувальними компонентами З твердими зв'язувальними компонентами

Класифікаційні ознаки		Різновиди сумішей
Тверднення в контакт з оснасткою	холодною гарячою поза оснасткою	холоднотвердні теплого зміцнення теплого сушіння
Агрегатний стан затверджувача	газоподібний рідкий твердий	Для CO ₂ та SO ₂ – процесів із складними ефірами цементні, гіпсові, фосфатні, рідкоскляні з γ -2CaO·SiO ₂
Реологічні параметри		Сипкі, пластичні, рідкотекучі
Санітарно-гігієнічна оцінка		Нетоксичні, токсичні

Урахування всіх наведених у таблиці класифікаційних ознак дає змогу характеризувати суміші як за призначенням, так і за їх специфічними особливостями та методами формоутворення, що полегшить вибір сумішей.

Рецептури формувальних і стрижневих сумішей. Для виготовлення сирих ливарних форм на автоматичних пресових лініях в умовах масового і великосерійного виробництва дрібних сталевих і чавунних виливків використовують **піщано-бентонітові** суміші, рецептури яких наведено в табл. 5.104.

Піщано-бентонітові суміші цього класу використовують і як облицьовувальні під час виготовлення форм для середніх за масою і габаритами виливків на струшувальних машинах з допресовуванням.

Єдині піщано-бентонітові суміші найбільшою мірою відповідають вимогам щодо міцності, забезпечують високопродуктивну роботу автоматичних пресових ліній безопокowego формування і зберігають геометричні розміри робочої порожнини форми під час як транспортування, так і заливання металом. Для цих сумішей використовують найбільш кондиційні зв'язувальні компоненти і наповнювачі. Для стабілізації вологості в суміші додають крохмаліт, для пластифікації і підвищення міцності поверхні форми — лігносульфонати технічні, а як окиснювач для усунення пригару — Na₂SO₄ разом з Fe₂O₃.

Таблиця 5.104

Рецептури та властивості піщано-бентонітових сумішей для формування «по-сирому»

Призначення		Компоненти суміші, %						Властивості суміші				
За методом формотворення	За масою виливків, кг	Кварцовий пісок		Оборотна суміш	Бентоніт	Добавки			Газопроникність, од.	Міцність, МПа		Вологість, %
		Марка	Кількість			Марка	Кількість	Найменування		Кількість	на стискування у вологому стані	
Єдина для автоматичних пресових ліній	Менше 100	1К ₁ О ₁ 016 2К ₂ О ₂ 02	5...8	92...95	П1Т1А	1,2...2,0	крохмаліт	0,05...0,10	Понад 70	0,16...0,2 1	0,002	3,1...3,5

8/8

Єдина для формування струшунням з допресовуванням	Менше 500	1K ₁ O ₁ 025 2K ₂ O ₂ 03	5...7	88...92	ПТ ₁ A С2Т ₂ A	2,5...4,0	крохмаліт	0,04...0,08	Понад 100	0,05...0,07	0,002	3,5...4,0
---	-----------	---	-------	---------	---	-----------	-----------	-------------	-----------	-------------	-------	-----------

Закінчення табл. 5.103

Призначення	Компоненти суміші, %							Властивості суміші				
	Облицювальна для формування струшунням з допресовуванням	Більше 500	1K ₁ O ₁ 025 2K ₂ O ₂ 03	16...52	40...75	ПТ ₁ A ПТ ₂ A	6,0...12,0	ЛСТ	0,5...1,2	Понад 100	0,04...0,07	0,002
100				—	ПТ ₁ A ПТ ₂ A	10,0	Na ₂ SO ₄ Fe ₂ O ₃ (гематит)	1,0 0,35	70...120	0,05...0,07	0,002	4,5...5,3

67С

Для підтримування властивостей сумішей на високому рівні в їх рецептури додають свіжий пісок та бентоніт. Свіжий пісок компенсує зменшення зернової основи оборотної суміші внаслідок розтріскування піщинок під дією тепла рідкого металу, а бентоніт — ту її частину, яка перетворюється в шамот і втрачає зв'язувальні властивості.

Для забезпечення необхідної газопроникності вміст глинястої складової в суміші не повинен перевищувати 10 %.

Рецептури *піщано-глинястих* сумішей для виготовлення і використання сирих форм наведено в табл. 5.105.

Принципова різниця цих сумішей порівняно з бентонітовими — це використання більш термостійких глин — каолінових та каоліно-гідрослюдицих. Проте зв'язувальні властивості їх нижчі, тому загальний вміст глинястої складової переважно в межах 10...13 %.

Рецептури піщано-глинястих сумішей для виготовлення форм, зміцнюваних тепловим сушінням, наведено в табл. 5.106.

Суміші цього класу використовують під час виробництва великих виливків з вуглецевих і легованих сталей та чавунів усіх класів.

Форми сушать для підвищення їх міцності (форма повинна протистояти металостатичному напору рідкого металу) та зменшення газотвірної здатності суміші (для попередження появи у виливках дефектів газового походження).

Перед сушінням форми фарбують водними протипригарними покриттями.

З економічного огляду для виготовлення великих форм доцільно застосовувати не єдині формувальні суміші, а використовувати облицьовувальні (більш дорогі) та наповнювальні суміші (значно дешевші), хоча цей варіант ускладнює процеси формоутворення.

Для усунення хімічного пригару на великих виливках із вуглецевих і, особливо, із легованих сталей використовують суміші з більш термостійкими наповнювачами, ніж кварцові піски (хроміт або циркон), і які не змочуються сталлю та її оксидами.

Вологість облицьовувальних і наповнювальних сумішей для формування «по-сухому» значно вища, ніж аналогічних сумішей для формування «по-сирому».

Це зумовлено тим, що суміші після приготування більш тривалий час перебувають в роботі (великі форми, менш продуктивні процеси формоутворення) і висихають, що знижує поверхневу міцність форм, особливо в її зовнішніх кутах.

Таблиця 5.105

Рецептури та властивості піщано-глинястих сумішей для формування «по-сирому»

Призначення	Компоненти суміші, %						Властивості сумішей			Загальний вміст глини, %
	кварцовий пісок		оборотна суміш	глина	добавки		газопро- ник- ність, од.	міцність на стиску- вання у вологому стані	воло- гість, %	
	зерно- ва група	кіль- кість			най- ме- ну- ванн я	кіль- кість				
Єдина для ви- ливіків масою меншою за 100кг	016, 02	6,5...8,0	92...90	1,0...1, 5	ЛСТ	0,5...1,0	80...100	0,03...0,05	3,4...4,5	8...10
100...500	025	9,5...16,5	80...88	2...3	ЛСТ	0,5	100...12 0	0,04...0,06	4,0...5,0	10...12
Облицьовува- льна для вили- вків ма-сою меншою за 100 кг 100...500 понад 500	016, 02	16,5...53, 0	80...40	3...6 4...8	ЛСТ	< 0,5	80...100 100...12	0,03...0,05	3,5...5,0	8...10
	02	20,5...51, 5	75...40	6,0...8, 5	ЛСТ	< 0,5	0	0,04...0,06	4...5	10...12
	02, 03	33,5...51	60...40		ЛСТ	< 0,5	100...13 0	0,05...0,07	4,5...5,5	11...13
Облицьовува- льна податлива	02, 03	12,5...45, 5	40...80	4...9	дере- вна тирса, ЛСТ	2,0...4,0 1,5	70...100	0,035...0,0 6	5,0...7,0	12...14

Наповнювальна	02, 03	2,5...2,7	95...97	0,3...0,5	–	–	Понад 80	Понад 0,02	3,5...5,5	10...13
---------------	--------	-----------	---------	-----------	---	---	----------	------------	-----------	---------

Таблиця 5.106

Піщано-глинясті суміші для формування «по-сухому»

Призначення	Компоненти суміші, %						Властивості сумішей				Загальний вміст глини, %
	кварцовий пісок		оборотна суміш	глина	домішки		газопроникність, од.	міцність, МПа		вологість, %	
	зернова група	кількість			найменування	кількість		на стискування у вологому стані	на розривання у сухому стані		
Облицьовувальна за маси вилівка: < 5000 кг > 5000кг	025 025, 03	15,5...50,5 33,0...49,5	40...80 40...60	4,0...9,0 6,5...9,0	ЛСТ ЛСТ	< 0,5 0,5...1,5	70...100 100...120	0,05...0,07 0,05...0,07	0,08...0,12 0,1...1,5	5...7 5...8	12...14 12...14
Облицьовувальна хромітова	–	–	–	–	Хроміт ЛСТ	97 3	0	0,05...0,06	Понад 0,6	5...6	–
Облицьовувальна з пілоподібним кварцом	025, 03	70,0	–	10,0	Пилоподібний кварц	20	Понад 50	0,055... 0,065	–	6...7	12...15
Облицьовувальна цирконова	025	65,0...70,0	–	2,0... 5,0	ЛСТ цирконовий пісок	2...3 25...95	40...130	0,03... 0,045	–	3...5	–
Наповнювальна	025, 03	3,0...3,4	94...96	0,4... 0,6	–	–	Понад 70	0,035... 0,045	–	5...7	–

382

	025, 03	0,0...4,5	81,5...86,5	0,0... 0,3	Деревна тирса	13,5	Понад 70	0,03... 0,045	–	7...8	–
--	------------	-----------	-------------	---------------	------------------	------	-------------	------------------	---	-------	---

Піщано-цементні суміші (табл. 5.107) використовують як формувальні та стрижневі для виготовлення великих форм і стрижнів в умовах одиничного та дрібносерійного виробництв сталевих і чавунних виливків. Зв'язувальним компонентом для цих сумішей є портланд-цемент марок 400 і 500. Суміші відносять до холоднотвердних з повільним твердненням. Тверднення цементних сумішей відбувається внаслідок утворення гідросилікатів кальцію з перенасиченого цементного розчину через зростання їх між собою.

Таблиця 5.107

Склад і властивості пластичної самотвердної піщано-цементної суміші

Компоненти суміші, мас. час.					Властивості суміші			
кварцовий пісок	портланд-цемент марок 400, 500	патока	CaCl ₂	вода	газопроникність, од.	міцність на стискання, МПа		термін витримування до видалення моделі із форми, год
						через одну годину	через 24 години	
90...92	8...10	3	0,3...0,5	4...5	200...300	0,015	0,7...0,9	2...3

Швидкість тверднення піщано-цементних сумішей підвищують додаванням до їх складу глиноземного цементу, патоки, CaCl₂, Fe₂SO₄, а для підвищення вибиваності — ЛСТ (до 2,5 %).

За такої кількості ЛСТ суміші стають пластичними, а після додавання 9...11 % — переходять в рідкотекучий стан. На практиці використовують обидва варіанти сумішей.

Перевагою їх порівняно із сумішами теплового зміцнення є зниження енерговитрат на виготовлення форм і стрижнів, а порівняно з рідкоскляними – краща вибиваність з виливків унаслідок руйнування кристалогідратів теплом рідкого металу.

Проте внаслідок повільного тверднення та значного вмісту цементу (до 12 %) ці суміші менш перспективні порівняно із сумішами з рідким склом або з іншими зв'язувальними компонентами.

Піццано-фосфатні суміші (табл. 5.108) використовують у процесі виробництва виливків зі сплавів на основі заліза та кольорових металів незалежно від товщини стінок і їх маси. Виливки майже не мають дефектів типу піщаних і газових раковин, просіків, тріщин, пригару.

Таблиця 5.108

Рецептури і властивості залізофосфатних та магнієфосфатних холоднотвердних сумішей

Компоненти суміші, мас. час.			Властивості суміші		
наповнювач	затверджувач	H ₃ PO ₄ (60%-й розчин)	живучість, хв	міцність на стискання, МПа, через год	
				через одну год	через 24 год
Кварцовий пісок – 92	Трифолін – 4,5	3,5	20	1,5	3,9
Цирконовий концентрат – 97	Плавлений магnezит – 1,1...1,3	2,0...2,2	35	≥ 0,7	≥ 5,0
Кварцовий пісок – 90	Хромомagneзит – 8...10	4...5	10...15	2,5...3,0	≥ 5,0

У разі використання магнієфосфатних зв'язувальних компонентів на кварцовій основі без пригару можна виготовляти сталеві виливки з товщинами стінок до 180 мм. Характерною особливістю фосфатних зв'язувальних компонентів є їх знеміцнення під час нагрівання до 150...180 °С, що забезпечує фосфатним сумішам легку вибиваність. Фосфатні суміші є екологічно чистими, оскільки на всіх стадіях їх використання токсичні речовини не виокремлюються.

Ці суміші раціонально використовувати під час виготовлення різних за масою, габаритами і товщинами стінок виливків із усіх сплавів на основі заліза в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. Магнієфосфатні суміші більш термостійкі, ніж залізофосфатні, тому їх використовують під час виготовлення товстостінних сталевих виливків (до 300 мм і більше).

Рідкоскляні формувальні та стрижневі суміші. Характерною ознакою цього класу сумішей є їх повна гама за способами тверднення (нагріванням, продуванням вуглекислим газом, порошкоподібними або рідкими затверджувачами) та реологічними властивостями (сипкі, пластичні, рідкотекучі). Тверднення суміші в оснастці дає змогу підвищити геометричну точність форм і стрижнів, знизити припуски на механічне оброблення виливків, а нетоксичність, доступність і дешевизна рідкого скла сприяють подальшому вдосконаленню рецептур сумішей та їх використанню.

Застосування рідкоскляних сумішей під час виробництва сталевих виливків має ще й таку перевагу: на виливках утворюється пригарна кірка, яка легко відокремлюється від поверхні, внаслідок чого часто використання протипригарних фарб стає зайвим.

Рецептури рідкоскляних сумішей наведено в табл. 5.109, а їх властивості (під тими ж номерами) — у табл. 5.110.

Суміші з органічними неводними зв'язувальними матеріалами. До цих сумішей належать такі, в яких зв'язувальними компонентами є матеріали, що не розчиняються у воді, а їх тверднення досягається тепловим сушінням форм або стрижнів поза формувальною оснасткою, при цьому зв'язувальний компонент знає незворотних структурних перетворень.

Такі суміші використовують для виготовлення дрібних і середніх виливків із будь-яких сплавів в умовах дрібносерійного і серійного виробництва. Вони характеризуються низькою гігроскопічністю, достатньою термостійкістю для виготовлення відносно тонкостінних і якісних виливків із вуглецевих і легованих сталей, мають високі податливість і вибиваність.

Рецептури, властивості та температури сушіння сумішей з органічними неводними зв'язувальними компонентами наведено в табл. 5.111. Наведені в цій таблиці суміші часто використовують як стрижневі для виготовлення стрижнів першого та другого класів складності у процесі виробництва тонкостінних сталевих виливків.

Суміші мають невелику міцність у сирому стані, що надає їм значної текучості, тому вони розраховані на піскодувний та піскострільний методи формоутворення, а також придатні для машинного та ручного ущільнювання.

Стрижні обов'язково на сушильних плитах. Оскільки суміші не гігроскопічні, тому після встановлення виготовлених з них стрижнів у сирі форми не лімітується час витримання форм перед заливанням їх металом.

Таблиця 5.109

Рецептури рідкоскляних сумішей

Номер суміші	Призначення та реологічний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.					
		кварцовий пісок	спеціальні домішки		рідке скло та його характеристика	затверджувач	
			найменування	кількість		найменування	кількість
1	Для великих виливків з високолегованих сталей, пластична	хромомангезит 100	NaOH (10%-й розчин)	1,5	7,0 (M = 2,61...3,0; $\gamma = 1480...1500$ кг/м ³)	Тепло	–
2	Для форм та стрижнів при виготовленні сталевих виливків, пластична	100	NaOH (10%-й розчин)	0,5...1,5	5,0...7,0 (M = 2,61...3,0; $\gamma = 1480...1500$ кг/м ³)	CO ₂	–
3	Для стрижнів сталевих виливків, пластична	95...97	Азбест NaOH ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	3,0...5,0 0,5...1,5	4,0...6,0 (M = 3,0...3,2; $\gamma = 1480$ кг/м ³)	CO ₂	–
4	Те саме	96...97	–	–	3,5...4,0 (M = 2,61...3,0; $\gamma = 1480...1500$ кг/м ³)	Ферохромовий шлак + CO ₂	3,0...4,0
5	Для форм та стрижнів сталевих виливків, пластична	97,4	NaOH ($\gamma = 1100...1250$ кг/м ³)	0,7	7,3 (M=3,0...3,2; $\gamma = 1480$ кг/м ³)	Нефеліновий шлак	2,6

Номер суміші	Призначення та реологічний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.					
		кварцовий пісок	спеціальні домішки		рідке скло та його характеристика	затверджувач	
			найменування	кількість		найменування	кількість
6	Те саме	90...94	Глина NaOH ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	2,0...4,0 0,5...1,5	6,0...8,0 (M = 2,6...3,0; $\gamma = 1480...1500$ кг/м ³)	Ферохромовий шлак	4...6
7	Те саме, сипка	100	–	–	3,5 (M = 2,3...2,4; $\gamma = 1470...1490$ кг/м ³)	Пропіленкарбонат	0,35
8	Те саме	100	–	–	3,0...4,0 (M = 2,4; $\gamma = 1400$ кг/м ³)	ГАРТ-АЕГ	0,3...0,4
9	Те саме, рідкотекуча	100	ПАР – назву та кількість не повідомляють	3,0 (M = 2,5; $\gamma = 1500$ кг/м ³)	Альдегід K21	Те саме	0,42...0,75
10	Те саме, рідкотекуча	95	Замочувач НБ, або КЧНР	0,1...0,15	8,0 (M = 2,7...3,0; $\gamma = 1320$ кг/м ³)	Ферохромовий шлак	5,0

Номер суміші	Призначення та реологічний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.					
		кварцовий пісок	спеціальні домішки		рідке скло та його характеристика	затверджувач	
			найменування	кількість		найменування	кількість
11	Те саме, пластикна, для гарячих ящиків	Марка піску K ₁ O ₃ 03 100	Глина ПАР УЛЗ-90	2,0...2,5 0,04 1,0...1,5	2,5...3,0 (M = 1,5; γ = 1500 кг/м ³)	Тепло	–
12	Те саме, пластикна для гарячих ящиків	100	Глина ПАР УЛЗ-90	1,5...2,0 0,1 1,0...1,5	3,0...3,5 (M = 1,5; γ = 1500 кг/м ³)	Те саме	–
13	Те саме, пластикна із синтезом зв'язувального компонента в гарячій оснастці	100	Глина УЛЗ-90 ПАР NaOH (γ = 1170 г/м ³)	3,0...5,0 3,0...4,0 0,05 3,5...6,0	–	– // –	–
14	Те саме, рідкотекуча із синтезом зв'язувального компонента в гарячій оснастці	100	Глина УЛЗ-90 ПАР NaOH (γ = 1400 г/м ³)	1,5...2,0 1,5...2,0 0,1 1,5...2,0	–	– // –	–

Таблиця 5.110

Властивості рідкоскляних сумішей

Номер суміші	Міцність, МПа						на розривання після сушіння	Вологість, %	Газопроникність, од.	Обсипання, %	Живучість, хв
	на стискання										
	у початковому стані	після продування CO ₂	після твердіння, год								
			1	2	3	24					
1	0,020...0,022	–	–	–	–	–	3,0	4,8...5,5	50...70	–	Понад 24 год
2	0,040...0,047	–	–	–	–	–	–	3,0...4,5	Понад 200	–	–
3	0,01...0,02	1,2...1,3	–	–	–	–	–	3,5...4,0	150	5,0	Понад 24 год
4	–	0,8...1,3	1,2	1,00...1,25	–	1,5... 2,0	–	2,3...2,4	100	0,2...1,0	15...30
5	0,005	–	–	0,4	0,5	1,4	–	3,6...4,0	140	0,2	30
6	0,02...0,04	–	0,1...0,15	0,2...0,3	0,3...0,4	0,8...1,0	–	3,6...4,0	120	–	10...20
7	–	–	1,0...1,8	–	1,6...2,8	3,0...4,5	–	–	–	0,2...0,3	3...14

Закінчення табл. 5.110

Номер суміші	Міцність, МПа							Вологість, %	Газопроникність, од.	Обсипання, %	Живучість, хв
	на стискання						на розривання після сушіння				
	у початковому стані	після продування CO ₂	після твердіння, год								
			1	2	3	24					
8	–	–	0,2...0,4	0,4...0,7	0,5...0,8	0,8...1,3	–	–	Понад 200	0,2...0,3	5...20
9	–	–	0,15...0,2	0,2...0,3	0,3...0,5	0,6...0,8	–	5,0...6,0	100...300	–	5...7
10	–	–	0,5...1,5	–	–	1,7...2,0	–	1,5	–	–	5...10
11	0,004	–	–	–	–	–	1,5...2,0	3,0...4,0	170	0,2	Понад 12 год
12	–	–	–	–	–	–	1,5...2,0	4,0...5,0	–	–	5
13	0,004	–	–	–	–	–	2...3,0	–	130	0,2	Понад 24 год
14	–	–	–	–	–	–	1,5...2,0	5...6	–	–	5

Таблиця 5.111

**Склад, властивості та температури сушіння сумішей
з неводними зв'язувальними матеріалами**

Найменування інгредієнтів та їх вміст у суміші, мас. час.			Властивості			Температура сушіння, °С
пісок 1К ₁ О ₁ 02	зв'язувальний матеріал	вода	міцність, МПа		газопроникність, од.	
			на стискання в сирому стані	на розривання в сухому стані		
98,5	Льняна олія 1,5...2,5	1...3	0,003... 0,005	0,7...1,0	130...150	200...220
98,5	Оліфа натуральна 1,5...2,5	3	0,003... 0,005	0,7...1,0	130...150	200...220
98,0	Оліфа оксоль 2,0	2	0,003... 0,005	0,7...0,9	130...150	200...220
100,0	4ГУ 1,5...2,5	1...3	0,003... 0,006	0,7...1,0	130...150	180...220
100,0	Кубовий залишок 2,0...3,0	—	0,006... 0,008	0,7...0,8	≥ 150	220...240

Суміші з органічними зв'язувальними компонентами, які тверднуть у гарячій оснастці. Цей різновид сумішей подано гамою зв'язувальних компонентів, що обумовлено вимогами до підвищення їх термостійкості. До таких зв'язувальних компонентів належать фенолоформальдегідні смоли. Характеристикою термостійкості смол є утворення коксу під час їх термодеструкції, який виявляє зв'язувальні властивості внаслідок утворення коксового скелета. За цим показником фенолоформальдегідні смоли посідають провідне місце (60 % коксу). Приклади сумішей з фенолоформальдегідними смолами для виробництва сталевих виливків наведено в табл. 5.112.

Типові рецептури цих сумішей наведено в табл. 5.113, а їх властивості — у табл. 5.114.

Таблиця 5.112

**Призначення, рецептура та властивості піщано-смоляних сумішей, які тверднуть
в контактi з гарячою оснасткою**

Призначення			Склади сумішей, мас. ч.						Властивості		
за типом сплаву		за способом формування	наповнювач		зв'язувальний компонент		добавки		міцність при розри- ванні, МПа, в стані:		
сталеві виливки			марка	вміст т	мар- ка	вміст	назва	вміст	гаря- чому	холод- ному	
маса, кг	тов- щина стілки, $1 \cdot 10^{-2} \text{м}$										марка
Менше 5	5...7	Бункерний, піскодувний, пікостріль- ний	Пісок 1K ₁ O ₁ 010	100	СФ П- 011 Л	5,0...6, 0	Аце- тон	2,5...3, 0	–	2,5...3,5	
15...100	7...20	Бункерний, піскодувний, пікостріль- ний	Пісок 1K ₁ O ₁ 010, 1K ₁ O ₁ 020	70 30	СФ П- 011 Л	4,5	Борна кисло- та, ацетон	0,5 2,5...3, 0	–	2,0...3,0	
50...100 (обли- цьовувальна)	7...20	Бункерний, піскодувний, пікостріль- ний	Хромо- магnezит	100	СФ П- 011 Л	6,0...7, 0	Борна кисло- та, ацетон	0,5 2,5...3, 0	–	0,6	
50...100 (обли- цьовувальна)	7...20	Бункерний, піскодувний, пікостріль-	Цирконо- вий концент-	98	СФ П- 011	2,0	Аце- тон	2,5...3, 0	–	2,5...3,5	

		ний	рат		Л					
--	--	-----	-----	--	---	--	--	--	--	--

Продовження табл. 5.112

Призначення		Склади сумішей, мас. ч.						Властивості		
за типом сплаву		за способом формоутво- рення	наповнювач		зв'язувальний компонент		добавки		міцність при розри- ванні, МПа, в стані:	
сталеві виливки			марка	вміст т	марка	вміст	назва	вміст т	гарячо- му	холодно- му
маса, кг	товщи- на сті- нки, $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$									
5...10 0	5...20	Бункерний, піскодувний, піскострільний	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6, 1K ₁ O ₁ 01	100	СФ-015	5,0	Уротропін, борна кисло- та, водно- воскова дисперсія	0,5 0,06 0,1	1,0...1,4	3,5...4,0
5...10 0	5...20	Бункерний, піскодувний, піскострільний	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6, 2K ₁ O ₁ 01	100	СФ-015	3,5	Стеарат кальцію, уротропін	0,1 0,4	0,8...1.0	4,5...5.0 (при спі- канні)

393

5...10 0	5...20	Піскодувний, піскострільний	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6	100	феноло- спирт	4,0	Водний розчин FeCl ₃ ($\gamma = 1470$ кг/м ³)	0,5	0,6	4,0...4,5
5...10 0	5...20	Пресовий	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6	100	СФП-011Л	4,0...6, 0	Сульфо- нал, вода	0,1 3...4	0,7	1,7...2,0

Закінчення табл. 5.112

Призначення		Склади сумішей, мас. ч.					Властивості			
за типом сплаву		за способом формування	наповнювач		зв'язувальний компонент		добавки		міцність при розри- ванні, МПа, в стані:	
сталеві виливки	марка		вміст т	марка	вміст	назва	вміст т	гарячо- му	холодно- му	
5...10 0	5...20	Бункерний, піскодувний, піскострільний	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6, 1K ₁ O ₁ 01	100	СФ-015	5,0	Уротропін, борна кисло- та, водно- воскова дисперсія	0,5 0,06 0,1	1,0...1,4	3,5...4,0
5...10 0	5...20						Бункерний, піскодувний, піскострільний	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6, 2K ₁ O ₁ 01		

394

5...10 0	5...20	Піскодувний, піскострільний	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6	100	феноло- спирт	4,0	Водний розчин FeCl ₃ ($\gamma = 1470$ кг/м ³)	0,5	0,6	4,0...4,5
5...10 0	5...20	Пресовий	Пісок 1K ₁ O ₁ 01 6	100	СФП-011Л	4,0...6, 0	Сульфо- нал, вода	0,1 3...4	0,7	1,7...2,0

Таблиця 5.113

Рецептури сумішей з органічними зв'язувальними матеріалами

Но- мер сумі- ші	Призна- чення та реологіч- ний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.							
		наповнювач		зв'язувальний компонент		затверджувач		спеціальні добавки	
		наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість
1	Виливки з ле-гованих сталей ма- сою від 10 до 500 кг, су- міш для формування «по-сирому», пластична	Кварцовий пісок 1K ₁ O ₁ 025; оборотна суміш	10...12	Бентоніт	2	-	-	-	-
			83...85		ЛСТ				
2	Виливки з ле-гованих сталей ма- сою від 10 до 500 кг,	Кварцовий пісок 1K ₁ O ₁ 025; оборотна суміш	10...12	Бентоніт	2	-	-	-	-
			83...85		КЛС				

395

	суміш для формування «по-сирому», пластична								
3	Для великих стелевих виливків, суміш для формування «по-сирому», пластична	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 03; оборотна суміш	50...80 40...60	Глина ЛСТ	5...10 3	Теплове зміцнення	–	–	–

Продовження табл. 5.113

Но- мер сумі- ші	Призна- чення та реологіч- ний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.							
		наповнювач		зв'язувальний компонент		затверджувач		спеціальні добавки	
		наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість
4	Для великих стелевих виливків, суміш для формування «по-сирому», пластична	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 03; оборотна суміш	40...60 40...60	Глина бентоніт ЛСТ	4...7 2...4 2	–	–	–	–
5	Для великих форм та стрижнів для	Хроміт	100	Глина КЛС	10...12 1,5...2,0	–	–	–	–

396

	виготовлен- ня сталевих випливіків масою 2...30 т, облицьо- ву-вальна, для форму- вання «по- сухому», пластична								
6	Для великих форм та стрижнів для виготовлен- ня сталевих випливіків масою 2...30 т, наповню- вальна, для формування «по-сухому», пластична	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 03; оборотна суміш	58...60 14...16	Глина ЛСТ	14...16 2...3	-	-	-	-

Продовження табл. 5.113

Но- мер сумі- ші	Призначення та реологічний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.							
		наповнювач		зв'язувальний компонент		затверджувач		спеціальні добавки	
		наймену-	кіль-	наймену-	кіль-	наймену-	кіль-	наймену-	кіль-

		вання	кість	вання	кість	вання	кість	вання	кість
7	Для великих сталевих виливків масою до 50 т, облицювальна, рідко-текуча, само-твердна	Хроміт	100	ЛСТ ($\gamma = 1150$ кг/м ³)	7,0...7,5	CrO ₃ ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	1,4...1, 6	КЧНР	0,4...0,6
8	Для великих сталевих виливків масою до 50 т, облицювальна, рідко-текуча, само-твердна	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 03; хроміт	40 60	ЛСТ ($\gamma = 1150$ кг/м ³)	7,0...7,5	CrO ₃ ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	1,4...1, 6	КЧНР	0,4...0,6
9	Для великих сталевих виливків масою до 50 т, наповнювальна, рідко-текуча, само-твердна	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 03	97...100	Глина ЛСТ ($\gamma = 1150$ кг/м ³)	0,0...3,0 7,0...7,5	CrO ₃ ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	1,4...1, 6	КЧНР	0,4...0,6
10	Для великих сталевих виливків масою до 50 т, облицювальна, рідко-текуча, само-твердна	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 03 або хроміт	97...100	КЛС	7,5...8,5	CrO ₃ ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	1,3...1, 5	–	–

Закінчення табл. 5.113

Но- мер сумі- ші	Призна- чення та реологіч- ний стан суміші	Компоненти суміші, мас. ч.							
		наповнювач		зв'язувальний компонент		затверджувач		спеціальні добавки	
		наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість	наймену- вання	кіль- кість
11	Виливки вуглецевих та легова- них сталей масою від 10 до 500 кг, єдина, пластична, самотверд- на	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 025	100	Глина ЛСТ ($\gamma = 1150$ кг/м ³)	3,0...5,0 6,0...7,0	CrO ₃ ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	0,7...0, 8	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,2...0,3
12	Виливки з вуглецевих та легова- них сталей масою від 10 до 500 кг, єдина, пластична, самотверд- на	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 025	100	Глина ЛСТ ($\gamma = 1150$ кг/м ³)	0,0...5,0 6,0...7,0	ЕВХВ ($\gamma = 1300$ кг/м ³)	0,7...0,8	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,2...0,3
13	Тонкостін- ні сталеві виливки , єдина, стрижнева	Кварцовий пісок 1К ₁ О ₁ 025	100	ПВС (10%-ний розчин)	5,0...6,0	NH ₄ Cl H ₃ BO ₃	0,05 0,12	Сульфанол НП-3 (10%-ний розчин)	1,0

суміш для гарячих ящиків, рідкотекуча									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

До складу піщано-смоляних сумішей для підвищення їх текучості та запобігання прилипанню до гарячих стінок оснастки додають стеарат кальцію або водновоскову дисперсію.

Суміші з органічними водними зв'язувальними компонентами. До цього класу сумішей належать суміші з ЛСТ, КЛС та ПВС.

Із цими зв'язувальними матеріалами використовують пластичні та рідкотекучі суміші, які тверднуть як під час теплового сушіння, так і в умовах звичайних температур, тобто вони є самотвердними.

Суміші, які використовують для виробництва сталевих виливків, повною мірою придатні для виготовлення чавунних виливків з усіх марок чавунів і будь-яких конфігурації, габаритних розмірів і з різними товщинами стінок.

5.4.2. Визначення обсягу витрат формувальних і стрижневих сумішей для виконання проектної програми

Загальні витрати формувальних сумішей у масовому і великосерійному виробництвях та в разі використання безопокowego формування розраховують, виходячи з розмірів та кількості форм, які виготовляють для забезпечення виконання виробничої програми, при цьому відраховують від загальних об'ємів форм об'єми виливків з елементами ливникових систем та об'єми, зайняті стрижневими знаками. Розрахунки виконують для кожної суміші окремо і результати заносять у форму 27 (табл. 5.115).

Витрати суміші визначають з урахуванням браку виливків та форм. Отримані дані є основою для визначення витрат формувальних матеріалів. В усіх розрахунках використовують такі об'ємні маси формувальних і стрижневих сумішей, т/м³:

- розпушені суміші — 1,25;
- нормально ущільнені (наприклад, струшуванням) — 1,65;
- ущільнені з використанням високого питомого тиску — 1,80;
- рідкорухомі суміші — 1,35;
- холоднотвердні суміші — 1,55.

Для умов дрібносерійного і серійного виробництв обсяг формувальних сумішей також розраховують за розмірами і кількістю форм, необхідних для виконання виробничої програми. Якщо технологічних даних бракує, витрати формувальних сумішей визначають за середніми нормами витрат на одну тунну литва (табл. 5.116). Користуючись наведеними в табл. 5.116 даними, складають форму 28 (табл. 5.117).

Розрахунок витрат формувальних сумішей за кількістю форм

Робочі розміри опок, мм	Випуск виливків, т/рік	Середня маса виливків у формі, кг	Розрахована кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м ³	Розрахований об'єм, м ³ /рік				Розраховані витрати суміші, т/рік		
					усіх форм	у тому числі			усього або єдиної	у тому числі	
						металу	стрижнів	суміші		облицьовувальної	наповнювальної
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблиця 5.116

Середні норми витрат формувальних сумішей на одну тону литва для серійного і дрібносерійного виробництва виливків (формування в опоках)

Група виливків за масою, кг	Робочі розміри опок, мм	Висота форми, мм	Середня маса виливків у формі, кг	Витрати сумішей на 1 т придатних виливків, т		
				облицьовувальної	наповнювальної	усього або єдиної суміші
До 20	500×400	300	10	3,8	5,7	9,5
20...100	800×700	600	50	4,2	6,3	10,5
50...150	1000×800	700	90	3,9	5,8	9,7
50...250	1200×1000	800	160	3,7	5,5	9,2
100...500	1400×1000	900	250	3,0	4,4	7,4
100...1000	1600×1200	1000	400	2,8	4,1	6,9
500...1000	2000×1600	1100	700	2,9	4,3	7,2
500...1500	2500×1600	1200	1000	2,7	4,0	6,7
1000...2000	2500×2000	1200	1250	2,6	3,9	6,5
1000...3000	2500×2500	1200	1600	2,5	3,9	6,4
2000...5000	4000×2500	1400	3000	2,4	3,6	6,0

Примітки: Для остаточного визначення обсягу формувальних сумішей необхідно враховувати таке:

- для сталевого литва вибрану за таблицею кількість суміші необхідно збільшити на 15...25 % залежно від розмірів надливів і складності виливків;
- норми витрат сумішей у таблиці наведено з об'ємною масою 1,65 т/м³;
- у таблиці не враховано втрат на просипання суміші під час транспортування і формування. До визначеної кількості суміші слід додавати 10...15 %.

Форма 28
Таблиця 5.117

Розрахунок витрат формувальних сумішей за середніми нормами

Групи виливків за масою, кг	Випуск виливків, т/рік	Витрати суміші, т						Розраховані витрати суміші, т/рік		
		усієї або єдиної		облицьовувальної		наповнювальної		усієї або єдиної	облицьовувальної	наповнювальної
		на 1 т виливків	за рік	на 1 т виливків	за рік	на 1 т виливків	за рік			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

В умовах масового і великосерійного виробництв витрати стрижневих сумішей розраховують за технологічними відомостями необхідних стрижнів на всю програму з розподілом за рецептурами сумішей. В умовах серійного, дрібносерійного і одиничного виробництв, коли детальні технологічні відомості не складають, витрати стрижневих сумішей визначають за середніми нормами витрат сумішей на одну тону придатних виливків залежно від їх маси (табл. 5.118).

У табл. 5.118 середню норму витрат стрижнів для групи виливків наведено як суму мас стрижнів різних розмірів, що дає змогу визначити витрати різних стрижневих сумішей.

Результати витрат різних стрижневих сумішей, визначених за табл. 5.118, заносять у табл. 5.119 (форма 29).

Таблиця 5.118

**Середні норми витрат стрижневих сумішей
для виготовлення виливків у серійному, дрібносерійному
й одиничному виробництвах**

Індекс позиції	Групи виливків за масою, кг	Маса стрижнів (кг) на 1 т виливків за групами стрижнів, кг						Витрати стрижневої суміші, т/т	Витрати наповнювача, т/т
		До 16,0	16,1...40,0	40,1...100,0	100,1...1000,0	Понад 1000,0	Усього		
1	До 20	110,0	18,0	–	–	–	128,0	0,128	–
2	20...100	121,0	97,0	48,5	59,5	–	326,0	0,313	0,012
3	100...500	95,0	117,0	250,0	208,0	–	670,0	0,595	0,045
4	500...1000	68,0	89,0	265,0	535,0	132,0	1089,0	0,859	0,121
5	1000... 2000	43,3	111,0	230,0	650,0	132,0	1166,3	0,997	0,133
6	2000... 5000	20,0	68,0	250,0	730,0	340,0	1408,0	1,208	0,192
7	5000... 10000	13,2	53,5	163,0	490,0	470,0	1190,0	1,007	7
8	10000... 20000	6,4	29,5	75,0	436,0	600,0	1146,0	0,930	0,19 6
9	Понад 20000	5,7	29,5	75,0	355,0	600,0	1065,0	0,885	0,185

Примітки: 1. У таблиці об'єм наповнювача у відсотках від об'єму суміші такий: для стрижнів до 100 кг — 15 %; для стрижнів від 100 до 500 кг — 25 %; для стрижнів понад 500 кг — 35 %. Об'ємна маса наповнювача прийнята — 1 т/м³.

2. Для сталевих литва наведені в таблиці дані необхідно множити на значення коефіцієнта 1,05...1,15 залежно від складності литва.

3. Норми наведено без урахування браку та інших утрат.

Витрати стрижневих сумішей за середніми нормами

Група виливків за масою	Витрати суміші за групами стрижнів, кг												
	Менше за 16		16...40		41...100		101...1000		Понад 1000		Загальні витрати, т/рік	Розраховані витрати, т/рік	
	на 1 т виливків	т/рік	на 1 т виливків	т/рік	на 1 т виливків	т/рік	на 1 т виливків	т/рік	на 1 т виливків	т/рік			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Рецептуру сумішей призначають згідно із впровадженою технологією.

Знаючи річні витрати формувальних і стрижневих сумішей і їх рецептуру, розраховують витрати компонентів з урахуванням втрат і заносять у табл. 5.120 (форма 30).

Для розрахунку складів і сумішоприготувального устаткування використовують дані табл. 5.120.

Витрати сумішей на виготовлення форм і стрижнів виражають у масових одиницях ущільненої суміші, але витрати сумішей на річну програму необхідно розраховувати в неущільненому стані за формулою

$$P_{\text{ну}} = 0,757 P_y,$$

де $P_{\text{ну}}$ — кількість суміші в неущільненому стані, м³; 0,757 — коефіцієнт переведення масових часток в об'ємні з урахуванням ступеня ущільнення суміші; P_y — кількість ущільненої суміші на річну програму виготовлення форм або стрижнів, т.

Рецептура сумішей та розрахунок витрат компонентів

Суміші			Витрати компонентів											
найменування	витрати, т/рік		оборотна суміш		кварцовий пісок		регенерат		бентоніт		інші		інші	
	розраховані	з урахуванням утрат	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Кількість суміші, визначена різницею між сумою річних витрат усіх сумішей і загальною масою використаної оборотної суміші, видаляється із цеху системами видалення відходів у відвал у вигляді пилу. У розрахунках припускають, що системи вентиляції видаляють із цеху до 10 % відходів.

5.4.3. Вибір технологічних процесів приготування формувальних і стрижневих сумішей

Основним компонентом усіх піщано-глинястих формувальних сумішей є оборотна суміш, тобто суміш, яка вибита з опок і знову транспортується для приготування нової формувальної суміші.

Оскільки решту компонентів подають у сумішоприготувальне відділення готовими до використання, технологічний процес приготування сумішей починають з підготовки оборотної суміші до повторного використання.

Підготовлення глинястої оборотної суміші потрібне для стабілізації її фізичних властивостей (температури і вологи), а також для забезпечення сталих властивостей нової готової суміші і спрощення технологічного процесу сумішопріготування.

Одночасно використовують заходи щодо зберігання цінних компонентів цієї суміші: активної глини, вугілля тощо.

Підготовлення сирих піщано-глинястих оборотних сумішей для приготування формувальних сумішей, які використовують у вископродуктивних формувальних автоматах, складається з таких операцій:

- роздавлювання грудок;
- виймання і видалення металевих частинок;
- охолодження і стабілізація заданих температури і вологи.

Для роздавлювання грудок використовують спеціальні дезинтегратори або валкові дробарки.

Одержуваний матеріал одночасно просіюють за допомогою полігональних сит. Металеві вкраплення і дрібний скрап видаляють електромагнетними залізовіддільниками (рис. 5.78).

Шківний електромагнетний багатокотушковий залізовіддільник (рис. 5.78, а) складається з вала 1, металевих осердь 2, намотаних на них котушок 3 і двох струмопідвідних пристроїв 4 і 5. Мотор-генератор 6 призначений для живлення постійним струмом котушок шківа. Напрямки витків і струму в котушках забезпечують зміну полярності осердя.

Шківні електромагнетні залізовіддільники використовують як тягові шківні стрічкових конвеєрів. Оборотна суміш під час руху через електромагнетний шків розділяється: магнетні вкраплення притягуються до шківа і видаляються із зони дії електромагнетного поля, а суміш передається для подальшого опрацювання.

На рис.5.78, б показано схему досконалішого шківа, який відрізняється від попереднього тим, що в нього довжина котушки 1 дорівнює ширині міжполюсного повітряного зазора. Це дає змогу виготовляти магнетопровід 2 суцільнолитим, а котушку намотувати безпосередньо на магнетопровід без трудомісткого виготовлення каркаса. Конструкція такого шківа і його виготовлення значно простіші, магнетна сила в 1,5 – 2 рази більша, а залізовіддільник удвічі легший за багатокотушковий. Розподіл магнетного поля довжиною шківа більше відповідає характеру розподілу суміші по ширині стрічки.

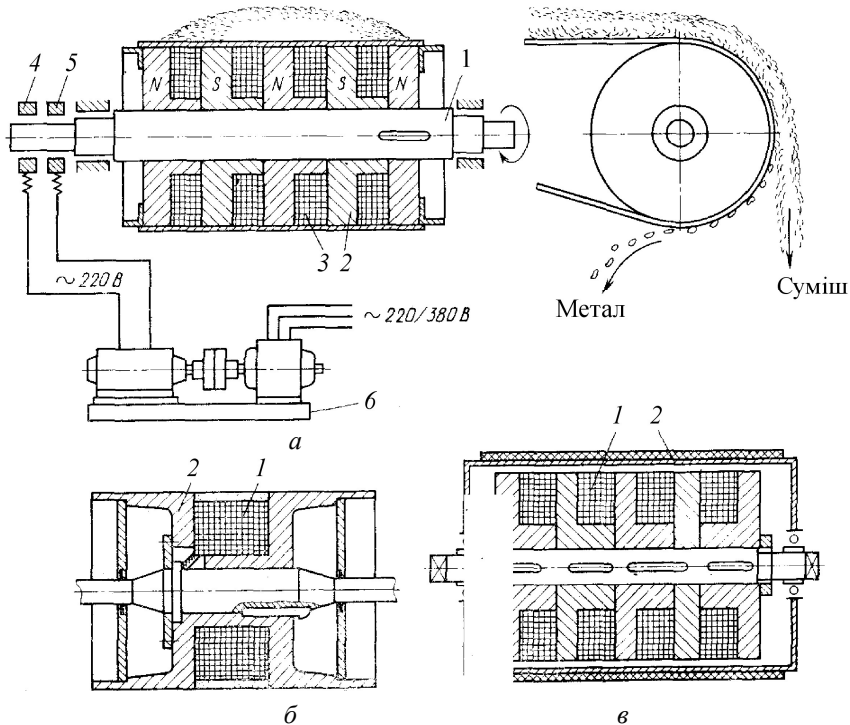


Рис. 5.78. Схеми електромагнетних залізовіддільників:
а — шківний багатокотушковий: 1 — вал; 2 — металеві осердя;
 3 — котушки; 4, 5 — струмопідвідні пристрої; 6 — мотор-генератор;
б — шківний однокотушковий: 1 — котушка; 2 — магнетопровід;
в — барабанний: 1 — магнетна система; 2 — барабан

Барабанний залізовіддільник (рис. 5.78, *в*) відрізняється від магнетного шківного тільки тим, що його магнетна система 1 нерухома на валу, а обертається барабан 2. Барабанні залізовіддільники надійніші в роботі, але мають меншу продуктивність, ніж шківні.

Стрічковий магнетний залізовіддільник (рис. 5.79) являє собою короткий стрічковий конвеєр 1, між верхньою і нижньою частинами якого розміщений плоский електромагнет 2. Залізовіддільник розташовують над основним стрічковим конвеєром 3 перпендикулярно його осі. Металеві частинки, які рухаються стрічковим конвеєром, притягуються електромагнетом 2 до стрічки 1 залізовіддільника і залишаючи зону дії магнетного поля падають у короб або на стрічку спеціального конвеєра.

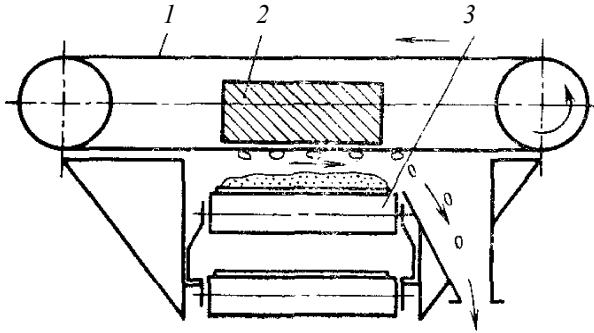


Рис. 5.79. Схема стрічкового електромагнетного залізвіддільника:
 1 — стрічковий конвеєр; 2 — електромагнет; 3 — основний стрічковий конвеєр

Для охолодження суміші з широким інтервалом вологи на виході використовують аераційні охолодники, в яких суміш охолоджується під час пересипання і продування холодним повітрям.

На виході з охолодника оборотна суміш повинна мати оптимальні вологу (близько 2 %) і температуру (30...40 °С).

Установку для гомогенізації і охолодження оборотних сумішей показано на рис. 5.80.

Основними вузлами установки є барабан 3, що слугує для зволоження і усереднення оборотної суміші, охолоджувальний конвеєр 8 з перфорованою металевою стрічкою і напірною вентиляційною установкою 11, яка слугує для продування шару оборотної суміші, що рухається конвеєром 8, система конвеєрів 1, 6, 12, контроль-вимірювальна і регулювальна апаратура.

Установка працює таким чином.

Як тільки конвеєром 1 починається рухатися оборотна суміш, перетворювач наявності суміші 2 подає команду на відкриття водопровідного крана і вода потрапляє в гомогенізаційний барабан 3. Вісь барабана консольно встановлена на двох роликопідшипникових опорах під кутом 18° до горизонту і обертається зі швидкістю $0,44 \text{ с}^{-1}$ від електродвигуна потужністю 25 кВт.

Потік суміші, який потрапляє в барабан, обприскується водою зі спеціального пристрою 15. Це забезпечує рівномірне зволоження оборотної суміші, яка пересипається через борт барабана на конвеєр.

Щоб зволожена суміш не прилипала до стінок холодного барабана, його стінки і днище нагріваються інфрачервоними випромінювачами 5.

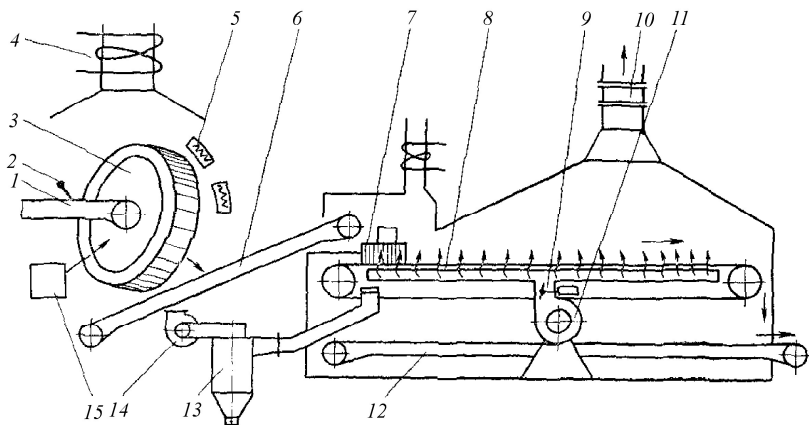


Рис. 5.80. Схема установки для гомогенізації і охолодження оборотної формувальної суміші:

- 1, 6, 12 — стрічкові конвеєри; 2 — перетворювач суміші;
 3 — гомогенізаційний барабан; 4 — електрообігрівник;
 5 — інфрачервоні випромінювачі; 7 — розпушувач суміші;
 8 — охолоджувальний пластинчастий конвеєр; 9, 10 — дросельні заслінки;
 11 — вентилятор; 13 — циклон; 14 — відсмоктувальний вентилятор;
 15 — обприскувач

Залежно від вологості суміші в барабані змінюється привідна потужність на його валу, а внаслідок цього і залежно від температури суміші, яка надходить у барабан, автоматично додається необхідна кількість води.

Конвеєром 6 суміш передається на охолоджувальний пластинчастий конвеєр 8 з безліччю отворів діаметром 2 мм на ньому, де розпушувач суміші 7 рівномірно розподіляє її по ширині конвеєра. Вентилятор 11 нагнітає повітря в короб, що розміщений під конвеєром 8. Повітря проходить через отвори в конвеєрі, пронизує шар гарячої і зволоженої суміші, яка починає «кипіти» і охолоджуватися внаслідок інтенсивного відбирання пари. Одночасно суміш знепилюється, а відпрацьоване повітря потрапляє в циклони і фільтри. Очищене повітря і пара викидаються після фільтрів в атмосферу.

На виході з охолодника оборотна суміш має регламентовані волюгу (2 %) і температуру (30...40 °С).

Охолоджена суміш з конвеєра 8 падає на конвеєр 12 і далі подається системою стрічкових конвеєрів на сумішоприготувальну дільницю.

Технічні характеристики установок для гомогенізації і охолодження оборотних сумішей наведено в табл. 5.121.

Таблиця 5.121

Технічні характеристики установок для гомогенізації і охолодження оборотних сумішей

Індекс позиції	Параметр	Модель установки		
		16413	16415	16416
1	Продуктивність, м ³ /год	До 80	До160	До250
2	Оборотна суміш перед обробленням:	40...130 0,5...3,0		
	температура, °С вологість, %			
3	Оборотна суміш після оброблення:	(30...40) ± 5 (2,0...3,0) ± 0,2		
	температура, °С вологість, %			
4	Ширина стрічки конвеєра, мм	800	1200	
5	Установлена потужність, кВт	87	138	165
6	Габаритні розміри установок, мм	38590 48200 65000 10600 11200 11200 6500 6700 6700		
	довжина			
	ширина висота			
7	Маса, кг	40000	64000	80000

Крім розглянутої установки, в останні роки використовують конструкції, у яких процеси гомогенізації і охолодження суміщени: їх називають змішувальними охолодниками. Такі конструкції являють собою здвоєні коткові змішувачі безперервної дії, у яких котки замінені лопатями, що перемішують суміш. Одночасно суміш продувається повітрям і частково охолоджується. Технічні характеристики таких охолодників наведено в табл. 5.122.

Змішувальний охолодник такої конструкції використовують у тих випадках, коли співвідношення маси суміші до маси залитого металу у формі менше за 6, оскільки у разі більшого співвідношення суміш нагрівається настільки сильно, що необхідно додатково установлювати конвеєрний охолодник, аналогічний описаному вище (див. рис. 5.80). Для охолодження оборотних сумішей у сумішоприготувальних системах використовують також вібраційні охолодники, технічні характеристики яких наведено в табл. 5.123.

Таблиця 5.122

**Технічні характеристики змішувальних охолодників
оборотної суміші**

Індекс позиції	Параметр	Модель охолодника	
		11312	11315
1	Продуктивність, м ³ /год	70	240
2	Об'єм суміші в охолоднику, м ³	До 2,0	До 7,4
3	Температура оборотної суміші, °С: на вході в охолодник на виході з охолодника	85	85
		50	50
4	Вологість суміші на виході з охолодника, %	1,5...2,5	
5	Розміри чаші, мм:		
	довжина	3950	7210
	ширина	2470	4370
	висота	825	1450
6	Відстань між осями вертикальних валів, мм	1480	2740
7	Кількість обертів вертикального вала, хв ⁻¹	63	35
8	Продуктивність нагнітального вентилятора, м ³ /год	18000	75000
9	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	5800	12000
	ширина	4330	7300
	висота	3395	5500
10	Маса, кг	8000	26000

Таблиця 5.123

Технічні характеристики вібраційних охолодників оборотної суміші

Індекс позиції	Параметр	Модель охолодника		
		11412	11414	11415
1	Продуктивність (за температури оборотної суміші на вході до 50 °С і на виході до 35 °С), м ³ /год	70	140	240
2	Розміри робочої частини транспортувального полотна, мм:			
	довжина	4900	9770	1432
	ширина	1230	1230	1826

Продовження табл. 5.123

Індекс позиції	Параметр	Модель охолодника		
		11412	11414	11415
3	Висота шару транспортованої суміші, мм	70	140	120
4	Тривалість охолодження, с	50	–	50
5	Кількість обертів ексцентрикового вала, хв^{-1}	470		
6	Амплітуда коливання корпусу, мм	11		
7	Потужність приводу охолодника, кВт	7,5	15,0	30,0
8	Продуктивність нагнітальної вентиляційної установки, $\text{м}^3/\text{год}$	13000	25000	41000
9	Потужність двигуна нагнітальної вентиляційної установки, кВт	17	55	100
10	Продуктивність витяжної вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$	22000	44000	75000
11	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	7640	13030	15550
	ширина	4115	4330	4620
	висота	3660	3660	5200
12	Маса, кг:			
	без баласту	9040	15060	36000
	з баластом	14440	23260	59000

Схеми транспортно-технологічних ліній підготовки до повторного використання оборотної піщано-глинястої суміші показано на рис. 5.81.

Регенерація оборотних сумішей — це процес підготовки оборотної самотвердної суміші для звільнення піску від залишків зв'язувальних компонентів та пилоподібної фракції (відновлення властивостей піску, повторне використання якого не має знижувати якості суміші).

Процес регенерації складається з таких основних операцій:

- попереднього підготовки оборотної суміші (подрібнення, розмелювання грудок, магнетної сепарації і просіювання);
- відокремлення від зерен піску інертних плівок шамотизованої глини або інших зв'язувальних компонентів і знепилювання піску.

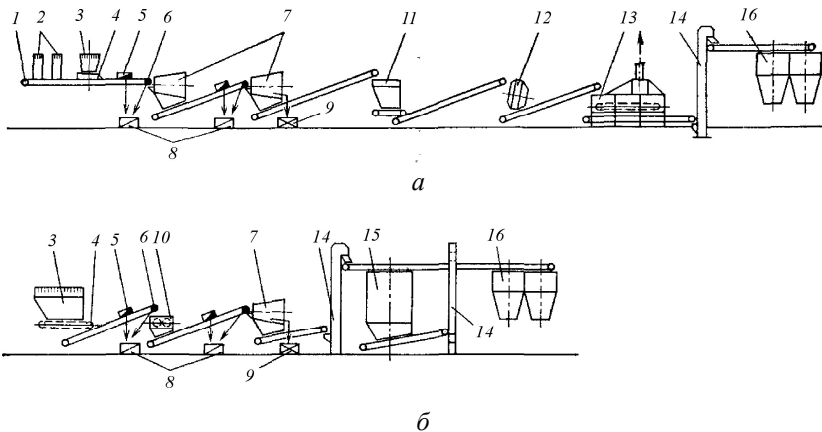


Рис. 5.81. Схеми транспортно-технологічних ліній підготовки оборотної піщано-глинястої суміші:

- а* — для виготовлення сирих форм; *б* — для виготовлення сухих сумішей;
 1 — стрічкові конвеєри; 2 — лотки для прибирання просипань суміші;
 3 — вибивальна ґратка з бункером; 4 — живильники; 5 — магнетний залізovidдільник; 6 — магнетний шків; 7 — полігональне сито;
 8 — короби для металевих частинок; 9 — короб для неметалевих відходів;
 10 — валкова дробарка; 11 — бункер-компенсатор; 12 — гомогенізатор;
 13 — охолодник; 14 — елеватори; 15 — бункер для запасу суміші;
 16 — бункери над змішувачами

Розрізняють такі типи регенерації оборотної суміші:

- мокра (гідрорегенерація);
- суха (механічна або пневматична);
- термічна.

Найефективнішою і універсальною для підприємств є гідрорегенерація, яка дає змогу зекономити до 90% свіжого піску.

Механічна регенерація менш ефективна: заміна в ПСС більше ніж 30 % свіжого піску на регенований спричиняє погіршення якості суміші і нестабільності технологічного процесу виготовлення форм.

Використання регенованого піску в ХТС на синтетичних смолах (наприклад, на високоякісних фуранових смолах із вмістом у них фуранового спирту понад 70 %) дає можливість замінити до 90 % свіжого піску механічним регенератом.

Системи гідравлічної регенерації. Гідравлічна регенерація — це багатоступеневий інтенсивний процес промивання оборотної

суміші у воді, відтирання пісків у спіральних класифікаторах і відтиральних машинах.

Процес дає можливість переробляти складні за рецептурою багатоконпонентні оборотні суміші.

Важливою перевагою гідрорегенерації є можливість одержання регенованих пісків, близьких за гранулометричним складом до збагачених, з низьким умістом активних домішок.

Регенерації піддають сухі оборотні суміші та суміші, які вимиваються в гідрокамерах. Системи забезпечують освітлення оборотної води і згущення шламу; їх також використовують для очищення вентиляційних стоків.

Схему типової системи гідравлічної регенерації оборотної суміші показано на рис. 5.82.

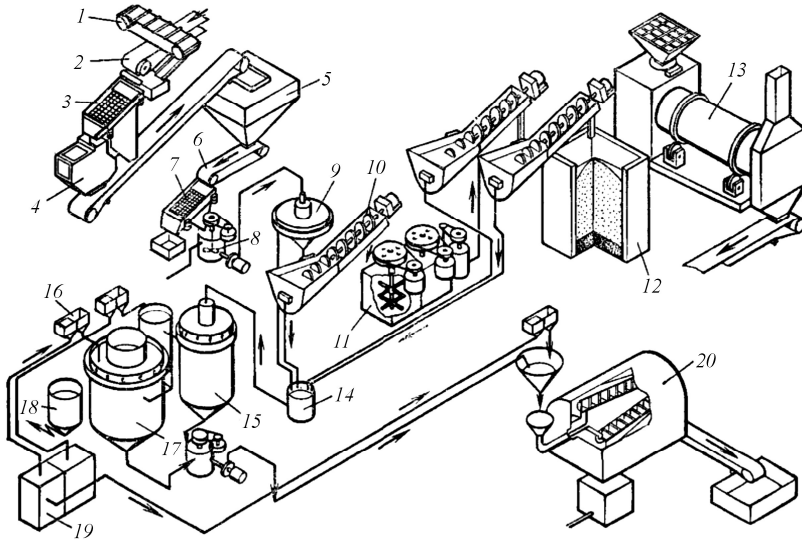


Рис. 5.82. Схема типової системи гідравлічної регенерації оборотної суміші:

- 1 — залізвіддільник підвісний; 2 — шків електромагнетний;
- 3, 7 — грохоти вібраційні; 4 — дробарка; 5 — бункер-нагромаджувач;
- 6 — живильник стрічковий; 8 — чан для перемішування пульпи;
- 9 — класифікатор конусний; 10 — класифікатор спіральний;
- 11 — відтиральна машина; 12 — засік дренажний; 13 — сушарка барабанна;
- 14 — бак зливний; 15 — пісковловлювач; 16 — дозатор реагентів;
- 17 — освітлювач води; 18 — бак для чистої води; 19 — діляниця підготовки реагентів; 20 — центрифуга

За допомогою такої технологічної системи одержують:

- сухий регенований пісок з температурою 30 °С і вмістом глинястої складової до 0,5 %, з гранулометричним складом, який відповідає зерновій основі використовуваних свіжих пісків, і з низьким умістом пилоподібних фракцій;
- оборотну воду глибокого освітлення з умістом суспендованих речовин до 0,2 г/л, яку використовують для промивання піску і живлення гідрокамер;
- металеві відходи, які використовують як вторинну сировину (шихту);
- кускові неметалеві відходи з розмірами частинок не більшими ніж 5 мм і пилоподібні відходи у вигляді згущеного шламу з вологістю до 50 %, які вивозять на звалища.

Режим роботи системи — двозмінний; максимальна величина грудок, які подають на гідрорегенерацію, — до 200 мм; вихід якісного регенерату — до 85 % від завантажуваної суміші.

Технічні характеристики деяких систем гідравлічної регенерації оборотних сумішей наведено в табл. 5.124.

Таблиця 5.124

Технічні характеристики деяких моделей систем гідро регенерації

Ін-дек по-зи-ції	Параметр	Модель системи гідрорегенерації					
		14611	14612	14613	14614	14615	14616
1	Продуктивність за завантажувальною оборотною сумішшю, т/год	5	10	20	30	40	60
2	Середня кількість твердої фракції суміші, яка подається на регенерацію від гідрокамер, т/год	3	3	6	6	9	9

Продовження табл. 5.124

Індекси позиції	Параметр	Модель системи гідрорегенерації					
		14611	14612	14613	14614	14615	14616
3	Кількість сухої оборотної суміші, що надходить на регенерацію, т/год	2	7	14	24	31	51
4	Загальна кількість оборотної води, що піддається реагентному очищенню, м ³ /год	115	160	310	400	560	720
5	Кількість освітленої води, що надходить до гідрокамер, м ³ /год	70	70	140	140	210	210
6	Кількість гідрокамер у системі регенерації	1	1	2	2	3	3
7	Використовують у цехах потужністю придатних виливків, тис. т за рік	До 20	15...40	30...80	50...120	60...160	100...240

Для регенерації оборотних сумішей використовують різні моделі відтиральних машин.

Технічну характеристику однієї із них наведено в табл. 5.125, а характеристики систем гідрорегенерації дільниці освітлення води — в табл. 5.126.

Системи механічної регенерації. Суха механічна регенерація ґрунтується на перетиранні оборотної суміші у валкових або роторних дробарках.

Таблиця 5.125

Технічна характеристика відтиральної машини моделі 14811

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність (середній час відтирання 15...20 хв), т /год	До 25
2	Крупність оброблюваного матеріалу, мм	До 3
3	Корисний об'єм однієї комірки, м ³	2
4	Уміст твердих частинок у пульпі, %	70...80
5	Колова швидкість імперелерів, м/с	6,2
6	Швидкість обертання імперелерів, хв ⁻¹	130
7	Потужність приводу, кВт	30
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	3419 1655 2778
9	Маса, кг	3000

Під час такого процесу залишкові плівки зв'язувального компонента відокремлюються від зерен піску і перетворюються в пил, що видаляється із суміші інтенсивним відсмоктуванням повітря. Такі системи (рис. 5.83) використовують у ливарних цехах для регенерації єдиних формувальних і стрижневих холоднотвердних оборотних сумішей на синтетичних смолах або рідкому склі.

Режим роботи системи — двозмінний. Максимальні розміри грудок, які подають у систему, — 200 мм. Для приготування сумішей використовують 30...90 % регенерату.

Таблиця 5.126

Технічні характеристики сучасних систем гідрорегенерації дільниці освітлення води

Індекс позиції	Параметр	Модель системи гідрорегенерації				
		14611	14612	14613	14614	14615
1	Кількість освітлюваної води, м ³ /год:					
	у разі непрацюючих центрифуг	110,0	150,0	300,0	380,0	540,0
	у разі працюючих центрифуг	136,0	177,2	328,0	411,0	571,0

Індекс позиції	Параметр	Модель системи гідрорегенерації				
		14611	14612	14613	14614	14615
2	Діаметр пісковловлювача, м	3,5	4,0	5,0	6,0	5,0
3	Площа пісковловлювача, м ²	9,6	12,6	19,6	28,2	19,6
4	Кількість пісковловлювачів	1	1	1	1	2
5	Швидкість потоку в пісковловлювачі, мм/с	4,0	3,9	4,6	4,0	4,0
6	Кількість змішувальних камер	1	1	1	1	2
7	Діаметр змішувальної камери, м	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
8	Площа освітлювача води, м ²	12,5	19,6	28,2	38,5	28,2
9	Діаметр освітлювача води, м	4,0	5,0	6,0	7,0	6,0
10	Кількість освітлювачів води	2	2	2	2	4
11	Швидкість потоку в освітлювачах води, м/с	1,51	1,25	1,60	1,49	1,41

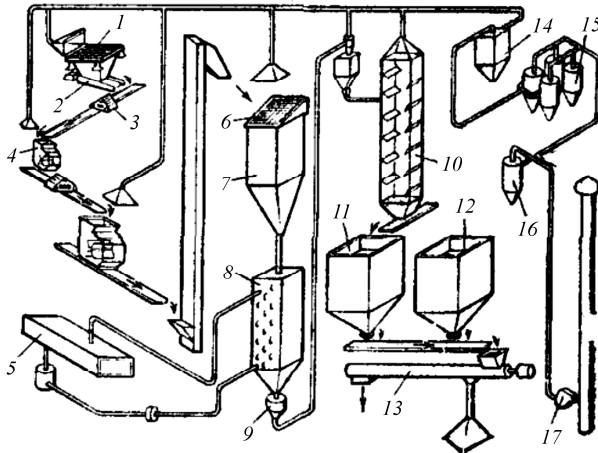


Рис. 5.83. Схема типової системи механічної регенерації:

- 1 — вибивальна ґратка; 2 — вібраційний живильник; 3 — підвісний залізвіддільник; 4 — дробарка; 5 — дільниця для охолодження води; 6 — грохот вібраційний; 7 — бункер-нагромаджувач; 8 — охолодник; 9 — камерний насос; 10 — класифікатор; 11 — бункер для регеноерованого піску; 12 — бункер для свіжого піску; 13 — змішувач шнековий; 14 — камера розвантажувальна; 15 — циклон; 16 — скруббер; 17 — вентилятор

Технічні характеристики систем механічної регенерації наведені в табл. 5.127.

Таблиця 5.127

Технічні характеристики систем механічної регенерації

Індекс позиції	Параметр	Модель системи регенерації					
		1431 1	1431 2	1431 3	1431 4	1431 5	1431 6
1	Продуктивність, т/год	5	10	20	30	40	60
2	Кількість ліній регенерації	1	1	1	1	2	2
3	Витрати електроенергії, кВт·год	250	300	350	550	700	1100
4	Кількість відмокнуваного повітря, м ³ /год	70	80	115	145	230	290
5	Кількість води, що проходить через систему, м ³ /год	7	14	28	42	56	84
6	Площа системи, м ²	110	125	200	250	400	500
7	Потужність ливарного цеху, за якої доцільно використовувати систему механічної регенерації, тис. т виливків за рік	2,5...5,0	5,0...10,0	10,0...20,0	15,0...30,0	20,0...40,0	30,0...60,0

Системи термічної регенерації. Під час термічної регенерації оборотна суміш прожарюється за температур 550...800 °С у спеціальних печах з наступним охолодженням і повітряною сепарацією.

Як приклад на рис. 5.84 показано схему установки для термічної регенерації з використанням ваграночних газів.

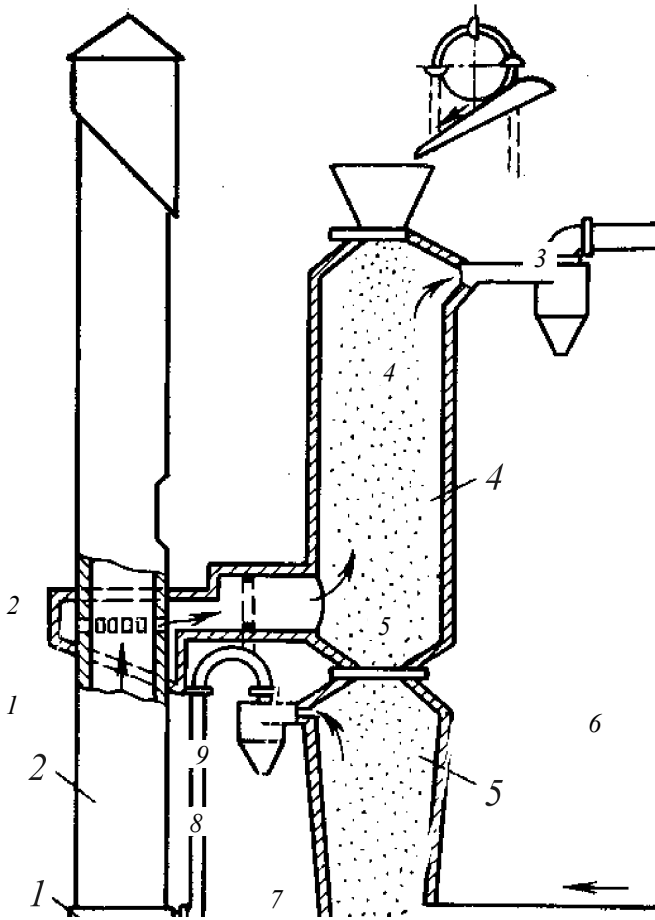


Рис. 5.84. Схема установки для термічної регенерації
оборотних сумішей:

- 1 — повітропровід; 2 — вагранка; 3 — вентилятор; 4 — верхня
випалювальна камера; 5 — нижня охолоджувальна камера;
6 — вентилятор; 7 — елеватор;
8 — стрічковий конвеєр; 9 — засівка бункера

Оборотна суміш подається у вертикальну колону круглого перерізу з листового сталевого прокату і футеровану вогнетривкою цеглою. Колона складається із двох камер — верхньої випалювальної 4 і нижньої — охолоджувальної 5. Через верхню камеру пос-

тійно рухаються гарячі гази, які відсмоктуються із вагранки 2 вентилятором 3 через патрубок і нагрівають оборотну суміш.

У нижній камері суміш охолоджується повітрям, яке подається вентилятором 6 через камеру 5 і повітропровід 1 до фурменого пояса вагранки. Нагріте під час охолодження суміші повітря знову використовується для вагранкового дуття. Камера охолодження закінчується бункером із засувкою 9, через яку суміш попадає на стрічковий конвеєр 8 або для повторного оброблення в елеватор 7.

Термічний спосіб регенерації економічно малоефективний, оскільки потребує великих витрат енергії на нагрівання суміші, її охолодження і знепилення. Крім того, під час термічної регенерації втрачається (стає непридатною до подальшого використання) значна кількість активної глини, яка могла б бути використаною в суміші як зв'язувальний формувальний компонент. Проте для регенерації оборотних сумішей з рідким склом або деякими смолами, як зв'язувальними компонентами, цей спосіб єдиний.

Системи пневматичної регенерації. Установки пневматичної регенерації розташовують у технологічному потоці регенерації оборотних піщано-глинястих або холоднотвердних сумішей; працюють також залізовіддільники, дробарки, сита тощо. В установках пневматичної регенерації виконуються одночасно операції знепилення і охолодження суміші.

Установки для пневматичної регенерації (рис. 5.85) прості й компактні. В установках повітря використовують як рухому силу, а зерна піску внаслідок їх абразивності доторканнями під час руху очищуються від неактивної плівки.

Повітря від вентилятора високого тиску подається до сопла 1, на виході якого набуває високої швидкості витікання. Внаслідок цього пісок разом з повітрям ежектується в трубу 2, в якій його швидкість зростає. Піщинки зіштовхуються між собою в процесі руху трубою, а також ударяються об конічний екран 5, у результаті чого неактивні оболонки зв'язувального компонента відокремлюються від поверхонь зерен піску. Частково регенований пісок із колектора 4 розділяється на два потоки: один жолобом 3 рухається в наступну аналогічну камеру, яких може бути від 2 до 8, а другий — у нижню частину колектора 4 і знову разом з повітрям надходить в трубу 2.

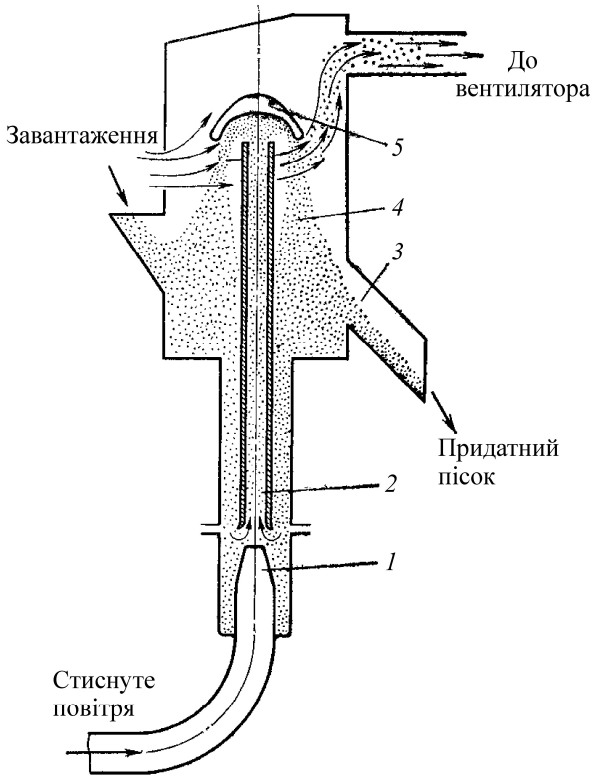


Рис. 5.85. Схема пневматичного регенерація:
 1 — сопло; 2 — труба; 3 — жолоб; 4 — колектор; 5 — екран

Одночасно з перетіканням піску в наступну камеру безперервно завантажуються в установку не регенований пісок.

Конструкція установки дає можливість регулювати її продуктивність, а також силу удару піщинок об конічний екран через зміну тиску повітря в трубі. До складу установки входять класифікатор піску каскадного типу й обертове сито.

Пневматичні регенераційні установки забезпечуються потужними ефективними пилоочишувальними вентиляційними пристроями.

Недоліком цього способу регенерації оборотної суміші є часткове подрібнення піску. У ливарних цехах під час підготовки

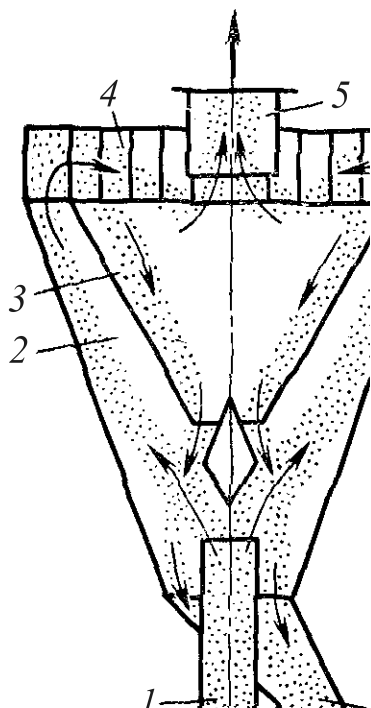


Рис. 5.86. Схема пневматичного сепаратора:

- 1 — трубопровід; 2 — зовнішній конус; 3 — внутрішній конус; 4 — лопатки; 5, 6 — патрубків

Дрібнодисперсні частинки разом з повітрям через патрубок 5 видаляються із сепаратора і направляються у фільтр для очищення повітря або в інший сепаратор для відокремлення дрібнішої фракції.

Регулювати процес сепарування за розмірами частинок можна зміною положення лопаток 4.

Головний недолік пневматичних сепараторів — потреба у фільтрах для очищення повітря.

Окрім описаного устаткування для перероблення формувальних матеріалів і оборотних та готових до використання сумішей у ливарних цехах застосовують велику кількість інших машин і механізмів.

Технічні характеристики деяких з них наведено в табл. 5.128.

вихідних формувальних матеріалів значне місце посідає процес сепарації, тобто розподіл дрібнодисперсних матеріалів на фракції (особливо після розмелювання глини).

Під час сепарації оборотних сумішей, на відміну від регенерації, якість вихідного матеріалу не відновлюється (інертна плівка з поверхонь піщинок не відокремлюється), а тільки забезпечується їх знепилування. Найпоширенішим способом сепарації є пневматичний з використанням пневматичного сепаратора (рис. 5.86).

У пневматичному сепараторі дрібнодисперсний матеріал разом з повітрям трубопроводом 1 вдувається зі швидкістю 18...20 м/с у простір між зовнішнім 2 і внутрішнім 3 конусами.

Унаслідок значного збільшення прохідного перерізу швидкість повітряно-піщаного потоку знижується до 4...6 м/с, великі частинки суміші виокремлюються з нього і відводяться через патрубок 6.

Таблиця 5.128

**Устаткування для якісного перероблення
формувальних матеріалів та сумішей**

Індекс позиції	Устаткування	Продуктивність, м ³ /год	Модель
1	Сита барабанні полігональні	5	173М1
		10	174М1
		20	175М
		40	176М
		80	178М
		125	179
2	Сито плоске ексцентрикове	30	СМ50
3	Сита вібраційні грубого очищення	25	13321
		40	13322
		63	13323
		100	13324
		160	13515А
		240	13326
4	Сита тонкого очищення	25	13331
		40	13332
		63	13333
		100	13334
		160	13515
		240	13336
5	Сита дводекові	160	13515Б
		250	13316
6	Аератори універсальні	40	16113
		80	16114
		125	16115
		240	16116
7	Аератори надстрічкові оборотної суміші	70	16132
		100	16133
		150	16134
		200	16135
		240	16136
8	Аератори готової суміші	70	16142
		100	16143
		150	16144
		200	16145
		240	16146

Індекс позиції	Устаткування	Продуктивність, м ³ /год	Модель
9	Охолодники конвеєрні	80	16413
		160	16415
		250	16416
10	Охолодники вібраційні	70	11412
		140	11414
		240	11415
11	Охолоджувачі змішувальні	70	11312
		240	11315

Схему комбінованої механічної і термічної регенерації, яку використовують для ХТС, показано на рис. 5 87. Відповідно до цієї схеми, яка дає уявлення про обидва способи регенерації, 60 % усієї оборотної суміші піддається тільки механічній регенерації, а решта 40 % — механічній і термічній.

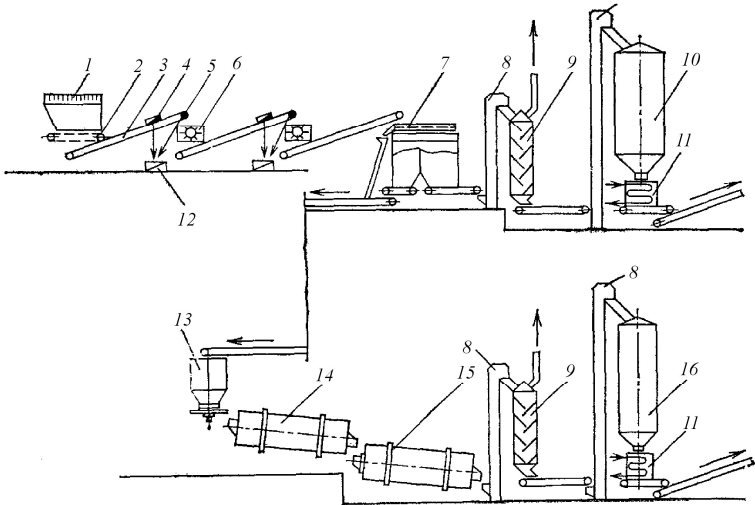


Рис. 5.87. Схема транспортно-технологічної лінії регенерації оборотних самотвердних сумішей:

- 1 — вибивальна ґратка з бункерами; 2 — живильники; 3 — стрічкові конвеєри; 4 — магнетний залізовіддільник; 5 — магнетний шків; 6 — роторна дробарка; 7 — вібраційне сито; 8 — елеватори; 9 — класифікатор; 10 — силосний бункер для механічного регенерату; 11 — контактний охолодник; 12 — короб для магнетних відходів; 13 — бункер з тарілчастим живильником; 14 — барабанна піч; 15 — барабанний охолодник; 16 — силосний бункер для термічного регенерату

Таким чином, до змішувачів, що входять до складу автоматичних установок приготування сумішей на робочих місцях виготовлення форм, подають три компоненти: механічний регенерат, термічний регенерат і свіжий пісок у пропорції 5:4:1.

Наведена схема дає змогу прослідкувати послідовність виконання операцій процесу регенерації. Необхідно тільки зазначити, що із дробарки грубого подрібнення виходять грудки розмірами до 30...40 мм, які після вторинного подрібнення перетворюються практично в пісок. Від кожного механізму і місць пересипання суміші відсмоктується повітря з дрібним пилом, яке обов'язково проходить очищення у відповідних фільтрах. Вода для контактних охолоджувачів охолоджується в холодильних установках до 10 °С.

Приготування формувальних і стрижневих сумішей. Процес приготування суміші складається з таких операцій:

- дозування всіх компонентів суміші, в тому числі й рідких зв'язувальних компонентів та води;
- завантажування їх у змішувачі в певній послідовності;
- перемішування компонентів для забезпечення однорідності та заданих властивостей готових сумішей.

Основним компонентом глинястих формувальних сумішей є оборотна суміш (60...95 %), а стрижневих – кварцовий пісок. Перед дозуванням сипких компонентів сумішей їх піддають просіюванню з використанням плоских, барабанних і вібраційних сит.

У ливарних цехах для просіювання свіжого піску й оборотної суміші часто використовують *плоскі механічні сита* (рис. 5.88).

Плоске механічне сито складається з рами 1, корпусу 3 з прикріпленими до нього полотном-граткою 2 та ексцентриковим валом 4. Корпус являє собою жорстку зварну конструкцію, яка опирається на чотири гумові амортизатори 5, закріплені на рамі. Ексцентриковий вал (рис. 5.88, б) установлений у роликів підчипники 8, які змонтовані на рамі, і проходить через підчипники 7, що закріплені на корпусі сита. Полотно-гратка 2 являє собою металевий лист з просвердленими в шахматному порядку отворами діаметром 10...20 мм. Кут нахилу сита регулюється переустановленням на корпусі кронштейнів амортизаторів у межах 8...10° залежно від кількості грудок у матеріалі. Сипкі матеріали, що потрапляють на полотно сита, просіваються складними рухами сита відносно матеріалу, що створюються обертанням ексцентрикового вала з амплітудою 5...6 мм. Технічну характеристику механічного сита наведено в табл. 5.129.

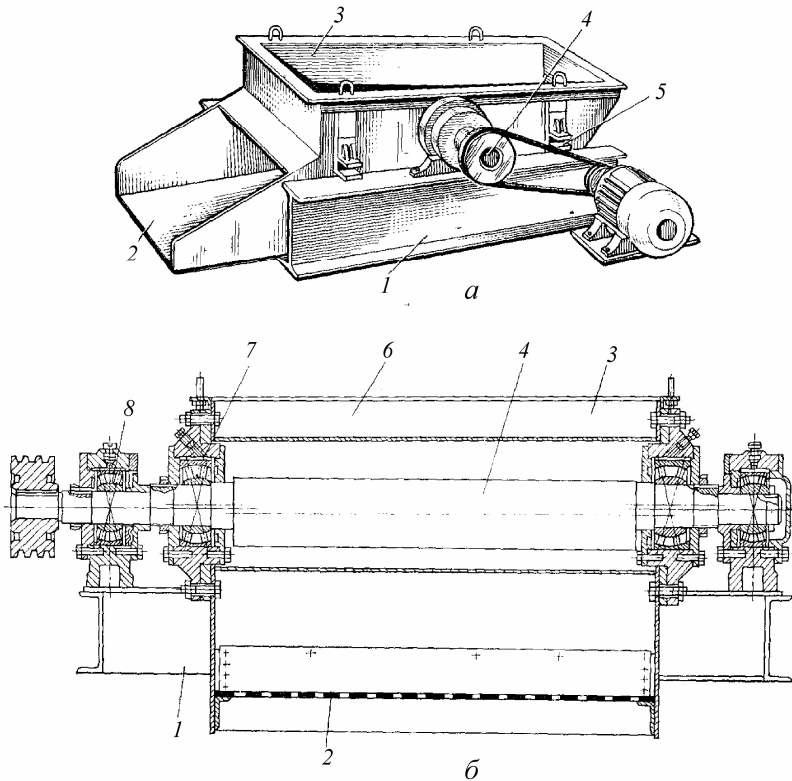


Рис. 5.88. Плоске механічне сито:
a — загальний вигляд; *б* — розріз: 1 — рама; 2 — полотно-гратка;
 3 — корпус; 4 — ексцентриковий вал; 5 — гумові амортизатори;
 6 — завантажувальна воронка; 7, 8 м роликові підчіпники

Таблиця 5.129

Технічна характеристика механічного сита моделі СМ50

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, м ³ /год	30
2	Розмір робочого полотна, мм: довжина ширина	1800 800
3	Діаметр отворів полотна-гратки, мм	15

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
4	Частота коливання, хв^{-1}	970
5	Амплітуда коливання, мм	6
6	Кут нахилу полотна, град.	8...14
7	Установлена потужність, кВт	5,5
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1965 1885 900
9	Маса, кг	790

Сита плоскі вібраційні (табл. 5.130) призначені для одночасного подрібнення і просіювання оборотної суміші після вибивання вилітків із форм, а також для відокремлення від оборотної формувальної суміші сторонніх металевих і твердих неметалевих частинок.

Вібраційне сито являє собою зварний короб, у якому розміщені два плоскі робочі полотна – одне над одним. Короб установлений похило на пружинних опорах і обладнаний вібратором, розміщеним між боковими стінками короба. Вібратор надає сити коливальних рухів у вертикальній площині. Після вмикання машини стрічковим конвеєром на верхнє полотно подається оборотна формувальна суміш.

Таблиця 5.130

Технічні характеристики плоских вібраційних сит

Індекс позиції	Параметр	Модель сита	
		13315	13316
1	Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	160	250
2	Кут нахилу робочого полотна, град.	15	
3	Частота обертання вала вібратора, хв^{-1}	925	
4	Амплітуда коливання, мм	2,5...4,0	
5	Кількість робочих полотен	2	

Індекс позиції	Параметр	Модель сита	
		13315	13316
6	Габаритні розміри верхнього полотна, мм: довжина ширина товщина	4950 1750 і 2150 5	
7	Діаметр вічка верхнього полотна, мм	40	
8	Габаритні розміри нижнього полотна, мм: довжина ширина	4980 1750 і 2150	
9	Розміри вічка нижнього полотна, мм	20×20	
10	Установлена потужність, кВт	15,0	18,5
11	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	14000	16500
12	Габаритні розміри сита, мм: довжина ширина висота	5500 4700 5000	5500 5100 5000
13	Маса, кг	11955	13100

Під дією вібрації вона рухається вздовж короба сита робочим полотном до розмелювальних кілець і одночасно просіюється на нижнє полотно, на якому суміш подрібнюється і просіюється. Великі грудки розбиваються кільцями та башмаками і просіюються.

В автоматизованих системах сумішоприготування вібраційне сито монтується перед установками охолодження суміші.

Сита інерційні (табл. 5.131) призначені для очищення, просіювання і подрібнення оборотної формувальної суміші та свіжих формувальних матеріалів як в автоматизованих сумішоприготувальних системах ливарних цехів з різною серійністю виробництва, так і в мало механізованих. Ці сита складаються з уніфікованих вузлів. Залежно від властивостей суміші (гранулометричного складу, вологості, міцності) є можливість установлювати полотно з вічками 13×13 мм для тонкого просіювання або 20×20 — для грубого. Конструкція сита дає змогу регулювати амплітуду коливання і вибрати найоптимальніший режим роботи сита.

Таблиця 5.131

Технічні характеристики інерційних сит

Індекс позиції	Параметр	Модель сита		
		13515	13515А	13515Б
1	Продуктивність (за вологості суміші 4 %), м ³ /год	160		
2	Розміри робочого полотна, мм: довжина ширина	5000 1800		
3	Кількість сит	1	1	2
4	Розміри вічка сита, мм: верхнього нижнього	13×13 —	20×20 —	20×20 13×13
5	Амплітуда коливання, мм	2,5...4,0		
6	Частота коливання, хв ⁻¹	970		
7	Кут нахилу робочого полотна, град.	15		
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	5300 3175 2600		
9	Маса, кг	4150	4150	4550

Сита барабанні полігональні (табл. 5.132) — призначені для просіювання оборотних формувальних сумішей і свіжих пісків у механізованих сумішоприготувальних відділеннях ливарних цехів.

Конструкцію і роботу барабанного полігонального сита розглянуто в розділі 6. Під час роботи сита стрічковим конвеєром або елеватором на внутрішню поверхню барабана подають матеріал просіювання. Вибрана частота обертання барабана забезпечує внаслідок відцентрової сили і сили тертя піднімання суміші на гранях барабана до кута 40...45° і сковзання її вниз. Під час сковзання і перекочування шарів суміші відбуваються процеси подрібнення грудок і просіювання.

Таблиця 5.132

Технічні характеристики барабаних полігональних сит

Ін-дек-с по-зи-ції	Параметр	Модель барабанного сита					
		173М 1	174М 1	175 М	176 М	178 М	179
1	Продуктивність, м ³ /год	5	10	20	40	80	125
2	Діаметр описаного кола барабана, мм: найбільший найменший	600	850	1120	1500	2000	2500
		450	600	850	1120	1500	2000
3	Довжина барабана, мм	1000	1320	1800	2350	3150	4250
4	Частота обертання барабана, хв ⁻¹	35	30	27	23	20	18
5	Об'єм відсмоктуваного повітря, м ³ /год	600	1500	5000	7000	8500	16000
6	Установлена потужність, кВт	1,1	1,5	3,0	5,5	7,5	11,0
7	Габаритні розміри, мм:						
	довжина	1960	2510	2995	3700	4800	6000
	ширина	830	1150	1368	1860	2358	2960
	висота	795	1065	1325	1700	2235	2820
8	Маса, кг	470	640	1060	1730	3120	4980

Конічна форма сита дає можливість грудкам, які не подрібнилися, та іншим стороннім предметам рухатися вздовж осі барабана до протилежного його торця і там потрапляти окремо від просіяної суміші в спеціальну тару, а суміші — на стрічковий конвеєр, яким вона транспортується до місць використання. Для ефективної роботи полігонального сита вологість просіюваного матеріалу має становити не більше 4 % і подаватися їх у барабан рівномірно і тільки після магнетної сепарації.

Сито барабанне суміщеної дії моделі 13413 (табл. 5.133) — призначене для подрібнення, аерації, просіювання і часткового охолодження оборотної формувальної суміші, а також свіжого піску.

Таблиця 5.133

Технічна характеристика барабанного сита суміщеної дії моделі 13413

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність при вологості суміші 4 %, м ³ /год	63
2	Розміри сита, мм:	
	довжина	2800
	діаметр	1500
3	Розміри вічка сита, мм	16×16
4	Частота обертання барабана, хв ⁻¹	18
5	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год, не менше	8000
6	Установлена потужність, кВт	9,5
7	Габаритні розміри, мм:	
	довжина	3950
	ширина	1790
	висота	1920
8	Маса, кг	2300

Для дозування компонентів під час приготування формувальних і стрижневих сумішей використовують живильники і дозатори.

Живильники – це пристрої, що призначені для рівномірного і безперервного видавання сипких матеріалів з бункерів (рис. 5.89).

Використовують живильники стрічкові, пластинчасті, шнекові, лоткові, тарілчасті, лопатеві та зірчасті.

Стрічковий живильник (рис. 5.89, а) складається із стрічки 2 шириною 1000...1200 мм, приводного 4 і натяжного 1 барабанів і підтримувальних роликів 3.

Живильник конструктивно простий і надійний в експлуатації. Кількість матеріалу, який видає живильник за одиницю часу, регулюється засувкою 5, розміщеною в передній стінці бункера.

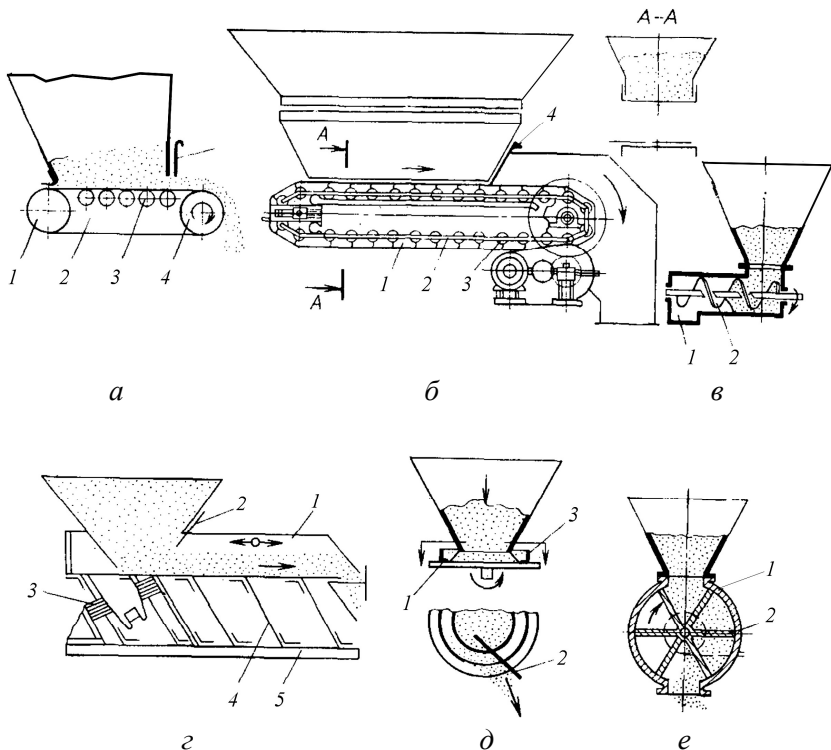


Рис. 5.89. Типи живильників для сипких матеріалів:

- a* — стрічковий: 1 — натяжний барабан; 2 — стрічка;
 3 — підтримувальні ролики; 4 — приводний барабан; 5 — засувка;
б — пластинчастий: 1 — полотно; 2 — тягові ланцюги; 3 — ролики;
 4 — засувка; *в* — шнековий: 1 — жолоб; 2 — гвинт; *г* — лотковий:
 1 — лоток; 2 — засувка; 3 — електромагнетні вібратори; 4 — пружинні
 пластини; 5 — рама; *д* — тарілчастий: 1 — диск; 2 — скребачка;
 3 — кільце; *е* — лопатевий: 1 — корпус; 2 — лопаті

Пластинчастий живильник (рис. 5.89, б) являє собою полотно 1, яке набирається з металевих пластин. Зазори між пластинами перекриваються, щоб попередити просипання матеріалу. Полотно з пластинами прикріплюють до двох тягових ланцюгів 2. На осі ланцюгів насаджені ролики 3. Ширина полотна становить 300...1000 мм, швидкість руху полотна живильника — 0,1...0,2 м/с. Кількість матеріалу, який видає живильник, регулюється засувкою 4.

Шнековий живильник (рис. 5.89, в) складається із жолоба 1 і двох, трьох і більше горизонтально розміщених гвинтів 2. Така конструкція живильника уможливує переміщення матеріалу по всьому перерізу дна бункера без зависання. Кількість матеріалу, який видає живильник, регулюють частотою обертання гвинта.

Недоліком живильника є швидке зношування гвинта і жолоба.

Лотковий живильник (рис. 5.89, г) складається з лотка 1, пружинних пластин 4, жорстко прикріплених з одного боку до жолоба, а з другого – до металевої рами 5.

Лоток здійснює зворотно-поступальні коливання частотою 50 Гц і амплітудою 2 мм за допомогою електромагнетного вібратора 3. Під час руху вперед лоток на пружинах підіймається, унаслідок чого матеріал, який міститься на лотку, притискується до дна лотка і переміщується разом з ним. Під час ходу лотка назад матеріал за інерцією проковзує у ньому в напрямку транспортування. Лоток при цьому опускається, що сприяє меншому зчеплюванню матеріалу із жолобом.

Кількість матеріалу, який видає живильник, регулюють зміною амплітуди коливання і засувкою 2.

Тарілчастий живильник (рис. 5.89, д) являє собою диск 1, який обертається навколо вертикальної осі. Із бункера матеріал надходить на цей диск і видаляється з нього скребачкою 2. Просипання матеріалу з диска запобігає металеве кільце 3, яке ущільнене гумовою манжетною.

Видавання матеріалу регулюють переміщенням скребачки вздовж її поздовжньої осі, а також зміною зазора між кільцем 3 і диском 1.

Лопатевий живильник (рис. 5.89, е) являє собою корпус 1, усередині якого навколо горизонтальної осі обертається ротор із вмонтованими лопатями 2. Зміною частоти обертання ротора регулюють кількість матеріалу, який видається із бункера.

Дозатори — пристрої, що призначені для точного дозування заданої кількості компонентів сухих і рідких формувальних матеріалів та сумішей. Розрізняють дозатори об'ємні й вагові. Частіше використовують об'ємні дозатори (рис. 5.90), які поділяють на бункерні, коробчасті, поворотні й шибєрні. Крім того, об'ємні дозатори поділяють на дозатори безперервної і періодичної дії.

Задану кількість компонента для дозаторів безперервної дії визначають часом видавання або частотою обертання вала дозатора.

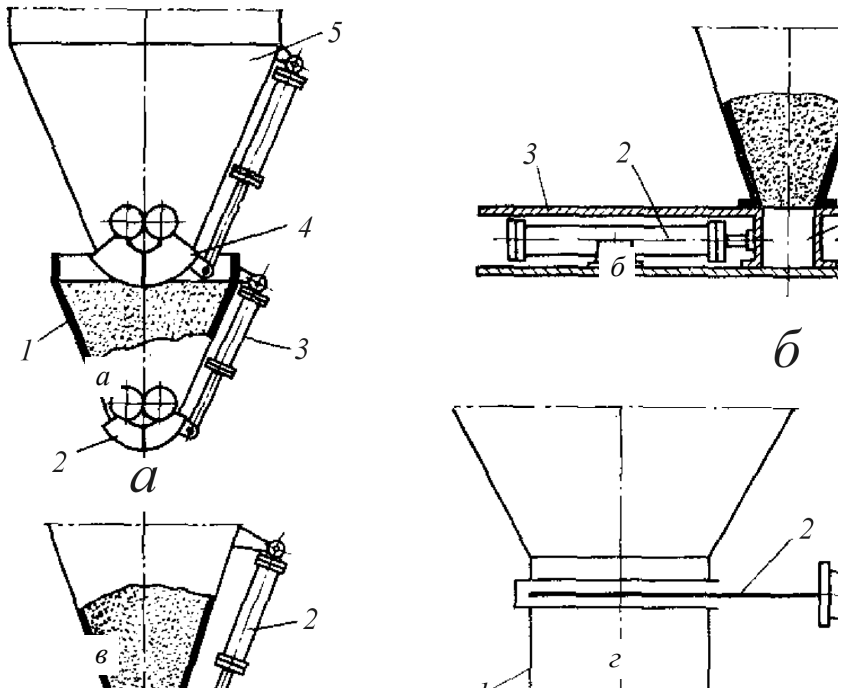


Рис. 5 90. Об'ємні дозатори періодичної дії:

- а* — бункерний: 1 — проміжний бункер малої місткості;
 2, 4 — щелепні затвори; 3 — пневморушій; 5 — основний бункер;
б — коробчастий: 1 — коробка; 2 — пневморушій; 3 — нерухома плита;
в — поворотний: 1 — короб; 2 — пневморушій; *г* — шибєрний:
 1 — труба; 2 — шибєр; 3 — пневморушій

Функції об'ємних дозаторів безперервної дії можуть виконувати живильники. Об'єм дози визначають тривалістю роботи дозатора, наприклад за допомогою реле часу.

Такі дозатори легко можна вмонтовувати в автоматичний цикл установки приготування суміші. Поширеними дозаторами безперервної дії є стрічкові як більш надійні порівняно з тарілчастими або багатощнековими.

Стрічкові дозатори — це пристрої, в яких кількість оборотної суміші або піску визначають часом проходження сипкого матеріалу шаром певної товщини на стрічковому конвеєрі шириною 1000 мм. Швидкість руху стрічки становить 0,3 м/с за товщин шару до 300 мм. Похибка не перевищує 4...5 %.

Бункерний дозатор (рис. 5.90, а) складається із проміжного бункера малої місткості зі щелепним затвором 2 і пневморушія 3.

Після відкриття щелепного затвора 4 основного бункера 5 матеріал пересипається в малий бункер 1 до заповнення, потім затвор 4 основного бункера закривається і відкривається затвор 2 бункера-дозатора. Доза визначається об'ємом бункера-дозатора. Дозування таким дозатором точніше порівняно зі стрічковим.

Коробчастий дозатор (рис. 5.90, б) являє собою коробку 1, яка розташована під бункером і пересувається від нього до місця розвантажування пневморушієм 2. Дном коробки є нерухома плита 3. Дозу матеріалу регулюють переустановленням задньої стінки коробки.

Поворотний дозатор (рис. 5.90, в) складається з поворотного короба 1 і пневморушія 2. Дозатором легко керувати і забезпечувати точне дозування. Доза матеріалу визначається об'ємом короба.

Шиберний дозатор (рис. 5.90, г) являє собою трубу 1 прямокутного перерізу або м'який рукав і два шибери 2, що переміщуються пневморушіями 3. Доза матеріалу визначається об'ємом труби, який міститься між шиберами.

Для дозування рідких складових сумішей – зв'язувальних компонентів, суспензій і води — використовують об'ємні дозатори, які являють собою проградуйовані циліндричні посудини або крильчасті дозатори з лічильниками обертів. Для підтримування сталого напору води над змішувачами установлюють напірний бак.

Вагові дозатори безперервної дії поєднують в одному агрегаті пристрої для зважування і регулювання подавання матеріалу. Їх використовують в автоматизованому виробництві.

Для приготування формувальних піщано-глинястих сумішей використовують **коткові змішувачі**, робочими органами яких є котки і плужки.

Останнім часом використовують змішувачі з гумовими котками і пневматичною камерою. Днище і борти чаші також облицьовують гумовими пластинами. Така конструкція сприяє якісному змішуванню компонентів завдяки підвищеному коефіцієнту тертя гуми і високій продуктивності. Тривалість експлуатації таких котків і чаші довшя, ніж звичайних металевих котків.

В умовах масового і великосерійного виробництв кращим варіантом є використання спарених коткових змішувачів безперервної дії (рис. 5.91).

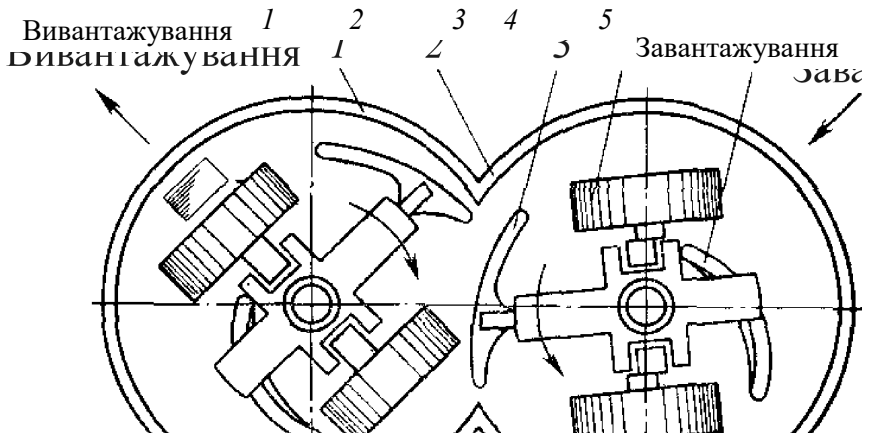


Рис. 5.91. Схема коткового змішувача безперервної дії:
1, 2 — чаші; 3, 5 — плужки; 4 — котки

Змішувач безперервної дії складається із двох суміжних чаш, які мають загальну порожнину в місці спряження. Механізми змішування в чашах синхронно обертаються в протилежні боки, перемішують матеріали і передають їх з однієї чаші в іншу.

Компоненти для приготування суміші безперервно завантажують у праву чашу, де вони потрапляють під дію плужків 3 і переміщуються до котків 4, а далі плужками 5 подаються до бокової поверхні чаші.

Під дією відцентрових сил у місці спряження обох чаш суміш переноситься в ліву чашу змішувача, а потім повертається в праву. Проте з лівої чаші в праву суміш повертається в дещо меншій кількості. Кількість суміші, яка не повертається за кожний оберт змішувального механізму, надходить через постійно відкритий у днищі чаші люк на стрічковий конвеєр і транспортується до місць використання. Безперервне завантажування компонентів і вивантажування готової суміші, високі продуктивність змішувача і якість суміші, а також компактність установки дають можливість використовувати такі змішувачі в автоматичних лініях цехів масового виробництва для приготування єдиної формувальної суміші. Проте високоякісну суміш готують у змішувачах періодичної дії, а тому для приготування облицьовувальної або стрижневих сумішей використовують змішувачі саме цього типу.

Відцентровий змішувач безперервної дії (рис. 5.92) складається з нерухомої чаші 1 і ротора 2, прикріпленого до вертикального приводного вала 3.

На ободі ротора 2 під різними кутами до горизонту установлені робочі плужки 4, а на кривошипних валах 6 котки 5 з вертикальною віссю обертання.

Циліндрична поверхня котків і внутрішні стінки чаші облицьовані гумою 7. Під час обертання ротора котки відхиляються під дією відцентрової сили до борту чаші. Зазор між котками і чашею регулюють ексцентрики 8.

Компоненти суміші, які завантажують у змішувач, надходять на верхній диск обертового ротора і скидаються відцентровою силою в кільцевий простір між ротором і бортом чаші. Робочі плужки піднімають суміш із дна чаші і відкидають її до гумової поверхні борта під котки, які рухаються по ній.

Змішувач продувається повітрям від вентилятора, що сприяє охолодженню і знепиленню суміші.

Готова до використання суміш вивантажується через вікно 9 у днищі чаші. Тривалість приготування одного замісу становить 1...3 хв.

Шнекові (лопатеві) змішувачі безперервної дії (див. рис. 5.53) є найпростішими і компактними.

У таких змішувачах компоненти сумішей якісно перемішуються і рівномірно зволожуються, але зерна піску обволікаються зв'язувальним компонентом гірше, ніж у коткових змішувачах.

Технічні характеристики змішувачів різних конструкцій, які використовують у ливарних цехах, наведено в табл. 5.134 — 5.139.

Завантаження еннз

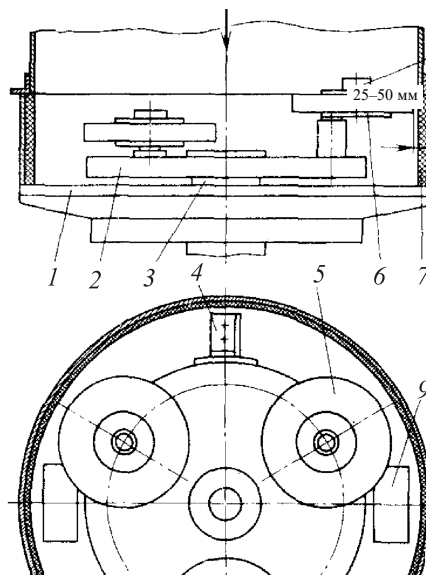


Рис. 5.92. Будова відцентрового змішувача безперервної дії:
1 — чаша; 2 — ротор; 3 — приводний вал; 4 — плужки; 5 — котки;
6 — кривошипні вали; 7 — гумове облицьовання; 8 — ексцентрики;
9 — вивантажувальне вікно

Таблиця 5.134

Змішувачі чашкові різних конструкцій

Ін-декс позиції	Змішувач	Об'єм замісу, м ³	Модель
1	Періодичної дії з вертикально-обертливими металевими котками	0,25	1A11M
		0,30	15101
		1,00	15104
		1,25	114M
		2,00	15107
		3,70	15108
2	Те саме з гумовими котками	3,00	15126
3	Періодичної дії з горизонтально-обертливими котками (відцентрові)	0,63	116M2
		1,00	15326
		1,60	15328
4	Безперервної дії здвоєні	2,00	15204
		4,00	15207
		7,40	15208

Таблиця 5.135

Технічні характеристики змішувачів періодичної дії з вертикально-обертливими котками

Ін-декс позиції	Параметр	Модель змішувача					
		1A11M	15101	15104	114M	15107	15108
1	Об'єм замісу, м ³	0,25	0,30	1,00	1,25	2,00	3,70
2	Внутрішній діаметр чаші, мм	1500	1400	2016	2800	2540	3024
3	Висота чаші, мм	600	-	980	1200	1220	1066
4	Діаметр котка, мм	550	510	815	900	1015	1220
5	Ширина котка, мм	200	190	305	350	380	356

Закінчення табл. 5.135

Індексо-позиції	Параметр	Модель змішувача					
		1A11 М	1510 1	1510 4	114 М	1510 7	1510 8
6	Частота обертання вертикального вала, хв ⁻¹	48	48	34	18	32	26
7	Зусилля тиску котка, кН	0,60... 1,55	1,80	до 5,40	–	до 12,00	до 16,00
8	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	54	–	до 2	–	до 2	
9	Об'єм відсмоктуваного повітря, м ³ /год	2800	2000	6000	4200	6000	9000
10	Габаритні розміри, мм:						
	довжина	1680	1600	2525	3450	3850	4800
	ширина	1570	1500	2058	2900	3150	4200
	висота	2140	2450	2759	2735	3250	3800
11	Маса, кг	2500	2600	7334	9150	1100 0	2000 0

Таблиця 5.136

Технічні характеристики змішувачів періодичної дії з горизонтально-обертливими котками

Індекс позиції	Параметр	Модель змішувача		
		116M2	15326	15328
1	Об'єм замісу, м ³	0,63	1,00	1,60
2	Внутрішній діаметр чаші, мм	2000	2000	2500
3	Висота чаші, мм	664	664	685
4	Кількість котків, шт.	3	2	3
5	Діаметр котка, мм	830	830	1050

Закінчення табл. 5.136

Індекс	Параметр	Модель змішувача
--------	----------	------------------

позиції		116M2	15326	15328
1	Об'єм замісу, м ³	0,63	1,00	1,60
2	Внутрішній діаметр чаші, мм	2000	2000	2500
3	Висота чаші, мм	664	664	685
4	Кількість котків, шт.	3	2	3
5	Діаметр котка, мм	830	830	1050
6	Ширина котка, мм	86	86	110
7	Кількість плужків, шт.	3	2	3
8	Частота обертання вертикального вала, хв ⁻¹	67	54	45
9	Потужність приводу, кВт	100	110	160
10	Потужність електродвигуна вентилятора, кВт	–	15	–
11	Продуктивність витяжної вентиляції, м ³ /год	17500	–	25200
12	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	4000	4550	5700
	ширина	3700	3580	3875
	висота	3500	2950	3050
13	Маса, кг	9100	8400	14600

Таблиця 5.137

Технічна характеристика змішувача з гумовими котками моделі 15126

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Об'єм замісу, м ³	3
2	Розміри чаші, мм:	
	внутрішній діаметр	2800
	висота	1000
3	Кількість котків, шт.	2
4	Розміри котка, мм:	
	діаметр	1028
	ширина	260

Закінчення табл. 5.137

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
----------------	----------	------------------

5	Частота обертання вертикального вала, хв ⁻¹	47
6	Кількість обслуговуючих робітників	1
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	5220 4880 4950
8	Маса, кг	17140

Таблиця 5.138

Технічні характеристики здвоєних змішувачів безперервної дії

Ін-декс по-зиції	Параметр	Модель змішувача	
		15204	15208
1	Об'єм замісу, м ³	2,0	7,4
2	Розміри чаші, мм: діаметр висота	2016 983	3024 1404
3	Кількість котків, шт.	4	4
4	Розміри котка, мм: діаметр ширина	815 305	1220 356
5	Маса котка, кг	1200	1600
6	Частота обертання вертикального вала, хв ⁻¹	38,6	33,7
7	Потужність електроприводу, кВт	75	400
8	Продуктивність витяжної вентиляції, м ³ /год	12000	1800
9	Об'єм водяного бака, дм ³	80	-
10	Габаритні розміри без дозаторів, мм: довжина ширина висота	3975 3715 3094	5880 5400 3745
11	Маса без дозаторів, кг	11060	47000

Таблиця 5.139

Технічна характеристика змішувача періодичної дії з горизонтально-обертливими котками мод. 15411

Індекс	Параметр	Числове
--------	----------	---------

позиції		значення
1	Маса замісу, кг	110
2	Продуктивність, т/год.	1
3	Тривалість циклу приготування суміші, хв	6
4	Температура нагрівання піску, °С	150...200
5	Тиск газу, Па	6
6	Частота обертання, хв. ⁻¹ : вала змішувача ротора нагрівача	70
		30
7	Установлена потужність, кВт	22,6
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	3900
		3200
		4010
9	Маса, кг	7000

Змішувач періодичної дії моделі 15411 з горизонтально-обертливими котками (див. табл. 5.139) призначений для плакування піску фенолоформальдегідною смолою СФ-15 у сумішоприготувальних відділеннях ливарних цехів. До складу змішувача входять нагрівник, посудина для зберігання смоли і дозатори для її дозування. Для подавання охолоджувального повітря змішувач оснащений вентилятором. Під випускним вікном змішувача містяться вібросито і охолодник. Агрегат змішування являє собою відцентровий змішувач з двома котками.

Нагрівник піску складається із камери з розміщенням усередині барабаном, який обертається на горизонтальному валу.

На зовнішній поверхні барабана змонтовано ковші, які, захоплюючи пісок унизу, у верхньому положенні висипають його. Під час падіння пісок пронизує зону нагрівання і набуває необхідної температури.

Для високопродуктивної роботи змішувачів і приготування якісних піщано-глинястих сумішей доцільно використовувати дільниці підготовки глинястої суспензії потрібної консистенції. Такі дільниці розташовують безпосередньо на площах сумішоприготувального відділення або поруч з ним. Схему дільниці приготування глинястої суспензії показано на рис. 5.93.

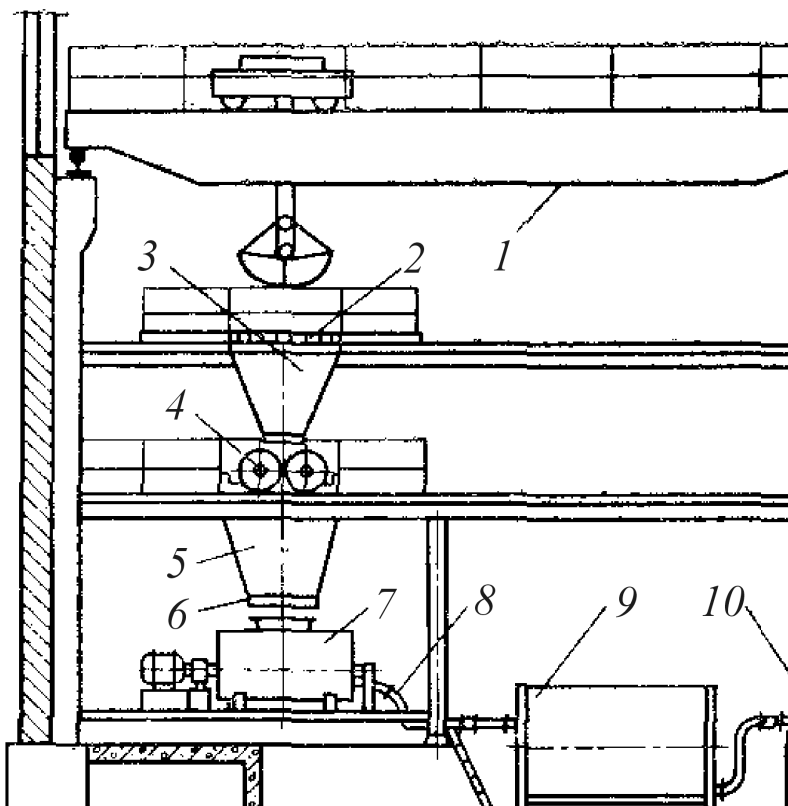


Рис. 5.93. Схема дільниці приготування глинястої суспензії:

1 — грейферний кран; 2 — ґратка; 3 — проміжний бункер;
 4 — дробарка; 5 — бункер; 6 — живильник; 7 — установка;
 8 — зливний трубопровід; 9 — проміжний бак; 10 — насос

Глину із засіків подають грейферним краном 1 на ґратку 2 з вічками 300×300 мм. Через проміжний бункер 3 глина потрапляє в зубчасту двовалкову дробарку 4, де подрібнюється на куски розмірами до 50 мм. Із бункера 5 через живильник 6 в потрібній кількості подають в установку 7 для приготування глинястої суспензії (таких установок може бути декілька).

Установку заздалегідь заповнюють водою з температурою 60...70 °С. В установку глину завантажують через вікно з ґраткою (розмір вічок 100×100 мм).

З торця установки розміщені кран для подавання води, контрольний кран і кран для взяття проби суспензії.

За 30...40 хв перемішування готують якісну глинясту або глинясто-бентонітову суспензію густиною 1,15...1,23 г/см³, яка зливним трубопроводом 8 самопливом потрапляє в проміжні баки (один або декілька) місткістю по 10...15 м³, де барботується за допомогою спеціального пристрою.

Наявність двох або декількох баків гарантує безперебійну роботу сумішоприготувального відділення.

Приблизний склад поширеної суспензії: 15...20 % глини або бентоніту, 8...10 % зв'язувального компонента, 70...80 % води.

Із проміжних баків 9 готова до використання суспензія системою трубопроводів за допомогою одного із двох насосів 10 подається до сумішоприготувального устаткування. Після заповнення всієї системи для попередження осідання глини в трубопроводі суспензія цим же насосом перекачується назад у проміжні баки; другий насос — резервний.

Сучасні сумішоприготувальні відділення обладнують установками або лініями, всі технологічні операції яких максимально автоматизовані.

Як приклад на рис. 5.94 показано спрощену схему установки для приготування формувальних сумішей.

Установка складається з відцентрових змішувачів періодичної дії, бункерів 5 для оборотної суміші, бункера 6 для піску з тарілчастими живильниками 7 і 15, дозувальних бункерів 8, дозаторів води і суспензії 14, проміжних бункерів 12 із живильниками, роздавального стрічкового конвеєра 13, елеватора 1 і системи стрічкових конвеєрів 2 і 3 зі скидальними плужками 4, які забезпечують подавання в бункери вихідних матеріалів.

Оборотна суміш і пісок подаються з бункерів 5 і 6 тарілчастими живильниками 7 і 15 у вагові бункерні дозатори 8 місткістю 2 м³. Вагові бункерні дозатори мають опори з тензометричними перетворювачами 9 системи автоматичного зважування і оснащені щелепними затворами з пневматичним приводом. Оборотною суміш і пісок подаються у ваговий бункер одночасно, причому дозу піску визначають тривалістю роботи дискового живильника.

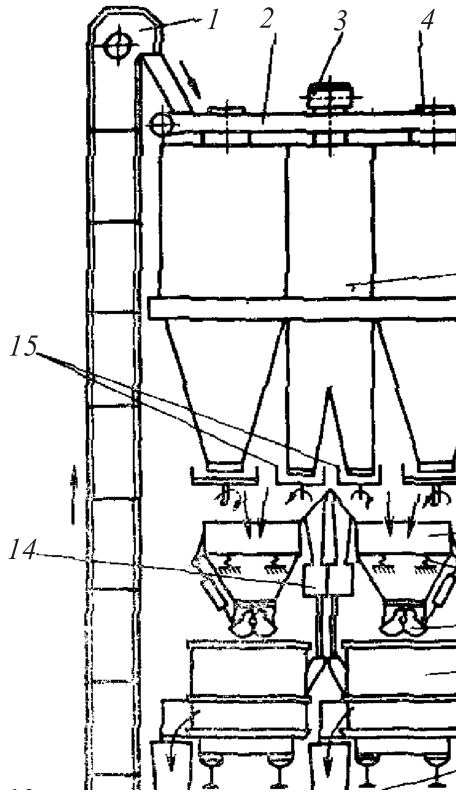


Рис. 5.94. Схема сумішопріготувальної установки:

- 1 — елеватор; 2, 3 — стрічкові конвеєри; 4 — скидальний плужок;
- 5 — бункер для оборотної суміші; 6 — бункер для піску;
- 7, 15 — тарілчасті живильники; 8 — дозувальні бункери;
- 9 — тензометричні перетворювачі; 10 — щелепні затвори;
- 11 — змішувачі періодичної дії з горизонтально-обертливими котками;
- 12 — проміжні бункери; 13 — роздавальний стрічковий конвеєр;
- 14 — дозатори води і суспензії

Після припинення подавання піску живильник 7 продовжує подавання оборотної суміші доти, доки маса суміші з піском у дозувальному бункері не досягне необхідної кількості. Після цього система автоматичного зважування вимикає живильник 7 і подає команду на відкривання щелепного затвора 10.

Послідовність приготування суміші: вводять частину води (для запобігання щільному прилипанню до стінок змішувача сухої су-

міші), суміш продувають повітрям, подають решту води і перемішують. У період вологого перемішування суміші її продувають повітрям для охолодження, а потім вивантажують.

Одночасно пісок і оборотна суміш подаються в дозатори.

Приблизну циклограму автоматичної роботи змішувача наведено в табл. 5.140.

Для подавання сипких матеріалів у бункери над змішувачами використовують пневмотранспорт. Рідкі компоненти (зв'язувальні речовини, суспензії, воду) передають до змішувачів трубопроводами.

Таблиця 5.140

Циклограма автоматичної роботи змішувача

Операція	Тривалість, с						
	20	40	60	80	100	120	140
Подавання води в змішувач	----						
Подавання оборотної суміші в змішувач	---						
Подавання суспензії	---						
Подавання сухих зв'язувальних компонентів	-----						
Аерація і перемішування	-----						
Подавання піску в дозатор		----					
Подавання оборотної суміші в дозатор		-----					
Розвантажування		-----					

Зі змішувача суміш вивантажується в проміжний бункер 12 місткістю на 2 – 3 заміси з живильником. Живильник рівномірно видає суміш на роздавальний конвеєр 13, при цьому перевантаження і зупинка стрічкового конвеєра неможливі.

Змішувачі забезпечують автоматичними пристроями для контролю і регулювання вологості суміші, а також системою автоматичного керування з певним технологічним циклом.

Складнішу замкнену систему приготування і роздавання суміші для виготовлення сирих форм показано на рис. 5.95. Для цієї сис-

теми використовують двоповерхову частину будівлі, на першому поверсі якої розташовано лінію підготовки до повторного використання оборотної суміші. Таку ж систему можна застосовувати і в одноповерховій будівлі, при цьому дільницю підготовки оборотної суміші потрібно розміщувати в підвальних приміщеннях.

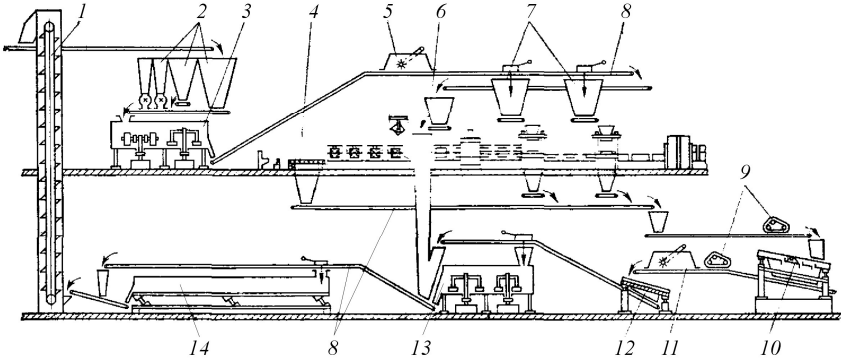


Рис. 5.95. Схема замкненої транспортно-технологічної системи сумішоприготування для виготовлення сирих форм:
 1 — стрічковий елеватор; 2 — бункери над змішувачами для компонентів сумішей; 3 — змішувачі безперервної дії;
 4 — вибивальна гратка з бункером; 5 — аератор для готової суміші; 6 — бункер для надлишку суміші; 7 — бункери над формувальними автоматами; 8 — система стрічкових конвеєрів; 9 — магнетні залізвіддільники; 10 — сито; 11 — аератор для оборотної суміші; 12 — живильник; 13 — змішувальний охолодник; 14 — вібраційний охолодник

В умовах серійного і дрібносерійного виробництв, де завжди є імовірність нерівномірного використання сумішей, передбачають бункери-відстійники, у яких суміші певний час зберігаються і вирівнюються за вологою.

Загальна місткість бункерів має забезпечувати запас суміші на 2 – 4 год роботи формувальних дільниць.

Готові формувальні суміші до місць використання передаються стрічковими конвеєрами, а стрижневі — пневмопотокком або в спеціальній тарі.

Для розпушування суміші після видавання її із бункерів-відстійників використовують аератори (табл. 5.141 – 5.143), які розпушують суміш під час пересипання її із стрічки на стрічку або під час руху суміші стрічкою.

Таблиця 5.141

Технічні характеристики універсальних аераторів

Індекс позиції	Параметр	Модель аератора			
		16113	16114	16115	16116
1	Продуктивність, м ³ /год	40	80	125	240
2	Діаметр ротора, мм	560	710	900	1120
3	Кількість лопаток	24	32	40	48
4	Частота обертання ротора, хв ⁻¹	640	580	480	380
5	Розміри завантажувального вікна, мм:				
	довжина	700	910	1210	1370
	ширина	440	450	500	600
6	Діаметр відсмоктувального патрубку, мм	300	375	500	600
7	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	2000	2500	3500	7000
8	Установлена потужність, кВт	7,5	13,0	22,0	37,0
9	Габаритні розміри, мм:				
	довжина	2840	3580	4360	5340
	ширина	1310	1500	1766	2125
	висота	930	1200	1350	1600
10	Маса, кг	800	910	1550	2350

Таблиця 5.142

Технічні характеристики надстрічкових аераторів для розпушування оборотних сумішей

Індекс позиції	Параметр	Модель надстрічкового аератора				
		16132	16133	16134	16135	16136
1	Продуктивність, м ³ /год	70	100	160	200	240
2	Ширина стрічки конвеєра, мм	650	800	1000	1200	1400
3	Діаметр гребінчастого вала, мм	460			560	

Закінчення табл. 5.142

Індекс позиції	Параметр	Модель надстрічкового аератора				
		16132	16133	16134	16135	16136
4	Кількість зубів гребінки	6	9	12	16	16
5	Відстань між зубом гребінки і конвеєрною стрічкою, мм	10...15				
6	Частота обертання гребінчастого вала, хв ⁻¹	570			530	
7	Установлена потужність, кВт	7,5	11,0	11,0	22,0	30
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	2345 1065 2165	2345 1290 2165	2345 1495 2165	2480 1732 2385	2480 1935 2385
9	Маса, кг	920	1080	1165	1535	1645

Таблиця 5.143

**Технічні характеристики аераторів для розпушування
готових до використання формувальних сумішей**

Індекс позиції	Параметр	Модель аератора				
		16142	16143	16144	16145	16146
1	Продуктивність, м ³ /год	70	100	160	200	240
2	Ширина конвеєрної стрічки, над якою встановлюють аератор, мм	650	800	1000	1200	1400
3	Діаметр гребінчастого вала, мм	460	460	460	560	560
4	Частота обертання гребінчастого вала, хв ⁻¹	570	570	570	530	530
5	Установлена потужність, кВт	7,5	11,0	11,0	22,0	30,0

Індекс позиції	Параметр	Модель аератора				
		16142	16143	16144	16145	16146
5	Установлена потужність, кВт	7,5	11,0	11,0	22,0	30,0
6	Об'єм відсмоктуваного повітря, м ³ /год	600	800	1000	1100	1200
7	Габаритні розміри мм:					
	довжина	2345	2345	2345	2480	2480
	ширина	1065	1290	1495	1732	1935
	висота	2165	2165	2165	2385	2385
8	Маса, кг	890	975	1065	1500	1565

Роботою будь-якого аератора можна керувати як із шафи керування аератором, так і з пульта керування автоматичною лінією.

5.4.4. Визначення кількості змішувачів

Тип змішувача вибирають відповідно до рецептури формувальних і стрижневих сумішей та їх властивостей.

Для єдиних і наповнювальних сумішей використовують високоефективні змішувачі з вертикальною віссю обертання котків, для облицьовувальних та інших сумішей з підвищеними вимогами до технологічних властивостей — змішувачі з вертикальними котками.

Для роботи в комплекті з автоматичними формувальними лініями застосовують автоматичні системи сумішоприготування, які забезпечують стабільні властивості формувальних сумішей.

Кількість змішувачів визначають за формулою

$$Z = P_{\text{ну}} K_n / \Phi_d q,$$

де $P_{\text{ну}}$ — річна кількість неуціленої суміші, м³; K_n — коефіцієнт нерівномірності приготування та використання формувальної суміші, значення якого для розрахунку змішувачів має становити 2 у разі, коли потрібну кількість суміші визначають за повним об'ємом ливарних форм; q — продуктивність змішувача, м³/год

Оскільки в технічних характеристиках змішувачів указують переважно об'єм замісу, то для визначення їх продуктивності необхідно знати тривалість приготування суміші, тобто циклограму роботи конкретного змішувача. У середньому тривалість приготування

одного замісу становить 4...6 хв. Результати розрахунків кількості змішувачів заносять у табл. 5.144 за формою 31, а іншого устаткування сумішоприготувального відділення оформляють у вигляді форми 32 (табл. 5.145).

Форма 31
Таблиця 5.144

Розрахунок кількості змішувачів

Суміш			Змішувачі						
найменування	витрати, т/год		тип	продуктивність, м ³ /год	кількість			коефіцієнт завантаження K ₃	
	розраховані	максимальні			середня	максимальна	прийнята	середній	максимальний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примітки: 1. Кількість змішувачів (середню і максимальну) визначають залежно від K_н.

2. Коефіцієнт завантаження K₃, визначають залежно від кількості змішувачів.

Форма 32
Таблиця 5.145

Розрахунок основного і допоміжного устаткування сумішоприготувального відділення

Операція	Витрати, т/год		Устаткування					
	розраховані	максимальні	найменування	тип	продуктивність, м ³ /год	кількість		коефіцієнт завантаження K ₃
						за розрахунком	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Для приготування високоякісних формувальних сумішей, особливо в умовах масового і великосерійного виробництва, де процеси сумішопріготування максимально автоматизовані, недостатньо тільки автоматизований контроль вологості й температури оборотної суміші. Важливо також, щоб у процесі сумішопріготування була можливість безперервного контролю і регулювання фізико-механічних властивостей формувальних сумішей.

Змінюваними параметрами, окрім указаних температури і вологості суміші, є газопроникність, міцність на стискання та зрізування зразка, а керованим впливом — кількість зв'язувального компонента — пилоподібного бентоніту або глини, які додають у змішувач.

Схему автоматизованого контролю фізико-механічних властивостей сумішей зі зворотним зв'язком, який здійснюється в процесі їх приготування в змішувачах безперервної дії, показано на рис. 5.96.

Суміш, яка зі змішувача 1 потрапляє на стрічковий конвеєр, періодично скидається з нього плужком 2 на віброжолоб 3 і надходить спочатку в аератор 4, а потім в автомат 5 для контролю вологості, де в гільзі діаметром 50 мм формується зразок двобічним пресуванням. При цьому температура і вологість на торці зразка вимірюються перетворювачами, вмонтованими у верхній пуансон. Потім зразок випробується зразка в гільзі на газопроникність продуванням через нього повітря, після чого його піддають випробуванню на стискання або зрізування з вимірюванням міцності й деформації. Після циклу випробувань зразок виштовхується з гільзи і звільнюється місце для наступної проби суміші.

За результатами контролю міцності суміші автоматично коригується дозування зв'язувальних компонентів у змішувач.

Для цього контрольний автомат-комп'ютер 6 вмикає серводвигун 7, який починає обертатися в той або інший бік. Із серводвигуном електрично з'єднаний другий такий самий серводвигун 8, який синхронно обертається з першим і змінює швидкість обертання тарілчастого живильника бункера 9, у якому містяться добавки.

Діапазон зміни дозування добавки обмежується тією кількістю, що установлена на регуляторі комп'ютера.

Установки і змішувачі для приготування плакованих і самотвердних сумішей (табл. 5.146) призначені для приготування плакованих формувальних і стрижневих сумішей, тобто для нанесення на поверхні піщинок тонкої твердої плівки зв'язувального компонента і для приготування рідких самотвердних сумішей.

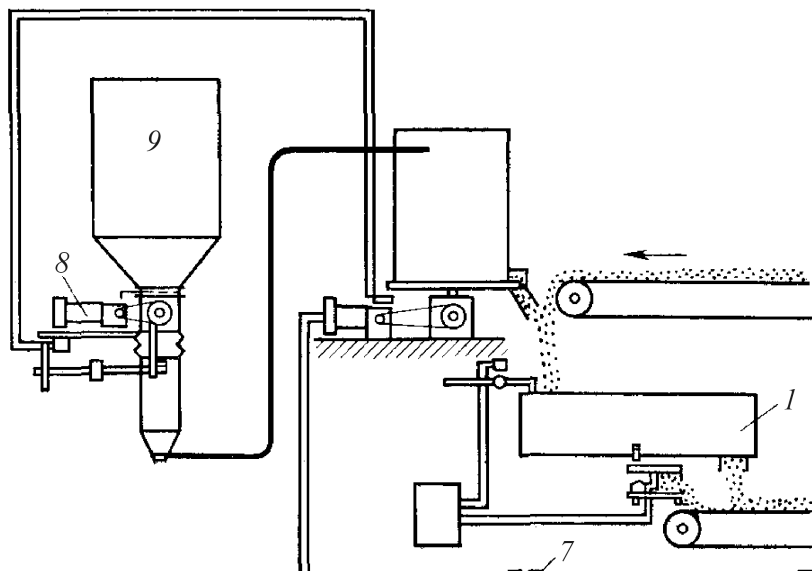


Рис. 5.96. Схема автоматичного контролю фізико-механічних властивостей формувальної суміші в процесі її приготування в змішувачі:

1 — змішувач; 2 — плужок; 3 — віброжолоб; 4 — аератор;
 5 — автомат для контролю вологості; 6 — автомат-комп'ютер;
 7, 8 — серводвигуни; 9 — бункер

Таблиця 5.146

Установки і змішувачі для приготування плакованих (стрижневих) і самотвердних сумішей

Індекс позиції	Устаткування	Продуктивність, м ³ /год	Модель
1	Установки для приготування плакованих сумішей гарячим способом: періодичної дії безперервної дії	1	15411
		3	15711
2	Установки для приготування: РСС періодичної дії РСС безперервної дії	8	19114М
		10	19413
		30	19415

Індекс позиції	Устаткування	Продуктивність, м ³ /год	Модель
	рідкої композиції безперервної дії	6	18113
	ПСС періодичної дії	20	19512
3	Змішувачі ХТС одножолобні:		
	одноплечі	1	19611
	двоплечі	4	4727
		16	4732
	двовалові двоплечі	40	19639
	двожолобні з вихровою голівкою:		
	одноплечі	1	19641
	двоплечі	3	19653
	6	19655	
	16	19657	

Установки безперервної дії моделей 15711 і 15712 (табл. 5.147) призначені для приготування плакованих формувальних і стрижневих сумішей гарячим способом в умовах масового і великосерійного виробництва.

Як приклад на рис. 5.97 показано схему автоматизованої установки для приготування рідкоскляних самотвердних сумішей з використанням лопатевих змішувачів.

Установка складається із двох незалежних вузлів для приготування суміші, кожен з яких оснащений лопатевим змішувачем 13. Крім того, установка оснащена здвоєним бункером 3 із живильниками 16 для піску, бункерами 5 із шнековими живильниками для деревного пеку, бункерами 6 для затверджувачів суміші, дозаторами 10 для зв'язувальних компонентів, загальними конвеєрами 1 і 15 для подавання сухого піску і транспортування стрижневих ящиків (форм) 14, а також загальним проміжним баком 12 для зв'язувального компонента.

Обидва вузли змішування оснащені загальним вузлом підготовки зв'язувального компонента на основі рідкого скла, до складу якого входять баки 9 для рідкого скла, розподільники 11, баки 7, 8 для поверхнево-активних речовин та соди з дозаторами 10 і бак-мішалка.

Таблиця 5.147

**Технічні характеристики установок безперервної дії
моделей 15711 і 15712**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		15711	15712
1	Маса замісу, кг	260	430
2	Продуктивність, т/год	3	5
3	Тривалість циклу, хв	4,5	
4	Температура нагрівання піску, °С	120...180	
5	Тиск газу, Па	5...6	
6	Витрати газу, м ³ /год	30	48
7	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	5	8
8	Витрати технічної води, дм ³ /год	2000	3200
9	Установлена потужність, кВт	76	96
10	Кількість обслуговуючого персоналу	2	
11	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	6220	
	ширина	5800	
	висота	7600	
12	Маса, кг	21200	28000

Рідка композиція, яка готується в баку-мішалці 12, через проміжний бак 2 і дозатор 4 подається в лопатевий змішувач 13, в який подаються і тверді компоненти – пісок із бункера 3 і пек із бункера 5. Після змішування рідку самотвердну суміш заливають у стрижневі ящики після повертання змішувача на деякий кут.

Конвеєр 15 може бути реверсивним або замкненим. Діаметр змішувача — 600...800 мм, довжина — 1000 мм. Швидкість обертання вала — 0,5 с⁻¹. Тривалість циклу змішування — 2...3 хв. Технічні характеристики установок періодичної дії для приготування рідких самотвердних сумішей і рідких композицій для них наведено в табл. 5.148 і 5.149. Технічні характеристики лопатевих змішувачів безперервної дії наведено в табл. 5.60. Технічну характеристику стаціонарної установки безперервної дії моделі 19512 для приготування пластичних самотвердних сумішей наведено в табл. 5.61, а технічні характеристики установок моделей 19413 і 19415 для приготування рідких самотвердних сумішей — в табл. 5.62.

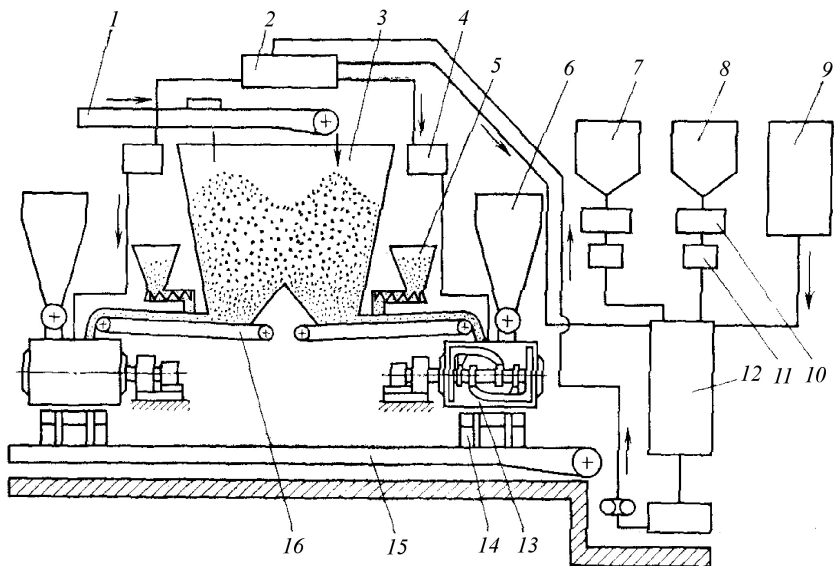


Рис. 5.97. Схема автоматизованої установки для приготування рідкоскляних самотвердних сумішей:
 1 — стрічковий конвеєр; 2 — бак; 3 — здвоєний бункер; 4 — дозатор;
 5 — бункер для пеку; 6 — бункер для затверджувача суміші;
 7, 8 — баки для поверхнево-активних речовин; 9 — бак для рідкого скла;
 10 — дозатор для зв'язувального компонента; 11 — розподільник;
 12 — загальний бак для зв'язувального компонента;
 13 — лопатевий змішувач; 14 — стрижневий ящик; 15 — конвеєр для транспортування стрижневих ящиків або півформ; 16 — живильник

Таблиця 5.148

Технічна характеристика установки періодичної дії моделі 19114М для приготування РСС

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, т/год	8
2	Маса замісу, кг, не більше	750
3	Тривалість циклу приготування суміші, хв	5,45
4	Частота обертання вала змішувача, хв ⁻¹	40
5	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	0,07

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
6	Установлена потужність, кВт	55,4
7	Межі регулювання рідкої композиції на один заміс, дм ³	10...100
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	6130 4650 6770
9	Маса, кг	15600

Таблиця 5.149

**Технічна характеристика стаціонарної установки
періодичної дії моделі 18113 для приготування
рідкої композиції для РСС**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність регульована, т/год	3...6
2	Діапазони регулювання дозування складових рідкої композиції, дм ³ : рідкого скла води милонафту	715...1670 253...748 3...9
3	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	0,2
4	Габаритні розміри, мм: довжина (без шафи керування) ширина висота	5147 3985 2747
5	Маса, кг	3490

Установка стаціонарна періодичної дії моделі 18113 для приготування рідкої композиції для РСС являє собою комплекс устаткування, який складається зі змішувача, резервуарів для зберігання компонентів рідкої композиції, дозувальних пристроїв, функціональних трубопроводів із запірною арматурою, систем виконавчої і сигнальної функцій та блокування.

Контроль технологічного процесу приготування рідкої композиції здійснюється безперервно, а відхилення фіксуються сигнальною апаратурою.

Компоненти композиції в змішувач подаються дозованими в установленій послідовності за допомогою заздалегідь відрегульованих дозаторів.

Послідовність забезпечується відповідним командоапаратом. Компонент перемішуються інтенсивним гідравлічним барботуванням під час циркуляції. Готова рідка композиція перекачується насосом в установку приготування РСС.

Режими роботи установки: налагоджувальний, напівавтоматичний і автоматичний.

5.4.5. Проектні рішення сумішоприготувальних відділень

Проектування сумішоприготувальних відділень необхідно здійснювати з урахуванням таких рекомендацій:

Для ливарних цехів серійного, дрібносерійного та одиничного виробництва з великими номенклатурами виливків різної маси і формувальних сумішей проектують центральне сумішоприготувальне відділення (рис. 5 98), яке дає можливість маневрувати потужностями устаткування і готувати суміші різної рецептури в необхідних кількостях, але при цьому не слід допускати змішування оборотних сумішей з різних формувальних дільниць і передбачати для них окремі потоки та бункери. Для центрального сумішоприготувального відділення важливо правильно визначити місткості і розташувати бункери-відстійники для готової суміші. Їх необхідно установлювати ближче до користувачів на початку кожної транспортної лінії, яка забезпечує сумішшю ту або іншу формувальну дільницю. Місткість таких бункерів має бути такою, щоб забезпечити нормальну нерівномірність використання сумішей, а тому вона має відповідати потребам дільниці на 0,5...2,0 год.

Крім того, над змішувачами необхідно передбачати бункери для зберігання кожного типу оборотної суміші. Сумарна місткість цих бункерів має дорівнювати об'єму всієї оборотної суміші, яка міститься в системі після закінчення роботи.

Центральне сумішоприготувальне відділення ливарного цеху дрібносерійного виробництва з великою номенклатурою формувальних і стрижневих сумішей показано на рис. 5.98.

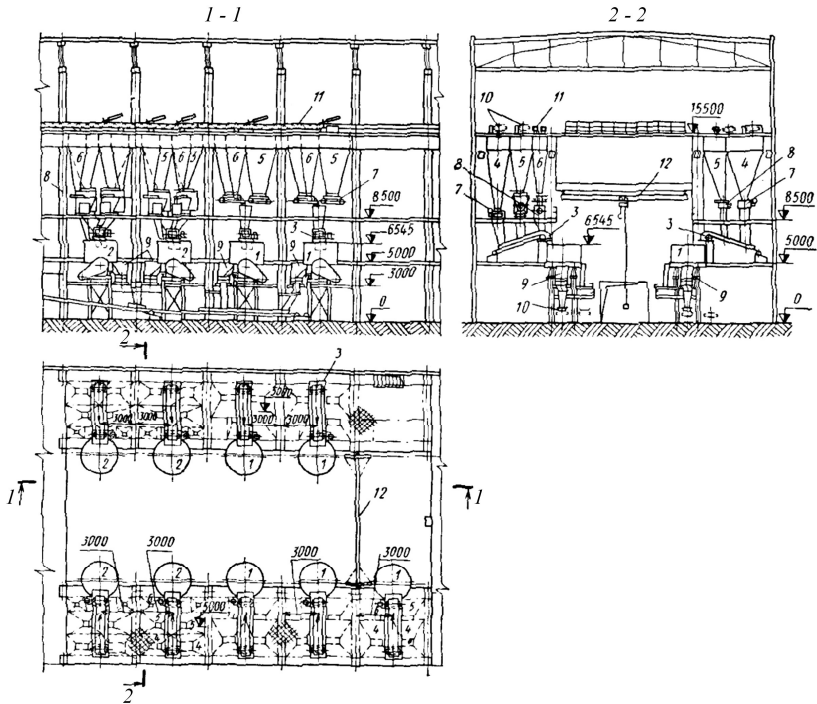


Рис. 5.98. Центральне сумішоприготувальне відділення:

- 1 — змішувачі моделі 15104 для приготування наповнювальної суміші;
- 2 — те саме для приготування облицьовувальної або стрижневої сумішей;
- 3 — стрічкові живильники; 4 — бункери для оборотної суміші;
- 5 — бункери для свіжого піску; 6 — бункери для бентоніту і вугільного порошку; 7 — стрічкові дозатори; 8 — вагові дозатори;
- 9 — проміжні бункери з дисковими живильниками; 10 — стрічкові конвеєри;
- 11 — шнекові конвеєри; 12 — кран-балка для обслуговування змішувачів

Відділення спроможне приготувати протягом однієї години 100...120 т наповнювальної і 50...60 т облицьовувальної сумішей, причому передбачена можливість одночасно готувати і подавати на робочі місця чотири лініями стрічкових конвеєрів по два види наповнювальної і облицьовувальної або стрижневої сумішей, а також змінювати в широких межах їх рецептури.

У відділенні одночасно може працювати вісім змішувачів періодичної дії моделі 15104, які розділені на два однакові блоки по чотири змішувачі в кожному (один змішувач — запасний), два із

яких призначені для приготування наповнювальних, а інші два – облицьовувальних або стрижневих сумішей.

Для приготування наповнювальних сумішей використовують стрічкові дозатори для дозування оборотної суміші і вагові – для інших компонентів. Для приготування облицьовувальних або стрижневих сумішей використовують тільки вагові, як більш точні, дозатори. Кран-балка забезпечує зручний ремонт усіх змішувачів, які є взаємозамінними.

Для ливарних цехів масового та великосерійного виробництва, у яких форми виготовляють на сучасних високопродуктивних автоматичних лініях, проектують окремі сумішоприготувальні установки для кожної формувальної лінії, які є їх продовженням.

За такої схеми сумішоприготування повністю використовують оборотну суміш як найдешевшу сировину для приготування високоякісної формувальної суміші.

Для забезпечення швидкої (у разі потреби) зміни рецептури суміші на автоматичній формувальній лінії в цих випадках ставлять бункери-відстійники для готової суміші місткістю не більшою, ніж на 30 хв роботи лінії. Весь запас оборотної суміші в підготовленому до використання стані зосереджують у бункерах над змішувачами або перед ними. Місткість цих бункерів має відповідати об'єму всієї суміші, яка міститься в системі.

Сумішоприготувальне відділення приготування і забезпечення єдиною сумішшю високої міцності автоматичної формувальної лінії для виробництва чавунних виливків зображено на рис. 5.99. Продуктивність відділення — 90 т єдиної суміші за годину.

У відділенні готують суміш тільки однієї рецептури, але є можливість змінювати її. Для приготування суміші у відділенні встановлено два однакові високопродуктивні змішувачі безперервної дії моделі 1524, над якими розміщено однакові комплекти дозаторів безперервної дії: стрічкові — для оборотної суміші, дискові — для піску і шнекові — для інших компонентів.

Для відбирання і транспортування готової до використання суміші застосовують систему стрічкових конвеєрів із шириною стрічки 1000 мм.

Змішувачі для приготування стрижневих сумішей розміщують переважно в стрижневих відділеннях для забезпечення найкоротших і найзручніших трас транспортування сумішей до робочих місць виготовлення стрижнів.

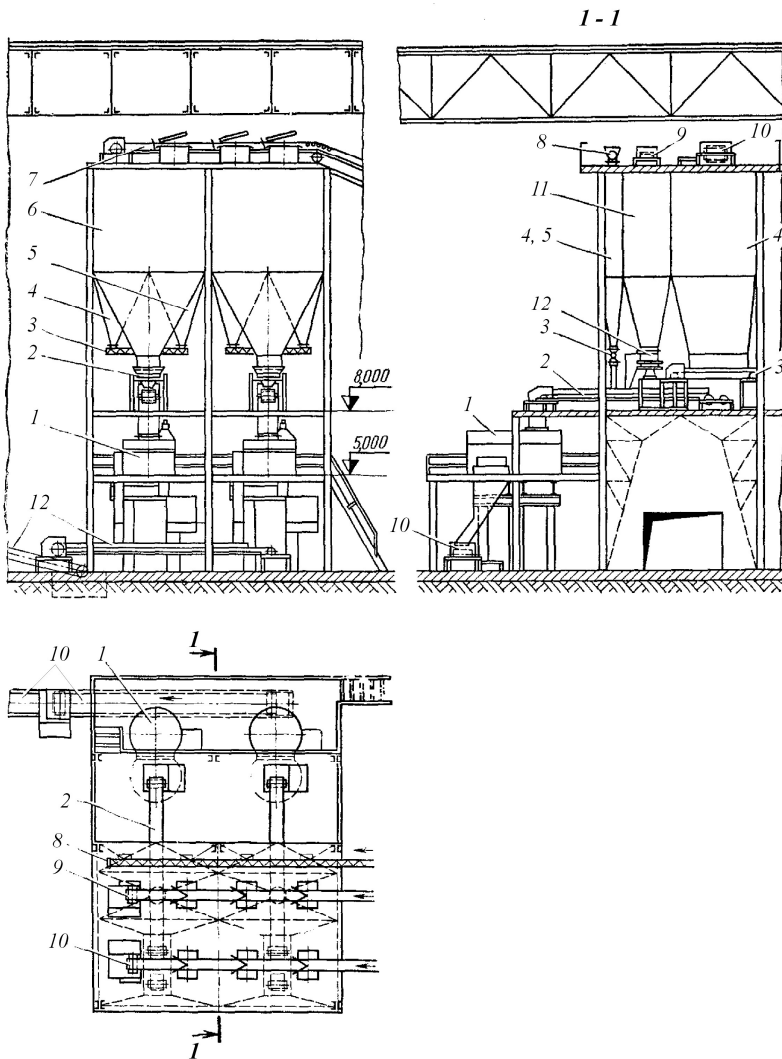


Рис. 5.99. Сумішоприготувальне відділення, яке забезпечує сумішно автоматичну формувальну лінію:
 1 — змішувачі безперервної дії моделі 1524 для приготування єдиної суміші;
 2 — стрічкові живильники; 3 — шнекові дозатори для бентоніту;
 4 — бункери для бентоніту; 5 — бункери для порошкоподібного вугілля;
 6 — бункери для оборотної суміші; 7, 10 — стрічкові конвеєри для оборотної суміші; 8 — шнековий конвеєр; 9 — стрічковий конвеєр для піску; 11 — бункери для свіжого піску; 12 — дискові дозатори для піску

Схему компоновання змішувачів і оснащення їх дозаторами виконують аналогічно компонованню змішувачів для приготування облицювальних сумішей (див. рис. 5.98).

У проектах сумішоприготувальних відділень передбачають приміщення для розміщення пультів керування, контрольно-вимірювальних приладів, електроустаткування, вентиляційних установок та експрес-лабораторії визначення властивостей формувальних матеріалів і сумішей.

Розміри прогонів та **висота будівлі** залежать від габаритних розмірів устаткування: частіше використовують прогони шириною 18 та 24 м, а висоту будівлі визначають висотою елеваторів (з елеваторами вона дорівнює від 12,6 до 21,6 м; без використання елеваторів — від 10,8 до 19,8 м).

Кількість основних робітників визначають за такими даними:

- для обслуговування автоматизованої сумішоприготувальної установки — один оператор та один робітник на два змішувачі;
- для обслуговування механізованої установки — один оператор, один робітник на два змішувачі та один робітник на батарею змішувачів для приготування формувальних сумішей.

Кількість допоміжних робочих має бути такою:

- для обслуговування механізованого потоку оборотної суміші — один робітник на 20...30 тис. т суміші за рік, але не менше одного робітника на транспортну систему довжиною 100...120 м;
- для обслуговування транспортних ліній готових сумішей — один робітник на 15...20 тис. т суміші за рік.

5.4.6. Заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища

Для локалізації приміщень з підвищеним пилоутворенням сумішоприготувальне відділення необхідно ізолювати від інших приміщень ливарного цеху. Крім того потрібно передбачати такі заходи:

- місця подрібнення та пересипання оборотних сумішей обладнати місцевими відсмоктувачами;
- за умови використання в рецептурі сумішей легкозаймистих компонентів передбачати заходи пожежо- та вибухобезпеки. У комоорах оперативний запас таких матеріалів не повинен перевищувати добової потреби;

- комори розташовувати в окремих приміщеннях біля зовнішніх стін будівлі (краще на другому поверсі) і оснастити їх автоматичними системами пожежотушіння та сигналізації;
- для прибирання просипань сумішей уздовж трас їх транспортування проектувати під підлогою спеціальну прибиральну систему (скребачкові транспортери), закриту ґратками, та застосовувати мокре прибирання відділення.

5.5. Проектування відділення фінішних операцій

У відділенні фінішних операцій продукції ливарного цеху, тобто виливкам, надають відповідних товарного вигляду та фізико-механічних властивостей за допомогою різних завершальних операцій і режимів термічного оброблення.

На фінішні операції припадає близько 40 % усієї трудомісткості виготовлення виливків.

На жаль, у відділенні фінішних операцій і тепер використовують найбільше ручної праці, оскільки майже всі вони важко піддаються механізації і автоматизації.

Отже, проектуючи відділення, необхідно урахувати цей фактор, тобто особливу увагу приділяти максимальній механізації окремих операцій, а де можливо, використовувати і їх автоматизацію.

У відділенні виконують увесь цикл фінішних операцій після видалення виливків з ливарної форми, тобто від відокремлення елементів ливникової системи від виливків до їх ґрунтування і передавання на склад готової продукції.

Послідовність проектування відділень фінішних операцій:

- проаналізувати класифікацію виливків для створення групових потоків і вибору технологічних процесів фінішних операцій для кожної групи;
- визначити обсяг виробництва для кожного групового потоку;
- вибрати технологічні процеси для виконання кожної фінішної операції;
- вибрати основне та допоміжне технологічне устаткування і визначити його кількість;
- визначити і виконати кращі варіанти компоновання устаткування відділення для кожного групового потоку;
- розробити заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища.

5.5.1. Класифікація виливків

Фасонні виливки класифікують за такими параметрами:

- **за сплавами, з яких виготовлені виливки:** на основі заліза (чавунні та сталеві) та на основі кольорових металів;
- **за масою:** дрібні, середні, великі, важкі та дуже важкі;
- **за складністю зовнішньої конфігурації:** прості, нескладні, середньої складності, складні та особливо складні;
- **за точністю розмірів** — за ГОСТ 26645-85;
- **за шорсткістю поверхні** — за ГОСТ 2.309-73.

Групові потоки виготовлення виливків необхідно обов'язково створювати з урахуванням наведених параметрів.

Визначальним параметром технологічних процесів фінішних операцій і устаткування, яке забезпечить їх виконання, є маса вилівка.

5.5.2. Визначення обсягу виробництва

Загальний обсяг виробництва виливків, які потребують використання фінішних операцій, має відповідати річній програмі ливарного цеху з урахуванням браку виливків у межах 3...4 %.

Визначаючи обсяг виробництва, необхідно враховувати і ту кількість виливків, які можуть мати дефекти, що підлягають виправленню. Кількість можливих виливків із дефектами передбачають у відсотках від річної програми цеху: дрібних — 15...20, середніх — 25...30, складних та великих — 40...60.

Кількість групових потоків у відділенні фінішних операцій може збігатися з кількістю потоків у формувальному відділенні і може бути більшою, особливо за умови використання у формувальному відділенні високопродуктивного формувального устаткування, наприклад, ліній безопокового формування.

5.5.3. Вибір технологічних процесів виконання фінішних операцій

Виливки після видалення з ливарних форм тривалий час (обумовлений масою вилівка, товщиною його стінки, родом металу тощо) охолоджують, а потім їх передають у відділення фінішних операцій, де підвищують їх фізико-механічні властивості та надають їм належного товарного вигляду.

Технологічні процеси фінішного оброблення виливків можуть бути різними. Вони залежать від багатьох чинників: від сплаву, з якого виготовляють виливки, та їх маси і складності геометрії, від використовуваних сумішей, необхідності термічного оброблення тощо. Наприклад, типовий технологічний процес фінішного оброблення виливків, виготовлених із чавуну, складається з таких операцій:

- відокремлення від виливків елементів ливникової системи;
- видалення з порожнин виливків стрижнів;
- очищення виливків;
- обрубання і зачищення виливків та їх контроль;
- виправлення дефектів (у разі потреби);
- термічне оброблення виливків і їх контроль;
- повторне очищення виливків;
- промивання, сушіння, ґрунтування та повторне сушіння виливків;
- передавання виливків на склад готової продукції.

Технологічний процес фінішного оброблення сталевих виливків може дещо відрізнятися від наведеного через наявність специфічних операцій, наприклад, відокремлення надливів.

Для виливків, виготовлених з вуглецевих сталей 15Л, 20Л, 25Л, 30Л і 35Л, цю операцію виконують до термічного оброблення, а для виливків із сталей 40Л, 45Л і 50Л — після нього, коли температура виливків вища ніж 200 °С (для запобігання утворенню термічних тріщин).

Для виливків з вуглецевих і легованих сталей, які піддають після термічного оброблення заварюванню дефектів або зварюванню (виробництво зварно-литих заготовок), необхідно використовувати додатковий високий відпуск.

Специфічними особливостями технологічного процесу фінішного оброблення виливків з ковкого чавуну є обов'язкове подвійне їх очищення до і після відпалу та правлення на штампах (остання операція зумовлена жолобленням виливків під час тривалого термічного оброблення — відпалу).

Якість виливків контролюють відповідно до вимог нормативних документів з використанням руйнівних і неруйнівних методів контролю.

Основне завдання під час проектування відділення фінішних операцій полягає в тому, щоб для кожної операції вибрати найбільш сучасні технології і устаткування, яке забезпечить їх виконання.

Деякі рекомендації щодо виконання фінішних операцій.

Відокремлення від вилівка елементів ливникової системи:

- елементи ливникових систем від дрібних чавунних виливків (сірий або ковкий чавун до термічного оброблення) відокремлюють у галтувальних барабанах безперервної дії під час попереднього очищення литва, а від великих — ударами молотка під час вибивання форм;
- від дрібних сталевих, бронзових і латунних виливків ливники відокремлюють на кривошипних пресах або на ексцентрикових кушачках, від алюмінієвих і магнієвих — стрічковими пилками;
- від середніх і великих сталевих виливків ливники відокремлюють газокисневими або плазмовими різачками вручну або на установках механізованого різання. За такими ж технологіями відокремлюють від виливків і надливи.

Видалення стрижнів із виливків:

- дрібні та середні за масою чавунні і сталеві виливки звільнюють від стрижнів здебільшого під час їх попереднього очищення в галтувальних барабанах;
- для видалення стрижнів із виливків, що мають великі розгалужені внутрішні замкнені порожнини (у яких стрижні залишаються після попереднього очищення), використовують вібраційні установки, дробометальні камери з обертовими підвісками, електрогідравлічні камери тощо;
- для видалення стрижнів з великих і важких виливків використовують здебільшого гідравлічні камери.

Очищення виливків:

- для очищення чавунних і сталевих виливків використовують галтувальні барабани, дробометальні і дробоструминні камери різних конструкцій, вібраційні, гідравлічні, електрогідравлічні, електрохімічні установки тощо.

Галтувальні барабани використовують для очищення дрібних (до 60 кг) виливків простої конфігурації, виготовлених із чавунів і сталей. Поверхня виливків очищується внаслідок співударяння і тертя виливків у процесі їх взаємного переміщення в барабані, який обертається безперервно в горизонтальній площині. Галтувальні барабани конструктивно прості, але малопродуктивні.

Дробометальні барабани і камери використовують для очищення середніх і великих виливків.

Очищення виливків виконується потоком чавунного або сталевго дробу, який спрямовується на поверхню виливка спеціальними головками або апаратами. Високі продуктивність і якість очищення виливків досягаються високою швидкістю потоку дробу (70...80 м/с), яка створюється робочим колесом ротора, що обертається зі швидкістю близько 2250 хв^{-1} .

З урахуванням маси і розмірів виливків, які піддають очищенню, дробометальне очисне устаткування випускають трьох видів:

- 1) барабани — для виливків масою 25...400 кг;
- 2) столи — для виливків масою 100...500 кг з розгалуженими поверхнями і розмірами від 450×300 до 900×600 мм;
- 3) камери — для виливків масою від 300 до 10000 кг.

Дробоструминні апарати використовують для очищення середніх і великих виливків. Очищення виливків виконується потоком чавунного дробу, який викидається стиснутим повітрям (під тиском 0,5...0,6 МПа) через сопло спеціальним дробоструминним апаратом.

Дробометально-дробоструминні камери використовують для очищення важких і особливо важких (масою 10...30 т) виливків у камерах розмірами в плані 6×6 м і більше. Очищення виконується потужним потоком чавунного дробу, який викидається одночасно дробометальними головками і соплами дробоструминних апаратів.

Вібраційні установки використовують для очищення дрібних виливків від пригару й окалини в умовах великосерійного і масового виробництва. Очищення виконується абразивом, який міститься разом із виливками у вібраційному контейнері, що має частоту коливання від 1000 до 2000 за хвилину з амплітудою 2...6 мм. Віброконтейнер, оснащений електроприводом і пружною підвіскою, встановлено на чотирьох повітряних балонах, які дають можливість регулювати амплітуду його коливань у випадках змінювання тиску повітря. Під час роботи установки в контейнер подають розчин для промивання виливків і видалення відходів.

Виливки, що піддають очищенню, повинні мати магнетні властивості, оскільки після оброблення їх видаляють магнетним барабаном, який опускають у контейнер.

Гідравлічні установки використовують для очищення великих і важких (масою до 100 т) сталевих і чавунних виливків. Очищення виконується струменем води, який під високим (понад 10 МПа) тиском спрямовується за допомогою спеціальних пристроїв — гідромоніторів — на поверхню оброблюваних виливків.

Очищення виконують у камерах з внутрішніми розмірами в плані 6×6 м і більше. Камери оснащені поворотними столами (діаметри столів 2500...2900 мм) і викотним візком (вантажопідіймальність 30...100 т) для установаження виливків.

Перевагами гідравлічного очищення є відсутність пилоутворення і можливість поєднувати очищення зовнішніх поверхонь виливків з одночасним видаленням з них масивних великогабаритних піщано-глинястих і рідкоскляних стрижнів.

Інтенсифікація процесу гідроочищення досягається підвищенням тиску струменя води до 20 МПа та введенням у воду абразиву — кварцового піску. Після гідроочищення виливки в разі потреби сушать нагрітим повітрям.

Електрогідравлічні установки використовують для очищення сталевих і чавунних виливків масою до 25 т. Для очищення використовують енергію високовольтних електричних розрядів (електрогідравлічний удар), які утворюються у воді між електродом і поверхнею виливка.

В електрогідравлічних очисних установках одночасно з очищенням поверхні виливків із внутрішніх їх порожнин видаляються піщано-глинясті та рідкоскляні стрижні.

Електрохімічне очищення виливків здійснюється розчиненням пригару і відновленням окалини в розчинах лугів під дією постійного струму.

Технологія призначена для очищення зовнішніх і внутрішніх поверхонь великих (до 7 т) сталевих виливків.

Газове очищення зовнішніх поверхонь виливків (переважно після термічного оброблення) виконують газокисневим полум'ям, яке створюють спеціальними пальниками. Використовують для очищення великих і важких чавунних та сталевих виливків.

Обрубубання виливків — видалення заливів, нерівностей на зовнішніх та внутрішніх поверхнях середніх і великих виливків із чавунів та сталей, технологічних (фальшивих) ребер у виливках із сталей і ковких чавунів, вирубубання дефектів перед заварюванням тощо — виконують пневматичними молотками із зубилами та повітряно-дуговим різанням.

Зачищення виливків. Для зачищення залишків живильників і надливів та інших дрібних нерівностей на зовнішніх поверхнях чавунних і сталевих виливків використовують спеціальні установки, обладнані абразивними карборундовими кругами.

Установки розділяють на стаціонарні, маятникові (підвісні) та з гнучким валом.

Задирки, гострі окрайки та інші подібні нерівності на поверхнях чавунних і сталевих виливків видаляють на спеціальних вібраційних машинах або заточувальних шліфувальних верстатах.

Виправлення дефектів виливків. Сучасні методи дають змогу виправляти різноманітні дефекти виливків без погіршення їх якості. Основними методами виправлення дефектів виливків є:

- декоративне замазування дрібних поверхневих раковин замазками і мастиками;
- просочування спеціальними розчинами для усування поруваності виливків, які під час експлуатації піддаються гідравлічній дії;
- газове або електродугове заварювання тощо.

Дефекти виправляють на спеціалізованих дільницях, розташованих на площах відділення фінішних операцій.

Термічне оброблення виливків — операція, що призначена для зняття внутрішніх напружин у виливках, зниження їх поверхневої твердості для поліпшення оброблюваності на металорізальних верстатах, надання металу необхідної структури і фізико-механічних властивостей.

Під час проектування відділень фінішних операцій чавуноливарних і сталеливарних цехів режими термічного оброблення виливків призначають за відповідними нормативними документами залежно від вимог до якості литих деталей, передбачених технічними умовами.

Грунтування виливків. Ця операція призначена передусім для захисту виливків від корозії під час їх тривалого зберігання або транспортування. Фарбують зовнішні і внутрішні поверхні виливків, які не піддають обробленню різанням, спеціальною густою фарбою (грунтом). Перед фарбуванням поверхні виливків очищають від піску і пилу в мийних установках.

Дрібні й середні виливки грунтують у прохідних фарбувальних камерах на підвісних конвеєрах зануренням у бак з фарбою або пульверизатором, великі — у камерах тупикового типу на ґратках-стендах з нижнім відсмоктуванням випаровувань.

Після грунтування дрібні й середні виливки сушать у спеціальних камерах, а великі витримують в атмосфері цеху в спеціально передбачених для цього місцях.

Кращим варіантом виконання операції ґрунтування є застосування сучасних механізованих (автоматизованих) ліній для виконання операцій миття виливків, їх сушіння, фарбування та повторного сушіння.

Контроль якості виливків складається з двох етапів — проміжного й остаточного. Проміжний контроль здійснюють у процесі очищення, обробування і зачищення виливків для вилучення із технологічного потоку бракованих і дефектних виливків до термічного оброблення, а другий — для приймання виливків, які пройшли повний цикл оброблення.

Залежно від вимог, які ставляться до виливків, остаточний контроль виконують на постах зовнішнього огляду виливків, на стендах гідравлічних випробовувань, а також в лабораторіях: металографічних і механічних випробовувань, радіаційної (рентгенівської) і ультразвукової дефектоскопії тощо.

5.5.4. Вибір основного і допоміжного технологічного устаткування та розрахунок його кількості

Для відділення фінішних операцій устаткування необхідно вибирати на підставі виконаного раніше аналізу характеристик виливків, які будуть оброблювати (сплаву, маси, конфігурації, розмірів) з урахуванням характеру виробництва.

У ливарних цехах масового і великосерійного виробництв чавунних і сталевих виливків масою до 500 кг необхідно використовувати найпродуктивніше автоматизоване (призначене для оброблення окремих груп виливків) конвеєрне або інше технологічне устаткування безперервної дії.

Нижче наведено рекомендації щодо вибирання технологічного устаткування для виконання фінішних операцій.

Відокремлення від виливків ливників і надливів. Для відокремлення ливників і надливів від сталевих та великих чавунних виливків доцільно використовувати спеціальні установки механічного, киснево-ацетиленового і повітряно-дугового різання та дискові відрізни і шліфувальні верстати.

Видалення стрижнів із порожнин виливків. Операції видалення виливків із форм і стрижнів із виливків мають багато спільного, оскільки і в першому, і в другому випадках відбуваються процеси руйнування сумішей. У загальному технологічному проце-

сі фінішних операцій вони виконуються переважно одна за одною, а за умови використання для виготовлення невеликих стрижнів сумішей з малою міцністю, — одночасно.

У разі використання стрижнів з високою залишковою міцністю (наприклад, коли зв'язувальним компонентом є рідке скло) у вилівках залишається значна кількість незруйнованих стрижнів, тому необхідне спеціальне устаткування для їх видалення.

Пневматичні вібраційні машини моделей 015 і 411. Застосовують в умовах масового і великосерійного виробництва для видалення стрижнів із дрібних і середніх виливків.

Пневматична вібраційна машина (рис. 5.100) являє собою раму, на якій встановлено передню бабку 4 і задню 2. Задня бабка оснащена упором 3, який опирається на пружину 9. Передня бабка має напрямні 6, на яких встановлено рухомий вібратор 7, щиток якого закінчується затиском 5.

Переміщення вібратора напрямними і затискування виливка здійснюється за допомогою пневмоциліндра 8.

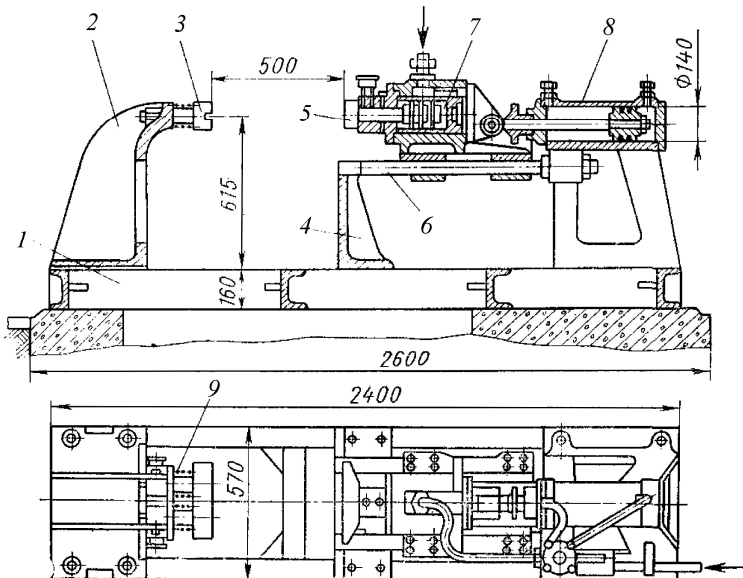


Рис. 5.100. Пневматична вібраційна машина для видалення стрижнів із виливків:

- 1 — рама; 2 — задня бабка; 3 — упор; 4 — передня бабка; 5 — затиск; 6 — напрямні; 7 — вібратор; 8 — пневмоциліндр; 9 — пружина

Для видалення стрижня виливок установлюють на раму або підвищують на телях, затискають між передньою і задньою бабками і вмикають вібратор. Плунжер вібратора рухається і створює трясіння виливка, внаслідок чого стрижень руйнується і суміш висипається.

Гідралічні камери. Стрижні із середніх (масою не менше 400 кг) і великих виливків видаляють за допомогою гідрокамер, у яких стрижні з виливків видаляються внаслідок руйнування і вимивання їх потужним струменем води.

Залежно від максимального тиску води гідроочисні установки поділяють на три класи: низького тиску (0,5...1,0 МПа), високого тиску (1,0...2,0 МПа) і надвисокого тиску (понад 2,0 МПа). При цьому установки високого і надвисокого тисків можуть бути додатково обладнані насосною станцією низького тиску, яку використовують для вимивання і гідротранспортування зруйнованих стрижнів.

Типову гідрокамеру зі столом вантажопідіймністю 50 т показано на рис. 5.101.

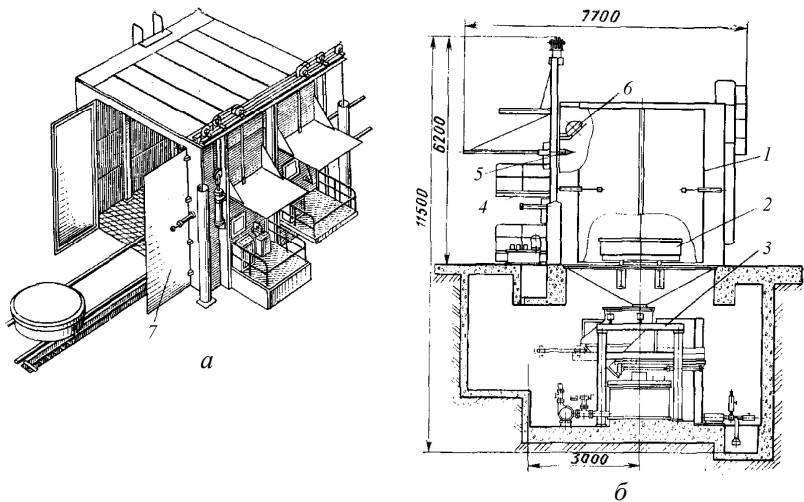


Рис. 5.101. Гідралічна вибивальна камера:

- a* — загальний вигляд; *б* — схема установки: 1 — металевий корпус; 2 — самохідний візок; 3 — естакада; 4 — піднімальний майданчик; 5 — гідромонітори; 6 — прожектори; 7 — двері гідрокамери

Основні вузли камери: металевий корпус 1, піднімні майданчики 4 (або kabіни гідромоніторників) з гідромоніторами 5, гідропригід керування моніторами, прожектори 6 для освітлення робочого

простору камери, двері гідрокамери 7, самохідний візок 2 з кабелеукладачем, на який завантажують виливки, що піддають обробленню, перекриття підвалу, естакади 3 з інерційним грохотом, сепаратор, резервуар для пульпи з мішалками, насоси, бак для води, насосна станція високого тиску, пневматичне і електричне устаткування.

Пульпу, яку відкачують із камери, передають на установки для гідрорегенерації піску і освітлення оборотної води.

Технічні характеристики гідрокамер наведено в табл. 5.150.

Таблиця 5.150

Технічні характеристики гідравлічних камер періодичної дії для видалення стрижнів із виливків

Індекс позиції	Параметр	Модель гідрокамери			
		37113	37116	37123	37126
1	Внутрішні розміри камери, мм:				
	довжина	4500	6000	9000	12000
	ширина	4500	6000	4500	6000
2	Вантажопідіймність візка, т	50	100	50×2	100×2
3	Діаметр поворотного стола, мм	2900			
4	Кількість моніторів, шт.	2		4	
5	Продуктивність, т виливків за годину: чавунних сталевих	6,0	9,0	6,6	9,8
		3,0	3,6	3,6	4,2
6	Тиск води, МПа	2			
7	Установлена потужність, кВт	450,0	450,0	500,0	500,0
8	Габаритні розміри, мм:				
	довжина	11200	12500	13000	13400
	ширина	7300	6700	10300	12500
	висота	5700	6000	5700	6000
9	Маса, т	80,0	90,0	105,0	120,5

У деяких гідрокамерах установлюють кантувачі для прискорення видалення стрижнів внаслідок повертання виливків під струменем води.

Електрогідрравлічні установки періодичної дії призначені для вибивання стрижнів із залишковою міцністю до 5 МПа зі сталевих і чавунних виливків та виливків з кольорових металів у ливарних цехах різносерійного виробництва.

Практикою установлено, що в електрогідрравлічних установках ефективно руйнуються керамічні стрижні, стрижні із РРС і на рідкому склі. Принципову схему установки 36121А показано на рис. 5.102, а установку 36141А — на рис. 5.103. Технічні характеристики електрогідрравлічних установок наведено в табл. 5.151.

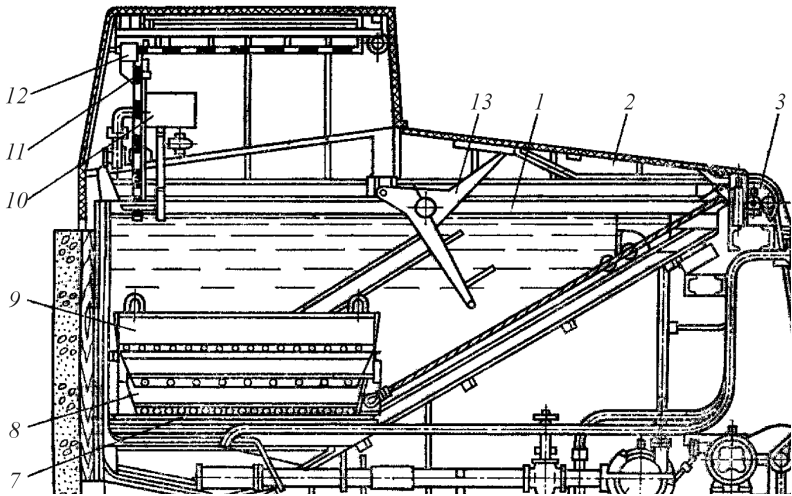
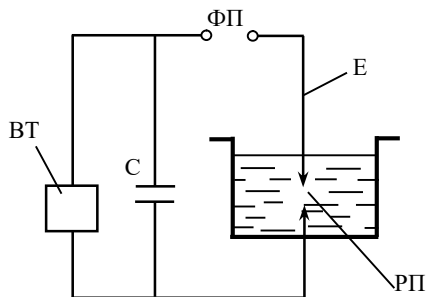


Рис. 5.102. Принципова схема

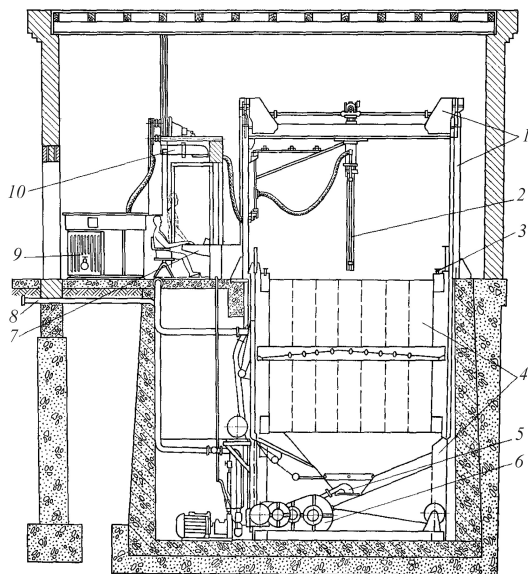
електрогідрравлічної установки моделі 36121А:

- 1 — робочий бак; 2 — кожух; 3 — блок із стопором; 4 — кришка фундаменту;
- 5 — лебідка; 6 — система шламовидалення; 7 — візок; 8 — піддон;
- 9 — контейнер; 10 — розрядник; 11 — механізм вертикального переміщення електрода; 12 — механізм горизонтального переміщення електрода; 13 — механізм піднімання кожуха

Електрогідрравлічний спосіб видалення стрижнів із виливків, за допомогою електрогідрравлічних установок (див. рис. 5.102, 5.103), полягає в електричному іскровому пробиванні рідини, в якій виникають ударні хвилі, що переміщуються. Це призводить до вібрації виливків у великому діапазоні частот.



a



б

Рис. 5.103. Схема електрогідролічної установки моделі 36141А:
a — принципова електрична схема: *BT* — випрямляч-трансформатор;
 $\Phi\P$ — формівний проміжок; *PP* — робочий проміжок;
E — електрод; *б* — загальна схема установки: *1* — рухомий міст з естакадою;
2 — електрод; *3* — колія; *4* — робочий бак; *5* — система шламовидалення;
6 — механізм піднімання контейнера; *7* — кабіна оператора;
8 — система водопроводів; *9* — генератор імпульсного струму;
10 — система вентиляції

У результаті різниці модулів пружності та частоти власних коливань виливків і стрижневих сумішей на межі розділу метал – стрижнева суміш виникають розтягувальні напруження, які руйнують стрижень.

Таблиця 5.151

Технічні характеристики електрогідравлічних установок періодичної дії

Ін-декс пози-ції	Параметр	Модель установки		
		36121А	36141А	36214
1	Найбільші габаритні розміри оброблюваного вилівка, мм:			
	довжина	1800	5600	3200
	ширина	1000	3200	2000
	висота	700	2000	1250
2	Маса оброблюваного вилівка, кг, не більше	2500	5000	6000
3	Вантажопіднімність, кг	2500	25000	10000
4	Продуктивність, кг виливків за годину: чавунних сталевих	3000	6500	9000
		2000	4000	5000
5	Площа, яку займає установка, м ²	58	155	80
6	Установлена потужність, кВт	65	70	107
7	Маса, кг	14000	49000	55000

Інтенсивне переміщення рідини в зоні розряду і вібрації виливків забезпечують ефективне видалення залишків зруйнованих стрижнів із виливків. Електрогідравлічну установку розташовують в окремому приміщенні, яке прибудовують до ливарного цеху.

Основні вузли агрегатів і систем установки 36141А: робочий бак 4 з фундаментною рамою; механізм піднімання контейнера 6; контейнер із знімними піддонами; самохідний візок і колія 3; рухомий міст 1 з естакадою; електрод 2 з механізмами горизонтального і вертикального його переміщення; генератор імпульсного струму 9 і системи блокування; кабіна оператора з пультом керування 7; система шламовидалення 5; системи вентиляції 10 і водопроводів 8.

Виливки цеховими вантажопіднімальними засобами завантажують у контейнер, який заздалегідь установлюють на самохідний візок. Візок накочують на раму підіймача, розташованого над робочим баком.

Підіймач знімає завантажений виливками контейнер з візка і опускає його в робочий бак, заповнений водою.

Спеціальний електрод, закріплений на рухомому мосту, за допомогою механізмів може рухатися в горизонтальному і вертикальному напрямках, що дає змогу оператору переміщувати його в будь-яку точку робочого бака.

Між електродом і виливком здійснюється електричний розряд, що супроводжується наведеними вище фізичними явищами, які і зумовлюють видалення стрижнів із виливків та очищення їх від залишків суміші.

Шлам провалюється крізь ґратчасте дно контейнера, потрапляє в приймальні воронки бака і видаляється шламовими насосами.

Для забезпечення сприятливих умов усмоктування шламу насосами в приймальних воронках розташовані трубопроводи системи барботування. Імпульси струму формуються в генераторі, який складається із випрямляча-трансформатора, імпульсних конденсаторів і розрядника.

Для підвищення продуктивності установок в умовах масового і великосерійного виробництв використовують прохідні і конвеєрні установки.

Схему установки моделі 36214 показано на рис 5.104, а її технічну характеристику наведено в табл. 5.151.

Очищення виливків. Для очищення виливків масою до 16 кг доцільно використовувати вібраційні машини; масою до 40 кг — дробометальні барабани; масою до 60 кг — галтувальні барабани і масою 40...400 кг — дробометальні столи; масою понад 400 кг — дробометальні камери; масою 60...300 кг — електрогідравлічні установки з пластинчастим конвеєром.

Машини очисні вібраційні з прямолінійною робочою камерою ВМ-12М, ВМП-25, ВМ-100 і тороїдно-гвинтовою робочою камерою ВМПВ-200, ВМПВ-400 (табл. 5.152) призначені для об'ємного вібраційного оброблення деталей: очищення від пригару виливків, видалення із поверхні литих заготовок окалини та іржі, а також для зняття задирок, притуплення гострих краєчок виливків тощо.

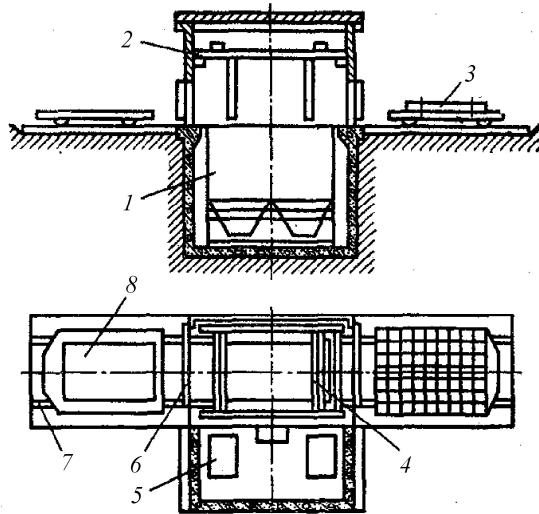


Рис. 5.104. Схема електрогідравлічної прохідної установки моделі 36214:

- 1 — робочий бак; 2 — механізм переміщення електрода;
 3 — контейнер для виливків; 4 — підймальна платформа; 5 — високовольне устаткування; 6 — ворота; 7 — колія; 8 — самохідний візок

Схему вібраційного очищення виливків показано на рис. 5.105.

Вібраційне оброблення полягає в інтенсивному перемішуванні за допомогою вібрації оброблюваних виливків 2 і абразиву-наповнювача. Робочий контейнер 1 заповнюється заготовками і абразивом на 50...80 % його об'єму.

Співвідношення заготовок і абразиву за об'ємом залежно від операції може коливатися від 1:2 до 1:100.

Напрявленість коливання, частоту і амплітуду підбирають так, щоб виливки й абразив перемішувалися відносно один одного у вертикальній площині (процес нагадує галтування в барабанах, але більш інтенсивний). Як абразив використовують спеціальні зірочки, виготовлені з білого чавуну, різноманітну кераміку, бій шліфувальних кругів, крупний дріб тощо. Контейнер, установлений на пружинах 3, приводиться у вібраційний рух за допомогою інерційного вібратора 4, який обертається електродвигуном. Виливки й абразивний матеріал мають різну масу, а тому набувають неоднакового прискорення і переміщуються один відносно одного. Внаслідок взаємного тертя абразивного матеріалу і виливків здійснюється їх очищення.

Таблиця 5.152

Технічні характеристики очисних вібраційних машин

Індекс позиції	Параметр	Модель машини				
		ВМ-12М	ВМП-25	ВМ-100	ВМПВ-200	ВМПВ-400
1	Об'єм контейнера, дм ³	12	25	100	200	400
2	Найбільша маса завантаження, кг	25	50	200	300	600
3	Діаметр вилівки, який оброблюється, мм: найбільший найменший	50 –	75 –	150 3	– –	– –
4	Маса вилівки, який оброблюється, кг: найбільша найменша	0,25 –	0,50 –	1,00 0,04	– –	– –
5	Найбільша амплітуда коливання, мм	4,5	–	4,0	3,0	3,5
6	Частота коливань (змінюється ступінчато), хв ⁻¹	1000 1500 2000	1100 1500 2250	1000 1250 1600 2000	630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	
7	Установлена потужність, кВт	1,08	2,34	4,40	5,50	11,00
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1100 698 1270	1820 1000 1550	1480 1720 2290	3000 2800 2250	3500 3000 2250
9	Маса, кг	460	1695	2520	3000	4000

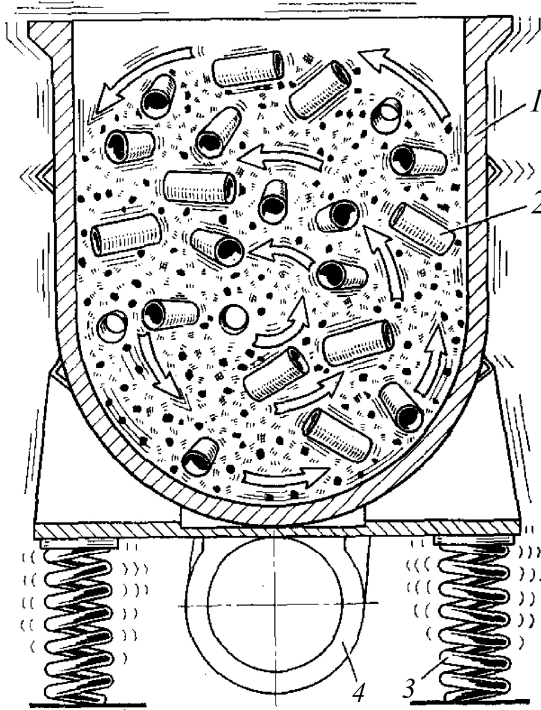


Рис. 5.105. Схема вібраційної очисної машини:
 1 — контейнер; 2 — виливки; 3 — пружини; 4 — інерційний вібратор

Продукти процесу оброблення видаляються промиванням заготовок спеціальною рідиною, яка активно прискорює процес очищення. Для запобігання зношуванню внутрішньої поверхні контейнера її облицьовують гумою або поліуретаном.

Підбиранням складу, структури, форми і розмірів абразиву та робочої рідини, а також варіюванням частоти коливання досягають високоякісного очищення виливків. Вібраційні машини не мають фундаментів, їх установлюють на рівній підлозі на стандартних вібраційних опорах, які є складовою комплекту.

Дробометальні очисні машини. Різноманітність дробометальних очисних машин, які використовують у ливарних цехах, досить велика. Номенклатуру дробометальних машин, що випускаються промисловістю і перебувають в експлуатації, наведено в табл. 5.153.

Таблиця 5.153

Зведена таблиця дробоочисних машин

Індекс позиції	Найменування машини	Модель	Найбільші розміри виливків, які піддають очищенню (об'ємна діагональ), мм
1	Барабани періодичної дії: з металевим подом без видалення стрижнів з гумовим подом без видалення стрижнів з металевим подом і видаленням стрижнів з попередньою регенерацією вибитої суміші	42213M	(470)
		42216M	(600)
		42223M	(450)
		42233	(470)
		42236	(600)
2	Барабани безперервної дії	42322M	(700)
		42313	(850)
3	Камери періодичної дії: універсальна з підвісками без видалення стрижнів	42834	Ø 800×1100
		42815	Ø 1600×2000
		42816	Ø 2000×2500
		42817	Ø 2500×3000
	42818	Ø 3000×4000	
	з видаленням стрижнів	42825	Ø 1600×2000
		42826	Ø 2000×2500
42827		Ø 2500×3000	
4	Камери безперервної дії	42723	Ø 800×1400
		42724	Ø 1000×1700
		42725	Ø 1200×2000
5	Камери підвищеної продуктивності	42733	Ø 800×1400
		42734	Ø 1000×1700
		42735	Ø 1200×2000
6	Камери з ручним керуванням: дробоструминна гідропіскоструминна	44612	500×500×300
		44712	500×500×300
7	Столи очисні	345M	450×400×300
		353M	Ø 900×600

На базі уніфікованих вузлів і систем дробометальних машин, які випускаються, на замовлення підприємств проєктують і виготовляють спеціальні установки: одиничні й унікальні – для очищення важких виливків (вантажопідіймальність візків від 30 до 150 т) і високопродуктивні — для очищення виливків типу блоків циліндрів, гальмівних барабанів тощо. В окремих випадках проєктують і виготовляють установки для зміцнення поверхні деталей наклепуванням.

Одним із функціональних вузлів дробометального устаткування є **дробометальний апарат** (рис. 5.106), який створює високошвидкісний напрямлений потік дробу на оброблювану заготовку. Від його можливостей, працездатності та зносостійкості залежить ефективність дробометальних машин усіх типів.

Використовувані в конструкціях вітчизняного очисного устаткування дробометальні апарати відповідають сучасним вимогам і перебувають на рівні світових зразків.

Основою апарата є дводискова восьмилопатева конструкція кидального ротора з розподільником дробу (імпелером).

Основні вузли дробометального апарата: електродвигун приводу 3, шпindel, ротор 2, завантажувальна воронка 11 з живильником, розподільник дробу 10 і кожух 1.

Шпindel призначено для передавання обертового руху від електродвигуна до ротора через шків 5 і вал 4, який обертається в підшипниках 6.

Ротор призначений для надання дробу необхідної швидкості. Він складається із двох дисків, радіально розміщених лопатей і крильчатки (імпелера).

Розподільна коробка 9 має вікно, положення якого можна змінювати повертанням коробки, а разом з цим змінювати напрямок струменя дробу під час вилітання його з апарата.

Завантажувальна воронка слугує для подавання дробу із сепаратора в порожнину крильчатки. Кожух запобігає вилітання дробу в навколишнє середовище. Він складається з корпусу і кришки, які зсередини облицьовані змінними зносостійкими литими плитками.

Дріб самопливом потрапляє в крильчатку, розганяється лопатями крильчатки і під дією відцентрової сили викидається через вікно розподільної коробки 9. Потім дріб підхоплюється лопатями 7 дробометального апарата, набуває під час руху їх поверхнями високої швидкості і надходить на поверхню оброблюваних виливків віялом. Лопаті кріплять до дисків спеціальними штифтами 8.

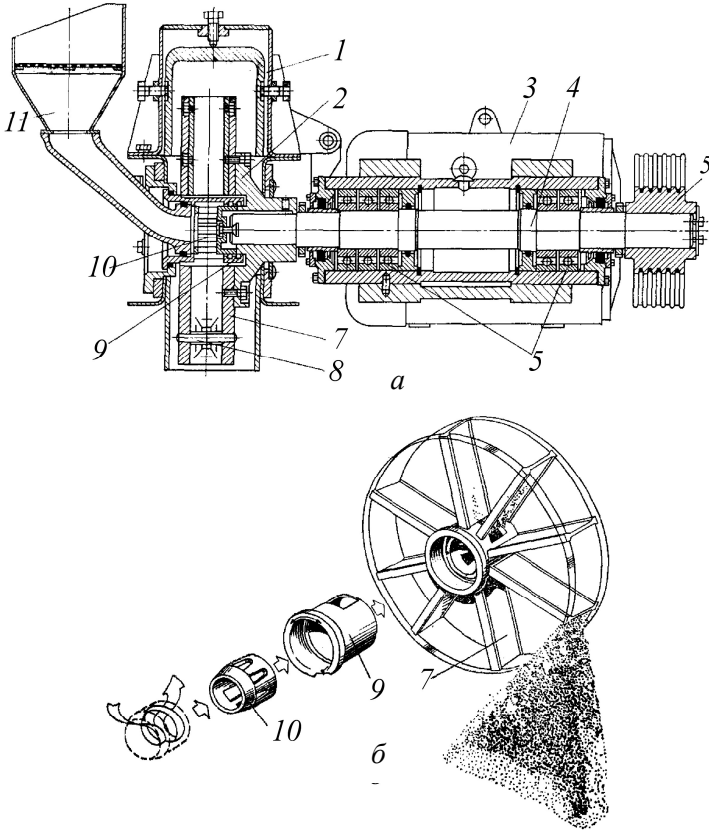


Рис. 5.106. Дробометальний апарат:

- a* — конструкція; *б* — принцип дії; 1 — кожух; 2 — ротор;
 3 — електродвигун приводу; 4 — вал; 5 — шків; 6 — підчіпники;
 7 — лопать; 8 — штифт; 9 — розподільна коробка;
 10 — розподільник дробу; 11 — завантажувальна воронка

Дробометальні апарати призначені для роботи із сталевим абразивом фракцій від 0,8 до 2,5 мм і твердістю HRC 45...HRC 50.

Під час використання чавунного дробу зносостійкість швидкозношуваних деталей (лопатей, розподільника дробу, розподільної коробки) знижується в 3 – 4 рази.

Для надання високої швидкості струменю дробу використовують також всмоктувальні та нагнітальні **дробоструминні апарати** (рис. 5.107).

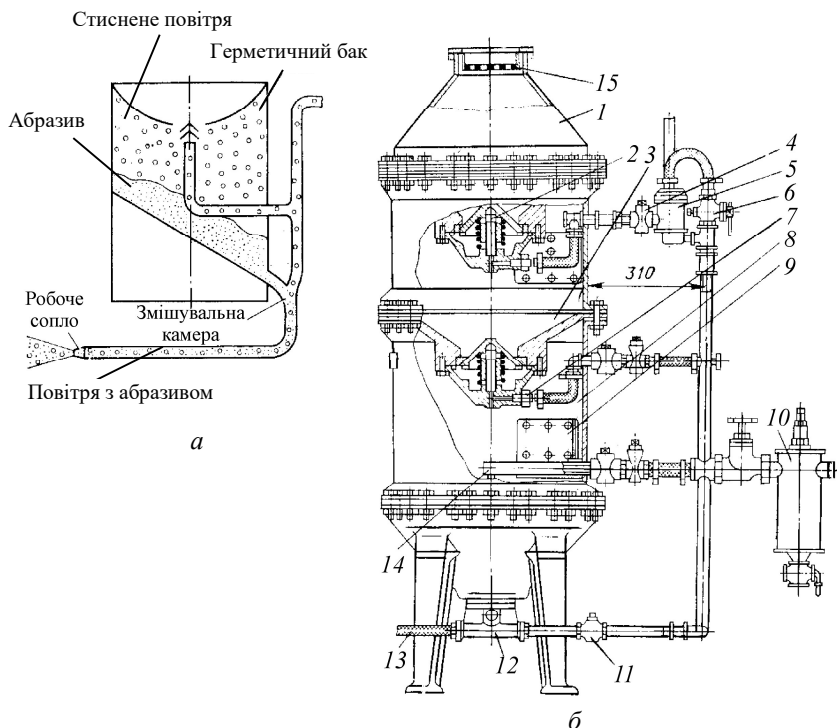


Рис. 5.107. Дробоструминний апарат:

- a* — принципова схема роботи; *б* — конструкція двокамерного апарата;
 1 — верхня камера; 2 — клапан; 3 — середня камера; 4 — сітчастий фільтр;
 5 — перемикач; 6 — триходовий кран; 7 — трубка для подавання стиснутого повітря в камери; 8 — нижня камера; 9 — кришка люка;
 10 — водовідокремлювач; 11 — запірний кран; 12 — змішувальна камера;
 13 — броньований гумовий шланг; 14 — трубка для продування отвору подавання дробу в змішувальну камеру; 15 — сітка

Апарат являє собою герметичний бак, у якому під тиском стиснутого повітря знаходиться дріб. Під дією сили тяжіння і стиснутого повітря, яке в порожнині бака вище, ніж у змішувальній камері, дріб подається в останню і переміщується звідти шлангом до робочого сопла. Для поповнення бака дробом перекривають подавання стиснутого повітря в порожнину і сполучають її з атмосферою. При цьому клапан опускається і дріб із завантажувальної воронки через верхню камеру під дією сили тяжіння потрапляє в порожнину бака.

Для забезпечення безперервної роботи апарат виконують двокамерним.

Моделі дробострумних і дробометальних апаратів наведено в табл. 5.154, технічні характеристики дробометальних апаратів — у табл. 5.155, а дробострумних — у табл. 5.156. Принципову схему дробометальної очисної машини показано на рис. 5.108.

Таблиця 5.154

Моделі дробострумних і дробометальних апаратів

Індекс позиції	Найменування апарата	Модель	Продуктивність за дробом, кг/хв
1	Дробострумний двокамерний: з ручним керуванням з автоматичним пересипанням дробу, з одним соплом	334М	25
		44122	30
2	Дробометальний: правого обертання	2М393	140
		42115	250
		42116	400
		42117	800
	лівого обертання	2М392	140
		42125	250
42126	400		
42127	800		

Таблиця 5.155

Технічні характеристики дробометальних апаратів

Індекс позиції	Параметр	Модель апарата			
		2М393 2М392	42115 42125	42116 42126	42117 42127
1	Продуктивність за дробом, кг/хв	140	250	400	800
2	Швидкість вилітання дробу з апарата, м/с	80	70...80		
3	Частота обертання ротора, хв ⁻¹	2500	2250		

Закінчення табл. 5.155

Індекс позиції	Параметр	Модель апарата			
		2М393 2М392	42115 42125	42116 42126	42117 42127
4	Діаметр ротора, мм	500			
5	Кількість лопатей, шт.	8			
6	Ширина віяла дробу на виході, мм	60	100		
7	Установлена потужність, кВт	17	22	40	55
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1295	1140	1170	1200
		960	1115	1115	1115
		720	610	610	610
9	Маса без електродвигуна, кг	650	640	660	680

Таблиця 5.156

**Технічні характеристики очисних
дробострумних двокамерних апаратів**

Індекс позиції	Параметр	Модель апарата	
		334М	44122
1	Продуктивність за викиданням дробу одним соплом, кг/хв	25	30
2	Радіус дії, м	3	5
3	Об'єм камери, м ³	0,14	0,035
4	Маса дробу, завантаженого в апарат, кг	375	150
5	Кількість сопел	2	2
6	Діаметр сопел, мм	6...12	6...10
7	Витрати стиснутого повітря на одне сопло діаметром 8 мм, м ³ /хв	4,2	5,0

Індекс позиції	Параметр	Модель апарата	
		334М	44122
8	Діаметр підвідного трубопроводу, мм, не менше	50	50
9	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	1650	1010
	ширина	840	600
	висота	2170	1530
10	Маса, кг	750	500

Дробометальні очисні машини складаються з однотипних елементів, до яких належать (див. рис. 5.106) дробометальні апарати 2, система циркуляції дробу (шнековий конвеєр 6, ковшовий елеватор 7 тощо), система сепарації дробу (барабанне сито 8, повітряний сепаратор 1), а також елементи огорожі та пиловідсмоктування 3, 4.

Дробометальні очисні машини оснащені різними пристроями для подавання виливків під струмінь дробу (на схемі — це обертовий стіл). Способи подавання виливків під струмінь дробу і розташування дробометальних апаратів визначають конструкцію очисного устаткування, яке містить барабани, столи, камери і спеціальні установки. За характером роботи розрізняють устаткування періодичної і безперервної дії.

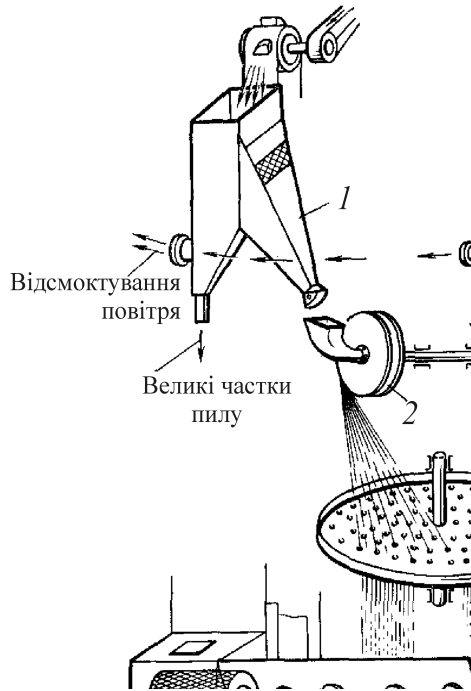


Рис. 5.108. Принципова схема дробометальної очисної машини:
 1 — повітряний сепаратор; 2 — дробометальний апарат; 3, 4 — елементи огорожі і пиловідсмоктування; 5 — стіл; 6 — шнековий конвеєр; 7 — ковшовий елеватор; 8 — барабанне сито

Дробометальні очисні конвеєрні барабани періодичної дії (табл. 5.157) призначено для очищення від пригару й окалини поверхонь виливків і поковок, які не піддаються руйнуванню та деформації під час оброблення, в умовах серійного виробництва.

Таблиця 5.157

Технічні характеристики очисних конвеєрних дробометальних барабанів періодичної дії

Ін-декс пози-ції	Параметр	Модель дробометального барабана				
		42223М	42213М	42233	42216М	42236
1	Об'єм завантажуванних виливків, м ³	0,3			1,2	
2	Найбільша діагональ очищеного виливка, мм	450	470		600	
3	Найбільша маса очищеного виливка, кг	40	80		400	500
4	Найбільша маса завантажуваних виливків, кг	500	800		3000	
5	Продуктивність очищення виливків із сірого чавуну, т/год	3,0	5,1	3,0	10,5	5,4
6	Кількість дробометальних апаратів, шт.	1				
7	Продуктивність апарата за дробом, кг/хв	300		250	800	
8	Кількість відсмоктуваного повітря з барабана, м ³ /год	12200		15000	20600	18000

Закінчення табл. 5.157

Ін-	Параметр	Модель дробометального барабана				
-----	----------	---------------------------------	--	--	--	--

декс позиції		42223М	42213М	42233	42216М	42236
9	Установлена потужність, кВт	36,9		42,0	79,5	91,0
10	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	4500 4500 6050		4500 4500 4500	6000 6200 6000	6000 7000 6000
11	Маса, кг	11700	17100	17500	34000	37000

У дробометальних барабанах періодичної дії простір для розміщення очищуваних виробів обмежується двома торцевими дисками і горизонтальною циліндричною поверхнею, утвореною гумовим або сталевим подом (конвеєром) і охоплює торцеві диски приблизно на 180° так, що під час руху конвеєра вироби перебувають немовби всередині циліндра-барабана, який обертається навколо горизонтальної осі з невеликою (до 0,1 м/с) швидкістю.

Деталі захоплюються поверхнею барабана у бік обертання, піднімаються на певну висоту і, вільно перекочуючись іншими деталями, які знаходяться нижче, очищують одна одну, тобто галтуються. Бік, протилежний напрямку руху конвеєра в його нижній частині, та верх простору циліндра за такого конструктивного виконання залишаються вільними.

Установлюючи у вільній верхній частині простору дробометальний апарат, галтування суміщують з дробометальним очищенням. Конвеєр одночасно виконує роль кантувача виливків: у цьому випадку дробом оброблюються всі поверхні литих деталей. Під час реверсу руху конвеєра деталі вивантажуються з барабана.

Усю конструкцію розміщують у камері з дверима, яку піднімають перед завантаженням і вивантаженням барабана, оснащують системою дробообертання, скіповим завантажувачем і системою автоматики, яка забезпечує чітку послідовність виконання операцій очищення і необхідні блокування та сигналізацію.

У напівавтоматичному режимі виконуються такі основні операції: вмикання робочого руху конвеєра, завантаження виливків скіповим завантажувачем, зачинення дверей барабана, вмикання

дробометального апарата, вмикання подавання дробу, витримування устанавленого часу очищення, припинення подавання дробу, вимикання і гальмування до повного зупинення дробометального апарата, відчинення дверей, зупинення і реверсування руху конвеєра, вивантажування очищених виробів.

Припиняє вивантажування і запускає новий цикл оператор. Робоча зона камери, місця, які піддаються прямій дії дробу, і диски облицьовують зносостійкими плитами. Пластини конвеєра виготовляють із зносостійкої високомарганцевої сталі. Внутрішню поверхню дверей захищають гумовими листами.

У системі підготовлення і роздавання дробу використовують електромагнетні засувки, які практично не зношуються і мають високу надійність. У скіповий завантажувач устанавлюють уніфіковану тару, що спрощує операцію транспортування виливків.

Барабани устанавлюють на плоску бетонну подушку. Наявність місця для розташування транспортних засобів у зоні вивантажування барабана дає змогу вмонтовувати останній в потокові лінії.

Дробометальні очисні барабани безперервної дії (табл. 5.158) призначено для вмонтовування в автоматичні й потокові лінії. Забезпечують якісне очищення від пригару та окалини виливків і поковок зі сплавів на основі заліза.

Основні складові: очисний і віддільний барабани з приводами, дробометальні апарати, гвинтові конвеєри, майданчики обслуговування, система сепарації дробу, електроустаткування.

Очисний барабан має 16-гранну форму, футерований зсередини зносостійкими плитами, а в торцях розміщено конуси для приймання і видавання виливків. На зовнішній поверхні барабана розташовані два бандажі, якими він обпирається на котки і на них обертається під час роботи. Віддільний барабан складається із двох циліндричних обичайок — внутрішньої і зовнішньої. Внутрішня обичайка перфорована і забезпечена зсередини гвинтоподібними ребрами, за допомогою яких виливки перевертаються — при цьому з них видаляються дріб і продукти очищення.

Барабан розміщений у звареній коробчастій камері і обертається на роликах. Торцеві ролики утримують барабан від осьових зміщень.

Таблиця 5.158

**Технічні характеристики очисних
дробометальних барабанів безперервної дії**

Індекс позиції	Параметр	Модель барабана	
		42322М	42313
1	Продуктивність під час очищення виливків середньої складності із сірого чавуну, т/год	5	10
2	Маса очищуваних виливків, кг	25	40
3	Найбільша об'ємна діагональ виливків, мм	700	850
4	Продуктивність дробометальних апаратів за дробом, кг/хв	500	1260
5	Кількість дробометальних апаратів, шт.	2	
6	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	17000	33400
7	Установлена потужність, кВт	65	148
8	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	7600	8370
	ширина	4500	5800
	висота	7100	8490
9	Маса, кг	30000	60000

Камери розташовані на звареній рамі.

Обертання барабана здійснюється через редуктор тришвидкісним електродвигуном.

Барабан працює в автоматичному режимі. Системи керування забезпечують під час запускання і зупинення барабана задану послідовність операцій технологічного процесу дробометального очищення.

Система дробообертання оснащена електромагнетними засувками і сигналізатором рівня дробу.

Дробометальні очисні камери періодичної дії (рис. 5.109) призначені для очищення середніх, великих, важких і особливо важких виливків від пригару й окалини, а також для створення поверхневого наклепу на виробках у цехах одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва.

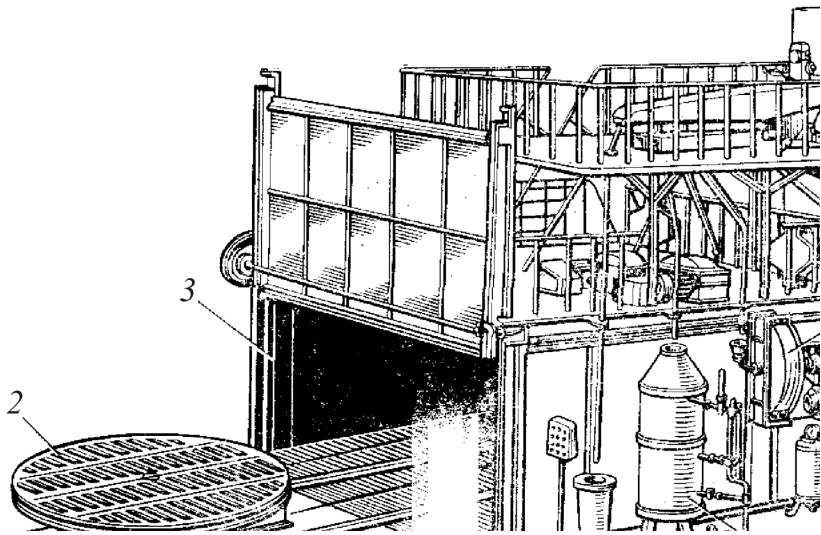


Рис. 5.109. Камера очисна дробометальна періодичної дії:
 1 — стіл; 2 — платформа; 3 — робоча камера; 4 — дробометальний апарат;
 5 — дробоструминний апарат

Виливки перед очищенням в такій камері кладуть на стіл 1, який рухається і має обертову платформу 2. Вантажопідйомність столів досягає 200 т. У робочому просторі камери 3 виливки обертаються на платформі і піддаються дії потоків дробу від декількох дробометальних апаратів 4. Камери також оснащують дробоструминними апаратами 5, за допомогою яких очищають «кармани» і порожнини у виливках.

Технічні характеристики очисних камер періодичної дії наведено в табл. 5.159.

Таблиця 5.159

**Технічні характеристики очисних
 дробометальних камер періодичної дії**

Ін-декс по-зиції	Параметр	Модель дробометальної камери		
		42634М	42638М	42639М
1	Вантажопідйомність стола, т	30	50	150
2	Внутрішні розміри камери, м	6×6	12×6	18×9

Ін-декс по-зиції	Параметр	Модель дробометальної камери		
		42634М	42638М	42639М
3	Найбільші розміри виливків, мм:			
	довжина	4000	6000	10000
	ширина	1600	3600	6500
	висота	1300	2700	4000
4	Продуктивність (для чавунних виливків), т/год	10...18	9,8...16,5	19,5...36,5
5	Установлена потужність, кВт	124	250	266
6	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	12500	20000	29000
	ширина	12000	1500	16000
	висота	8550	10100	11000
7	Маса, т	78,0	202,0	378,0

Примітка. Висота камер над підлогою відповідно 6000; 7600 і 9000 мм

Дробометальні очисні камери безперервної дії (рис. 5.110) призначені для очищення чавунних і сталевих виливків від пригару і окапини в цехах масового, великосерійного і серійного виробництва. Виливки перед очищенням закріплюють на підвіски 2, які ланцюгом подаються в зону очищення, обертаються там і забезпечують якісне очищення потоками дробу, що спрямовуються на верхні виливків дробометальними апаратами 1.

Камери оснащують потужними системами дробоочищення, до складу яких входять бункери 5, грохоти 4, елеватори 3 і повітряні сепаратори 7, та системами транспортування 6 очищеного дробу. Кожну камеру монтують з уніфікованих елементів і вузлів за однією зі схем, показаних на рис. 5.111.

Для підвищення безпеки камери-тамбури мають Г-подібну форму з декількома рядами штор, які забезпечують ефективний захист від вилітання дробу. Дробометальні апарати розташовують під кутом у напрямку руху виливків, що забезпечує очищення останніх під час безперервного руху конвеєра на всій довжині робочої зони і підвищує ефективність використання факела дробу.

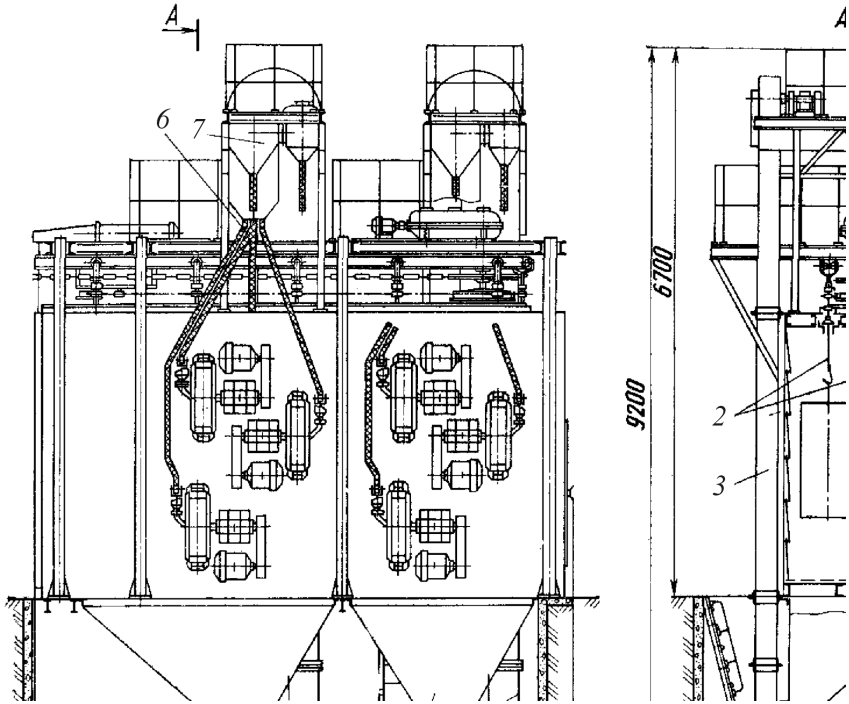


Рис. 5.110. Дробометальна очисна камера безперервної дії:
 1 — дробометальні апарати; 2 — підвіски; 3 — елеватори; 4 — грохоти;
 5 — бункери; 6 — системи транспортування очищеного дробу;
 7 — повітряні сепаратори

Швидкість руху конвеєра регулюється безступінчасто. Для запобігання розгойдуванню підвісок на поворотах і під час проходження штор передбачено спеціальний ланцюг, що одночасно ущільнює проріз у стелі камери, яким рухаються підвіски.

Внутрішня поверхня робочої зони камери захищена зносостійкими плитами.

Технічні характеристики дробометальних очисних камер безперервної дії наведено в табл. 5.160.

Дробометальні очисні камери періодичної дії з обертовими підвісками (табл. 5.161) призначені для очищення від пригару і окалини поверхонь виливків, поковок і штампвань у цехах з одиничним, дрібносерійним і серійним характером виробництва.

У камерах одночасно з очищенням видаляються стрижні з невисокою залишковою міцністю (до 1,5 МПа) і співвідношенням маси вилівка до маси стрижня 1:1.

Кожна камера обладнана двостулковими воротами з пневматичними приводами з обох боків, що дає змогу використовувати камеру як у прохідному, так і тупиковому варіанті.

Внутрішня поверхня камери облицьована знімними литими плитами, виготовленими з високомарганцевої зносостійкої сталі.

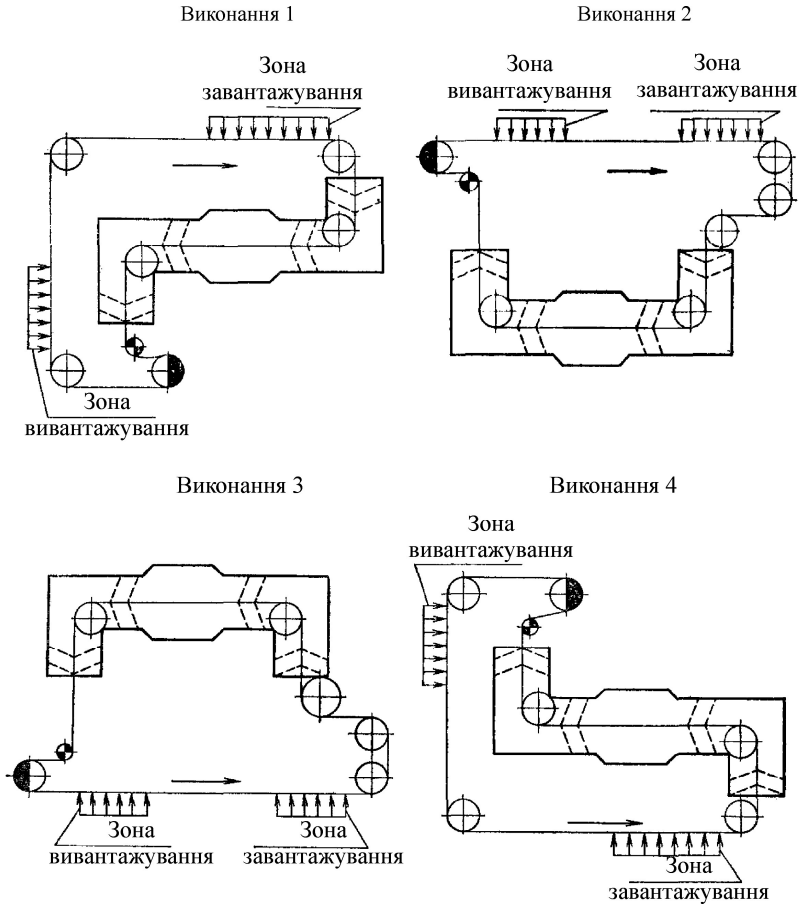


Рис. 5.111. Схеми монтування очисних дробометальних камер безперервної дії

Таблиця 5.160

**Технічні характеристики дробометальних
очисних камер безперервної дії**

Індекс позиції	Параметр	Модель дробометальної камери					
		42723	42733	42724	42734	42725	42735
1	Вантажопіднімність підвіски, кг	315		630		1250	
2	Розміри оброблюваних виливків, мм: діаметр ци-ліндра висота (довжина)	800		1000		1200	
		1400		1700		2000	
3	Продуктивність (випливи із чавуну середньої складності), т/год	12,3	18,5	14,0	21,6	15,0	22,7
4	Кількість дробометальних апаратів, шт.	8					
5	Продуктивність одного апарата за дробом, кг/хв	250	400	250	400	250	400
6	Установлена потужність, кВт	220,0	330,7	220,0	330,7	220,0	330,7
7	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	43000	51900	43000	51900	43000	51900
8	Габаритні розміри, мм:						
	довжина	11000	11000	11000	11000	11000	11000
	ширина	6000	6000	6000	6000	6000	6000
	висота над рівнем підлоги	7300	6000	7300	6000	7300	6000
9	Глибина напрямки, мм	2700	2400	2700	2400	2700	2400
10	Маса, т	94000	98000	94000	99000	94000	100000

Таблиця 5.161

**Технічні характеристики дробометальних очисних камер
періодичної дії з обертовими підвісками**

Індекс позиції	Параметр	Модель дробометальної камери						
		42815	42816	42817	42818	42825	42826	42827
1	Вантажопіднімність підвіски, кг	1250	2500	5000; 10000	10000	1250	2500	5000; 10000
2	Найбільший розмір очищеного виливка, мм: діаметр умовного циліндра висота	1600	2000	2500	3000	1600	2000	2500
		2000	2500	3000	4000	2000	2500	3000
3	Продуктивність під час очищення виливків із сірого чавуну, т/год	10	12	9...12	11	3	4	5
4	Кількість дробометальних апаратів, шт.	3	3	4	4	3	3	4
5	Сумарна продуктивність апаратів за дробом, кг/хв	1050	1350	1300	1300	750	1050	1400
6	Кількість відмокуваного повітря, м ³ /год	22000	22000	34300	34300	22000	22000	40000

Закінчення табл. 5.161

Індекс позиції	Параметр	Модель дробометальної камери						
		42815	42816	42817	42818	42825	42826	42827
7	Габаритні							

	розміри, мм: довжина (з монорейкою) ширина висота над рівнем під- логи	8000 6950 6150	17000 6950 7100	17000 9700 8050	17000 9700 8050	8000 7000 6150	8000 7000 6150	17000 9700 7050
8	Глибина прямка, мм	2100	2100	2500	2500	2100	2100	2500
9	Маса, кг	43000	43000	73000	73000	46000	47000	74000

Камери дробоструминна моделі 44612 і гідропікоструминна моделі 44712 (рис. 5.112) призначені для очищення дрібних виливків від пригару, поковок від окалини, штампувань, прокату і деталей, а після термічного оброблення — від оксидної плівки тощо.

Гідропікоструминну камеру використовують також для очищення дрібних виливків, виготовлених з кольорових металів та сплавів на їх основі.

У нижній частині гідропікоструминної камери розташований бункер, який заповнюють гідропіщаною пульпою, і насос з приводом, що подає пульпу у верхній герметичний бункер, а з нього — в пістолет. Температура пульпи, що необхідна для нормальних умов роботи оператора, створюється і підтримується електричним нагрівачем.

У дробоструминній камері відпрацьований абразив разом із продуктами очищення через отвори ґратки, на яку кладуть виливки, потрапляє у нижній бункер, у якому за допомогою струменя стиснутого повітря відбувається відокремлення абразиву для подальшого використання. Забруднене повітря відсмоктується через вентиляційний короб і циклон, у якому пил та продукти очищення осідають і періодично видаляються.

Технічні характеристики камер наведено в табл. 5.162.

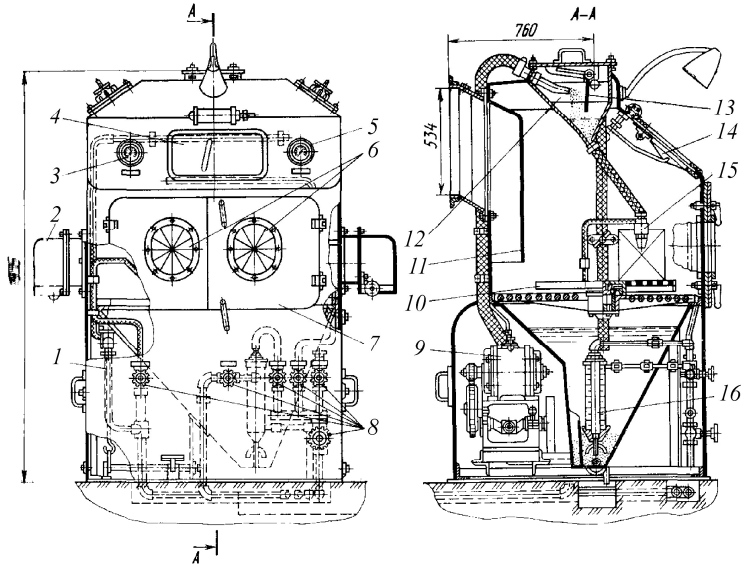


Рис. 5.112. Універсальна гідропіскоструминна камера:
 1 — камера; 2 — вікно для подавання довгих деталей; 3 — манометр вимірювання тиску пульпи; 4 — оглядове вікно; 5 — манометр вимірювання тиску повітря; 6 — лази для рук; 7 — завантажувальні дверцята; 8 — крани керування; 9 — насос; 10 — обертовий стіл; 11 — витяжний короб; 12 — верхній бункер; 13 — поворотно-пересувний екран; 14 — склоочисник; 15 — струминний апарат; 16 — барботер

Таблиця 5.162

**Технічні характеристики дробоструминної
 і гідропіскоструминної камер**

Індекс позиції	Параметр	Модель камери	
		44612	44712
1	Найбільші розміри очищуваних деталей, мм:		
	довжина	500	
	ширина	500	
	висота	300	
2	Найбільша маса очищуваних деталей, кг	15	
3	Найбільший діаметр довгих деталей, мм	90	

Індекс позиції	Параметр	Модель камери	
		44612	44712
4	Продуктивність за площею обробленої поверхні, см ² /хв	220	185
5	Кількість завантажуваного абразиву, кг	—	30...40
6	Кількість води, що заливають, м ³	—	0,08
7	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	1470	1000
8	Установлена потужність, кВт	—	6,8
9	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	1840	1840
	ширина	1755	1450
	висота	2135	2150
10	Маса, кг	800	880

Дробометальні очисні столи (рис. 5.113) призначені для очищення зовнішніх поверхонь тонкостінних сталевих і чавунних виливків, попередньо звільнених від стрижнів і формувальної суміші.

Дробометальні очисні столи являють собою плоску карусель, частина якої закрита і міститься у зоні очищення виливків, а інша частина вільна для завантажування останніх, розвантажування і зміни положень виливків. Карусель столів безперервної дії обертається без зупинень, переміщуючи вилки під дробометальними апаратами. У столах періодичної дії вилки установлюють на спеціальні обертові тарілки. Кількість тарілок на каруселі — 2 – 12.

Під час роботи такого стола карусель періодично зупиняється, а тарілки обертаються в зоні очищення під дією потоку дробу.

Для прискорення процесу завантажування і розвантажування тарілки виконують знімними. Обертовий стіл 6 (рис. 5.113) приводиться в рух від електродвигуна 7 через фрикційний привід. Потік дробу напрямляється на вилки, які установлені на столі, дробометальним апаратом 2. Дробометальний апарат установлений на кожусі 4. Дріб разом з відходами елеватором 3 піднімається в сепаратор 5 і після очищення розподільником 1 подається в дробометальний апарат.

Технічні характеристики очисних дробометальних столів наведено в табл. 5.163.

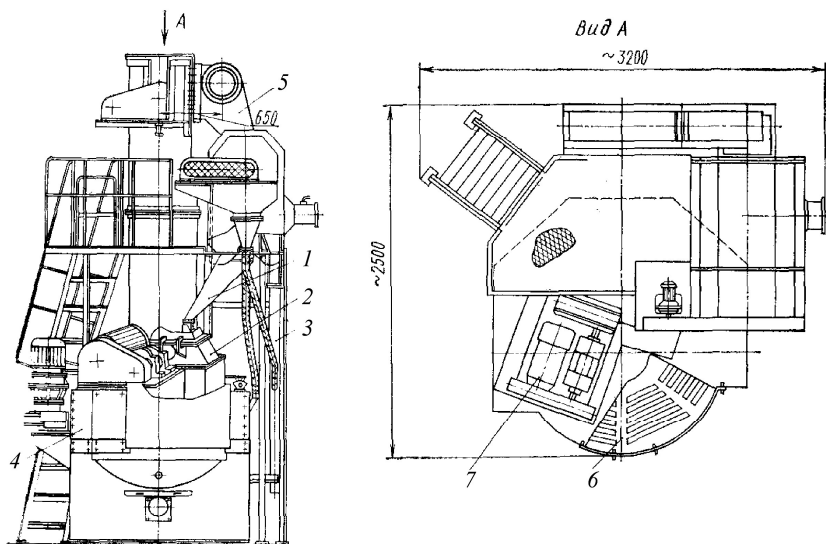


Рис. 5.113. Дробометальний очисний стіл безперервної дії:
 1 — розподільник дробу; 2 — дробометальний апарат; 3 — елеватор;
 4 — кожух; 5 — сепаратор; 6 — стіл; 7 — електродвигун

Таблиця 5.163

Технічні характеристики дробометальних очисних столів

Ін-декс по-зиції	Параметр	Модель стола	
		345М	353М
1	Найбільші габаритні розміри очищуваних виливків, мм:		
	довжина	450	—
	ширина	400	—
	висота	300	—
	діаметр×висота	—	900×600
2	Маса виливків, одночасно установлених на столі, кг	600	1590
3	Найбільша маса очищеного виливка, кг	150	530
4	Діаметр стола, мм	1600	3200
5	Діаметр тарілки, мм	—	1300
6	Кількість тарілок, шт.	—	3

Ін-декс по-зиції	Параметр	Модель стола	
		345М	353М
7	Кількість дробометальних апаратів, шт.	1	2
8	Продуктивність одного апарата за дробом, кг/хв	160	250
9	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	6000	75000
10	Вантажопідйомність електроталі, кг	—	1000
11	Установлена потужність, кВт	23,3	50,0
12	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	3200	4300
	ширина	2500	6100
	висота	5050	7000
13	Маса, кг	4760	18000

Галтувальний барабан безперервної дії (рис. 5.114) призначений для очищення дрібних і середніх виливків у цехах масового, великосерійного і серійного виробництва. Часто використовують барабан для очищення поковок, штамповань та інших заготовок.

Галтувальний барабан безперервної дії являє собою обичайку, з обох боків якої приварені конуси для завантажування і вивантажування виливків. Вісь обичайки має регульований нахил відносно горизонту під кутом $4...10^\circ$. Завдяки нахилу вилки під час обертання обичайки просуваються вздовж неї і очищуються внаслідок тертя один об одного. Технічну характеристику барабана наведено в табл. 5.164.

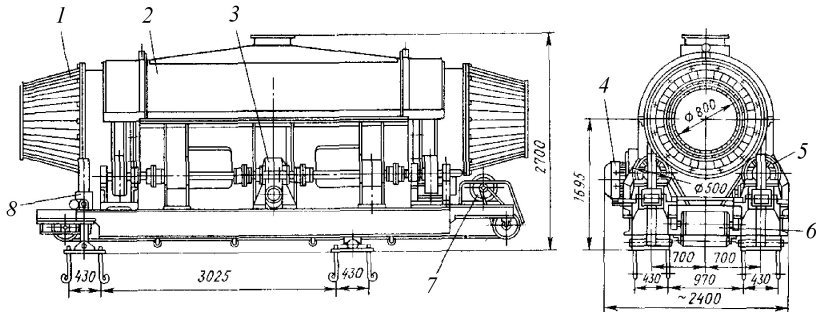


Рис. 5.114. Галтувальний барабан безперервної дії:

- 1 — конуси для завантажування і вивантажування виливків; 2 — кожух;
 3 — черв'ячний редуктор; 4 — електродвигун; 5 — опорні котки; 6 — конвеєр;
 7 — електродвигун конвеєра; 8 — механізм підняття і опускання барабана

**Технічна характеристика галтувального
очисного барабана безперервної дії моделі 4133**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільша маса очищеного вилівка, кг	40
2	Розміри порожнини барабана, мм: діаметр довжина	800 4200
3	Кількість обертів барабана за хвилину	30
4	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	2600
5	Продуктивність (чавунні вилівки), т/год	5,0
6	Установлена потужність, кВт	24,2
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	6560 2550 2850
8	Маса, кг	17870

Обертові частини барабана закриті кожухом 2, який патрубком з'єднаний з цеховою вентиляцією. Привід барабана здійснюється від електродвигуна 4 через черв'ячний редуктор 3 і привідні котки.

Обичайка розташована на привідних і вільно обертових опорних котках 5. Уздовж барабана рухається конвеєр 6 для прибирання, який приводиться в рух електродвигуном 7. Кут нахилу обичайки регулюється за допомогою механізму піднімання й опускання 8.

Зачищення вилівок. Для зачищення вилівок масою до 10 кг доцільно використовувати вібраційні машини (див. рис. 5.100, табл. 5.152), масою меншою за 12 кг — спеціальні шліфувальні верстати, а для середніх і великих вилівок — підвісні маятникові верстати, інструменти з гнучким валом (рис. 5.115) тощо.

Окремі групи вилівок у ливарних цехах масового і великосерійного виробництв зачищають із застосуванням автоматичних верстатів і ліній (рис. 5.116), а в серійному і дрібносерійному виробництвах — механізованих комплексів (табл. 5.165). Автоматичну лінію зачищення вилівок блока циліндрів автомобільних дизелів показано на рис. 5.116. Лінія призначена для зачищення двох типів блоків — шести- і восьмициліндрових без переналагодження. Продуктивність лінії — 52 блоки за год. Максимальна висота заливів, які видаляються зачищенням, — 10 мм.

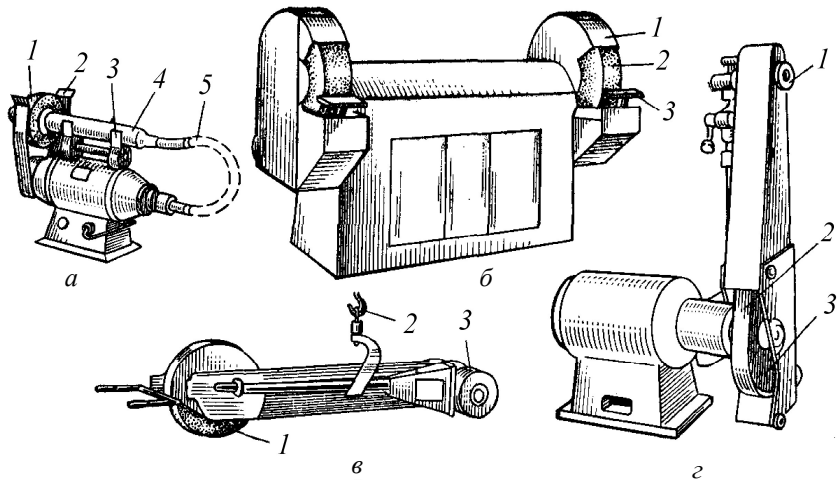


Рис. 5.115. Типи обдирально-шліфувального устаткування для зачищення виливків:

- а* — інструмент з гнучким валом: 1 — шліфувальний круг; 2 — підставка для круга; 3 — кронштейн; 4 — рукоятка; 5 — гнучкий вал;
б — стаціонарний обдирально-шліфувальний верстат: 1 — захисний кожух; 2 — круг; 3 — столик для упора виливка; *в* — підвісний верстат: 1 — круг; 2 — підвіска; 3 — електродвигун приводу; *г* — стрічковий абразивно-шліфувальний верстат: 1 — натяжний шків; 2 — стрічка; 3 — привід

Автоматизоване устаткування для зачищення виливків доцільно використовувати в ливарних цехах автомобільних, тракторних та інших заводів з масовим або великосерійним виробництвом.

Механізовані комплекси моделей 99911, 99913 і 99914 призначені для зачищення чавунних і сталевих виливків (видалення заливів, залишків елементів ливникових систем, пригару) абразивними шліфувальними кругами.

За умови використання зачисних автоматів або автоматичних ліній, призначених для зачищення певних виливків, необхідно передбачати міжопераційний склад для забезпечення безперебійної роботи цих автоматичних ліній. Міжопераційні склади виливків необхідно передбачати також перед термічними печами та після них.

Термічне оброблення виливків. Для термічного оброблення виливків із сплавів на основі заліза слід використовувати прохідні штовхальні та елеваторні печі, механізовані й автоматизовані агрегати.

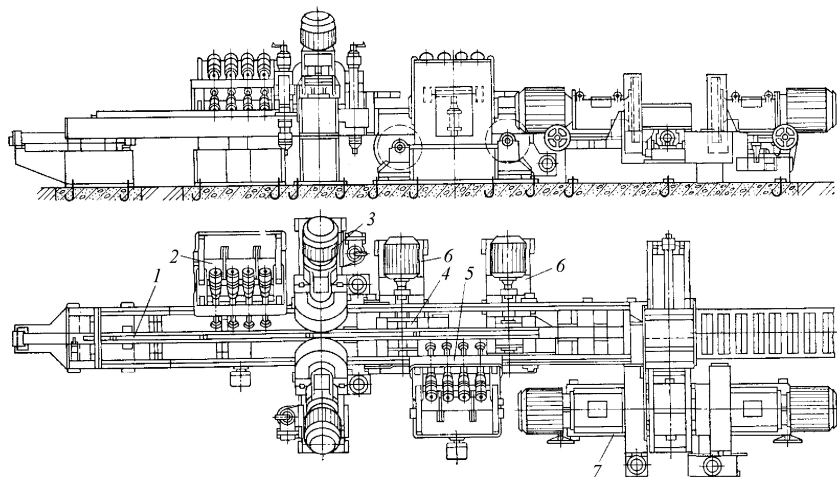


Рис. 5.116. Автоматична лінія для зачищення виливків

V-подібного блока циліндрів:

1 — кроковий конвєсер; 2, 5 — чотиришпіндельна головка;

3 — головка зі шліфувальним кругом; 4 — каретка;

6 — головка для зачищення сталевими дисками;

7 — головка для зачищення торців

Таблиця 5.165

**Технічні характеристики механізованих комплексів
для абразивного зачищення виливків**

Індекс позиції	Параметр	Модель комплексу		
		99911	99913	99914
1	Технічна продуктивність (знімання металу), кг/год, за умови швидкості різання, м/с: 40 80	25 100		
2	Найбільші розміри оброблюваних виливків, мм: довжина ширина висота	1200 800 700	2000 1000 1000	3000 1000 1000
3	Найменші розміри оброблюваних виливків, мм: довжина ширина висота	300 300 300	1200 300 300	2000 300 300

Закінчення табл. 5.165

Індекс позиції	Параметр	Модель комплексу		
		99911	99913	99914
4	Найбільша маса оброблених виливків, кг	1600	3350	5000
5	Зусилля притискування виливків, Н	150...5000		
6	Установлена потужність, кВт, за умови швидкості різання, м/с:			
	40	57,3	57,7	
	80	59,8	60,2	
7	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	8200	8200	8200
	ширина	4640	4600	5300
	висота	2750	2750	2730
	заглиблення	1475	–	–
8	Маса, кг	13850	12020	12370

Кількість термічних печей визначають з урахуванням норм тривалості циклу термічного оброблення (табл. 5.166), при цьому необхідно враховувати таке:

- для визначення кількості камерних печей періодичної дії тривалість циклу термічного оброблення в табл. 5.166 наведено для умов роботи камери з одним викотним подом без трансбордера;

- у циклі термічного оброблення врахований час, що витрачається на нагрівання, витримання, охолодження в печі, охолодження на повітрі, який залежно від умов дорівнює 1...5 год.

Кількість термічних печей визначають з урахуванням норм тривалості циклу термічного оброблення (табл. 5.166), при цьому необхідно враховувати таке:

- для визначення кількості камерних печей періодичної дії тривалість циклу термічного оброблення в табл. 5.166 наведено для умов роботи камери з одним викотним подом без трансбордера;

- у циклі термічного оброблення врахований час, що витрачається на нагрівання, витримання, охолодження в печі, охолодження на повітрі, який залежно від умов дорівнює 1...5 год.

Таблиця 5.166

**Норми тривалості термічного оброблення
сталевих і чавунних виливків**

Матеріал	Режими термічного оброблення	Переважаюча товщина стінок виливків, мм	Температурний інтервал нагрівання печі, °С	Тривалість циклу термічного оброблення, год	
				усього	у т.ч. час роботи топки
Низьковуглецеві сталі	Нормалізація	До 100	890...920	12...18	8...12
		Понад 100	890...920	19...25	13...17
Високowod-лецеві сталі	Нормалізація	До 100	860...880	10...15	8...13
		Понад 100	860...880	16...21	14...18
	Відпуск	До 100	580...650	8...16	6...11
		Понад 100	580...650	14...23	9...16
Низьколеговані сталі	Відпал	До 100	870...890	18...31	15...26
		Понад 100	870...890	27...41	22...34
	Нормалізація	До 100	880...900	10...15	8...13
Понад 100		880...900	16...21	14...18	
	Відпуск	До 100	520...650	15...22	12...17
		Понад 100	520...650	20...27	15...20
Леговані сталі	Відпал	До 100	860...880	22...31	19...26
		Понад 100	860...880	31...41	25...34
	Нормалізація	До 100	870...890	12...15	10...13
Понад 100		870...890	17...21	15...18	
	Відпуск	До 100	520...650	22...25	16...20
		Понад 100	520...650	24...31	16...20
Високомарганцеві сталі типу 110Г13Л	Гартування у воді	До 100	1050	17	17
		Понад 100	1100	24	24
Сірий чавун	Низькотемпературний відпал	До 100	520...570	17...20	13...17
		Понад 100	520...570	18...21	13...17
Сірий чавун прецизійний	Те саме	До 100	520...620	26...32	22...29
		Понад 100	520...620	30...38	25...34
Високоміцний чавун	Відпал	Проста конфігурація Складна конфігурація	900...950	19...27	14...21
			900...950	24...30	18...24
	Зняття напружень	Те саме	500	12...16	10...13
			500	21...25	19...22

Продовження табл. 5.166

Матеріал	Режими термічного оброблення	Переважаюча товщина стінок виливків, мм	Температурний інтервал нагрівання печі, °С	Тривалість циклу термічного оброблення, год	
				усього	у т.ч. час роботи топки
Ковкий чавун	Відпал	До 100	950...970	31...39	25...32
		Понад 100	950...970	37...45	29...36
Чавунні виливки, виготовлені у металевих формах	Відпал	Не регламентується	850...950	18...22	17...21

Примітки: 1. Тривалість термічного оброблення наведено без урахування часу на завантаження виливків у піч і їх вивантаження.

2. Для високолегованих сталей режими термічного оброблення установлюють залежно від марки.

В умовах масового і великосерійного виробництва для термічного оброблення виливків використовують прохідні печі, а також механізовані та автоматизовані агрегати, до складу яких входять прохідні печі з механізмами для завантаження і вертання піддонів, для транспортування виливків у гартувальні або охолоджувальні баки, для передавання піддонів з виливками з однієї печі в іншу і для виконання інших операцій залежно від заданого режиму термічного оброблення.

Прикладом такої конструкції є автоматизований агрегат для нормалізації виливків з розвантаженням їх на конвеєр і вертанням піддонів (рис. 5.117).

Відпал виливків на ковкий чавун здійснюють в камерних печах елеваторного типу або в прохідних штовхальних печах.

Технічна характеристика цього агрегату наведена в табл. 5.167.

На дільницях виправлення дефектів виливків для попереднього їх нагрівання перед заварюванням і наступного відпалу в умовах потокового виробництва використовують дворядні прохідні печі.

У таких печах один ряд призначений для попереднього нагрівання виливків, а другий (з потоком виливків у зворотному напрямку відносно потоку виливків, які нагріваються) для відпалу заварених виливків.

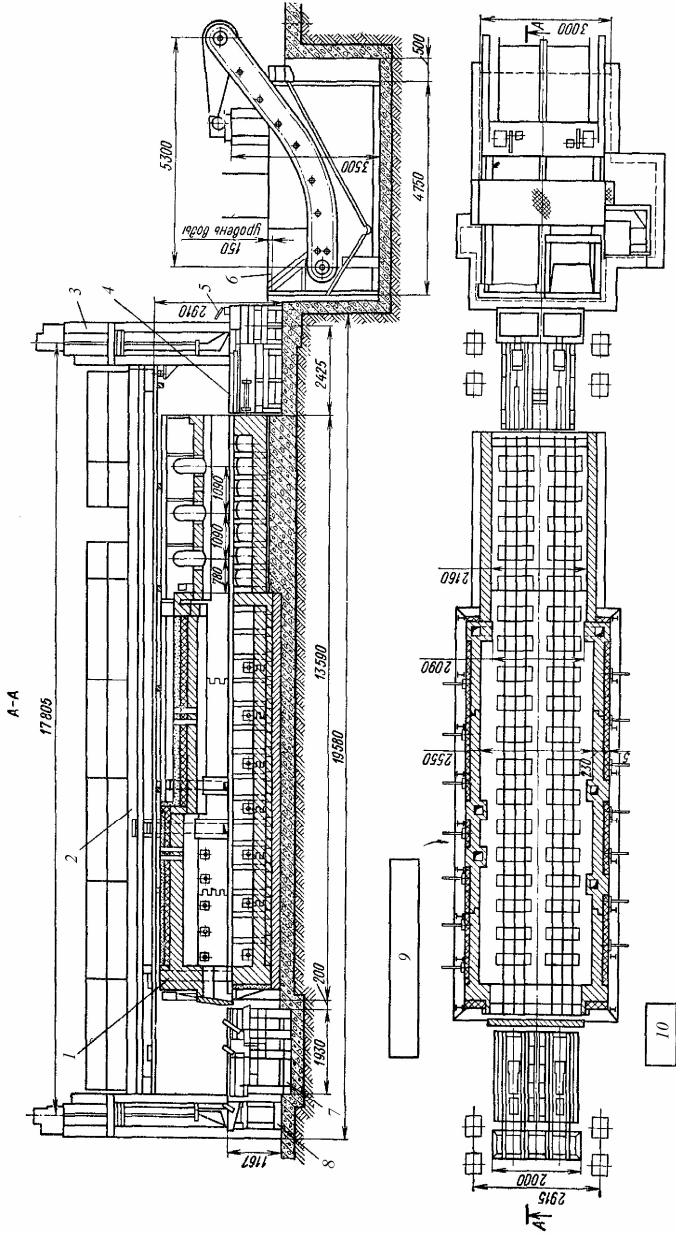


Рис. 5.117. Автоматизований агрегат для нормалізації виливків:

- 1 — піч для нормалізації; 2 — лінія вертикального підйому; 3 — механізм опускання і піднімання піддонів; 4 — вигягувач;
- 5 — перекидач; 6 — бак для охолодження виливків; 7 — штовхан; 8 — стіл завантажувача; 9 — щит гідравлічних пристроїв;
- 10 — щит електроживлення і автоматики

**Технічна характеристика
автоматизованого агрегату для нормалізації виливків**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, кг/год	4000
2	Робоча температура, °С	980
3	Паливо	Природний газ
4	Витрати палива, м ³ /год	280
5	Тиск газу, МПа	0,03
6	Габарити піддона в плані, мм	910 × 580
7	Кількість піддонів у печі на одній лінії, шт.	23
8	Кількість ліній, шт.	2
9	Інтервал штовхання піддонів, хв	12
10	Система регулювання температури	Автоматична
11	Габаритні розміри печі в плані, мм	13690×3660
12	Маса агрегату, кг	144121

Ґрунтування виливків. Після обробування і зачищення виливки піддають ґрунтуванню і сушінню.

Ґрунтування (фарбування) виливків виконують одним із способів: зануренням виливків у фарбу, нанесенням шару фарби на поверхню виливка розпиленням і фарбуванням в електростатичному полі. Найпростішим способом є нанесення фарби на поверхню виливка його зануренням у фарбу. Виливки, завантажені в корзини з отворами, опускають на підвісках у резервуар з фарбою.

Після видалення виливків з резервуара їх транспортують у сушильну камеру, а після завершення циклу сушіння — на склад готової продукції.

Для ґрунтування виливків доцільно використовувати комплексні установки, в яких у визначеній послідовності виконують операції миття, сушіння, фарбування та повторне сушіння пофарбованих виливків.

У ливарних цехах серійного, дрібносерійного та одиничного виробництв чавунних і сталевих виливків, маса яких коливається в широких межах (від 0,5 кг до 100 т і більше) необхідно використувати універсальне устаткування періодичної дії, яке за продуктивністю поступається устаткуванню конвеєрного типу:

– для відокремлення від виливків елементів ливникової системи і елементів живлення виливків – кривошипно-шатунні преси, прескусачки, установки механізованого різання дисковими пилками, газові різачки з водяним охолодженням (для відрізування надливів від виливків із вуглецевих і низьколегованих сталей) тощо;

– для видалення стрижнів із виливків масою 2,5...25 т — електрогідравлічні камери (див. табл. 5.151), а масою 30...100 т — гідравлічні камери (див. табл. 5.150);

– для очищення виливків масою до 400 кг — галтувальні барабани (див. табл. 5.157), масою понад 400 до 1250 кг — дробометальні камери (див. табл. 5.159), масою до 30 т — дробометально-дробоструминні камери, а масою понад 30 т — гідравлічні камери;

– для зачищення виливків масою до 20 кг — стаціонарні шліфувальні верстати; для середніх і великих виливків — підвісні маятникові верстати і переносні установки з гнучким валом; для важких і особливо важких виливків — установки киснево-дугового і плазмово-дугового різання;

– для термічного оброблення виливків — камерні печі з викотним подом періодичної дії. За умови використання в цеху декількох однакових печей для скорочення часу на завантажування і вивантажування візків дільницю термічного оброблення обладнують трансбордерним візком;

– для ґрунтування виливків — камерні установки прохідного і тупикового типу з фарбуванням виливків на ґратках-стендах.

Усе устаткування розміщують згідно з послідовністю виконання фінішних операцій з дотриманням потокового методу оброблення виливків.

Оптимальні схеми механізованого фінішного оброблення виливків різної маси в умовах дрібносерійного і серійного виробництв показано на рис. 5.118 – 5.122.

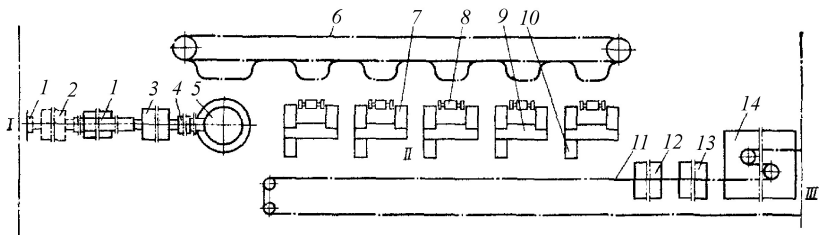


Рис. 5.118. Комплексно-механізована лінія оброблення дрібних чавунних виливків (дрібносерійне виробництво):

- I* — дільниця вибивання форм; *II* — дільниця оброблення виливків; *III* — склад готових виливків; 1 — пластинчасті конвеєри; 2 — гальтувальний барабан безперервної дії; 3 — дробометальний барабан безперервної дії; 4 — барабан для відсіювання дробу; 5 — сортувальний обертовий стіл; 6 — штовхальний підвісний конвеєр з адресним подаванням виливків; 7 — сковзало; 8 — зачисні верстати; 9 — столи обрубувачів; 10 — столи контролерів; 11 — підвісний ланцюговий конвеєр; 12 — камера для миття і сушіння; 13 — камера для ґрунтування виливків; 14 — сушильна камера

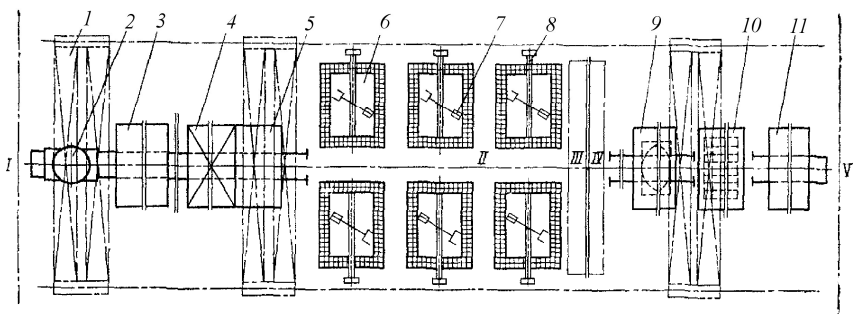


Рис. 5.119. Механізована лінія оброблення середніх і великих чавунних виливків (дрібносерійне виробництво):

- I* — дільниця вибивання форм; *II* — дільниця оброблення виливків; *III* — дільниця контролю якості виливків; *IV* — дільниця виправлення дефектних виливків; *V* — склад готових виливків; 1 — мостові електричні крани; 2 — механізований візок; 3 — очисна гідравлічна камера; 4 — камера для підсушування виливків; 5 — дробометальна прохідна камера; 6 — стени для обрубання і зачищення виливків; 7 — підвісні маятникові зачисні верстати; 8 — консольно-поворотний пристрій; 9 — камера для миття і сушіння виливків; 10 — камера для ґрунтування виливків; 11 — сушильна камера

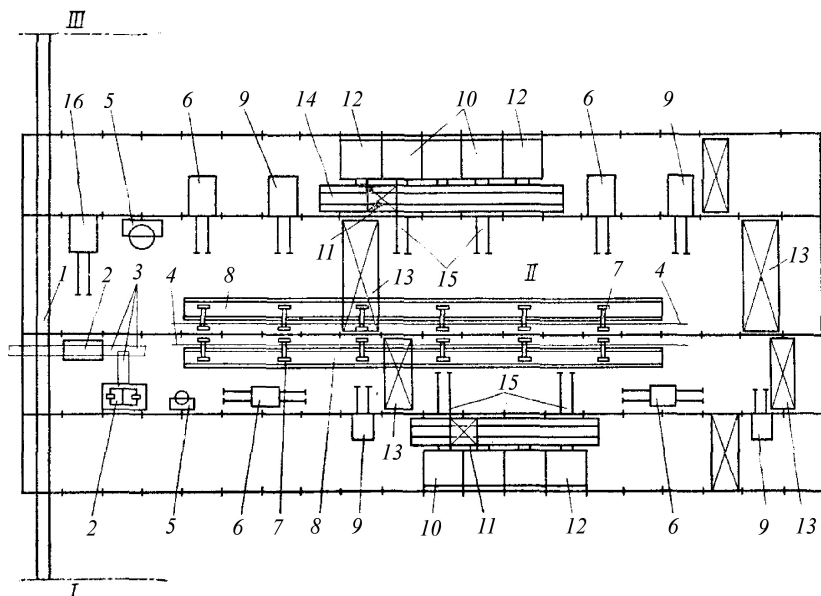


Рис. 5.120. Лінії для оброблення великих

і важких сталевих виливків (дрібносерійне виробництво):

I — дільниця вибивання форм; *II* — дільниця оброблення виливків;

III — склад готових виливків; 1 — колія для електрифікованого візка;

2 — установки для видалення стрижнів із виливків; 3 — стрічкові конвеєри для транспортування стрижневої суміші на дільницю регенерації;

4 — монорейки для переміщення підвісних зачисних верстатів;

5 — дискові пилки для відрізування надливів від виливків;

6 — очисні дробометальні камери; 7 — заточувальні верстати;

8 — стелажі; 9 — камери виправлення дефектних виливків;

10 — тупикові печі для термічного оброблення; 11 — трансбордерні візки;

12 — охолоджувальні камери; 13 — мостові крани;

14 — колія для трансбордерних візків; 15 — колія для передавальних візків;

16 — гідравлічна очисна камера

Допоміжне технологічне устаткування. Як допоміжне устаткування у відділеннях фінішних операцій ливарних цехів використовують ванни для миття виливків, їх обдування після миття або сушіння, газові горна для попереднього нагрівання виливків перед заварюванням, столи для доопрацювання і фарбування виливків тощо.

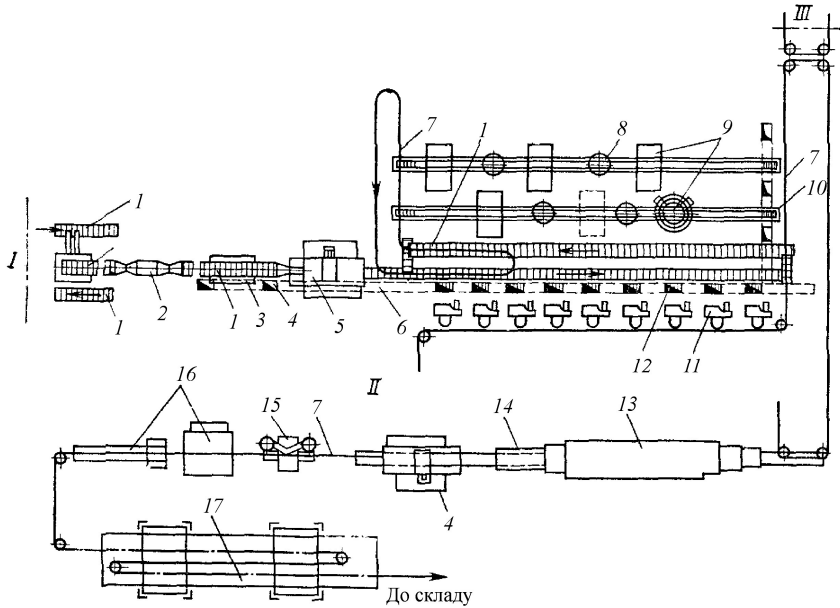


Рис. 5.121. Комплексно-механізована лінія оброблення і фарбування дрібних сталевих виливків (серійне виробництво):
 I — дільниця вибивання форм; II — дільниця оброблення виливків;
 III — дільниця заварювання дефектів; 1 — пластинчасті конвеєри;
 2 — прохідний галтувальний барабан безперервної дії; 3 — майданчик для відокремлення ливників; 4 — люки для прибирання відходів;
 5 — дробометальний барабан безперервної дії; 6 — прибиральний пластинчастий конвеєр; 7 — підвісні ланцюгові конвеєри; 8 — поворотні пристрої; 9 — зачисні напівавтомати; 10 — рольганги; 11 — заточувальні верстати; 12 — приймальний стіл із сквозалом; 13 — термічна прохідна піч; 14 — охолоджувальний кожух; 15 — камера для миття і обдування виливків; 16 — камери для фарбування виливків; 17 — сушильна камера

Кількість технологічного устаткування відділення фінішних операцій розраховують за наведеною раніше методикою. Для цього річний випуск виливків (з урахуванням бракованих і дефектних виливків) розподіляють за операціями впровадженого технологічного процесу.

У масовому і великосерійному виробництвах устаткування розподіляють на підставі подетальних розрахунків, а в серійному, дрібносерійному і одиничному виробництвах — за укрупненими показниками для окремих груп виливків.

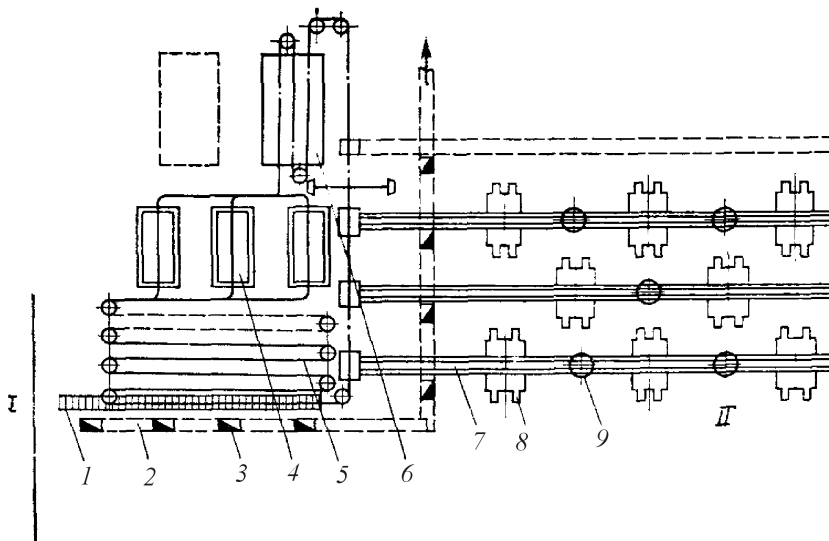


Рис. 5.122. Комплексно-механізована лінія очищення сталевих виливків масою понад 100 кг (серійне виробництво):
 I — дільниця вибивання форм; II — дільниця оброблення виливків;
 III — дільниця заварювання дефектів; IV — склад готових виливків;
 1 — пластинчастий конвеєр; 2 — пластинчасті прибиральні конвеєри (розташовані під підлогою цеху); 3 — люки для відходів;
 4 — електрогідравлічні установки; 5 — підвісні ланцюгові конвеєри;
 6 — дробометальна прохідна камера; 7 — рольганги;
 8 — зачисні напівавтомати; 9 — поворотні пристрої;
 10 — піднімальний пневматичний стіл; 11 — кран-балка;
 12 — підвісні маятникові заточувальні верстати

Для подетальних розрахунків виливки, які оброблюються з використанням однакових операцій, об'єднують у групи або розподіляють за поточковими лініями. Результати розрахунків заносять у форму 33 (табл. 5.168).

З урахуванням характеру й обсягу фінішних операцій вибирають технологічне устаткування для їх виконання, розраховують його кількість і заносять у табл. 5.169 (форма 34). У розрахунках можна використовувати як розрахункову, так і паспортну продуктивність кожного типу устаткування. Окрім того, для масового і великосерійного виробництва потреби в деяких типах устаткування визначають за продуктивністю в штуках.

**Розподіл виливків за технологічними операціями
у відділенні фінішних операцій**

Код виливка		Найменування литої деталі	Маса одного виливка, кг		Розподіл річного випуску виливків за операціями технологічного процесу												
Річний випуск			вибивання стрижнів та відокремлення ливників		очищення				зачищення				термічне оброблення				
					дробометальна камера		дробометальний барабан		верстат...		верстат...						
шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т	шт.	т		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

**Розрахунок технологічного устаткування
відділення фінішних операцій**

Група литва	Середньогдинний випуск литва		Устаткування	Годинна продуктивність устаткування		Кількість одиниць устаткування		Коефіцієнт завантаження K_3
	шт.	т		шт.	т	розрахована	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Для гідравлічних і дробометальних камер, очисних барабанів, термічних печей та устаткування для ґрунтування виливків коефіцієнт завантаження має становити $K_3 = 0,70 \dots 0,85$, якщо $K_H = 1,1 \dots 1,3$.

Продуктивність дробометальних камер з підвісними конвеєрами розраховують за формою 35 (табл. 5.170).

Форма 35
Таблиця 5.170

Розрахунок продуктивності дробометальних камер з підвісними конвеєрами

Код деталі	Найменування	Маса одного виливка, кг	Кількість виливків на одній підвісці		Годинна продуктивність дробометальної камери	
			шт.	т	підвісок, шт.	виливків, шт.
1	2	3	4	5	6	7

У цехах масового і великосерійного виробництва видалені із форм виливки охолоджують перед зачищенням на пластинчастих або підвісних ланцюгових конвеєрах, якими їх подають на дільницю очищення. Основні параметри конвеєрів наводять за формою 36 (табл. 5.171).

Кількість печей для термічного оброблення виливків визначають за статтями форми 37 (табл. 5.172).

Необхідну кількість печей періодичної дії для термічного оброблення виливків розраховують з урахуванням норм тривалості циклу (див. табл. 5.166) і питомого навантаження на площу поду печі.

Кількість однотипних термічних печей визначають за формулою

$$P = V_p K_H / \Phi_d N_p K_3,$$

де V_p — маса виливків, які піддають термічному обробленню протягом року за програмою, т; Φ_d — дійсний річний фонд часу роботи печі, год; N_p — продуктивність печі, т/год; K_3 — коефіцієнт завантаження печей $K_3 = 0,70 \dots 0,85$.

Розрахунок охолоджувальних конвеєрів

Група литва	Продуктивність ливарної лінії		Тривалість охолодження, хв		Пластинчастий конвеєр			Підвісний конвеєр			Довжина охолоджувальної зони конвеєра, м.
	форм/год	т/год	на пластинчастому конвеєрі	на підвісному конвеєрі	кількість комплектів литва на 1 м ²	необхідна площа, м ² /год	ширина конвеєра, м	кількість комплектів литва на одній підвісі	кількість підвісок за годину	крок між підвісками, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Розрахунок кількості печей для термічного оброблення виливків

Група литва	Річний випуск		Тип термічної печі	Корисна місткість печі		Тривалість циклу, год	Річна продуктивність однієї печі		Кількість печей		Коефіцієнт завантаження K_3
	шт.	т		шт.	т		шт.	т	розрахована	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Продуктивність печі визначають за формулою

$$N_p = S_n \alpha_n / T_n,$$

де S_n — площа поду печі, м²; α_n — питоме навантаження на площу поду печі, т/м² (до 5 т/м²); T_n — тривалість циклу термічного оброблення виливків, год.

Результати визначення кількості термічних печей заносять у табл. 5.172 (форма 37).

Для очищення виливків (видалення з поверхні виливків окалини) після термічного оброблення використовують таке ж очисне устаткування, як і до термічного оброблення.

Для ґрунтування виливків доцільно використовувати комплексні установки, до складу яких входять машини для миття, камери для фарбування та сушіння виливків. Дані про типові дільниці ґрунтування виливків наведено в табл. 5.173, а характеристики устаткування, яке використовують на цих дільницях, — у табл. 5.174.

Таблиця 5.173

Типові дільниці ґрунтування виливків

Індекси позиції	Маса виливка, кг	Продуктивність		Транспортні засоби	Метод ґрунтування
		т/рік	т/год		
1	До 20	1800...5400 2200...8000	0,4...1,4 0,6...2,1	Підвісний конвеєр	Струминне обливання
2	20...100	2200...6600 2800...10000	0,6...1,6 0,7...2,6		Розпилювальна конвеєрна камера
3	100...500	3200...4800 4200...7000 7000...10500	0,9...1,2 1,1...1,8 1,8...2,7	Підвісний конвеєр з обертовими підвісками	Мостовий кран
4	500...1000	2800...4200 3800...6000 6000...9500	0,7...1,1 0,9...1,6 1,6...2,5	Кроківний конвеєр	Стенд з нижнім відсмоктуванням
5	1000...2000	16000...23000	6,0	Мостовий кран	
6	Понад 2000	27000...36000	7,0...10,0		

**Характеристики устаткування типових дільниць
грунтування виливків**

Параметр	Дільниці грунтування виливків	
	дрібних	великих
<i>Машини для миття виливків</i>		
Максимальні габаритні розміри виливків, які миють, мм	425×315×250	1700×850×700
Максимальна маса виливків, кг	20	1200
Продуктивність, виливків за хвилину	70	15
Тривалість промивання виливків, хв	10	–
Температура рідини, в якій миють виливки, °С	90	90
Місткість ванни, м ³	3,3	5,0
Швидкість руху виливків через камери, м/хв	0,65	0,60
Потужність електродвигунів, кВт	11,4	14,1
<i>Прохідні фарбувальні камери</i>		
Максимальні габаритні розміри виливків, які фарбують, мм	370×360×250	1200×2300×1100
Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	8000	25400
Витрати води, л/год	182	1100
Швидкість повітря в фарбоуловлювачі, м/с	1,1	–
Потужність, кВт	4,7	19,0
<i>Сушильна прохідна камера з конвеєром</i>		
Температура сушіння, °С	90	Температура сушіння, °С
Продуктивність камери, т/год	28	Продуктивність камери, т/год
Установлена потужність, кВт	10,2	Установлена потужність, кВт

Піднімально-транспортне устаткування. В умовах масового і великосерійного виробництв для міжопераційного транспортування дрібних виливків та їх транспортування на склад готової продукції використовують уніфіковану тару та електро- або автокари.

Середні та великі виливки транспортують мостовими кранами загального користування, кран-балками, електроталіями, підвісними ланцюговими і штовхальними конвеєрами, електрифікованими візками тощо.

Для передавання візків з виливками в термічні печі передбачають трансбордерні платформи.

Кількість мостових кранів вантажопіднімністю 5...125/20 т визначають за нормативами (табл. 5.175) або з урахуванням довжини ділянки, яку будуть обслуговувати одним краном: ділянка обрубубування — 20...30 м, ґрунтування — 25...40 м, термічного оброблення — 25...30 м.

Необхідну кількість інших транспортних засобів визначають під час компонування відділення залежно від виробничої необхідності (кількість ділянок оброблення виливків різної маси, типи використовуваного технологічного устаткування тощо), а їх розташування і траси — з урахуванням необхідності створення найбільш коротких технологічних потоків.

Таблиця 5.175

**Норми (у крано-годинах на 1 т придатних виливків)
для визначення кількості мостових кранів
у відділенні фінішних операцій**

Індекс позиції	Група виливків за масою, кг	Очищення, обрубубування, обслуговування устаткування	Термічне оброблення
1	50...250	0,80...0,95	0,20...0,30
2	100...500 100...1000	0,70...0,85	
3	500...1000 1000...2000	0,65...0,80	0,15...0,20
4	1000...5000 5000 і більше	0,55...0,80	0,10...0,15

5.5.5. Компонування відділень фінішних операцій

Під час організації робіт у відділенні фінішних операцій сучасних ливарних цехів необхідно створювати **механізовані, комплексно-механізовані і автоматизовані лінії**, які являють собою поєднання основного і допоміжного технологічного та піднімно-транспортного устаткування.

Відділення фінішних операцій розташовують в окремих прогонах після формувальних відділень паралельно або перпендикулярно до інших прогонів.

У сталеливарних цехах і цехах ковкого чавуну з великим обсягом виробництва відділення фінішних операцій можна організувати в окремій будівлі.

Площі відділення фінішних операцій необхідно визначати з урахуванням таких положень:

- у чавуноливарному виробництві площа відділення фінішних операцій має становити 40...70 %, а в сталеливарному і ковкого чавуну — 80...120 % від сумарної площі формувального відділення;
- у відділенні фінішних операцій потрібно передбачати пости та лабораторії проміжного і кінцевого контролю якості виливків;
- для ефективної роботи відділення фінішних операцій необхідно передбачати дільниці проміжного складування та комплектування виливків.

Для механізованих ливарних цехів площі відділення фінішних операцій визначають компонуванням технологічного устаткування, організацією робочих місць і установленням транспортних засобів.

Допоміжні дільниці. До них належать дільниці ґрунтування і виправлення дефектних виливків.

Дільницю ґрунтування (див. табл. 5.173 і 5.174) розташовують поблизу місць кінцевого контролю виливків та складу готової продукції.

Площу дільниці визначають:

- компонуванням технологічного устаткування з урахуванням проходів і проїздів;
- габаритними розмірами виливків;
- плануванням робочих місць;
- розмірами транспортних засобів тощо.

Для зберігання фарби-грунту передбачають спеціальну комору, розміри якої в чавуноливарних і сталеливарних цехах установлюють з розрахунку на 1000 т придатних виливків: 0,9...1,1 м² — у дрібносерійному і одиничному виробництвах; 0,7...0,9 м² — у серійному і 0,3...0,5 м² — у масовому і великосерійному виробництвах.

Дільницю виправлення дефектних виливків обладнують нагрівальними печами і спеціальним технологічним устаткуванням.

Її площу визначають:

- кількістю виливків, які піддають виправленню дефектів;
- компонованням устаткування і організацією робочих місць;
- розмірами підіймно-транспортних засобів.

Пости контролю якості виливків. У відділенні фінішних операцій з урахуванням характеру виливків передбачають пости візуального їх контролю, розмічування, гідравлічних випробовувань тощо.

Площі контрольних постів визначають залежно від розмірів виливків і кількості та розмірів устаткування, пристроїв і приладів, які розміщують на них.

Складські дільниці. У відділенні фінішних операцій потрібно передбачати міжопераційні склади для виливків, особливо до і після термічного оброблення, а також комплектувальний склад готових виливків. Дрібні виливки до відправлення замовнику зберігають у спеціальній тарі; великі — у штабелях у зоні дії мостових кранів необхідної вантажопідйомності.

Площі складів і умови зберігання на них виливків вибирають за нормами (табл. 5.176).

Площі оперативних складів виливків можна також визначати за укрупненими показниками (табл. 5.177).

Розміри прогонів будівель ливарних цехів для розміщення відділень фінішних операцій наведено в табл. 5.178.

Інструментальна комора призначена для зберігання і видавання необхідного інструменту: молотків для обрубкування виливків, зубил, абразивних кругів тощо.

Розташовують її на площах дільниці для обрубкування виливків. Площу комори визначають за укрупненими показниками: у чавуноливарних і сталеливарних цехах на 1000 т литва — 2,3...2,7 м² у дрібносерійному та індивідуальному виробництвах; 1,5...1,9 м² — у серійному і дрібносерійному та 0,8...1,0 м² — у масовому і великосерійному виробництвах.

Таблиця 5.176

Норми для розраховування площ складів виливків

Склад	Виливки	Спосіб зберігання	Запас зберігання, днів	Рекомендована висота укладання, м	Піднімально-транспортні засоби	Навантаження на корисну площу, т/м ²	Коефіцієнт використання загальної площі складу
Проміжний до і після термічного оброблення	Великі і середні	На підлозі	1,0...1,5	1,5...2,0	Крани мостові, підвісні ланцюгові конвеєри	1,5...2,5	0,35...0,45
	Дрібні	В уніфікованій тарі		4,5	Електронавантажувачі, штабелери з наземним керуванням	3,5...4,5	0,30...0,35
Комплектування готових виливків у ливарному цеху	Великі і середні	На підлозі	1,0...1,5	1,5...2,0	Крани мостові, підвісні ланцюгові конвеєри	1,5...2,5	0,35...0,45
	Дрібні	В уніфікованій тарі		4,5	Електронавантажувачі, штабелери з наземним керуванням	3,5...4,5	0,30...0,35

Таблиця 5.177

Площі (м²) оперативних складів

Індекс позиції	Річний випуск виливків, тис. т	Склади виливків	
		до термічного оброблення	після термічного оброблення
1	До 10	20	10
2	10...20	30	15
3	20...30	40	20
4	30...50	50	30

Таблиця 5.178

Розміри прогонів будівель ливарних цехів для розміщування відділень фінішних операцій

Маса виливків, т	Ширина прогону одноповерхової будівлі, м	Ширина прогону двоповерхової будівлі, м		Висота до головки підкранової рейки, м		Висота до низу конструкції перекриття, м	
		основного	першого поверху	в одноповерховій будівлі від позначки $\pm 0,0$	у двоповерховій будівлі від підлоги другого поверху	в одноповерховій будівлі від позначки $\pm 0,0$	у двоповерховій будівлі від підлоги другого поверху
0,5...1,0	18; 24	9; 12	-	-	9,6; 10,8		
2,0							
3,0...5,0	24	12	8,15		10,8		
10,0							
20,0							
30,0	24;	-	-	12,65	-	18,0	
50,0							30

Основні рекомендації щодо компоновання відділень фінішних операцій. Для запобігання прониканню пилу і шуму в інші відділення цеху з більш сприятливими умовами праці відділення фінішних операцій необхідно розташовувати в окремих прогонах ливарного цеху. У разі виготовлення великих і важких виливків у цехах великої потужності відділення фінішних операцій доцільно розташовувати в окремих будівлях.

У проектах ливарних цехів необхідно передбачати дільниці попереднього механічного і термічного оброблення базових чавунних виливків. Наявність таких дільниць дає змогу забезпечити якісне штучне старіння (низькотемпературний відпал) виливків після попереднього механічного оброблення різанням, а також скоротити транспортні та інші витрати.

У двоповерхових ливарних цехах виробничі дільниці відділення фінішних операцій для дрібних виливків доцільно розташовувати на другому поверсі, а перший поверх використовують для транспортних систем, складів виливків, комор, трансформаторних підстанцій, вентиляційного устаткування та інших допоміжних служб.

У ливарних цехах масового і великосерійного виробництв відділення фінішних операцій компонують за принципами розподілу процесів оброблення груп і окремих виливків за потоковими лініями з використанням високопродуктивного устаткування і піднімно-транспортних засобів безперервної дії (рис. 5.123).

В умовах серійного, дрібносерійного і одиничного виробництв відділення фінішних операцій компонують з урахуванням створення дільниць для обслуговування відповідних формувально-заливальних дільниць, призначених для оброблення певних груп виливків за масою.

При цьому передбачають групове розташування однотипного технологічного устаткування (рис. 5.124) в послідовності виконуваних операцій так, щоб можна скоротити довжину міжопераційних потоків.

Потокові лінії оброблення окремих груп виливків організовують з використанням підвісних ланцюгових, пластинчастих і стрічкових конвеєрів, рольгангів і монорейкових електроталей.

Щоб не загороджувати і не перегороджувати прогін, усе велике устаткування (тупикові дробометальні камери, термічні печі тощо) необхідно розташовувати біля стін або між колонами.

Для вилучення зустрічних вантажопотоків технологічні потоки дільниці термічного оброблення виливків необхідно погоджувати з технологічними потоками ливарного цеху.

Компонування відділень фінішних операцій сталеливарного цеху і цеху ковкого чавуну однакової потужності показано на рис. 5.125 і 5.126.

5.5.6. Заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища

Специфічними, такими, що дуже впливають на здоров'я людей, умовами праці у відділенні фінішних операцій необхідно вважати:

- надмірне пилоутворення під час очищення виливків;
- шум, який перевищує допустимі норми, особливо під час роботи галтувальних барабанів;
- перенапруження рук і спини, а також трясіння всього тіла обрубників під час роботи з молотками;
- травматизм від ударів кусочками металу, які утворюються під час обрубання виливків;
- тривале теплове опромінювання під час термічного оброблення виливків;
- дія шкідливих випаровувань під час ґрунтування виливків тощо.

Для створення належних умов праці під час виконання проекту необхідно враховувати такі рекомендації:

- забезпечити максимальні механізацію і автоматизацію виробничих процесів з використанням таких, що не сприяють утворенню шкідливих випаровувань;
- ізолювати в окремих приміщеннях галтувальні барабани, дробометальне устаткування та електрогідравлічні установки;
- обладнати місцевими відсмоктувачами галтувальні барабани, дробометальне устаткування, підвісні шліфувальні верстати для зачищення виливків тощо;
- ізолювати в окремі камери робочі місця обрубників з обладнанням місцевої вентиляції;
- використовувати термічні печі, обладнані потужною вентиляцією, яка забезпечуватиме надійне відбирання газів;

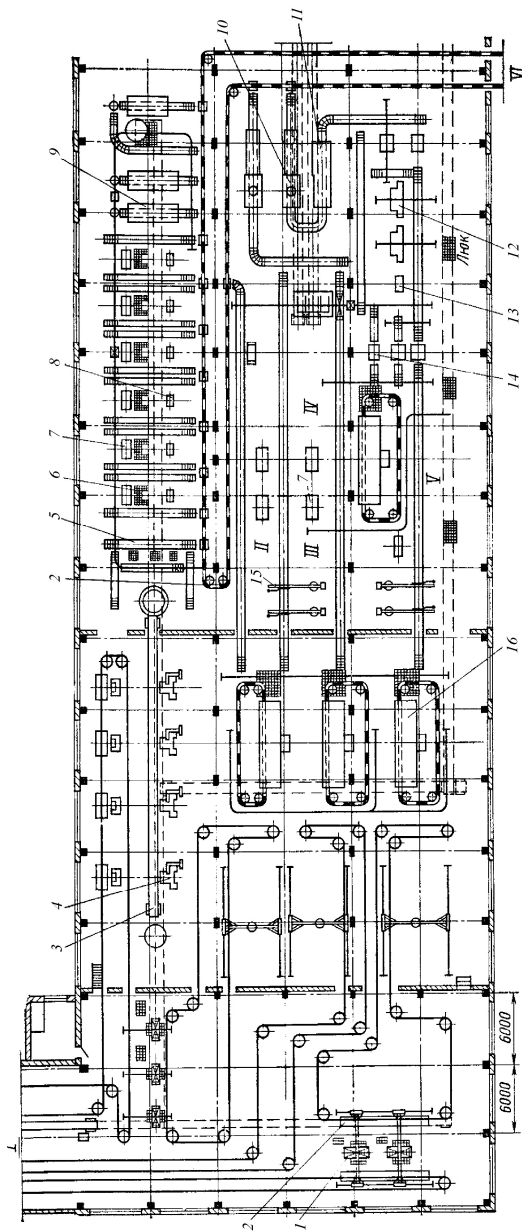


Рис. 5.123. Компонування відділення фінішних операцій чавунолитварного цеху у автомобільного заводу (масове виробництво):

- I* — дільниця вибивання форм; *II* — лінія оброблення виливків колектора; *III* — лінія оброблення виливків картера; *IV* — лінія оброблення виливків гальмівного барабана; *V* — лінія оброблення виливків блока циліндрів; *VI* — склад виливків; *1* — машини для видалення стрижнів із виливків; *2* — підвісні ланцюгові конвєси; *3* — стрічковий конвєс; *4* — дробометальні очисні барабани; *5* — рольганги; *6* — столи для обрубубання виливків; *7* — стаціонарні заточувальні верстати; *8* — столи для контролю якості виливків; *9* — термічні печі; *10* — камера для фарбування виливків; *11* — камера для миття виливків; *12* — фрезерні верстати; *13* — прес Бринелля; *14* — гідравлічні преси; *15* — маятникові зачищувальні верстати; *16* — прохідні дробометальні камери

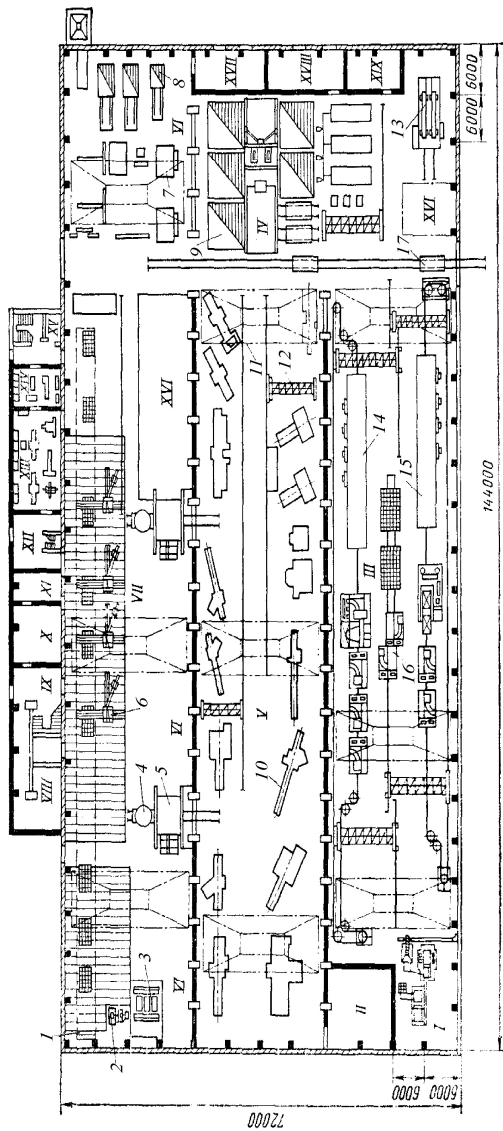


Рис. 5.124. Компонування відділення фінішних операцій чавуноливарного цеху (серійне і дрібносерійне виробництва виливків масою до 5 т):

I — дільниця брикетування стружки; II — інструментальна комора; III — дільниця очищення, ґрунтування і сушіння виливків; IV — дільниця термічного оброблення виливків; V — дільниця оброблення виливків різанням; VI — дільниця виправлення дефектів; VII — дільниця оброблення і зачищення виливків; VIII — адміністративні приміщення; IX — вестибюль; X — побутові приміщення; XI — насосна станція; XII — їдальня; XIII — допоміжні приміщення; XIV — інструментальна майстерня; XV — ремонтна майстерня; XVI — санвузли; XVII — склад виливків; XVIII і XIX — допоміжні приміщення; XX — контора майстрів; I — стрічкові конвеєри для прибирання відходів із-під трапек; 2 — пиловідсмоктувальна установка; 3 — стенд для гідровипробування; 4 — електровізки з поворотним крутом; 5 — прохідні обдувні камери; 6 — консолні крани; 7 — газові горни; 8 — газові нагрівальні печі; 9 — термічні печі; 10 — металорізальні верстати; 11 — мостові крани; 12 — козлові крани; 13 — дробометалічно-дробосутримна камера; 14 — лінія очищення, ґрунтування і фарбування виливків масою до 750 кг; 15 — лінія очищення, ґрунтування і сушіння виливків масою до 1200 кг; 16 — прохідна сушильна камера; 17 — електрофіковані візки

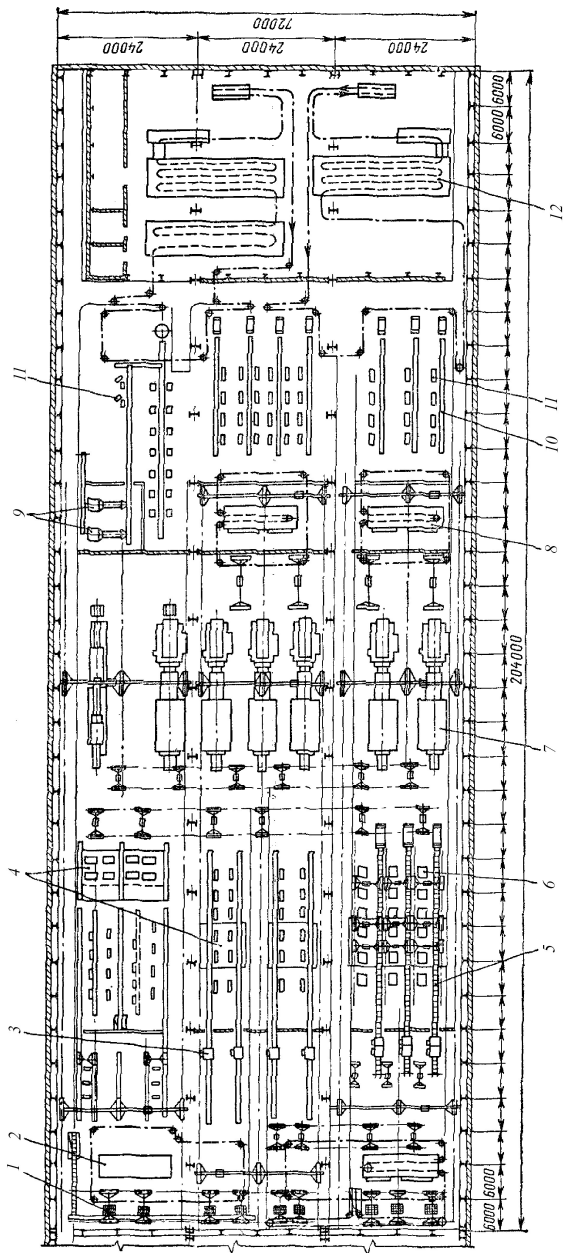


Рис. 5.125. Компонування відділення фінішних операцій сталеливарного цеху потужністю 95 тис т придатних вилівків за рік:

- 1 — гратки для видалення стрижнів із вилівків; 2 — дробометалічні конвєрсні камери; 3 — верстати для відрізування надливів; 4 — камери для заварювання дефектів; 5 — лінії першого очищення вилівків; 6 — зачишувальні верстати; 7 — агрегати для термічного оброблення вилівків; 8 — дробометалічні конвєрсні камери для другого очищення; 9 — дробометалічні барабани безспєрвної дії; 10 — лінії зачищення вилівків; 11 — зачишувальні верстати; 12 — усталювання дільниці ґрунтування вилівків

- передбачати проїзди і проходи з урахуванням наявності великої кількості різноманітних піднімно-транспортних засобів;
- визначати відстані від стін і колон до устаткування за нормативними документами;
- під час проектування ділянки для ґрунтування виливків необхідно:

1) розташовувати її на другому поверсі і біля зовнішньої стіни будівлі з віконними прорізами та ізолювати від інших ділянок і служб протипожежними стінами;

2) розташовувати ділянку так, щоб на ній не було руху людей, які не працюють на цій ділянці;

3) усе устаткування необхідно забезпечувати місцевою витяжною вентиляцією;

4) використовувати електроустаткування у вибухозахисному виконанні;

5) передбачати комори для зберігання фарб, розчинників тощо тільки на добову потребу і розташовувати їх на ділянках приготування протипригарних фарб;

6) установлювати автоматичні системи пожежотушіння або сигналізації.

Створення у відділенні фінішних операцій належних умов праці суттєво підвищує продуктивність праці кожного робітника і зберігає його здоров'я.

6. ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДІВ ФОРМУВАЛЬНИХ І ШИХТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВІДДІЛЕНЬ ДЛЯ ЇХ ПІДГОТОВЛЕННЯ ДО ВИКОРИСТАННЯ. ДОПОМІЖНІ СЛУЖБИ

Виробництво литих заготовок потребує використання великої кількості різноманітних матеріалів для виготовлення ливарних форм, приготування рідких сплавів різного хімічного складу тощо.

Для виготовлення 1 т виливків необхідно прийняти і опрацювати в цеху до 3,5 т різних вихідних матеріалів, а тому перед проектуванням складів необхідно уважно ознайомитись з цими матеріалами і вибрати такі, що найбільшою мірою будуть сприяти виконанню поставлених перед колективом ливарного цеху завдань.

6.1. Формувальні матеріали

У сучасних ливарних цехах для приготування формувальних і стрижневих сумішей використовують величезну кількість вихідних матеріалів. Серед найчастіше використовуваних такі:

– *формувальні піски* — доставляють у саморозвантажувальних вагонах (гондолах, хоперах) вантажопіднімальністю до 60 т. Збагачені піски вологістю до 0,5 % транспортують у цементовозах;

– *формувальні глини і бентоніти* — сирі формувальні глини всіх видів перевозять у відкритих вагонах, а бентоніти — у закритих. Глини всіх марок у порошкоподібному вигляді упаковують у паперові мішки масою по 30 кг і перевозять у закритих вагонах, а без упакування — в цементовозах;

– *мелене кам'яне вугілля* — перевозять у паперових мішках, задалегідь просіюють або піддають грануляції;

– *пилоподібний кварц або маршаліт* — постачають у паперових мішках;

– *графіт кристаливий або аморфний* (порошкоподібні) — постачають у паперових мішках;

– *деревна тирса або торф'яна дрібка* вологістю до 25 % — доставляють автомобілями;

– *концентрат технічних лігносульфонатів* (густа рідина темно-коричневого кольору з густиною 1,27...1,30 г/см³ — найчастіше

використовуваний і дешевий зв'язувальний компонент) — поставляють у цистернах;

– **зв'язувальні компоненти** — доставляють здебільшого в бочках (рідкі) або в паперових мішках (пилоподібні);

– **рідке скло содове** (модуль $M = 2,3 \dots 2,6$; світла рідина густиною $1,47 \dots 1,51 \text{ г/см}^3$) — доставляють у цистернах або в металевих бочках. Використовують для приготування рідких і пластичних самотвердних сумішей;

– **поверхнево-активні речовини** (контакт Петрова, ДС-РАС тощо — світлі рідини густиною $1,19 \dots 1,25 \text{ г/см}^3$) — поставляють у бочках. Використовують для збільшення рухомості самотвердних сумішей;

– **синтетичні смоли** (фуранові, фенолоформальдегідні, мочевино-фуранові тощо — рідини густиною $1,20 \dots 1,25 \text{ г/см}^3$) — поставляють у бочках. Використовують для приготування самотвердних сумішей (ХТС, ГТС);

– **каталізатори** — технічні кислоти (ортофосфорна, паратуолсульфокислота тощо) — поставляють у скляній тарі. Ці матеріали необхідно зберігати в спеціальних коморах. Використовують для прискорення тверднення сумішей із синтетичними смолами;

– **пасти протипригарні** (густа маса) — поставляють у дерев'яних бочках, транспортують у закритих вагонах або автомобільним транспортом;

– **ферохромовий шлак** (дрібний порошок світлого кольору — відходи феросплавного виробництва) — поставляють у паперових мішках. Використовують як затверджувач рідкоскляних сумішей.

На складах формувальних матеріалів зберігають тільки сипкі і кускові матеріали. Рідкі матеріали (зв'язувальні компоненти, хімікати, смоли тощо) зберігають на спеціальних загальнозаводських складах. У комплекс ливарного цеху спеціальні склади не входять, а тому надалі не розглядаються. Інформацію про хімікати і зв'язувальні компоненти, яку наведено вище, використовують під час видавання завдання на проектування відповідних складів.

6.2. Шихтові матеріали

Для виплавлення ливарних сплавів різного хімічного складу використовують безліч металевих і неметалевих матеріалів. Наприклад, найскладніші сплави на основі заліза — низьколеговані, середньолеговані та високолеговані сталі — виплавляють з використанням шихтових матеріалів, наведених у табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Шихтові матеріали, які використовують для виплавлення ливарних легованих сталей

Індекс позиції	Компонент шихти	Нормативний документ	Марка	Масова частка елемента, %						
				основний	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка	інші елементи
1	Сталевий брухт та відходи	ГОСТ 2787-75	1А...5А	–	0,30	0,35	0,60	0,04	0,05	–
			2Б...5Б	Залежно від групи легованого брухту						
2	Брикети із сталєвої стружки	ГОСТ 2787-75	6А,7А	–	0,30	0,35	0,60	0,04	0,05	–
			6Б,7Б	Залежно від групи легованого брухту						
3	Чавун переробний	ДСТУ 3133-95	ПЛ1, ПЛ2	–	4,00	0,5...0,9	0,5...0,9	0,08...0,12	0,03	–
4	Ферохром	ГОСТ 4757-89	ФХ001А	Не менше	0,1	0,8...2,0	–	0,02...0,05	Не більше 0,02	Al не більше 0,2
			... ФХ050Б	68,0	0,5					
			ФХ100А	Не менше	1,00	Не більше 2,0	–	0,03...0,05	0,03	–
			... ФХ400Б	65,0	4,00					
5	Феромарганець	ГОСТ 4755-80	ФМн0,5	85,0	0,50	2,00	85,00	0,30	0,03	–
			ФМн1,5	85,0	1,50	2,50	85,00	0,30	0,03	
			ФМн75	75,0	7,00	1,00	75,00	0,45	0,30	

Індекс позиції	Компонент шихти	Нормативний документ	Марка	Масова частка елемента, %						
				основний	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка	інші елементи
6	Марганець металевий	ГОСТ 6008–90	Мн998	99,8	0,07	–	99,80	0,05	0,04	–
			Мн965	96,5		Не більше 0,80	96,50			
7	Феросиліцій	ГОСТ 1414–78	ФС45	45,0	–	45,0	≤ 0,60	≤ 0,05	≤ 0,02	≤ 2,0 Al
			ФС75	78,0	–	78,0	≤ 0,40	≤ 0,05	≤ 0,02	–
			ФС90	89,0	–	≤ 89,00	≤ 0,20	≤ 0,03	≤ 0,02	≤ 3,5 Al
8	Феротитан	ГОСТ 4761–80	ФТи35	35,0	≤ 0,10	≤ 5,0	–	≤ 0,07	≤ 0,05	≤ 8,0 Al
			ФТи30	30,0	≤ 0,20	≤ 8,0		≤ 0,05	≤ 0,07	≤ 14,0 Al
			ФТи25А	25,0	≤ 0,10	≤ 5,0		≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 8,0 Al
9	Феромолібден	ГОСТ 4759–79	ФМо60	60,0	≤ 0,05	≤ 0,08	–	≤ 0,05	≤ 0,10	≤ 0,3 W
			ФМо58	58,0	≤ 0,08	≤ 1,00	–	≤ 0,05	≤ 0,12	≤ 0,5 W

Продовження табл. 6.1

Індекс позиції	Компонент шихти	Нормативний документ	Марка	Масова частка елемента, %						
				основний	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка	інші елементи
10	Феровольфрам	ГОСТ 17293–82	ФВ70	70,0	≤ 0,30	≤ 0,50	≤ 0,40	≤ 0,04	≤ 0,08	≤ 1,5 Mo
			ФВ65	65,0	≤ 0,70	≤ 1,20	≤ 0,60	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 6,0 Mo
11	Ферованадій	ГОСТ 27130–86	ФВд50У03	50,0	≤ 0,30	≤ 2,00	≤ 0,20	≤ 0,10	≤ 0,10	–
			ФВ40У05	38,0	≤ 0,50	≤ 2,00	≤ 2,00	≤ 0,08	≤ 0,05	–
12	Фероніобій	ГОСТ 16773–85	ФН660	60,0	≤ 0,10	≤ 1,50	–	≤ 0,10	≤ 0,03	≤ 3,0 Al
			ФН658	60,0	≤ 0,20	≤ 2,00	–	≤ 0,15	≤ 0,03	≤ 6,0 Al
13	Феросилікохром	ГОСТ 11861–77	ФХС33	40,0 Cr	≤ 0,90	35,0	–	≤ 0,03	≤ 0,02	–
			ФХС40	35,0 Cr	≤ 0,20	40,0	–	≤ 0,03	≤ 0,02	–
14	Силікомарганець	ГОСТ 4756–77	МнС25	–	≤ 1,50	≤ 25,0	≤ 60,0	≤ 0,05	≤ 0,02	–
			МнС17	–	≤ 2,50	18,0	≤ 65,0	≤ 0,10	≤ 0,02	–
15	Алюміній	ГОСТ	АВ88	88,0	–	≤ 4,0	–	–	–	≤ 3,5 Cu

		295–79	AB92	92,0	–	≤ 1,0	–	–	–	≤ 3,0 Cu
--	--	--------	------	------	---	-------	---	---	---	----------

Закінчення табл. 6.1

538

Індекс позиції	Компонент шихти	Нормативний документ	Марка	Масова частка елемента, %						
				основний	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка	інші елементи
16	Нікель первинний	ГОСТ 849–70	H–0	99,9	≤ 0,05	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,001	–
			H–1	99,3	≤ 0,05	≤ 0,002	–	≤ 0,001	≤ 0,001	–
17	Мідь	ГОСТ 859–78	M1	99,9	–	–	–	–	≤ 0,004	–
18	Хром металевий	ГОСТ 5905–79	X98	98,0	≤ 0,04	≤ 0,50	–	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,7 Al

Примітка. Якщо під час розрахування шихти виникають труднощі, необхідно вибрати інші компоненти, користуючись відповідними нормативними документами.

Серед інших шихтових матеріалів використовують такі.

Чушкові чавуни – переробні й ливарні: переробні виготовляють у чушках масою 40 і 50 кг, а ливарні — в чушках масою 18 і 25 кг.

Переробні чавуни використовують переважно як шихтовий матеріал під час виплавлення багатьох марок сталей, а ливарні чавуни — для виплавлення чавунів різних класів.

Залежно від умісту вуглецю і кремнію їх поділяють на шість марок. Чушкові чавуни постачають із сертифікатом. У вагон завантажують чавун тільки однієї марки. Приймання здійснюють працівники бюро технічного контролю або відділу технічного контролю.

Сталевий і чавунний брухт — постачають відповідно до вимог нормативних документів.

Чавунний брухт за якістю і розмірами поділяють на три класи: I — куски розмірами до 200×200×150 мм, масою до 35 кг; II — куски розмірами до 400×250×200 мм, масою до 35 кг; III — куски такі самі, що і II класу, але масу не обмежують.

Показники якості сталевих брухту і сталевих відходів наведено в табл. 6.2.

Розміри кусків сталевих або чавунних брухту вибирають залежно від типу і місткості плавильного агрегату.

Для вагранок використовують брухт розмірами, які не перевищують розміри I класу, при цьому необхідно пам'ятати, що найбільші допустимі розміри кусків чавунного і сталевих брухту не повинні перевищувати 25...30 % від діаметра шахти вагранки.

Для ефективного забезпечення автоматичного зважування шихти технічними умовами передбачають використання чавунного і сталевих брухту розмірами I класу, але масою до 12 кг.

Чавунна і сталева стружка — використовують у брикетах для вагранок і електродугових печей та не брикетовану, але очищену від мастил і неметалевих домішок, — для індукційних.

Використання стружки – важливе господарське значення, оскільки під час механічного оброблення литих заготовок у середньому 15...20 % металу перетворюється в стружку, а викуванців або штампівань — до 50 %.

Феросплави — постачають переважно в міцній тарі (ящиках, бочках) у кусках масою до 15 кг, а дорогі й дефіцитні (феровольфрам, феромолібден, ферованадій, фероніобій тощо) — у кусках масою до 5 кг. Доменні феросплави постачають в кусках масою до 45 кг насипом у закритих вагонах.

Таблиця 6.2

Показники якості сталевих брухту і відходів

Склад	Ступінь чистоти	Габарити і маса
<i>Сталевий брухт і відходи №1</i>		
Кускові брухт і відходи, зручні для завантажування у плавильний агрегат. Не допускаються дріт і вироби із дроту	Не допускається наявність брухту і відходів кольорових металів. Вуглецеві брухт і відходи не можна змішувати з легованими. Засміченість нешкідливими домішками не повинна перевищувати 2 % за масою	Розміри кусків – не більше 300×200×150 мм; товщина металу – не менше 6 мм. Маса куска має бути не менше 0,5 кг і не більше 40 кг
<i>Сталевий брухт і відходи №2*</i>		
Кускові брухт і відходи, а також шихтові злитки, зручні для завантажування у плавильний агрегат. Не допускаються дріт і вироби із дроту	Не допускається наявність брухту і відходів кольорових металів. Леговані брухт і відходи не повинні змішуватися з вуглецевими і мають бути тільки однієї групи. Засміченість нешкідливими домішками не повинна перевищувати 1 % за масою	Розміри кусків – не більше 600×350×250 мм; товщина металу – не менше 8 мм. Труби повинні мати зовнішній діаметр не більше 150 мм, а труби більшого діаметра повинні бути сплюсненими або розрізаними твірною. Маса куска має бути не менше 2 кг.
<i>Сталевий брухт і відходи №3**</i>		
Кускові брухт і відходи та сталевий скрап, зручні для завантажування у плавильний агрегат. Не допускаються дріт і вироби із дроту	Не допускається наявність брухту і відходів кольорових металів. Леговані брухт і відходи не повинні змішуватися з вуглецевими і повинні бути тільки однієї групи або марки. Засміченість нешкідливими домішками не повинна перевищувати 1,5 % за масою	Розміри куска – не більше 800×500×500 мм; товщина металу – не менше 8 мм. Труби повинні мати зовнішній діаметр не більше 150 мм, а труби більшого діаметра повинні бути сплюсненими або розрізаними твірною. Маса куска має бути не менше 2 кг.

Склад	Ступінь чистоти	Габарити і маса
<i>Сталевий брухт і відходи №4***</i>		
Дрібні кускові відходи метизного й інших виробництв, брухт виробів метизного виробництва (болти, шпильки, гайки тощо), зручні для завантажування у плавильні агрегати	Не допускається наявність брухту і відходів кольорових металів. Леговані брухт і відходи**** не повинні змішуватися з вуглецевими і мають бути тільки однієї групи або марки. Засміченість нешкідливими домішками не має перевищувати 0,5 % за масою	Розміри куска повинні бути не більше 200×150×100 мм; товщина металу – не менше 6 мм. Маса куска має бути не менше 0,025 кг, але не більше 20 кг
<i>Брикети зі сталеві стружки</i>		
Брикети зі сталеві стружки	Брикети мають бути спресовані зі сталеві стружки, не змішаної з чавунною і стружкою кольорових металів. Вуглецеву стружку не можна змішувати з легованою, а легована має бути тільки однієї групи або марки. Сумарний вміст нешкідливих домішок не має перевищувати 1 % за масою	Габарити не регламентуються. Маса брикетів – не менше 2 кг і не більше 50 кг за щільності не меншої за 5000 кг/м ³ . Кількість стружки, що обсыпается з брикетів при їх транспортуванні і розвантажуванні, не повинна перевищувати 3 % за масою

* На вимогу замовника сталевий брухт і відходи мають містити сірки і фосфору не більше 0,05 % кожного елемента.

** У разі використання скрапу засміченість його не повинна перевищувати 0,5 % і його не слід змішувати з іншими відходами і брухтом.

*** Для вакуумних індукційних печей брухт і відходи необхідно постачати розмірами не менше 30×30×30 мм.

**** Леговані сталевий брухт і відходи обох категорій доцільно піддавати пакетуванню з розмірами пакетів не більше 600×500×500 мм.

Оскільки феросплави є важливою складовою металеві частини шихти, то до них ставлять такі вимоги:

- 1) високий вміст легувальних елементів;
- 2) низька температура плавлення (бажано, щоб вона була меншою за температуру розплаву);
- 3) малий вміст небажаних та шкідливих домішок;
- 4) висока щільність (бажано, щоб вона наближалась до щільності розплаву, в який їх додають);
- 5) тривале зберігання без руйнування та розсипання в порошок;
- 6) висока механічна міцність, що попереджає утворення дріб'язку і пилу під час транспортування.

Металева шихта для виплавлення сплавів на основі кольорових металів (алюміній, силуміни, магній, олово, свинець, цинк, сурму тощо) — постачають в чушках масою від 6 до 40 кг у спакетованому вигляді.

Флюси — постачають у різному вигляді: випалене вапно та вапняк — у кусках розмірами 25...100 мм, доломіт — у кусках 30...150 мм, плавиковий шпат — у мішках або брикетах.

Як шлакоутворювальні матеріали використовують також боксити, кварцовий пісок, шамот тощо.

Вапно та вапняк є головними утворювачами шлаку під час виплавлення сталей у печах з основною футеровкою, а кварцовий пісок — у печах з кислою футеровкою.

Паливо — використовують тверде, рідке і газоподібне. Тверде паливо (кокс ливарний або доменний, термоантрацит тощо) доставляють вагонами; рідке (мазут) і газоподібне (природний газ різних родовищ) — цистернами або трубопроводами.

На складах шихтових матеріалів зберігають тільки тверде паливо. Проектування газо- та мазутозабезпечення в проект ливарного цеху не входить, оскільки ці питання вирішують під час виконання енергетичної частини проекту підприємства.

Вогнетриви — використовують для футерування плавильних печей і ковшів. Вогнетривка футеровка є одним з основних елементів теплових агрегатів. Вона забезпечує можливість проведення технологічних процесів, які здійснюються в умовах високих температур.

Якістю і стійкістю футеровки визначаються інтенсифікація технологічних процесів плавлення металу, підвищення продуктивності плавильних агрегатів, покращання якості та зниження собівартості рідкого сплаву.

- Вогнетриви класифікують за декількома ознаками:
- за хімічним складом (кислі, нейтральні, основні);
 - за вогнетривкістю (середньої вогнетривкості — до 1770 °С; високовогнетривкі — 1770...2000 °С і найвищої вогнетривкості — понад 2000 °С);
 - за формою (нормальна цегла у вигляді паралелепіпеда і фасонна, яка має різноманітні форми) тощо.

Постачають фасонні вогнетриви в контейнерах або пачках, а порошкоподібні — в мішках, а транспортують у закритих вагонах.

6.3. Визначення витрат матеріалів

Для розраховування місткості і площ складів та організації систем механізації технологічних операцій і процесів приймання та підготовки до використання як формувальних, так і шихтових матеріалів необхідно знати їх кількість, яку використовують у цеху протягом року для виготовлення виливків, тобто для виконання виробничої програми.

Річні витрати матеріалів, які приймають на склади протягом року, визначають на підставі результатів розрахунків кількості компонентів як усіх сумішей, так і компонентів різних шихт.

Результати цих розрахунків наведено у матеріалах проектування плавильного і сумішоприготувального відділень ливарного цеху (див. розділ 5). Слід зазначити, що до визначених величин усіх компонентів необхідно додавати втрати їх на складі та під час транспортування. Ці втрати беруть у кількості 4...5 % від річних витрат. Кількість використовуваних цехом неметалевих складових шихти та вогнетривів розраховують за галузевими нормами, які постійно уточнюють і коригують. Якщо галузевих норм немає, можна скористатися даними аналогічних ливарних цехів з урахуванням визначених у проекті технологічних процесів і устаткування.

Якщо немає інших даних, витрати флюсів можна брати за середніми даними, наведеними в табл. 6.3, а витрати коксу під час плавлення чавуну у вагранках із холодним дуттям — у кількості 14...16 %, з гарячим дуттям — 9...11 % від маси завалки.

Витрати шамотних вогнетривких виробів у середньому мають становити 40...50 кг на одну тонну придатних чавунних або сталевих виливків, а додаткові для сталеливарних цехів витрати високовогнетривких матеріалів (магнезиту, динасу, хромомагнезиту) — 30...40 кг на одну тонну придатних виливків.

**Середні норми витрат шлакоутворювальних матеріалів
під час виплавлення сплавів на основі заліза
(відсоток маси металозавалки)**

Ін-дек-с по-зиції	Матеріал	Сталь		Вагранковий чавун		
		ОФ	КФ	СЧ	МСЧ, ВЧ	КЧ
1	Залізна руда	4,0	1,8	–	–	–
2	Марганцева руда	0,7	1,0	–	–	–
3	Вапняк	–	–	4,8	5,2	6,0
4	Вапняк металургійний	6,0	1,0	–	–	–
5	Випалене вапно	5,0	0,8	–	–	–
6	Боксити	0,3	–	–	–	–
7	Плавиківий шпат	0,4	–	0,1	0,1	–
8	Кварцовий пісок	–	5,5	–	–	–

Примітка. ОФ — основна футеровка; КФ — кисла футеровка; СЧ — сірий чавун; МСЧ — модифікований сірий чавун; ВЧ — високоміцний чавун; КЧ — ковкий чавун

6.4. Розташування складів, устаткування та їх механізація

Формувальні та шихтові матеріали подають на склади цеху, на яких мають бути мінімальні, але достатні для забезпечення нормальної роботи цеху, їх запаси. Запаси матеріалів на складах визначають за кількістю діб, яка може забезпечити ефективну роботу ливарного цеху залежно від кліматичних умов, у яких будуватимуть ливарний цех, та від транспорту, яким доставлятимуть матеріали на підприємство.

Основні дані для розрахування складів формувальних і шихтових матеріалів наведено в табл. 6.4.

За умови доставляння матеріалів водним транспортом терміни зберігання визначають за даними місцевого судноплавства, а якщо автомобільним транспортом — терміни мають бути мінімальними.

Склади формувальних матеріалів розташовують переважно в закритих опалюваних приміщеннях (з температурою не нижчою ніж +10 °С).

Таблиця 6.4

**Основні дані для розрахунку складів формувальних
і шихтових матеріалів**

Індекс позиції	Матеріал	Запас, діб	Об'ємна маса, т/м ³	Місце зберігання	Максимальна висота зберігання, м
1	Пісок формувальний сухий	45...75	1,5	Засіки, силоси	10,0; 30,0
2	Глина формувальна: сира суха мелена	60...90 30...45	1,8 1,5	Засіки, силоси	10,0 20,0
3	Маршаліт, бентоніт, цемент	20...30	1,0	Майданчик	2,0
4	Тирса	10...20	0,4	Засіки	3,0
5	Вогнетривкі вироби	20...45	1,8	Майданчик	2,0
6	Чавун чушковий, брухт чавунний і сталевий	30...45	2,0...3,5	Засіки	4,0
7	Зворот власного виробництва	3...5	1,3...1,5	Засіки	4,0
8	Стружка чавунна і сталева	10...15	1,0	Засіки	3,0
9	Феросплави	30...45	2,0...3,5	Майданчик	2,0
10	Флюси (вапно, вапняк тощо)	30...45	1,7	Засіки	4,0
11	Кокс ливарний	30...45	0,5	Засіки	4,0
12	Кольорові метали і сплави	20...30	1,5...5,0	Штабелі	2,0
13	Вогнетривкі порошки, розкиснювачі	30...45	1,5...1,7	Майданчик	2,0

Шихтові матеріали та вогнетриви можна зберігати в неопалюваних приміщеннях. На територіях малосніжних районів металеві шихтові матеріали можна зберігати на відкритих бетонованих майданчиках.

Рекомендації, які необхідно враховувати під час проектування складів формувальних та шихтових матеріалів:

На підприємствах, **до складу яких входять декілька ливарних цехів**, зберігати і готувати формувальні й шихтові матеріали доцільно в загальнозаводських базисних цехах.

Розташування базисних цехів відносно ливарних цехів має забезпечувати раціональні вантажопотоки матеріалів.

У цьому разі склади формувальних і шихтових матеріалів з дільницями їх підготовки можна розташовувати як у різних приміщеннях, так і в одному. Сухий пісок з таких складів до місць його використання найекономічніше транспортувати пневмотраспортом або системою стрічкових конвеєрів, захищених від вологи навколишнього середовища, а шихтові матеріали, кокс і флюси — у спеціальних контейнерах автотранспортом.

Така схема дає змогу уникнути залізничних введів у шихтове відділення, скоротити його площу, забезпечити в ньому чистоту і послідовність виконання технологічних операцій. Проте в цьому випадку збільшується кількість вантажоперевалок через завантаження контейнерів на базисному складі та необхідна чітка організація роботи міжцехового транспорту.

Для машинобудівних заводів з декількома ливарними цехами потужністю понад 50 000 тонн придатних виливків за рік — склади шихтових матеріалів проектують при цехах, а зберігають і готують формувальні матеріали, кокс та вапно в базисних цехах.

Для машинобудівних заводів з одним ливарним цехом склади формувальних і шихтових матеріалів проектують при цехах.

Під час проектування складів для ефективної організації операцій розвантажування та зберігання формувальних і шихтових матеріалів необхідно враховувати такі рекомендації:

Сирі піски доставляють у саморозвантажувальних вагонах протягом року або одночасно на річну програму виробництва виливків. Для швидкого розвантажування вагонів **використовують високомеханізовані пристрої** точкового типу, які оснащені розпушувальною машиною для розпушування в зимовий період мерзлого піску та іншими пристроями (рис. 6.1). Пісок із вагонів потрапляє в підземні бункери 9, з яких вібраційними живильниками 4 транспортується на стрічкові конвеєри 7, що передають пісок до елеваторів. Елеватори (рис. 6.2) передають пісок на систему стрічкових транспортерів автоматичного розподілювання його в бункери для сирого піску.

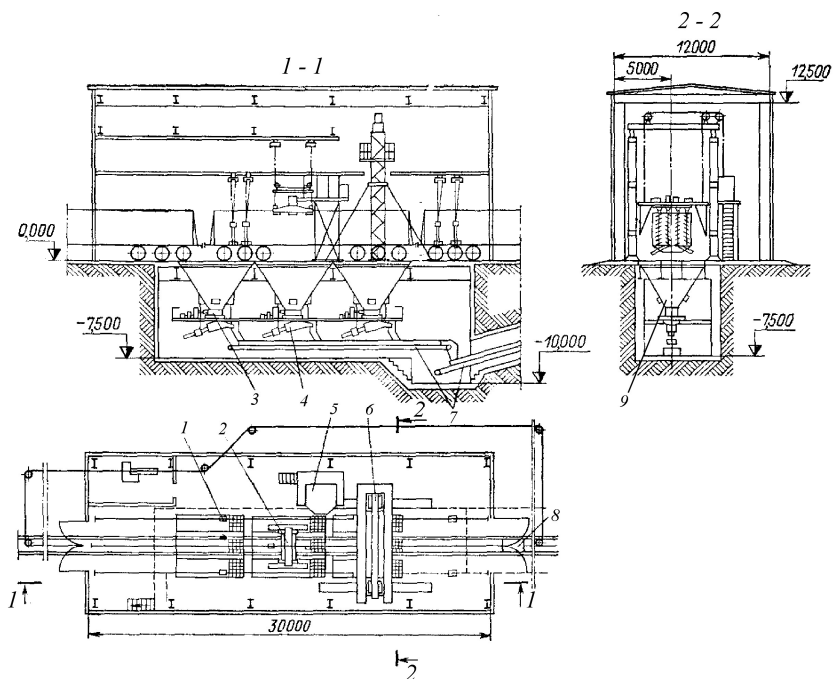


Рис. 6.1. Розвантажувальний пристрій точкового типу для піску:
 1 — люкопідіймачі; 2 — вібраційна зачищувальна плита для зачищення стінок вагонів;
 3 — ножові розпушувачі; 4 — вібраційні живильники; 5 — пульт керування;
 6 — розпушувальна машина; 7 — стрічкові конвеєри; 8 — маневровий пристрій для пересування вагонів у процесі їх розвантажування; 9 — підземні бункери

Місткість бункерів потрібно розраховувати на приймання всього піску, який доставлений у цех одночасно.

Наприклад, для цехів потужністю понад 20 000 т придатних вилітків за рік місткість бункерів має бути такою, щоб можна було прийняти одночасно 900...1200 т піску. Такі бункери є складом сирого піску. Проте така схема приймання сирого піску потребує суттєвих капітальних затрат.

У схемі приймання сирого піску особливо відповідальне місце посідає **елеватор** — конвеєр для транспортування вантажів у вертикальному або крутопохилому напрямку.

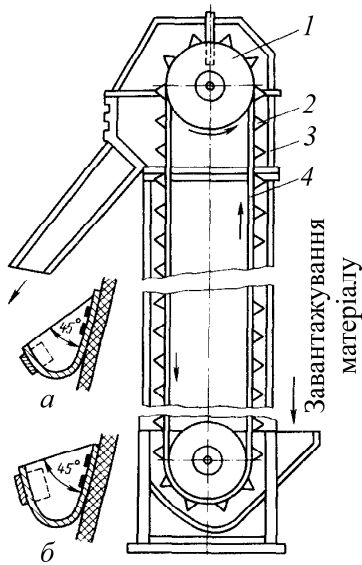


Рис. 6.2. Елеватор:
 а — мілкий ківш; б — глибокий ківш; 1 — привідний барабан;
 2 — ківш; 3 — кожух; 4 — стрічка

Розрізняють поличні, коліскові і ковшові (використовують найчастіше). Тяговим органом елеватора є конвеєрна стрічка шириною 250...600 мм або (рідше) ланцюг. До стрічки закріплюють ковші, які і транспортують певний об'єм матеріалу. Елеватори використовують для транспортування сипких матеріалів — сирого та сухого пісків, сухої глини тощо.

Для складів при ливарних цехах потужністю меншою за 20 000 т додатних виливків за рік рекомендують спрощену схему розвантаження і зберігання сирих пісків.

Пісок із вагонів вивантажують у приймальну яму, яка одночасно є частиною складу сирого піску. Основну масу сирого піску зберігають у засіках.

Передавання його із приймальної ями в засіки, а також із засіків до сушарок здійснюють мостовими кранами з підвісними грейферами.

Сухий пісок зберігають також у засіках, у металевих бункерах або в силосах.

Приймальні ями (рис. 6.3) залежно від кількості піску, який необхідно прийняти одночасно, проектують для однобічного або двобічного розвантаження вагонів.

Дешевшою є однобічна яма, але пісок у неї розвантажують самопливом через люки вагона тільки частково. Пісок, що лишився у вагоні, розвантажують грейфером або вручну.

Двобічна яма повинна мати більшу глибину, а тому будівництво її ускладнюється.

Надійною і зручною в обслуговуванні є двобічна яма (рис. 6.3, в), але при цьому залізничну колію необхідно розташовувати ближче до середини прогону і корисна площа складу зменшується.

Сухі піски — доставляють переважно в залізничних вагонах-цистернах, у вагонах-хоперах або автомобілями-цементовозами.

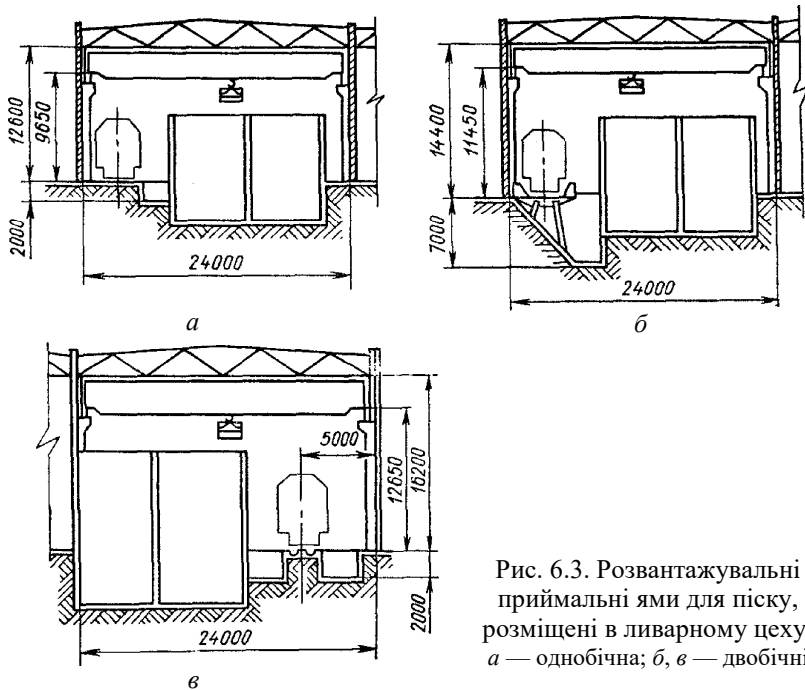


Рис. 6.3. Розвантажувальні приймальні ями для піску, розміщені в ливарному цеху: а — однобічна; б, в — двобічні

Цистерни розвантажують пневмотранспортом, при цьому пісок подають безпосередньо в силосові башти-сховища (рис. 6.4); із вагонів-хоперів пісок вивантажують у підземні приймальні бункери, а з бункерів пневмотранспортом або стрічковими конвеєрами транспортують на склад сухого піску. Така ж схема розвантажування і автомобілів-цементовозів. Із башт сухий пісок видають дисковими або вібраційними живильниками на стрічковий конвеєр, який транспортує пісок у сумішоприготувальне відділення. Залізобетонні силосові башти будують діаметром 6 або 12 м і висотою 15...30 м.

Сиру формувальну глину транспортують на склад у відкритих вагонах або на платформах і розвантажують її грейфером в однобічні приймальні ями або безпосередньо в засіки. На дільницю підготовки глини її транспортують також грейфером.

Порошкоподібні матеріали, які придатні до використання без додаткового оброблювання, доставляють залізничним та автомобільним транспортом у герметичних контейнерах або в паперових пакетах масою 30 кг.

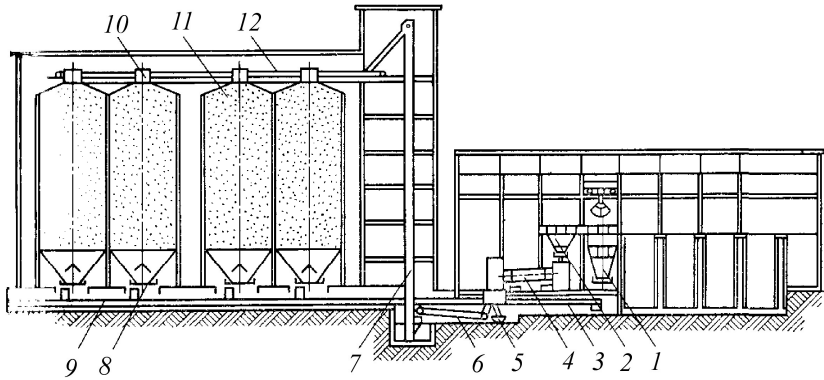


Рис. 6.4. Схема складу із силосовими баштами:

- 1 — бункер для зберігання сирого глини; 2 — бункер для зберігання сирого піску; 3 — стрічковий конвеєр; 4 — барабанна сушарка;
- 5 — стрічковий конвеєр для видалення відходів після просіювання;
- 6 — стрічковий конвеєр для транспортування сухого піску до елеватора;
- 7 — елеватор; 8 — вібраційні живильники; 9 — стрічковий конвеєр для транспортування сухого піску в сумішоприготувальне відділення;
- 10 — плужки для керування розподілом сухого піску в башти;
- 11 — башти-сховища; 12 — стрічковий конвеєр для транспортування сухого піску до башт-сховищ

Для цього використовують закриті вагони та автомашини-цементовози, а для зберігання контейнерів і пакетів передбачають відповідні площі. Доцільно подавати такі матеріали до місць використання в цих же контейнерах для скорочення кількості перевантажень, утрат і пилоутворення. Для зберігання паперових пакетів з пилоподібними матеріалами використовують розвантажувальні майданчики висотою 1,2 м для зручної роботи електричних навантажувачів. Пакети зберігають на піддонах у багатоярусних штабелях.

Для розвантажування вагонів-цементовозів або автоцементовозів, які оснащені спеціальними герметичними установками, передбачають герметичні приймальні бункери. У ці бункери порошкоподібні матеріали перекачують пневмонасосом автомашини, а із вагонів-цементовозів — стиснутим повітрям, яке подають із цехової мережі.

Оскільки деякі матеріали (наприклад, бентоніт) злежуються, то конусну частину бункерів виконують з аерацією стиснутим повітрям.

Чушкові чавуни, сталевий та чавунний брукт, доменні феросплави транспортують у відкритих вагонах або на вагонних платформіях. Для розвантажування вагонів з шихтовими матеріалами,

які мають магнетні властивості, використовують кранові магнетні шайби (крани вантажопіднімністю 5; 10 т). Така схема забезпечує швидке розвантажування вагонів і зменшує їх простої.

Для чушкових чавунів необхідно передбачати на складі таку кількість засіків, які забезпечували б їх повагонне зберігання протягом усього нормативного часу.

Непідготовлені до використання чавунний і сталевий брухт до дільниці підготовки шихтових матеріалів транспортують мостовими кранами з магнетною шайбою, а підготовлені – в засіки для зберігання.

Металеві шихтові матеріали з базисних складів рекомендують транспортувати в ливарний цех у спеціальних контейнерах місткістю до 10 т або в корзинах (баддях) для завантажування електропечей. Немагнетні феросплави вивантажують із вагонів грейфером або безпосередньо через люки вагонів у спеціальні контейнери, які установлюють краном по всій довжині вагона.

Чушки кольорових металів і сплавів на їх основі доставляють у пакетах у закритих вагонах і розвантажують авторозвантажувачами на майданчики їх зберігання.

Чушки кольорових металів, які доставляють навалом у вагонах, розвантажують і штабелюють вручну.

Флюси доставляють у відкритих вагонах і розвантажують грейфером у приймальні ями, а потім грейфером та системою стрічкових конвеєрів транспортують у витратні бункери для дозування.

Склади формувальних і шихтових матеріалів доцільно розташовувати в прогонах шириною 24 або 30 м і висотою 12,6; 14,4; 16,2 і 18,0 м.

Склади шихтових матеріалів оснащують **мостовими кранами** (рис. 6.5) зі змінними магнетними шайбами або **грейферами** (рис. 6.6), а формувальних матеріалів — **грейферними кранами**.

Струм для живлення електродвигунів подають цеховими троплями, розміщеними вздовж стіни будівлі, до кабіни керування. Для підведення струму до візка використовують гнучкий кабель 5, який підвішують до натягнутого троса 9.

Механізм піднімання складається з електродвигуна, редуктора, барабана для піднімальних канатів, поліспасти і зрівноважувальних блоків, розташованих на верхній частині рами візка, гальма і муфт.

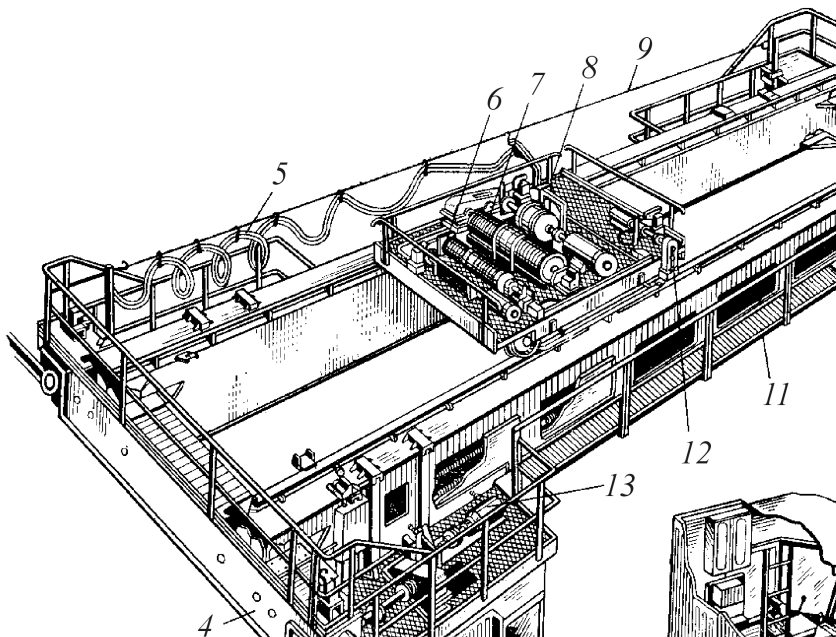


Рис. 6.5. Мостовий електричний кран:

- 1 — кабіна керування роботою крана; 2 — підкранові рейки;
 3 — ходові колеса; 4 — торцеві балки; 5 — гнучкий кабель;
 6 — допоміжний механізм піднімання вантажу; 7 — головний механізм піднімання вантажу; 8 — візок; 9 — трос; 10 — кабіна для огляду стану струмознімачів і тролей; 11 — міст крана; 12 — механізм пересування візка; 13 — механізм пересування крана

Механізми пересування моста і візка мають однакову конструкцію, яка складається з електродвигуна, гальма, редуктора, двох тягових і двох неробочих коліс. За умови одночасного руху моста і візка крана обслуговується майже вся площа прогону.

Мостові крани обладнують різними вантажозахоплювальними пристроями: крюками, піднімальними електромагнетами (магнетними шайбами), грейферами, спеціальними захватами тощо.

Вантажопідіймальність таких кранів – 5; 10/5; 15/3 і 20/5 т. Склади формувальних матеріалів оснащують грейферними кранами вантажопідіймальністю 5 т. Грейфер – розкривний ківш для захоплення і транспортування сипких та дрібногрудкових матеріалів. За конструктивними ознаками грейфери поділяють на одноканатні, двоканатні і моторні (рис. 6.6).

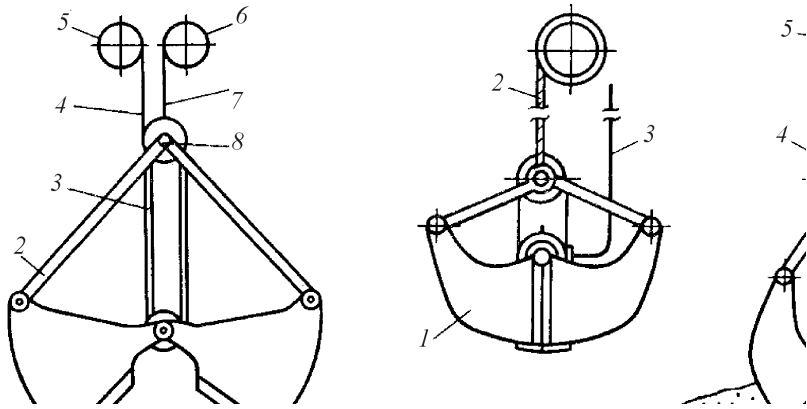


Рис. 6.6. Схеми двоканатного і одноканатного грейферів:
a — двоканатний: 1 і 9 — щелепи; 2 — тяги; 3 — поліпаст; 4 — канат, що ступлює щелепи; 5 і 6 — барабани; 7 — канат, що підтримує грейфер; 8 — траверза; *б* — стулений і *в* — що зачерпує матеріал, одноканатні грейфери: 1 — щелепи; 2 — піднімальний (вантажний) канат; 3 — електрокабель; 4 — електродвигун лебідки; 5 — основний (вантажний) барабан візка крана; 6 — рухомий поліпаст

Двоканатний грейфер, на відміну від одноканатного, обладнаний спеціальною двобарабанною лебідкою, яку встановлюють на візку мостового крана. Один барабан призначений для ступлювання щелепів грейфера, а другий — для піднімання і опускання грейфера.

Одноканатний моторний грейфер можна підвищувати до крюка будь-якого піднімального механізму, для його роботи не потрібно використовувати лебідки спеціальних конструкцій. Проте такі грейфери мають невисоку продуктивність.

Кран-балки являють собою облегшений мостовий кран, у якому замість кранового візка використовують електроталь. Керують кран-балкою з підлоги за допомогою ручних кнопочних панелей керування.

6.5. Дільниця для підготовки формувальних матеріалів

Автоматизовані й механізовані процеси виготовлення форм і стрижнів необхідно забезпечувати високою стабільністю всіх показників вихідних матеріалів.

Оптимальним варіантом організації ливарного виробництва був би такий, за якого роботу ливарного цеху забезпечували б конди-

ційними вихідними матеріалами, підготовленими в місцях їх добування. На жаль, такий варіант поки що є тільки бажаним. Тому в проєкті ливарного цеху доцільно передбачати необхідне оброблення і перероблення вихідних формувальних матеріалів на спеціальних дільницях.

Для досягнення необхідної кондиції формувальні піски піддають багатьом операціям, які ускладнюють технологічні процеси виготовлення виливок і підвищують їх собівартість.

Сирі піски просіюють з використанням полігональних барабанних сит з вічками розмірами 40×40 мм. У цих ситах відокремлюються не тільки великі чужорідні частинки від загальної маси піску, але одночасно розбиваються його неміцні грудки, особливо в зимовий період року.

Такі сита використовують також і для просіювання оборотних сумішей.

Основні вузли барабанного полігонального сита (рис. 6.7): привод 1 і рама 2, на якій змонтований восьмигранний пірамідальний барабан 3, закритий кожухом 4.

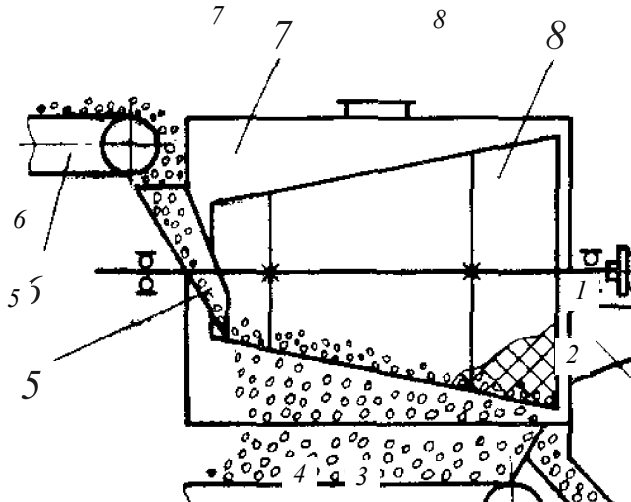


Рис. 6.7. Схема барабанного полігонального сита:
 1 — привод; 2 — рама; 3 — конвеєр для транспортування відсіяних відходів; 4 — конвеєр для транспортування просіяного піску; 5 — завантажувальна воронка; 6 — конвеєр для передавання піску або оборотної суміші; 7 — витяжний кожух; 8 — барабан

Грані барабана виконані у вигляді змінних полотен сита; з торців барабан відкритий. До барабана кріплять воронку 5 для приймання сипких матеріалів і патрубок для приєднання витяжної вентиляції (відсмоктування пилю, який утворюється під час просіювання піску або оборотної суміші). Конструкція сита дає змогу в разі потреби вмонтувати всередину барабана додатковий барабан, набраний із прутків, для попереднього розбивання або відбирання великих грудок чи інших предметів, які можуть порвати основне полотно сита. Технічні характеристики барабаних полігональних сит наведено в табл. 5.132. Сирі піски сушать за температур до 600 °С — для кварцових пісків і за температур близько 200 °С — для глинястих пісків до вологості 0,5...1,0 %.

Для сушіння піску використовують сушарки трьох типів:

- барабанні одноходові і триходові (рис. 6.8, 6.9) — продуктивністю 3...43 т/год;
- трубчасті або сушарки пневмопоточку (рис. 6.10, 6.11) — продуктивністю 3...25 т/год;
- установки сушіння в псевдокиплячому шарі (рис. 6.12) — продуктивністю 6...25 т/год.

Як паливо для таких сушарок використовують здебільшого природний газ, інколи мазут. Барабан сушарки (рис. 6.8) нахилений до лінії горизонту на 3...6°, кількість обертів за хвилину — 2...10. Кількість обертів устанавлюють переставлянням змінних шестерень. Осьове переміщення барабана обмежують опорні ролики 3, які мають реборди.

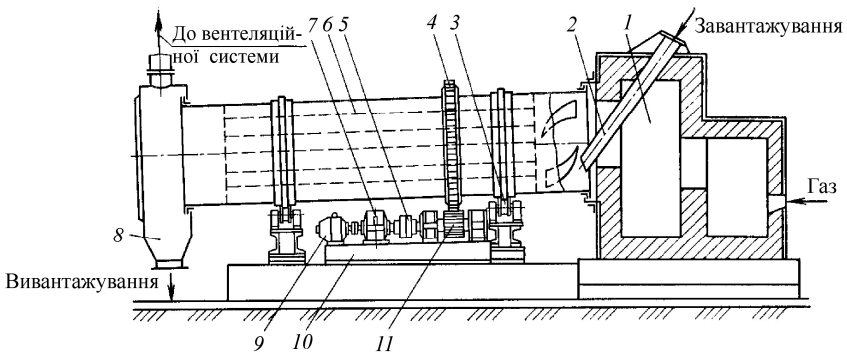


Рис. 6.8. Схема одноходової сушарки для сушіння піску і глини:

- 1 — топка; 2 — завантажувальна воронка; 3 — опорні ролики;
- 4 — зубчасте колесо; 5 — зрівнювальна муфта; 6 — барабан; 7 — редуктор;
- 8 — розвантажувальна камера; 9 — електродвигун; 10 — рама; 11 — шестерня

Пісок або глину завантажують у розподілювальну частину барабана, в якій розміщені гвинтові лопатки, що розподіляють матеріал у поздовжні канавки. Пересипаючись з канавки в канавку, матеріал переміщується внаслідок нахилу барабана і вже висушений потрапляє в розвантажувальну камеру 8. Довжина барабана досягає 10 м. Як паливо для сушарок цього типу використовують природний газ.

Барабанні сушарки забезпечують паралельний рух топкових газів і матеріалу, який сушиться. У цьому випадку найгарячіші гази торкаються більш сирого піску, а глиняста складова піску захищена від перегрівання випаровуваною вологою, що забезпечує високу якість сухого піску. Саме з урахуванням такої схеми сушіння сипких матеріалів глинясті жирні піски і глину сушать тільки в барабанних сушарках.

Триходова барабанна сушарка (рис. 6.9) має барабан, який складається із корпусу, що являє собою три зрізані конуси, вставлені один в один. Така конструкція подовжує трасу руху матеріалу під час сушіння в барабані втричі, а отже, однакова продуктивність досягається за значно менших габаритних розмірів сушарки.

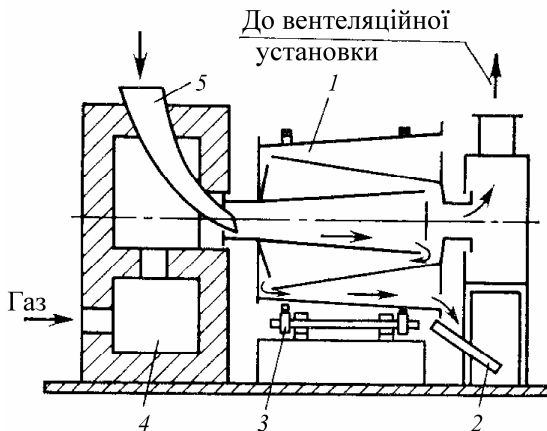


Рис. 6.9. Схема триходової барабанної сушарки для сушіння піску:
 1 — триходовий барабан; 2 — розвантажувальний жолоб;
 3 — механізм обертання барабана; 4 — топка; 5 — завантажувальна воронка

Процес сушіння в барабанних сушарках залежить від таких факторів:

- вологості й розмірів кусків вихідних матеріалів;
- температури топкових газів і швидкості їх руху;

– об'єму і конструкції барабана (довжини, діаметра, конструкції вічок, кута нахилу і кількості обертів);

– ефективності роботи витяжної вентиляції.

Для сучасних конструкцій барабаних сушарок вихідні куски глини повинні мати розміри не більші ніж 70 мм у поперечнику.

Остаточна вологість висушеної глини становить 3...5 %.

В умовах виробництва, особливо під час сушіння глини, сушарка часто не забезпечує задані продуктивність і вологість просушеного матеріалу.

У цьому випадку необхідно перевірити розміри вихідних кусків глини, температуру топкових газів, ефективність витяжної вентиляції, частоту обертання барабана і привести їх у відповідність з паспортними даними.

У ливарних цехах використовують також установки для сушіння піску в пневмопотіці (рис. 6.10). Сутність роботи таких установок полягає в тому, що в транспортний трубопровід 3 подаються гарячі топкові гази (продукти згоряння природного газу) із топки 1 і сирий пісок через завантажувальну воронку з дозатором 2.

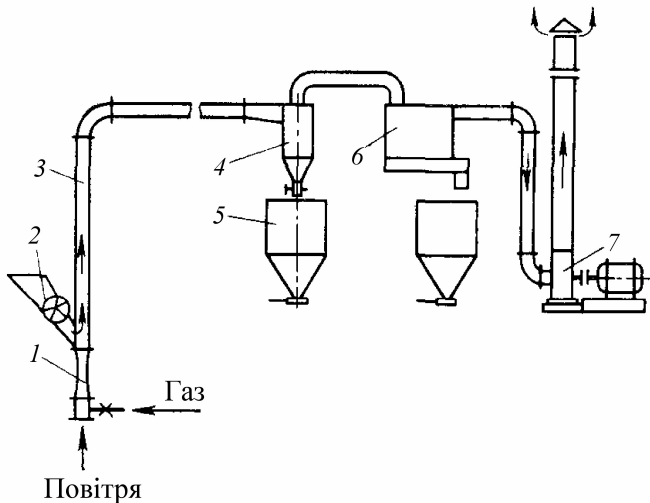


Рис. 6.10. Схема установки для сушіння й охолодження піску в пневмопотіці:

- 1 — топка; 2 — завантажувальна воронка з дозатором;
3 — транспортний трубопровід; 4 — циклон; 5 — бункер;
6 — фільтр; 7 — вентильатор

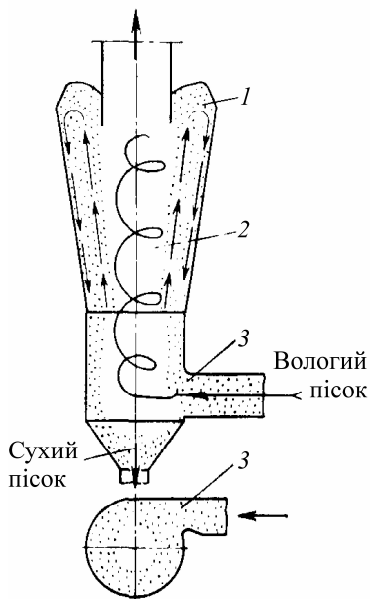


Рис. 6.11. Схема вихрового апарата для сушіння і охолодження піску:

1 — підпірна діафрагма; 2 — вертикальна камера; 3 — патрубок

вихрової камери встановлено підпірну діафрагму 1 для регулювання часу перебування матеріалу в камері. Матеріал внаслідок вихрового руху газів притискується відцентровою силою до стінок камери і, піднімаючись до верхнього торця, упирається в діафрагму, при цьому незначна частина матеріалу разом із газами потрапляє знову у вертикальний потік, а основна частина, притискуючись до стінок, сповзає в нижню зону камери і бункер.

У нижній зоні камери швидкість газу підвищується, а тому частина матеріалу знову піднімається у верхню зону, тобто матеріал циркулює, що сприяє його рівномірному сушінню.

Для охолодження піску послідовно із сушильною камерою монтують вихрову охолоджувальну камеру аналогічної конструкції.

Вихрові установки економічніші від установок для сушіння піску в пневмопотіці.

Під час руху трубопроводом зі швидкістю 25...30 м/с у потоці гарячих газів пісок висихає і осаджується в бункері 5 циклона 4, а відпрацьовані і дещо охолоджені гази очищаються фільтром 6 і викидаються вентилятором в атмосферу. Проте такі установки використовують менше через підвищений знос колін трубопроводів і утруднення очищення запилених газів.

В останні роки для сушіння і охолодження піску використовують вихрові апарати (рис. 6.11). Вихровий апарат являє собою вертикальну камеру 2 із розширеним верхнім торцем. У нижню циліндричну частину камери через патрубок 3 дотично вводяться гарячі гази разом із суспендованими частинками вологого піску, які внаслідок великої швидкості піску набувають у цій зоні вихрового руху.

Потік газів і частинок піску, зберігаючи свій вихровий рух, піднімається у верхню зону камери, де сушіння завершується. У верхній зоні

Установки для сушіння і охолодження піску в псевдокиплячому шарі (рис. 6.12). Сутність процесу сушіння піску в псевдокиплячому шарі полягає в такому: шар піску 2, який міститься на перфорованій ґратці 3, продувається гарячими топковими газами з температурою 500...700 °С, унаслідок чого утворюється «киплячий» шар піску.

Через високу швидкість численних струменів гарячих топкових газів і омивання ними майже кожної піщинки на ґратці, шар піску миттєво висихає.

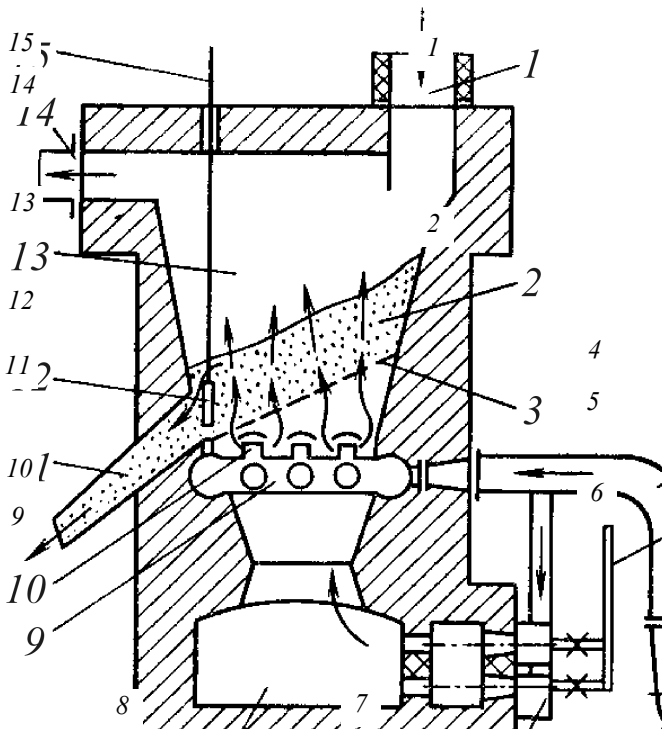


Рис. 6.12. Схема установки для сушіння (охолодження) піску в псевдокиплячому шарі:

- 1 — завантажувальна воронка; 2 — шар піску; 3 — перфорована ґратка;
- 4 — нагнітальний повітропровід; 5 — газопровід;
- 6 — дуттьовий вентилятор; 7 — газові двопровідні пальники;
- 8 — камера спалювання; 9 — камера змішування; 10 — фурми;
- 11 — жолоб; 12 — регулювальна засувка; 13 — камера сушіння;
- 14 — трубопровід для видалення відпрацьованих газів;
- 15 — тяга регулювальної засувки

Сухі зерна піску піднімаються вгору і через верхню крайку регулювальної засувки 12 перетікають у жолоб 11, а сирі частинки, грудки піску, дрібні камінці або кусочки глини опускаються вниз до гарячої ґратки, до гарячіших топкових газів. Грудки піску, які потрапляють на ґратку, швидко переходять у псевдокиплячий стан і піднімаються вгору, а дрібні камінці і кусочки сухої глини рухаються похилою ґраткою і через щілину між ґраткою та регулювальною засувкою видаляються із киплячого шару.

Установка працює безперервно, сирий пісок протягом її роботи подається через завантажувальну воронку 1. Конструктивно установка являє собою зварений вертикальний барабан, який складається із трьох камер. У камері 8 спалюється газ, у камері 9 топкові гази з температурою 1100...1200 °С розбавляються до температури 600...800 °С холодним повітрям, яке надходить через фурми 10.

Бокові стінки камери 13 (камера сушіння) виготовлені із товстолистового сталевого прокату, а похила ґратка 3 — із жаростійкої сталі. Прохідні отвори ґратки мають діаметр 2,5...3,0 мм і займають 6...7 % її площі.

Поруч з установкою для сушіння піску монтують установку для охолодження піску. Сухий і нагрітий пісок жолобом 11 надходить в охолоджувальну камеру з дугтьовим подом, похилою ґраткою і двозонною регулювальною засувкою такої ж конструкції, як і в сушильній печі. Повітря для охолодження піску подається в охолоджувальну камеру вентилятором.

Кращими з погляду ефективності й експлуатації є трубчасті сушарки та установки псевдокиплячого шару. Для розміщення барабанних сушарок необхідні значні площі. Трубчасті сушарки простіші й надійніші в роботі, проте для їх установки необхідні приміщення висотою до 25 м. У цьому сенсі більш компактними є сушарки псевдокиплячого шару.

Продуктивність сушарок усіх типів розрахована на початкову вологість 10 %, та кінцеву — 0,5 % для глинястих жирних пісків і відповідно 25 та 3 % — для глини. За інших умов продуктивність сушарок змінюється в той чи той бік.

Після сушіння пісок охолоджують до температури +30 °С у разі потреби термінового його використання.

За наявності складу сухого піску великої місткості операцію охолодження піску можна не виконувати.

Сухий пісок (висушений в барабанних сушарках або сушарках іншого типу) просіюють через сито з вічками розмірами 5×5 мм безпосередньо перед транспортуванням його до місць використання. Для просіювання застосовують такі самі полігональні барабанні сита, як і для просіювання сирого піску.

Для надання необхідних властивостей формувальним глинам і бентонітам у грудках їх піддають таким операціям:

– **подрібненню** на куски з розмірами не більшими за 70 мм у поперечнику. Для подрібнення сирої глини використовують глинорізки, глиноструги, дробарки дискові, валкові, зубчасті тощо;

– **сушінню** за температури 350...400 °С до вологості 4...5 %. Глину сушать тільки в сушарках барабанного типу;

– **магнетній сепарації** для видалення випадкових металевих частинок;

– **розмелюванню** до частинок розмірами меншими 1 мм. Для розмелювання глини використовують кульові (рис. 6.13) або молоткові (рис. 6.14) млини, які оснащують пневматичними транспортними циркуляційними установками, здатними осаджувати пилоподібні фракції в приймальних герметизованих бункерах і повертати крупні фракції для повторного подрібнення;

– **просіюванню** через сито з вічками 1×1 або 2×2 мм залежно від подальшого їх використання. Цю операцію виконують у тому випадку, коли до складу розмелювального устаткування не входять пристрої для просіювання і класифікації продуктів розмелювання.

Далі порошкову глину передають пневмотранспортом або в герметичних контейнерах до місць використання.

Кульові млини використовують у ливарних цехах для тонкого подрібнення сухої глини, вугілля та інших матеріалів. Вони можуть бути з періодичним і безперервним завантаженням вихідного матеріалу та розвантаженням готового продукту.

Млини періодичної дії простіші за конструкцією, але мають меншу продуктивність і важче піддаються автоматизації.

Млини з безперервним завантаженням (рис. 6.13) являють собою барабан 5 з днищами 3, у які вмонтовані порожнисті цапфи 1.

У барабан завантажують сталеві кулі діаметром 50...80 мм.

Через ліву цапфу матеріал безперервно завантажується, а через праву розвантажувальну цапфу готовий подрібнений продукт видається самопливом або за допомогою повітряного потоку, який створюється вентилятором, у приймальний пристрій 4.

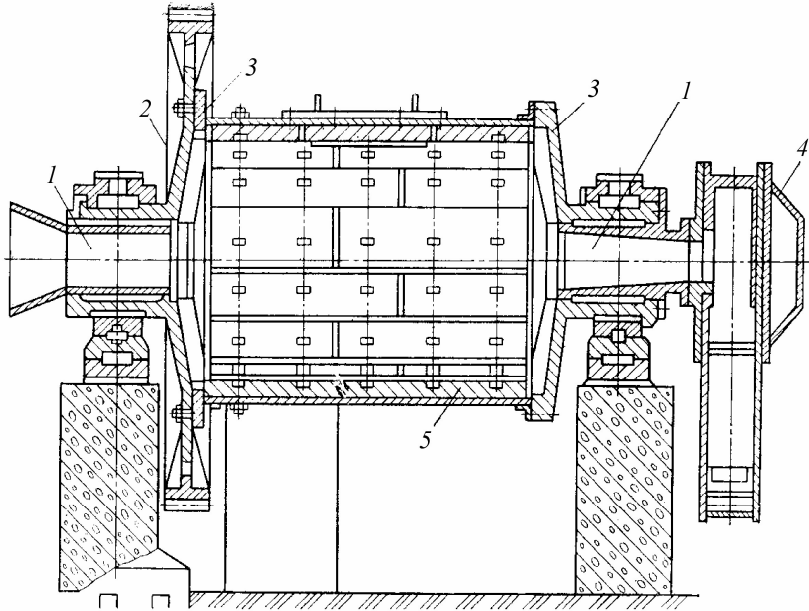


Рис. 6.13. Будова кульового млина:
 1 — порожністі цапфи; 2 — зубчаста передача;
 3 — днища; 4 — приймальний пристрій; 5 — барабан

Привід млина здійснюється від електродвигуна через редуктор і зубчасту передачу 2.

Під час обертання барабана кулі піднімаються на певну висоту (залежно від швидкості обертання барабана), падають разом з матеріалом і подрібнюють його.

Молоткові млини (рис. 6.14) конструктивно нагадують молоткові дробарки. Головна відмінність молоткових млинів від молоткових дробарок полягає в тому, що млини не мають ґратки у нижній частині: продукт розмелювання за допомогою вмонтованого вентилятора 7 виноситься із млина повітряним потоком.

На приводний вал 8 жорстко насаджено ротор 4, на якому за допомогою шарнірів підвішене в три ряди молотки, які подрібнюють вихідний матеріал.

Подавання матеріалу в млин регулюється зірчастим живильником 2, який обертається через ланцюгову передачу від окремого привода (на схемі не показано).

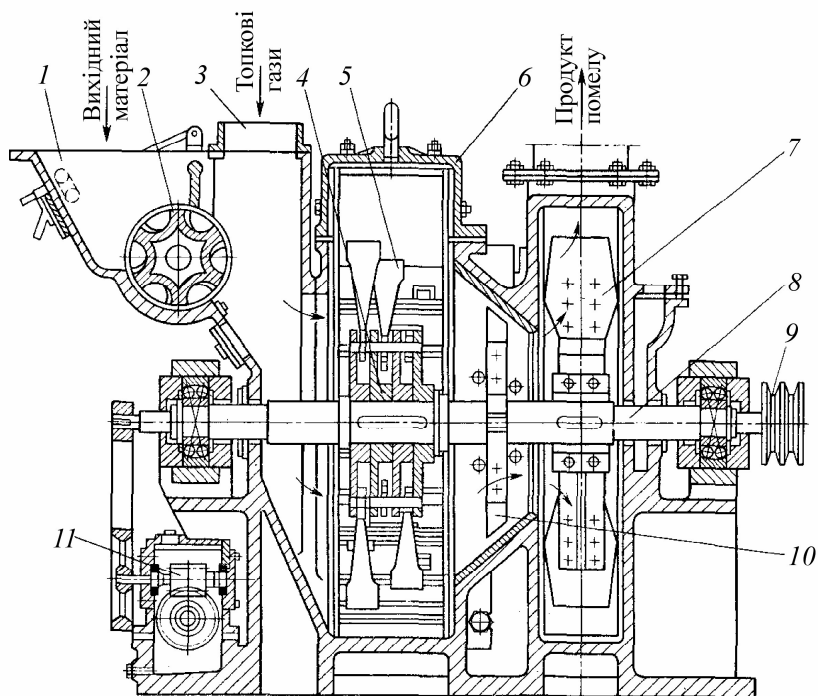


Рис. 6.14. Будова молоткового млина:

- 1 — завантажувальна воронка; 2 — зірчастий живильник;
 3 — повітрязабірний патрубок; 4 — ротор; 5 — молотки;
 6 — корпус млина; 7 — вентилятор; 8 — вал; 9 — привідний шків;
 10 — регульовальна хрестовина; 11 — редуктор

Тонкість помелу і продуктивність млина регулюють частотою обертів зірчастого живильника і змінюванням зазора між ножами хрестовини 10 і стінкою млина. Частоту обертання головного вала млина регулюють змінним шківом у межах $17 \dots 25 \text{ c}^{-1}$ залежно від опору пневматичної транспортної системи передавання готового продукту.

Готовий продукт виноситься із млина транспортним трубопроводом у циклоні-осаджувачі, де осаджується і видається через спеціальний затвор у приймальний бункер, а відпрацьоване запилене повітря повертається в млин. Частина повітря із замкненої рециркуляційної системи пневматичного транспорту викидається через фільтр в атмосферу і така ж кількість свіжого підігрітого повітря повітрязабірним патрубком потрапляє в систему.

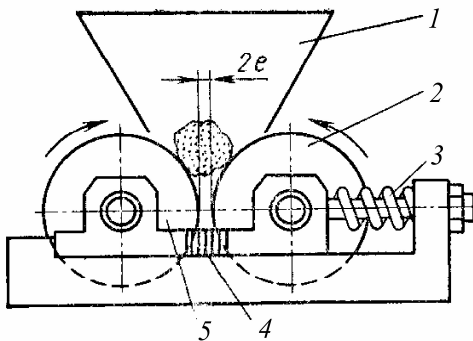


Рис. 6.15. Будава валкової дробарки:

- 1 — завантажувальна воронка;
- 2 — валок з рухомими підчіпниками;
- 3 — пружина; 4 — установлювальні прокладки; 5 — валок з нерухомими підчіпниками

Продуктивність таких млинів невисока: для глини — 1 т/год і для вугілля — 0,6 т/год, але продукт розмелювання має високу якість.

Високовогнетривкі матеріали — шамот, хромомагнетит, магнетит тощо — подрібнюють у ливарних змішувачах або валковими дробарками (рис. 6.15) і просіюють через сито з вічками розмірами до 5×5 мм.

Валкові дробарки ви-

користовують для подрібнення різних матеріалів (глини, оборотної суміші тощо), які мають невеликі грудки невисокої міцності.

Грудки подрібнюються валками, які обертаються зустрічно. Окрім подрібнення матеріалу, валки зношуються, а тому необхідно постійно контролювати їх роботу.

За конструктивним виконанням дробарки розрізняють з жорстко закріпленими валками, з одним рухомим валком (використовують найчастіше), з двома рухомими валками.

Дробарки з рухомими валками працюють надійніше, оскільки значно зменшується імовірність їх ламання внаслідок потрапляння в дробарку міцних матеріалів.

Ступінь подрібнення матеріалу регулюється зміною зазора $2e$ (рис. 6.15) між валками за допомогою змінних прокладок 4.

Використовують дробарки з гладенькими, рифленими і зубчастими валками.

Пилоподібні матеріали, які доставляють на підприємство в готовому вигляді в паперових мішках (глину, бентоніт, вугільний пил, маршаліт, графіт тощо), потребують тільки видалення тари.

Установки пневматичного транспорту використовують для переміщення порошкоподібних, дрібнозерених і дрібнокускових матеріалів трубопроводом у повітряному струмені.

Повітря рухається трубопроводом унаслідок різниці тисків на початку і в кінці трубопровода, яку створюють нагнітальними або вакуумними насосами. Відповідно пневматичні транспортні установки розділяють на нагнітальні та всмоктувальні (вакуумні).

У ливарних цехах пневматичний транспорт використовують для пилоподібних глини, бентоніту, вугілля та сухого формувального піску. Трубопроводами ці матеріали передаються зі складів до сушішоприготувальних установок.

Пневматичними транспортними системами обладнують установки для розмелювання глини і вугілля з пневматичним відбиранням мелених продуктів. Такі установки можна використовувати також для пневматичного прибирання пилу.

Для транспортування мелених глини, вугілля, бентоніту та сухих пісків використовують нагнітальні установки з камерними живильниками (рис. 6.16).

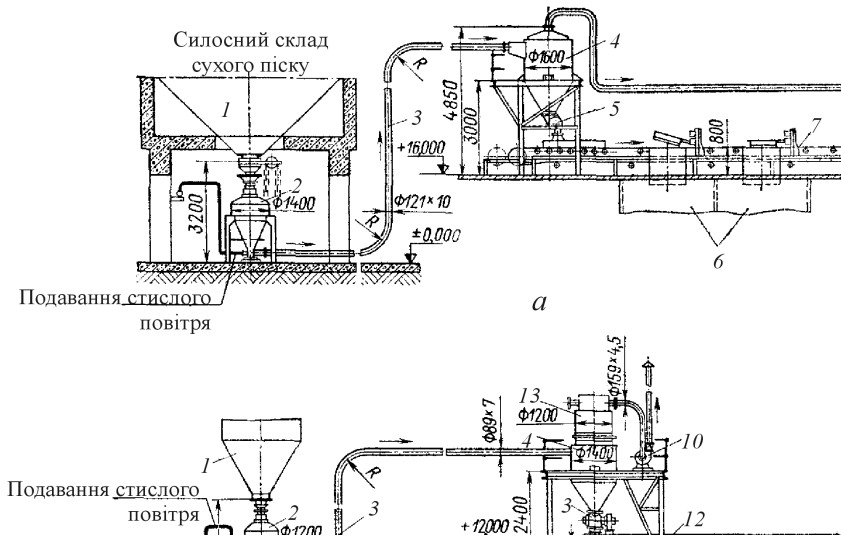


Рис. 6.16. Схеми нагнітальних пневматичних транспортних установок з камерними живильниками: а — для сухого піску; б — для меленої глини; 1 — бункер; 2 — резервуар камерного живильника; 3 — трубопровід; 4 — розвантажувальні камери; 5 — шлюзові живильники; 6, 11 — бункери; 7 — стрічковий конвеєр; 8 — циклон; 9 — мокрий скрубєр; 10 — вентилятор; 12 — гвинтовий конвеєр, 13 — рукавний фільтр

Із бункера 1 матеріал завантажується в резервуар камерного живильника 2. Після заповнення живильника завантажувальний отвір його закривається клапаном і в резервуар із мережі (від компресорної станції) подається повітря зі збитковим робочим тиском близько 0,5 МПа. У нижній частині живильника матеріал насичується повітрям, перемішується з ним і у вигляді аеросуміші через перепад тисків надходить у трубопровід 3, переміщується по ньому до розвантажувальної камери 4, у якій, внаслідок втрати швидкості і тертя об її стінки, осідає.

Із розвантажувальної камери матеріал видається шлюзовими живильниками 5. У бункери 6 і 11 пісок транспортується стрічковими конвеєрами 7, обладнаними плужковими скидачами, а глина, вугілля і бентоніт — гвинтовими конвеєрами 12.

Запилене повітря відсмоктується із розвантажувальної камери 4 вентилятором 10 і перед викиданням в атмосферу очищується рукавними фільтрами 13 від пилу вугілля, глини і бентоніту, а в циклонах 8 і мокрих скруберах 9 — від піщаного пилу.

Після випорожнення резервуара живильника 2 тиск у ньому падає, подавання повітря з мережі припиняється, відкривається завантажувальний клапан і живильник завантажується новою порцією матеріалу. Камерні живильники керуються автоматично пневматичними і електромеханічними приладами та пристроями.

Найбільше піддаються зносу в процесі експлуатації систем місця згинів трубопроводів, тобто коліна, які виготовляють із зносостійких сталей і чавунів з потовщеними або змінними стінками.

Для зменшення зношування колін рекомендують виконувати їх радіусом більшим, ніж 20 внутрішніх діаметрів трубопроводу.

Траса транспортного трубопроводу повинна мати мінімальні (наскільки це можливо) довжину і кількість колін.

Дільницю підготовки формувальних матеріалів організовують на площах складу формувальних матеріалів.

Нормальний режим роботи дільниці підготовки формувальних матеріалів — двозмінний.

6.6. Дільниця для підготовки шихтових матеріалів

Майже всі шихтові матеріали перед використанням піддають відповідному підготовленню для надання їм зручної форми та розмірів, очищенню від шкідливих домішок тощо.

Автоматизація транспортних і дозувальних операцій залежить саме від цих факторів: розмірів, стабільності форми і маси окремих кусків, що забезпечує безперебійну і якісну роботу плавильного відділення.

До шихтових матеріалів ставлять високі вимоги, оскільки від їх якості залежать якість розплаву, продуктивність плавильного агрегату, вихід придатного литва та його собівартість.

Для подрібнення чавунного брухту, бракованих чавунних виливків тощо у ливарних цехах ще досить часто використовують копри, дія яких ґрунтується на ударі масивної металевої баби, що падає на відповідний великогабаритний чавунний предмет і подрібнює його енергією удару. Перед цією операцією чавунний предмет кладуть на шабот.

Але далеко не завжди для підготовки чавунного брухту необхідних розмірів можна обмежитися використанням тільки копрів. Універсального устаткування для подрібнення шихти, на жаль, не існує. Розглянемо деякі типи устаткування, яке найчастіше використовують у ливарних цехах для подрібнення шихтових матеріалів:

Алігаторні ножиці використовують для подрібнення довгомірного сталевого брухту та бракованого прокату. Ножицями можна розрізати сталевий профіль перерізом до 90×90 мм або діаметром до 100 мм, швелери і двотаври до №40 тощо. Продуктивність ножиць за умови високої організації робочого місця — до 2 т/год. Довгомірний брухт подають до ножиць рольгангом.

Газові різачки і бензорізи застосовують для подрібнення вручну більш великих кусків сталевого брухту, надливів і ливникових систем. Як паливо використовують ацетилен, природний газ або гас.

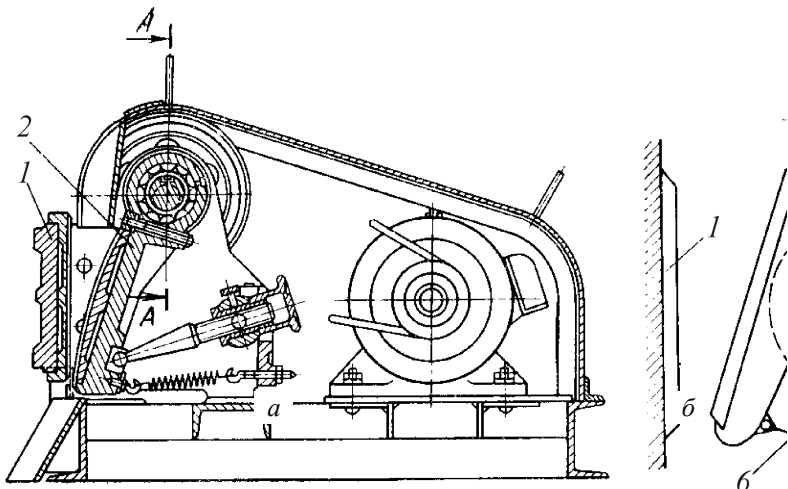
Зворот власного виробництва (ливники, надливи, браковані виливки тощо) піддають очищенню в галтувальних барабанах прохідного типу, аналогічних тим, що використовують для очищення виливків.

Дробарки щоківі (рис. 6.17) використовують для подрібнення матеріалів з міцністю не більшою ніж 300 МПа (феросплави, вапняк, флюси тощо). Дробарки можна застосовувати і для подрібнення тонкостінного чавунного брухту і ливників. Продуктивність їх залежить від вихідної щільності між щоками і знаходиться в межах 12...35 м³/год;

Дробарка з простим качанням щоки (рис. 6.17, б) складається з нерухомої та рухомої щік, ексцентрикового вала з маховиком, ша-

туна і двох розпірних плит. Під час обертання ексцентрикового вала шатун справляє свою дію на розпірні плити і змінює кут нахилу та створює качання рухомої щоки, внаслідок чого матеріал, який розміщений між щоками, подрібнюється.

У дробарках із складним качанням (рис. 6.17, *в*) рухома щока підвішена до ексцентрика головного вала з певним ексцентриситетом і, отже, є одночасно головним шатуном. У нижній частині щока підтримується розпірною плитою.



a

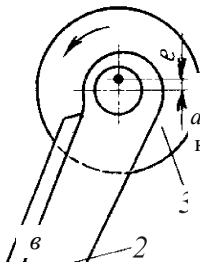


Рис. 6.17. Будова щокової дробарки:
a — загальний вигляд; *б* — схема будови з простим качанням; *в* — схема будови зі складним качанням;
 1 — нерухома щока; 2 — рухома щока;
 3 — ексцентриковий вал з маховиком;
 4, 6 — розпірні плити; 5 — шатун

Дробарки зі складним качанням конструктивно простіші, надійні в роботі та компактні.

Валкові дробарки (див. рис. 6.15) використовують для подрібнення феросплавів, які вводять у розплав як легувальні, мікролегувальні або модифікувальні присадки.

Молоткові дробарки (рис. 6 18) у ливарних цехах використовують для подрібнення кускових матеріалів — деяких феросплавів, сухої глини, кусків оборотної формувальної та стрижневої сумішей тощо.

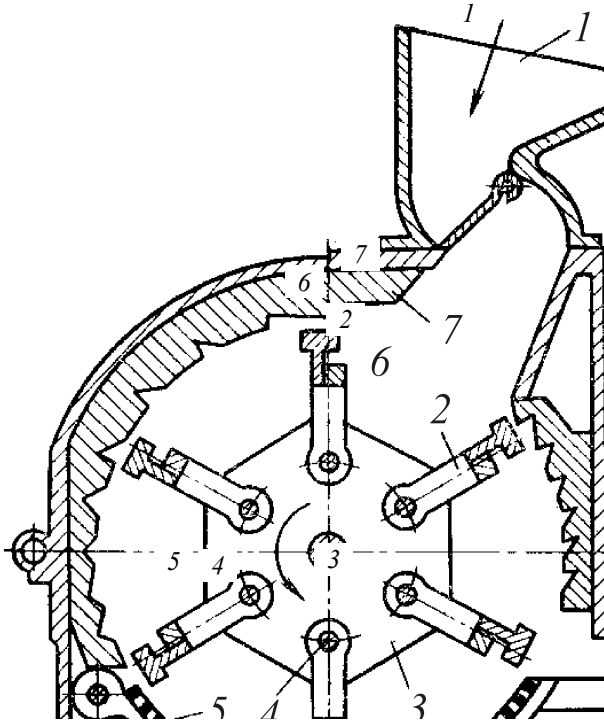


Рис. 6.18. Будова молоткової дробарки:
 1 — завантажувальний жолоб; 2 — молоток; 3 — ротор;
 4 — шарнір; 5 — колосникова ґратка; 6 — робоча камера;
 7 — броньовані плити

У молоткових дробарках матеріал подрібнюється під дією удару молотків 2, закріплених на швидкообертovому роторі 3 за допомогою шарнірів 4.

Додатково матеріал подрібнюється також під дією удару його об броньовані плити.

Куски матеріалу, які піддають подрібненню, через завантажувальний жолоб 1 потрапляють у робочу камеру 6 дробарки, подрібнюються здебільшого молотками і просипаються вниз через отвори колосникової ґратки 5.

Розміри продукту подрібнення визначаються як шириною щілин у колосниковій гратці, так і радіальним зазором між молотками і граткою, який дорівнює 3...5 мм.

Колова швидкість молотків перебуває в межах 25...55 м/с, ступінь подрібнення — 10...15. У молоткових однороторних дробарках відношення довжини дробарки до її діаметра становить 0,50...0,85.

Переваги молоткових дробарок: проста конструкція і надійність у роботі, мала маса, високі продуктивність і ступінь подрібнення.

До недоліків необхідно віднести швидке зношування молотків і граток та неможливість подрібнення в'язких і вологих матеріалів.

Дільниці установок для подрібнення та брикетування чавунної і сталеві стружок розташовують у механічних цехах і до складу ливарного цеху вони не входять.

Для виплавлення чавуну або сталі в індукційних печах використовують подрібнену сталеву та чавунну стружку розсипом.

Перед використанням стружки її необхідно очистити від забруднень та просушити (найпростіший спосіб — прожарювання за температури 300...400 °С, після чого гарячу стружку завантажують у піч).

Дільниці підготовки шихтових матеріалів розташовують на площах складу шихтових матеріалів, за винятком копрові дільниці, яку розташовують в окремій будівлі за межами ливарного цеху.

Типовий механізований склад шихти чавуноливарного цеху показано на рис. 6.19. Такий склад розташовують у закритому приміщенні з прогонами шириною 18 або 24 м. Для зручності транспортування шихтових матеріалів склад примикає безпосередньо до плавильного відділення.

У середині складу, вздовж його зовнішньої стіни, прокладають залізничну колію, якою подають на дільницю розвантажування вагони з матеріалами.

У прогоні складу шихти передбачають магнето-грейферний кран 14, призначений для перевантажування матеріалів із вагонів у засіки основного запасу 11. Кращим варіантом є використання двох кранів, які оснащені магнетною шайбою та грейфером і працюють незалежно один від одного.

Для підготовки матеріалів склад обладнують чушколомом для ламання чушок чавуну, дробаркою для флюсів і копром, який установлюють за межами складу шихти.

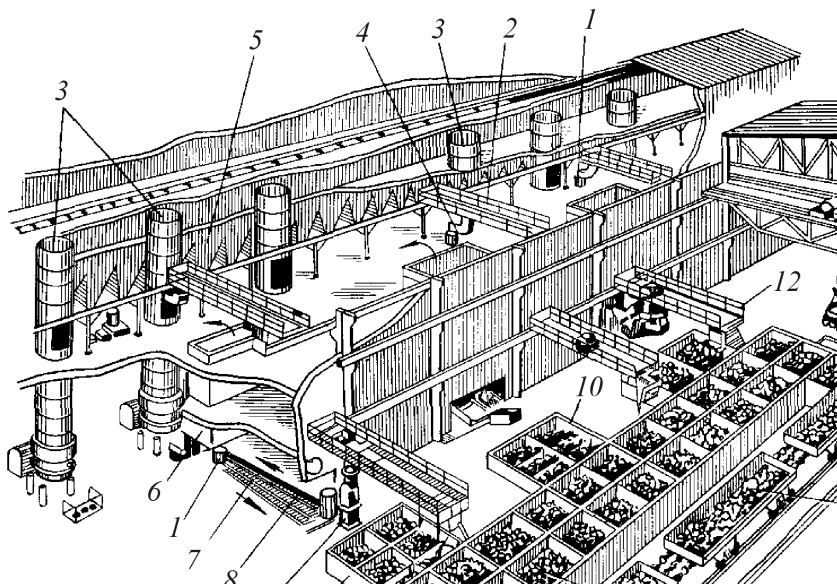


Рис. 6.19. Типовий механізований склад шихти
чавуноливарного цеху:

- 1 — бадді; 2 — шаржирний кран; 3 — вагранки; 4 — крюк шаржирного крана; 5 — бункери для коксу; 6 — люк;
7, 8 — похилі роликові конвеєри; 9 — ваги;
10 — бункери для металеві шихти; 11 — засіки основного запасу;
12 — вагони; 13 — напівпортальний електричний кран;
14 — магнето-грейферний кран

Складові шихти зважують на вагах 9. Потім баддю зачіпляють крюком 4 шаржирного крана 2 і через люк 6 у завантажувальному майданчику подають до шахти вагранки 3 і розвантажують.

Баддю з шихтою можна подавати в шахту вагранки і за допомогою скіпового підіймача. До підіймача баддю переміщують похилими роликовими конвеєрами.

Кількість виробничих робітників дільниці підготовки шихти визначають за робочими місцями, при цьому продуктивність одного газорізальника становить 0,4...0,5 т/год.

Кількість допоміжних робітників визначають виходячи із розрахунку одна людина на 2000...3000 т матеріалів на рік.

6.7. Розрахунок площ складів

Проектування складів виконують за результатами розрахунків площ засіків і загальної площі складів, які виконані відповідно до норм проектування ливарних цехів. Цими нормами передбачають: витрати матеріалів, терміни їх зберігання, режими роботи і фонди часу роботи устаткування і робітників.

Загальну площу складів формувальних і шихтових матеріалів визначають за формулою

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{техн}} + F_{\text{зас}} + F_{\text{ест}} + F_{\text{п.п}},$$

де $F_{\text{техн}}$ — площі технологічних дільниць складів, у тому числі і площі, зайняті устаткуванням, проходами, проїздами і залізничними коліями, м^2 ; $F_{\text{зас}}$ — площі засіків, м^2 ; $F_{\text{ест}}$ — площі, зайняті внутрішніми естакадами і місцями для розвантажування матеріалів, м^2 ; $F_{\text{п.п}}$ — площі, зайняті пристроями для подавання матеріалів у виробництво, м^2 .

Площу засіків складів для шихтових матеріалів визначають за формулою

$$F_{\text{зас. ш}} = 1,1 (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n),$$

де $F_{\text{зас. ш}}$ — загальна площа засіків для шихтових матеріалів, м^2 ; 1,1 – коефіцієнт збільшення розрахованої площі засіків з урахуванням їх фактичного заповнення; $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ — площі засіків, розраховані для кожного компонента шихти залежно від сплавів, які виплавляють у цеху.

Кількість засіків має дорівнювати кількості компонентів шихти плюс один.

Площі засіків для окремих компонентів шихти визначають за формулою

$$f_{\text{з.ш}} = 100Mab/k\Phi_k H\gamma,$$

де $100 M/k$ — маса металозавалки, т/рік; a — норма витрат відповідного компонента шихти від металозавалки, %; b — норма зберігання компонента шихти, днів; Φ_k — річний (календарний) фонд роботи, днів; H — висота зберігання компонента шихти, м; γ — насипна маса компонента шихти, $\text{т}/\text{м}^3$.

Норми зберігання компонентів — кількість діб, висота засіків та об'ємна маса основних компонентів — наведено в табл. 6.4.

Площі засіків складів формувальних матеріалів визначають за формулою

$$F_{\text{Зас. ф. м}} = 1,20 \dots 1,25 (f_{\text{п}} + f_{\text{г}} + f_{\text{в}}),$$

де $f_{\text{п}}, f_{\text{г}}, f_{\text{в}}$ — розраховані площі засіків відповідно для піску, глини і вугілля; 1,20...1,25 — коефіцієнт збільшення визначеної площі засіків з урахуванням їх фактичного заповнення.

Площі засіків для окремих формувальних матеріалів визначають за формулою

$$f_{\text{з.ф}} = bMc/\Phi_{\text{к}}H\gamma,$$

де c — норма витрат відповідного формувального матеріалу, кг/т придатного литва.

Площі, зайняті внутрішніми естакадами та місцями для розвантажування матеріалів, визначають за формулою

$$F_{\text{ест}} = mln,$$

де m — ширина майданчика для розвантажування матеріалів (6...8 м); l — довжина естакади, м; n — кількість естакад, шт.

Площа, яку займають пристрої для подавання матеріалів у виробництво, становить 10...15 % від корисної площі складу.

Для цехів дрібносерійного виробництва площу складу можна визначати за допустимими навантаженнями на одиницю площі за формулою

$$F_{\text{к.п}} = B/H,$$

де $F_{\text{к.п}}$ — корисна площа зберігання матеріалів, м^2 ; B — норма запасу матеріалу на складі, т; H — середнє допустиме навантаження на 1 м^2 підлоги складу, т.

Площі, необхідні для розвантажування і сортування матеріалів, беруть із розрахунку 20 м^2 на 1000 т придатного литва.

Площі для проходів і проїздів припускають рівними 10...15 % від корисної площі складу.

6.8. Склади оснастки, стрижнів і виливків

У ливарних цехах використовують велику кількість оснастки (моделі, стрижневі ящики, опоки тощо), яка дорого коштує. Її зберігають на спеціально обладнаних складах. Окрім основного складу, в цехах передбачають проміжні, особливо в разі використання швидкозмінюваної оснастки.

Склади модельної оснастки обладнують піднімальними засобами, стелажми, етажерками тощо, які дають можливість зберігати моделі, стрижневі ящики, модельні плити з моделями, металеві форми і прес-форми в декілька ярусів.

Зберігання великих опок та іншої великогабаритної оснастки в серійному, дрібносерійному і одиничному виробництвах передбачають на відкритих (але таких, що мають покрівлю) естакадах.

У конвеєрному виробництві опоки зберігають переважно між поздовжніми частинами конвеєра автоматичної або комплексно-механізованої лінії. Виливки зберігають на складах готового литва на стелажі, у спеціальній тарі або на підлозі.

Передбачають також проміжні склади виливків у відділенні фінішних операцій між устаткуванням, яке виконує різні операції (видалення стрижнів із виливків, їх очищення і зачищення, фарбування), а також до і після термічного оброблення виливків.

6.9. Допоміжні служби ливарного цеху

У структуру ливарного цеху входять такі допоміжні підрозділи:

– **ремонтна служба** — призначена для виконання дрібних ремонтів та обслуговування устаткування з дільницею ремонту футеровки ковшів, тиглів і печей;

– **експрес-лабораторії** — для оперативного контролю якості вхідних формувальних матеріалів, властивостей формувальних і стрижневих сумішей та хімічного складу шихтових матеріалів (у разі потреби) і рідких металів;

– **цехові комори** — для зберігання матеріалів, запасних частин до устаткування, інструменту, спецодягу тощо.

Ремонтна служба цеху (служба механіка і енергетика). У діючій системі планово-попереджувального ремонту, яку враховують під час проектування ливарних цехів, передбачено централізоване виконання відповідними службами підприємства капітального, середнього і малого ремонтів механічного й електротехнічного устаткування, контрольно-вимірювальних приладів і автоматики, а також ремонту інструменту та оснастки. При цьому використовують метод повузлового ремонту. Цехова служба забезпечує тільки міжремонтне обслуговування наведених вище устаткування і приладів протягом усього часу (в усіх змінах) їх роботи. Отже, функції і склад цієї служби в ливарному цеху суттєво спрощуються і скорочуються.

Проектування цехової ремонтної служби полягає у визначенні кількості чергових слюсарів, верстатників, електриків, спеціалістів із контрольно-вимірювальних приладів і потім, залежно від їх кількості, розмірів приміщень для служб і кількості мінімально необхідних верстатів. Кількість робітників, які обслуговуватимуть устаткування, розраховують за обсягом і ремонтною складністю всього комплексу устаткування цеху.

Для поточного ремонту модельної оснастки передбачають кількість модельників і слюсарів з розрахунку один робітник на випуск 6...7 тс. додатного литва в цехах дрібносерійного і серійного виробництва та на випуск 12...15 тс. литва — в цехах масового і великосерійного виробництва.

За кількістю верстатників, необхідних для обслуговування устаткування протягом однієї зміни, визначають кількість свердлильних, токарних, універсально-фрезерних та інших верстатів, а за їх кількістю і кількістю робітників у найбільшій зміні — площі приміщень для ремонтних служб:

- на кожний верстат — по 10 м²;
- на кожного чергового слюсаря і електрика — по 4...5 м².

На площах ремонтних служб також передбачають комори для зберігання запасних частин, електроустаткування та інструменту, площу яких уточнюють під час розроблення проекту.

Цехова служба поточного ремонту устаткування повинна мати розгалужену систему контролю його роботи і викликання чергових слюсарів і електриків. У великих цехах ця система є частиною системи автоматизованого керування цехом.

Експрес-лабораторії. Сучасні сумішоприготувальні відділення великої продуктивності з високим рівнем автоматизації забезпечують засобами автоматичного безперервного контролю основних технологічних властивостей формувальних і стрижневих сумішей. Такий контроль виконують тільки для формувальних сумішей або через визначення вологості оборотної суміші для її коригування, а отже, і формованості кожного замісу суміші.

Завдання експрес-лабораторії, яка обслуговує автоматизоване відділення, — спостереження за правильністю роботи автоматичних контрольних систем і систематичне визначення основних фізичних параметрів сумішей за пробами, які відбирають через певні проміжки часу під час видавання суміші зі змішувачів і на місцях її використання.

У сумішоприготувальних відділеннях, які не мають засобів автоматичного контролю, дозування компонентів коригується тільки за результатами аналізу проб, які відбирають значно частіше.

Трудомісткість одного аналізу становить 0,1...0,2 год.

За даними про кількість необхідних аналізів визначають кількість лаборантів на одну зміну і площу, необхідну для лабораторії: 8...10 м² на одного лаборанта, але не менше 15 м².

Експрес-лабораторію контролю формувальних матеріалів і сумішей розташовують на площах сумішоприготувального відділення зі зручним виходом на робочий майданчик обслуговування змішувачів. Значення металургійних експрес-лабораторій, у яких систематично контролюють хімічний склад металу, що виплавляють у цеху, до розливання його у форми і які дають змогу визначати відхилення його від заданого, значно зростає через некондиційність вихідних шихтових матеріалів, а обсяг робіт з контролю суттєво збільшується.

Практикою встановлено, що за час виплавляння чавуну або сталі в електропечах необхідно відбирати три-чотири проби від кожної плавки для визначення хімічного складу розплавів, які містять велику кількість елементів, особливо небажаних.

Для такого аналізу в сучасних лабораторіях використовують складне автоматичне устаткування — *квантометри*, які здатні за умови наявності відповідних еталонів за короткий проміжок часу визначити вміст у металі понад 20 хімічних елементів одночасно. Такі лабораторії проектують окремо.

Трудомісткість одного аналізу традиційними (хімічними) методами становить 0,4 людино-години (3 – 4 елементи), для більшої кількості елементів – 0,7 людино-години. За цими даними визначають кількість лаборантів на кожну зміну, одного з яких призначають старшим. Крім цього, в штаті передбачають одну прибиральницю.

Сучасні металургійні експрес-лабораторії залежно від складності і точності приладів, необхідно розташовувати на площах центральної заводської лабораторії або в адміністративно-побутовому комплексі. Проби на аналіз у цих варіантах доцільно доставляти в експрес-лабораторію пневмопоштою, а результати аналізів відправляти телефоном, промисловим телебаченням або висвітлювати на табло безпосередньо біля плавильних печей.

Розмір приміщення для експрес-лабораторії визначають на підставі вибраного і запропонованого устаткування і приладів та їх розташування.

Цехові комори. Площі комор змінюються залежно від технологічного процесу виготовлення виливків, потужності ливарного цеху і характеру виробництва.

Площі комор на кожні 1000 т придатного литва орієнтовно такі:

- дрібносерійне і серійне виробництва — $1,3 \dots 1,7 \text{ м}^2$;
- масове і великосерійне виробництва — $1,3 \dots 1,7$ з коефіцієнтом $0,60 \dots 0,75$ залежно від потужності цеху;
- для служб механіка і енергетика — $2,8 \dots 3,2 \text{ м}^2$.

Кількість комірників визначають за кількістю комор та змін їх функціонування.

Комори, як і контори майстрів, розташовують на першому поверсі в побутовому комплексі або на площах основних виробничих відділень у місцях, зручних для відвідування, але непридатних для виробничих операцій (на площах, які не обслуговуються кранами, між колонами будівлі, під майданчиками різного призначення тощо).

6.10. Компонування складів ливарного цеху

Компонування складів шихтових і формувальних матеріалів залежить від організації операцій розвантажування та зберігання матеріалів, а також від кількості матеріалів, які зберігаються.

Загальнозаводський базисний склад підготовки та зберігання формувальних і шихтових матеріалів – це, здебільшого, трипрогінна будівля загальною площею $10000 \dots 15000 \text{ м}^2$.

При цехах склади розташовують в окремих прогонах шириною 18 або 24 м та довжиною, що дорівнює ширині ливарного цеху.

Компонування складу формувальних і шихтових матеріалів, призначеного для забезпечення ливарного цеху потужністю $30000 \dots 40000$ т придатних виливків за рік, показано на рис. 6.20. Склад розташовано поруч з іншими прогонами цеху в двох прогонах, до яких примикає точковий пристрій для піску.

Усі матеріали доставляють на склад залізничним транспортом. Розвантажування сирого піску, передавання його на склад, зі складу на сушіння, від сушарок на склад сухого піску і сухого піску до місць використання повністю механізовано за допомогою системи стрічкових конвеєрів, елеваторів і пневматичного транспорту.

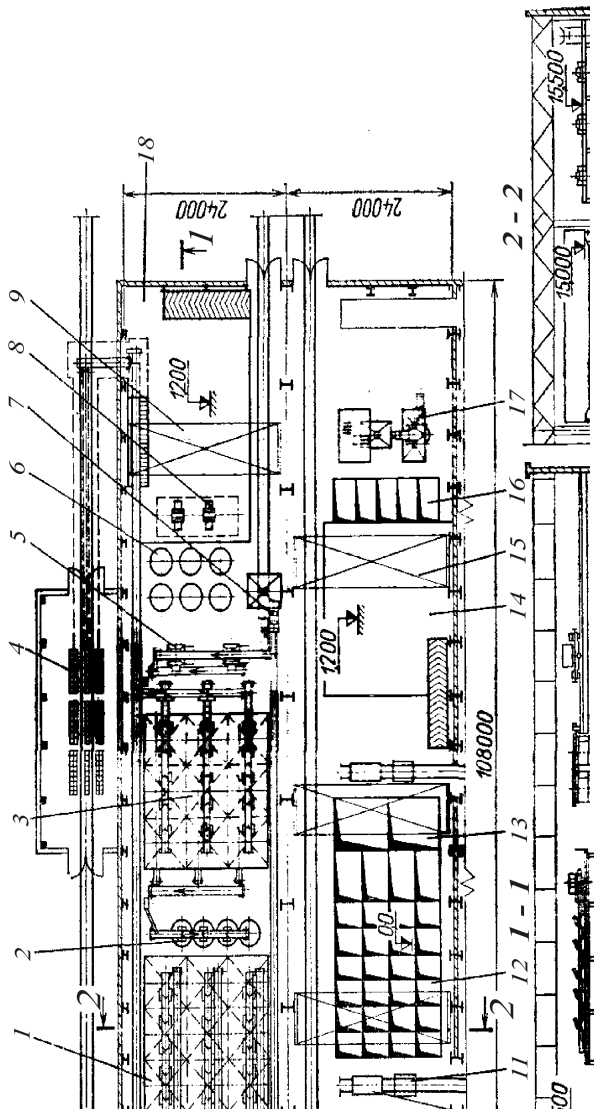


Рис. 6.20. Склад формувальних і шихтових матеріалів:

1 — бункерний склад сирого піску; 2 — бункери з установками пневмотранспорту сухого піску; 3 — бункерний склад сухого піску; 4 — точковий розвантажувальний пристрій; 5 — сушильні печі для піску; 6 — бункери з установками пневмотранспорту поршкоподібних матеріалів; 7 — сито; 8 — установки для розвантажування матеріалів із мішків; 9 — мостовий кран; 10 — передавальний візок; 11 — платформні ваги; 12 — засіки для металевих шихти; 13 — засіки для відпаленого вапна; 14 — майданчик для зберігання вогнетривких матеріалів; 15 — мостовий кран з магнетною шайбою; 16 — засіки для футерувальних матеріалів; 17 — дільниця підготовки формувальних матеріалів; 18 — майданчик для розвантажування і зберігання поршкоподібних формувальних матеріалів

Зберігання сухого піску на цьому складі передбачено в бункерах, розташованих у приміщенні складу. Порошкоподібні матеріали транспортують до місць використання пневмотранспортом.

Для зберігання шихтових матеріалів передбачено засіки, які розташовані в окремому прогоні.

Із вагонів шихту вивантажують за допомогою магнетної шайби. Тут же передбачено зберігання вогнетривів і дільниці підготовки футерувальних матеріалів, на площах якої розташовані шокова дробарка, змішувачі для розмелювання матеріалів і приготування вогнетривких мас.

Бадді завантажують мостовими кранами з магнетними шайбами.

Компонування складу формувальних і шихтових матеріалів, призначеного для забезпечення вискоєфективної роботи чавуноливарного цеху потужністю 50 000 т придатних виливків за рік, показано на рис. 6.21.

Склад розташовано у двох прогонах і розраховано на приймання тільки збагаченого, підготовленого до використання піску.

Збагачений сухий пісок доставляють у цех у вагонах-цистернах або у вагонах-хоперах.

Із вагонів-цистерн пісок пневматичним транспортом передається в силосові башти, вагони-хопери розвантажують у підземні приймальні бункери, із яких пневматичним транспортом пісок потрапляє в силоси. Із силосів до місць використання пісок доставляється також пневмотранспортом.

Металеві шихтові матеріали доставляють у прогін шириною 24 м і розвантажують у засіки магнетною шайбою.

Усі засіки розділені на два блоки, кожний з яких розраховано на двотижневе зберігання всіх компонентів шихти.

У той час, коли напівкозловим краном з магнетною шайбою здійснюють набирання і зважування шихти з одного блока засіків, матеріали, які доставляють у цех, розвантажують мостовим краном з магнетною шайбою в другий блок.

Така схема дає можливість забезпечувати незалежну роботу кранів за двоярусного їх розташування. Нове рішення щодо зберігання шихтових матеріалів безпосередньо в роздавальних бункерах, яке використовують на цьому складі, дає можливість скорочувати кількість перевантажувань, але подовжує шлях шихтувальної дільниці і час набирання шихти.

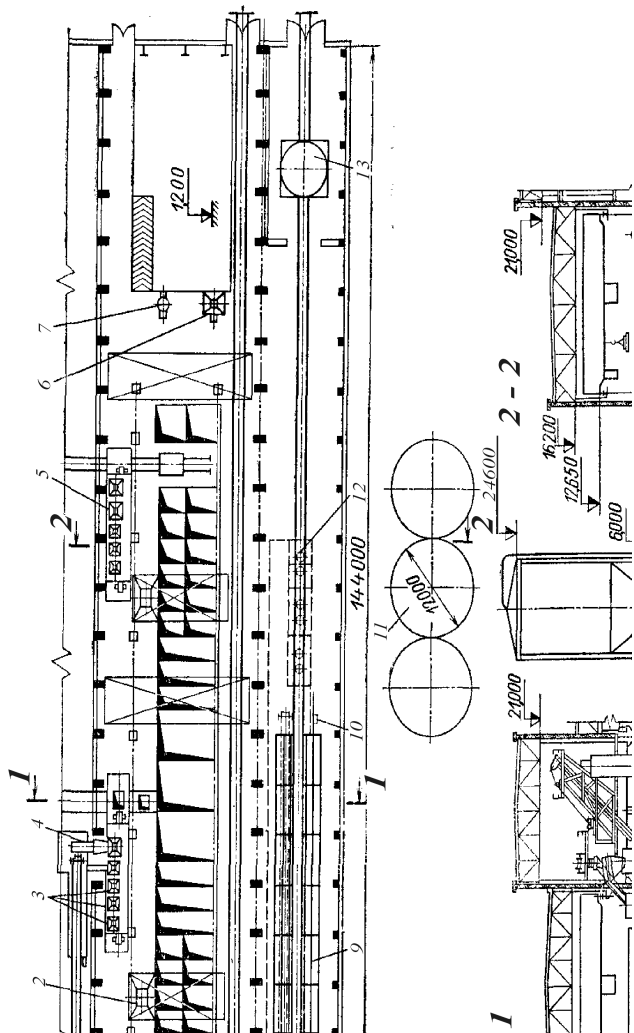


Рис. 6.21. Склад формувальних і шихтових матеріалів для забезпечення чавуноливарного цеху потужністю 50 000 т придатних вилітків за рік:

1 — мостовий кран з магнетною шайбою; 2 — напівкозловий кран з бункер-вагами; 3 — установка для дозування феросплавів, коксу і вапняку; 4 — грохот; 5 — установка для дозування феросплавів та стружки; 6 — бункер для стружки; 7 — змішувач; 8 — лопатевий живильник; 9 — бункери для коксу і вапняку; 10 — локопідймиач; 11 — силосні башти для сухого піску; 12 — бункери з установками пневмотранспорту сухого піску для розвантажування вагонів-хоперів; 13 — бункер для цехових відходів

Металеву стружку, феросплави, вогнетриви та інші матеріали доставляють у тарі, розвантажують і зберігають на майданчику.

Прогін обслуговують мостові крани з магнетними шайбами вантажопідіймністю 10 т.

6.11. Заходи щодо техніки безпеки та захисту навколишнього середовища

Проектування місць зберігання феросплавів необхідно здійснювати з урахуванням того, що підвищена вологість сприяє самовільному розпаду феромарганцю, феросиліцію та інших хімічно активних елементів з утворенням вибухонебезпечних газів.

Місця зберігання легкозаймистих відходів магнію і алюмінію необхідно проектувати з дотриманням заходів пожежної безпеки. Ця вимога особливо стосується зберігання вугілля в гранулах або в порошок, а тому необхідно передбачати окремі приміщення, які належать до категорії вибухонебезпечних.

Бункери для вугілля розраховують на запас не більше однієї доби і обладнують їх тепловими датчиками та системою автоматичного подавання до них вуглекислого газу у разі підвищення температури понад 60 °С для попередження самозаймання.

Для підвищення пожежної безпеки доцільно транспортувати в цех суміш вугільного порошку і бентоніту.

Бункери і засіки для різних матеріалів повинні бути обладнані майданчиками з огорожею і проходом шириною 1 м.

Між штабелями різних матеріалів у чушках та між засіками ширина проходів має бути не меншою за 1 м. Відстань від головки рейки залізничної колії до найближчого штабеля має бути більшою ніж 2 м. Загальні проходи для людей не повинні бути розташованими в зоні дії кранів з магнетними шайбами і грейферами.

Металевий брукт, браковані виливки і скрап необхідно обробляти тільки на спеціальних обгороджених майданчиках. Копрові дільниці проектують за межами будівлі цеху в окремих приміщеннях на відстані понад 100 м від робочих, житлових приміщень і проїжджих доріг. Доступ у зону роботи копра стороннім суворо заборонено. Усі копри (шахтні й відкриті) повинні мати міцну огорожу висотою не меншою за 0,7 висоти падання металевої баби. Нижня частина цієї огорожі має бути броньованою або мати внутрішню стінку висотою 4 м, виконану із колод діаметром не меншим ніж 300 мм.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Основы проектирования литейных цехов и заводов* / Л. И. Фанталов, Б. В. Кнорре, С. И. Четверухин и др. — М. : Машиностроение, 1979. — 376 с.
2. *Проектирование литейных цехов и заводов* /под ред. В. М. Шестовъ пала. — М. : Машиностроение, 1974. — Т.2. — 294 с.
3. *Туманський Б. Ф.* Проектування ливарних цехів. — К : УМК ВО, 1992. — 192 с.
4. *Логинов И. З.* Проектирование литейных цехов. — Минск : Вышэйшая шк., 1975. — 319 с.
5. *Сумцов В. П.* Устаткування ливарних цехів. — К. : Віпол, 1993. — 552 с.
6. *Сафронов В. Я.* Справочник по литейному оборудованию. — М. : Машиностроение, 1985. — 319 с.
7. *Макаревич О. П.* Виробництво виливків із спеціальних сталей / О. П. Макаревич, Г. Є. Федоров, Є. О. Платонов. — К. : Вид-во НТУУ «КПІ», 2005. — 712 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП	6
1. ОРГАНІЗАЦІЯ І ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ	7
1.1. Загальні відомості та основні завдання проектування	7
1.2. Основні терміни та визначення	10
1.3. Послідовність виконання проектних і будівельних робіт	11
2. КЛАСИФІКАЦІЯ І СТРУКТУРА ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ	19
3. ВИРОБНИЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОЕКТНИХ РОЗРАХУНКІВ	31
3.1. Вихідні дані та розроблення програми виробництва	31
3.2. Вибір і обґрунтування оптимального способу виготовлення виливків	34
4. РЕЖИМИ РОБОТИ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ. ПОНЯТТЯ ПРОДУКТИВНОСТІ УСТАТКОВАННЯ	40
4.1. Режими роботи ливарних цехів	40
4.2. Фонди часу роботи устаткування і робітників	42
4.3. Поняття продуктивності ливарного устаткування	49
4.4. Неусталеність виробничого процесу. Злагодженість роботи відділень ливарного цеху	52
4.5. Основи розрахунку кількості ливарного устаткування	53
5. ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ	56
5.1. Проектування плавильного відділення	57
5.1.1. Аналіз сплавів, які використовують для виготовлення литих деталей	58
5.1.2. Складання балансу металу за марками сплавів	59

5.1.3. Вибір технологічного процесу плавлення сплавів	65
5.1.4. Вибір та розрахунок технологічного устаткування	70
5.1.5. Вибір та розрахунок необхідної для виконання річної програми кількості шихтових матеріалів	110
5.1.6. Системи набирання та зважування компонентів шихти	117
5.1.7. Розрахунок парку ковшів і ковшової дільниці	123
5.1.8. Визначення основних параметрів приміщень та вантажопіднімальних засобів.....	131
5.1.9. Основні принципи і приклади компоновок плавильних відділень	145
5.1.10. Заходи щодо охорони праці в плавильному відділенні та захисту навколишнього середовища	158
5.2. Проектування формувального відділення	160
5.2.1. Класифікація ливарних форм і особливості технологій їх виготовлення	161
5.2.2. Визначення обсягу виробництва форм	162
5.2.3. Вибір технологічного процесу виготовлення, зміцнення і складання форм, заливання їх металом та охолодження і вибивання виливків	168
5.2.4. Вибір основного технологічного устаткування для формування та визначення його кількості.....	191
5.2.5. Розрахування площ, визначення основних параметрів будівлі та вибір вантажопіднімних засобів	284
5.2.6. Проектні рішення і компонування формувальних відділень	295
5.2.7. Заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища	300
5.3. Проектування стрижневого відділення.....	300
5.3.1. Класифікація стрижнів.....	301
5.3.2. Визначення обсягів виробництва стрижнів кожної технологічної групи.....	303

5.3.3. Вибір технологічних процесів виготовлення стрижнів	309
5.3.4. Вибір основного технологічного устаткування та визначення його кількості	316
5.3.5. Допоміжні дільниці і склади в стрижневому відділенні	359
5.3.6. Вибір та організація транспорту в стрижневому відділенні	364
5.3.7. Розташування і компонування стрижневих відділень	366
5.3.8. Заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища	371
5.4. Проектування сумішоприготувального відділення	372
5.4.1. Сучасні класифікація та рецептури формувальних і стрижневих сумішей	373
5.4.2. Визначення обсягу витрат формувальних і стрижневих сумішей для виконання проектної програми	399
5.4.3. Вибір технологічних процесів приготування формувальних і стрижневих сумішей	404
5.4.4. Визначення кількості змішувачів	450
5.4.5. Проектні рішення сумішоприготувальних відділень	458
5.4.6. Заходи щодо охорони праці та навколишнього середовища	462
5.5. Проектування відділення фінішних операцій	463
5.5.1. Класифікація виливків	464
5.5.2. Визначення обсягу виробництва	464
5.5.3. Вибір технологічних процесів виконання фінішних операцій	464
5.5.4. Вибір основного і допоміжного технологічного устаткування та розрахунок його кількості	470
5.5.5. Компонування відділень фінішних операцій	522
5.5.6. Заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища	527

6. ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДІВ ФОРМУВАЛЬНИХ І ШИХТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВІДДІЛЕНЬ ДЛЯ ЇХ ПІДГОТОВЛЕННЯ ДО ВИКОРИСТАННЯ. ДОПОМІЖНІ СЛУЖБИ.....	533
6.1. Формувальні матеріали	533
6.2. Шихтові матеріали	534
6.3. Визначення витрат матеріалів	543
6.4. Розташування складів, устаткування та їх механізація	544
6.5. Дільниця для підготовки формувальних матеріалів	533
6.6. Дільниця для підготовки шихтових матеріалів	566
6.7. Розрахунок площ складів	572
6.8. Склади оснастки, стрижнів і виливків	573
6.9. Допоміжні служби ливарного цеху	574
6.10. Компонування складів ливарного цеху	577
6.11. Заходи щодо техніки безпеки та захисту наколишнього середовища	581
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	582