

ЗМІСТ

7. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ СПЕЦІАЛЬНИХ СПОСОБІВ ЛИТТЯ.....	7
7.1. Загальна характеристика спеціальних способів лиття	7
7.2. Цехи лиття за витоплюваними моделями.....	11
7.2.1. Визначення обсягів виробництва.....	11
7.2.2. Структура цеху лиття за витоплюваними моделями	16
7.2.3. Технологічний процес і устаткування.....	18
7.2.4. Автоматизація технологічних процесів лиття за витоплюваними моделями.....	57
7.2.5. Компонування цехів лиття за витоплюваними моделями	60
7.2.6. Заходи щодо техніки безпеки та захисту навколишнього середовища.....	61
7.3. Цехи лиття в оболонкові форми	63
7.3.1. Визначення обсягів виробництва.....	64
7.3.2. Структура цехів лиття в оболонкові форми	65
7.3.3. Технологічний процес та устаткування	66
7.3.4. Компонування цехів лиття в оболонкові форми	81
7.3.5. Заходи щодо техніки безпеки та захисту навколишнього середовища.....	83
7.4. Цехи лиття під тиском.....	84
7.4.1. Загальна характеристика	84
7.4.2. Структура цехів лиття під тиском	85
7.4.3. Визначення обсягів виробництва.....	85
7.4.4. Технологічний процес і устаткування.....	86
7.4.5. Фінішні операції.....	113
7.4.6. Компонування цехів лиття під тиском.....	114

7.4.7. Заходи щодо техніки безпеки та захисту навколишнього середовища	118
7.5. Цехи лиття в металеві форми	118
7.5.1. Загальна характеристика	118
7.5.2. Структура цехів лиття в металеві форми	119
7.5.3. Визначення обсягів виробництва виливків.....	119
7.5.4. Технологічний процес виготовлення виливків і устаткування.....	120
7.5.5. Компонування цехів лиття в металеві форми	149
7.5.6. Заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища	152
7.6. Цехи відцентрового лиття.....	152
7.6.1. Загальна характеристика відцентрового лиття	152
7.6.2. Структура цехів.....	153
7.6.3. Визначення обсягів виробництва	153
7.6.4. Технологічний процес і устаткування.....	154
7.6.5. Варіанти проектних рішень цехів відцентрового лиття.....	162
7.7. Заливально-дозувальні установки для цехів спеціальних способів лиття	162
7.8. Рекомендації щодо розмірів приміщень для цехів спеціальних способів лиття та вантажопідйомності використовуваних у цехах транспортних засобів.....	169
8. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ.....	170
8.1. Технологічна схема ливарного цеху	170
8.2. Компонувальні схеми ливарних цехів	177
8.3. Приміщення побутового і адміністративного призначення	180
8.4. Приміщення для вентиляції і електроустаткування	181
8.5. Приклади комплектування ливарних цехів.....	183

9. ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	196
10. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	204
10.1. Основні положення будівельного проектування	204
10.2. Класифікація і типізація промислових будівель	206
10.3. Основні вимоги до виконання будівельної частини проекту	207
10.4 Основні вимоги до будівельної частини проекту ливарного цеху	210
10.4.1. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівель	210
10.4.2. Допоміжні будівлі та приміщення	211
10.4.3. Опалення і вентиляція	211
10.4.4. Водопостачання і каналізація	215
10.4.5. Штучне освітлення	218
10.5. Об'ємно-планувальні рішення промислових будівель	218
10.5.1. Одноповерхові промислові будівлі	218
10.5.2. Багатоповерхові промислові будівлі	220
10.5.3. Будівлі змішаної поверховості	222
10.5.4. Уніфіковані габаритні схеми	224
10.6. Носійні конструкції промислових будівель	229
10.6.1. Фундаменти для збірних залізобетонних колон	229
10.6.2. Колони прямокутного перерізу	232
10.6.3. Двовіткові колони для будівель з мостовими кранами	234
10.6.4. Балки скатних покрівель	237
10.6.5. Кроквяні залізобетонні ферми для прогонів 18 і 24 м	238
10.6.6. Сталеві кроквяні та підкроквяні ферми	241
10.6.7. Плити для покрівель промислових будівель	244
10.7. Огороджувальні конструкції промислових будівель	246

10.7.1. Стіни.....	246
10.7.2. Панелі для стін	248
10.7.3. Ліхтарі промислових будівель	249
10.7.4. Вікна.....	252
10.7.5. Двері.....	253
10.7.6. Ворота	253
10.8. Допоміжні приміщення промислових підприємств	254
11. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	258
11.1. Організаційний розділ.....	258
11.1.1. Розрахування чисельності працівників цеху.....	258
11.1.2. Визначення фондів заробітної плати.....	269
11.1.3. Розрахування продуктивності праці.....	270
11.2. Економічний розділ	274
11.2.1. Розрахунок капітальних вкладень.....	274
11.2.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	277
11.2.3. Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення	284
Список літератури	289
ДОДАТОК А	290
ДОДАТОК Б.....	295
ДОДАТОК В	311

7. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ СПЕЦІАЛЬНИХ СПОСОБІВ ЛИТТЯ

7.1. Загальна характеристика спеціальних способів лиття

Спеціальні способи лиття – це способи, які суттєво відрізняються від основного промислового способу виробництва литих заготовок у разових об'ємних піщаних формах. У промислових умовах ці способи раніше використовували рідко і тільки для виготовлення окремих виливків або їх невеликих партій.

Поступово розвиваючись, спеціальні способи лиття набули значного поширення: понад 20 % всього литва виготовляють у промисловості цими способами. Обсяг випуску виливків, виготовлених спеціальними способами лиття, постійно зростає внаслідок застосування цих способів лиття для виготовлення складних металомістких литих деталей масового виробництва, таких як корпуси електродвигунів, блоки циліндрів, колінчасті та розподільні вали двигунів внутрішнього згоряння, східці ескалаторів, букси вагонів тощо.

До спеціальних способів лиття, які набули промислового використання, належать:

- лиття за витоплюваними моделями;
- лиття в оболонкові форми;
- лиття під тиском;
- лиття в металеві форми (у кокіль);
- відцентрове лиття.

Останні роки розвивається перспективний спосіб лиття за газифікованими моделями.

Виливки, які виготовляють цими способами, мають суттєві переваги порівняно із виливками, виготовленими в разових об'ємних піщаних формах:

- за конфігурацією та розмірами виливки максимально наближаються до готових деталей;
- значно менший обсяг механічного оброблення їх порівняно із заготовками, виготовленими іншими способами (литтям у піщані форми, куванням, штампуванням тощо). Коефіцієнт використання металу наближається до 85...90 %.

Використання спеціальних способів лиття в багатьох випадках підвищує трудомісткість технологічних процесів виготовлення виливків і їх собівартість. Проте завдяки економії металу і зменшенню обсягу оброблення різанням знижується загальна вартість деталей.

Особливості технологічних процесів виготовлення виливків, які притаманні спеціальним способам, обумовлюють доцільність організації та проектування таких цехів.

Спосіб лиття за витоплюваними моделями: придатний для виготовлення виливків з будь-яких ливарних сплавів масою від декількох грамів до десятків кілограмів з товщинами стінок від 1 мм.

Найчастіше спосіб використовують для виготовлення сталевих виливків складної геометрії масою до 1,5 кг та з великим обсягом механічного оброблення. Цей спосіб єдиний, який використовують для виготовлення точних виливків з важкооброблюваних жароміцних та жаростійких сплавів.

Ефективним є спосіб і в тих випадках, коли можна виготовити цілий вузол машини, який раніше виготовляли зварюванням або складанням з декількох деталей. Суттєвою перевагою цього способу є те, що ним не передбачається використання стрижнів.

За умови правильного вибору номенклатури виливків для лиття за витоплюваними моделями можна однією тонною литих заготовок замінити дві тонни металопрокату і зекономити при цьому до 1000 верстато-годин унаслідок зменшення обсягу механічного оброблення.

Спосіб лиття в оболонкові форми: із застосуванням оболонкових стрижнів використовують в умовах масового і великосерійного виробництва виливків із чавунів, сталей та інших сплавів.

Цим способом виготовляють литі деталі автомобілів, тракторів, текстильних машин, мотоциклів, різної арматури тощо.

Зменшення припусків на механічне оброблення забезпечує суттєве скорочення обсягу оброблення різанням, а маса виливків через підвищення їх точності зменшується на 10...15 %.

Ефективним є використання оболонкових форм для виготовлення чавунних виливків з тонкими ребрами (ребристі циліндри автомобільних і мотоциклетних двигунів з повітряним охолодженням тощо), для яких необхідно використовувати сухі об'ємні піщані форми. Оболонкові форми слід використовувати для виготовлення виливків масою від 0,1 до 60,0 кг. Виливки більшої маси виготовляти цим способом недоцільно, оскільки зменшується їх точ-

ність і спотворюється геометрія внаслідок жолоблення оболонок під дією високих температур і значної маси металу під час заливання форм.

Спосіб лиття під тиском: використовують у масовому і великосерійному виробництвах для виготовлення тонкостінних складних виливків зі сплавів на основі кольорових металів. За умови правильного вибору номенклатури литих деталей використання способу лиття під тиском суттєво поліпшує техніко-економічні показники виробництва виливків порівняно з литтям у разові об'ємні піщані або металеві форми.

Литтям під тиском виготовляють виливки масою від декількох грамів до таких великих, як блок циліндрів автомобіля.

На жаль, використання цього способу лімітується високою вартістю прес-форм, наявністю у виливках газової поруватості та неможливістю використання піщаних стрижнів.

Спосіб лиття в металеві форми (у кокіль): використовують у масовому, великосерійному та серійному виробництвах для виготовлення виливків зі сплавів на основі заліза та кольорових металів із застосуванням піщаних та металевих стрижнів.

З урахуванням економічних аспектів мінімальна партія випуску чавунних виливків для ливарних цехів лиття в металеві форми має бути більшою ніж 20 великих або більшою ніж 400 дрібних виливків за рік, а з алюмінієвих сплавів – 1000 – 7000 виливків за рік.

Лиття в металеві форми використовують для виготовлення тонкостінних алюмінієвих виливків та виливків із сірих і високоміцних чавунів з товщиною стінок 8...10 мм, із сплавів на основі міді – понад 4 мм, виливків простої конфігурації із сталей – понад 6 мм.

За умови правильно налагодженої технології виливки, які виготовляють у металевих формах, майже не мають внутрішніх дефектів.

Використання способу лиття в металеві форми обмежується через несприятливість металевої форми, що призводить до утрудненої усадки сплавів і ймовірності утворення гарячих тріщин у виливках складної геометрії.

Відцентровий спосіб лиття: використовують у масовому, великосерійному і серійному виробництвах для виготовлення виливків, які мають форму тіл обертання (труби, гільзи, кільця підчипників тощо), із будь-яких сплавів з великим діапазоном за масою.

Суттєвою перевагою цього способу є високий вихід придатного литва через відсутність ливникової системи і надливів, який може

досягати 90...95 %, а коефіцієнт використання металу, наприклад, для труб – до 1. Порожністі виливки виготовляють без стрижнів, що спрощує і здешевлює технологічний процес їх виробництва.

Використовують такі різновиди відцентрового лиття:

- у металеві виливниці без покриття;
- у виливниці, футеровані піщаною сумішшю (сирою або сухою);
- у виливниці, покриті тонким теплоізоляційним шаром.

Деякі параметри виливків, виготовлених спеціальними способами лиття, наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Параметри виливків, виготовлених спеціальними способами лиття

Параметр	Способи лиття				
	за витоплюваними моделями	в оболонковій формі	під тиском	у металеві форми (у кокіль)	відцентрове
Сплави	сталь	чавун, сталь	кольорові сплави	усі сплави	усі сплави
Маса виливків, кг	0,005...70,0	Чавунних 0,03...50,0; сталевих 0,05...120,0	0,015...25,0	Чавунних 0,1...10,0; алюмінієвих 0,1...50,0	5,0...40,0 (унікальні до 45000)
Товщина стінок виливків, мм	1,0 і більше	Із чавуну 3,0 і більше; із сталі 3,5 і більше	Із цинкових сплавів 0,8...3,0; із магнієвих і алюмінієвих – 1,5...4,0; із мідних сплавів – 2...4	Із сталі 6,0 і більше; із чавуну 5,0 і більше; із алюмінієвих сплавів 2,5 і більше	5,0...30,0 (унікальні до 350)
Припуски на механічне оброблення, мм	0,5...2,0	2,0...4,0	0,3...1,0	1,5...4,0	3,0...20,0
Коефіцієнт використання металу	0,93	0,90	0,95	0,75	до 1,00

7.2. Цехи лиття за витоплюваними моделями

Світовий досвід показує, що оптимальною потужністю таких цехів є 2000...2500 т литва за рік. Цехи доцільно використовувати для масового і великосерійного виробництв дрібних і складних, переважно сталевих, виливків.

Оскільки технологічний процес виготовлення литих деталей цим способом досить складний і багатоопераційний, то важливим завданням під час проектування таких цехів є максимальне використання комплексної механізації та автоматизації для виконання окремих операцій і технологічних процесів у цілому.

7.2.1. Визначення обсягів виробництва

Для того щоб виконати розрахунок технологічного устаткування, необхідно визначити кількість виробів або матеріалу на кожній операції технологічного процесу (модельних ланок, блоків, виливків, модельного складу, суспензії тощо), яку потрібно виготовити на цьому устаткуванні. Кількість виробів або матеріалів на виробничу програму визначають:

- для масового і великосерійного виробництв виливків – за технологічними картами на всі литі деталі;
- для серійного виробництва – за технологічними картами на характерні деталі, які є представниками кожної групи ідентичних виливків.

Рекомендовано розділяти номенклатуру виливків на вісім груп за масою, кг: менше 0,02; 0,02...0,04; 0,04...0,06; 0,06...0,10; 0,1...0,2; 0,2...0,6; 0,6...1,5 і більше 1,5 кг.

Такий розподіл виправданий тим, що для кожної групи виливків характерні свої технологічні нормативи і показники.

Вихідні технологічні дані окремо для кожної групи розраховують і оформлюють відомістю (табл. 7.2) за формою 38, яка містить тільки вихідні технологічні дані і користуватися ними для визначення кількості устаткування не можна.

Брак і втрати відшкодовують збільшенням обсягів виробництва на кожній операції технологічного процесу понад програмне завдання. Кількість продукції, яку необхідно виготовити для виконання виробничої програми і на яку розраховують устаткування, визначають з урахуванням **коефіцієнтів технологічних утрат** для основних виробничих діляниць або групи операцій.

Таблиця 7.2

Вихідні технологічні дані (група виливків за масою ...)

Індекс позиції	Найменування деталі	Маса вилівка, кг (<i>A</i>)	Програма		Кількість моделей у ланці (<i>B</i>)	Кількість ланок у блоці	Кількість моделей у блоці (<i>Г</i>)	Кількість модельних ланок (моделей) на програму	Кількість блоків на програму (<i>Д</i>)	Маса модельного складу, кг		
			шт. (<i>B</i>)	кг						на 1 модель (<i>E</i>)	на 1 блок (<i>Ж</i>)	на програму
								<i>B/B</i>	<i>B/Г</i>	<i>A·γ₁/γ₂</i>	<i>E×Г+V_л·γ₁</i>	<i>Ж×Д</i>
Всього												

Примітки. 1. γ_1 – густина модельного складу; γ_2 – щільність матеріалу вилівка; $V_{л}$ – об'єм ливникової системи і модельного стояка, дм^3 .

2. У цих даних не враховано виробничі утрати і брак через неякісні матеріали, помилки робітників, несправність устаткування тощо.

Коефіцієнт технологічних утрат визначають як відношення

$$K_{т,y} = V_y / B,$$

де V_y – кількість продукції, яку необхідно виготовити (з урахуванням браку і втрат) для виконання програми; B – кількість продукції за програмою.

Для кожної виробничої дільниці (операції або групи операцій) розраховують свій коефіцієнт утрат, який враховує втрати і брак не тільки на цій дільниці, але й на всіх інших.

Приблизні коефіцієнти технологічних утрат на основних дільницях наведено в табл. 7.3.

Приблизні коефіцієнти технологічних утрат

Група операцій або виробнича дільниця цеху	Технологічні втрати і брак, %				Коефіцієнти технологічних утрат	
	Бр ₄	Бр ₃	Бр ₂	Бр ₁		
Виготовлення модельних блоків	15	3	5	9	$K_4 = 1,42$	
Виготовлення оболонок форм						$K_3 = 1,20$
Виготовлення блоків виливків						$K_2 = 1,16$
Фінішні операції (обрубування, очищення, зачищення, термічне оброблення тощо)			$K_1 = 1,10$			

Кількість продукції, яку необхідно виготовити на кожній дільниці для забезпечення виконання виробничої програми цеху, визначають за такими формулами:

– кількість виливків, які необхідно виготовити для виконання виробничої програми

$$Q_1 = NK_1 = N \cdot 100 / 100 - \text{Бр}_1;$$

– кількість блоків виливків, які необхідно виготовити для виконання програми

$$Q_2 = NK_2 = NK_1 \cdot 100 / 100 - \text{Бр}_2;$$

– кількість оболонкових форм, які необхідно виготовити для виконання програми

$$Q_3 = NK_3 = NK_2 \cdot 100 / 100 - \text{Бр}_3;$$

– кількість модельних блоків, які необхідно виготовити для виконання програми

$$Q_4 = NK_4 = NK_3 \cdot 100 / 100 - \text{Бр}_4,$$

де N – кількість продукції за програмою; K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти технологічних утрат на виробничих дільницях; Бр_1 – брак виливків у ливарному цеху і виявлений під час їх механічного оброблення; Бр_2 – втрати через неуккомплектованість блоків та їх брак; Бр_3 – брак оболонкових форм; Бр_4 – брак моделей і модельних блоків.

Після визначення коефіцієнтів технологічних утрат складають зведену відомість обсягів виробництва для розрахунку основного устаткування за формою 39 (табл. 7.4).

Форма 39

Таблиця 7.4

**Відомість обсягів виробництва для лиття
за витоплюваними моделями**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Індекс позиції
																	Група виливків за масою, кг
І з форми 38			Програма		Кількість на програму		Маса модельного складу на програму, кг (<i>I</i>)		Кількість на програму з урахуванням утрат		Маса на програму з урахуванням утрат, кг		Кількість на програму з урахуванням утрат		Маса на програму з урахуванням утрат, кг		
			шт. (<i>A</i>)	кг (<i>B</i>)	модельних ланок моделей (<i>B</i>) блоків (<i>I</i>)				модельних ланок (моделей)		модельного складу		оболонки		металозавалки		
								$BK_4 + Eл_1$	$ГK_4$	$ДK_4$		$ГK_3$	$ГK_2$	AK_1	BK_1	$I + Жq_{л}K_{у,м}$	
Всього																	

Примітки. 1. n_1 – кількість моделей елементів ливникової системи на один блок (чаша, воронка, кільце); q_l – маса ливників на один блок, кг; $K_{к.м}$ – коефіцієнт, яким враховують утрати металу на угар, скрап, зливи тощо: для сталі $K_{к.м} = 1,06$; для кольорових металів $K_{к.м} = 1,08$.

2. Масу суспензії розраховують залежно від кількості шарів покриття за укрупненими показниками (табл. 7.5) або, якщо номенклатура виливків невелика, за площами поверхонь виливків.

Для визначення витрат суспензії на програму за сумарною площею поверхні модельних блоків середні витрати на 1 dm^2 поверхні припускають 0,001 dm^3 на один шар покриття або 16...17 г суспензії з 74% пилоподібного кварцу.

Витрати кожного компонента суспензії розраховують за обраною рецептурою і щільністю складових.

Дані для орієнтовних розрахунків обсягів виробництва за укрупненими показниками наведено в табл. 7.5.

Таблиця 7.5

Орієнтовні показники виготовлення сталевих виливків середньої складності литтям за витоплюваними моделями

Індекс позиції	Показник	Групи виливків за масою, кг							
		До 0,02	0,02...0,04	0,04...0,06	0,06...0,10	0,10...0,20	0,20...0,60	0,60...1,50	Понад 1,50
1	Вихід придатного литва від залитого металу, %	21	34	40	44	48	53	57	>57
2	Витрати на 1 т придатного литва, кг: суспензії на один шар покриття модельного складу (при 10 % утрат) піску	290	200	170	155	126	103	95	<95
		90	80	70	60	50	45	40	<40
		1300				1000			

Індекс позиції	Показник	Групи виливків за масою, кг							
		До 0,02	0,02...0,04	0,04...0,06	0,06...0,10	0,10...0,20	0,20...0,60	0,60...1,50	Понад 1,50
3	Кількість перероблюваного модельного складу на 1 т придатного литва, кг	900	800	700	600	500	450	400	<400
4	Кількість виливків (моделей) у блоці довжиною 500 мм	100	80	60	40	20	10	6	4

7.2.2. Структура цеху лиття за виплюваними моделями

У структуру цеху входять такі виробничі відділення і дільниці:

Модельне відділення: у відділенні виконують операції:

- 1) приготування модельної маси;
- 2) запресовування її у прес-форми;
- 3) охолодження прес-форми разом з моделлю (моделями);
- 4) видалення моделі (моделей) із прес-форми;
- 5) виготовлення елементів ливникових систем;
- 6) виготовлення модельних блоків і передавання їх на дільницю виготовлення оболонок.

Відділення виготовлення оболоноквих форм: у відділенні виконують такі операції:

- 1) підготовлення матеріалів для приготування вогнетривкого покриття;
- 2) приготування вогнетривкого покриття;
- 3) нанесення покриття на модельні блоки;
- 4) сушіння покриття;

- 5) видалення стояків;
- 6) витоплення модельної маси з оболонок.

В умовах масового виробництва доцільно розділяти операції приготування вогнетривкого покриття і нанесення його на модельні блоки. Це дає можливість організувати централізовану дільницю приготування покриття.

Прокалювально-заливальне відділення: у відділенні виконують такі операції:

- 1) комплектування оболонкових форм;
- 2) установа форм у спеціальні контейнери, засипання контейнерів заповнювачем з одночасним його ущільненням на вібраційному столі;
- 3) прожарювання форм;
- 4) підготовки форм до заливання їх металом;
- 5) виплавлення металу необхідного хімічного складу;
- 5) заливання форм;
- 6) охолодження блоків виливків в опоках;
- 7) видалення блоків виливків із форм.

Для потужних цехів проектують окремі плавильні відділення, в яких для виплавлення сплавів використовують індукційні печі типу ІСТ-016.

Відділення фінішних операцій: у відділенні виконують такі операції:

- 1) відокремлення кераміки від поверхонь блоків виливків;
- 2) відокремлення виливків від стояків;
- 3) вилуговування виливків для видалення з їх поверхонь залишкової кераміки;
- 4) промивання виливків та їх сушіння;
- 5) термічне оброблення виливків;
- 6) відправлення виливків на склад готової продукції.

Експериментально-виробниче відділення: у відділенні відпрацьовують нові технологічні процеси виготовлення виливків і виконують експериментальні роботи.

Використовують устаткування, аналогічне устанавленому у виробничих відділеннях.

Склади шихтових і формувальних матеріалів із дільницями їх підготовки до використання.

7.2.3. Технологічний процес і устаткування

Вибір технологічного процесу й устаткування, яке забезпечить його виконання, є головним і визначальним завданням під час проектування, оскільки і технологічний процес, і устаткування мають сприяти виготовленню виливків високої якості з найменшими трудовими і матеріальними витратами. Основні типи та характеристики устаткування і рекомендації щодо його використання наведено нижче.

Крім того, необхідне устаткування можна вибрати за каталогами, розділ «Лиття за витоплюваними моделями».

За умови використання в цеху типового устаткування, яке випускають серійно, рекомендують використовувати два типорозміри блоків: діаметри 250 і 400 мм, довжина – до 500 мм. Орієнтовну кількість виливків (моделей) у блоці наведено в табл. 7.5.

Приготування модельного складу, виготовлення моделей, модельних ланок та блоків.

Установки моделей 651 і 652А (табл. 7.6) призначені для безперервного приготування модельного складу з матеріалів з температурою плавлення не вищою 80 °С і подавання його до автоматів виготовлення моделей та модельних ланок.

Таблиця 7.6

**Технічні характеристики установок
для приготування модельного складу**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		651	652А
1	Найбільша продуктивність, л/год	63	500
2	Найбільший тиск у пастопроводі, МПа	1	
3	Температура модельної пасти на виході, °С	40...60	
4	Уміст повітря в модельній пасті, %	0...20	
5	Температура води в насосно-нагрівальній станції, °С	40...90	
6	Тиск пари, МПа	0,11...0,14	
7	Температура пари, °С	100...110	
8	Витрати:		
	пари, кг/год	25,0	50,0
	стиснутого повітря, м ³ /год	0,5	2,0
	води, м ³ /год	1,0	4,0

Закінчення табл. 7.6

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		651	652А
9	Потужність нагрівників, кВт	24	96
10	Установлена потужність загальна, кВт	34,1	133,1
11	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	7600	21350
	ширина	2700	5620
	висота	1850	2410
12	Маса, кг	4900	22200

Основні складові установки моделі 652А: плавильний агрегат (1 шт.), баки (4 шт.), пастоприготувальний агрегат (4 шт.), насосно-нагрівальна станція (8 шт.), пастопровід (4 шт.), сумішопровід (1 шт.), шафа апаратна (4 шт.), електроустаткування (4 шт.).

Установка моделі 651 має такі самі складові, тільки по 1 шт. кожного найменування (рис. 7.1).

Плавильний агрегат складається з двох баків – верхнього 1 і нижнього 2.

Верхній бак з кришкою, яка відкривається за допомогою важільного механізму, призначений для плавлення звороту модельного складу і свіжих матеріалів.

Твердий матеріал завантажують на труби, якими циркулює гаряча вода з температурою 80 °С. Гаряча вода циркулює також між подвійними стінками бака.

Нагрівання і циркуляцію води забезпечує насосна станція 9. Розплавлена паста стікає між трубами через фільтр у нижній бак і звідти за допомогою відцентрового насоса 3 трубопроводом 4 перекачується в бак 5.

Установка 6 для приготування модельного складу має дві поршневі мішалки і бак для готової до використання пасти.

Готова паста стиснутим повітрям витискується з мішалок у бак, а з бака поршневим насосом 7 трубопроводом 8 транспортується до автоматів для виготовлення моделей і модельних ланок.

Технічні характеристики устаткування для виготовлення моделей і модельних ланок наведено в табл. 7.7.

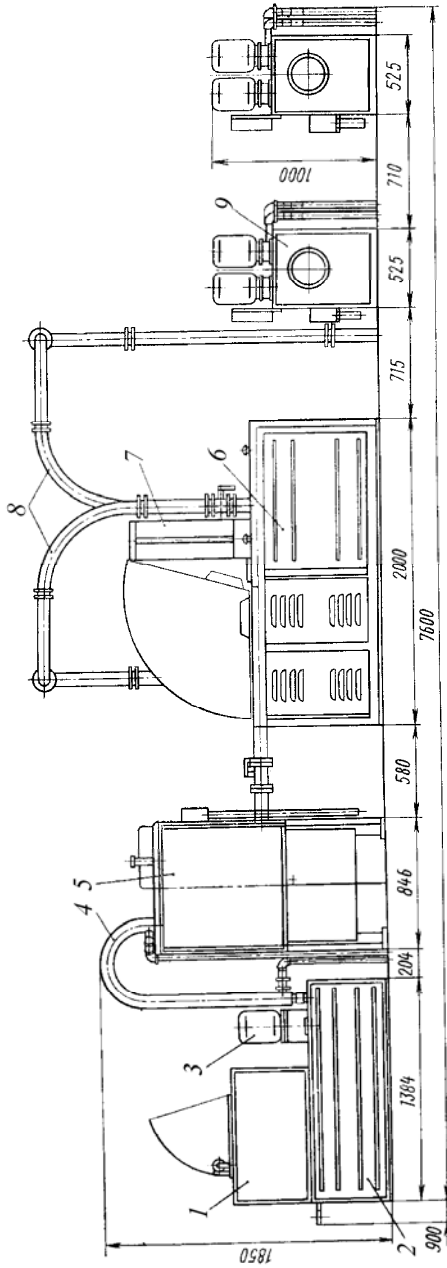


Рис. 7.1. Схема установки моделі 651 для приготування модельного складу:

1 — верхній бак; 2 — нижній бак; 3 — відцентровий насос; 4, 8 — трубопроводи; 5 — бак для рідкої пасти; 6 — установка для приготування модельного складу; 7 — поршневий насос; 9 — насосна станція

Таблиця 7.7

**Технічні характеристики устаткування
для виготовлення моделей і модельних ланок**

Індекс позиції	Параметр	Модель устаткування		
		653	6A54	655
1	Розміри поверхонь для кріплення прес-форм, мм: ширина висота	250 250	440 200	250 250
2	Найменша відстань між плитами, мм	250	250	250
3	Хід рухомої плити, мм	160	–	160
4	Продуктивність номінальна, запресовувань за годину	250	125	–
5	Продуктивність у додаткових режимах, запресовувань за годину	190; 355	32; 250	–
6	Кількість позицій	10	10	1
7	Зусилля змикання прес-форм, Н	10000	–	10000
8	Температура охолоджувальної води, °С	8...12		
9	Установлена потужність, кВт	1,65	1,21	–
10	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	3700 2900 1400	2020 2020 1600	1200 985 1275
11	Маса кг	4200	3650	280

Автомат моделі 653 (рис. 7.2) призначений для виготовлення модельних ланок у масовому і великосерійному виробництвах.

Установлений на рамі 7 карусельний стіл 2 за допомогою спеціального приводу 1 виконує пульсівний рух синхронно з роботою автоматичного шприца 5. Відкривання прес-форм, які мають вертикальний рознім, виштовхування секцій моделей і закривання прес-форм виконуються автоматично за допомогою пневматичних приводів 3, установлених на кожній позиції.

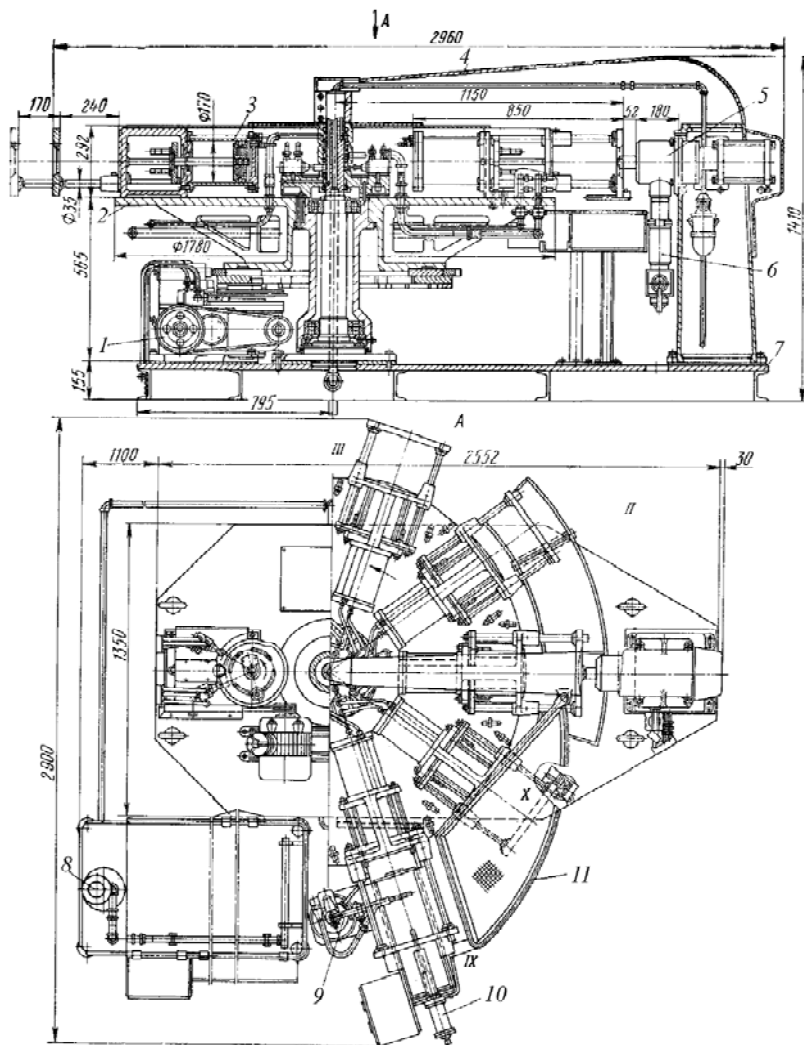


Рис. 7.2. Автомат моделі 653 для виготовлення модельних ланок:

- 1 — привод карусельного стола; 2 — карусельний стіл;
- 3 — пневматичні приводи; 4 — кожух; 5 — автоматичний шприц;
- 6 — трубопровід; 7 — рама; 8 — водяний конвеєр;
- 9 — пристрій для продування прес-форм;
- 10 — пристрій для очищення прес-форм; 11 — загорода

Прес-форми охолоджуються проточною водою. Стіл забезпечений автоматичними пристроями для продування 9 і очищення прес-форм. Водяний конвеєр 8 виготовлений у вигляді жолоба з проточною водою.

Автоматом керують з пульта.

Автомат працює спільно з установкою для приготування модельного складу (див. рис. 7.1). Із бака установки модельний склад транспортується трубопроводом 6 у шприц, за допомогою якого під тиском подається в прес-форми, що установлені на десятипозиційному столі. Прес-форми охолоджуються проточною водою з температурою 8...12 °С. Для підтримування сталої температури пасти (43...45 °С) у системах пастоприготування і шприцювання циркулює тепла вода.

Робочі позиції автомата захищені кожухом 4 і загородою 11.

Десять позицій стола розподілені за виконанням операцій таким чином: I – шприцювання; II – VII – охолодження; VIII – розкривання прес-форми і видалення готової модельної ланки; IX – обдування прес-форми; X – закривання прес-форми (позиції IV – VIII на рис. 7.2 не показані).

Готові ланки моделей охолоджуються на водяному конвеєрі, а після повного охолодження їх складають у блоки і транспортують на установку виготовлення керамічної оболонки.

Установка моделі 6A54 призначена для виготовлення моделей або модельних ланок з використанням неавтоматизованих прес-форм у серійному і дрібносерійному виробництвах.

Стенд моделі 655 призначений для налагоджування та випробування механізованих прес-форм, а також для виготовлення простих моделей в дрібносерійному виробництві.

В умовах серійного виробництва для приготування модельної пасти та виготовлення моделей або модельних ланок використовують **напівавтоматичну лінію моделі 6A50** (табл. 7.8).

Лінія оснащена **шприц-машиною моделі 659A** (табл. 7.9) і **карусельною установкою моделі 6A54** (див. табл. 7.7).

Шприц-машина моделі 659A призначена для приготування модельної пасти з готових модельних складів з температурою плавлення не вищою 80 °С і запресовування пасти в прес-форми ручного складання і розбирання в серійному і дрібносерійному виробництвах. Машину можна експлуатувати автономно або в складі напівавтоматичної лінії моделі 6A50.

Таблиця 7.8

Технічна характеристика напівавтоматичної лінії моделі 6A50

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільша продуктивність: за модельним складом, л/год за кількістю запресовувань протягом години	32 32; 125; 250
2	Найбільші розміри прес-форм, мм	350×250×300
3	Найбільший об'єм однієї моделі (модельної ланки), л	4
4	Швидкість заповнення прес-форми, л/с	Не менше 0,2
5	Тиск запресовування, МПа	0,1...0,5
6	Температура модельної пасти на виході із шестеренчастого змішувача, °С	42...52
7	Кількість електродвигунів	6
8	Установлена потужність, кВт	16,55
9	Витрати: стиснутого повітря, м ³ /год пари (тиск 0,10...0,12 МПа), кг/год води, м ³ /год	1,0 15,0 5,5
10	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	4300 3500 2300
11	Маса лінії, кг	6400

Таблиця 7.9

Технічна характеристика шприц-машини моделі 659A

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільші розміри робочого простору для установлення прес-форм (у плані), мм: автономна робота робота в складі лінії 6A50	1960×720 350×250
2	Діапазон висоти прес-форм, мм: автономна робота робота в складі лінії 6A50	160...300 60...200
3	Найбільший об'єм моделі (модельної ланки), л	4
4	Найбільша продуктивність, запресовувань за годину	До 250

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
5	Температура, °С: модельної пасти на виході води	42...48 До 95
6	Тиск пари, МПа	0,11...0,12
7	Витрати води, м ³ /год	До 1,0
8	Витрати пари, кг/год	15,0
9	Установлена потужність, кВт	15,34
10	Габаритні розміри, мм:	
	довжина	2025
	ширина	1785
	висота	2300
11	Маса, кг	2300

Приготування вогнетривких покриттів і виготовлення оболонок. Обмазка для утворення вогнетривкого покриття (керамічної оболонки) являє собою сметаноподібну суспензію, яка складається із зв'язувального розчину і тонкозернистого пилоподібного кварцу (природного або штучного).

Підготовлений блок моделей занурюють в обмазку, внаслідок чого на його поверхні утворюється тонка суцільна плівка суспензії, яку, відразу, обсипають піском (маршалітом). За такою технологією наносять на поверхню блока не менше трьох шарів обмазки. Кожний шар після нанесення сушать. Максимальна кількість шарів – п'ять; розраховують на чотириразову обмазку.

Розрізняють два типи обмазки: на основі етилсилікату (для високоякісної поверхні виливків) і на основі рідкого скла.

Для приготування вогнетривкої обмазки використовують матеріали відповідно до розробленого технологічного процесу виготовлення керамічної форми.

Установка моделі 661 (рис. 7.3) призначена для приготування вогнетривкого покриття (суспензії), яке складається з механічної суміші рідких і пилоподібних компонентів, у цехах серійного і дрібносерійного виробництв виливків за витоплюваними моделями.

Технічну характеристику установки наведено в табл. 7.10.

Через штуцер, вкручений в отвір кришки, у бак-змішувач заливають рідкі компоненти (за наявністю в зоні установки витяжної вентиляції допускається заливання компонентів після підняття кришки), вмикають мішалку і завантажують пилоподібні складові.

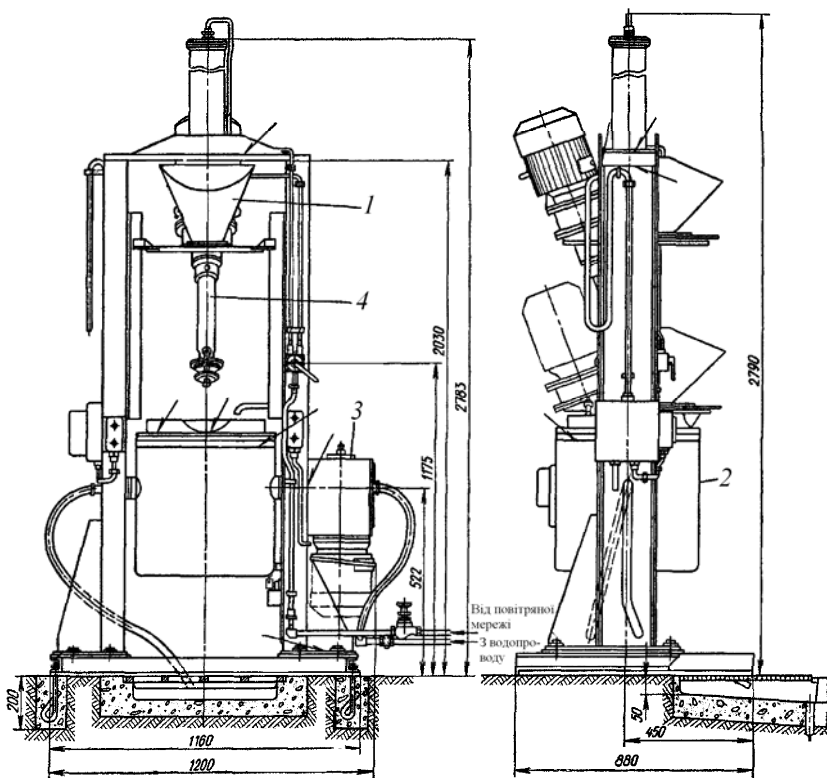


Рис. 7.3. Установка моделі 661 для приготування вогнетривкої обмаски:
 1 — бункер для пилоподібного кварцу; 2 — бак для суспензії;
 3 — поворотний механізм бака; 4 — мішалка

Таблиця 7.10

**Технічна характеристика установки моделі 661
 для приготування вогнетривкої обмаски**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Об'єм завантажуваних матеріалів, м ³	0,063
2	Частота обертання крильчатки, хв ⁻¹	2800
3	Витрати води для охолодження, м ³ /год	3
4	Максимальний кут перекидання змішувача, град.	100
5	Висота піднімання кришки змішувача, мм	650

Закінчення табл. 7.10

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
6	Установлена потужність, кВт	3
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	940 700 2830
8	Маса, кг	775

Після приготування суміші необхідної в'язкості повертанням рукояток пневматичних розподільвальників приводять у дію механізми піднімання кришки і повертання змішувача. Готова до використання суспензія переливається у витратну посуду.

Для запобігання твердненню суміші не допускається витримувати готову суспензію в бакові більше трьох хвилин після зупинки мішалки.

Агрегат моделі 662A (табл. 7.11) призначений для безперервного приготування вогнетривкого покриття під час виробництва виливків литтям за витоплюваними моделями в цехах масового і великосерійного виробництв.

Таблиця 7.11

**Технічна характеристика агрегату моделі 662A
для приготування вогнетривкого покриття**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільша продуктивність способу приготування, м ³ /год: безперервному циклічному	0,125 0,080
2	Час дозування рідких складових за циклічного способу, хв	До 60
3	Час перемішування, хв	30...60
4	Загальний об'єм змішувача, м ³	0,18
5	Об'єм проміжного бака, л	9,5
6	Найбільші межі регулювання дозаторів: маршаліту, кг/год ацетону, л/год етилсилікату, л/год води підкисленої, л/год	До 200 До 35 До 35 До 3

Закінчення табл. 7.11

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
7	Об'єм бункера для маршаліту, м ³	0,06
8	Частота обертання мішалки, хв ⁻¹	1460
9	Витрати води на охолодження і промивання, м ³ /год	До 5
10	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	До 5
11	Установлена потужність кВт	16,87
12	Габаритні розміри, мм:	
	довжина	5300
	ширина	4640
	висота	3355
13	Маса, кг	3017

Агрегат складається з бункера для завантажування пилоподібного матеріалу, дозатора, змішувача, панелі дозування рідких складових, чотирьох витратних баків, електро- і пневмоустаткування.

Для приготування окремих порцій суспензії (по 120...150 л) на пульті керування установлюють циклічний режим роботи і налаштовують відповідно дозатори залежно від необхідних складу і в'язкості суспензії.

Агрегат оснащений системою контролю верхнього і нижнього рівнів рідких складових у витратних баках і пилоподібного матеріалу в бункері.

Для підтримування необхідного температурного режиму під час гідролізу етилсилікату стінки проміжного бака і змішувача охолоджуються водою.

Агрегатом керують із пульта.

Агрегат моделі 666 (табл. 7.12) призначений для зберігання готового до використання вогнетривкого покриття і подавання його в установку для нанесення покриття на блок моделей під час виробництві виливків литтям за витоплюваними моделями.

Агрегат складається із трьох однакових баків зберігання, систем транспортування вогнетривкого покриття і підготовки повітря та запобіжних клапанів, які установлені на кришці кожного бака.

Бак являє собою циліндричний резервуар з водоохолоджуваними стінками.

Таблиця 7.12

**Технічна характеристика агрегату моделі 666
для зберігання готового до використання вогнетривкого покриття**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Об'єм одного бака зберігання, м ³	0,2
2	Кількість баків, шт.	3
3	Частота обертання вала, хв ⁻¹	113
4	Витрати стиснутого повітря під час транспортування вогнетривкого покриття, м ³ /год	1,0
5	Мінімальний допустимий тиск повітря, МПа	0,2
6	Установлена потужність, кВт	27
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	5700 1000 1150
8	Маса, кг	1645

На кришці бака змонтована лопатева мішалка, яка приводиться в рух електродвигуном через клиноподібний пас і редуктор, а також передбачені люки для огляду бака і заповнення його суспензією, ніпель для підведення стиснутого повітря, сифонна трубка для подавання суспензії та запобіжний клапан.

У режимі роботи агрегату один із трьох баків приймає готову суспензію від агрегатів її приготування; другий – поповнює баки зберігання установок для нанесення вогнетривкого покриття; третій бак – резервний. У режимі зберігання всі три баки можуть бути заповнені суспензією.

Із баків зберігання суспензія витискується стиснутим повітрям, а робота мішалки запобігає осіданню твердих фракцій суспензії.

Устаткування для нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття:

Напівавтомат моделі 6A63 і автомат моделі 6A67 (рис. 7.4) призначені для пошарового нанесення вогнетривкого покриття на модельні блоки і обсипання їх у «киплячому шарі» піску під час виготовлення виливків за витоплюваними моделями в масовому і великосерійному виробництвах. Технічні характеристики устаткування наведено в табл. 7.13.

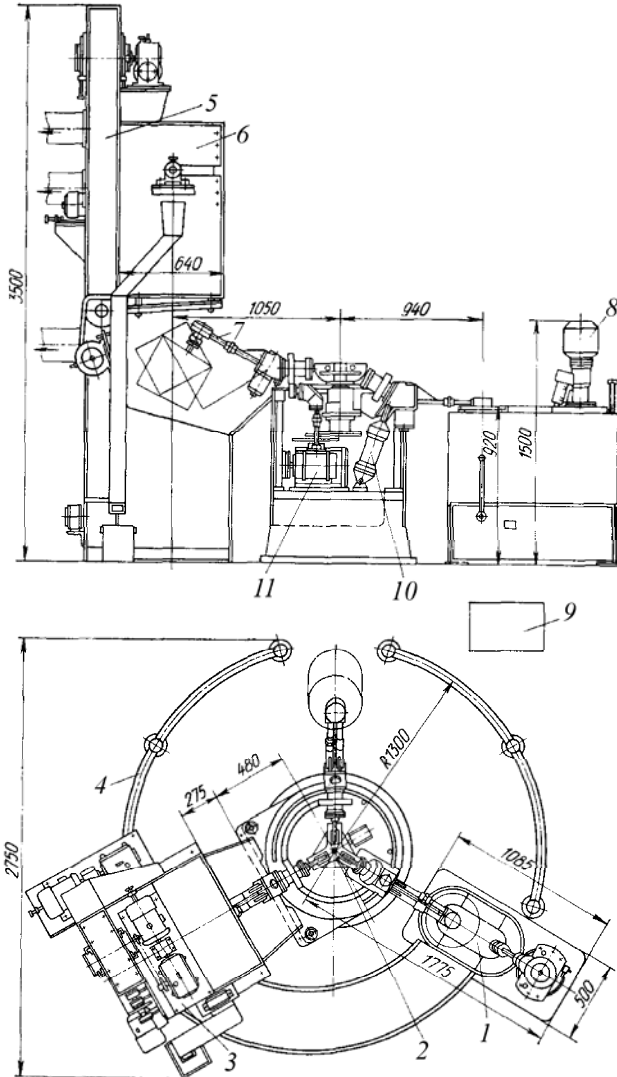


Рис. 7.4. Схема автомата моделі 6А67

для обмазування і обсипання модельних блоків:

- 1 — бак для занурювання модельних блоків у суспензію; 2 — механізм передавання блоків; 3 — піскосип; 4 — загорода; 5 — елеватор; 6 — бункер; 7 — механічні руки; 8 — механізм барботування суспензії; 9 — пульт керування; 10 — пневматичний привод піднімання і опускання механічних рук; 11 — привод механізму передавання блоків

Таблиця 7.13

**Технічні характеристики устаткування для нанесення
на модельні блоки вогнетривкого покриття**

Індекс позиції	Параметр	Модель уста- ткування	
		6A63	6A67
1	Найбільші розміри оброблюваного блока, мм: діаметр довжина	400 500	
2	Продуктивність, покриттів за годину	200	
3	Робочий об'єм, л: бака для суспензії ванни «киплячого шару» бака зберігання суспензії	160 460 150	
4	Витрати охолоджувальної води, л/хв	5...8	
5	Температура охолоджувальної води, °С	10...20	
6	Площа дзеркала ванни, м ² : обмазування «киплячого шару»	0,64 1,00	
7	Витрати стиснутого повітря для піску фракції не більше 1 мм і тиску в мережі 0,3 МПа, м ³ /год	107	
8	Установлена потужність, кВт	4,4	3,6
9	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	4480 3840 2100	3825 2290 1930
10	Маса, кг	3730	2700

Робота автомата: металевий стояк блока надівається на руку механізму передавання. Рука опускає блок у бак із суспензією, а потім переносить його в пісок, де на блок моделей наноситься піщаний шар. Далі блок знімається з руки і передається на конвеєр для сушіння покриття. Для якісного нанесення покриття на ланки модельного блока автомат обертає блок навколо осі руки механізму передавання і навколо власної осі.

В автоматі передбачено регулювання часу обмазування і обси-
пання блоків.

Після нанесення кожного шару керамічної оболонки блоки піддають повітряно-аміачному сушінню. Кількість шарів визначають залежно від конфігурації і призначення литої деталі.

Автоматична лінія моделі 668 для виготовлення керамічних блоків (табл. 7.14) призначена для нанесення на модельні блоки і повітряного сушіння 3 – 6 шарів вогнетривкого покриття, приготовленого на основі етилсилікату, і виплавлення із цих блоків модельного складу. Лінію використовують в умовах багатонаменклатурного серійного виробництва складних за конфігурацією виливків відповідального призначення.

Таблиця 7.14

**Технічна характеристика автоматичної лінії моделі 668
для виготовлення керамічних блоків**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільші розміри блока, мм: довжина діаметр за кроку підвісок 640 мм діаметр за кроку підвісок 320 мм	500 400 250
2	Продуктивність циклова, блоків за годину, за кроку підвісок на конвеєрі, мм: 640 320	25 50
3	Маса модельного блока з керамічною формою, кг	6,5
4	Час сушіння одного шару покриття, хв	130
5	Час виплавлення модельного складу, мм	15
6	Температура виплавлення модельного складу у воді, °С	85...95
7	Швидкість руху конвеєра, м/с	0,03
8	Витрати: пари (за температури 100°С), кг/с стиснутого повітря, м ³ /с води охолоджувальної, м ³ /с гарячої води, м ³ /с	0,089 0,054 0,007 0,056
9	Установлена потужність, кВт	14,4
10	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	15750 9050 5060
11	Маса лінії, кг	46800

Можливе виготовлення керамічної оболонки і на основі інших матеріалів з аналогічними властивостями.

Лінія об'єднує комплекс устаткування, що забезпечує:

- пошарове нанесення на блоки суспензії і обсипання їх в «киплячому шарі» кварцового піску (автомат моделі 6Б67);
- пошарове сушіння вогнетривкого покриття в установці повітряно-аміачного сушіння (моделі 6А81);
- виплавлення модельного складу із керамічного блока (установка моделі 6А71);
- підрізування воронки після нанесення кожного шару покриття;
- змащування ланцюга конвеєра;
- зберігання і подавання вогнетривкої суспензії;
- видалення піску із ванни «киплячого шару»;
- відокремлення від води виплавленого модельного складу і його збирання.

Особливістю лінії є те, що на одному підвісному горизонтально-замкненому конвеєрі, який охоплює всі агрегати лінії, у разі використання однієї камери повітряного сушіння виконується багаторазове нанесення покриття, його сушіння і виплавлення модельного складу, що вилучає операцію перевішування підвісок після сушіння кожного шару.

Автоматична лінія моделі 6Б60 (табл. 7.15) призначена для пошарового нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття на основі етилсилікату, повітряно-аміачного сушіння покриття і виплавлення модельного складу з оболонок.

Таблиця 7.15

Технічна характеристика автоматичної лінії моделі 6Б60 для виготовлення керамічних блоків

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільша довжина блоків, мм	500
2	Діаметр підвісок, мм, за кроку, мм:	
	640	400
	480	250
	320	200
3	Продуктивність циклова, блоків за годину	200
4	Маса модельного блока з керамічною оболонкою, кг	6,5
5	Кількість наношуваних шарів, шт.	5

Продовження табл. 7.15

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
6	Швидкість руху конвеєра, м/хв	2,13; 1,42; 1,06
7	Тривалість сушіння, хв: на повітрі у середовищі аміаку	42; 63; 84 11,0; 16,5; 22,0
8	Загальна тривалість нанесення і сушіння одного шару, хв	67; 100; 133
9	Температура води у ванні виплавлення модельного складу, °С	60...80
10	Пара: тиск, МПа температура, °С витрати, кг/год	0,6 120 1000
11	Витрати, м ³ /год: стиснутого повітря гарячої води холодної води аміаку	350 4 40 До 10
12	Кількість електродвигунів: на лінії на насосно-нагрівальній станції	32 6
13	Установлена потужність, кВт: електродвигунів електронагрівальників	51 12
14	Габаритні розміри лінії, мм: довжина ширина висота	34350 19000 5000
15	Маса повного комплекту, кг	150000

Лінію використовують в умовах масового і великосерійного виробництва. Вогнетривке покриття наноситься послідовним зануренням обертового модельного блока в суспензію і «киплячий шар» кварцового піску. Партію блоків навішують і знімають вручну.

Лінія дає можливість наносити вогнетривкі покриття із чотирьох шарів, з яких три на основі етилсилікату і один на основі рідкого скла. Лінія складається із п'яти технологічних дільниць (рис. 7.5), які з'єднані між собою одним ланцюговим просторово-замкненим конвеєром.

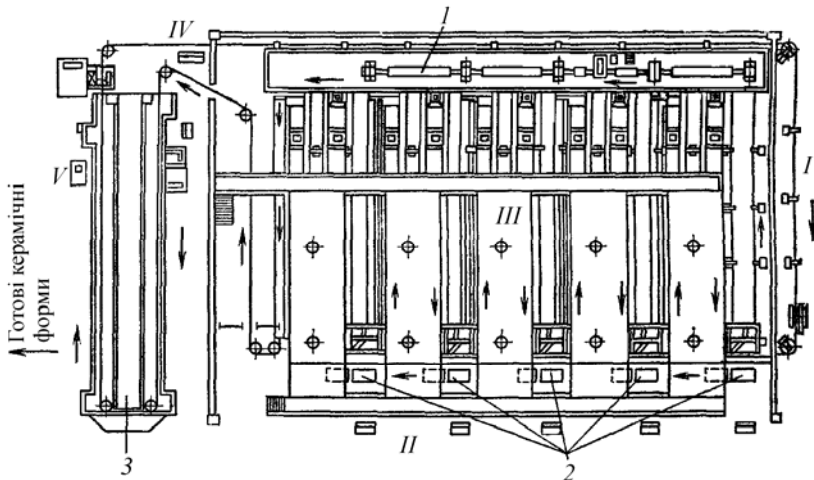


Рис. 7.5. Компонування автоматичної лінії моделі 6Б60 для виготовлення керамічних блоків:

- I* — установки моделі 6А82 для повітряно-аміачного сушіння блоків;
- 2* — автомати моделі 6А67 для нанесення на блоки вогнетривкого покриття;
- 3* — установка моделі 672 для виплавлення модельного складу;
- дільниці лінії: *I* — установлення модельних блоків; *II* і *III* — відповідно обмазування і сушіння блоків; *IV* — миття і обмазування стояків;
- V* — виплавлення модельного складу і знімання готових оболонок

Технологічний цикл виготовлення керамічних блоків аналогічний циклу лінії моделі 668. Установку для виплавлення модельного складу виконано двосекційною. Залежно від складу рідкого середовища технологічний процес у ній здійснюється за однією зі схем:

- I* – комбінованою: у правій секції міститься розплав модельного складу, в лівій секції – гаряча вода;
- II* – обидві секції заповнені розплавом модельного складу;
- III* – в обох секціях гаряча вода.

Дистанційне керування лінією здійснюють з центрального пульта і пультів керування, розташованих безпосередньо на технологічних дільницях.

Автоматична лінія моделі 64001 для виготовлення керамічних форм (табл. 7.16) призначена для пошарового нанесення і сушіння вогнетривкого покриття (з можливістю закріплення одного шару алюмохлоридом) в умовах багатомоделного масового і великосерійного виробництва виливків за витоплюваними моделями.

Таблиця 7.16

**Технічні характеристики автоматичних ліній
для виготовлення керамічних форм**

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії			
		64001	64001-05	64001-14	64001-15
1	Спосіб нанесення наповнювача	у «киплячому шарі»		у падаючому потоці	
2	Кількість шарів вогнетривкого покриття	4	5	4	4
3	Крок підвісок конвеєра, мм	320; 480; 640			
4	Найбільші розміри блока, мм: довжина діаметр за кроку, мм: 320 480 640	500 200 250 400			
5	Швидкість руху конвеєра, м/хв	1,67; 0,96			
6	Продуктивність циклова залежно від кроку підвісок і швидкості руху конвеєра, блоків за годину	90; 120		150...180	200...300
7	Тривалість сушіння одного шару залежно від швидкості руху конвеєра, хв	120; 210			
8	Витрати, м ³ /год: стиснутого повітря води	490 3,2	610 4,0	5 3,2	5 4,0
9	Кількість вентиляторів, шт.	18	24	18	24

Закінчення табл. 7.16

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії			
		64001	64001-05	64001-14	64001-15
10	Установлена потужність, кВт	24,0	30,3	32,5	36,1
11	Габаритні розміри, мм:				
	довжина	19970	19970	20460	20460
	ширина	13150	16240	13145	16225
	висота	6500	6500	6500	6500
12	Маса лінії, т	116	140	170	150

Конструкція лінії передбачає також можливість використання інших разових моделей, наприклад газифікованих або розчинних моделей, оскільки в лінії не передбачено установку для видалення з оболонок матеріалу моделей. Лінія замінює установку моделі 6A82 з п'ятьма автоматами моделі 6A67 нанесення вогнетривкого покриття; при цьому продуктивність підвищується з 200 до 300 блоків за годину, а площа, яку займає лінія, зменшується в 1,3 разу.

В умовах серійного і дрібносерійного виробництва використовують автономне устаткування для сушіння блоків після нанесення на них вогнетривкого покриття.

Установки моделі 6A82 і 683 (табл. 7.17) призначені для пошарового затвердіння і сушіння вогнетривкого покриття на основі етилсилікату на модельних блоках.

Таблиця 7.17

**Технічні характеристики устаткування
для сушіння вогнетривкого покриття на модельних блоках**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		6A82	683
1	Найбільші розміри оброблюваних блоків, мм: діаметр довжина	400 500	
2	Продуктивність, блоків за годину	До 200	До 12
3	Номінальна кількість шарів покриття	5	4

Закінчення табл. 7.17

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		6A82	683
4	Кількість переналаджуваних режимів сушіння	–	3
5	Тривалість сушіння одного шару покриття, хв	67; 100; 133	15; 20; 30
6	Кількість секцій (камер) сушіння	5	3
7	Швидкість руху конвеєра, м/хв	2,13; 1,42; 1,07	–
8	Крок, мм, підвісок при блоках діаметром, мм:		
	400	640	–
	250	480	–
	200	320	–
9	Загальна довжина конвеєра, м	90	–
10	Кількість блоків, які можна розмістити в одній камері, за діаметра блока, мм:		
	400	–	4
	250	–	8
11	Установлена потужність, кВт	12,0	22,6
12	Габаритні розміри, мм:		
	довжина	27900	6600
	ширина	19000	1870
	висота	5000	3400
13	Маса, кг	116000	4500

Основні складові установки моделі 6A82: камера повітряного сушіння, камера аміачного сушіння, камера вивітрювання, привідна станція, конвеєр, установка вентиляторів, автомат нанесення модельного складу на ковпачки, електроустаткування.

Спосіб сушіння – повітряно-аміачний. Для забезпечення інтенсивного руху повітря в камері повітряного сушіння встановлено 15 вентиляторів. Тривалість сушіння одного шару покриття (від однієї до двох годин) регулюється зміною швидкості руху конвеєра.

Основні складові установки моделі 683: камера зі спеціальною кришкою, стіл із штирями, командоапарат, система подавання аміаку, вакуумна система, пневмо- і електроустаткування.

Спосіб сушіння – вакуумно-аміачний. Технологічний цикл операції здійснюється командоапаратом.

Устаткування для виплавлення із блоків модельного складу:

Установка моделі 671М (рис. 7.6) являє собою бак 1 для води з закритим кожухом 2, який має завантажувально-розвантажувальне вікно. Усередині бака розміщений горизонтальний вал 3 з чотирма радіальними прямокутними рамками 4. Кожна рамка оснащена спеціальними затисками для п'яти блоків, які встановлюють після видалення з них металевих стояків. Вода в баку нагрівається парою, яку подають трубою, розміщеною внутрішнім периметром бака. Задана температура води підтримується автоматично.

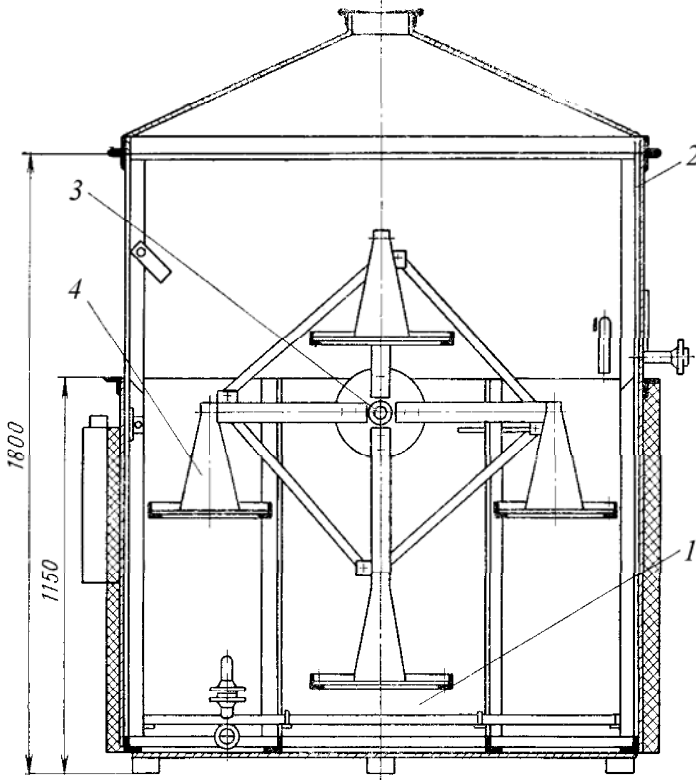


Рис. 7.6. Установка моделі 671М

для виплавлення модельного складу з керамічних блоків:

1 — бак (ванна); 2 — кожух; 3 — горизонтальний вал; 4 — прямокутні рамки

Для заповнення бака водою і підтримування її необхідного рівня бак оснащений краном. Перед ремонтом або очищенням бака воду зливають через отвір у дні бака і закривається пробкою.

Вал з рамками періодично повертається за годинниковою стрілкою на 90°; зупинка здійснюється кінцевим вимикачем. Час періоду повертання вала з рамками на іншу позицію змінюється за допомогою реле часу. Дві рамки з установленими на них блоками завжди перебувають в гарячій воді. Переміщення блоків у гарячій воді сприяє повнішому видаленню з них модельного складу.

Рідкий модельний склад здувається із поверхні води стиснутим повітрям і разом із водою зливається через щілину в спеціальний роздільник.

Оскільки модельний склад легший від води, він спливає, а вода зливається через нижній отвір у дублювальний роздільник і потім у каналізацію, а рідкий модельний склад через верхній отвір – у приймальну тару для подальшого використання.

Після повертання на початкову позицію керамічні блоки знімають із рамок і надівають на душувальний стояк, який вимиває залишки модельного складу з порожнини блока.

Технічну характеристику установки наведено в табл. 7.18.

Таблиця 7.18

**Технічні характеристики устаткування
для виплавлення модельного складу із керамічних блоків**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		671М	672
1	Найбільші розміри оброблених блоків, мм: діаметр довжина	400 500	
2	Найбільша продуктивність, блоків за годину	До50	До 200
3	Робоча температура виплавленого середовища, °С: води модельного складу	90...98 –	95...98 120
4	Робочий об'єм ванни, м ³	1,5	14,0
5	Витрати пари (при 150°С), кг/год	35	–
6	Частота обертання вала каруселі, хв ⁻¹	0,9	–

Закінчення табл. 7.18

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		671М	672
7	Потужність нагрівників насосно-нагрівальної станції, кВт	–	12
8	Установлена потужність, кВт	0,55	21,0
9	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1740 1670 2200	17530 5350 1940
10	Маса, кг	1050	20500

Установка моделі 672 (табл. 7.18) використовується як складова автоматичної лінії моделі 6Б60 в умовах масового і великосерійного виробництва. Установка оснащена двома, однаковими за об'ємом, ваннами (правою і лівою). Над ваннами розміщена траса ланцюгового конвеєра, який транспортує блоки. Біля кожної ванни установлені роздільник і збирач модельного складу.

Блок, закріплений на підвісці конвеєра, перед ванною виплавлення за допомогою вхідного копіра переводиться з вертикального у похиле положення, переходить через стінку правої ванни і занурюється в середовище виплавлення. Після проходження вздовж правої ванни блок за допомогою копіра, розташованого в її торці, набуває похилого положення, транспортується в ліву ванну і знову занурюється в середовище виплавлення. Одночасно з поступним рухом уздовж ванни блок обертається навколо своєї осі.

У торці лівої ванни виплавлений блок за допомогою іншого копіра переводиться в горизонтальне положення і керамічна оболонка вручну знімається зі стояка. Звільнений стояк передається на пристрої для миття (душвання) і змашування. Установка може працювати за трьома схемами виплавлення: модельний склад – вода; модельний склад – модельний склад; вода – вода.

Формування, прожарювання і заливання керамічних оболонок та охолодження і вибивання виливків. У ливарних цехах з невеликим обсягом виробництва для прожарювання оболонок і заливання використовують спеціальні опоки (контейнери), в які оболонки

установлюють і засипають сухим піском. Цю операцію називають формуванням керамічних блоків. Її виконують на формувальному столі. **Формувальний стіл моделі 673** (рис. 7.7) призначений для засипання сухим опорним наповнювачем опок з керамічними блоками (формами) перед їх прожарюванням і заливанням. Технічну характеристику формувального стола моделі 673 наведено в табл. 7.19.

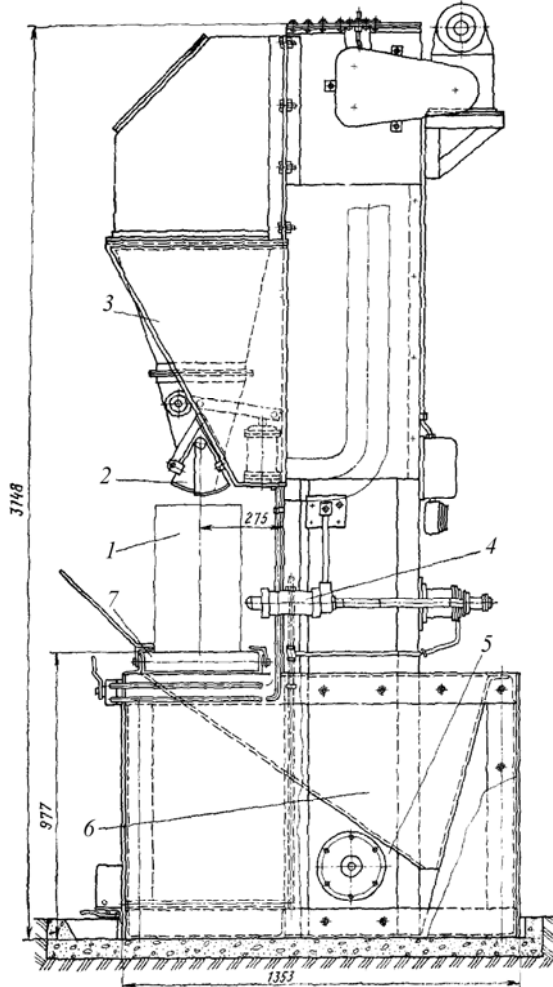


Рис. 7.7. Формувальний стіл моделі 673:
 1 — опока; 2 — щелепний затвор; 3 — верхній бункер;
 4 — вібратор; 5 — елеватор; 6 — нижній бункер; 7 — роликівий конвеєр

Таблиця 7.19

Технічна характеристика формувального стола моделі 673

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Габаритні розміри опоки, мм: довжина ширина висота	600 270 400
2	Найбільша продуктивність (при двох блоках діаметром 250 мм в одній опоці), форм/год	100
3	Продуктивність елеватора, т/год	5,7
4	Об'єм бункера, м ³ : верхнього нижнього	0,4 0,3
5	Кількість вібраторів, шт.	2
6	Потужність електропривода елеватора, кВт	1,1
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1075 1068 2954
8	Маса, кг	700

Формування здійснюють за такою технологією: порожню опоку 1 роликівим конвеєром 7 подають під верхній бункер 3. В опоку установлюють призначені для формування керамічні блоки (чашею уверх). Для попередження потрапляння піску в порожнину форми чашу закривають. Відкривають щелепний затвор 2 верхнього бункера і засипають пісок в опоку, заповнюючи проміжки між блоками і її стінками. Одночасно вмикають вібратори 4, які ущільнюють пісок.

Ущільнений пісок підпирає блоки з усіх боків і забезпечує зберігання їх у вертикальному положенні. Виготовлена форма зіштовхується на конвеєр, а надлишок піску зсипається в нижній бункер 6, з якого елеватором 5 знову транспортується у верхній бункер.

У цехах з великим обсягом виробництва виливків керамічні блоки не заформовують. Для прожарювання і заливання форм, а також охолодження виливків в умовах масового та великосерійного виробництв використовують спеціальні агрегати. Принципову схему такого агрегату показано на рис. 7.8, а технічну характеристику наведено в табл. 7.20.

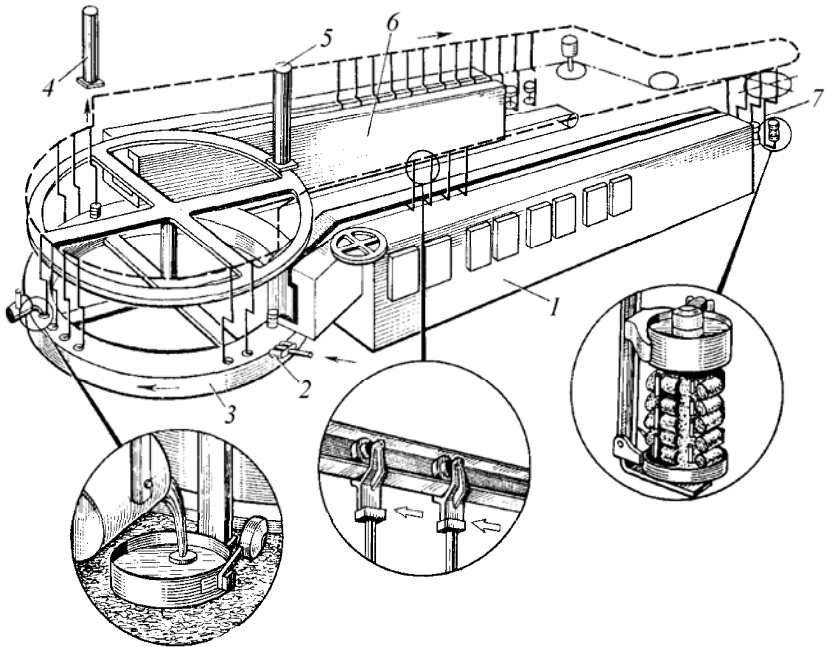


Рис. 7.8. Принципова схема агрегату для прожарювання, формування і заливання металом оболонок та вибивання і охолодження виливків:
 1 — піч; 2 — форсунка; 3 — карусель; 4, 5 — патрубки;
 6 — кожух; 7 — підвісний конвеєр

Агрегат моделі 675А оснащений піччю 1 прохідного типу з газовим підігріванням, у якій форми прожарюються, переміщуючись за допомогою підвісного конвеєра 7, за температури 950...1000 °С протягом 20 хв і заливальною каруселлю 3.

Прожарені оболонки на виході з печі пневматичним ліфтом занурюються в жолоб заливальної каруселі, заповненої гарячим піском, який за допомогою форсунки 2 продувається гарячими газами і набуває стану «киплячого шару». Із подальшим переміщенням конвеєра оболонки в заформованому стані транспортуються на дільницю заливання.

Після заливання форми рухаються у напрямку охолоджувальної камери і віддають тепло опорному шару піску. Тривалість охолодження форм на каруселі – 10...15 хв.

Біля входу в охолоджувальну камеру підвіски із залитими оболонками витягуються з піску пневматичним ліфтом. Пісок з підвіски і блоків виливків зсипається в жолоб каруселі, а підвіска з виливками переміщується в камеру охолодження, при виході з якої блоки виливків знімаються з підвісок і передаються на подальші технологічні операції. Від каруселі здійснюється інтенсивна витяжна вентиляція через патрубки 4 і 5, а охолодження виливків виконується під кожухом 6. Утрати піску поповнюються досипанням його в жолоб каруселі з бункера.

Таблиця 7.20

Технічна характеристика агрегату моделі 675А для прожарювання, формування і заливання металом оболонок та вибивання і охолодження виливків

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільші розміри блока, мм: діаметр довжина	250 500
2	Найбільша маса металу у формі, кг	20
3	Продуктивність за умови безперервної роботи, блоків/год	100
4	Режим прожарювання: температура, °С тривалість, хв	950 23
5	Температура блока під час заливання, °С	800
6	Конвеєр: швидкість руху, м/хв крок підвісок, мм кількість підвісок, шт. потужність електроприводу, кВт	0,6 400 100 2,2
7	Середній діаметр заливальної каруселі, мм	4170
8	Найбільший радіус заокруглення заливальної площадки, мм	3475
9	Тривалість охолодження, хв: попереднього остаточного	2 10
10	Температура охолодженого виливка, °С	150...200

Закінчення табл. 7.20

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
11	Витрати, м ³ /год: природного газу води на охолодження	290 До 3,5
12	Скребачковий конвеєр: швидкість руху, м/хв ширина скребачок, мм	4,2 440
13	Установлена потужність, кВт	3,3
14	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота над рівнем підлоги	20940 6180 5350
15	Маса, кг	90000

Зсіпані з блоків виливків пісок і залишки кераміки видаляються скребачковим конвеєром, розташованим унизу вздовж камери охолодження. У тих випадках, коли використовують формування блоків в опоках, їх заливають після прожарювання на ливарному конвеєрі або на спеціальній позиції після виходу з печі прожарювання.

Установка для вибивання опок моделі 674 (табл. 7.21) призначена для механізації операції видалення наповнювача з опок разом із залитими керамічними формами в умовах серійного і дрібносерійного виробництва. Основні вузли установки: каркас, барабан з приводом, пневматичний рушій, сито з приводом, електроустаткування.

Таблиця 7.21

Технічна характеристика установки моделі 674 для вибивання опок

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Габаритні розміри опоки, мм: довжина ширина висота	600 270 400
2	Найвища продуктивність (з двома блоками діаметром 250 мм в одній опці), блоків/год	100

Закінчення табл. 7.21

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
3	Пневматичний рушій повороту: діаметр, мм хід, мм зусилля, Н	160 260 8000...10000
4	Сито: діаметр вічок, мм кількість подвійних рухів за хвилину	7 303
5	Витрати повітря, м ³ за один цикл	0,07
6	Установлена потужність, кВт	0,6
7	Габаритні розміри, мм довжина ширина висота	1340 995 1740
8	Маса, кг	890

Механізована лінія моделі АВА730Л (табл. 7.22) призначена для формування, прожарювання і заливання керамічних блоків та охолодження виливків в умовах масового і великосерійного виробництва виливків литтям за витоплюваними моделями.

Агрегати, що входять у лінію, дають можливість виконувати такі операції:

- установлення керамічних блоків в контейнери і засипання їх наповнювачем;

- ущільнення наповнювача в контейнерах;
- прожарювання керамічних форм у газовій печі;
- заливання форм розплавом;
- охолодження контейнерів з виливками до 50...80 °С;
- вибивання контейнерів і видалення блоків виливків;
- вертання наповнювача в бункер-нагромаджувач;
- міжопераційне транспортування контейнерів.

Використання лінії дає змогу знизити втрати блоків під час прожарювання, а також зменшити брак литва від 30 до 5 % унаслідок закріплення блоків в опорному наповнювачі.

Лінії виготовляють також з електричною прожарювальною піччю (потужністю 360 кВт) – виконання лінії АВА740Л.

Таблиця 7.22

Технічна характеристика механізованої лінії моделі АВА730Л

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, опок/год	7
2	Тривалість прожарювання, год	8
3	Температура прожарювання, °С	1000...1100
4	Габаритні розміри опок, мм:	
	довжина	580
	ширина	350
	висота	500
5	Кількість опок на лінії, шт.	140
6	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	2,5
7	Тиск у гідросистемі, МПа	3,0
8	Кількість електродвигунів, шт.	3
9	Установлена потужність, кВт	18
10	Габаритні розміри, мм:	
	довжина	18560
	ширина	8770
	висота	2600
11	Маса, кг	30000

Приготування рідкого металу. У цехах лиття за витоплюваними моделями для виплавлення сплавів використовують індукційні печі невеликої місткості підвищеної або високої частоти.

Місткість печей вибирають за методикою, викладеною в розд. 5 (там же наведено типи печей, їх характеристики, шихтові матеріали і технології виплавлення сплавів різного хімічного складу).

Кількість печей визначають за необхідною для виконання виробничої програми кількістю рідкого металу з урахуванням при складанні балансу металу виходу придатного литва, який залежить від маси виливка. Вихід придатного литва залежно від маси виливків

Маса виливка, кг	До 0,1	0,1...0,5	0,5...1,0	1,0...1,5	1,5...2,0	Понад 2,0
Вихід придатного литва, %	43	46	48	50	52	54

Місткість печей і їх кількість мають забезпечувати такий ритм роботи цеху, який задається установками для виготовлення і підготовки форм до заливання.

Перед випусканням металу із печі його розкиснюють і перегрівають вище від лінії ліквідусу на 130...150 °С (за низької рідкотечності сплаву – ще вище, залежно від конфігурації литої деталі та товщини її стінок).

За умови оптимального поєднання температур металу і форми можна забезпечити заповнення металом форм дрібних тонкостінних виливків і формування їх високої якості.

Фінішні операції. В умовах серійного і дрібносерійного виробництва кераміку від блоків відокремлюють за допомогою вібраційних установок, а виливки відокремлюють від стояків на гідравлічних пресах.

У разі великих обсягів виробництва ці операції об'єднують і виконують на ***спеціальній напівавтоматичній лінії*** (рис. 7.9).

До складу напівавтоматичної лінії входять: установка *I* для відокремлення кераміки (моделі 6A94), гідравлічний прес *II* для відокремлення виливків від стояка (моделі 6A93) і конвеєр *III*. Під час його роботи на призми 5 візка 3 конвеєра укладається блок виливків 4 з керамікою. Візок переміщується напрямними за допомогою гідравлічного привода 6, при цьому блок передається на позицію відокремлення кераміки.

Кераміку відокремлюють відбійним молотком 7, до якого блок притискується пневматичним приводом 8. Очищений від кераміки блок передається на гідравлічний прес, на якому стояк проштовхується через фільтру за допомогою гідравлічного привода обрізування 1 і підпорного гідропривода 2. Гострі краї фільтри сколюють живильники, виливки падають на похилий конвеєр і подаються для подальшого оброблення.

Установка моделі 6A92 (табл. 7.23) призначена для руйнування залишків керамічної форми і часткового відокремлення їх від поверхні блока сталевих виливків, а в деяких випадках – для відокремлення виливків від стояка. Установка може працювати автономно або в складі напівавтомата (описано вище).

Прес гідравлічний моделі 6A93 (табл. 7.24) призначений для відокремлення виливків від стояка.

Прес можна використовувати автономно або в складі описаного вище напівавтомата.

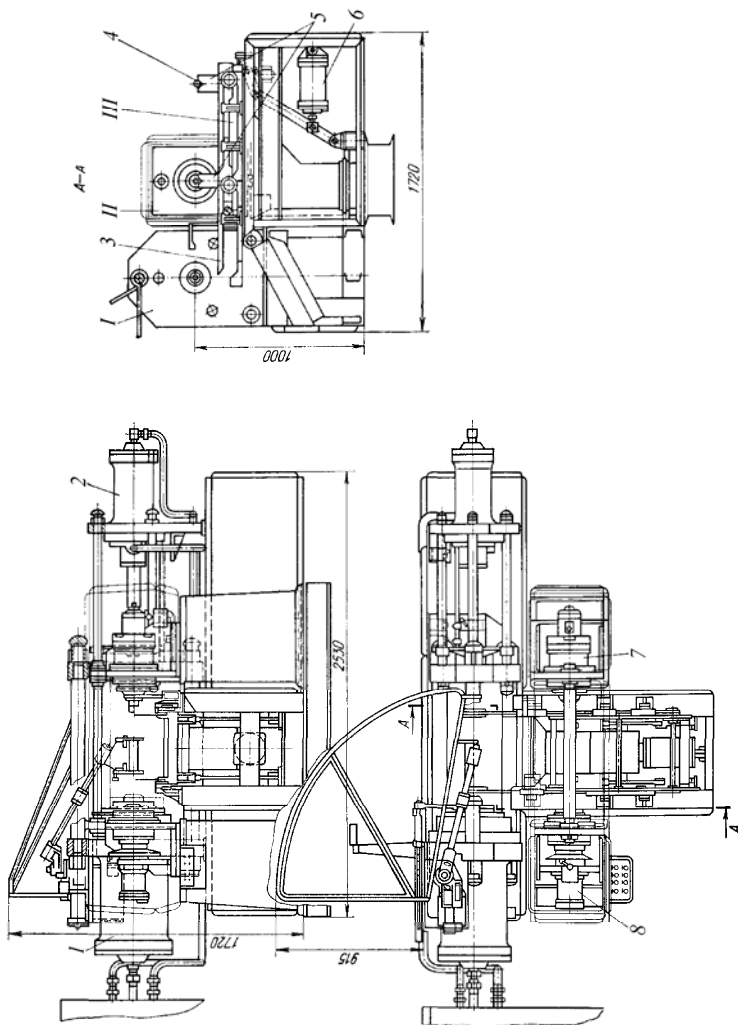


Рис. 7.9. Напівавтоматична лінія для відокремлення кераміки від виливків і виливків від стояків:
 1 — гідропривід обрізування виливків; 2 — підпирний гідропривід; 3 — візок; 4 — блок виливків; 5 — призма;
 6 — гідропривід перемішування візка; 7 — відбійний молоток; 8 — пневмопритискувач блоків

Таблиця 7.23

**Технічна характеристика установки моделі 6A92
для відокремлення кераміки від виливків**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільші розміри оброблюваного блока, мм: діаметр довжина	400 500
2	Найвища продуктивність, блоків/год: відокремлення кераміки відокремлення виливків	100 25
3	Найбільші витрати стиснутого повітря, м ³ /хв	1,8
4	Кількість відсмоктуваного повітря, м ³ /год	1200
5	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	950 835 2500
6	Маса, кг	1355

Таблиця 7.24

**Технічна характеристика гідравлічного преса моделі 6A93
для відокремлення виливків від стояків**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільші розміри оброблених блоків, мм: діаметр довжина	400 500
2	Найвища продуктивність, блоків/год	100
3	Найбільші зусилля, які створюються гідропри- водами, кН: верхнім нижнім	630 50
4	Хід штоків гідропроводів, мм: верхнього нижнього	500 440

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
5	Найбільша швидкість переміщення блока, мм/с: униз (зрізування виливків) уверх (виштовхування стояка)	40 80
6	Установлена потужність, кВт	30
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота над рівнем підлоги	2150 1000 2900
8	Маса, кг	5200

Установки моделей 695 і 6Б95 (табл. 7.25) призначені для ви-
лугування і остаточного очищення виливків від залишків кера-
мічної оболонки в масовому і великосерійному виробництвах лит-
ва. Установку моделі 695, основними складовими якої є рама, ба-
рабан, привод, вузли завантажування і розвантажування, кожух,
електро- і газоустаткування, показано на рис. 7.10.

Таблиця 7.25

Технічні характеристики установок для вилугування кераміки

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		695	6Б95
1	Продуктивність оброблення ви- ливків, кг/год: у вигляді кульок, циліндрів простої конфігурації з незначни- ми заглибинами з розгалуженою поверхнею і порожнинами	355	–
		250	–
		125	–
2	Найвища продуктивність (маса виливків – 80 кг; тривалість пере- бування їх у розчині луку 2 год), кг/год	–	250
3	Середня маса оброблюваних ви- ливків, кг	0,01...0,60	–

Закінчення табл. 7.25

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		695	6Б95
4	Найбільший габаритний розмір оброблюваних виливків, мм	140	
5	Частота обертання барабана, хв ⁻¹	0,40...0,29	0,7
6	Температура, °С: лугу води для промивання	125...130 60	150 -
7	Тривалість, хв: оброблення в розчині лугу промивання в гарячій воді оброблення повне	100...140 20...35 -	120...180 - 150...300
8	Витрати: газу, м ³ /год води, м ³ /год лугу на 1 т литва, кг	18 1 70	27 2 140
9	Установлена потужність, кВт	0,6	2,7
10	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	5200 1800 2720	6285 2520 2800
11	Маса, кг	6420	10550

Для надання виливкам якісного зовнішнього вигляду виконуються послідовно такі операції в барабані, який повільно обертається:

– оброблювання виливків у розчині лугу, нагрітому газовими пальниками до 125...130 °С;

– промивання водою з температурою 60 °С і остаточне водяне душення перед вивантажуванням із барабана.

Усередині барабана виливки переміщуються в кожній зоні гвинтовими спіралями 1 і 2, закріпленими обичайками. Транспортування виливків із зони в зону здійснюється лотками 3.

Перед вивантажуванням з барабана виливки додатково промиваються за допомогою водяного душу в промивальній частині барабана 4.

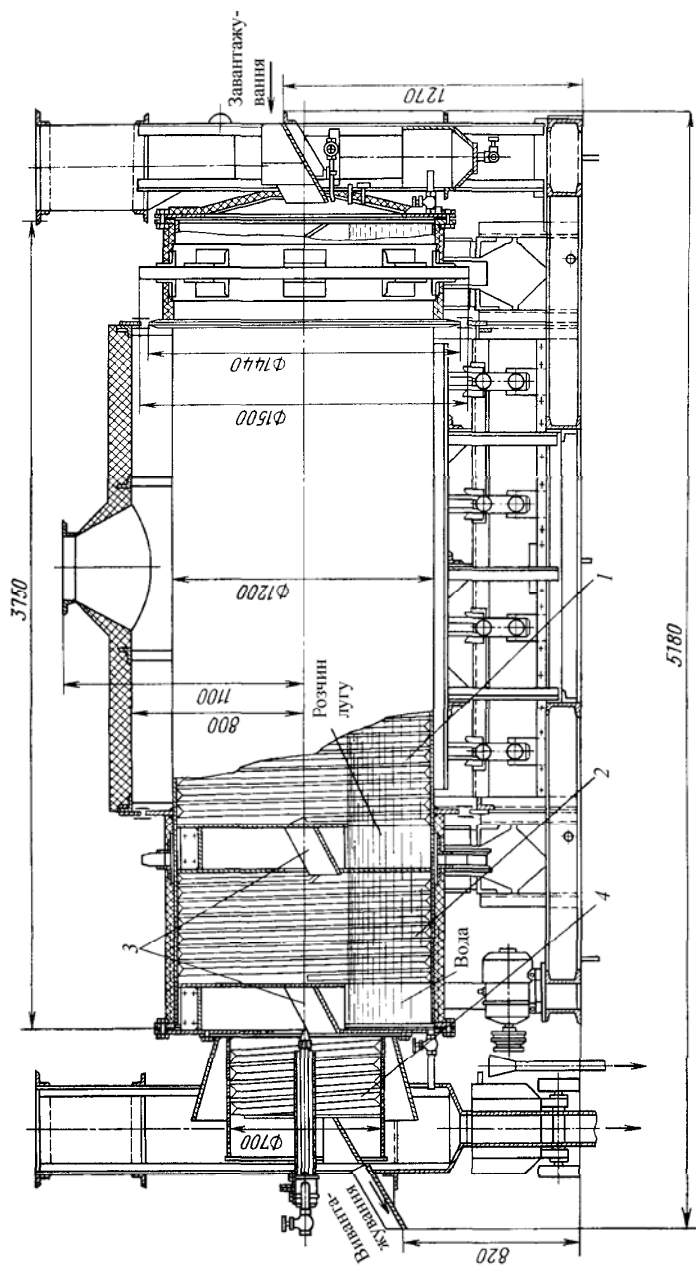


Рис. 7.10. Установка моделі 695 для виуговування залишків кераміки:
 1, 2 — гвинтові спіралі; 3 — лотки; 4 — промивальна частина барабана

Аналогічну конструкцію та принцип роботи має установка моделі 6Б95. Але на відміну від установки моделі 695 у ній, залежно від технологічного процесу вилуговування, оператор може регулювати його тривалість, вимикати обертання барабана, залишати тільки його погойдування, що робить неможливим галтування виливків, або, навпаки, інтенсифікувати галтування.

Для фінішних операцій і термічного оброблення виливків у цехах лиття за витоплюваними моделями використовують також устаткування, яке застосовують у цехах виробництва виливків у разових об'ємних піщаних формах: обдиральні (наждачні) верстати, преси, термічні печі тощо. Коефіцієнт використання устаткування для фінішних операцій має бути не більшим за 80 % (для печей і установок для вилуговування - не більшим за 90 %) і не меншим за 70 %.

Комплекти устаткування для лиття за витоплюваними моделями. Перелік основного устаткування, який дає можливість формувати його в комплекси з урахуванням рівня механізації, специфічності технологічних рішень, площ і характеру виробництва, наведено в табл. 7.26.

Таблиця 7.26

Устаткування для використання в цехах лиття за витоплюваними моделями залежно від їх потужності

Індекс позиції	Устаткування	Призначення	Потужність цеху, т/рік			
			1000...2000	500...1000	250...500	125...250
1	Установки: моделі 651 моделі 652А	Приготування модельного складу	- +	+ -	- -	- -
2	Лінія моделі 6А50	Приготування модельного складу і виготовлення моделей	-	-	+	-
3	Шприц-машина	Виготовлення моделей	-	-	-	+
4	Установка моделі 6А54	Виготовлення моделей	+	+	-	-
5	Автомат моделі 653	Виготовлення модельних ланок	+	-	-	-
6	Агрегат моделі 662А	Приготування вогнетривкого покриття	+	-	-	-

Закінчення табл. 7.26

Індекс позиції	Устаткування	Призначення	Потужність цеху, т/рік			
			1000...2000	500...1000	250...500	125...250
7	Установка моделі 661	Приготування вогнетривкого покриття	-	+	+	+
8	Автомат моделі 6A67	Нанесення вогнетривкого покриття на блоки	+	-	-	-
9	Напівавтомат моделі 6A63	Нанесення багатощарового вогнетривкого покриття	-	-	+	+
10	Установка моделі 6A82	Повітряно-аміачне сушіння вогнетривкого покриття	+	+	-	-
11	Лінія моделі 64001	Нанесення і повітряне сушіння покриття	+	+	-	-
12	Установка моделі 683	Вакуумно-аміачне сушіння вогнетривкого покриття	-	-	+	+
13	Установка моделі 672	Виплавляння модельного складу	+	-	-	-
14	Установка моделі 671	Виплавляння модельного складу	-	+	+	+
15	Лінія моделі 66001 (АВА750Л)	Формування і заливання керамічних оболонок, охолодження блоків виливків	+	+	-	-
16	Формувальний стіл	Формування керамічних оболонок	-	-	+	+
17	Установка моделі 674	Вибивання опок	-	+	-	-
18	Установка моделі 6A92	Відокремлення кераміки і виливків від стояків	+	+	+	+
19	Прес моделі 6A93	Відокремлення виливків	+	+	-	-
20	Автомат моделі 6B95	Вилуговування виливків	+	+	+	-

Характер виробництва в цехах лиття за витоплюваними моделями визначають з урахуванням придатного литва, т/рік:

- дрібносерійне – 100...250;
- серійне і дрібносерійне – 250...500;
- серійне – 500...1000;
- масове і великосерійне – 1000...2000.

Послідовність робіт з автоматизації окремих операцій, які раніше виконували вручну, дало можливість створити комплекс машин для приготування модельної пасти і виготовлення моделей без використання ручної праці.

Кількість устаткування для кожної операції визначають за викладеною раніше методикою (див. розд. 4), заздалегідь визначивши обсяг виробництва на кожній ділянці з урахуванням коефіцієнтів технологічних утрат.

7.2.4. Автоматизація технологічних процесів лиття за витоплюваними моделями

Потреба підприємств автомобільної, приладобудівної, аерокосмічної та інших галузей в точних, високонадійних литих заготовках спонукає конструкторів і виробничників до необхідності створення високопродуктивних автоматичних ліній або максимального використання існуючих у цехах лиття за витоплюваними моделями.

Схему ливарного автоматизованого комплексу для виготовлення виливків литтям за витоплюваними моделями потужністю 2500 т придатного литва за рік (500000 блоків за рік) показано на рис. 7.11.

У комплекс входять:

- автоматична лінія виготовлення моделей, яка складається з автоматичних установок 1 для приготування модельного складу і установок 2 для виготовлення модельних ланок;
- автоматична лінія для виготовлення керамічних оболонок у складі установки 3 для очищення модельних блоків;
- конвеєри 4 і 6 для модельно-керамічних блоків;
- автомати 7 для нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття;
- камери 5 повітряно-аміачного сушіння;
- автоматична установка 10 для приготування вогнетривкої суспензії із системою 11 зберігання і транспортування суспензії;

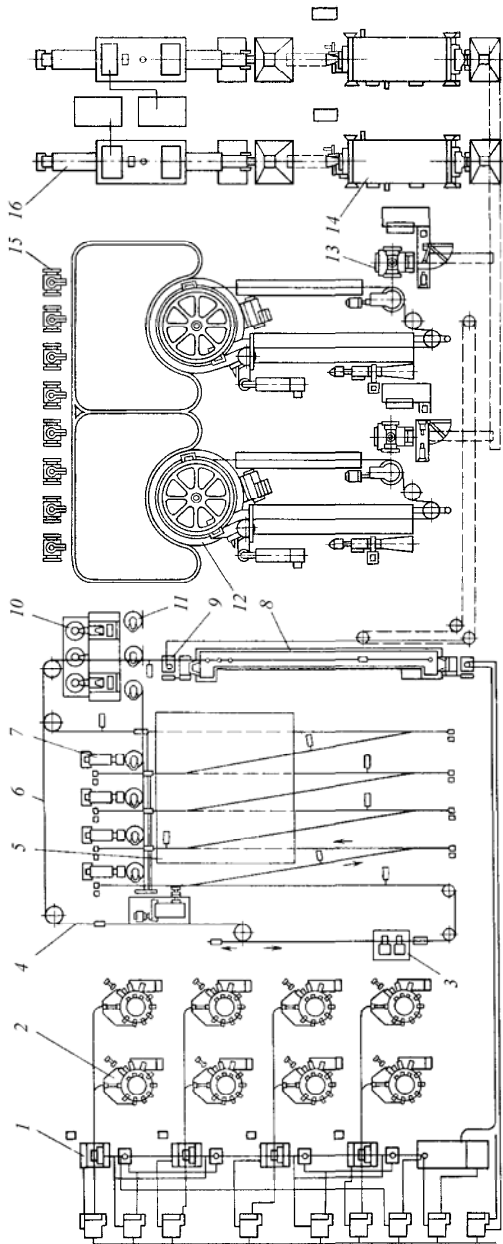


Рис. 7.11. Автоматизований комплекс для виробництва точних виливків за витоплюваними моделями барабана

- ванна 8 для виплавлення модельного складу з пристроєм 9 для відокремлення модельної пасти від води;
- агрегати 12 для прожарювання і заливання форм та охолодження виливків;
- автоматична лінія фінішних операцій у складі автоматів 13 для відокремлення кераміки від блоків і виливків від стояків;
- установки 14 для вилуговування виливків;
- плавильні печі 15 для виплавлення вуглецевих і легованих сталей та інших сплавів;
- печі 16 для здійснення термічного оброблення виливків (для сталевих литва нескладної конфігурації частіше використовують нормалізацію, для складних виливків – відпал).

Автоматична лінія виготовлення моделей призначена для виконання в автоматичному циклі всіх технологічних операцій, які здійснюються під час виготовлення модельних ланок, у тому числі розплавлення вихідних матеріалів, регенерація звороту модельного складу після виплавлення моделей, приготування модельної пасти, виготовлення модельних ланок, комплектація їх у блоки, а також необхідні транспортні операції.

За своєю структурою лінія являє собою багатопотокову систему автоматизованих агрегатів, об'єднаних транспортними зв'язками. Роботу цих агрегатів детально описано вище.

Схему комплексної автоматизованої лінії виготовлення керамічних оболонок і виплавлення моделей, показано на рис. 7.12.

Автомати 1 (моделі 6А67) нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття і їх обсипання, камера сушіння 3 (моделі 6А82) і ванна 2 виплавлення моделей (моделі 672) об'єднані в одну лінію.

На дільниці складання 4 на конвеєр установлюють модельні блоки, які спочатку транспортуються до автомата нанесення вогнетривкого покриття і обсипання 1, де формується перший шар оболонки і далі конвеєром у камеру сушіння.

Після проходження першого відгалуження конвеєра сухі блоки транспортуються до автомата 2 для нанесення другого шару покриття, потім знову в камеру сушіння і так до виготовлення оболонки з необхідною кількістю шарів вогнетривкого покриття.

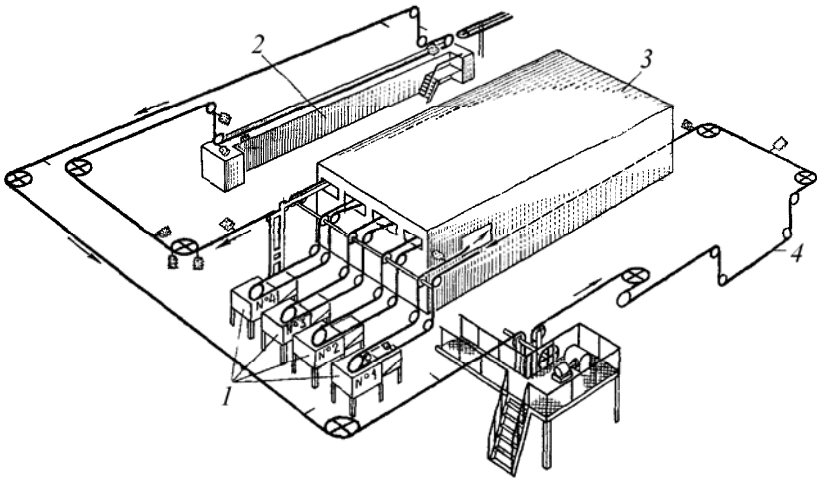


Рис. 7.12. Схема комплексної автоматизованої лінії виготовлення керамічних оболонок і виплавляння моделей:
 1 — автомати для нанесення вогнетривкого покриття на модельні блоки і їх обсипання піском; 2 — ванна для виплавляння моделей;
 3 — камера сушіння оболонок; 4 — дільниця складання модельних блоків

7.2.5. Компонування цехів лиття за витоплюваними моделями

Цехи лиття за витоплюваними моделями компонують на підставі вибраного і розрахованого устаткування, яке розташовують у чіткій послідовності виконання технологічних операцій.

Розроблені типові планування високомеханізованих цехів потужністю 1500...2500 т придатних виливків за рік.

Цехи потужністю 1500...1800 т придатних виливків за рік розташовують переважно в двопрогінній одноповерховій будівлі шириною прогонів 24 м та довжиною 108 м. Потужніші цехи компонують у двоповерховій будівлі з такою ж шириною прогонів другого поверху і шириною прогонів 12 м – першого поверху.

Кількість автоматів і відгалужень конвеєра може бути збільшена порівняно з наведеною на схемі, якщо потрібно виготовити міцнішу оболонку (наприклад, виробництво виливків більшої маси або використання для литва спеціальних високолегованих сплавів з підвищеною температурою перегрівання перед заливанням у форми тощо).

Блоки з готовою оболонкою транспортуються у ванну виплавлення модельного складу, а після виплавлення оболонки знімають з конвеєра і передають на наступні операції.

На другому поверсі виконують планування основних виробничих відділень і дільниць, на першому – допоміжних.

Планування цеху лиття за витоплюваними моделями потужністю 1800...2000 т придатних виливків за рік показано на рис. 7.13.

7.2.6. Заходи щодо техніки безпеки та захисту навколишнього середовища

Проектом мають бути передбачені такі заходи:

- у випадках, коли технологічним процесом обумовлено використання вибухонебезпечних матеріалів, наприклад органічних розчинників у суспензії або аміаку в сушильних камерах, виробництво слід розглядати як вибухо- і пожежонебезпечне, а тому мають бути виконані вимоги вибухобезпеки за нормативними документами;

- виокремлення шкідливих речовин у повітря робочої зони, зовнішню атмосферу і промислові стоки не повинні перевищувати гранично допустимі значення відповідно чинним «Санітарним нормам проектування промислових підприємств» (СН 245-71);

- усі виробничі джерела тепла в місцях перебування робітників повинні мати теплоізоляцію, яка забезпечить різницю температур ізольованої поверхні і навколишнього повітря до 35 °С;

- у приміщеннях приготування модельного складу, виготовлення моделей і керамічних оболонок та виплавлення моделей стіни, підлога і внутрішні конструкції повинні мати поверхні, які легко очищаються і миються;

- складання моделей у блоки з використанням електроланцетів (напруга 36 В) необхідно виконувати у витяжній шафі з вентиляцією, яка забезпечує швидкість відсмоктуваного повітря 0,7 м/с у робочому просторі шафи;

- установка для нанесення суспензії на модельні блоки повинна бути обладнана щільним відсмоктувачем, який забезпечує швидкість всмоктуваного повітря в зоні виокремлення шкідливих речовин понад 0,5 м/с;

- установка для обсипання блоків повинна мати місцеву витяжну вентиляцію;

- плавильні печі мають бути обов'язково обладнані витяжними зонтами із швидкістю повітря в приймальному отворі понад 0,5 м/с;

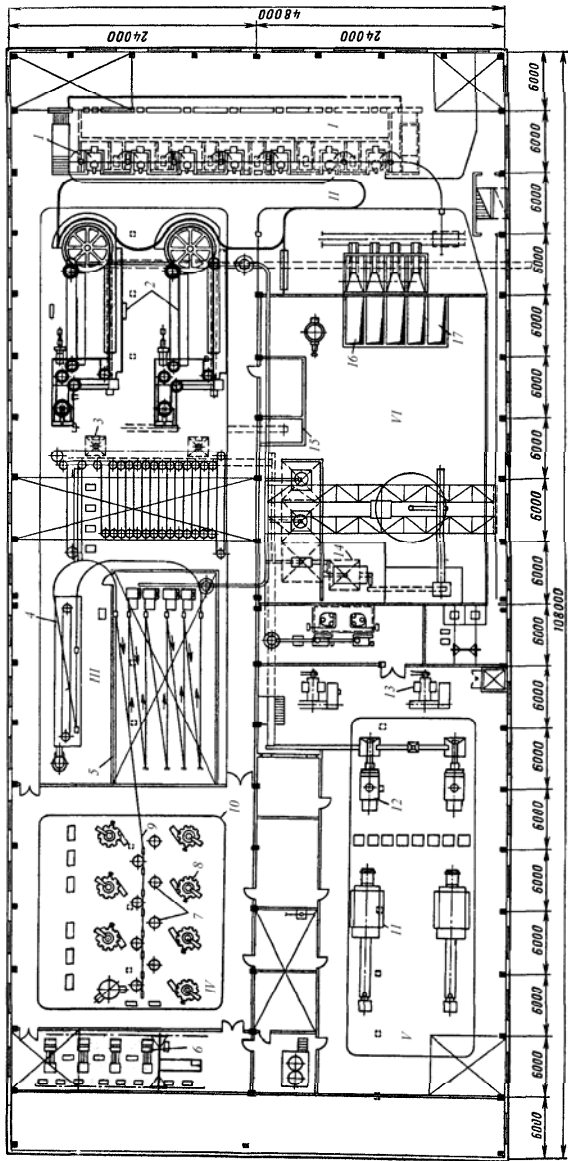


Рис. 7.13. Планування цеху точного литва за витоплованими моделями:
 I — плавильне відділення; II — відділення заливання форм; III — відділення виготовлення керамічних форм; IV — відділення виготовлення модельних блоків; V — відділення очищення і термічного оброблення виливків; VI — склад формувальних і шихтових матеріалів; VII — індукційні печі моделі ІСТ-0,25; 2 — агрегати прожарювання, заливання і охолодження моделі 675; 3 — склад керамічних форм; 4 — ванна випалення модельного складу мод. 672; 5 — камера повітряно-аміачного сушіння з агрегатами нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття моделі 64001; 6 — агрегати для приготування вогнетривкого покриття моделі 6А63; 7 — робочі місця складання модельних блоків на конвеєрі; 8 — автоматичні установки для виготовлення модельних ланок моделі 653; 9 — конвеєр для транспортування модельних керамічних блоків; 10 — конвеєр для транспортування модельних блоків; 11 — печі для термічного оброблення виливків; 12 — агрегати для вилуговування виливків моделі 6В95; 13 — агрегати для відокремлення залишків кераміки від виливків і виливків від стоек моделі 6А92; 14 — піч для сушіння пилоподібного кварцу; 15 — бункер для піску; 16 — засіки для шихти; 17 — засік для глини

– температура повітря на робочих місцях має бути в холодний і перехідний періоди року (температура зовнішнього повітря нижче $+10^{\circ}\text{C}$) $16...22^{\circ}\text{C}$, у теплий період року – менше 28°C ; у відділенні виготовлення моделей і модельних блоків рекомендується підтримувати температуру повітря на рівні $22\pm 2^{\circ}\text{C}$.

7.3. Цехи лиття в оболонкові форми

Лиття в оболонкові форми – один із прогресивних способів виробництва виливків, який дає можливість виготовляти заготовки з високою точністю розмірів і мінімальною шорсткістю поверхні. Спосіб використовують для виготовлення виливків зі сплавів на основі заліза масою до 60 кг. Лиття в оболонкові форми використовують тоді, коли це технологічно необхідно, наприклад, для виготовлення великих ребристих циліндрів автомобільних, тракторних і мотоциклетних двигунів з повітряним охолодженням. На лиття в оболонкові форми доцільно переводити такі групи заготовок із сплавів на основі заліза:

– деталі, які традиційно виготовляють із поковок, якщо це значно знизить витрати металу і трудомісткість механічного оброблення, а також сприятиме поліпшенню експлуатаційних властивостей;

– деталі, які виготовляють зварюванням, якщо це зменшить сумарну трудомісткість процесів зварювання і механічного оброблення;

– литі деталі, якщо переведення їх з лиття в разові об'ємні піщані форми на лиття в оболонкові форми знизить витрати металу, трудомісткість формування, очищення і механічного оброблення, а в багатьох випадках сприятиме зменшенню утрат від браку з вини формувальних сумішей і форм;

– литі деталі складної конфігурації, які виготовляють з використанням стрижнів у разових піщаних об'ємних формах і які можна виготовити литтям в оболонкові форми без стрижнів, оскільки в цих формах внутрішні отвори у виливках можна одержувати за допомогою болванів;

– литі деталі, які виготовляють за витоплюваними моделями, якщо виливок повністю можна розташувати в одній півформі;

– литі деталі, які виготовляють другими способами із високоміцного чавуну з кулястим графітом.

Оптимальними для виливків масою до 20 кг є цехи потужністю 5000...7000 або 10000...15000 т литва, а для виливків масою до 60 кг – потужністю 20000...30000 т придатних виливків за рік.

Переваги лиття в оболонкові форми порівняно із виробництвом виливків в об'ємних разових піщаних формах:

- витрати формувальних матеріалів зменшуються в 10 – 20 разів;
- підвищується точність виливків, покращується чистота поверхні та зменшується її шорсткість;
- суттєво знижуються припуски на механічне оброблення і підвищується коефіцієнт використання металу;
- зменшується трудомісткість виготовлення форм та видалення із них виливків;
- скорочуються виробничі площі;
- зменшується парк опок або їх відсутність;
- малоопераційність технологічного процесу виготовлення виливків створює умови для максимального впровадження механізації і автоматизації та організації поточкових методів праці.

Недоліками цього способу лиття є такі:

- висока вартість зв'язувальних компонентів;
- погіршуються санітарно-гігієнічні умови праці.

7.3.1. Визначення обсягів виробництва

Обсяги виробництва визначають на підставі вихідних даних заповненням відомості (табл. 7.27) за формою 40, при цьому враховують: брак виливків $K_{бр}$ – 4...5 %; утрати оболонок $K_{об}$ – 3...4 %; утрати стрижнів $K_{ст}$ – 7...8 %; утрати піщано-смоляної суміші $K_{см}$ – 5...6 %; утрати металу на угар, скрап тощо $K_{у.м.}$: 4...5 % – для чавунів, 5...6 % – для сталей і 7...8 % – для сплавів на основі кольорових металів.

Форма 40

Таблиця 7.27

Відомість обсягів виробництва виливків литтям в оболонкові форми

Індекс позиції	Код деталі	Кількість виливків				Кількість форм на програму з урахуванням утрат (L)	Кількість стрижнів		Розмір форм (довжина × ширина), мм
		на виріб	на програму (A)	на програму з урахуванням браку виливків (B)	у формі (B)		на виливок (L)	на програму з урахуванням утрат	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				$AK_{бр}$		$(B/B)K_{об}$		$BJK_{ст}$	
Усього									

Маса, кг										
однієї форми (Е)	піщано-смоляної суміші для форм на програму (Ж)	стрижнів на форму (І)	піщано-смоляної суміші для стрижнів на програму (К)	піщано-смоляної суміші для форм і стрижнів на програму з урахуванням утрат суміші (Л)	регенерованого піску	одного вилівка (М)	вилівоків на програму з урахуванням браку вилівоків	металу на одну форму (Н)	рідкого металу на програму (П)	металозавалки на програму
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	ЕГ		ІГК _{ст}	(Ж+К)К _{см}	0,8·Л		МБ	МВ+q _л	ГН	ПК _{у,м}

Примітка. $K_{бр}$ – брак вилівоків; $K_{об}$ – брак оболонок; $K_{ст}$ – брак стрижнів; $K_{см}$ – утрати суміші; $q_{л}$ – маса ливників; $K_{у,м}$ – утрати металу на угар, скрап тощо. Числові значення цих коефіцієнтів наведено вище.

7.3.2. Структура цехів лиття в оболонкові форми

Цехи лиття в оболонкові форми мають такі основні виробничі відділення і дільниці:

- приготування піщано-смоляних сумішей;
- виготовлення, зміцнення і складання оболонкових форм. У відділенні установлюють форми в контейнери і засипають дробом;
- стрижневе відділення, у якому виготовляють стрижні, зачищають їх, фарбують і підсушують;
- відділення плавлення металу і заливання форм. У відділенні виплавляють сплави, заливають форми, охолоджують і видаляють вилівки з контейнерів (за умови використання такої технології) та остаточно охолоджують вилівки;

- відділення фінішних операцій. У відділенні очищають, зачищають, грунтують виливки та контролюють їх якість;
- склади шихтових і формувальних матеріалів з дільницями їх приготування до використання.

До складу цехів входять і допоміжні дільниці:

- регенерації піску — розташовують на складі формувальних матеріалів;
- охолодження і знепилування дробу — розташовують також на складі формувальних матеріалів;
- служби механіка і енергетика;
- лабораторії, комори тощо.

7.3.3. Технологічний процес та устаткування

Приготування піщано-смоляних сумішей – основна і відповідальна операція, оскільки від неї залежать як якість оболонок, так і якість виливків.

Піщано-смоляні суміші, які використовують для виготовлення оболонкових форм, поділяють на механічні (неплаковані) і плаковані, що мають значну міцність на стискання у вологому стані.

Механічна суміш складається із сухого кварцового піску, зволожувача (гасу або оливи) і порошкоподібного зв'язувального компонента.

Механічну суміш готують послідовним перемішуванням у змішувачі спочатку сухого піску зі зволожувачем (2...3 хв), а потім додають порошкоподібний зв'язувальний компонент і продовжують перемішувати протягом 4...5 хв.

Практикою лиття в оболонкові форми встановлено, що кращим варіантом є використання плакованих сумішей. У таких сумішах під час перемішування компонентів (піску і терморективної штучної смоли – пульвербакеліту) піщинки покриваються тонкою плівкою смоли.

Найефективнішим є метод гарячого плакування піску бакелітовою смолою (4...5 %) з додаванням у суміш 0,4...0,5 % уротропіну і 0,04...0,05 % стеарату кальцію або цинку. Для приготування плакованих сумішей використовують холодне, тепле або гаряче плакування.

Холодне плакування виконують двома способами. За першим способом сухий пісок ретельно перемішують із зв'язувальним компонентом і в процесі перемішування в суміш додають розчинник.

Потім суміш продувають холодним повітрям, при цьому розчинник випаровується, а суміш, що залишилась, розсипається на окремі зерна, покриті тонкою плівкою.

За другим способом сухий пісок перемішують з розчином зв'язувального компонента в спирті або іншому розчиннику.

Тепле плакування відрізняється від холодного тим, що для прискорення видалення розчинника суміш продувають повітрям, нагрітим до 100 °С. При цьому здійснюється повніше видалення розчинника і знижується схильність суміші до злежування.

За гарячого плакування використовують гарячі повітря або пісок. У першому варіанті гаряче повітря пропускають через пісок і нагрівають його в процесі перемішування до 120...130 °С.

Потім у нагрітій пісок додають рідку смолу з каталізатором (уротропіном).

Після короточасного перемішування смоли з піском гаряче дуття припиняють і суміш швидко охолоджують додаванням певної кількості води, після чого суміш перемішують доти, доки вона не стане сухою.

У другому варіанті до піску, нагрітого до 160...180 °С, додають подрібнені кусочки смоли, яка розплавляється і покриває зерна піску тонкою плівкою. У процесі перемішування температура суміші знижується до 90...80 °С і в суміш додають водний розчин уротропіну.

Плаковані піски, приготовлені гарячим способом, дають можливість виготовляти оболонкові форми і стрижні високої якості.

Проте таке приготування супроводжується дещо більшими витратами смоли, ніж холодне.

Плаковані суміші у цехах масового і великосерійного виробництв готують за допомогою змішувачів: відцентрових, лопатевих, шнекових або коткових.

Відцентровий змішувач періодичної дії для швидкого приготування плакованої суміші холодним способом в умовах масового і великосерійного виробництв показано на рис. 7.14.

Суміш готують за такою технологією. Матеріал, який завантажують у змішувач, піднімається із дна за допомогою двох плужків і підкидається під котки, що обертаються в горизонтальній площині і притискаються під дією відцентрової сили до стінок чаші.

Матеріал, перебуваючи у суспендованому стані, піддається інтенсивному продуванню повітрям, яке подається повітродувкою через дифузор. Котки і стінки чаші змішувача облицьовують гумою.

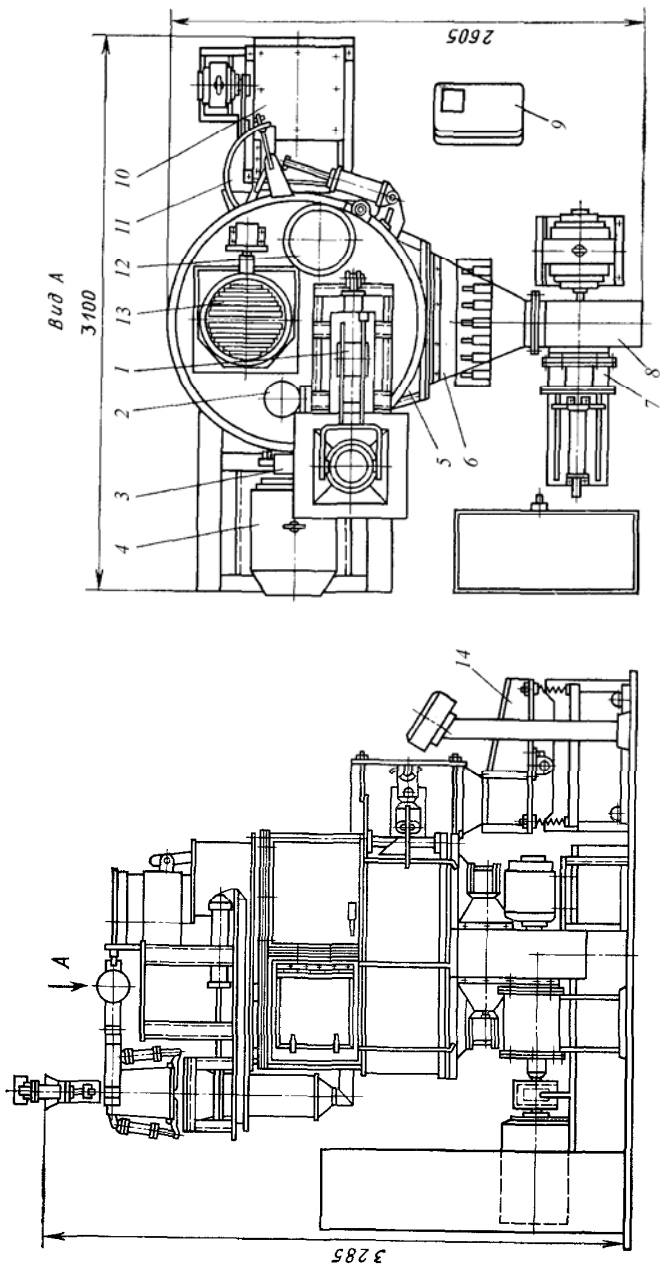


Рис. 7.14. Відцентровий змішувач для приготування плакованої суміші холодним способом:
 1 — дозатор кварцового піску; 2 — дозатор пульверкаеліту; 3 — муфта; 4 — електродвигун; 5 — повітряна коробка;
 6 — дифузор; 7 — дросельна засувка; 8 — вентилятор; 9 — пульт керування; 10 — вібраційне сито; 11 — розвантажувальне вікно; 12 — дозатор зволожувача; 13 — дозатор дрібного піску; 14 — приймальний пристрій

Унаслідок значної частоти обертання вертикального вала змішувача (75 хв^{-1}) і котків (205 хв^{-1}) інтенсивність перемішування компонентів суміші досить висока. У змішувач компоненти піщано-смоляної суміші подають через дозатори: 1 – кварцового піску, 13 – дрібного піску, 12 – зволожувача, 2 – пульвербакеліту. Електродвигун 4 приводить у рух котки через муфту 3 і редуктор. Повітря подається в коробку 5 вентилятором 8 через дифузор 6 і регулюється дросельною засувкою 7.

Після перемішування, просушування і подрібнення суміш через розвантажувальне вікно 11 подається на вібраційне сито 10. Просіяна суміш потрапляє в приймальний пристрій 14.

Приготовлена суміш має вигляд сухого і подрібненого до сипкого стану матеріалу. Проте для відокремлення твердих грудочок суміш необхідно просіювати. Цикл роботи змішувача може бути автоматичним або поопераційним. Змішувачем керують із пульта 9.

Автоматичну установку моделі 7226 для приготування плакованих сумішей гарячим способом показано на рис. 7.15.

Пісок із цехового бункера за допомогою спеціального пристрою завантаження подається в нагрівник 7 до встановленого рівня, де нагрівається в «киплячому шарі» до $150...180 \text{ }^\circ\text{C}$. «Кипіння» створюється вентилятором 1. Потім через дозатор-шлюз порція нагрітого піску масою 250 кг подається в двоваловий змішувач 2. У змішувач послідовно через певні інтервали часу подають смолу, розчин уротропіну і стеарат. Порції цих компонентів відмірюються дозаторами: для смоли 8, води 9, уротропіну 10 і стеарату 11. Під час перемішування гарячого піску з смолою остання розплавляється і обволікає зерна піску.

Корпус змішувача охолоджується водою, а суміш, перемішуючись, продувається повітрям (після додавання уротропіну і до введення стеарату). Після завершення циклу перемішування суміш вивантажується в розпушувач 3, в якому продовжується перемішування, розбиваються грудки і охолоджується суміш. Після розпушувача суміш пропускають через вібросито 4 і транспортують в охолоджувач 6, де за допомогою вентилятора 5 створюється «киплячий шар». Із охолоджувача суміш передається в цехову транспортну систему. Установкою керують із пульта 12. Технічну характеристику установки моделі 7226 наведено в табл. 7.28.

Практикою встановлено, що середні витрати піску на виготовлення однієї тонни придатного литва в оболонкових формах

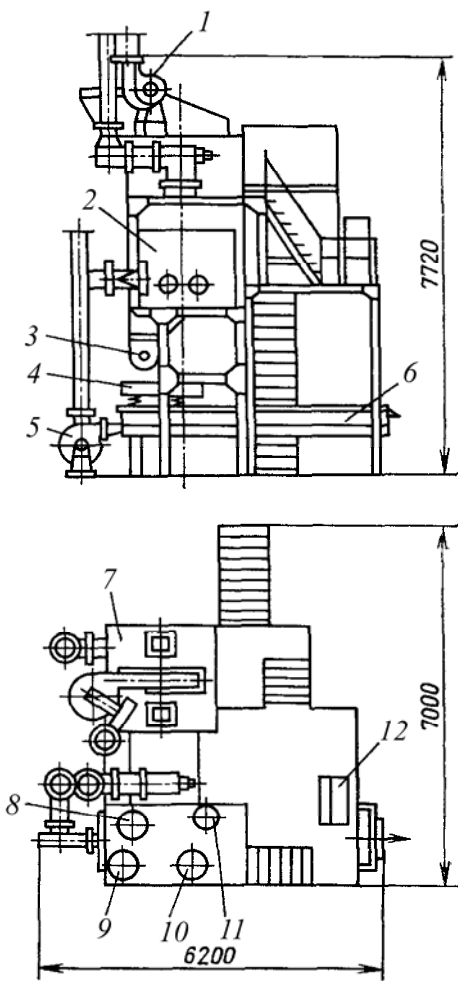


Рис. 7.15. Автоматична установка моделі 7226 для приготування плакованих сумішей гарячим способом:
 1 — вентилятор; 2 — двовалковий змішувач;
 3 — розпушувач; 4 — вібросито; 5 — вентилятор; 6 — охолоджувач; 7 — нагрівник піску; 8 — дозатор смоли; 9 — дозатор води; 10 — дозатор уротропіну; 11 — дозатор стеарату; 12 — пульт керування

приблизно 750 кг, бакелітової смоли — 40 кг, уротропіну — 4 кг, стеарату цинку — 0,4 кг, уайт-спіриту — 7 кг, води на охолодження індуктора — 8300 л.

У цехах лиття в оболонкові форми для сушіння і просіювання піску використовують таке ж устаткування, як і в цехах виробництва виливків у разових об'ємних піщаних формах.

Для підсушування піску доцільно використовувати сушарки безперервної дії з автоматизованими системами завантаження і вивантаження, а просіювання здійснювати на вібраційних ситах.

Годинну потребу суміші визначають, виходячи із витрат матеріалів, за формулою

$$V_c = V_p P_T 1,05 / K_y \Phi_d,$$

де V_p — річний випуск литва за програмою, т; P_T — витрати суміші на одну тону придатного литва, кг; 1,05 — коефіцієнт, який враховує утрату матеріалів; K_y — коефіцієнт використання устаткування для виготовлення оболонок, $K_y = 0,7 \dots 0,8$; Φ_d — дійсний річний фонд роботи устаткування для виготовлення оболонок, год.

**Технічна характеристика автоматичної установки моделі 7226
для приготування плакованих сумішей гарячим способом**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, т/год	3
2	Тривалість циклу приготування плакованої суміші, хв	5
3	Маса одного замісу, кг	250
4	Установлена потужність, кВт	96
5	Витрати, м ³ /год: стиснутого повітря газу	2,5 70,0
6	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	7000 6200 7720
7	Маса, кг	19000

Кількість змішувачів, з урахуванням тривалості циклу приготування суміші 12 хв, визначають за формулою

$$Z = V_c / П,$$

де П – продуктивність одиниці устаткування, т/год.

За умови іншої тривалості циклу приготування суміші кількість змішувачів визначають за формулою:

$$Z = 1,25Pt / 60V,$$

де P – потреба в суміші на годину, м³; t – тривалість циклу приготування суміші, хв; V – місткість чаші змішувача, м³

Оболонкові форми виготовляють на устаткуванні, яке розрізняють:

- за методом виготовлення оболонок (насіпанням, насипанням з наступним підпресовуванням, надуванням);
- за способом насипання суміші (бункерний і рамковий);
- за кількістю позицій (одно- і багатопозиційне);
- за способом переміщення модельної плити (човникове, карусельне, конвеєрне і рольгангове);

Машини для виготовлення оболонкових півформ виготовляють переважно багатопозиційними, щоб підвищити їх продуктивність, причому оболонки спікаються на декількох позиціях.

Це зумовлено тим, що на спікання оболонок необхідно більше часу, ніж на виконання інших операцій виготовлення оболонкової півформи.

Чотирипозиційний автомат для виготовлення оболонкових півформ, призначений для використання в ливарних цехах масового і великосерійного виробництв, показано на рис. 7.16.

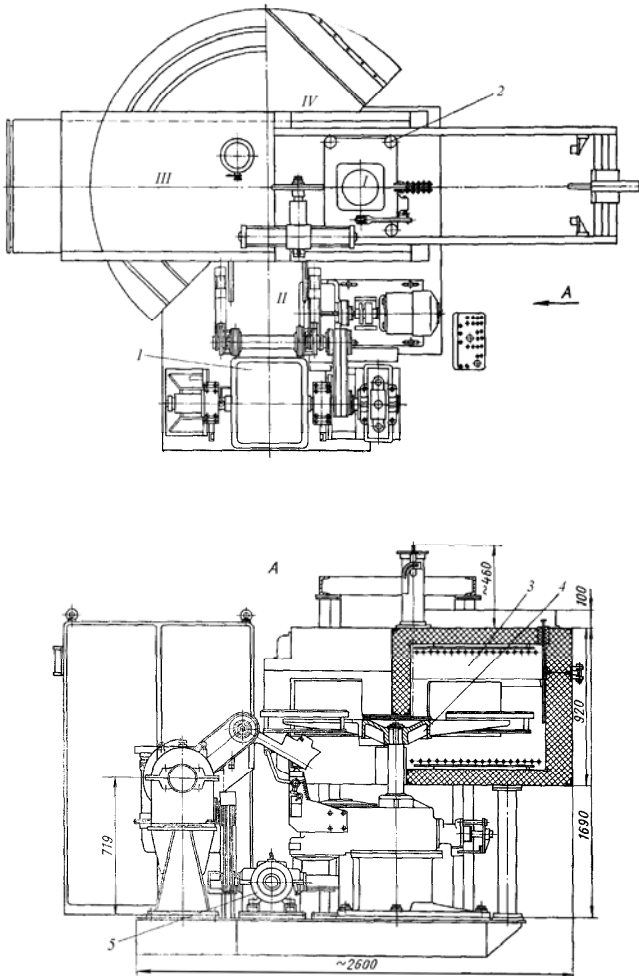


Рис. 7.16. Чотирипозиційний автомат для виготовлення оболонкових півформ:
 1 — поворотний бункер; 2 — механізм зміняння готової оболонки;
 3 — піч для спікання оболонок; 4 — поворотний стіл; 5 — електродвигун

Автомат являє собою карусельну установку з вертикальною віссю обертання. Оболонкові півформи виготовляють із піщано-смоляної суміші з пудербакелітом.

Суміш засипається із поворотного бункера *I* на модельну плиту. На цій позиції здійснюється допресовування оболонки еластичною діафрагмою під дією стиснутого повітря тиском 0,15...0,20 МПа. Діафрагма установлена всередині бункера і після завершення процесу пресування під дією суміші повертається на його дно.

Технологічний процес виготовлення оболонкової півформи розділений на чотири позиції: *I* – знімання готової оболонки з модельної плити за допомогою штирів механізму *2* знімання готової оболонки і виведення її за межі автомата, а також підготовки плити до наступного циклу; *II* – формоутворення оболонки і допресовування; *III* і *IV* – спікання оболонки в печі *3*.

Плита повертається при кожному циклі на 90° за допомогою стола *4*, який приводиться в рух електродвигуном *5*.

На автоматі можна установлювати модельні плити розмірами 500×400 мм і висотою до 180 мм. Температура робочого простору печі – до 600 °С. Усі операції виготовлення оболонкової півформи і регулювання теплового режиму виконуються автоматично.

Технічні характеристики таких автоматів наведено в табл. 7.29.

Планування дільниці лиття в оболонкові форми для масового виробництва чавунних виливків показано на рис. 7.17.

Таблиця 7.29

**Технічні характеристики устаткування
для виготовлення оболонкових пів форм**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки		
		АОФ-4	51214	8Б31
1	Габаритні розміри оболонки, мм:			
	довжина	500	800	800
	ширина	400	600	600
	висота	180	200	200
2	Продуктивність, півформ за годину:	75...100	–	80...200
	залежно від товщини оболонки			
	при товщині оболонки 10 мм	–	75	–

Індекс позиції	Параметр	Модель установки		
		АОФ-4	51214	8Б31
3	Кількість позицій карусельного стола	4		
4	Тиск у гідросистемі, МПа	–	4	4
5	Робоча температура в печі, °С	460	600	600
6	Витрати, м ³ /год:			
	газу	–	45,0	50,0
	стиснутого повітря	3,1	25,0	30,0
7	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	2700	5880	4620
	ширина	2600	4470	3350
8	висота	2250	4060	3400
	Маса	5435	14100	11000

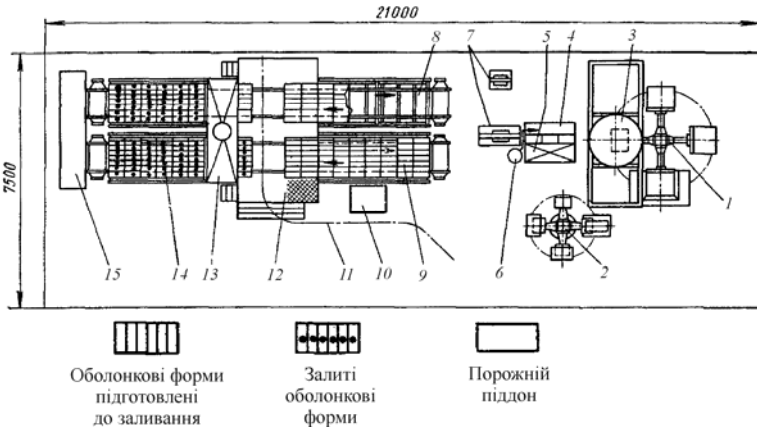


Рис. 7.17. Планування дільниці лиття в оболонкові форми для виробництва чавунних виливків:

- 1 — чотирипозиційна карусельна установка виготовлення оболонкових півформ;
 2 — чотирипозиційна карусельна установка виготовлення оболонкових стрижнів;
 3 — бункер з піщано-смоляною сумішшю; 4 — робочий стіл для складання (підготовки до склеювання) форм; 5 — стелаж для стрижнів; 6 — шприц для подавання клею; 7 — прес для склеювання оболонок; 8 — візковий конвеєр (оборотна дільниця); 9 — візковий конвеєр (пряма дільниця); 10 — ванна для очищення оснастки; 11 — монорейкова колія для транспортування ковшів з металом на заливальний майданчик; 12 — заливальний майданчик; 13 — витяжний зонт; 14 — візковий конвеєр (охолоджувальна дільниця); 15 — місце вибивання форм

Лінія моделі 53414 (рис. 7.18) призначена для виготовлення оболонкових форм із сухих термореактивних сумішей на синтетичній фенольній смолі в умовах масового, великосерійного і серійного виробництва. Технічну характеристику лінії наведено в табл. 7.30.

Формування оболонкових півформ здійснюється гравітаційним способом за допомогою поворотного бункера з шибєрним секторним затвором. Технологічний цикл виготовлення оболонкових форм складається із таких операцій: виготовлення півформ, транспортування їх на установку складання і склеювання півформ, автоматичне нанесення клею, кантування нижніх півформ, накладання верхніх півформ на нижні, склеювання, видавання на приймальний рольганг готових форм. Оснастку нагрівають газом. За 30...40 с формується оболонка товщиною 10...14 мм.

Приводи лінії електричний і гідравлічний. У гідросистему входять дві насосні станції – високого і низького тиску – оснащені пластинчастими двопотоковими насосами. Дистанційне керування здійснюють з пультів автомата і установки для складання і склеювання півформ.

Лінія може працювати в комплекті з автоматизованою системою подавання суміші в завантажувальний бункер, а також спільно з автоматизованою системою транспортування готових форм на подальші технологічні операції. Режим роботи лінії: автоматичний, напівавтоматичний і налагоджувальний.

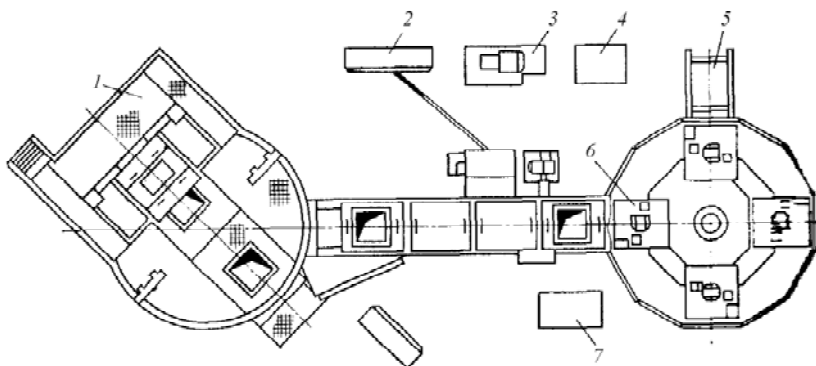


Рис. 7.18. Лінія моделі 53414 для виготовлення оболонкових форм:
1 — автомат моделі 51214 для виготовлення оболонкових півформ;
2 — електрошкафа; 3 і 4 — гідроагрегати; 5 — приймач готових оболонкових форм; 6 — установка моделі 51514 для складання і склеювання оболонкових півформ; 7 — пульт керування

Таблиця 7.30

**Технічна характеристика лінії моделі 53414
для виготовлення оболонкових форм**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Розміри виготовлюваних форм, мм: основні додаткові	800×630 800×600 630×400 600×400
2	Найбільша висота, мм: форми моделі	400 200
3	Продуктивність, форм/год, для форм розмірами в плані, мм: 800×630 (800×600) 630×400 (600×400)	35 70
4	Кількість: робочих, що обслуговують лінію в одну зміну електродвигунів гідронасосів	3 3 2
5	Робочий тиск у гідросистемі, МПа	4; 8
6	Витрати, м ³ /год: охолоджувальної води стиснутого повітря газу	3,6 27,5 45,0
7	Маса завантажуваної в бункер суміші, кг	1000
8	Установлена потужність, кВт	15,4
9	Габаритні розміри лінії (без допоміжного устаткування), мм: довжина ширина висота	12900 5200 4060
10	Маса, кг	25300

Під час проектування сучасного цеху лиття в оболонкові форми необхідно передбачати механізоване складання останніх.

Для склеювання півформ використовують напівавтоматичні машини, технічні характеристики яких наведено в табл. 7.31.

Таблиця 7.31

**Технічні характеристики машин
для склеювання оболонкових форм**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини		
		880	881	882
1	Найбільші розміри склеюваних форм, мм:			
	довжина	500	600	800
	ширина	400	500	600
	висота	200	200	200
2	Продуктивність, форм/год	65...80		
3	Зусилля пневмопривода преса, Н	10000	20000	30000
4	Тиск стиснутого повітря в пневмережі, МПа	0,5...0,7		
5	Установлена потужність, кВт	0,5		
6	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	1800	2000	2300
	ширина	930	1000	1250
	висота	2450	2450	2450
7	Маса, кг	2000	2600	3000

Кількість устаткування для виготовлення оболонкових форм визначають за формулою:

$$n = 2 \cdot B / \Phi_d \cdot q,$$

де B – кількість форм для виконання річної програми з урахуванням бракованих, шт.; q – продуктивність устаткування, півформ/год.

Машина моделі 880 для склеювання оболонкових форм (7.19).

Основні механізми машини: станина 3, два преси 2 штирового типу, механізм нанесення пульвербакеліту, дві каретки 1 з пневматичними приводами переміщення механізмів і нанесення пульвербакеліту, роликівий конвеєр 4 для подавання оболонок і видалення за межі машини готових форм, кожух і пульт керування.

Машина працює за таким технологічним процесом: півформа установлюється на раму однієї із кареток на позицію завантаження оболонок і вивантаження форм. На поверхню півформи, яка призначена для склеювання, наносять у певних місцях пульвербакеліт. Складена форма кареткою подається під прес, який застискує її пружинними штирями.

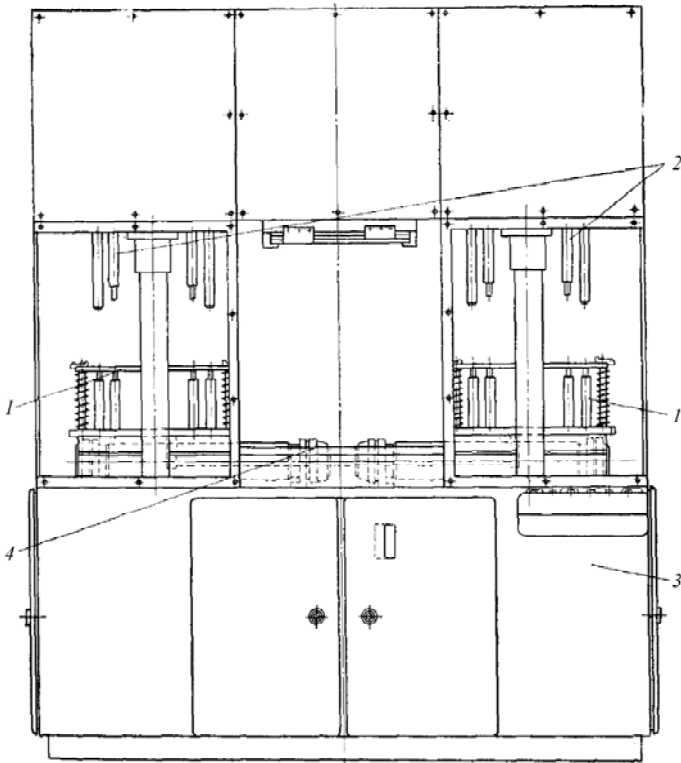


Рис. 7.19. Машина для склеювання оболонкових форм:
 1 — каретки; 2 — преси; 3 — станина; 4 — роликівий конвеєр

Тривалість витримування форми під пресом можна регулювати. Після закінчення циклу пресування (склеювання) каретка передає склеєну форму за межі машини.

Зміцнення оболонкових форм здійснюють під час виготовлення металомістких виливків такими способами:

Засипання оболонок у контейнері виконують сипким матеріалом, наприклад, піском або чавунним дробом. Особливо ефективним є засипання чавунним литим дробом діаметром 2,5...4,0 мм. Дріб має високу газопроникність, якісно обтікає зовнішню поверхню оболонкової форми і одночасно в контейнері має невелику рухомість. Дріб використовують багаторазово. Для цього його після видалення з контейнера звільнюють від залишків оболонок і охолоджують.

Необхідно зазначити, що засипання контейнерів дробом, як і їх висипання, слід виконувати на окремих позиціях з нагромаджувачами для порожніх і заповнених дробом контейнерів. ***Цю рекомендацію необхідно виконувати обов'язково, оскільки ритм засипання і вибивання контейнерів та установа їх на конвеєр важко синхронізувати з ритмом заливання форм.***

Виконання на зовнішній поверхні півформ ребер жорсткості або спеціальних опорних виступів, які упираються в стінки заливального конвеєра або один у другий при вертикальному положенні оболонкових форм. Така технологія виготовлення та зміцнення оболонкових форм дає можливість у багатьох випадках не використовувати засипання контейнерів дробом.

У сучасних цехах лиття в оболонкові форми доцільно організувати дільницю регенерації піску, яка полягає в нагріванні звороту суміші (кусків, які залишилися від оболонок) до температури 900 °С, за якої смола вигоряє, а пісок після охолодження, просіювання і знепилювання можна повторно використовувати для приготування піщано-смоляних сумішей.

Виготовлення оболонкових стрижнів. Стрижні, товщина яких більша за 20 мм, виготовляють переважно порожнистими. Вони мають високу міцність (тимчасовий опір розриванню – 0,25...0,35 МПа), тому для них не використовують металеві каркаси. Через малу гігроскопічність такі стрижні можна довгий час зберігати на складі стрижнів, до того ж вони легко видаляються із виливків.

Оскільки маса порожнистих стрижнів на 40...80 % менша маси суцільних, вартість їх, навіть у разі високої вартості смоли, менша від вартості стрижнів, виготовлених із піщано-оливових сумішей. Оболонкові стрижні використовують не тільки під час виготовлення виливків в оболонкових формах, але і в інших, наприклад, металевих.

Виплавлення металу і заливання форм. Сплави (чавуни, сталі, латуні, бронзи тощо) виплавляють у дугових та індукційних печах різного типу і місткості залежно від обсягу виробництва виливків. Заливання форм виконують за технологіями, які використовують у цехах лиття в разові піщані об'ємні форми.

Особливу увагу приділяють вибиванню виливків із оболонкових форм. На рис. 7.20 показана схема установки для вибивання виливків із оболонкових форм. Установка являє собою барабан 4 з горизонтальною віссю обертання, стінки якого виготовлені із сталевих прутків, розташованих на відстані 25 мм один від другого.

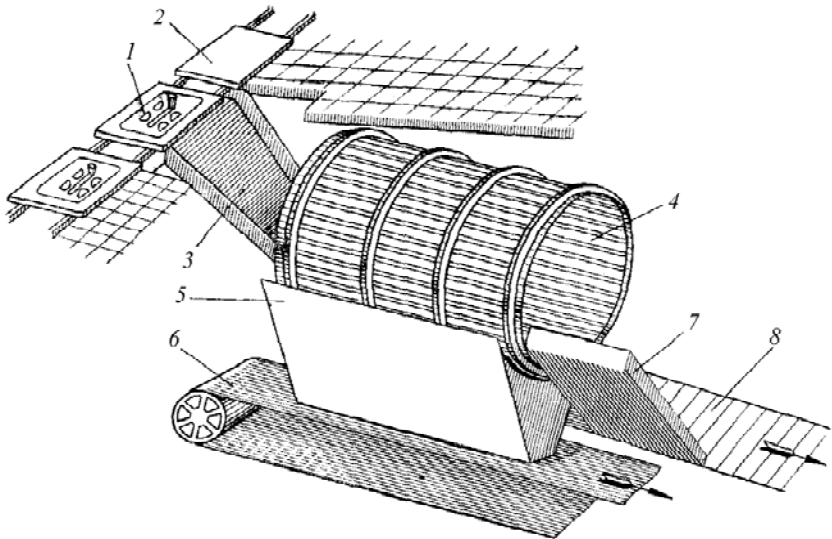


Рис. 7.20. Схема установки для вибивання виливків із оболонкових форм:

- 1 — виливки з оболонками; 2 — візок наземного конвеєра;
 3, 7 — сковзала; 4 — барабан; 5 — бункер для збирання відпрацьованої суміші; 6 — стрічковий конвеєр;
 8 — пластинчастий конвеєр

Барабан вільно опирається на чотири котки, два з яких тягові. Барабан закритий кожухом, у якому передбачений патрубок для приєднування до відсмоктувальної вентиляції. Операцію вибивання виливків виконують таким чином: охолоджені виливки 1 разом із формами пневматичним штовхачем зіштовхуються з візка 2 наземного конвеєра на сковзало 3.

Якщо форма під час заливання міститься на підвісному конвеєрі, виливки з формами скидають на сковзало під час перевертання підвісної люльки.

Сковзалом форми з виливками потрапляють в обертовий вибивальний барабан, де оболонкові форми руйнуються, а їх кусочки провалюються через щілини барабана. Виливки переміщуються внаслідок невеликого нахилу барабана і сковзалом 7 потрапляють на пластинчастий конвеєр 8, яким транспортують їх у відділення фінішних операцій.

Під барабаном розташований бункер 5 для збирання відпрацьованої суміші і стрічковий конвеєр 6 для транспортування її в спеціальний короб або на регенерацію.

Фінішні операції. Після охолодження виливки передають на очищення, обрубання, термічне оброблення та ґрунтування.

Для фінішних операцій у цехах лиття в оболонкові форми використовують те саме устаткування, що і в цехах виготовлення виливків у разових об'ємних піщаних формах (див. підрозд. 5.5).

Вибране устаткування необхідно розташовувати відповідно до послідовності виконання наведених операцій, передбачаючи проміжні міжопераційні склади для тимчасового зберігання виливків, особливо на дільниці термічного оброблення.

7.3.4. Компонування цехів лиття в оболонкові форми

Компонування цехів лиття в оболонкові форми здійснюють на підставі вибраного і розрахованого устаткування для обраного технологічного процесу виготовлення виливків.

Планування чавуноливарного цеху виготовлення виливків литтям в оболонкові форми потужністю 7000 т придатного литва за рік показано на рис. 7.21. Цех призначений для виробництва виливків масою до 10 кг партіями 50 000 – 5 000 шт./рік.

У торцевому прогоні шириною 18 м розташовано склад 1 шихтових і формувальних матеріалів.

У першому прогоні розташовано відділення приготування плакованої піщано-смоляної суміші 2, стрижневе відділення 3, ремонтна майстерня 4 і дільниця ґрунтування виливків 5.

У другому прогоні розміщено плавильне відділення 13 з двома вагранками продуктивністю 3 т/год, відділення для виготовлення і складання оболонкових форм 11 і відділення фінішних операцій 8.

У кінці двох паралельних прогонів розташовано склад готових виливків 7, а за його торцевою стіною – побутові приміщення 6 (на рисунку не показано). Зважаючи на те, що цехи лиття в оболонкові форми організують переважно на заводах, які мають інші ливарні цехи і базисні склади, цеховий склад шихти і формувальних матеріалів розраховують на десятиденний запас. Плакована суміш подається до машин виготовлення оболонкових форм і стрижнів пневмотранспортом.

Стрижні від машин на дільницю складання форм транспортують підвісним штовхальним конвеєром 9 з автоматичним адресуванням.

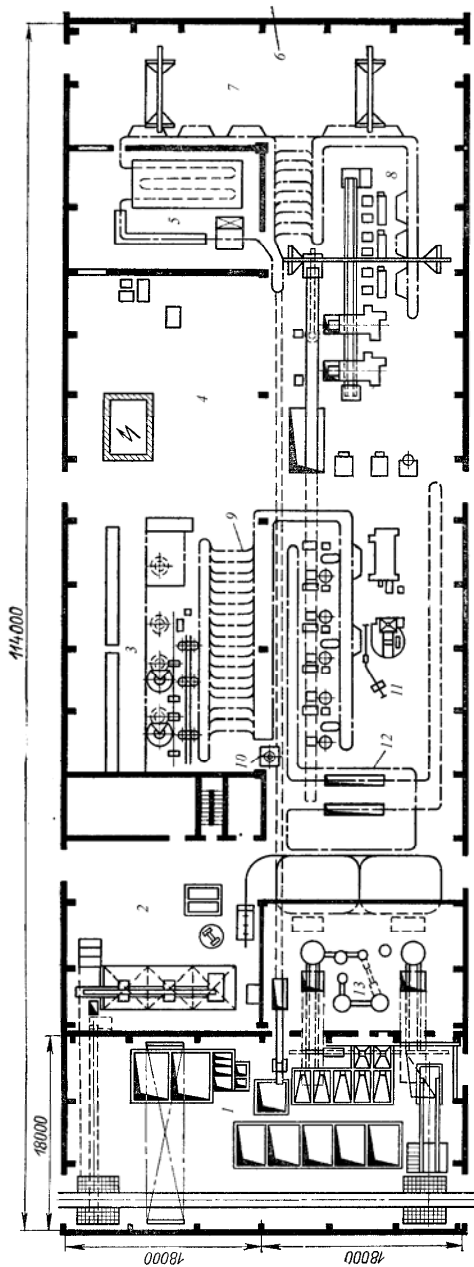


Рис. 7.21. Компонування чавуноливарного цеху виготовлення виливків литтям в оболонковій формі

Форми без засипання заливають на підвісному конвеєрі 12 з горизонтальним їх розташуванням на площадках конвеєра, покритих піщаною постіллю. Довжина конвеєра – 160 м, крок підвісок – 1,5 м, тривалість охолодження залитих форм на конвеєрі – 30 хв.

Вибивання виливків здійснюють на вибивальній ґратці з перфорованою плитою. Виливки, залишки оболонок і пісок постелі провалюються на пластинчастий конвеєр, розташований у тунелі.

Після повного охолодження виливки транспортуються у відділення фінішних операцій, де їх очищають, обрубують і ґрунтують.

Пісок від перегорілих оболонок і постелі пневмотранспортом передають в бункер 10, із якого використовують його для поновлення постелі на площадках конвеєра.

За умови випуску 7000 т придатних виливків за рік техніко-економічні показники цеху такі, т/рік:

- знімання виливків з 1 м² загальної площі цеху – 1,8;
- виливків на одного працівника в цеху – 59,8;
- виливків на одного робітника – 67,9;
- установлена потужність усіх струмоприймачів на 1 т придатного литва – 0,2 кВт.

7.3.5. Заходи з техніки безпеки та захисту навколишнього середовища

Проектом необхідно передбачити такі заходи:

Оскільки процес заливання оболоноквих форм металом супроводжується згорянням смоли та інтенсивним газоутворенням і при цьому виокремлюються не тільки пара фенолу й оксид вуглецю, але і проміжні продукти термічного розпадання смоли, різні вуглеводи, в тому числі і бензопирен 3, 4, який відносять до речовин, здатних сприяти важким захворюванням, то поліпшенню умов праці сприятиме організація інтенсивної притоково-витяжної вентиляції з місцевими відсмоктувачами, розташованими біля місць заливання форм та охолодження виливків.

Інтенсивність відсмоктування повітря має бути не меншою (м³/год): від багатопозиційного карусельного автомата для виготовлення оболоноквих півформ – 20 000; від преса для склеювання півформ – 3 000; від місць заливання форм металом – 2 000 на кожний метр довжини дільниці заливання; від вибивальної ґратки – до 10 000 на 1 м² площі її робочого полотна.

7 4. Цехи лиття під тиском

7.4.1. Загальна характеристика

Лиття під тиском – високопродуктивний спосіб виготовлення виливків з високою точністю і мінімальною шорсткістю поверхні.

Цим методом можна виготовляти дуже складні виливки, наприклад, восьмициліндровий блок двигуна автомобіля масою понад 25 кг, в якому більше 60 пролитих отворів і товщина стінок близько 18 мм, корпуси карбюраторів двигунів внутрішнього згоряння, корпуси електродвигунів, східці ескалаторів метрополітену, деталі різноманітних приладів, фотоапаратів тощо.

Отже, спосіб лиття під тиском можна успішно використовувати в будь-якій галузі промисловості для виробництва литих заготовок із сплавів на основі кольорових металів.

Єдиною перешкодою до широкого впровадження у виробництво цього способу є висока вартість прес-форм, які мають складну конфігурацію і які відносять до категорії дуже дорогої оснастки. Проте в переважній більшості випадків використання цього способу себе виправдовує, особливо в умовах масового і великосерійного виробництва складних за геометрією тонкостінних виливків.

Виробництво виливків з алюмінієвих сплавів цим способом посідає перше місце. Зменшенням товщини стінок таких виливків компенсується основний недолік цих сплавів – недостатня щільність металу. Високоякісні великогабаритні виливки з алюмінієвих сплавів виготовляють з товщиною стінок до 1,25 мм.

У промисловості литтям під тиском виготовляють також виливки з цинкових, магнієвих сплавів та сплавів на основі міді. Можливе також виробництво литих деталей зі сплавів на основі заліза за умови використання прес-форм, виготовлених із молібденвольфрамівих сплавів. Світова практика використання способу лиття під тиском дає можливість запропонувати для проектування цехи таких оптимальних потужностей:

– для виробництва виливків масою до 1 кг із цинкових сплавів і бронзи – 2 000...3 000 т придатних виливків за рік;

– для виготовлення виливків масою до 5 кг із цинкових сплавів – 5 000...6 000 т;

– для виробництва виливків масою до 5 кг зі сплавів на основі алюмінію – 1 000...2 000 або 5 000...6 000 т придатних виливків за рік, а масою понад 5 і до 20 кг – 10 000...12 000 т.

7.4.2. Структура цехів лиття під тиском

Цехи лиття під тиском складаються із трьох основних виробничих відділень відповідно з основними етапами виготовлення виливків:

- плавильне відділення;
- відділення виготовлення виливків на машинах лиття під тиском;
- відділення фінішних операцій.

Крім основних відділень в цехах лиття під тиском, передбачають допоміжні дільниці і служби:

- дільницю ремонту прес-форм та іншої оснастки;
- дільницю ремонту устаткування;
- склади шихтових матеріалів, прес-форм, готових виливків;
- лабораторії контролю якості рідкого металу та готових виливків.

У тих випадках, коли в цеху планується виробництво виливків із різних сплавів, необхідно передбачити таку схему технологічних потоків, яка дозволяла б запобігати перемішуванню сплавів.

7.4.3. Визначення обсягів виробництва

Вихідними даними для проектування цехів лиття під тиском є виробнича програма, кресленики і технічні умови на литі деталі.

На підставі цих даних складають відомість обсягів виробництва за формою 41 (табл. 7.32).

Форма 41
Таблиця 7.32

Відомість обсягів виробництва для цехів лиття під тиском

Індекс позиції	Найменування і номер деталі	Кількість виливків			Модель машини	Кількість		Маса, кг				
		на виріб	на програму (А)	на програму з урахуванням браку виливків (Б)		кількість гнізд у прес-формі (В)	запресовувань на програму (Г)	одного виливка (Д)	порції сплаву у формі	виливків на програму (Е)	рідкого металу на програму (Ж)	металозавалки на програму
				$A K_{\text{бр}}$			B/V		$D B + q_{\text{л}}$	$D B$	$E + \Gamma q_{\text{лн}}$	$Ж K_{\text{у,м}}$
Сплав 1												
Сплав 2												
Усього												

Примітка. $K_{бр}$ – коефіцієнт, який ураховує брак виливків і дорівнює 1,03...1,05; $q_{л}$ – маса ливникової системи у формі; $K_{у,м}$ – коефіцієнт, який ураховує втрати металу на угар, скрап тощо і дорівнює для кольорових металів 1,08.

Орієнтовні показники виходу придатного литва для алюмінієвих сплавів залежно від маси виливків наведено в табл. 7.33.

Таблиця 7.33

Вихід придатного литва при виготовленні виливків з алюмінієвих сплавів литтям під тиском

Індекс позиції	Маса виливків, кг	Вихід придатного литва, %
1	До 0,5	25...35
2	0,5...1,0	35...45
3	1,0...3,0	45...50
4	3,0...5,0	50...55
5	5,0...10,0	55...60
6	Понад 10,0	60...65

7.4.4. Технологічний процес і устаткування

Сутність технологічного процесу полягає в тому, що в металеву рознімну форму, яку встановлюють на машину, з високою швидкістю під тиском подається розплавлений метал. У формі метал кристалізується і через певний час виливок, який затвердів, виштовхується з неї. Залежно від способу запресовування розплаву в робочу порожнину прес-форми розрізняють машини:

- з горизонтальною холодною камерою пресування;
- з вертикальною холодною камерою пресування;
- з гарячою камерою пресування.

Для виготовлення виливків литтям під тиском із сплавів на основі алюмінію, магнію і міді використовують машини з холодними камерами пресування (горизонтальними і вертикальними), а для виробництва виливків із легкоплавких сплавів (на основі цинку, свинцю або олова) застосовують машини з гарячою камерою пресування. Найбільше поширені машини з горизонтальними камерами пресування, як такі, що мають вищі продуктивності та менші втрати тепла і тиску в ливниковій системі.

Схему технологічного процесу виготовлення виливків на машинах лиття під тиском з горизонтальною холодною камерою пресування показано на рис. 7.22.

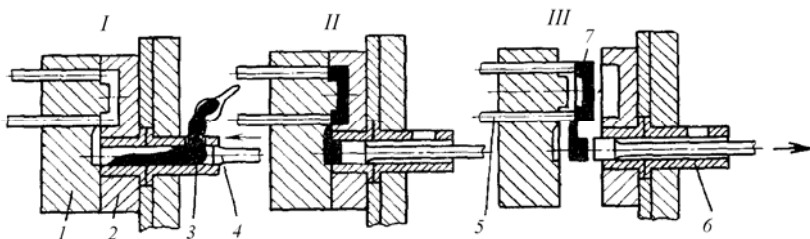


Рис. 7.22. Схема технологічного процесу виготовлення виливків на машині для лиття під тиском з горизонтальною холодною камерою пресування:

- I* — заливання металу; *II* — запресовування металу; *III* — відкриття прес-форми; 1 — рухома половина прес-форми; 2 — нерухома половина прес-форми; 3 — рідкий метал; 4 — пресовий плунжер; 5 — штовхачі; 6 — пресовий циліндр; 7 — виливок

Розплавлений метал заливається через вікно в пресовий циліндр (позиція *I*) і пресовим плунжером подається в попередньо закриту механізмом запирання прес-форму (позиція *II*). Після тверднення виливка прес-форма відкривається, виливок виштовхується з неї штовхачами і видаляється з машини (позиція *III*).

На машині з вертикальною камерою пресування (рис. 7.23) метал заливається в пресовий циліндр зверху (позиція *I*), при цьому ливникові канали, які з'єднують пресовий циліндр з порожниною прес-форми, перекритий нижнім поршнем (п'яткою) і відкривається тільки після опускання останнього під тиском металу під час пресування (позиція *II*).

Така конструкція механізму пресування не допускає потрапляння розплавленого металу в прес-форму до початку пресування і дає змогу виготовляти виливки з центральним ливником.

Видалення виливка із прес-форми здійснюється як на машині з горизонтальною камерою пресування (позиція *III*).

Модель машини вибирають на підставі відомих розрахунків потрібного тиску пресування і необхідного зусилля запирання машини за площею проекції виливка з ливниковою системою.

Після цього перевіряють достатність місткості камери пресування цієї машини за вибраним тиском пресування.

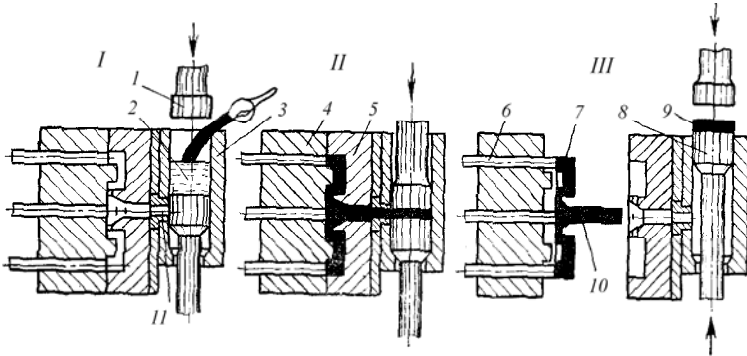


Рис. 7.23. Схема технологічного процесу виготовлення виливків на машині для лиття під тиском з вертикальною холодною камерою пресування:

I — заливання металу; *II* — запресовування металу; *III* — відкриття прес-форми; 1 — пресовий плунжер; 2 — рідкий метал; 3 — пресовий стакан; 4 — рухома частина прес-форми; 5 — нерухома половина прес-форми; 6 — штовхачі; 7 — виливок; 8 — нижній поршень (п'ятка); 9 — прес-залишок; 10 — ливник

Визначаючи місткість камери пресування, слід прагнути зменшити її діаметр, оскільки при цьому підвищується тиск на сплав і зменшується об'єм прес-залишка. Для правильного вибору машини для певного групового технологічного потоку виготовлення виливків доцільно скористатися рекомендованими тисками пресування, які наведено в табл. 7.34.

Таблиця 7.34

Рекомендовані тиски пресування, МПа, для виготовлення виливків з різних сплавів і різної конфігурації

Індекс позиції	Сплави	Виливки з товщиною стінки до 3 мм			Виливки з товщиною стінки до 6 мм		
		прості	складні	дуже складні	прості	складні	дуже складні
1	Олов'яно-свинцеві	30	35	45	45	50	—
2	Цинкові	45	45	50	55	60	—
3	Магнієві	50	55	60	70	80	100
4	Алюмінієві	35	45	50	60	65	80
5	Латуні	60	70	80	90	100	—

Треба також брати до уваги таке: у паспорті машини для лиття під тиском наводять графік для визначення продуктивності машини залежно від тривалості заливання металу, кристалізації виливка і підготовки прес-форми до нового циклу.

Кількість машин лиття під тиском кожного типу, які необхідні для виконання річної виробничої програми, визначають за методикою, викладеною в розд. 4.

З урахуванням коефіцієнта втрат машинного часу для визначення необхідної кількості машин можна скористатися формулою

$$n = N / \Phi_{\text{д}} k q,$$

де N – сумарна кількість запресовувань з урахуванням усіх виливків, передбачених виробничою програмою, шт.; k – коефіцієнт утрат машинного часу: $k = 0,85 \dots 0,90$ – для машин з холодною камерою пресування; $k = 0,80 \dots 0,85$ – для машин з гарячою камерою пресування; q – продуктивність машини, запресовувань за годину, для виливків певного технологічного потоку.

Машини для лиття під тиском з холодними камерами пресування (горизонтальною і вертикальною) виготовляють уніфікованими за механізмами запирання. Вони відрізняються механізмами пресування.

Машини для лиття під тиском з холодною горизонтальною камерою пресування (табл. 7.35). Найбільше поширеними в сучасних ливарних цехах є машини з холодною горизонтальною камерою пресування, оскільки вони мають такі переваги:

- можливість виготовлення виливків з алюмінієвих, магнієвих, мідних, свинцевих, цинкових і тугоплавких сплавів;
- короткий шлях металу з камери пресування в порожнину прес-форми та його прямолінійний рух у форму, внаслідок чого метал заповнює її під високим тиском;
- порівняно просте автоматичне регулювання режимів пресування (швидкості й тиску пресування) і в зв'язку з цим розширення технологічних можливостей машини;
- порівняно нескладна конструкція і висока експлуатаційна надійність, оскільки незначна кількість деталей має контакт з розплавленим металом.

Машини призначені для виготовлення виливків з кольорових металів та їх сплавів (алюмінію, міді, цинку, магнію) у цехах великосерійного і масового виробництва.

Таблиця 7.35

Технічні характеристики машин для лиття під тиском з холодною горизонтальною камерою пресування

Індекс позиції	Параметри	Середні				Важкі				Унікальні				
		711A06	711A07	711B08	711B09	711A10	71111	71112	71113	71114	71116	71117	71118	71119
1	Зусилля запирання прес-форми, кН	1000	1600	2500	4000	6300	8000	10000	12500	16000	25000	30000	35000	40000
2	Маса порції алюмінієвого сплаву, що заливається, кг	1,2	2,1	3,6	6,0	10,0	13,0	18,0	24,0	32,0	42,0	42,0	50,0	50,0
3	Відстань між колонами по горизонталі і вертикалі, мм	380	450	530	630	750	850	950	1060	1180	1320	1320	1320	1400
4	Найбільша товщина прес-форми, мм	420	500	600	710	850	950	1060	1180	1320	1500	1800	1800	1800
5	Найменша товщина прес-форми, мм	190	220	260	320	380	420	480	530	600	670	670	670	700
6	Хід рухомої плити формоутримувача, мм	320	380	450	530	630	710	800	900	1000	1120	1000	1000	1200
7	Найвище зусилля пресування, кН	132	200	300	450	670	800	950	1200	1500	1900	1900	1900	1900

Закінчення табл. 7.35

Індекс позиції	Параметри	Середні				Важкі				Унікальні				
		711A06	711A07	711B08	711B09	711A10	71111	71112	71113	71114	71116	71117	71118	71119
8	Зміщення другої позиції вниз від осі машини, мм	100		160		220		320				600		
9	Найбільша швидкість неробочого ходу прес-плунжера вперед, м/с	3	5		7	6		5						
10	Тиск пресування, МПа	150	197	189	200	200	207	246	210	235	200	200	200	200
11	Установлена потужність, кВт	15,0	18,5	22,0	30,0	50,4	61,0	63,5	64,0	65,0	75			
12	Габаритні розміри, м: довжина	4,2	5,5	5,9	7,4	8,7	9,5	10,0	12,0	12,4	14,5			
	ширина	1,3	1,5	1,5	1,6	3,5	2,3	2,4	2,5	2,9	3,5			
	висота	1,7	1,9	1,9	1,9	3,2	3,2	3,4	3,5	3,8	4,5			
13	Маса, т	4,9	8,3	10,6	19,3	28,0	55,0	60,0	82,0	100,0	150,0			

Сучасна машина для лиття під тиском з горизонтальною холодною камерою пресування (рис. 7.24) являє собою горизонтальний гідравлічний прес колонного типу з різним прес-форми у вертикальній площині.

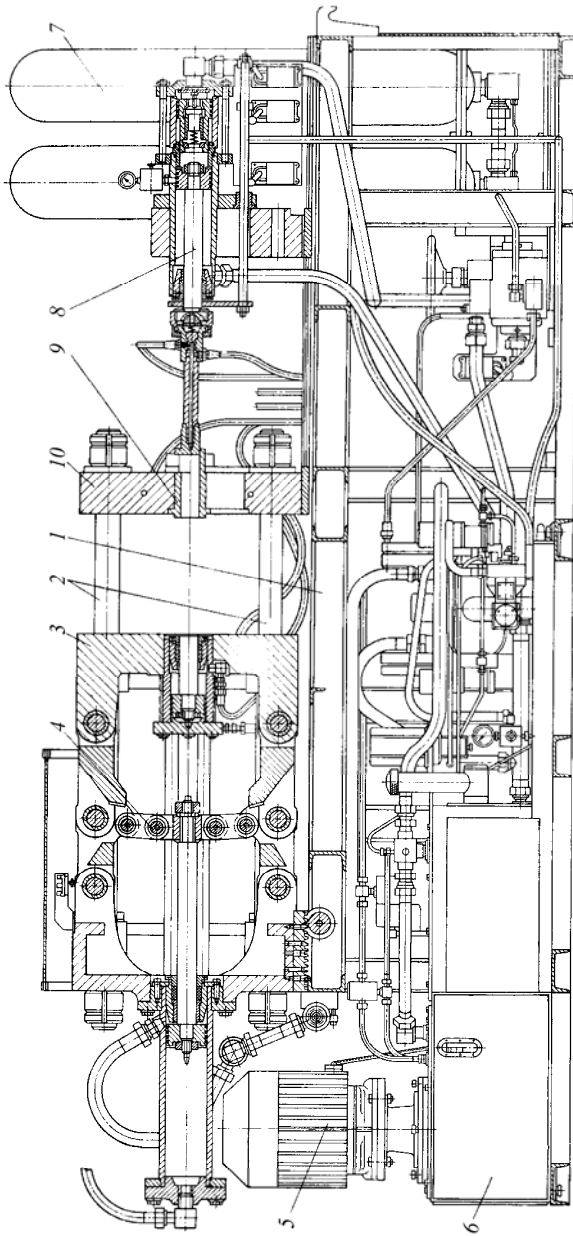


Рис. 7.24. Машина для лиття під тиском з горизонтальною холодною камерою пресування:

1 — станина; 2 — рухома плита; 3 — рухома плита; 4 — механізм запирання; 5 — привод гідронасоса;
 6 — насосна установка; 7 — гідропневматичний акумулятор; 8 — механізм пресування; 9 — пресовий
 стакан; 10 — нерухома плита

На станині 1, яка слугує одночасно основою для кріплення вузлів і резервуаром для оливи, розташовані рухома 3 і нерухома 10 плити, механізми запирання 4 і пресування 8, гідронасос з приводом 5, а також електричні і гідравлічні пристрої та апаратура.

Для нагнітання робочої рідини в гідроциліндри слугує насосна установка 6, яка спеціальними кронштейнами прикріплена до торця машини.

Наявність гідроричажного механізму запирання дає можливість жорстко і надійно заперти прес-форму, а гідропневматичний акумулятор 7 забезпечує швидке вприскування металу у форму і витримування його до повної кристалізації виливка під необхідним тиском.

Гідравлічне устаткування машини в поєднанні з електроустаткуванням забезпечує виконання таких операцій у напівавтоматичному і налагоджувальному режимах:

- запирання прес-форми з регульованим зусиллям;
- повільне перекриття заливального вікна пресовим плунжером з регульованою швидкістю;
- швидке вприскування розплавленого металу в порожнину прес-форми з регульованою швидкістю;
- витримування виливка (вилітків) у формі під тиском при кристалізації (тривалість кристалізації автоматично регулюється за допомогою реле часу);
- розкриття прес-форми на задану відстань;
- виштовхування стрижнів і виливка (вилітків);
- виштовхування прес-залишку;
- відведення пресового плунжера у вихідне положення.

Слід зазначити, що механізм пресування забезпечує триступеневе вприскування сплаву в прес-форму. Спочатку пресовий поршень рухається зі швидкістю 0,2...0,3 м/с у межах довжини заливального вікна прес-камери. За такої малої швидкості метал із вікна камери не виплескується і водночас забезпечується повільне видалення із неї повітря.

Протягом другого ступеня швидкість руху пресового поршня може регулюватися від нижньої до максимальної межі – порожнина прес-форми заповнюється рідким металом.

Від часу закінчення заповнення порожнини прес-форми металом починається третій ступінь – підпресування, зусилля якого також регулюється.

Налаштування машини на необхідну висоту прес-форми здійснюється переміщенням механізму запирання колонами 2 і за допомогою гайок, які приводять в рух редуктором з ручним приводом.

Система водяного охолодження машини дає змогу регулювати інтенсивність охолодження пресового плунжера, прес-форми і нерухокої плити.

У зв'язку з різноманітністю конструкцій прес-форм на сучасних машинах з горизонтальною холодною камерою пресування передбачено два-три положення пресового стакану 9 по висоті, що дає можливість виконувати як нижнє, так і центральне заливання металу в прес-форму.

Для установа великогабаритних прес-форм, окремі елементи яких можуть виходити за габарити плит-формотримувачів, машини оснащені пристроєм для тимчасового видалення однієї з двох верхніх колон механізму запирання.

Як робочу рідину насосної станції використовують важкозаймисту рідину – промгідрол. Для безпечної роботи на машині передбачено необхідне блокування, яке відвертає неправильне вмикання механізмів, і рухомий щит, який охороняє оператора від можливих викидів рідкого металу через рознім прес-форми.

На базі машин, наведених у табл. 7.35, виготовляють спеціальні машини і комплекси, які враховують індивідуальні і специфічні вимоги користувачів.

Прес-форми – основна оснастка в цехах лиття під тиском.

Висока вартість і трудомісткість їх виготовлення часто є перешкодою для переведення деталей на лиття під тиском. Взаємодія матеріалу прес-форми з рідким металом спричиняє руйнування робочої поверхні порожнини форми. Для профілактики з метою збільшення тривалості експлуатації і збереження надійності через кожні 10 000 запресовувань прес-форму рекомендують знімати з машини, розбирати, очищати і піддавати відпуску за температури 550 °С. Отже, у проектах необхідно передбачати приміщення для профілактичного ремонту і налагодження прес-форм. Одним із заходів, який суттєво подовжує тривалість експлуатації прес-форм, є відпуск у середовищі водяної пари, в результаті чого утворюється міцний і поруватий шар оксиду заліза товщиною близько 2,5 мкм.

Такий ізолювальний шар на поверхні порожнини форми амортизує термічний удар, знижуючи напружини, які виникають у прес-формі під час її роботи.

Підготовлення прес-форми до роботи полягає в її підігріванні і змащуванні. Для кожного сплаву існує оптимальна температура, за якої виготовляють виливки високої якості. З достатньою для практики точністю її можна брати *рівною третині температури металу, який заливають*.

Кращим варіантом підігрівання прес-форм є використання спеціальних газових пальників, причому нагрівати необхідно повільно, щоб забезпечити рівномірність прогрівання.

Під час роботи необхідну температуру слід підтримувати за допомогою водяного охолодження. Для скорочення витрат води в цехах передбачають систему оборотного водопостачання.

У процесі роботи прес-форми змащують. Призначення мастила – захищати робочі поверхні порожнини прес-форми від ерозійної дії струменя розплаву, а також зм'якшувати тепловий удар під час заповнення.

Крім того, мастило сприяє відокремленню виливка (випливу) від форми, а водорозчинні змащувальні матеріали можуть слугувати додатковим засобом для охолодження прес-форми.

Автоматизація машин лиття під тиском з використанням сучасних керувальних пристроїв дає змогу повністю звільнити робітників від операцій:

- очищення і змащування прес-форм;
- заливання сплаву в пристрій пресування;
- видалення виливків із форми і передавання їх на обрубувальний прес.

Для обдування і змащування (обприскування) прес-форм використовують пристрої (маніпулятори) різних конструкцій.

Маніпулятор для обдування і обприскування прес-форм на автоматизованих машинах показано на рис. 7.25.

Технічні характеристики маніпуляторів наведено в табл. 7.36.

Основні вузли такого маніпулятора: стояк 1, механізм переміщення 2, блок форсунок 3 і обдувна рамка 4.

Стояк призначений для установаження і закріплення механізму переміщення з блоком форсунок і обдувною рамкою комунікацій і засобів установажувального регулювання.

Стояк закріплюють на нерухомій плиті машини з горизонтальною камерою пресування або на рухомій плиті машини з вертикальною камерою пресування. Стояк дає змогу регулювати положення блока форсунок у двох координатах.

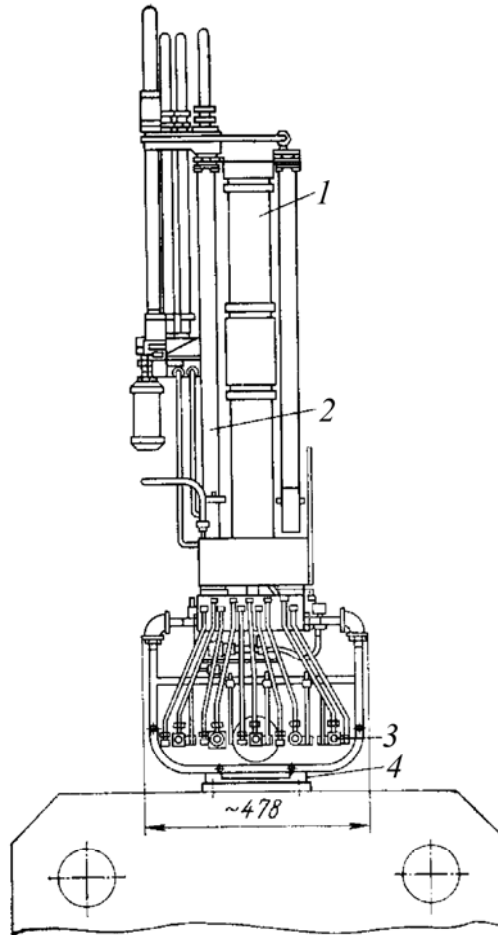


Рис. 7.25. Маніпулятор для обдування і обприскування прес-форм машини для лиття під тиском:
 1 — стаяк; 2 — механізм переміщення;
 3 — блок форсунок; 4 — обдувна рамка

Механізм переміщення призначений для введення блока форсунок у рознім прес-форми і подавання до нього мастила і стиснутого повітря. Він складається із пневматичної панелі, пневматичного рушія, напрямних, блока форсунок і обдувної рамки. Рухомий блок у верхньому положенні утримується пневматичним фіксатором,

який керується кінцевим перемикачем. Хід рухомого блока регулюється установленням на напрямних змінних втулок з кроком 100 мм. Форма змащується або в кожному циклі роботи машини, або за лічильником з пропусканням до шести циклів.

Таблиця 7.36

**Технічні характеристики маніпуляторів
для змащування прес-форм**

Індекс позиції	Параметр	Модель маніпулятора		
		ЛМС 63	ЛМС 80	ЛМС 100
1	Зусилля запирання прес-форми машини, яка обслуговується, кН	1600; 2500	4000	6300...10000
2	Хід блока форсунок, мм	630	800	1000
3	Регулювання вихідного положення блока форсунок, мм: по горизонталі по вертикалі	280 200		300 280
4	Кількість форсунок, шт.	5	7	9
5	Маса, кг	260	280	350

Змащування і обдування стиснутим повітрям прес-форми здійснюються одним із способів:

– змащуванням під час руху блока вниз, а під час руху вверх – обдуванням прес-форми; під час руху блока вниз – обдуванням, а під час руху вверх – змащуванням;

– змащуванням під час зупинки рухомого блока на нижньому рівні (тривалість зупинки регулюється); у цьому режимі під час руху блока вверх і вниз здійснюється обдування прес-форми. Швидкість переміщення блока форсунок – 0,5 м/с.

Середню і максимальну стійкість прес-форм під час лиття під тиском залежно від сплавів наведено в табл. 7.37.

Прес-форми зберігають на складах *у зібраному вигляді* на спеціальних стелажах, щоб попередити пошкодження поверхні робочої порожнини.

Прес-форми мають бути очищені і змащені.

**Стійкість прес-форм під час виробництва виливків литтям
під тиском залежно від ливарного сплаву**

Індекс позиції	Сплави, які використовують для виготовлення виливків	Стійкість прес-форм, запресовувань	
		середня	максимальна
1	На основі цинку	100 000	250 000
2	Магнієві і алюмінієві	30 000	60 000
3	На основі міді	2 000	15 000

Площу складу зі стелажими для зберігання прес-форм припускають рівною 4...6 % від загальної площі цехів масового і великосерійного виробництв та 5...8 % від площі цехів серійного виробництва.

Стелажі оснащують автоматизованими системами пошуку.

Кількість прес-форм визначають за формулою

$$П = Q / K_{\phi} p,$$

де Q – кількість виливків даного найменування на річну програму, шт.; K_{ϕ} – кількість гнізд у формі, шт.; p – середня стійкість прес-форми, запресовувань.

Плавлення і заливання металу – важливі операції технологічного процесу лиття під тиском.

Безперебійне забезпечення машин для лиття під тиском рідким металом здійснюють використанням роздавальних печей, які розташовують біля робочих місць заливальників та дозувальних пристроїв.

Типи і технічні характеристики плавильних печей для виплавлення сплавів на основі кольорових металів наведено в розд. 5.

Рідкий метал із плавильного відділення до машин для лиття під тиском передається загальноприйнятими способами.

Кращим варіантом є використання монорейкових барабанних ковшів, які тривалий час зберігають температуру металу і дають можливість розливати його в роздавальні печі з мінімальними втратами тепла. У роздавальній печі, яка може працювати як плавильна, температура підтримується на необхідному рівні протягом усього часу роботи машини.

Температура сплаву під час запресовування у форму має бути визначена для конкретного виливка.

Із роздавальної печі сплав відбирають з температурою, яка вища від температури його кристалізації на 10...20 °С.

Запресовування краще здійснювати в кашоподібному стані металу, оскільки чим нижча температура сплаву, який заливають у прес-форму, тим вища якість виливка. «Холодний» сплав має менші усадку, схильність до утворення тріщин і приварюваність до порожнини прес-форми, внаслідок чого суттєво підвищується стійкість останньої. У проектах слід передбачати автоматизацію заливання металу в машини для лиття під тиском, особливо для доз металу понад 1,0 кг. Для менших доз розплаву досягти високої точності його автоматичного дозування дуже важко.

Дозувальні пристрої поділяють за принципами використання на механічні, пневматичні і електромагнетні.

У комплексах для лиття під тиском широко використовують останні роки ливарні маніпулятори (промислові роботи), які поділяють на такі типи:

- для змащування і обдування прес-форм (розглянуті вище);
- для заливання металу в камеру пресування (маніпулятори-дозатори, маніпулятори-заливальники);
- для видалення виливків (маніпулятори-знімачі).

Залежно від вантажопідйомності розрізняють маніпулятори для обслуговування машин лиття під тиском легкої (1,0...10,0 кг) і середньої серій. За допомогою маніпуляторів механізують (автоматизують) найбільш монотонну і обов'язкову операцію – заливання розплаву в камеру пресування машини для лиття під тиском.

Маніпуляторами-заливальниками замінили використовувані раніше для цієї мети пневматичні дозатори, оскільки маніпулятори забезпечують вищу точність і стабільність дозування малих доз рідкого металу (до 6 кг). Технічні характеристики маніпуляторів для заливання сплаву у камеру пресування машин для лиття під тиском наведено в табл. 7.38.

Маніпулятори надійні в роботі, оскільки в їх конструкціях максимально враховані особливості процесу заливання металу в камеру пресування: плавність руху, витримування під дзеркалом розплаву для виливання надлишку тощо, а використання асботермосилікатних стаканів для набирання і транспортування дози металу забезпечує необхідну стійкість у середовищі розплавленого алюмінію і незмочуваність. Для великих доз розплаву (20...50 кг) використовують пневматичні дозатори.

Таблиця 7.38

**Технічні характеристики маніпуляторів для заливання сплаву
в камеру пресування машин для лиття під тиском**

Індекс позиції	Параметр	Модель маніпулятора			
		ЛМ1,25Ц82.01	ЛМ5Ц82.04	ЛМ10Ц82.04	ЛМ20Ц82.05
1	Зусилля запирання прес-форми машини, яка обслуговується, кН	1600...2500		4000	Від 300 до 10000
2	Доза алюмінієвого сплаву, кг: найбільша найменша	3,6 0,2	5,0 0,5	10,0 1,0	20,0 3,0
3	Продуктивність, запресовувань за годину, не менше	250	220	170	120
4	Маса, кг	120	360	405	480

Примітка. Номінальна точність дозування маніпуляторів – 2 %.

Дозатор-маніпулятор моделі ДМ-4 (рис. 7.26) призначений для набирання розплавленого металу з роздавальної печі, транспортування його і заливання в камеру пресування машини для лиття під тиском (зусилля запирання прес-форм – 2 000 і 4 000 кН).

Технічну характеристику дозатора-маніпулятора ДМ-4 наведено в табл. 7.39. Ківш переміщується від роздавальної печі до машини за допомогою важільного (пантографного) механізму – куліси. Розміри важелів вибрано з умови оптимальної траєкторії руху ковша.

Рух важільного механізму здійснюється від електродвигуна постійного струму через черв'ячний редуктор. Ківш перевертається ланцюговою передачею.

Маніпулятор забезпечений трьома змінними ковшами різної місткості. Перед початком використання ковша для зменшення дії розплаву на його внутрішню поверхню і надання останній незможуваності розплавом на цю поверхню наносять спеціальне покриття складу, %: оксид цинку – 20; кремнекислий натрій – 5; вода – 75.

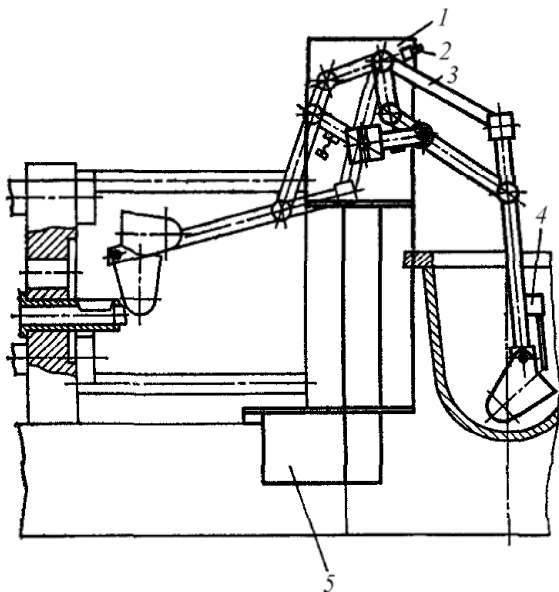


Рис. 7.26. Схема руху дозатора-маніпулятора ДМ-4 під час його роботи:
 1 — привод; 2 — датчик рівня металу; 3 — куліса; 4 — датчик; 5 — кронштейн

Таблиця 7.39

Технічна характеристика дозатора-маніпулятора моделі ДМ-4

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Маса дози алюмінієвого сплаву, кг: найбільша номінальна найменша	6,0 3,6 0,2
2	Точність дозування, %	± 2
3	Тривалість транспортування дози сплаву від роздавальної печі до камери пресування машини, с	3...6
4	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1500 600 1400
5	Маса, кг	600

Ківш очищають, нагрівають до 50...60 °С і наносять три шари фарби з просушуванням кожного шару.

Механічна установка дозування і заливання алюмінієвого сплаву МЗ-1 об'єднує дозатор-маніпулятор ДМ-4 і електропіч опору ЕОТ250 (табл. 7.40), яка оснащена пристроєм для автоматичного відкривання і закривання спеціальних стулок тигля, що дають можливість стабілізувати температуру металу, зменшити окиснення його дзеркала і підвищити пожежну безпеку комплексу.

Таблиця 7.40

Технічна характеристика печі ЕОТ250

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Потужність, кВт: установлена номінальна допустима	63,0 44,5 48,0
2	Температура розплаву алюмінію, °С	700...720
3	Напруга на нагрівачах, В	106
4	Кількість електричних зон	1
5	Місткість тигля за алюмінієм, кг	250
6	Маса, кг: електропечі футеровки	1136 830

Маніпулятор моделі А9740 (табл. 7.41) призначений для заливання певної дози алюмінієвого сплаву в камеру пресування машин для лиття під тиском із зусиллям пресування 6300, 8000 і 10000 кН.

Таблиця 7.41

Технічна характеристика маніпулятора А9740

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Маса дози алюмінієвого сплаву, кг	4...18
2	Тривалість транспортування дози металу від печі до камери пресування машини, с	10
3	Точність дозування – найменша доза, %	± 1,5
4	Номінальний тиск у гідросистемі, МПа	12,5
5	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1290 680 1460

Доза визначається місткістю ковша, яка залежить від відстані між дном та забірним отвором ковша і може (у невеликих межах) регулюватися зміною нахилу і тривалістю витримування перекинутого ковша над камерою пресування машини (рис. 7.27).

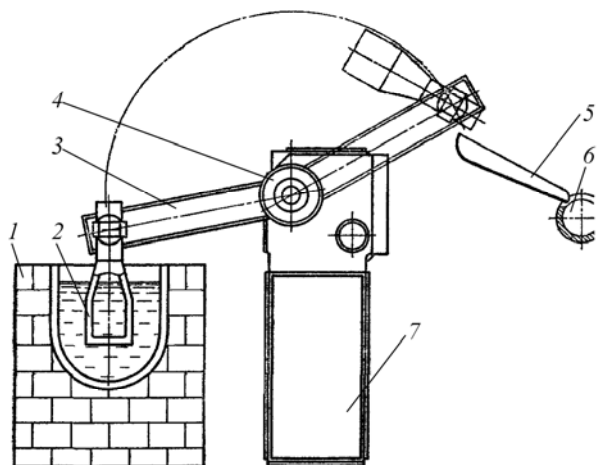


Рис. 7.27. Схема роботи маніпулятора моделі А9740 для заливання алюмінієвого сплаву в камеру пресування машини для лиття під тиском:

1 — електропіч; 2 — ківш; 3 — важіль; 4 — механізм переміщення;
5 — жолоб; 6 — камера пресування; 7 — стоек

Маніпулятор використовують у комплексі з роздавальною піччю ОАТ-0,25-ХІ (табл. 7.42), яка оснащена пристроєм для автоматичного закривання тигля з металом.

Таблиця 7.42

Технічна характеристика печі ОАТ-0,25-ХІ

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Місткість тигля за алюмінієм, кг	250
2	Установлена потужність, кВт	50
3	Температура розплавленого алюмінію, °С	800
4	Маса з трансформатором і шафою, кг	5110

Спеціалізовані промислові роботи і маніпулятори призначені для знімання виливків із машин лиття під тиском і видалення їх за межі робочої зони машини.

Залежно від конструкції, яка визначається заданим ступенем механізації, використовують або маніпулятор, який здатний скинути вилівок після винесення його з робочої зони (табл. 7.43; 7.44), або промисловий робот, який здійснює додаткові маніпуляції відповідно до заданої програми (табл. 7.45; 7.46).

Таблиця 7.43

Технічна характеристика маніпулятора РМ-1

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Найбільша маса виливка, що видаляється, кг	6
2	Зусилля затискування виливка, Н	1000
3	Хід, мм: під час знімання виливка (регульований) під час винесення виливка із машини	50...250 1900
4	Кут повертання кліщів маніпулятора, град.	120
5	Робочий тиск у гідросистемі, МПА	1,5...2,0
6	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1430 830 1330
7	Маса, кг	400

Таблиця 7.44

Технічна характеристика маніпулятора-знімача моделі ЛМ10Ц83.01

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Максимальна маса виливка, що видаляється, кг	10
2	Кількість ступенів рухомості	3
3	Переміщення, град.: захоплювального пристрою руки корпуса	30 60 100
4	Швидкість повертання, град./с: захоплювального пристрою руки корпуса	60 30 60

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
5	Тиск у гідравлічній мережі номінальний, МПа	4
6	Установлена потужність, кВт	1,1
7	Габаритні розміри (без насосної станції), мм: довжина ширина висота	1300 1200 570
8	Маса, кг	400

Маніпулятор-знімач моделі ЛМ10Ц83.01 (рис. 7.28) призначений для автоматичного видалення з машини для лиття під тиском виливків і транспортування їх у спеціальну тару або на конвеєр.

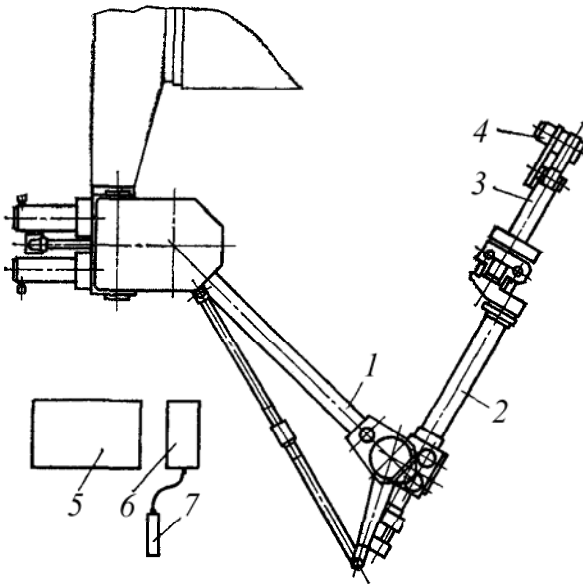


Рис. 7.28. Маніпулятор-знімач моделі ЛМ10Ц83.01:
 1 — механізм переміщення; 2 — рука;
 3 — захоплювальний пристрій (кліщі); 4 — виштовхувач;
 5 — станція гідропривода; 6 — електрошкаф з апаратурою;
 7 — пульт керування

Маніпулятор-знімач використовують спільно з машинами із зусиллям запирання прес-форм 4000 кН (найбільший розмір виливка в проекції на площину розніму прес-форми, тобто в напрямку видалення, до 500 мм) у цехах серійного, великосерійного і масового виробництва.

Механізм переміщення 1, рука 2 і захоплювальний пристрій повертаються навколо вертикальних осей. Губки захоплювального пристрою установлені на важелях, які мають горизонтальні осі повертання для утримання виливка за прес-залишок.

Механізм переміщення і рука приводяться в рух гідроприводом, фіксування положення виливка після затискування і рух губок – пневматичним приводом.

Робочий орган маніпулятора рухається в горизонтальній площині, за винятком руху губок захоплювального пристрою.

Маніпулятор-знімач (промисловий робот) РМ-2 (рис. 7.29) призначений для захоплювання готового виливка, винесення його за межі робочої зони машини й укладання в штамп преса для обрізування ливників і заливів.

Технічну характеристику маніпулятора наведено в табл. 7.45.

Каретка маніпулятора переміщується вздовж осі машини для лиття під тиском. На ній розташовані механізми повертання і піднімання, а також механізм керування кліщами. Гідравлічний циліндр переміщення каретки вмонтований в основу робота.

Для забезпечення одночасності початку переміщення каретки і виштовхування виливка каретка оснащена регулювальним вузлом, який дає можливість компенсувати вільний хід штока гідравлічного виштовхувача машини до моменту його доторкання з плитою штовхачів прес-форми.

Поворот руки маніпулятора здійснюється від гідродвигуна і передається за допомогою черв'ячної передачі. Кут повороту установлюють жорсткими упорами.

Плавне гальмування наприкінці повертання забезпечують осьові дроселі, а точність кутового позиціонування – регулювальні гвинти.

Промисловий робот моделі А9720 (табл. 7.46) призначений для захоплення і винесення готового виливка з робочої зони машин для лиття під тиском із зусиллям запирання прес-форми 6300, 8000 і 10000 кН.

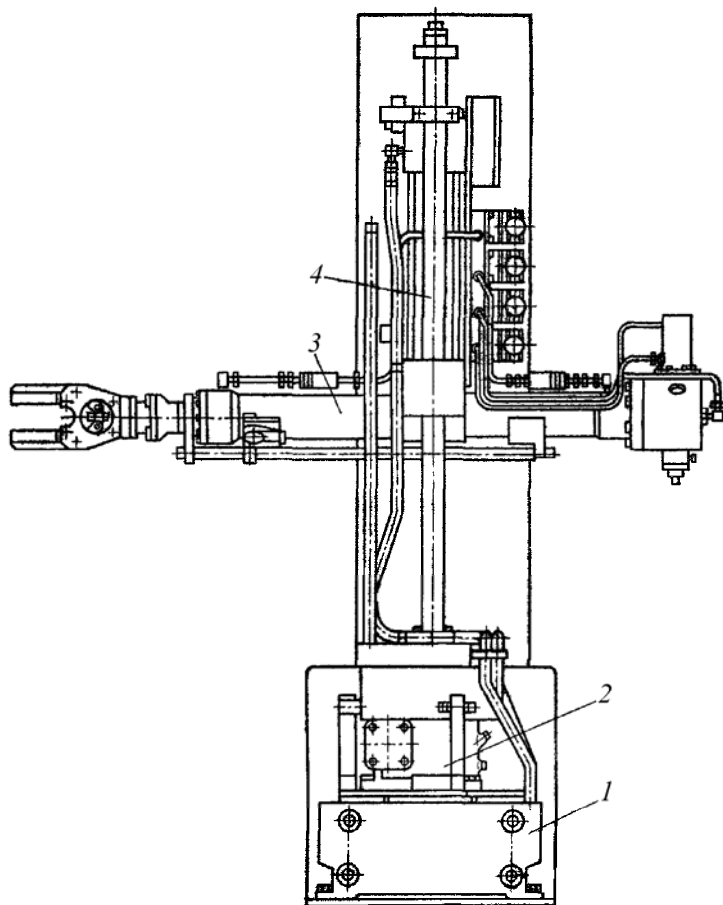


Рис. 7.29. Маніпулятор-знімач моделі РМ-2:
1 — каретка; 2 — механізм повертання;
3 — механізм керування кліщами; 4 — механізм піднімання

Таблиця 7.45

Технічна характеристика маніпулятора-знімача моделі РМ-2

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Максимальна маса виливка, який видаляється, кг	6,3
2	Точність позиціонування, мм	$\pm 0,5$
3	Кількість ступенів свободи	5
4	Хід захоплювального пристрою, мм: уздовж машини по висоті уперед-назад	320 400 800
5	Кут повертання стояка з захоплювальним пристроєм, град.	90 ± 5
6	Габаритний розмір руки із захоплювальним пристроєм, мм	1820
7	Тиск у гідросистемі, МПа	3
8	Висота маніпулятора, мм	1735
9	Маса без електроустаткування, кг	980

Таблиця 7.46

Технічна характеристика промислового робота моделі А9720

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Максимальна маса виливка, який видаляється, кг	20
2	Кількість ступенів вільності	5
3	Радіус обслуговування, мм	2415
4	Хід, мм: захоплювального пристрою каретки	1250 420
5	Вертикальне переміщення башти, мм	340
6	Кут повертання захоплювального пристрою, град.	90

7	Кут повертання башти, град.	100±5
8	Швидкість поступного переміщення захоплювального пристрою в радіальному напрямку, м/с	0,5
9	Кутова швидкість повертання башти, град./с	40
10	Найменша висота захоплення вилівка від підлоги, мм	1205
11	Габаритні розміри в плані без пульта керування, мм	2545×840
12	Висота, мм: із світильником без світильника	1780 1425
13	Маса без електроустаткування	1750

Робот виконує такі операції:

- уведення захоплювального пристрою в рознім прес-форми;
- захоплення вилівка за прес-залишок;
- переміщення одночасно і синхронно з виштовхуванням вилівка вздовж осі машини;
- виведення захопленого пристрою з вилівком за межі машини;
- повертання захоплювального пристрою на 90° навколо горизонтальної осі;
- транспортування вилівка в установку охолодження;
- уведення вилівка в рознім штампа для обрізування ливників і заливів;
- укладання вилівка в штамп (хід униз) і розтискування захоплювального пристрою (звільнення вилівка);
- вертання захоплювального пристрою у вихідне положення для здійснення наступного циклу.

Без преса робот може скидати вилівки в тару або на стрічковий конвеєр, а також навішувати їх на конвеєр.

Промисловий робот моделі ЛМ10Ц61.01 (табл. 7.47) призначений для автоматичного виконання таких операцій на машинах для лиття під тиском із зусиллям запирання прес-форми 4000 кН (максимальний розмір вилівка – 500 мм):

- знімання і видалення виливка за межі машини;
- перенесення виливка до спеціального пристрою для контролю;
- охолодження виливка занурюванням його в охолоджувальну рідину;
- установлювання виливка в штамп обрубного преса.

Таблиця 7.47

Технічна характеристика робота ЛМ10Ц61.01

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Максимальна маса виливка, який видаляється, кг	10
2	Кількість ступенів вільності (без захоплювання)	5
3	Найбільше поступне переміщення руки, мм	630
4	Найбільша швидкість поступного переміщення руки, м/с	0,8
5	Найбільше поворотне переміщення відносно нерухомої осі, град.	110
6	Найбільша швидкість поворотного переміщення відносно нерухомої осі, град./с	60
7	Найбільше поворотне переміщення кисті, яке компенсує кутове зміщення руки під час виштовхування, град.	10
8	Найбільша швидкість переміщення кисті, град./с	30
9	Номінальний тиск у гідромережі, МПа	6,3
10	Габаритні розміри робота без насосної станції і електрошафи, мм: довжина ширина висота	1730 1155 1775
11	Маса, кг	750

Робот використовують у цехах і на ділянках лиття під тиском великосерійного і серійного виробництв.

Преси моделей П16, К13004, П60 (табл. 7.48) призначені для відокремлення від виливків, які виготовлені литтям під тиском, ливників і заливів. Преси мають вертикальне виконання, а тому їх доцільно використовувати в складі комплексів лиття під тиском.

Таблиця 7.48

Технічні характеристики пресів для відокремлення від виливків ливників і заливів

Індекс позиції	Параметр	Модель преса		
		П16	К13004	П60
1	Зусилля, кН:	2500;4000	6300;	12500;
	запірання прес-форми		8000;	16000;
	обслуговуваної машини		10000	20000
	номінальне відокремлення ливників	160	200	600
	зворотного ходу	–		
	гідроциліндрів виштовхування	5	70	100
			–	–
2	Відстань між колонами, мм	530×530	850×850	1200×1000
3	Найбільша відстань між нижньою і рухомою плитами, мм	850	950	1200
4	Хід рухомої траверси, мм	400	600	800
5	Габаритні розміри, мм:			
	довжина	1700	2030	3325
	ширина	900	1160	2260
	висота	2400	4360	5000
6	Маса, кг	2600	3850	4920

Окрім наведеного вище устаткування, машини для лиття під тиском оснащують установками для охолодження виливків і термостатування прес-форм, блокувальними майданчиками (засобами підвищеної безпеки персоналу, який обслуговує машини), приладами контролю і регулювання тощо.

На рис. 7.30 показано автоматизований комплекс для лиття під тиском, до складу якого входять: автоматична машина для лиття під тиском 1, електрошафа 2, контрольно-вимірювальні прилади 3, пристрій для термостатування прес-форм 4.

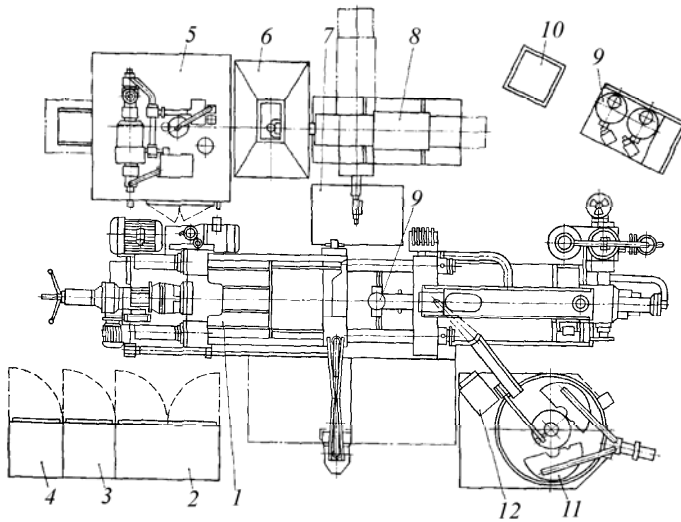


Рис. 7.30. Автоматизований комплекс на основі машини для лиття під тиском:

- 1 — машина для лиття під тиском; 2 — електрошафа; 3 — контрольно-вимірвальні прилади; 4 — пристрій для термостатування прес-форм; 5 — гідропрес; 6 — установка для охолодження виливків; 7 — майданчик безпеки; 8 — промисловий робот; 9 — установка для обдування і змащування прес-форм; 10 — пульт керування; 11 — роздавальна електропіч; 12 — маніпулятор для заливання металу

За необхідності комплекс оснащують системами програмного керування, автоматичного програмного керування або автоматичного підтримування параметрів процесу лиття на заданому рівні.

До складу комплексу входять також гідропрес 5, установка 6 для охолодження виливків, промисловий робот 8 для видалення виливків із прес-форми та передавання їх на охолодження і в гідропрес для відокремлення від виливків ливників і заливів, установка 9 для обдування і змащування прес-форми, пристрій для змащування прес-поршня, електропіч 11, маніпулятор 12 для заливання металу і пульт керування 10. У зоні дії робота огорожений майданчик безпеки 7.

В автоматизованому комплексі робітник повністю вивільнюється від ручних і монотонних операцій. Його функції полягають в спостереженні за роботою комплексу і його налаштуванні, при цьому один робітник може обслуговувати одночасно декілька комплексів.

7.4.5. Фінішні операції

У відділеннях фінішних операцій залежно від геометрії і матеріалу виливків необхідно передбачати:

- преси і високопродуктивні обрізні верстати для відокремлення від виливків ливників і заливів;
- галтувальні барабани з мокрими абразивами і автоматизованим завантаженням;
- барабани з гумовим облицьовуванням і сталевими кулями;
- сталеві щітки, які обертаються з частотою $600 \dots 1000 \text{ хв}^{-1}$;
- абразивні стрічки і полірувальні круги для зачищення виливків тощо.

Перспективним напрямом є використання штампів, в яких одночасно із відокремленням ливників вирубуються заливи і прошиваються отвори.

Гідравлічні преси кращі від пресів інших типів тим, що вони потужніші і дають можливість обрубувати цілі блоки виливків із багатогніздових прес-форм.

Для відокремлення ливників використовують також токарні і фрезерні верстати, в тому числі і спеціальні карусельні. В умовах серійного виробництва найбільш поширене відокремлення ливників на стрічкових пилках.

Відокремлені від виливків елементи ливникових систем і заливи мають передаватися на склад шихтових матеріалів механізованим безперервним транспортом.

Зачищати виливки в умовах серійного виробництва можна на двобічних обдиральних верстатах за допомогою дискових напилків, а також пневматичними шарошками і зубилами.

Для очищення дрібних виливків використовують галтувальні барабани з мокрим абразивом. Галтувальні барабани легко вмонтовуються в потокові лінії. Тривалість галтування залежно від конфігурації і матеріалу виливків коливається у межах $0,5 \dots 6,0$ год.

Кількість необхідного устаткування визначають за загальною формулою

$$N_{\phi} = K_{\text{в}} / \Phi_{\text{д}} q \eta,$$

де $K_{\text{в}}$ – кількість виливків, які піддають обробленню на розрахованому устаткуванні, шт.; $\Phi_{\text{д}}$ – фонд часу роботи устаткування,

год; q – продуктивність розраховуваного устаткування, шт./год;
 η – коефіцієнт використання устаткування, $\eta = 0,75 \dots 0,85$.

Для здійснення операцій термічного оброблення дільницю обладнують печами і ваннами різних конструкцій.

Для алюмінієвих виливків часто використовують гартування у воду за температури $510 \dots 525$ °С після витримання їх у печі протягом $2 \dots 8$ год з наступним старінням протягом 4 днів.

У відділенні фінішних операцій також виправляють дефекти виливків зачищенням, заварюванням, просочуванням тощо.

Виправляють дефекти переважно середніх і великих виливків.

У цехах, які виготовляють виливки із цинкових сплавів, необхідно передбачати можливість їх відпалу за температури 95 °С протягом 30 хв для полегшення відокремлення ливників і заливів.

7.4.6. Компонування цехів лиття під тиском

Компонування дільниці виготовлення виливків литтям під тиском із цинкових сплавів показано на рис. 7.31.

Дільниця обладнана п'ятьма автоматичними машинами, які обслуговує один робітник.

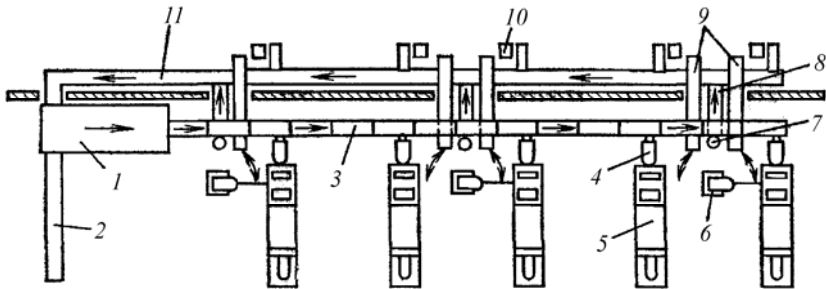


Рис. 7.31. Компонування дільниці виготовлення виливків литтям під тиском із цинкових сплавів:

- 1 — плавильна піч з пристроєм для підігрівання; 2 — конвеєр для подавання шихти; 3 — жолоб для транспортування рідкого сплаву;
- 4 — роздавальна-підігрівальна піч; 5 — автоматичні машини для лиття під тиском; 6 — промисловий робот; 7 — автоматичний прес для відокремлення від виливків ливників і заливів; 8 — конвеєр для транспортування ливників і заливів від пресів;
- 9 — конвеєр для виливків; 10 — ручний обрізний прес;
- 11 — зворотний конвеєр

Рідкий метал до роздавально-підігрівальних печей транспортується обігрівальним жолобом.

Видалення виливків із машин і передавання їх на автоматичні обрізні преси виконують промислові роботи.

Компонування устаткування в цеху потужністю 22...23 тис. т придатних виливків за рік показано на рис. 7.32 (цех лиття під тиском зблокований з цехом лиття в металеві форми (кокілі).

Техніко-економічні показники такого зблокованого цеху наведено в табл. 7.49.

Таблиця 7.49

Техніко-економічні показники цеху лиття в металеві форми
(до рис. 7.32)

Індекс позиції	Найменування показника	Числове значення
1	Загальний випуск литва, тис. т/рік у тому числі: під тиском у металеві форми	22...23 11...12 10...11
2	Серійність виливків, тис. шт./рік	660...4000
3	Кількість робітників у тому числі: основних допоміжних працівників відділу технічного контролю	650 524 52 7
4	Випуск литва на одного основного робітника, т/рік	43
5	Загальна площа цеху, м ²	32800
6	Знімання литва з 1 м ² загальної площі цеху, т/рік	0,68

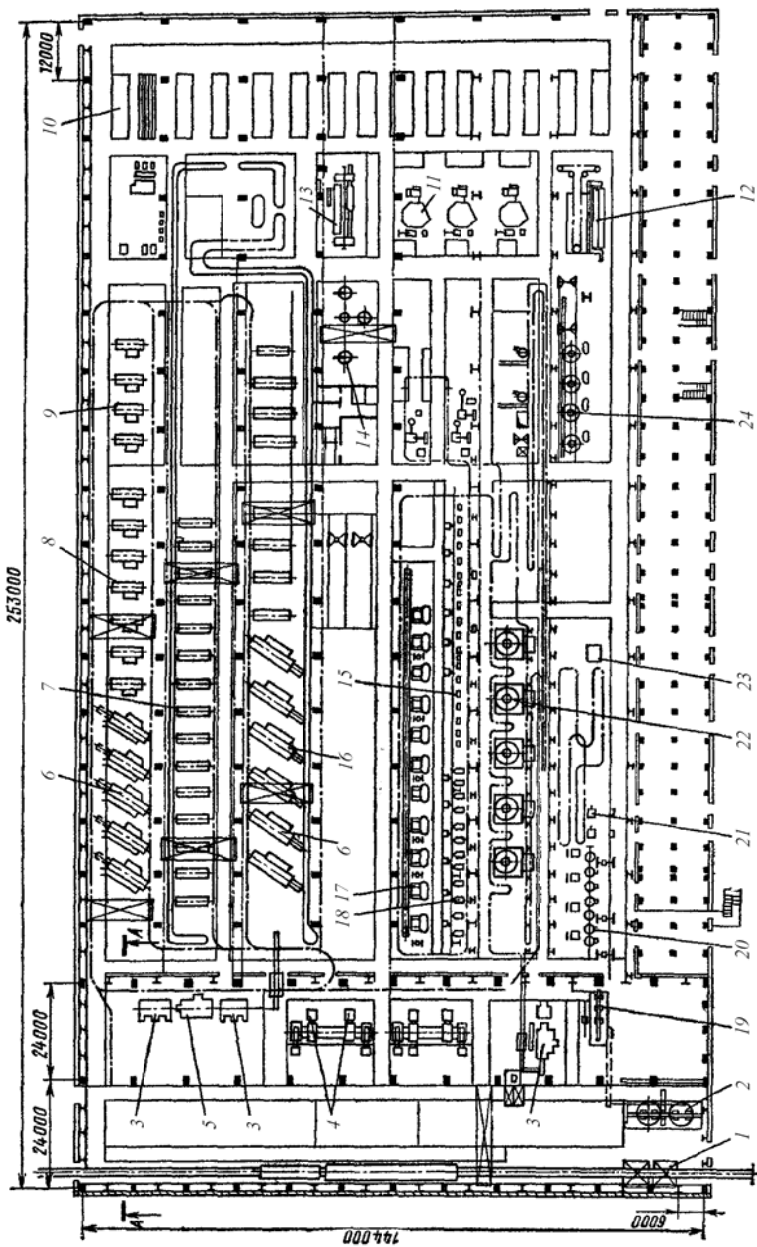


Рис. 7.32. (див. стр. 115)

Рис. 7.32. Компонування устаткування в цеху виготовлення алюмінієвих виливків для автотомобілів у металевих формах:

- 1 — приймальний бункер для піску; 2 — бункер для піску; 3 — газова плавильна піч місткістю 27 т; 4 — газова плавильна піч місткістю 2 т; 5 — піч місткістю 18 т для рафінування і витримування розплавленого алюмінієвого сплаву; 6 — 9, 16 — машини для лиття під тиском; 10 — стелажі для складування виливків; 11 — верстати для чорнового оброблення поршнів; 12 — установка для неруйнівного контролю дрібних виливків; 13 — піч для термічного оброблення виливків; 14 — термічна шахтна піч; 15 — кокільні машини для виготовлення дрібних виливків; 17 — кокільні машини для виготовлення поршнів; 18 — кокільні машини для виготовлення великих виливків; 19 — сумішоприготувальна система; 20 — однопозиційні стрижневі машини; 21 — двопозиційні стрижневі машини; 22 — піч для підсушування пофарбованих стрижнів; 23 — вертикальна сушарка; 24 — п'ятипозиційна кокільна машина

7.4.7. Заходи з техніки безпеки та захисту навколишнього середовища

Проектом мають бути передбачені такі заходи:

- над печами для виплавлення сплавів і роздавальними печами необхідно передбачати витяжні зонти;
- обов'язково використовувати щитове огородження, яке захищає від можливих бризків металу під час пресування;
- печі для виплавлення магнієвих сплавів необхідно розміщувати біля стін приміщення, яке має запасні виходи. Підхід до печей має бути з усіх боків;
- приміщення, в якому виконують фінішні операції виливків, виготовлених із магнієвих сплавів, необхідно ізолювати та забезпечити потужною вентиляцією;
- для видалення виливків із прес-форм (за відсутності маніпуляторів) необхідно передбачати спеціальні пристрої.

7.5. Цехи лиття в металеві форми

7.5.1. Загальна характеристика

Лиття в металеві форми (кокілі) використовують переважно в цехах масового, великосерійного і серійного виробництва. Цей спосіб постійно розвивається і вдосконалюється.

Кокіль – металева форма, яка заповнюється рідким металом під дією гравітаційних сил. У металевих формах виготовляють виливки зі сплавів на основі кольорових металів і заліза різноманітних конфігурації та розмірів.

Лиття в металеві форми порівняно з литтям у разові об'ємні піщані форми має такі переваги:

- підвищується точність розмірів виливків, зменшується шорсткість поверхні, підвищується щільність металу;
- процес легко піддається механізації і автоматизації;
- удається знизити до мінімуму, а інколи і повністю вилучити витрати формувальних та стрижневих сумішей, що дає значну економію під час виготовлення виливків та суттєво знижує капітальні витрати на будівництво цехів лиття в металеві форми.

У дрібносерійному і одиничному виробництвах використання лиття в металеві форми обмежується внаслідок високої вартості останніх.

Рекомендують проектувати цехи лиття в металеві форми таких потужностей:

- для виготовлення простих, нескладних і середньої складності чавунних виливків масою до 50 кг – 20 000...25 000 т придатного литва за рік;
- для виготовлення простих і нескладних чавунних виливків масою до 100 кг – 40 000...80 000 т литва;
- для виробництва простих і нескладних сталевих виливків масою до 30 кг – 60 000...80 000 т литва;
- для виробництва виливків будь-якої геометрії масою до 5 кг з алюмінієвих сплавів – 5 000...6 000 т литва, а масою понад 5 кг і до 20 кг – 10 000...12 000 т придатного литва за рік.

7.5.2. Структура цехів лиття в металеві форми

За структурою цехи лиття в металеві форми аналогічні цехам лиття під тиском і мають такі основні виробничі й допоміжні відділення і дільниці:

- плавильне відділення з відповідними плавильними агрегатами і складом шихтових матеріалів, дільницею підготовки останніх до використання та дільницею для ремонту і підігрівання ковшів;
- відділення виготовлення виливків на машинах, механізованих і автоматизованих лініях;
- відділення фінішних операцій з дільницею термічного оброблення виливків;
- відділення або дільниця виготовлення піщаних стрижнів (у разі потреби) за технологіями, описаними в підрозд. 5.3;
- дільниці ремонту металевих форм та устаткування;
- склади формувальних матеріалів (у разі потреби), металевих форм (кокілів) та готових виливків;
- лабораторії контролю якості металу і готових виливків, формувальних матеріалів та стрижневих сумішей (у разі потреби).

Склад для зберігання металевих форм необхідно розташувати біля заливальної дільниці, обладнувати стелажми і кран-балкою для транспортування форм.

7.5.3. Визначення обсягів виробництва виливків

Обсяги виробництва визначають як і для цехів лиття під тиском заповненням відомості за формою 42 (табл. 7.50). Для цього необ-

хідно мати номенклатуру литих деталей або їх представники (за марками сплавів) і виробничу програму цеху. Методика розрахування стрижневого відділення або стрижневої дільниці така сама, як і для лиття в разові об'ємні піщані форми (викладена в підрозд. 5.3).

Форма 42

Таблиця 7.50

Відомість обсягів виробництва для цехів лиття в металеві форми

Індекс позиції	Найменування виливка	Кількість виливків			Кількість форм на програму	Маса виливків, кг		
		на виріб	на програму	в одній формі		однієї	на програму	у формі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сплав 1								
Сплав 2								
Сплав 3								

7.5.4. Технологічний процес виготовлення виливків і устаткування

Повний технологічний процес виготовлення виливків у металевих формах передбачає такі операції:

– підготовки металевої форми до використання – очищення, підігрівання, нанесення на робочі поверхні облицювання або фарби. Залежно від необхідної товщини наносять один або декілька шарів вогнетривкого покриття. Якісно виконана операція нанесення вогнетривкого облицювання забезпечує тривалу (до тижня) безперервну роботу металевої форми.

Для зниження шорсткості поверхні виливків вогнетривке облицювання покривають шаром фарби. Через одне або декілька заливань шар фарби руйнується, а тому його наносять знову. Для кожного матеріалу виливків використовують різні фарби;

- виготовлення піщаних стрижнів (якщо необхідне їх використання для виготовлення конкретних виливків) за технологіями, які застосовують у цехах лиття в разові об'ємні піщані форми;
- складання форми з установленням, якщо потрібно, стрижнів;
- виплавляння необхідного сплаву;
- заливання металу у форму;
- витримування виливка у формі до повної кристалізації і набуття металом необхідної міцності;
- розкривання форми, видалення виливка і його охолодження;
- вибивання стрижнів із виливка;
- обрубання, очищення виливка і, за необхідністю, виправлення дефектів;
- термічне оброблення виливків.

Залежно від складності виливка, який виготовляють на машинах, необхідна певна кількість рознімів металевої форми і та або інша кількість металевих стрижнів, що вводяться у форму з різних боків. Схеми розташування плит на різних машинах для лиття в металеві форми, які використовують залежно від конфігурації литих деталей, показано на рис. 7.33.

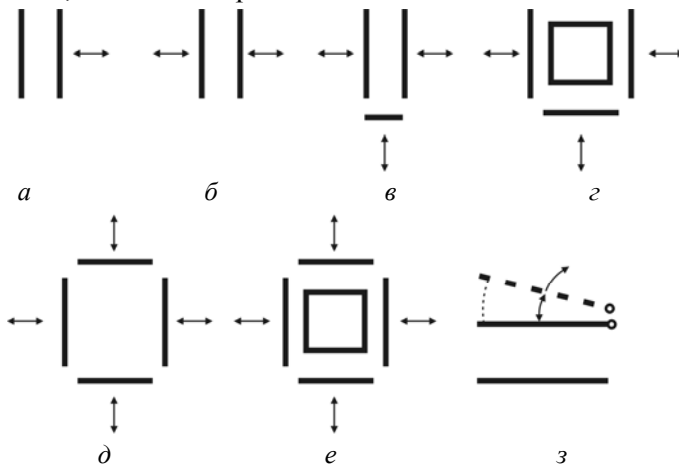


Рис. 7.33. Схеми розташування плит на машинах для лиття в металеві форми різної конструкції:

- a* — з однією рухомою і однією нерухомою плитами і вертикальним їх рознімом;
- б* — з двома рухомими плитами і вертикальним їх рознімом; *в* — з двома рухомими плитами і піддоном; *г* — з чотирма (трьома) рухомими плитами і піддоном; *д* — з двома рухомими плитами, піддоном і кришкою; *е* — з чотирма (трьома) рухомими плитами, піддоном і кришкою; *з* — з однією рухомою плитою (з наступним поворотом) і горизонтальним рознімом плит

Металеві форми доцільно виготовляти з використанням змінних вставок – пуансонів і матриць. Така конструкція дає можливість після зношування робочих поверхонь замінювати лише окремі частини. Це дуже важливо, оскільки через високу вартість металевих форм знижується рентабельність використання цього методу лиття. Крім того, така металева форма менше піддається жолобленню, що значною мірою зменшує заливи площиною розливу і суттєво знижує трудомісткість фінішних операцій.

Корпуси збірних металевих форм виготовляють із чавунів і вуглецевих сталей, а матриці та пуансоны – із чавунів і сталей, легованих хромом і молібденом.

У деяких випадках можна використовувати металеві форми з литими робочими поверхнями, які виготовляють за спеціальними технологіями (за гіпсовими або витоплюваними моделями тощо).

Для виготовлення виливків із сплавів на основі кольорових металів використовують також алюмінієві анодовані металеві форми. Вони обов'язково мають бути водоохолоджуваними.

Середню стійкість чавунних металевих форм (їх використовують частіше інших) наведено в табл. 7.51.

Таблиця 7.51

Середня стійкість чавунних металевих форм
(кількість заливань до виходу із ладу)

Індекс позиції	Група виливків	Матеріал виливків		
		сталі	чавуни	алюмінієві сплави
1	Дрібні	5000...1000	5000 і більше	30000 і більше
2	Середні	300...500	1000...5000	10000...12000
3	Великі	100...350	200...1000	3000...5000

У цехах виготовлення литва з алюмінієвих сплавів використовувати металеві форми доцільно, коли в одній серії нескладних виливків не менше 1500 шт., середньої складності – 5000–6000 шт., складних виливків – понад 12000 – 15000 шт.

Використання лиття в металеві форми дає змогу механізувати такі операції:

- розкривання і закривання форм;
- нагрівання і охолодження форм;
- нанесення на внутрішню робочу поверхню форми теплоізоляційного облицьовування;

- установлення і видалення металевих стрижнів;
- заливання форм металом;
- видалення виливків із форм і передавання на транспортувальні засоби або в тару.

За винятком обслуговування форми і установлення піщаних стрижнів усі наведені операції можна виконувати на багатьох машинах в автоматичному режимі в послідовності, заданій технологічним процесом.

Машини для лиття в металеві форми поділяють за типом привода на машини з *механічним, пневматичним і гідравлічним* приводами.

За кількістю позицій розрізняють *однопозиційні* та *багатопозиційні*, причому в багатьох випадках багатопозиційні машини являють собою групу однопозиційних машин, установлених на потужний карусельний стіл.

Для багатопозиційних машин важливими класифікаційними ознаками є положення осі обертання каруселі (горизонтальне, вертикальне) і характер руху каруселі (безперервний, пульсівний).

За різним металевих форм машини поділяють на машини з *вертикальним* або *горизонтальним* різним форми.

У цехах серійного і дрібносерійного виробництв використовують однопозиційні машини; в цехах масового і великосерійного виробництв – багатопозиційні.

Машину для лиття в металеві форми найпростішої конструкції, яка має одну рухому і одну нерухому плити з вертикальним різним показано на рис 7.34.

Машина призначена для виготовлення виливків із сплавів на основі заліза і кольорових металів у металевих формах, які складаються із двох вертикальних частин. У машині передбачено переміщення елементів форми, виштовхування вилівка і охолодження кокілю.

Розкриття форми, виштовхування вилівка, подавання і перекриття води здійснюється на машині автоматично після закінчення операції заливання форми розплавом.

Рухому половину металевої форми установлюють на плиті 2, яка переміщується за допомогою гідропривода 4 двома діагонально розташованими напрямними скалками 3, що зв'язують нерухому плиту 1 із стояком циліндра 5.

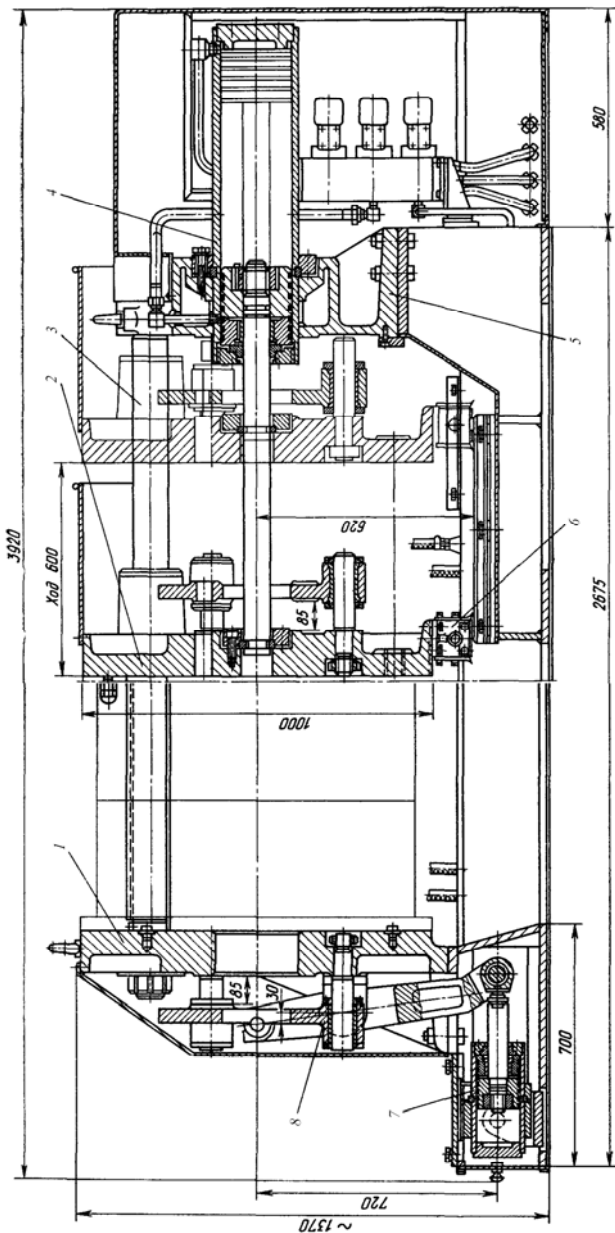


Рис. 7.34. Машина для лиття в металеві форми з однією рухомою і однією нерухомою плитами з вертикальним їх рознімом:

1 — нерухома плита; 2 — рухома плита; 3 — напрямні скалки; 4, 7 — гідроприводи; 5 — циліндр; 6 — ролик; 8 — важільний механізм

Зусилля запирання і розкриття металевої форми сприймаються через плити скалками, які несуть, якщо знехтувати масою рухомої плити з частиною форми, тільки осьові навантаження (розтягування і стискування).

Для розвантажування напрямних скалок до рухомої плити прикріплені знизу два ролики *б*, які обпираються на рейки станини. Готові виливки виштовхуються із нерухомої половини форми за допомогою важільного механізму *8*, який приводиться в рух окремим гідроприводом *7*, розташованим у станині машини. Виштовхані із форми виливки через проріз у станині потрапляють на конвеєр.

На рис. 7.35 показано більш складну машину, яка працює за схемою, наведеною на рис. 7.33, *в*.

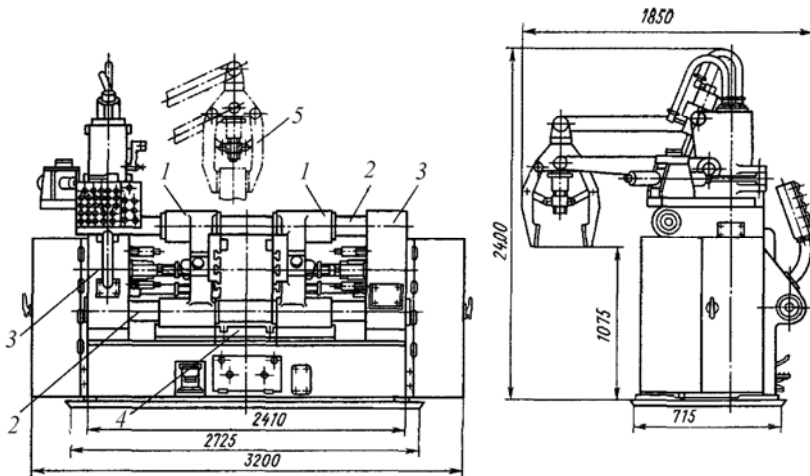


Рис. 7.35. Машина для лиття в металеві форми з двома рухомими плитами, з вертикальним рознімом і з піддоном:

- 1 — плити для кріплення півформ; 2 — напрямні;
- 3 — нерухомі стояки; 4 — плита піддона; 5 — знімач виливків

Машина призначена для виготовлення виливків зі сплавів на основі заліза і кольорових металів у металевих формах з вертикальним рознімом, які складаються з двох рухомих частин і нерухомого піддона з нижнім стрижнем.

Машина може бути використана в ливарних цехах масового, великосерійного і серійного виробництва.

Плити для кріплення півформ переміщуються двома діагональними розташованими циліндричними напрямними 2, які закріплені в нерухомих стояках 3. Плита піддона 4 з механізмами нижнього стрижня і виштовхувачів змонтовані в станині. Машина обладнана знімачем виливків 5. Привод машини – гідравлічний. Пульт керування і золотникові панелі змонтовані на машині.

Технологічний час, необхідний для витримання виливка в період кристалізації і охолодження форми після видалення виливка, установлюють за допомогою реле часу. Схемою керування передбачено можливість приєднування ще двох гідроприводів для переміщення (у разі потреби) металевих стрижнів.

Складну машину для лиття в металеві форми, яка працює за схемою, показаною на рис. 7.33, е, представлено на рис. 7.36.

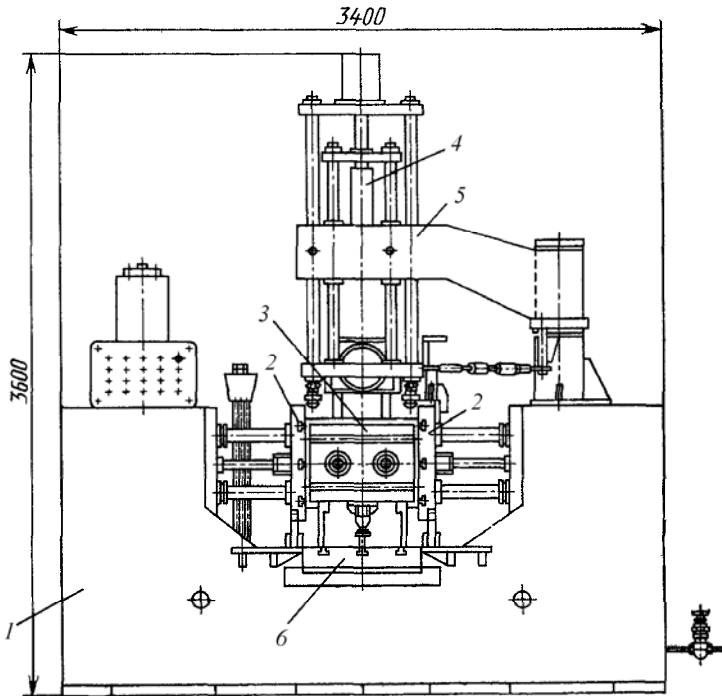


Рис. 7.36. Машина для лиття в металеві форми з трьома рухомими плитами, піддоном і кришкою:
1 — станина; 2 — основні плити; 3 — торцева плита; 4 — механізм верхнього стрижня; 5 — знімач виливків; 6 — піддон з нижнім стрижнем

Основні вузли машини: станина 1, два механізми основних плит 2, піддон з нижнім стрижнем 6, механізми верхнього стрижня 4 і торцевої плити 3, знімач виливків 6, а також змащувальна система, гідро- і електроустаткування.

Механізми основних плит призначені для переміщення плит і кріплення в них металевих півформ.

Піддон, розміщений у центрі станини, призначений для виштовхування виливка і видалення з нього нижнього металевого стрижня.

На нерухомому стояку правого механізму основної плити установлений механізм верхнього стрижня, який забезпечує підривання і піднімання верхнього металевого стрижня, а також відведення плити верхнього стрижня з робочої зони для зручності обслуговування форми.

Механізм торцевої плити установлений на кронштейні і закріплений з тильного боку станини. Він складається з рухомої торцевої плити, яка переміщується двома напрямними за допомогою гідроприводів.

Знімач виливків, який закріплено на рухомому стояку механізму основної плити, призначений для видалення виливків із зони машини.

Машина працює в напівавтоматичному і поопераційному (налагоджувальному) режимах. Роботою машини керують з пульта.

Процес виготовлення виливків на машині складається з таких послідовно виконуваних технологічних операцій:

- очищення форми і нанесення на її робочі поверхні захисних покриттів;

- установлення (у разі потреби) піщаних стрижнів;

- зімкнення (складання) металевої форми;

- заливання металу у форму;

- охолодження форми і кристалізація виливка;

- підривання і видалення металевих стрижнів;

- розкривання форми і виштовхування виливка;

- знімання і передавання виливка на транспортувальний засіб або в приймальну тару.

Машину з горизонтальним рознімом плит, яка працює за схемою, наведеною на рис. 7.33, з, показано на рис. 7.37.

Машина призначена для виготовлення виливків із чорних і кольорових сплавів у формах з горизонтальним рознімом, які складаються з нижньої нерухомої і верхньої рухомої півформ.

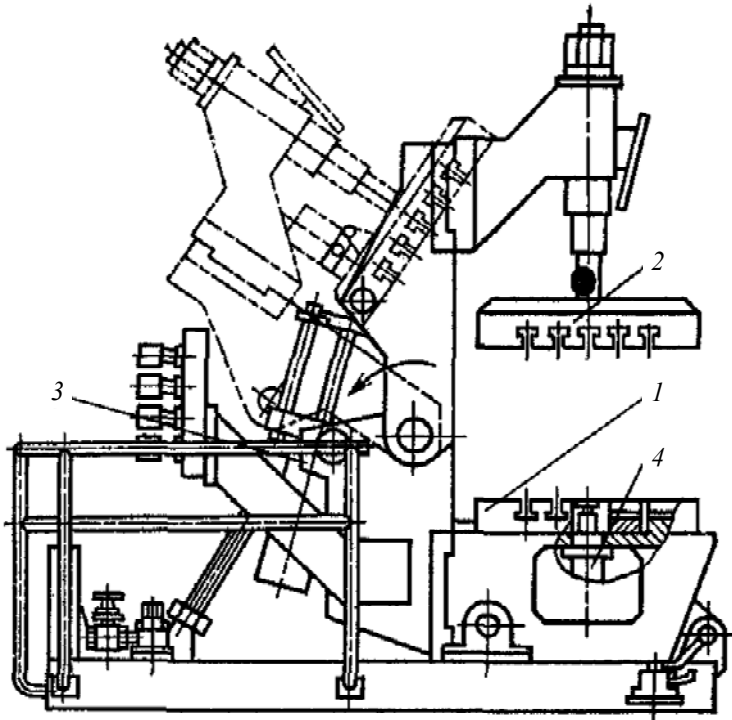


Рис. 7.37. Машина для лиття в металеві форми з горизонтальним рознімом:

- 1 — нижня плита; 2 — верхня піднімально-поворотна плита;
 3 — механізм для повертання верхньої плити;
 4 — гідроциліндр для переміщення нижнього стрижня

У верхній піднімально-поворотній плиті 2 виконано отвір для заливання металу у форму в разі центрального розміщення ливникової чаші або воронки. Для повертання плити після відкриття форми передбачено спеціальний механізм 3.

Нижня плита 1 прикріплена до станини машини. На ній змонтовані плита штовхачів та гідроциліндр 4 для переміщення стрижня. Машину можна повертати навколо горизонтальної осі на кут до 20° .

На машині передбачено можливість використання механізму знімання виливків та гідроприводів для переміщення додаткових металевих стрижнів.

Оскільки силові навантаження, які виникають під час роботи машин для лиття в металеві форми, сприймаються їх частинами, то для установаження машин не потрібні спеціальні фундаменти.

Технічні характеристики машин для лиття в металеві форми наведено в табл. 7.52 і 7.53.

Таблиця 7.52

**Технічні характеристики і структура машин
для лиття в металеві форми (тип 5900)**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини (виконання I)					
		5912	5913	591ПЗ	5914	5915	5916
1	Розміри основних плит для кріплення півформ, мм: ширина висота	400 320	500 400	500 400	600 500	800 630	1000 800
2	Найменша відстань між основними плитами, мм	400	500	500	500	630	630
3	Металомісткість форми найбільша, кг: для чавуну для алюмінієвих сплавів	25 5	40 10	30 10	70 15	120 20	160 25
4	Хід основних плит, мм	320	400	400	400	500	630
5	Машинний час неробочого циклу, с	7	9	6	15	20	25
6	Установлена потужність, кВт	7,5	7,5	–	10,0	10,0	10,0
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	2230 850 1500	2400 950 1500	2100 860 1300	2250 1200 1200	2600 1400 1200	2860 1500 1350
8	Маса, кг	2300	2500	1500	3000	4000	5000

Закінчення табл. 7.52

Індекс позиції	Параметр	Модель машини					
		виконання III			виконання IV		
		5922	592П2	5923	5944	5946А	5955А *
1	Розміри основних плит для кріплення півформ, мм: ширина висота	400 320	400 320	500 400	630 500	1250 630	630 500
2	Розміри піддона, мм: довжина ширина	500 400	500 430	500 400	630 500	1250 800	800 630
3	Найменша відстань між основними плитами, мм	400	400	500	500	630	700
4	Металомісткість форми найбільша, кг: для чавуну для алюмінієвих сплавів	25 8	20 8	40 12	70 20	120 30	80 30
5	Хід плит, мм: основних штовхачів верхнього стрижня торцевої	200 50 – –	200 50 – –	200 50 – –	250 100 400 –	320 100 500 –	320 100 – 160
6	Машинний час неробочого циклу, с	10	10	15	45	65	60
7	Установлена потужність, кВт	7,5	–	7,5	13,0	13,0	13,0
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	2800 850 1500	2320 800 1180	2800 950 1500	3200 1850 2525	3560 2350 2835	3300 2020 2570
9	Маса, кг	2800	2200	3200	5300	8800	7300

Примітка. * машина виконання V.

Таблиця 7.53

**Технічні характеристики і структура машин
для лиття в металеві форми (тип 82000)**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини					
		виконання І			виконання ІІІ		
		82103	82105	82107	82А303	82А305	82307
1	Розміри основних плит для кріплення півформ, мм: ширина висота	500 400	800 630	1250 1000	500 400	800 630	1250 1000
2	Розмір піддона, мм: довжина ширина	– –	– –	– –	500 400	800 630	1250 1000
3	Найменша відстань між основними плитами, мм	500	630	800	500	630	800
4	Хід плит, мм: основних нижнього стрижня	500 –	630 –	630 –	250 50	320 50	400 100
5	Металомісткість форми для алюмінію, кг	16	40	80	16	40	100
6	Зусилля відведення, кН: основних плит нижнього стрижня виштовхувача	50 – –	125 – –	250 – –	50 100 63	160 160 120	250 250 160
7	Машинний час неробочого циклу, с	10	18	24	26	35	40
8	Установлена потужність, кВт	3,0	5,5	7,5	5,5	5,5	7,5
9	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	3000 1200 1300	3400 100 2500	3800 1900 2800	2700 1200 2000	3400 1100 2400	3400 2570 3200
10	Маса, кг	2500	2850	4400	3200	7300	9520

Закінчення табл. 7.53

Індекс позиції	Параметр	Модель машини					
		виконання IV			виконання V		
		82A403	82A405	82407	82A503	82A505	82507
1	Розміри основних плит для кріплення півформ, мм:						
	ширина	500	800	1250	500	800	1250
	висота	400	630	1000	400	630	1000
2	Розміри піддона, мм:						
	довжина	500	800	1250	500	800	1250
	ширина	400	630	1000	400	630	1000
3	Розміри плити для кріплення верхнього стрижня, мм:						
	довжина	500	630	1000	500	630	1000
	ширина	400	500	800	400	500	800
4	Розміри торцевої плити, мм:						
	довжина	–	–	–	500	500	1000
	ширина	–	–	–	400	400	800
5	Найменша відстань між основними плитами, мм	500	630	800	500	630	800
6	Хід плит, мм:						
	основних	250	320	400	250	320	400
	нижнього стрижня	50	50	100	50	50	100
	верхнього стрижня	320	500	630	320	500	630
	торцевої	–	–	–	160	200	250
7	Металомісткість форми для алюмінієвого сплаву, кг	16	40	100	16	40	100
8	Зусилля відведення, кН:						
	основних плит	50	160	250	50	160	250
	нижнього стрижня	100	160	250	100	160	250
	виштовхувача	63	120	160	63	120	160
	верхнього стрижня	160	320	500	160	320	500
	торцевої плити	–	–	–	160	160	250
9	Машинний час неробочого циклу, с	34	48	50	40	55	60
10	Установлена потужність, кВт	5,5	5,5	7,5	5,5	5,5	7,5
11	Габаритні розміри, мм:						
	довжина	2700	3400	3400	2700	3400	3400
	ширина	1200	1100	2750	1800	2000	2600
	висота	2300	3250	3960	2300	3250	3960
12	Маса, кг	3800	8500	9120	4400	9200	9800

У технологічному процесі виготовлення виливків у металевих формах тривалість їх кристалізації велика і механізми однопозиційної машини не працюють, що суттєво знижує їх продуктивність.

Такого недоліку не мають карусельні машини, які часто складають із групи однопозиційних машин з використанням потужного обертового стола.

Прикладом є шестипозиційна карусельна машина, яка призначена для виготовлення литих стояків плугів із високоміцного чавуну в металевих формах з вертикальним рознімом (рис. 7.38).

Машина має загальну систему керування з багатьма додатковими механізмами і пристроями: трипозиційною заливальною машиною, циркуляційною установкою для охолодження форм, механізмом для обдування і покривання сажею внутрішньої поверхні півформ. Машина утворює разом з ними автоматизований агрегат, а тому її можна вмонтувати в комплексно-механізовані лінії лиття в металеві форми. На платформі 5 каруселі розташовано кокільні секції 1. У центрі платформи міститься розподільний пристрій 4, через який до секцій передаються команди на переміщення вузлів. На станині каруселі під платформою закріплено механізм переміщення каруселі 6.

Кожна секція оснащена індивідуальним приводом 2. Вода від нерухої колони подається на обертову карусель за допомогою водяної колонки. На кожній секції встановлено спеціальний привод для переміщення металевго стрижня 3. Під каруселлю розміщено візки з коробами для прибирання скрапу металу і пластинчастий конвеєр із своїм приводом 7 для видалення виливків із машини.

Схемою управління передбачена можливість реверса.

Карусель забезпечує відповідно з циклограмою виконання кожної встановленої на ній машиною на певних позиціях таких технологічних операцій: складання форм, заливання металу у форми, кристалізацію виливків, розкривання форм і виштовхування виливків, вертання штовхачів, очищення, обдування і коптіння форм, встановлення стрижнів і охолодження форм.

Найуніверсальнішою є конструкція машин V виконання. Вона складається із станини, двох основних рухомих плит, піддона, торцевої рухомих плити, плити верхнього стрижня, маніпулятора для видалення виливків, гідроагрегату, системи змащування, комунікацій для водяного охолодження металевго форми, електроустаткування і системи керування.

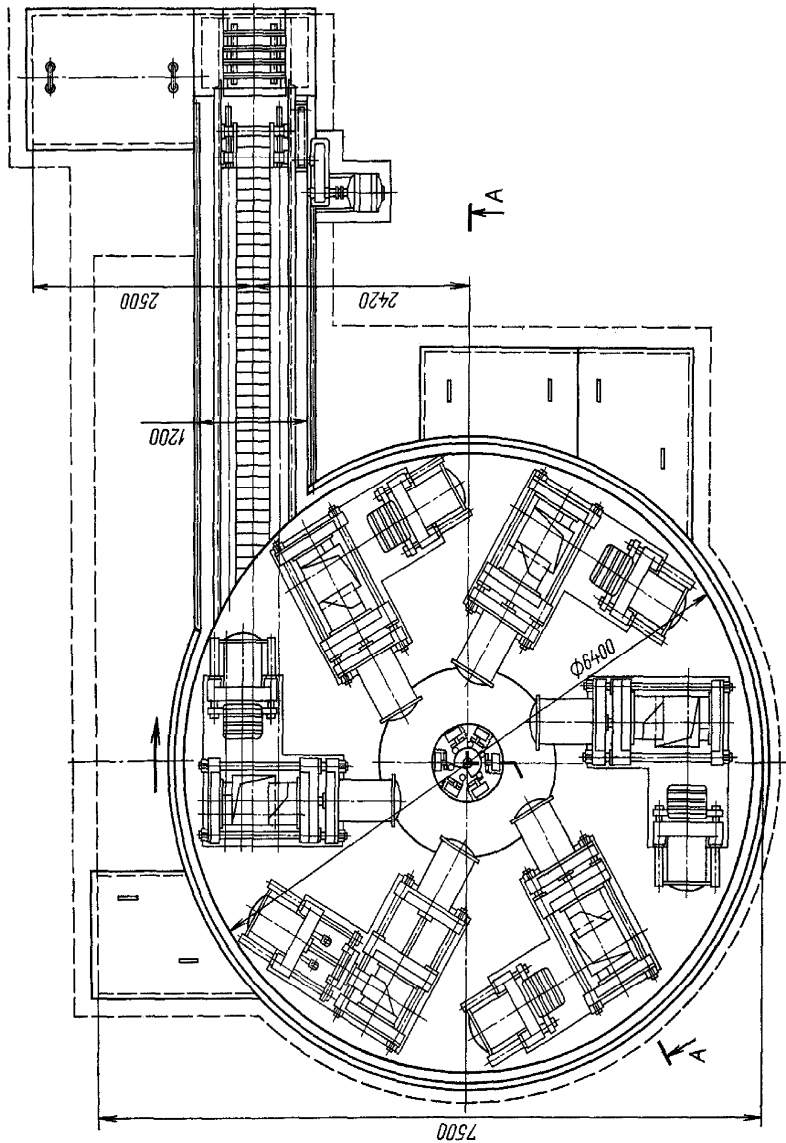


Рис. 7.38. Карусельна машина для лиття в металеві форми:
 1 — кокільні секції; 2 — привод секції; 3 — привод для видалення металевго
 стрижня; 4 — розподільний пристрій; 5 — платформа; 6 — механізм
 переміщення каруселі; 7 — привод пластинчастого конвеєра

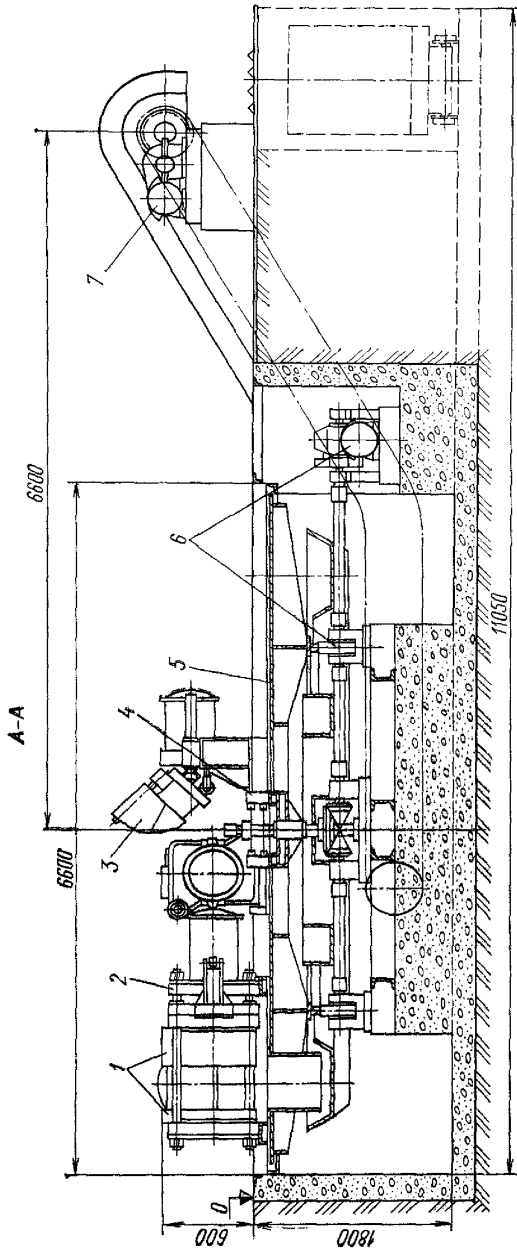


Рис. 7.38. Закінчення. (Див. також с. 132)

Машини IV виконання мають такий самий склад, що і машини V виконання за винятком торцевої рухомої плити.

Машини III виконання не мають торцевої рухомої плити і плити верхнього стрижня.

Практика не підтвердила необхідності серійного випуску машин II виконання, які мають тільки дві основні рухомі плити.

Найпростіше виконання машин – перше – з однією рухомою плитою.

Карусельні машини для лиття в металеві форми (табл. 7.54) призначені для масового виробництва виливків із різних сплавів у металевих формах з вертикальним рознімом.

Таблиця 7.54

**Технічні характеристики карусельних машин
для лиття в металеві форми**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини		
		59K613	59K815	81745
1	Кількість позицій каруселі	6	8	8
2	Розміри основних плит для кріплення півформ:			
	ширина	500	800	800
	висота	400	630	630
3	Найменша відстань між плитами, мм	500	500	630
4	Хід, мм:			
	основної рухомої плити (кожної)	400	500	250
	торцевої	–	–	20
	виштовхувачів	–	–	50
	підривання стрижня	–	–	150
5	Зусилля, кН:			
	розкриття форми	40	125	50
	виштовхування вилівка	–	–	50
	підривання стрижня	–	–	150
6	Час повертання каруселі на першій позиції, с	6	8	8
7	Найбільша металомісткість, кг:			
	для чавуну	40	70	80
	для алюмінієвого сплаву	10	20	20
8	Установлена потужність, кВт	21	21	48
9	Діаметр каруселі, мм	4600	6300	7600
10	Висота машини, мм	2900	3840	5700
11	Маса, кг	25000	39500	62000

Продуктивність машин для лиття в металеві форми залежить від тривалості технологічного циклу, який визначають за формулою

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{м}} + t_{\text{п}} + t_{\text{з}} + t_{\text{о}} + t_{\text{в}},$$

де $t_{\text{м}}$ – машинний час циклу, с; $t_{\text{п}}$ – час, необхідний для підготовки металевої форми, с; $t_{\text{з}}$ – час, необхідний для заливання форми розплавом, с; $t_{\text{о}}$ – час, необхідний для кристалізації та охолодження виливка в металевій формі, с; $t_{\text{в}}$ – час, необхідний для видалення виливка із форми, с.

Час технологічного циклу однопозиційних машин є і часом виготовлення одного виливка, а при використанні багатомісних форм – блока виливків.

Оскільки в багатьох випадках час, необхідний для кристалізації і охолодження виливка, становить 60...70 % часу, що витрачається на його виготовлення, і при цьому кокільник вільний від виконання операцій, то можлива організація обслуговування одним кокільником двох і більше однопозиційних машин.

Кількість машин для лиття в металеві форми, призначених для виробництва виливків певної групи, визначають за формулою

$$M = B_{\text{р}} / \Phi_{\text{д}} q k_{\text{бр}},$$

де $B_{\text{р}}$ – кількість виливків певної групи на річну програму, шт.; q – продуктивність машини, виливків за годину: продуктивність визначають з урахуванням кількості гнізд у формі та кількості циклів за годину; $k_{\text{бр}}$ – коефіцієнт, що враховує брак виливків, $k_{\text{бр}} = 0,95 \dots 0,97$.

Високої ефективності способу лиття в металеві форми можна досягти виконанням усього технологічного процесу виготовлення виливків на комплексно-механізованих і автоматичних лініях.

На рис. 7.39, як приклад, наведено планування комплексно-механізованої лінії для виготовлення арматурних деталей з чавуну.

Лінія оснащена вісьмома шестипозиційними карусельними машинами-автоматами 2.

Виплавлений в індукційних тигельних печах 1 моделі ІЧТ-6 метал транспортується до двох роздавальних стендів 3, від яких чавун забирається заливальними ковшами 4. Для транспортування готових виливків використано конвеєр 5.

Досконаліший автоматичний комплекс для виготовлення виливків із сірого або високоміцного чавуну показано на рис. 7.40. На лінії виготовляють у металевих формах кришки електродвигунів.

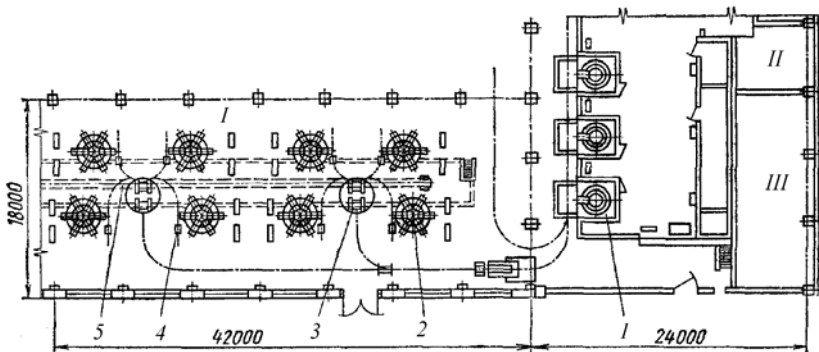


Рис. 7.39. Комплексно-механізована лінія з карусельними машинами для лиття в металеві форми:

1 — індукційна піч ПЧТ-6; 2 — карусельні машини; 3 — роздавальні стени; 4 — заливальні ковші; 5 — конвеєр для транспортування готових виливків

Лінія складається із чотирьох дільниць: плавильної (блок вагранок 1 і пристрою 2 для модифікування чавуну магнієм), заливальної (двопозиційна заливальна машина 3 і карусельна машина 4), термічного оброблення (піч 5 для відпалу), очищення виливків (дробометальний барабан безперервної дії спеціальної конструкції). Дільниці сполучені між собою міжопераційним транспортом і маніпуляторами.

На лінії операції виконуються в технологічній послідовності: виплавляння чавуну у вагранках, модифікування чавуну в автоклаві, заливання форм на восьмипозиційній каруселі, оснащених маніпуляторами для установа металевих стрижнів, видалення виливків після охолодження із форм спеціальним маніпулятором і передавання їх у пристрій для автоматичного відокремлення ливників, транспортування виливків конвеєром на приймальний столик, де за допомогою маніпулятора вони укладаються на піддони і подаються в піч для термічного оброблення.

Переміщення піддонів з виливками в печах, їх розвантажування і вертання піддонів до маніпулятора здійснюються автоматично.

Виливки після відпалу охолоджуються у водяній ванні і подаються в дробометальний барабан безперервної дії на очищення.

Для виготовлення відповідальних виливків без відбілювання з мінімальним тепловим ударом використовують металеві форми з термоізоляційним покриттям.

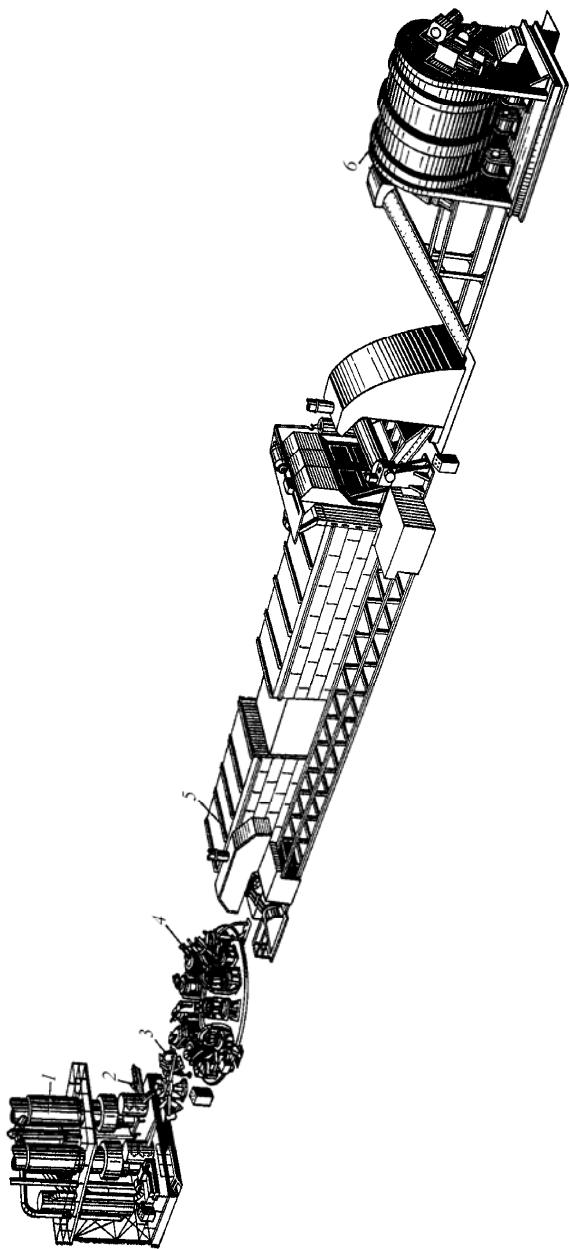


Рис. 7.40. Автоматична лінія для виготовлення в металевих формах виливків із високоміцного чавуну:
1 — блок вагранок; 2 — пристрій для модифікування чавуну магнієм; 3 — заливальна машина; 4 — карусельна машина; 5 — піч для термічного оброблення; 6 — дробометальний барабан

Прикладом може бути автоматична лінія (рис. 7.41), на якій використовують такі форми. Лінія призначена для виготовлення колінчастих валів двигунів внутрішнього згоряння в металевих формах з термоізоляційним покриттям із сухої плакованої суміші.

На лінії виконуються такі технологічні операції: нанесення термоізоляційного покриття на робочі поверхні півформ, складання і заливання форм, витримування для кристалізації виливків, розкривання форм і видалення виливків, очищення півформ від залишків покриття, охолодження півформ. Лінія складається з окремих дільниць, які мають автономне гідроелектроустаткування і сполучені між собою приводними фрикційними конвеєрами-нагромаджувачами.

На дільниці нанесення на півформи термоізоляційного покриття розміщені маніпулятор завантажування, підіймач системи завантажування, карусельний піскодувний агрегат 1, маніпулятор 2 для знімання півформ і підіймач системи знімання.

Дільниця складання форм забезпечена маніпулятором 4 для складання, механізмом розвертання форми і приводним роликним конвеєром 3. За допомогою цих механізмів півформа низу піднімається до контакту з півформною верху. Складена форма підіймачем опускається на конвеєр і розвертається на 180°.

На дільниці 5 заливання форм механізми затискування скріплюють половини форми між собою і відбувається одночасне заливання трьох форм.

Дільниця 6 розкривання форм складається з піднімального стола, зіштовхувача, маніпуляторів розкривання і кантування, приводного фрикційного конвеєра і приймального стола. На дільниці виконуються такі операції: кристалізація виливка, кантування півформи низу тильним боком уверх і видалення виливка, прошивання надувних отворів і зворотне кантування.

Залишки суміші облицьовувального шару і виливки потрапляють на сковзало, півформи переміщуються через дільницю 7 попереднього нагрівання і потрапляють в установку 8 для очищення півформ металевими щітками. Після очищення півформи транспортуються в охолоджувальну камеру 9, де вони охолоджуються водоповітряною емульсією, а потім кантуються в маніпуляторі 10 і знову передаються в агрегат 1.

У кожній формі виготовляють по два колінчасті вали. Продуктивність лінії – до 40 форм за годину. Лінію обслуговують дев'ять робітників.

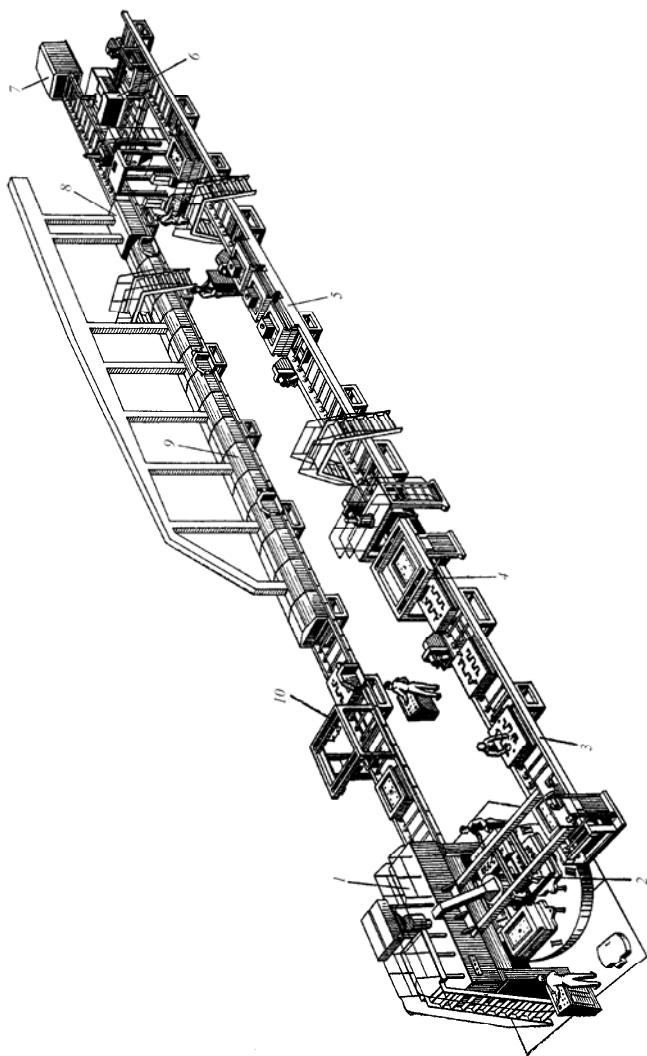


Рис. 7.41. Автоматична лінія для виробництва колінчастих валів двигунів внутрішнього згоряння із високоміцного чавуну в металеві форми з термоізоляційним покриттям:
 1 — високоміцний агрегат; 2 — маніпулятор для змінення півформ; 3 — приводний роликівий конвеєр;
 4 — маніпулятор складання форм; 5 — дільниця заливання форм; 6 — дільниця розкривання форм; 7 — дільниця попереднього нагрівання півформ; 8 — установка для очищення півформ; 9 — камера охолодження півформ;
 10 — маніпулятор для кантування форм

Спеціальна потокова лінія моделі А117 для лиття в металеві форми (рис. 7.42) призначена для виготовлення корпусів електродвигунів у сталевих металевих формах.

Технічну характеристику лінії наведено в табл. 7.55.

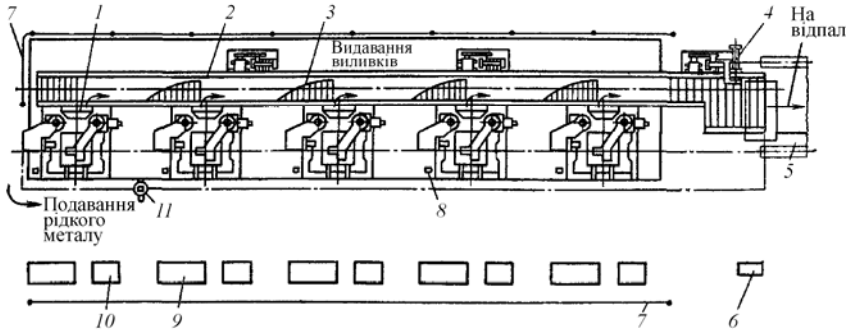


Рис. 7.42. Планування потокової лінії моделі А117 для лиття в металеві форми:

1 — машина однопозиційна для лиття в металеві форми; 2 — транспортний роликотий конвеєр; 3 — приймальний стіл; 4 — штовхач; 5 — піч для відпалу виливків; 6 — пульт керування системою рольгангів і штовхачів; 7 — огорожа; 8 — ножний вимикач; 9 — шафа керування гідроагрегатом; 10 — пульт керування машинами; 11 — монорейка для транспортування рідкого металу

Таблиця 7.55

Технічна характеристика лінії моделі А117 для лиття в металеві форми

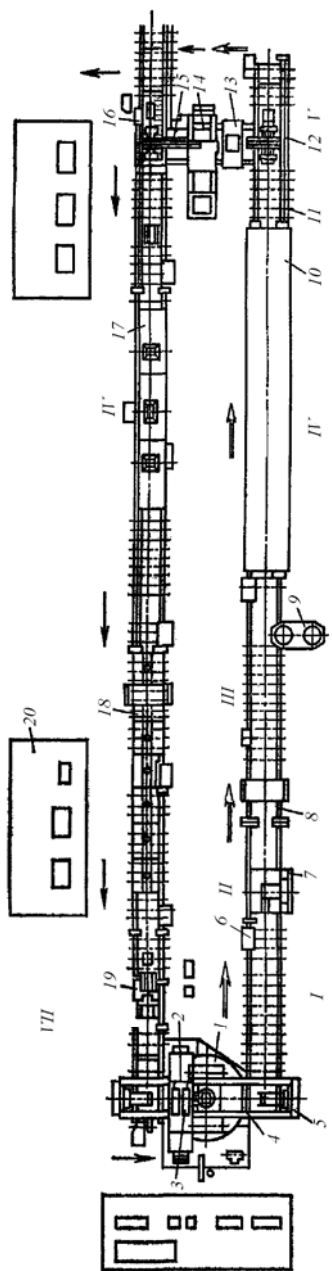
Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Габаритні розміри металеві форми, мм	640×630×450
2	Продуктивність, циклів/год	60
3	Металомісткість форми, кг	40
4	Кількість: робітників, які обслуговують лінію протягом однієї зміни машин для лиття в металеві форми в лінії	3 5
5	Робочий тиск у гідроприводі, МПа	5...10
6	Установлена потужність, кВт	74
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	15600 3060 2800
8	Заглиблення лінії, мм	350
9	Маса комплексу устаткування, кг	64000

Лінії моделей А82М, А120М, А96 для лиття в облицьовані металеві форми (табл. 7.56) призначені для виготовлення широкої номенклатури виливків підвищеної точності зі сплавів на основі заліза в ливарних цехах масового, великосерійного і серійного виробництва. Планування ліній показано на рис. 7.43 і 7.44.

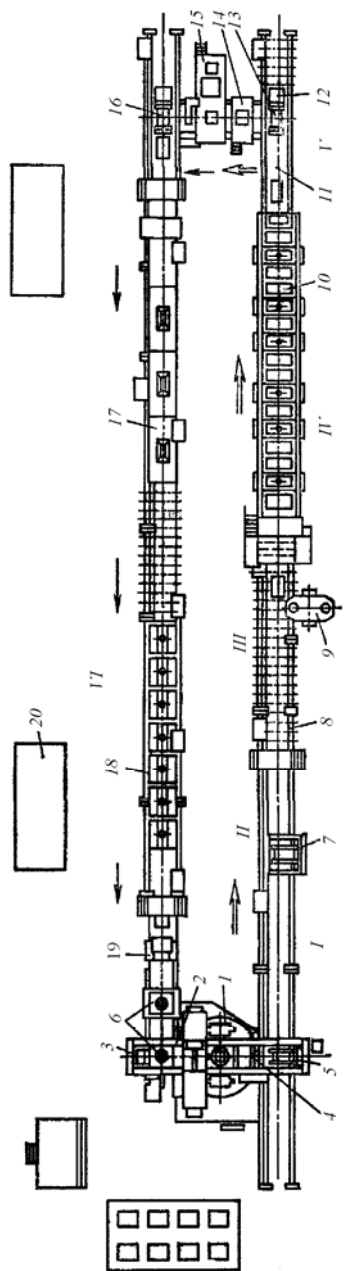
Таблиця 7.56

**Технічні характеристики ліній для лиття
в металеві облицьовані форми**

Індекс позиції	Параметр	Модель лінії		
		А82М	А120М	А96
1	Габаритні розміри півформи, мм:			
	довжина	1000	1000	1400
	ширина	1000	1000	1200
	висота	200	250	250
2	Найбільша металомісткість форми, кг	100	150	250
3	Продуктивність, циклів/год	45	50	45...50
4	Кількість:			
	комплектів форм	26	26	–
	модельних комплектів	2	2	2
	піскодувних головок	1	1	4
	робітників, що обслуговують лінію протягом однієї зміни	8	8	8
5	Місткість, кг:			
	бункера для суміші	600	600	4000
	ковша заливальної машини	350	630	–
6	Витрати суміші найбільші, кг/год	480	480	–
7	Швидкість переміщення форм, мм/с	32...130		60...75
8	Тривалість зупинки для заливання, с	8,3	9,0	16,0
9	Зусилля видавлювання вилівка, кН	50	80	200
10	Робочий тиск у гідросистемі, МПа	4; 25	4; 25	4; 8; 12
11	Установлена потужність, кВт	146	624	822
12	Габаритні розміри лінії, мм:			
	довжина	49740	49600	82300
	ширина	9500	10000	13400
	висота	4660	6400	8460
13	Заглиблення лінії, мм	1620	1700	3000
14	Маса комплексу устаткування, т	196	222	500



a



b

Рис. 7.43. Лінії моделей А82М (а) і А120М (б) для лиття в металеві облицьовані форми:

- 1 — карусельно-піскодувний автомат; 2 — маніпулятор моделі ПУ409 для завантажування півформ;
3 — підйомач для завантажування півформ; 4 — маніпулятор моделі ПУ401 для знімання півформ; 5 — підйомач для знімання півформ; 6 — механізм для очищення надувних отворів; 7 — маніпулятор для складання форм;
8, 11 — рольганги; 9 — заливальна машина моделі ЛТ46; 10 — термостат; 12 — зштовхувач-відсікач;
13 — піднімальний стіл; 14 — маніпулятор розбирання форм; 15 — маніпулятор для прошивання нижньої півформи; 16 — приймальний стіл; 17 — пристрій для очищення півформ; 18 — камери охолодження;
19 — гідроустаткування; 20 — кантувач

На лініях одночасно можна виготовляти виливки двох найменувань. Рознім форм – горизонтальний.

Основні операції, які виконуються на лінії:

- обдування і обприскування робочих порожнин півформ;
- установлення півформ на модельну плиту;
- нанесення шару облицювання наддуванням плакованої суміші в зазор між модельною плитою і півформою;
- знімання півформ і витримування їх для тверднення облицювального шару;
- додаткове опрацювання півформ у нагрівальній печі (остаточне тверднення облицювального шару);
- візуальний контроль якості нанесеного облицювального шару і установлення стрижнів;
- складання форм і їх заливання;
- кристалізація і охолодження виливків у формі;
- розкривання форм, прошивання надувальних отворів і видалення виливків;
- очищення півформ від горілого шару облицювання;
- дворазове кантування півформ і початок нового циклу.

Лінії розділені переважно на автономні технологічні дільниці (рис. 7.43 і 7.44):

I – нанесення на робочі поверхні півформ облицювального покриття;

II – складання форм;

III – заливання форм;

IV – кристалізації розплаву і підтримування температури форм;

V – розбирання форм, видалення із них виливків і очищення півформ;

VI – охолодження та термостатування півформ;

VII – кантування і підготовлення півформ до нового циклу;

VIII – очищення півформ;

IX – охолодження півформ;

X – додаткове очищення півформ.

Кількість дільниць може змінюватися. Дільниці одночасно виконують функцію нагронадживачів.

Між ними є зворотний зв'язок – попередня дільниця припиняє роботу, якщо наступна заповнена. Запуск в роботу кожної дільниці здійснюється формою або пів-формою, які надходять на позицію, через кінцевий вимикач.

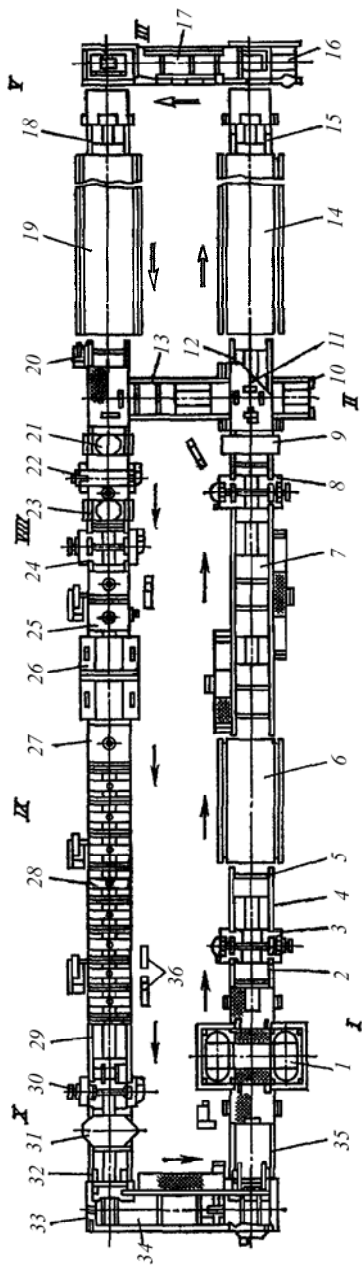


Рис. 7.44. Лінія моделі А96 для лиття в металеві облицьовані форми:

1 — агрегат для нанесення облицьовувального покриття; 2, 4, 7, 10, 13, 15, 17, 18, 20, 25, 27, 28, 29, 32, 34 і 36 — роляганги; 3, 8, 22, 24 і 30 — кантувачі; 5 — шітка для очищення півформ; 6 — нагрівальна піч для тверднення облицьовувального шару; 9 — агрегат для складання форм; 11 і 16 — піднімальні столи; 12 — поргач; 14 і 19 — термостати-нагримачувачі; 21 — агрегат для розбирання форм; 23 — агрегат для прошивання нижніх півформ; 26 — агрегат для очищення півформ; 31 — агрегат для додаткового очищення; 33 — підйимач-кантувач; 36 — пульта управління лінією

Спеціальна автоматична лінія моделі А87 (рис. 7.45) призначена для виготовлення корпусу букси залізничних вагонів (або подібних литих деталей) у металевих облицьованих формах. Технічну характеристику лінії наведено в табл. 7.57.

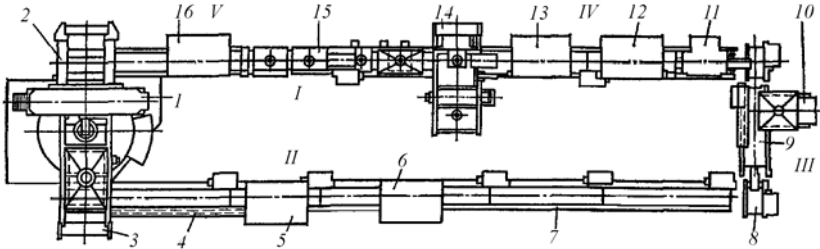


Рис. 7.45. Планування спеціальної лінії моделі А87 для виготовлення корпусу букси залізничних вагонів у металевих облицьованих формах:

- 1 — карусельно-піскодувний агрегат; 2 — агрегат для завантажування;
- 3 — агрегат для вивантажування; 4, 7–9 — роликові конвеєри; 5 — агрегат для складання форм; 6 — агрегат для запирання замків форм; 10 — машина заливальна; 11 — агрегат для відпирання замків; 12 — агрегат для кантування півформ на 90°; 13 — агрегат для розбирання форм; 14 — агрегат для видалення виливків із форм; 15 — камера для охолодження півформ; 16 — агрегат для кантування півформ на 180°; дільниці лінії: I, II — нанесення на півформи термоізоляційного покриття і складання форм; III — заливання форм; IV — розбирання і очищення форм; V — кантування і підготовки півформ до нового циклу

Таблиця 7.57

Технічна характеристика лінії моделі А87 для лиття в металеві облицьовані форми

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Габаритні розміри півформи, мм	1300×700×250
2	Металомісткість форми найбільша, кг	200
3	Продуктивність, циклів/год	50
4	Кількість: виливків у формі комплектів форм модельних комплектів робітників, які обслуговують лінію протягом однієї зміни	2 28 2 9*
5	Місткість бункера для суміші, кг	700
6	Витрати суміші найбільші, кг/год	600

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
7	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	230
8	Робочий тиск у гідросистемі, МПа	4,0; 5,0; 7,5; 25,0
9	Установлена потужність, кВт	548
10	Габаритні розміри лінії, мм:	
	довжина	52000
	ширина	8250
	висота над рівнем підлоги	5600
11	Маса комплекту устаткування, т	150

* Кількість робітників наведено без урахування заливальників і установників піщаних стрижнів.

Устаткування плавильного відділення і відділення фінішних операцій в цехах лиття в металеві форми аналогічне відповідно при виробництві виливків із сплавів на основі кольорових металів устаткуванню такого ж відділення цеху лиття під тиском, а при виготовленні виливків із сплавів на основі заліза – устаткуванню такого ж відділення цеху лиття в разові піщані об'ємні форми.

7.5.5. Компонування цехів лиття в металеві форми

Приклад компоновання устаткування в цеху виготовлення алюмінієвих виливків у металевих формах показано на рис. 7.32. Цех розрахований на випуск 11...12 тис. т придатних виливків за рік.

Компоновання комплексно-автоматизованої лінії для виготовлення поршнів з алюмінієвих сплавів показано на рис. 7.46.

Алюмінієвий сплав дозатором 1 автоматично заливається в металеві форми, які установлені на каруселі 2. Закристалізований вилівок знімається маніпулятором і скидається на сковзало 3. Далі виливки конвеєром 4 транспортуються через камеру 5 з вентилятором обдування 6, потім скидаються на лоток 7, а з нього потрапляють на стіл 8. Із стола робітник забирає виливки і встановлює їх почергово в напівавтомат 9 для обрізування. Після обрізування ливників і надливів виливки лотками 11 спрямовуються на конвеєр 13.

Відрізані ливники, надливи і стружка з напівавтоматів лотками 12 і 10 подаються на прибиральний конвеєр, розташований під підлогою, і транспортуються на переплавлення. Електрошафи лінії розміщують у приміщенні 14.

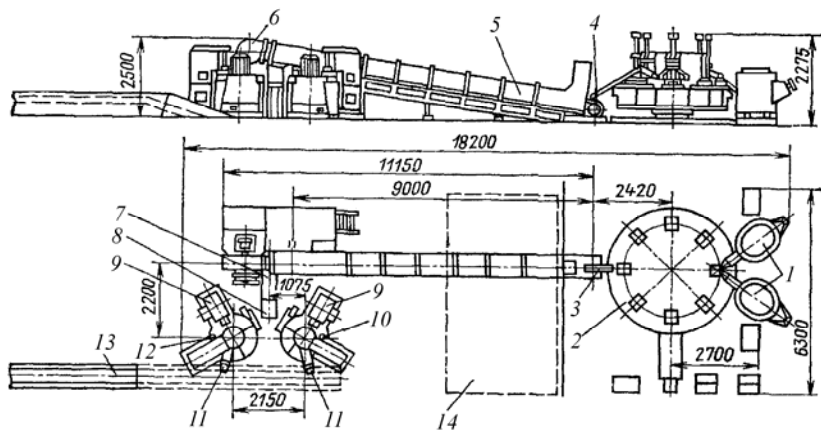


Рис. 7.46. Комплексно-автоматизована лінія

для виготовлення поршнів з алюмінієвих сплавів:

- 1 — дозатор; 2 — карусель; 3 — сковзало; 4 — конвеєр; 5 — камера охолодження виливків; 6 — вентилятор; 7, 10, 11 і 12 — лотки; 8 — приймальний стіл; 9 — обрізувальний напівавтомат; 13 — конвеєр; 14 — приміщення для електроустаткування

Компонування устаткування в цеху виготовлення чавунних виливків у металевих формах показано на рис. 7.47. Цех розрахований на випуск 40 000 т придатних виливків за рік і розташований у двох прогонах, які торцями притикаються до складу шихтових і формувальних матеріалів.

В одному прогоні (на рис. 7.47 – нижньому) виготовляють труби, а в другому – фасонні виливки.

Чавун із вагранок 1 продуктивністю 15 т/год випускається в барабанні ковші місткістю 1 т і замкненою монорейкою 11 за допомогою електроталевих візків 5 вантажопідіймістю 3 т транспортується до міксерів 10 з газовим обігріванням місткістю по 2 т кожний. Труби виготовляють на багатороторних машинах 2. Заливальні пристрої рухають монорейкою 4 вручну. Після видалення труб із форм (виливниць) їх за допомогою пристрою 3 передають у підземну галерею на прибирально-охолоджувальний конвеєр 6.

Фасонні виливки виготовляють на чотирьох автоматизованих лініях 9 для лиття в металеві форми. Виливки, видалені з форм, через люки передають у підземну галерею на вібраційний охолоджувально-прибиральний конвеєр 7.

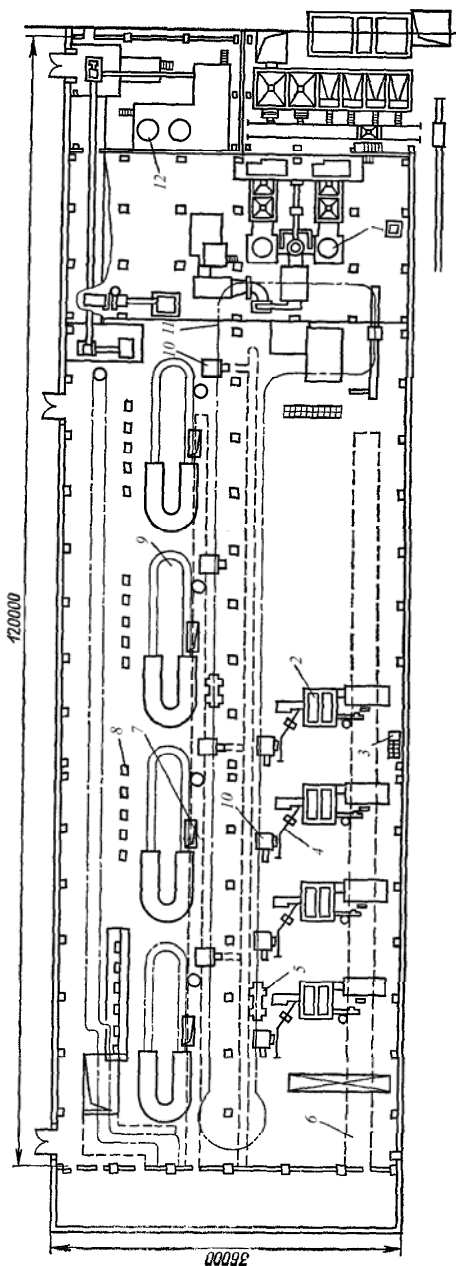


Рис. 7.47. Компонування чавуноливарного цеху лиття в металеві форми потужністю 40000 т придатних виливків за рік:

- 1 — вагранки; 2 — багаторотні машини; 3 — пристрій для видалення виливків із форм;
- 4 — монорейка для транспортування заливальних пристроїв; 5 — електросталевий візок;
- 6 — прибирально-охолоджувальний конвєр; 7 — вібраційний охолоджувальний конвєр;
- 8 — машини для виготовлення стрижнів; 9 — лінії для лиття в металеві форми; 10 — міксери;
- 11 — монорейка замкненого типу; 12 — змішувачі для приготування стрижневої суміші

Піщані стрижні виготовляють на піскодувних напівавтоматах 8. Кожна із ліній обслуговується п'ятьма такими машинами.

Для приготування стрижневої суміші передбачено змішувачі 12.

Облицьовувальні покриття і фарби для форм готують централізовано. До місць використання їх транспортують трубопроводами.

7.5.6. Заходи щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища

У проекті цеху лиття в металеві форми особливу увагу необхідно приділяти безпечній роботі на машинах:

- перед початком роботи на машині перевіряти точність установлення і стикування півформ. Після чіткого виконання цих вимог рідкий метал не повинен витікати або розбризкуватися із форми під час заливання;

- конструкції і стан пристроїв для виштовхування виливків мають забезпечувати видалення виливків без використання ломиків або інших предметів;

- за допомогою системи захисту запобігати самостулюванню окремих частин форми під час очищення, фарбування, установлення стрижнів тощо;

- рухомі частини машин огорожувати щитами, що забезпечують безпечну роботу;

- над кожним робочим місцем передбачати витяжну вентиляцію з повним очищенням відсмоктуваного повітря.

7.6. Цехи відцентрового лиття

7.6.1. Загальна характеристика відцентрового лиття

Сутність відцентрового лиття полягає в тому, що на метал у процесі формування виливка діє відцентрова сила, яка виникає внаслідок обертання форми.

Відцентровим способом або способом лиття в обертові форми виготовляють переважно порожнисті виливки у вигляді тіл обертання без використання стрижнів. До таких виробів належать: труби різного призначення із чавуну, сталі, сплавів на основі кольорових металів, жаростійких і корозієстійких сплавів, втулки, гільзи циліндрів автомобільних, тракторних та інших двигунів, заготовки (маслоти) для поршневих кілець, порожнисті великогабаритні сталеві злитки, бандажі залізничні і трамвайні тощо.

Окрім виливків у вигляді тіл обертання відцентровим способом виготовляють і фасонні деталі: зірочки різних розмірів, зубчасті колеса, турбінні диски з лопатками, а також виливки арматури, зуботехнічних і ювелірних виробів. Особливо доцільно використовувати спосіб для виготовлення біметалевих виробів.

Однією із переваг цього способу є напрямлене тверднення металу у формі.

7.6.2 Структура цехів

Цехи відцентрового лиття за структурою і компонуванням нагадують цехи лиття у металеві форми.

До складу цехів входять такі відділення, дільниці і лабораторії:

- плавильне відділення;
- відділення виготовлення виливків;
- відділення фінішних операцій;
- дільниці ремонту металевих форм (виливниць) та устаткування;
- лабораторії контролю якості рідкого металу та виливків;
- склади шихтових матеріалів, форм (виливниць) та придатних виливків.

7.6.3 Визначення обсягів виробництва

Вихідними даними для виконання технологічної частини проекту є номенклатура виливків з наведеними геометричними параметрами і марками сплавів, програма цеху і відомість технологічного процесу за формою 43 (табл. 7.58).

Форма 43

Таблиця 7.58

**Відомість технологічного процесу
виготовлення виливків відцентровим литтям**

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Кількість		Маса, кг		Тип форми
			на виріб	на річну програму	одного вилівка	на програму	
1	2	3	4	5	6	7	8

7.6.4. Технологічний процес і устаткування

Різновиди відцентрового лиття і відповідні машини характеризуються розміщенням осі обертання, яке може бути вертикальним, горизонтальним і похилим (рис. 7.48). Використовують також машини зі змінним кутом нахилу осі обертання.

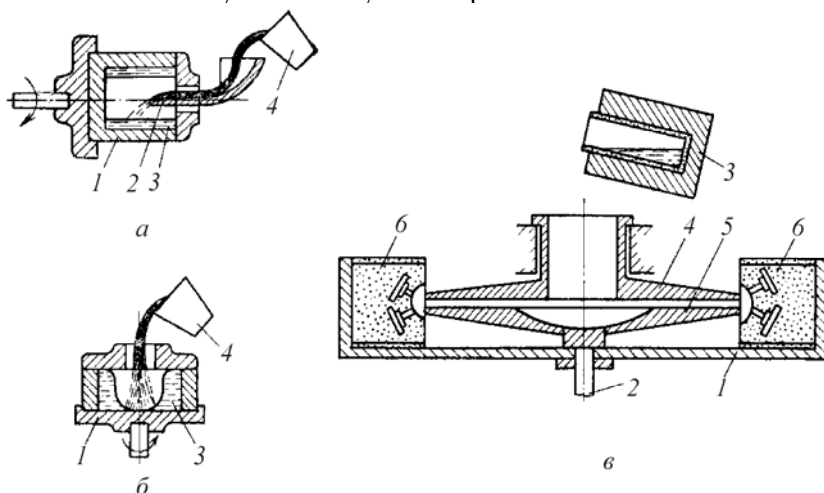


Рис 7.48. Схеми виготовлення виливків на різних відцентрових машинах:

a — з горизонтальною віссю обертання; *б* — з вертикальною віссю обертання;

1 — виливниця (металева форма); 2 — заливальна воронка; 3 — виливок, що формується; 4 — ківш з рідким металом; *в* — методом центрифугування:

1 — обертаний стіл; 2 — центральний вал; 3 — ківш; 4 — стояк;

5 — живильники; 6 — форми

Машини відрізняються також за положенням центра ваги вилівка відносно осі обертання: він може бути на осі обертання або за її межами.

Машини з вертикальною віссю обертання використовують для виготовлення невисоких кілець і фасонних виливків, машини з горизонтальною (похилою) віссю обертання — порожнистих заготовок (втулок), труб і кілець, гільз циліндрів двигунів внутрішнього згоряння, інших циліндричних виробів.

Для виготовлення високоякісних виливків відцентровим литтям необхідно правильно визначити частоту обертання виливниці (форми): за малої кількості обертів метал виливка ущільнюється недостатньо, у разі підвищеної — відбуваються інтенсивні ліквідаційні

процеси, що призводять до утворення поздовжніх тріщин. Окрім того, спостерігається підвищена вібрація машини.

Існує декілька способів визначення швидкості обертання форми.

Значення, які максимально наближаються до використовуваних на практиці, можна визначити за імперичною формулою Константина

$$n = 5520 / \sqrt{\gamma r},$$

де n – частота обертання форми, хв^{-1} ; γ – щільність сплаву, г/см^3 ; r – зовнішній радіус виливка, см .

До машин для відцентрового лиття належать також машини для виготовлення виливків у піщаних або металевих формах методом центрифугування (рис. 7.48, в). За цим способом метал потрапляє у форму, що обертається, із центральної ливникової системи під тиском, який виникає під дією відцентрової сили і підтримується весь період кристалізації: в цьому випадку виливки формуються щільнішими, ніж у разі лиття в нерухомі форми.

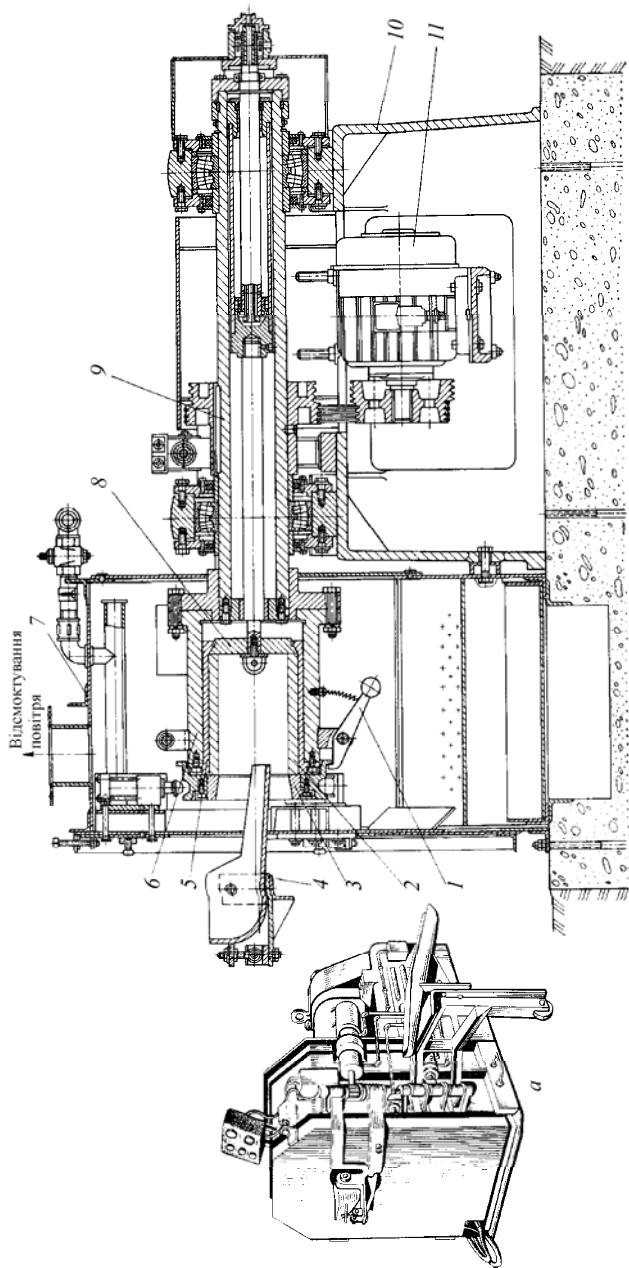
Будову машини для відцентрового лиття заготовок (втулок) з горизонтальною віссю обертання показано на рис. 7.49. Технічні характеристики таких машин наведено в табл. 7.59.

Усі вузли машини монтуються на литій чавунній станині 10 коробчастого перерізу. Усередині станини на коливній плиті закріплений приводний електродвигун 11 постійного струму. Втулки виготовляють у виливниці 6, яка має змінні гільзи 5 і кріпиться до фланця на консольному кінці циліндра 9. Шпindel обертається на двох роликівих підчпниках. Частота обертання шпінделя регулюється безступінчасто в межах $8 \dots 15 \text{ с}^{-1}$.

Послідовність операцій під час виготовлення втулок на машині:

- підготовлення виливниць до заливання: футерування і сушіння заливального жолоба 4, попереднє нагрівання виливниці, нанесення на внутрішні стінки і кришку виливниці протипригарного покриття, установлення обмежувальної кришки 3 на виливницю (закривання дверей кожуха 7), надання шпінделю необхідної частоти обертання, розрахованої залежно від зовнішнього діаметра втулки. Для попередження відкривання обмежувальної кришки передбачені важелі з вантажем;

- заливання металу у виливницю – підведення заливального жолоба, заливання металу до рівня бурту кришки виливниці, відведення заливального жолоба;



б

Рис. 7.49. Машина для відцентрового лиття заготовок з горизонтальною віссю обертання:
a — загальний вигляд; *б* — будова машини. 1 — важіль; 2 — вилівок; 3 — обмежувальна кришка; 4 — заливальний жолоб; 5 — гільза; 6 — вилівниця; 7 — кожух; 8 — виштовхувач; 9 — циліндр; 10 м станина; 11 — електродвигун

Таблиця 7.59

**Технічні характеристики машин з горизонтальною віссю
обертання для відцентрового лиття втулок**

Індекс позиції	Параметр	Модель машини	
		552-2	553-2
1	Розміри виливків, мм: діаметр довжина	80...200 До 320	200...320 До 500
2	Продуктивність, шт./год	До 14	До 9
3	Зусилля виштовхування вилівка, кН	25	25
4	Частота обертання вилив- ниці, хв ⁻¹	500...1250	500...900
5	Витрати води на охоло- дження, м ³ за цикл	0,53	0,62
6	Установлена потужність, кВт	28,0	36,2
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	2500 1895 1400	2820 2015 1510
8	Маса, кг	3300	400

Примітка. Машини забезпечують виготовлення втулок із кольорових металів і сплавів (зі щільністю не меншою за 7,5 г/см³ – латуні, бронзи) і чавуну в серійному виробництві.

– охолодження виливниці – вмикання водяного охолодження, контроль за кристалізацією вилівка, зупинення машини, вимикання водяного охолодження;

– виштовхування вилівка з виливниці – відкривання дверцят кожуха, підведення до виливниці лотка для приймання вилівка, подавання стиснутого повітря до пневмоприводів підривання і виштовхування вилівка 2 за допомогою виштовхувача 8, відведення лотка з вилівком у бік і знімання вилівка з лотка.

Для забезпечення безступінчастого регулювання частоти обертання шпинделя і приведення його в рух здійснюється через електродвигун постійного струму.

Постійний струм виробляється в системі електропривода машини за схемою: електродвигун змінного струму – генератор (динамомашинна) – електродвигун постійного струму.

Машина роликів моделі 92111 для відцентрового лиття з горизонтальною віссю обертання (табл. 7.60) призначена для виготовлення втулок зі сплавів на основі заліза і кольорових металів у серійному виробництві.

Таблиця 7.60

Технічна характеристика роликів машини моделі 92111 для відцентрового лиття з горизонтальною віссю обертання

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Розміри виливків, мм: діаметр довжина	60...450 60...450
2	Машинний час неробочого циклу, с	130
3	Тривалість переналаджування, хв, не більше	15
4	Частота обертання виливниці, хв ⁻¹	300...2000
5	Робочий тиск у гідросистемі, МПа	5
6	Витрати, м ³ /год: води на охолодження стиснутого повітря	1,8 3,0
7	Установлена потужність, кВт	44,7
8	Зусилля виштовхування виливка, кН	25
9	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	4970 3450 2520
10	Маса, кг	14000

Основні вузли машини: станина з головним приводом і механізмом опорних котків, пристроями для очищення і фарбування виливниць і кришки, механізм видалення виливків і приймально-зали-вальний маніпулятор.

Окремо розташовані установка для приготування і роздавання фарби, пристрої для дозування фарби і відсмоктування пилу, гідро-станція, пульт і шафи електрокерування.

Основні операції на машині виконуються автоматично. Початок кожного нового циклу здійснює оператор.

Чавунні водопровідні й каналізаційні труби із сірого чавуну виготовляють переважно на відцентрових машинах. Відповідно до нормативних документів каналізаційні труби виготовляють довжиною 2 м, діаметром 50...100 мм з товщиною стінок 4...5 мм, а водопровідні – довжиною 2...5 м, діаметром 50...1000 мм з товщиною стінок 7,5...30 мм.

Найпоширенішими машинами для відцентрового лиття водопровідних труб є машини з металевою інтенсивно охолоджуваною виливницею з переміщенням останньої вздовж поздовжньої осі під час заливання зі спеціального заливального жолоба.

Перевага машин такого типу – відсутність у ливарному цеху формувальної суміші і простота ливарної технології; недолік - необхідність відпалу труб для усування їх крихкості. За характером використання виливниць розрізняють машини з постійно установленою виливницею на машині й машини із змінними виливницями.

Машини для відцентрового лиття моделей ЛН102А і ЛН104Б (табл. 7.61) призначені для виготовлення чавунних напірних раструбних труб відцентровим литтям у металеві, інтенсивно охолоджувані, форми в цехах масового виробництва.

Таблиця 7.61

Технічні характеристики відцентрових машин моделей ЛН102А і ЛН104Б

Індекс позиції	Параметр	Модель машини	
		ЛН102А	ЛН104Б
1	Розміри вироблюваних труб, мм: діаметр довжина (будівельна)	100; 125; 150 4000	200; 250; 300 5500
2	Маса вироблюваних труб, кг	82...156	280...490
3	Продуктивність розрахункова, труб/год	32...34	24...26
4	Частота обертання виливниці, хв ⁻¹	600...1200	400...550
5	Витрати води на охолодження, м ³ /год	15	40
6	Установлена потужність, кВт	88,7	171,0
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	13700 3380 2650	23000 7000 4500
8	Маса, кг	40000	90000

Основні вузли машини: станина зі змінними напрямними для кантування готових труб і пристроями для установа стрижнів, рухомий корпус із змінними металевими формами, пристрій для видалення виливків, заливальний стенд.

Схему установки для виготовлення каналізаційних труб із змінними виливницями показано на рис. 7.50. У роботі установки використовують 20 виливниць, кут нахилу виливниць $1^{\circ} 30'$, частота обертання виливниці на позиції заливання $100 \dots 1000 \text{ хв}^{-1}$, на позиції нанесення покриття – 300 хв^{-1} .

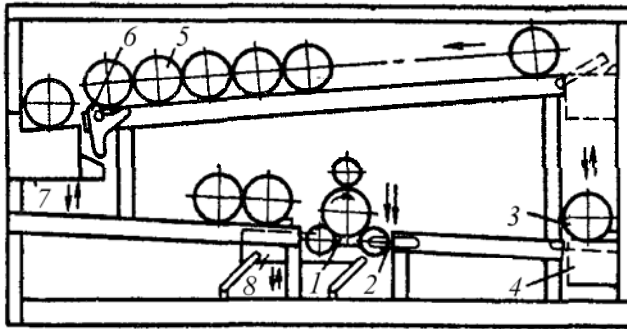


Рис. 7.50. Схема вертикально-замкненої потокової лінії для виготовлення каналізаційних труб відцентровим литтям: 1 — заливання виливниць металом; 2 — пристрій для видалення виливниць із відцентрової машини; 3 — витягування труби; 4 — пристрій для транспортування виливниць на верхній стелаж; 5 — дільниця очищення виливниць і нанесення теплоізоляційного покриття; 6 — відокремлювальний пристрій для поодинокого подавання виливниць; 7 — пристрій для передавання виливниць на нижній стелаж; 8 — пристрій для передавання виливниць на позицію їх заливання

Загальна потужність електродвигунів 13,1 кВт, продуктивність установки – 60 труб за годину. Рух виливниць вертикально-замкненим потоком механізований. Габаритні розміри – $8950 \times 4700 \times 2800 \text{ мм}$. Маса лінії без виливниць – 14000 кг.

Відцентрову машину з вертикальною віссю обертання, яка призначена для виготовлення фасонних деталей у піщаних або металевих формах за умови розташування форм периферією і за можливістю симетрично, тобто методом центрифугування, показано на рис. 7.51.

Машина складена із таких основних вузлів: станини 4, вертикального вала 5, установленого в підчипниках 6, стола 2 для установа форм, кожуха 9, колонки з переміщуваним кронштейном

11 і заливальною воронкою 10, а також електродвигуна 8 постійного струму, який з'єднаний з валом через шків 3. Стіл оснащений спеціальними струбцинами 7 для кріплення піддона, на якому складаються форми.

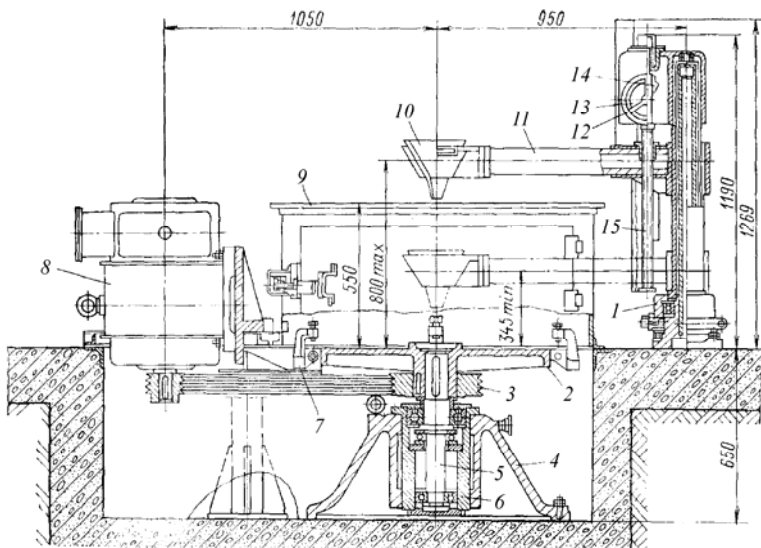


Рис. 7.51. Машина з вертикальною віссю обертання для виготовлення виливків у піщаних або металевих формах методом центрифугування:

- 1 — колонка; 2 — стіл; 3 — шків; 4 — станина; 5 — вал;
 6 — підшипник; 7 — спеціальна струбцина; 8 — електродвигун постійного струму; 9 — кожух; 10 — заливальна воронка;
 11 — кронштейн; 12 — маховичок; 13, 14 — зубчасті колеса; 15 — гвинт

Воронка для заливання може бути установлена на необхідній висоті перемішуванням кронштейна 11 колонкою 1 за допомогою маховичка 12, двох зубчастих коліс 13 і 14 та гвинта 15.

Вихід придатного литва при використанні відцентрового лиття становить 80 % для чавунних труб і 70 % – для сталевих заготовок, знімання до 7,5 т/рік з 1 м² виробничої площі, а випуск придатного литва на одного робітника досягає 115 т і більше. Кількість машин для відцентрового лиття визначають за формулою

$$M_{\text{в}} = B_{\text{р}} T / \Phi_{\text{д}} k_{\text{бр}}$$

де $B_{\text{р}}$ – кількість виливків певної групи для виконання річної програми цехом, шт.; T – тривалість циклу, год; $k_{\text{бр}}$ – коефіцієнт браку виливків, $k_{\text{бр}} = 0,93 \dots 0,95$.

7.6.5. Варіанти проектних рішень цехів відцентрового лиття

Використовують три схеми компонування відцентрових машин:

1. Установлення на дільниці 1–3 машин: така організація виробництва відповідає умовам невеликого обсягу виготовлення одного або декількох типорозмірів виливків. Залежно від умов розливання в цеху метал можна транспортувати до машин мірними заливальними ковшами або через проміжні ковші.

2. Установлення групи машин: цей варіант організації виробництва забезпечує серійне виготовлення одного або декількох типорозмірів виливків. Транспортування металу за таких умов та розливання можуть бути такими ж, як за першим варіантом. Проте, якщо на всіх машинах виготовляють виливки одного типорозміру, то раціональніше виокремити заливання в самостійну операцію і здійснювати її спеціальними робочими, які будуть переміщуватися від однієї машини до іншої. Такий розподіл праці суттєво підвищує продуктивність праці і полегшує дозування металу;

3. Установлення машин на каруселі: цей варіант доцільно використовувати в умовах масового і великосерійного виробництва. Така організація дільниці передбачає розподіл процесу виготовлення виливків на виконання кожної операції окремо. Продуктивність праці підвищується внаслідок зменшення витрат часу на зміну інструмента і раціонального використання часу охолодження виливків.

7.7. Заливально-дозувальні установки для цехів спеціальних способів лиття

Підвищення продуктивності процесів лиття і збільшення маси виливків, які виготовляють на ливарних лініях і на автоматичному ливарному устаткуванні, потребують подальшого розроблення, виготовлення і впровадження у виробництво автоматичних заливально-дозувальних установок, використання яких забезпечить стабілізацію режиму роботи устаткування, сприятиме ліквідації важкої ручної операції, зменшенню кількості заливальників та браку виливків.

Основні вимоги до експлуатації заливально-дозувальних установок:

- температура розплаву в установці має підтримуватися на одному рівні;
- місткість установки має бути достатньою і погодженою за витратами розплаву з плавильним агрегатом і міксером;

– точне потрапляння струменя розплаву в ливникову воронку або заливальне вікно: налаштування на розташування місця заливання має здійснюватися просто і швидко;

- мінімальні втрати рідкого металу під час заливання;
- мінімальна тривалість підготовки до заливання;
- швидкість заливання повинна регулюватися в широких межах.

Заливально-дозувальні установки за родом сплаву розділяють на установки для сплавів на основі заліза і кольорових металів; за принципом дії – на механізовані ковшові, що нахиляються, електромагнетні та пневматичні.

Прикладом механізованої ковшової установки є заливальна машина моделі 4126А (див. рис. 5.33), яку використовують у складі автоматичної лінії безопекового формування.

Схему магнетодинамічної заливальної установки показано на рис. 7.52. Установка дає змогу цілком автоматизувати процес регульованого закритого транспортування металу із плавильної печі до ливарної форми.

Робота установки ґрунтується на взаємодії струму, що протікає в рідкому металі, із зовнішнім магнетним полем. На рідкий метал, яким протікає струм, діють електромагнетні сили, що створюють умови руху розплаву відповідними каналами.

Установка побудована таким чином: з тиглем 1 сполучаються канали 3, 5 і 8, частина з яких охоплена індукторами, що являють собою замкнені магнетопроводи 4 з навітками живлення 2 і 6.

Активна зона насоса міститься в зазорі електромагнета, який має форму розімкненого С-подібного магнетопровода 7 з навітками живлення.

Тигель оснащений знімною кришкою 9. Метал подається в зливний металопровід 10.

Після вмикання навиток індуктора в мережу промислової частоти в бо-

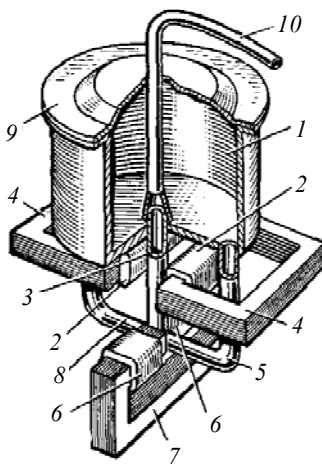


Рис. 7.52. Схема магнетодинамічної заливально-дозувальної установки:
1 – тигель; 2, 6 – навитки живлення; 3, 5, 8 – канали;
4 – магнетопроводи;
7 – С-подібний магнетопровід;
9 – кришка; 10 – зливний металопровід

кових каналах 5, як у вторинних навитках трансформатора, індуктується електричний струм, а після вмикання навіток електромагнета в активній зоні виникає магнетне поле, яке напрямлене під прямим кутом до струму, що протікає в металі.

Електромагнетні сили, які діють на метал в активній зоні, створюють умови для руху металу з тигля боковими каналами, центральним каналом і зливним металопроводом у форму. Метал рухається тільки за умови одночасного вмикання обох електромагнетних систем. Електромагнет вимикається тоді, коли необхідно підвищити температуру чергової дози металу перед заливанням.

Будову магнетодинамічного насоса показано на рис. 7.53. Установа призначена для механізації і автоматизації операції заливання алюмінієвих і цинкових сплавів у металеві форми на машинах лиття під тиском і в металеві форми.

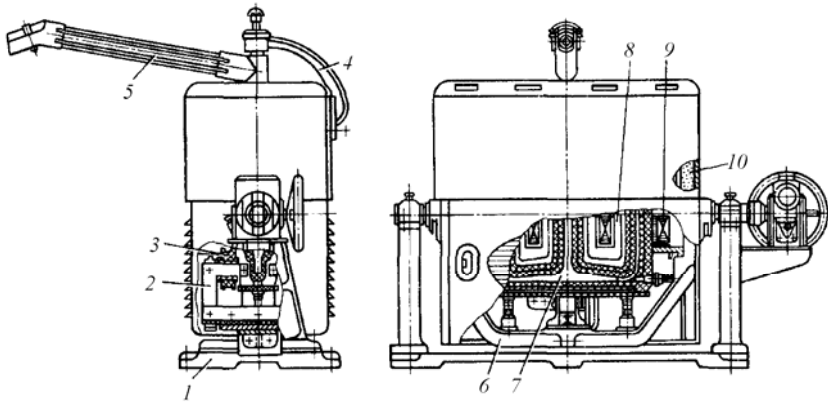


Рис. 7.53. Будова магнетодинамічного насоса:

- 1 — опорна рама; 2 — магнетопровід електромагнета; 3 — навитки електромагнета; 4 — кронштейн металопровода; 5 — зливний металопровід; 6 — поворотна рама; 7 — канал; 8 — навитки індуктора; 9 — магнетопровід індуктора; 10 — теплоізоляція тигля

Дозування металу здійснюється за часом, необхідним для заливання форми або за об'ємом порції металу, необхідного для форми.

Приклад компоновання магнетодинамічної заливальної установки з машиною для лиття в металеві форми показано на рис. 7.54.

На ділянці, окрім машини для лиття в металеві форми 1 і заливально-дозувальної установки 3, яка сполучена з машиною металопроводом 2, розташована плавильна піч 4 з витіснявачем металу 5.

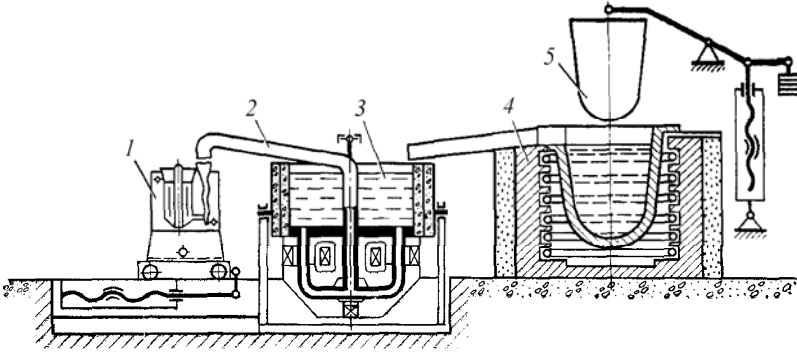


Рис. 7.54. Схема компоновки магнетодинамической установки с машиной для литья в металлические формы:

- 1 — машина для литья в металлические формы; 2 — металлопровод;
- 3 — магнетодинамическая заливально-дозувальна установка;
- 4 — плавильная печь; 5 — витиснювач металу

Установка может работать в напівавтоматичному і автоматичному режимах. У напівавтоматичному режимі роботи програми заливання форм виконуються за допомогою програмного реле часу після натискання на кнопку «Цикл».

Команда щодо закінчення операції заливання подається від реле часу або електроконтактного перетворювача рівня, який фіксує появу металу у випорі. В автоматичному режимі роботи команда «Цикл» спрацьовує тільки після закривання і запирання форми на машині лиття під тиском або на машині лиття в металеві форми (кокілі).

У випадку використання форми, розміщеної на каруселі або конвеєрі, команда подається після сполучення ливникової воронки зі зливним металлопроводом установки.

Установки заливально-дозувальні магнетодинамічні моделей 99411 і 99413 (табл. 7.62) призначені для підтримування температури дозованого заливання чавуну на пульсівних конвеєрах автоматичних ливарних ліній у карусельні установки і машини для лиття в металеві форми, а також інші ливарні агрегати в цехах масового, великосерійного і серійного виробництва.

Основні вузли установок: ванна, яка має воронку для заливання металу, оснащена індукційною одиницею, магнетопровід, механізм нахилання, візок, установка водопостачання, живильник для молотого модифікатора, датчик рівня металу, електроустаткування, кабіна оператора.

Таблиця 7.62

**Технічні характеристики магнетодинамічних
залівально-дозувальних установок**

Індекс позиції	Параметр	Модель установки	
		99411	99413
1	Місткість ванни, кг: загальна корисна	3600 2500	8000 6000
2	Витрати чавуну під час заливання, кг/с	0,8...12,0	1,0...30,0
3	Оптимальна маса виливків, кг	5...150	50...350
4	Продуктивність живильника молотого модифікатора, г/с	1,5...300,0	
5	Хід переміщення, мм: поздовжнього поперечного	600 600	600 800
6	Установлена потужність, кВт: повна індуктора електромагнета	250 160 80	300 240 40
7	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	3975 2765 3680	4200 3950 2650
8	Маса (без футеровки), кг	14700	22000

Операцію заливання розплаву у форму можна закінчувати в одному з таких режимів: поопераційному – вимикається вручну, напівавтоматичному – за допомогою зовнішнього сигналу, напівавтоматичному – за сигналом реле часу.

Установка залівальна моделі У42 з пневмовидаванням металу (табл. 7.63) призначена для механізації операції заливання чавуну в ливарні форми на пульсівних конвеєрах автоматичних формувальних ліній, на лініях безопокowego формування та інших ливарних агрегатах у цехах масового, великосерійного і серійного виробництва виливків.

Основні вузли: ванна, індукційна одиниця, візки поздовжнього і поперечного переміщення, кабіна керування, установка водо захисту, пневмо-, гідро- і електроустаткування.

Таблиця 7.63

**Технічна характеристика заливальної установки
моделі У42 з пневмовидаванням металу**

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Місткість ванни, кг: загальна корисна	4000 2500
2	Витрати чавуну під час заливання, кг/с	2...35
3	Оптимальна маса виливків, кг	5...200
4	Продуктивність при роботі в режимі, кг/год: підтримування температури нагрівання металу на 100 °С (за 1450 °С)	16000 4300
5	Температура чавуну, який заливають у ванну, °С	1250...1500
6	Хід переміщення, мм: поздовжнього поперечного	300 600
7	Установлена потужність, кВт: повна індуктора	210 200
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	4500 3700 2300
9	Маса, кг: без футеровки з футеровкою	15000 21000

Заливальна установка може працювати в одному із трьох режимів:

- ручному – за допомогою важеля керування;
- автоматичному – за допомогою важеля керування і реле часу, яке вмикається за командою фотореле, що спрацьовує з появленням металу в зливному носку;
- автоматичному – за допомогою важеля керування і фотореле, яке спрацьовує з появленням металу у випорі.

Вологість повітря в пневмосистемі не повинна перевищувати 80 %.

Пневматичні дозатори для алюмінієвих сплавів моделей Д63М, Д250, Д630М і Д630М1 (табл. 7.64) призначені для автоматизації операції заливання розплаву в прес-форми машин для лиття під тиском з холодною камерою пресування і в форми на машинах лиття в металеві форми в масовому і великосерійному виробництвах.

Таблиця 7.64

Технічні характеристики пневматичних дозаторів для алюмінієвих сплавів

Індекс позиції	Параметр	Модель дозатора			
		Д63М	Д250	Д630М	Д630М1
1	Місткість ванни, кг: робоча загальна	75	250	630	1000
		90	300	700	1200
2	Маса дози, кг: найбільша найменша	2,0	20,0	50,0	50,0
		0,3	1,0	5,0	5,0
3	Тривалість видавання дози, с	2...6	7...10	2,5...20,0	
4	Точність дозування, %	±5		±3	
5	Найвища температура сплаву, °С	800	900		
6	Кут нахилання печі, град.	25		–	–
7	Тривалість нагрівання ванни, год	6		8	
8	Робочий тиск повітря у ванні, МПа	0,035			
9	Середні витрати стиснутого повітря на один цикл, м ³	0,3	1,8	1,0	0,5
10	Установлена потужність, кВт	10,0	21,6	40,0	
11	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота	1900		1875	2400
		1630		1710	2045
		1700		1925	2400
12	Маса, кг: без футеровки з футеровкою	1315		2190	2400
		1800		2800	4285

Дозатор Д630М1 можна використовувати і для цинкових сплавів. Основні вузли дозаторів: корпус печі, кришка з вимірювачем рівня, зливна труба, механізм нахилання, пневмо- і електроустаткування.

7.8. Рекомендації щодо розмірів приміщень для цехів спеціальних способів лиття та вантажопіднімності використовуваних у цехах транспортних засобів

У цехах спеціальних способів лиття ширину прогонів припускають рівною 18 або 24 м, причому віддають перевагу розміру 24 м.

У двоповерхових будівлях висота до рівня підлоги другого поверху становить 7,8 м, ширина прогонів другого поверху – 18 або 24 м, а першого – відповідно 9 або 12 м.

Крок колон для одно- і двоповерхової будівель має становити 6 або 12 м.

Для цехів виготовлення сталевих виливків литтям за витоплюваними моделями вантажопіднімність транспортних засобів дорівнює 0,5...3,0 т.

Для цехів виробництва виливків з алюмінієвих сплавів литтям під тиском і в металеві форми вантажопіднімність транспортних засобів становить від 0,5 до 15 т. Другу вантажопіднімність (до 15 т) вибирають залежно від максимальної маси машин, які використовують у цехах для їх монтажу або демонтажу.

8. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ

Основою об'ємно-планувального рішення ливарного цеху є технологічна схема, яку визначають його призначенням, структурою, потужністю, прийнятими технологічними процесами, внутріцеховим транспортом тощо.

Відповідно до цієї схеми розроблюють основні архітектурні рішення будівлі, визначають її габаритні розміри, поверховість, розміри прогонів і розташування виробничих, допоміжних та адміністративно-побутових приміщень.

На об'ємно-планувальне рішення суттєво впливає вибір основних несучих конструкцій будівлі, а також принципи схеми вентиляції та освітлення.

8.1. Технологічна схема ливарного цеху

Структура і склад виробничих відділень і допоміжних дільниць та устаткування, яке входить у комплекс ливарного виробництва, мають забезпечувати виконання всього технологічного процесу виготовлення виливків, передбачених виробничою програмою, починаючи від складів формувальних та шихтових матеріалів і закінчуючи ґрунтуванням готових до подальшого використання виливків та передаванням їх на склад готової продукції.

Слід зазначити, що в структуру і склад ливарного цеху не завжди входить весь комплекс виробництва.

За наявності декількох ливарних цехів на одній заводській території для прискорення розвантажування вагонів, кращої організації складування, підготовки і розподілення за цехами шихтових і формувальних матеріалів, зберігання і підготовки їх виносять із цехів і розташовують в загальному для всього підприємства базисному цеху, розташованому в окремій промисловій будівлі.

Ґрунтувальні відділення або дільниці доцільно інколи також виносити за межі ливарного цеху, особливо коли необхідно провадити примусове старіння відповідальних чавунних виливків після виконаного первинного оброблення різанням. У цьому випадку операції первинного оброблення різанням, термічного оброблення і

грунтування виливків виконують за межами ливарного цеху в окремій будівлі. Обов'язковими виробничими відділеннями будь-якого ливарного цеху виготовлення виливків у разових об'ємних піщаних формах є:

- *плавильне* із проміжним складом шихтових матеріалів та дільницями підготовки і дозування шихти;
- *формуально-складально-заливально-вибивальне* із засобами транспортування формуальної і оборотної сумішей, опок тощо;
- *стрижневе* із складами зберігання готових до використання стрижнів і стрижневих ящиків;
- *сумішопріготувальне* із бункерами-відстійниками та проміжним складом формувальних матеріалів;
- *відділення фінішних операцій* з проміжними міжопераційними складами виливків.

Окрім основних відділень у будівлі кожного ливарного цеху повинні бути розташовані допоміжні відділення і дільниці, у тому числі проміжні склади моделей, ремонтні та енергетичні служби тощо.

Після визначення структури цеху розроблюють його технологічну схему, тобто взаємне розташування виробничих, допоміжних відділень та дільниць, яке забезпечуватиме вискоєфективну роботу і виконання виробничої програми. У разі потреби визначають орієнтовно загальну площу цеху і площі його основних відділень.

Без детального пророблення головних відділень середні площі для складання технологічних схем цехів різного призначення можна визначати за табл. 8.1.

Під час розроблення технологічних схем доцільно уніфікувати ширину прогонів.

У технологічній схемі необхідно передбачати розташування найбільш людних і відповідальних виробничих відділень та дільниць (формувальне, стрижневе) у комфортних приміщеннях, просторах, з хорошим природним освітленням (краще біля зовнішніх стін будівлі).

Технологічну схему ливарного цеху розроблюють з урахуванням особливостей транспортних зв'язків відділень цеху, обсягу і транспортабельності переміщуваних матеріалів. Для цього необхідно забезпечити:

- найкоротшу відстань передавання рідкого металу від плавильного агрегату до дільниць заливання форм для зменшення зниження температури розплаву і його ливарних властивостей;

- раціональне транспортування готових формувальних (вантажопотоки яких найскладніші) і стрижневих сумішей від дільниць приготування до місць їх використання;
- обережне транспортування готових до використання стрижнів – найкрихіткіших предметів у ливарному виробництві – до місць складання ливарних форм;
- оптимальні траси і способи транспортування оборотних сумішей до місць їх приготування до повторного використання та бункерів у сумішоприготувальному відділенні;
- безперебійне транспортування готових ливарних форм до дільниць заливання їх металом;
- транспортування виливків від вибивальних ґраток у відділення фінішних операцій з одночасним їх охолодженням.

Таблиця 8.1

Середні питомі показники випуску виливків з площі цеху

Сплав, призначення виливків	Потужність цеху, тис. т/рік	Випуск виливків з 1 м ² площі, т/рік			
		загальної	формувального відділення	стрижневого відділення	відділення фінішних операцій
Сірий чавун					
Деталі авто-тракторні	50...100	1,8	10,0	12,0	8,0
Деталі верстатів, машин:					
дрібні	40...60	1,5	7,0	11,0	8,0
середні	40...60	1,3	5,2	6,0	6,0
великі	30...40	1,2	4,3	4,8	5,0
Ковкий чавун					
Деталі авто-тракторні	50...100	1,6	8,0	12,0	5,5
Сталь					
Деталі авто-тракторні	50...100	1,5	9,0	11,5	7,0
Те саме	понад 100	2,0	11,0	12,0	9,0
Деталі верстатів, машин:					
дрібні	40...50	1,4	6,0	10,0	6,0
середні	40...50	1,2	5,0	5,5	5,0
великі	30...40	1,1	4,0	4,5	4,0

Примітка. Дрібні виливки – до 100 кг/шт.; середні – до 1000 кг/шт.; великі – до 5000 кг/шт.

Отже, в усіх технологічних схемах ливарних цехів необхідно розташовувати поруч плавильне відділення і дільниці заливання форм, формувальне і сумішоприготувальне відділення, стрижневе відділення і дільниці складання форм, дільниці видалення виливків із форм і відділення фінішних операцій.

У випадку тривалого охолодження виливків наближення відділення фінішних операцій до формувального необов'язкове.

Склади свіжих сухих і регенерованих пісків доцільно розташовувати в силосних баштах поза цехом біля основних користувачів цих матеріалів. Проміжніклади моделей і стрижневих ящиків необхідно розташовувати біля формувальних і стрижневих автоматів або машин та робочих місць, при цьому має бути забезпечене зручне і безперебійне транспортування цієї оснастки.

Ця умова особливо важлива для ливарних цехів з великою номенклатурою різноманітних виливків. Приклад технологічної схеми, якою передбачено найкоротші важливі вантажопотоки рідкого металу, стрижнів, і готових виливків, показано на рис. 8.1.

Можливі й інші варіанти технологічних схем ливарних цехів (див. дод. А).

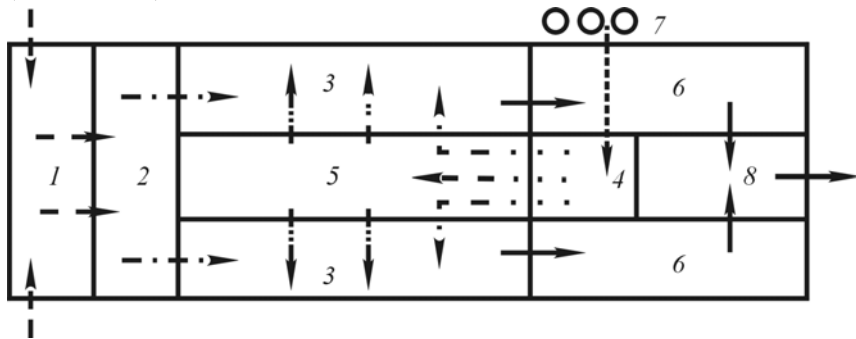


Рис. 8.1. Оптимальна технологічна схема ливарного цеху:

- 1 — склад формувальних і шихтових матеріалів; 2 — плавильне відділення;
- 3 — формувальне відділення з двома дільницями; 4 — сумішоприготувальне відділення; 5 — стрижневе відділення; 6 — відділення фінішних операцій з двома дільницями; 7 м силосні башти для сухого піску; 8 — дільниця ґрунтування виливків; вантажопотоки: - - - - завезення формувальних і шихтових матеріалів у цех та передавання останніх у плавильне відділення; · · · · транспортування рідкого металу на дільниці заливання форм; - · - · транспортування стрижнів на дільниці складання форм; · · · · транспортування формувальних і стрижневих сумішей до місць використання; - - - - транспортування сухого піску в сумішоприготувальне відділення; ——— транспортування виливків із формувального відділення у відділення фінішних операцій і на склад готової продукції (після ґрунтування)

Одночасно з розробленням технологічної схеми цеху визначають поверховість будівлі. При цьому враховують, що в сучасних умовах виробництва виливків нерационально розміщувати на рівні одного поверху весь необхідний комплекс приміщень і устаткування технологічного, транспортного, санітарно-технічного й енергетичного призначення, тому доцільно передбачати для устаткування і приміщень, які потребують періодичного обслуговування і мінімальної кількості персоналу, менш комфортні площі, ніж для основних технологічних операцій, виконуваних більшою кількістю робітників.

Менш зручні площі можна передбачати в підвалах, на спеціальних майданчиках та антресолях. При цьому слід зазначити, що будівництво глибоких підвалів супроводжується великими фінансовими витратами, тому кращим варіантом, як показує вітчизняна і зарубіжна практика, є використання двоповерхових будівель для виробництва виливків масою до 1000 кг.

У цих варіантах на другому поверсі розташовують основні виробничі відділення (плавильне, формувальне, стрижневе, фінішних операцій), а перший поверх використовують для складських і технічних потреб. По периметру першого поверху можна розташувати і виробничі дільниці, устаткування яких не потребує значної висоти приміщення.

Двоповерхова будівля, як показує досвід, дає можливість не використовувати в багатьох випадках підвали і тунелі (що особливо вигідно у разі високого рівня ґрунтових вод) і зручно розташувати на першому поверсі вентиляційне, сантехнічне і електротехнічне устаткування, трансформаторні силові й пічні підстанції, теплове забезпечення цеху, устаткування безперервного транспорту (пластинчасті, стрічкові та підвісні конвеєри), технологічне устаткування, яке під час роботи виокремлює шкідливі компоненти і яке потребує локалізації (охолоджувальні конвеєри, галтувальні барабани тощо), пульти керування, склади оснастки, литва та ін.

У деяких випадках доцільно добудовувати проміжні поверхи (між першим і другим) для розташування засобів безперервного транспорту, внаслідок чого об'єм будівлі використовується набагато ефективніше.

Для в'їзду на другий поверх будують пандус.

Для відділення фінішних операцій використовують менше підземне господарство порівняно з іншими відділеннями, тому до-

цільно розташовувати ливарний цех у будівлях змішаної поверховості: основні відділення на площах другого поверху, а відділення фінішних операцій з великими навантаженнями на підлогу від устаткування (особливо пічного) – на площах одноповерхової частини будівлі. Такий варіант дещо спрощує будівельну частину ливарного цеху, але погіршує його зручність в експлуатації.

На користь розміщення ливарного цеху в двоповерховій будівлі, окрім зазначеного вище, вказують і такі фактори: скорочення території підприємства, площі покрівлі та витрат на її обслуговування, можливість будівництва цеху на майданчиках з високим рівнем ґрунтових вод.

Практикою експлуатації ливарних цехів, розташованих у двоповерховій будівлі, встановлено, що корисне навантаження на підлогу другого поверху має не перевищувати 5 т/м^2 . У разі більших навантажень на підлогу будівництво двоповерхового цеху неекономічне.

Приклад об'ємно-планувального рішення сучасної двоповерхової будівлі ливарного цеху показано на рис. 8.2.

Ливарні цехи для виробництва великих і важких виливків із значними навантаженнями на підлогу виробничих приміщень проєктують переважно в одноповерхових будівлях, де всі допоміжні приміщення і устаткування, а також склади оснастки розташовують на виробничих площах, у прибудовах, на антресолях і в окремих підвалах. Комунікації при цьому значно подовжуються.

У таких випадках доцільно використовувати багатоповерхові вставки між поздовжніми виробничими прогонами.

Перший поверх уставок використовують для потреб основного виробництва, транспортних засобів і проїздів, верхні поверхи – для електроустаткування, притокових і витяжних вентиляційних установок.

Недоліком уставок порівняно з двоповерховими будівлями є те, що вони розділяють загальний виробничий об'єм на окремі відсіки й ускладнюють комунікації. Для зберігання запасних опок і виливків до будівель цехів прибудовують естакади і оснащують їх мостовими кранами. У південних районах України слід будувати відкриті естакади, а закриті, неопалювані – у північних.

Сумішоприготувальні відділення в двоповерхових цехах масового і великосерійного виробництв, які забезпечують сумішами окремі автоматичні лінії, розташовують переважно поруч з вибівальними установками: вони займають усю висоту будівлі.

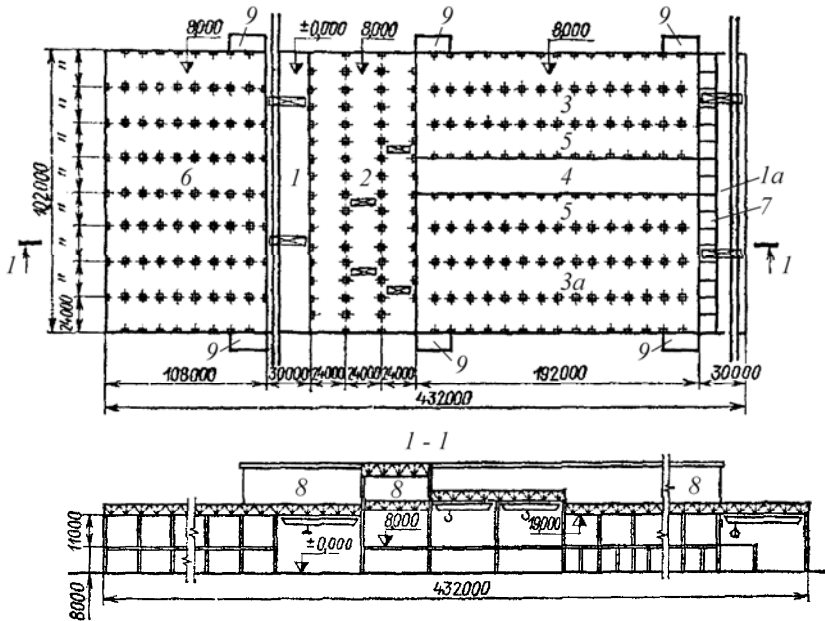


Рис. 8.2. Об'ємно-планувальне рішення двоповерхового ливарного цеху потужністю 100 тис. т придатних виливків за рік:
 1 — склад шихтових матеріалів; 1а — склад формувальних матеріалів;
 2 — плавильне відділення; 3 — формувальне відділення для виготовлення дрібних виливків; 3а — формувальне відділення для виробництва середніх і великих виливків; 4 — сумішоприготувальне відділення; 5 — стрижневі відділення; 6 — відділення фінішних операцій; 7 м засіки для піску;
 8 — охолоджувальні галереї; 9 — сходи

Централізовані сумішоприготувальні відділення, які обслуговують формувальні і стрижневі відділення ливарних цехів серійного, дрібносерійного і одиничного виробництв, незалежно від поверховості основної будівлі, розташовують у прибудовах, висота яких визначається висотою устаткування: вона може бути вищою від основної будівлі.

Склади шихтових матеріалів і ділянки підготовки шихти до використання розташовують завжди в одноповерхових прогонах з уведенням залізничної колії або без неї.

Під час вибору оптимального рішення враховують кліматичні та гідрогеологічні умови, генеральний план підприємства, основні комунікації, потоки вантажів і людей на території заводу.

Будівля цеху з урахуванням усього комплексу наведених вище умов повинна відповідати технічним і естетичним вимогам – мати гармонійні пропорції як зовнішнього, так і внутрішнього вигляду.

Промислова архітектура має бути не тільки раціональною, але й емоціональною.

Рекомендації щодо архітектурно-будівельних рішень промислових будівель викладено в розд. 10.

8.2. Компонувальні схеми ливарних цехів

Компонувальні схеми ливарних цехів розроблюють спільно технологи і архітектори на підставі вибраної технологічної схеми з урахуванням викладених вище архітектурних міркувань відповідно до умов генерального плану підприємства.

Приклади компонувальних схем чавуноливарних і сталеливарних цехів різного галузевого підпорядкування показано на рис. 8.3.

Схема А – компонування цеху в одній великогабаритній багатопрігінній двоповерховій будівлі.

Таку схему використовують для чавуноливарних цехів масового і великосерійного виробництв великої потужності, які виготовляють дрібні й середні виливки.

Особливість схеми – послідовне розташування виробничих відділень, а отже, і велика довжина будівлі. Цехи такого компонування не завжди можна раціонально розташовувати на генеральному плані деяких заводів.

Варіант А1 дає можливість послідовно розташувати всі виробничі відділення, внаслідок чого подовжується траса транспортування ливників і бракованих виливків на переплавлення, але траса передавання виливків у відділення фінішних операцій зручніша: її можна реалізувати першим поверхом будівлі.

Таку схему ливарних цехів використовують на автомобільних заводах.

Варіант А2 (див. також рис. 8.2) дає можливість виконати менш зручну трасу транспортування виливків, яку розташовують на даху будівлі або в спеціальній галереї збоку, але траса для транспортування ливників і бракованих виливків набагато коротша. Уведення залізничної колії в середину будівлі для деяких варіантів генерального плану необхідне, що і визначає використання такої схеми.

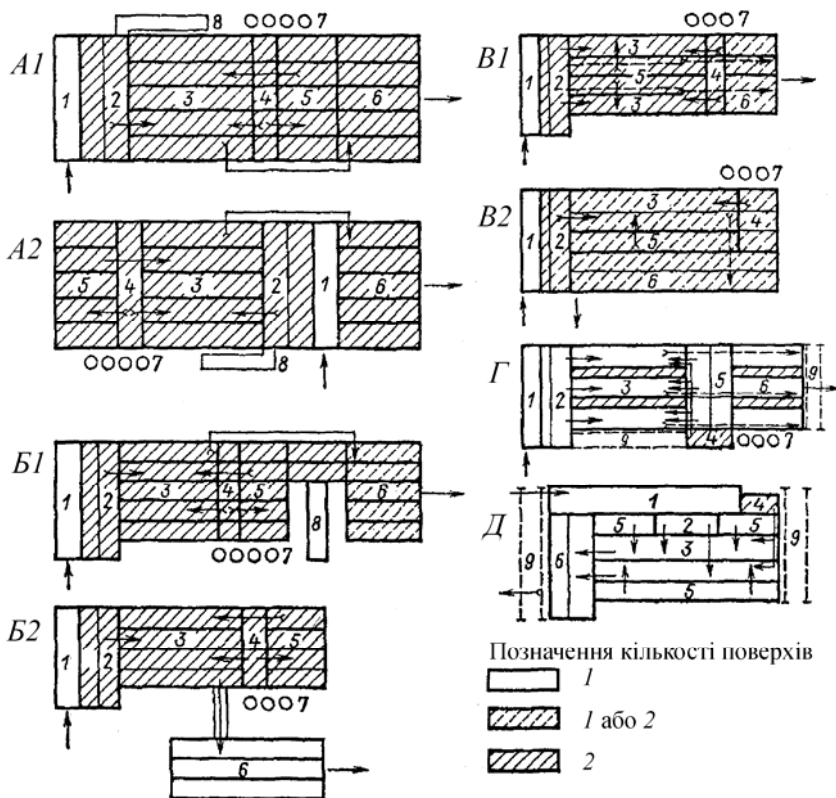


Рис. 8.3. Компонувальні схеми ливарних цехів різного галузевого підпорядкування:

- 1 — склад шихтових і формувальних матеріалів; 2 — плавильне відділення;
- 3 — формувальне відділення; 4 — сумішоприготувальне відділення;
- 5 — стрижневе відділення; 6 — відділення фінішних операцій; 7 — силосові башти для сухого піску; 8 м пандус; 9 — відкрита естакада

Схема Б — компонування цеху в одній або в двох будівлях різної поверховості: формувальне і стрижневе відділення розташовують у двоповерховій будівлі, а відділення фінішних операцій — у двоповерховій або одноповерховій прибудові (**варіант Б1**) чи в окремій одноповерховій будівлі (**варіант Б2**). Виливки у відділення фінішних операцій передають підвісним транспортом першим поверхом або галереєю. Схему використовують переважно для сталеливарних цехів і цехів ковкого чавуну масового і великосерійного ви-

робництв, оскільки в останніх необхідно установлювати важкі та громіздкі термічні печі, які монтувати на другому поверсі нерационально.

Варіант Б використаний для чавуноливарного цеху автомобільного заводу (див. рис. 8.5).

Відповідно до схеми **Б** для чавуноливарного виробництва відділення фінішних операцій можна розміщувати в двоповерховій будівлі, при цьому готові виливки вивозять пандусом.

Особливістю **варіанта Б2** є мінімальна загальна довжина будівлі, що може бути необхідним для деяких генеральних планів підприємств.

Схема В – компонування цеху в одній одноповерховій або двоповерховій будівлі. Схему використовують для чавуноливарних і сталеливарних цехів серійного і дрібносерійного виробництв потужністю до 40 тис. т придатних виливків за рік, у яких можна виготовляти литі деталі будь-якої маси. Особливість схеми – комбінування поздовжніх і поперечних вантажопотоків.

Варіант В1 передбачає дві формувальні дільниці, що дає можливість виготовляти виливки широкої номенклатури. У разі використання цієї схеми для проектування сталеливарного цеху відділення фінішних операцій доцільно розміщувати в одноповерховій частині будівлі. Схему використовують під час проектування заводів-центролітів.

Варіант В2 передбачає формувальне відділення з однією дільницею і ефективніше може бути використаний для виробництва виливків приблизно однакової маси.

Схему, яку використовують для проектування сталеливарних цехів автомобільних заводів, показано на рис. 8.6.

Схема Г – компонування цеху в одноповерховій будівлі. Використовують для проектування чавуноливарних і сталеливарних цехів серійного і дрібносерійного виробництв потужністю до 30...40 тис. т придатних виливків за рік.

Схема компонування відділень дає змогу виготовляти виливки широкої номенклатури за масою, в тому числі середні та великі. Особливістю схеми є 12-метрові багатоповерхові вставки для розташування в них вентиляційного, транспортного, електротехнічного устаткування і допоміжних приміщень.

Недолік схеми – розділення цеху на окремі приміщення, що утруднює повне використання площ і сполучення між відділеннями цеху (див. рис. 8.7).

Схема Д – компонування ливарного цеху в одній п'ятипрогінній одноповерховій будівлі Г-подібної форми. Схему використовують для проектування чавуноливарних цехів дрібносерійного виробництва важких і особливо важких виливків потужністю до 40...50 тс. т придатного литва за рік.

Особливістю схеми є розташування плавильного відділення в середині формувальних прогонів, що необхідно при заливанні форм на плаці і в кесонах під час виготовлення важких виливків.

На відміну від схеми Г у такому цеху немає вставок. Вентиляцію розташовують на майданчиках у торцях прогонів.

8.3. Приміщення адміністративного та побутового призначення

Приміщення побутового обслуговування, харчування і адміністративного призначення є невід'ємною частиною ливарного цеху. Їх визначають і розташовують під час вибору компонувальної схеми і детально розроблюють в архітектурно-будівельній частині проекту.

Структуру адміністративно-побутових приміщень визначають за чинними нормами на підставі технічного завдання, в якому вказують обліковий склад працівників у цеху з розподілом за змінами, з орієнтовним розподілом на чоловіків та жінок і за групами виробничих процесів залежно від санітарної характеристики виконаної ними роботи.

Методику розрахунку, склад побутових приміщень і пристроїв для обслуговування працівників цеху наведено в розд. 10.

Адміністративно-побутові приміщення можна розташовувати в окремо побудованій будівлі, яка з'єднується з цехом опалюваними надземними або підземними переходами, а також у прибудовах до виробничої будівлі або в її середині. Їх можна розташовувати з торцевого або поздовжнього боку корпусу ливарного цеху.

Оцінювання різних варіантів розташування адміністративно-побутових приміщень полягає в такому: приміщення обслуговування, які розташовані в окремій будівлі, мають більш комфортні умови порівняно з прибудованими або вбудованими приміщеннями (немає пилу, газів, шуму тощо), уможливають компактніше планування робочих приміщень по обидва боки коридору з будь-якою висотою будівлі.

Можливе також використання окремо побудованої будівлі для обслуговування двох або декількох цехів, що суттєво знижує вартість будівництва.

Прибудовані приміщення скорочують протяжність потоків людей усередині цеху, але мають менший комфорт і дозволяють розташовувати робочі приміщення тільки з одного боку. Крім того прибудовані приміщення закривають світлові прорізи в одній із зовнішніх стін будівлі й погіршують природне освітлення в останній.

Розташування приміщень усередині промислової будівлі економічне, оскільки при цьому можна повніше використовувати весь об'єм будівлі. Такі об'єми переважають в двоповерхових цехах на першому і проміжному поверхах, а у великогабаритних цехах – у вставках між прогонами.

Із розглянутих особливостей наведених місць розташування адміністративно-побутових приміщень можна запропонувати такі рекомендації:

- приміщення, які використовують короткий час (душові і гардеробні) доцільно розташовувати всередині промислової будівлі, заповнюючи її об'єм;

- адміністративно-конторські приміщення і їдальні слід розташовувати в комфортніших приміщеннях – окремо побудованих або в прибудованих будівлях;

- розташування приміщень обслуговування вздовж поздовжнього боку цеху краще, оскільки в цьому варіанті скорочується довжина шляху до робочих місць і забезпечуються розосереджені потоки людей безпосередньо до різних дільниць паралельними проходами.

Для робітників, які працюють на дільницях з інтенсивним виокремленням теплоти і підвищеним рівнем шуму передбачають кімнати відпочинку, в яких створюють умови, що забезпечують швидке зняття утоми і перегрівання організму, а також виконують кондиціонування повітря і повну звукоізоляцію. З кімнатами відпочинку зручно блокувати також експрес-лабораторії, комори, приміщення майстрів тощо.

8.4. Приміщення для вентиляції і електроустаткування

В об'ємно-планувальному рішенні будівлі ливарного цеху обов'язково необхідно передбачати ізольовані приміщення для раціонального розташування вентиляційних пристроїв.

Сучасні ливарні цехи проектують переважно зі штучною механічною вентиляцією, яка має забезпечити в цеху необхідну температуру та інтенсивний обмін повітря протягом усього року.

Використання потужної штучної вентиляції супроводжується потребою у великих площах для розташування вентиляційних установок і місць для прокладання магістральних трубопроводів великих перерізів. Робота притокових і витяжних вентиляційних систем тим ефективніша, чим коротші трубопроводи свіжого й особливо запиленого повітря. Це положення і має бути вирішальним для вибору місць розташування таких систем.

Відповідно до цього положення для двоповерхових будівель рекомендують розташовувати припливні системи в ізольованих приміщеннях першого поверху, краще не біля зовнішніх стін, щоб не затемнювати приміщення цього поверху (рис. 8.4). При цьому для забирання повітря слугують підземні канали зовні будівлі.

Передавання свіжого, взимку підігрітого, повітря цехом здійснюється магістральними припливними каналами, розташованими між балками перекриття першого поверху, і далі припливними стоками між колонами в робочі зони виробничих приміщень.

В одноповерхових будівлях припливні системи розташовують у спеціальних вставках між виробничими прогонами, на антресолях або в підвалах.

Витяжні системи доцільно розташовувати ближче до зовнішніх стін будівлі, щоб максимально скоротити протяжність трубопроводів для викидання відсмоктуваного повітря в атмосферу через високі труби, які разом із димососами бажано розташовувати ззовні будівлі. У великогабаритних будівлях витяжні труби розміщують також і всередині будівлі.

Для силових трансформаторів, пультів керування і пускової апаратури необхідні також значні площі. Загальним правилом їх розташування є максимальне наближення до головних користувачів енергії для скорочення довжини (і вартості) кабелів різного призначення і зниження втрат напруги в них.

Найраціональнішим є розміщення цих приміщень на першому поверсі двоповерхових будівель.

Об'ємно-планувальне рішення ливарного цеху, розроблено з урахуванням викладених вище рекомендацій, оформлюють попереднім технологічним плануванням цеху з розташуванням основного технологічного устаткування і схематичними будівельними креслениками (планами поверхів і основними розрізами).

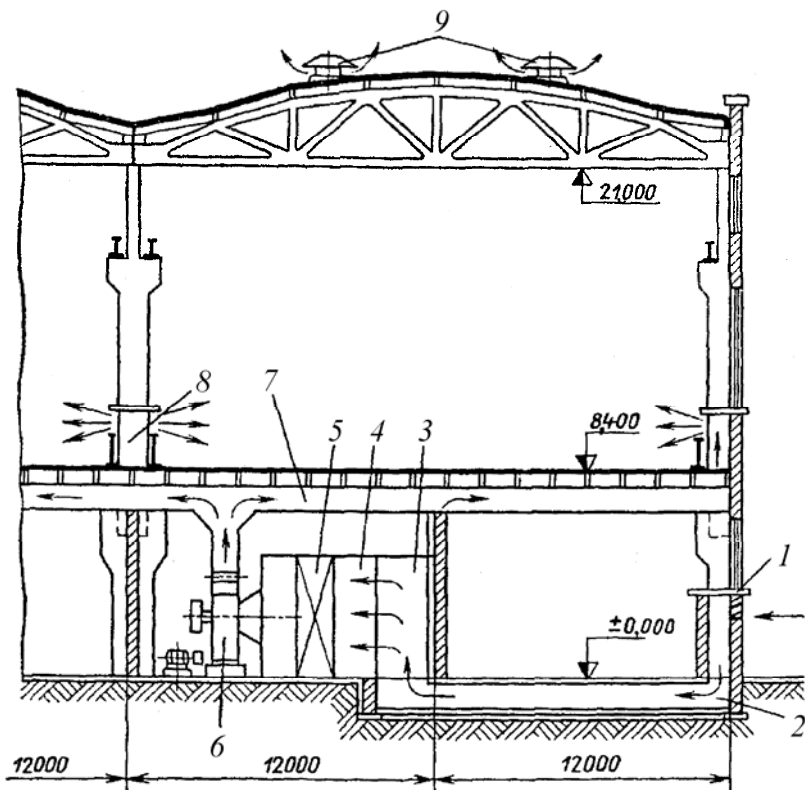


Рис. 8.4. Організація припливної вентиляції в двоповерховій будівлі:

1 — забір свіжого повітря; 2 — підземний припливний канал;

3 — вирівнювальна камера; 4 — фільтр; 5 — калорифер; 6 — вентилятор;

7 — розподільвальний короб; 8 — припливні колонки;

9 — витяжні дахові вентилятори

8.5. Приклади компонування ливарних цехів

Проект ливарного цеху розроблюють спільно технологи і спеціалісти з питань автоматизації та механізації на підставі об'ємно-планувального рішення цеху і заздалегідь опрацьованих будівельних креслеників майбутньої промислової будівлі.

Результатом спільної роботи має бути планування цеху – кресленик з основними розмірами будівлі, на якому нанесено все технологічне і транспортне устаткування з прив'язуванням головного

до осей колон будівлі, вказано приміщення для побутового обслуговування працівників, вентиляційних установок і електроустаткування, показано проїзди і проходи всередині будівлі.

Для зручності читання кресленника і користування ним складають і додають специфікацію технологічного і транспортного устаткування з основними параметрами.

Специфікацію складають за формою, наведеною в табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Специфікація технологічного і транспортного устаткування проєктованого ливарного цеху

Номер на плані	Найменування устаткування	Тип або модель	Коротка характеристика	Кількість	Потужність одиниць устаткування	Завод-виробник	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8

Планування разом із специфікацією є основним документом – завданням для виконання решти складових проєкту: будівельної, опалення і вентиляції, електротехнічної тощо і надалі після затвердження технічного проєкту – основою для розроблення робочих креслеників цеху. Нижче наведено приклади планувань різних ливарних цехів з показом основного технологічного устаткування і коротким описанням цих цехів.

Планування чавуноливарного цеху потужністю 90 000 т придатних виливків за рік для автомобільної галузі показано на рис. 8.5.

Максимальна маса виливків – 30 кг. Виробничою програмою цеху передбачено виготовлення виливків із сірого (60 %), легового (6 %), високоміцного (18 %) і ковкого (16 %) чавунів.

Цех розташований у промисловій будівлі змішаної поверховості, чітко розділений на дві частини: одна – двоповерхова для виробництва виливків (плавильне, формувальне і стрижневе відділення), друга – одноповерхова для надання виливкам необхідних властивостей і товарного вигляду (відділення фінішних операцій). Для в'їзду на другий поверх передбачено пандус.

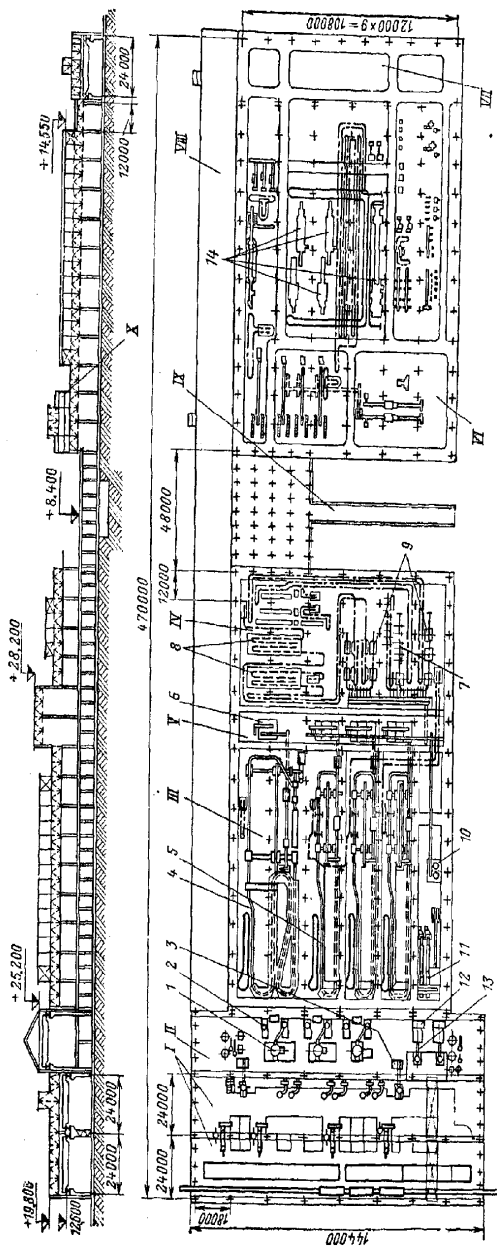


Рис. 8.5. Компонування чавноливарного цеху для виробництва дрібних виливків у двоповерховій будівлі: I — склад шихтових матеріалів; II — плавильне відділення; III — формувальне відділення; IV — стрижневе відділення; V — сумішприготувальне відділення; VI — відділення фінішних операцій; VII — склад готових виливків; VIII — адміністративно-побутові приміщення; IX — пандус для в'їзду на другий поверх; X — триярусна галерея для охолодження виливків; 1 — електрична дугова піч місткістю 40 т; 2 — індукційний тигельний міксер місткістю 20 т; 3 — люк для подавання шихти; 4 — автоматична формувальна лінія для виготовлення блоків циліндрів в опоках з робочими розмірами 900×700 мм; 5 — автоматична формувальна лінія для виготовлення дрібних виливків в опоках з робочими розмірами 800×500 мм; 6 — комплекс сумішприготувального устаткування з установками для охолодження оборотної суміші; 7 — напівавтомати для виготовлення стрижнів у нагрійтй оснастці; 8 — сушарка для підсушування стрижнів після фарбування; 9 — човникоти машини для виготовлення стрижнів у гарячих ящиках; 10 — сумішприготувальна установка для ліній без опокowego формування; 11 — автоматична формувальна лінія безопокowego формування; 12 — індукційний каналний міксер місткістю 40 т; 13 — індукційна тигельна плавильна піч місткістю 25 т; 14 — печі для термічного оброблення виливків

Прогін складу шихтових матеріалів прибудований до цеху. Склад формувальних матеріалів розташований в окремій будівлі із силосовими баштами для зберігання сухого піску. Шихтові і формувальні матеріали на обидва склади транспортують залізничним транспортом.

До місць використання шихтові матеріали транспортують мостовими кранами з магнетними шайбами, формувальні – стрічковими конвеєрами і пневмотранспортом.

Сірий і високоміцний чавуни виплавляють у трьох дугових печах місткістю по 40 т і переливають із кожної печі в два індукційні тигельні міксери місткістю по 20 т, із яких розплав відбирають і транспортують на заливальні дільниці.

Ковкий чавун виплавляють у двох індукційних тигельних печах місткістю по 25 т, із яких переливають його в два каналні індукційні міксери місткістю по 30 т.

Усі марки рідкого чавуну на заливальні дільниці транспортують автотранспортом.

Форми виготовляють на чотирьох автоматичних формувальних лініях, з яких одна з робочими розмірами опок 900×700 мм і максимальною продуктивністю 180 форм за годину призначена для виготовлення блоків циліндрів двигунів внутрішнього згорання.

Решта – три автоматичні формувальні лінії продуктивністю 270 форм за годину – однакові, забезпечені опоками з робочими розмірами 800×700 мм і призначені для виготовлення дрібних виливків різного функціонального призначення.

Для виготовлення дрібних виливків використовують також дві автоматичні лінії безопокowego формування з розмірами брикету 500×400 мм і продуктивністю 300 форм за годину.

Кожна автоматична формувальна лінія виготовлення форм в опоках оснащена окремою сумішоприготувальною установкою.

Обидві лінії безопокowego формування забезпечують сумішшю з однієї сумішоприготувальної установки.

Видалені із форм виливки транспортують підвісним конвеєром спочатку в охолоджувальну галерею, потім – у відділення фінішних операцій. Для виготовлення стрижнів усіх розмірів і складності використовують одно- і двопозиційні машини та гарячі ящики.

Готові стрижні спочатку транспортують на оперативний склад, а потім підвісними адресними конвеєрами – до дільниць складання форм.

Охолоджені виливки піддають обробуванню, очищенню, зачищенню і термічному обробленню на потокових лініях у відділенні фінішних операцій.

На першому поверсі двоповерхової частини будівлі розташовані установки для охолодження і приготування до повторного використання оборотної суміші, склади стрижнів і оснастки, транспортне устаткування тощо.

Основні техніко-економічні показники наведеного ливарного цеху:

- загальна площа – 51300 м²;
- загальна кількість працівників – 1460 осіб;
- випуск виливків на 1 м² загальної площі – 1,75 т/рік;
- випуск виливків на одного працівника – 61,4 т/рік.

Планування сталеливарного цеху потужністю 30 000 т додаткових виливків за рік для автомобілебудування показано на рис. 8.6.

Виробничою програмою цеху передбачено виготовлення виливків із вуглецевих і легованих сталей. Максимальна маса виливків – 100 кг.

Цех розташований в одноповерховій будівлі висотою 12,6 м на складі і 9,0 м – у решти прогонах з великими підвальними приміщеннями глибиною до 6,0 м. Покрівля без ліхтарів: у цеху працюють зі штучними освітленням і вентиляцією. Забезпечено комфортні умови праці. Прогін складів шихтових і формувальних матеріалів прибудований до будівлі цеху. Усі матеріали завозять залізничним транспортом. Сталі виплавляють у дугових печах моделі ДСП-6.

Усі форми виготовляють на струшувальних машинах з допресуванням в опоках з робочими розмірами 950×650 мм.

Заливання форм і охолодження виливків здійснюють на двох ливарних конвеєрах. Кожний конвеєр оснащений окремою сумішо-приготувальною установкою, розміщеною всередині нього.

Вибивання форм – автоматичне. Після вибивання виливки подають на пластинчасті охолоджувальні конвеєри, які розташовані в підвальних приміщеннях.

Охолодження виливків – примусове і здійснюється послідовно в двох дощувальних камерах, розташованих на кожному пластинчастому конвеєрі.

Охолоджені виливки транспортують у розміщені в підвалі галтувальні барабани безперервної дії, де здійснюється видалення стрижнів із виливків.

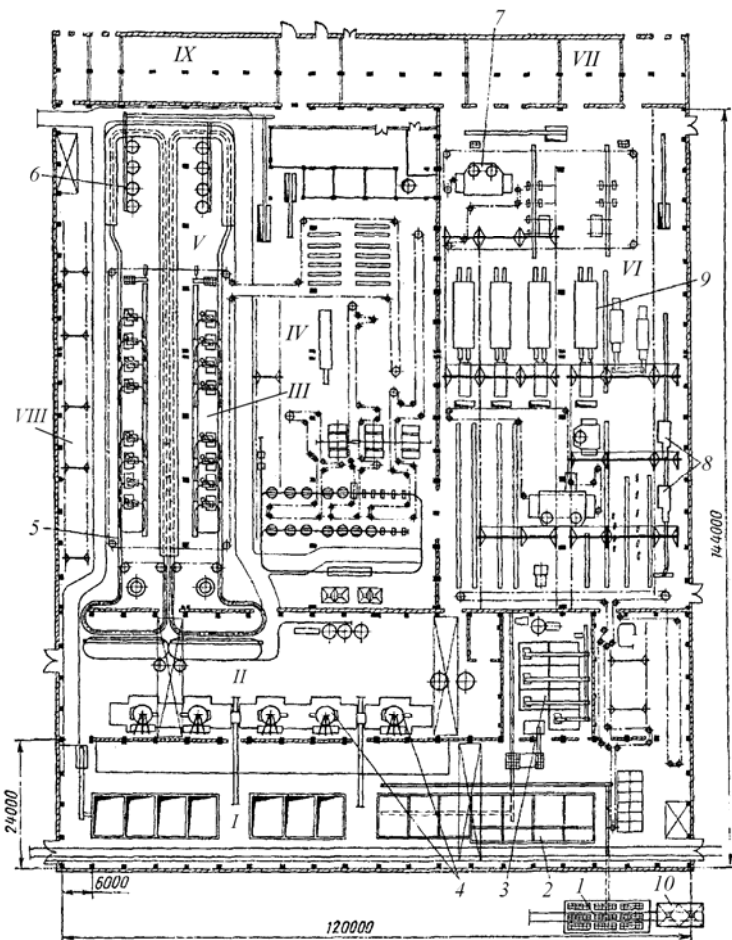


Рис. 8.6. Компонування сталеливарного цеху автомобільного заводу в одноповерховій будівлі:

- I* — склад шихтових і формувальних матеріалів; *II* — плавильне відділення;
III — формувальне відділення; *IV* — стрижневе відділення; *V* — сумішприготувальне відділення; *VI* — відділення фінішних операцій; *VII* — ремонтна служба;
VIII — склад оснастки; *IX* — адміністративно-побутові приміщення;
1 — пристрій для розвантажування піску; *2* — засіки для сирого піску;
3 — засіки для сухого піску; *4* — електрична дугова піч ДСП-6; *5* — ливарний конвеєр з формувальними машинами (робочі розміри використовуваних опок 800×700 мм); *6* — комплект сумішприготувального устаткування;
7 — дробометальна камера безперервної дії; *8* — дробометальний барабан періодичної дії; *9* — прохідні печі для термічного оброблення виливків;
10 — бункери для відпрацьованої суміші

Потім виливки піднімають наверх, газовими різаками відокремлюють ливники і надливи та піддають очищенню, зачищенню, термічному обробленню (нормалізації) в штовхальних печах, повторному дробометальному очищенню і кінцевому зачищенню на обдиральних верстатах.

Після виконання цих операцій виливки транспортують за допомогою підвісного конвеєра на антресолі для ґрунтування зануренням у фарбу і сушіння з наступним передаванням униз на склад готової продукції.

Техніко-економічні показники сталеливарного цеху:

- фактичний випуск – 35 000 т/рік;
- загальна площа цеху – 17 280 м²;
- загальна кількість працівників – 545 осіб;
- випуск виливків на 1 м² загальної площі – 2,0 т/рік;
- випуск виливків на одного працівника – 64,2 т/рік.

Компонування чавуноливарного цеху потужністю 35 000 т придатних виливків за рік, який є складовою ливарного заводу, показано на рис. 8.7.

Виробничою програмою ливарного цеху передбачено виготовлення дрібних і великих виливків із сірого і легованого чавунів.

Максимальна маса виливків – 1 000 кг.

Цех розташований в одноповерховій будівлі висотою 14,0 м з двома вставками шириною 12,0 м для розташовування складів моделей, транспортних пристроїв, вентиляційних установок і електроустаткування.

Приміщення трансформаторних підстанцій і електроустаткування прибудовані до цеху.

Склади шихтових і формувальних матеріалів розташовані в окремій будівлі. Шихтові матеріали транспортують у цех автомобільним транспортом у спеціальних контейнерах.

Сухі формувальні матеріали доставляють до місць використання пневмотранспортом.

Сірий і легований чавуни для всіх формувальних відділень цеху виплавляють в індукційних тигельних печах моделі ИЧТ-10, які після розплавлення шихти і доведення металу до необхідних параметрів перемикають на міксерний режим для розливання чавуну.

Виготовлення форм і надання виливкам необхідного товарного вигляду і властивостей здійснюють в окремих прогонах: для виробництва дрібних, середніх і великих виливків.

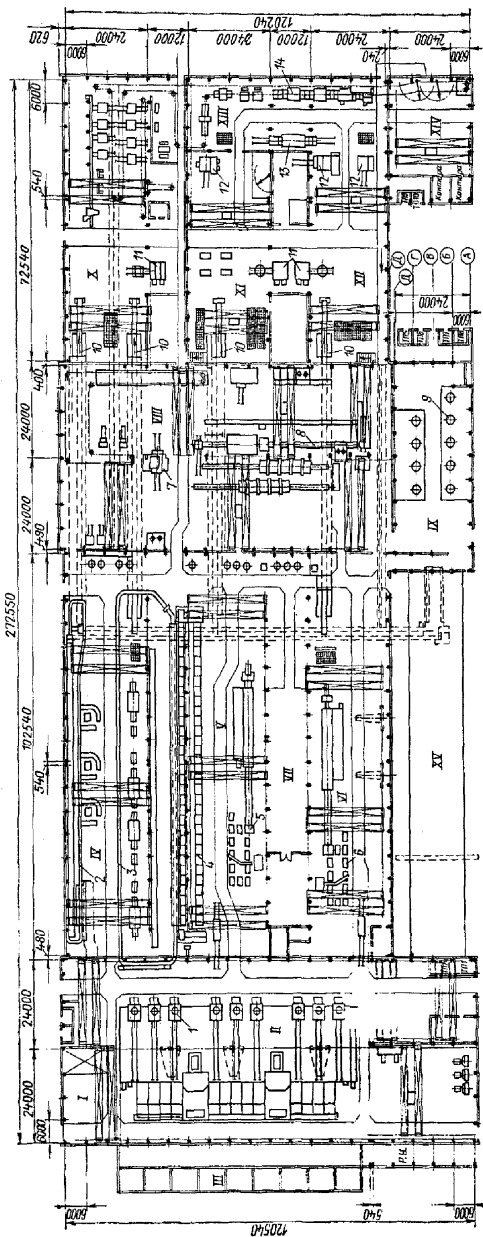


Рис. 8.7. Компонування чавуноливарного цеху ливарного заводу широкого профілю:

I — шихтовий прогін; *II* — плавильне відділення; *III* — приміщення для трансформаторів і конденсаторних батарей; *IV* — формувальне відділення для виготовлення дрібних виливків; *V* — формувальне відділення для виробництва середніх виливків; *VI* — формувальне відділення для виготовлення великих виливків; *VII* — формувальне відділення для виготовлення великих виливків; *VIII* — промисловий склад моделей; *IX* — стрижневе відділення; *X* — сумішприготувальне відділення; *XI*, *XII* — дільниці фінішних операцій відповідно для дрібного, середнього і великого литва; *XIII* — відділення для ґрунтування виливків; *XIV* м експедиція; *XV* — майданчик для зберігання виливків; *I* — індукційні тигельні плавильні печі місткістю 10 т; 2 — ливарний конвеєр з формувальними машинами (робочі розміри опок 1200×1000 мм); 3 — ливарний конвеєр з формувальними машинами (робочі розміри опок 1200×1000 мм); 4 — візковий трансбордерний конвеєр для заливання форм і охолодження виливків в опоках з робочими розмірами 1600×1200 мм; 5, 6 — потоково-піскометні лінії для виготовлення форм в опоках з робочими розмірами 1600×1200 і 2500×1600 мм; 7 — сушарка для сушіння стрижнів; 8 — потоково-механізована лінія для виготовлення великих стрижнів; 9 — комплект сумішприготувального устаткування; 10 — пластинчасті конвеєри для охолодження великих виливків; 11 — камера для гравлічного видалення стрижнів із великих виливків; 12 — дробометальні камери з візками; 13 — камери з візками для ґрунтування виливків; 14 — комплект устаткування для ґрунтування і сушіння виливків

Форми для виливків масою до 100 кг виготовляють на формувальних машинах струшуванням з допресовуванням в опоках з робочими розмірами 800×700 мм. Заливання форм і охолодження виливків здійснюють на ливарному конвеєрі.

Форми для виливків більшої маси виготовляють із піщано-смоляних сумішей: для виливків до 200 кг – в опоках з робочими розмірами 1200×1000 мм (заливають форми на ливарному конвеєрі); для виливків до 300 кг – в опоках з робочими розмірами 1600×1200 мм і для виливків масою до 1000 кг – в опоках з робочими розмірами 2500×1600 мм на двох лініях, оснащених пісcomedами.

Форми заливають на трансбордерному конвеєрі і на плацу.

Великі стрижні виготовляють із рідких самотвердних сумішей, дрібні – за традиційними технологіями зі звичайних піщано-глинястих сумішей.

Сумішоприготувальне відділення спільне для всіх відділень цеху, але оснащено двома групами змішувачів: для приготування сирих піщаних сумішей і для ПСС.

Усі виливки охолоджуються на пластинчастих конвеєрах, які розміщені в підземних тунелях.

У відділенні фінішних операцій охолоджені виливки піддають гідравлічному видаленню стрижнів, дробометальному очищенню і зачищенню. Усі виливки грунтують і передають на склад готової продукції.

Основні техніко-економічні показники цеху:

- загальна площа цеху – 29 300 м²;
- загальна кількість працівників – 575 осіб;
- випуск виливків на 1 м² загальної площі – 1,2 т/рік;
- випуск виливків на одного працівника – 61 т/рік.

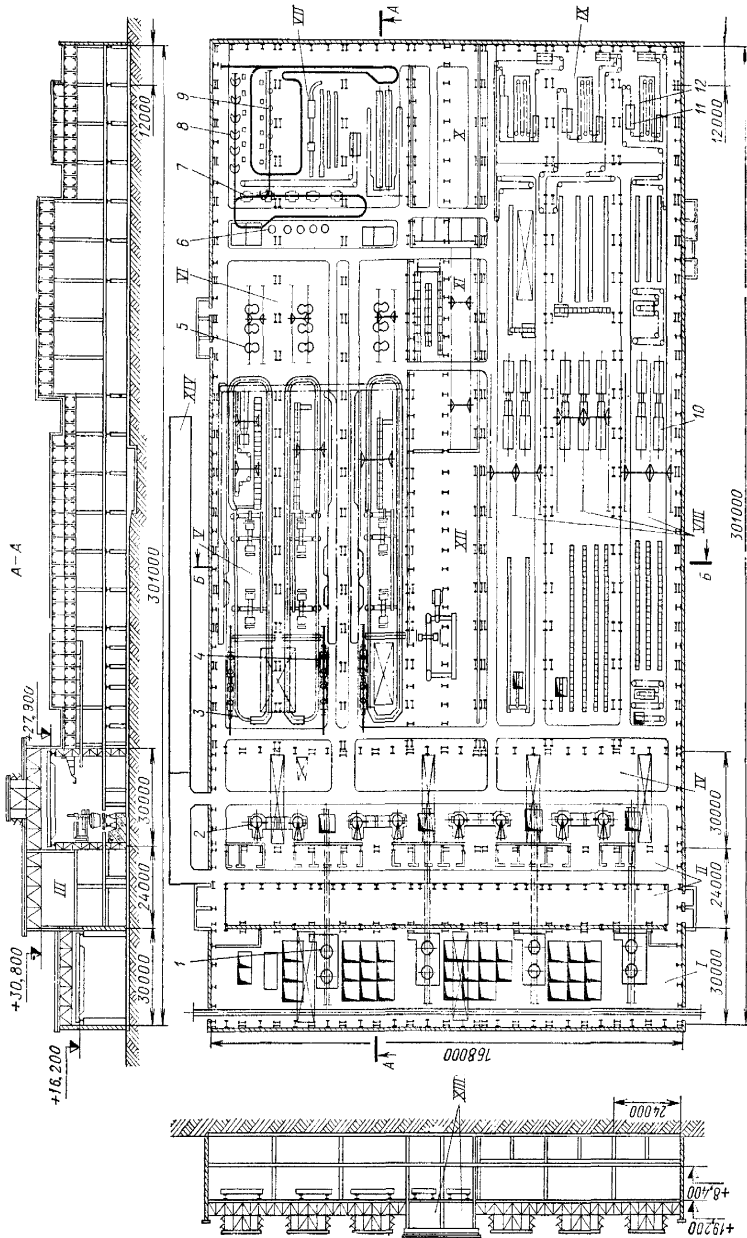
Компонування сталеливарного цеху потужністю 95 000 т додатних виливків за рік для автомобілебудування показано на рис. 8.8.

Виробничою програмою цеху передбачено виготовлення в цеху виливків масою до 100 кг із вуглецевих і низьколегованих сталей.

Цех розташований у двоповерховій будівлі з висотою першого поверху 8,4 м, а другого – 10,8 м.

Для в'їзду на другий поверх передбачено пандус.

Шихтові матеріали доставляють у цех залізницею. Сухий пісок зберігають на складі в окремій будівлі і транспортують у цех стрічковими конвеєрами та пневмотранспортом.



9-9

Рис. 8.8. Двоповерховий сталеливарний цех для автомобілебудування:

I — склад шихти; *II* — допоміжний прогін плавильного відділення; *III* — приміщення для вентиляційних установок і систем; *IV* — плавильне відділення; *V* м формувальне відділення; *VI* — сумішоприготовальне відділення; *VII* — стрижневе відділення; *VIII* — відділення фінішних операцій; *IX* м дільниця ґрунтування виливків; *X* — ремонтні служби; *XI* м склад оснастки; *XII* — експериментальна дільниця; *XIII* — припливні вентиляційні системи; *XIV* — пандус для в'їзду на другий поверх;

I — установки для підігрівання шихти; *2* — електрична дугова піч місткістю 12 т; *3, 4* — автоматичні формувальні лінії (робочі розміри опок 1100×750 мм); *5* — комплект сумішоприготовального устаткування з установками для охолодження оборотної суміші; *6* — змішувачі для приготування стрижневих сумішей;

7, 8, 9 — човникові машини для виготовлення стрижнів у нагрітих ящиках; *10* — піч для термічного оброблення виливків; *11* — камера для ґрунтування виливків; *12* — сушарка для сушіння ґрунтованих виливків

Сталі виплавляють у дугових електропечах місткістю 12 т. Шихту заздалегідь підігрівають і подають до печей наземним транспортом.

Ливарні форми виготовляють на трьох автоматичних формувальних лініях в опоках з робочими розмірами 1100×750 мм.

Продуктивність кожної лінії – 240 форм за годину. Кожна лінія оснащена окремою сумішоприготувальною установкою.

Стрижні виготовляють у гарячих ящиках, потім після фарбування і підсушування зберігають їх на оперативному складі, з якого підвісним штовхальним конвеєром транспортують на дільниці складання форм.

Виливки після видалення із форм охолоджуються додатково на пластинчастих конвеєрах, які рухаються через дощувальні камери. Охолоджені виливки транспортують у галтувальні барабани для видалення стрижнів і попереднього відокремлення ливникових систем.

Після операції відокремлення залишків елементів ливникових систем виливки піддають дробометальному очищенню, а на поточкових лініях – зачищенню.

Термічне оброблення виливків (нормалізацію) виконують в штовхальних прохідних печах.

Після повторного очищення від окалини виливки правлять і ґрунтують.

У цеху передбачено експериментальну дільницю для відпрацювання технологічних процесів виготовлення виливків і налаштування оснастки.

Основні техніко-економічні показники цеху:

– загальна площа – 56 000 м²;

– загальна кількість працівників – 1185 осіб;

– випуск виливків на 1 м² загальної площі – 1,68 т/рік;

– випуск виливків на одного працівника – 80 т/рік.

Навантаження на підлогу і перекриття другого поверху, а також матеріали для виконання підлоги у відділеннях цеху призначають за відповідними розрахунками залежно від прийнятого технологічного процесу й устаткування, яке забезпечує виконання технологічного процесу або за даними табл. 8.3.

Динамічні і вібраційні навантаження, а також навантаження від стаціонарного устаткування вказують додатково в будівельному завданні, причому в будівельних розрахунках необхідно враховувати коефіцієнти перевантажування: міжповерхових перекриттів $K = 1,2$, перекриттів тунелів $K = 1,5$.

Таблиця 8.3

Норми навантажень на підлогу і перекриття та рекомендовані матеріали для покриття підлоги у відділеннях ливарного цеху

Відділення ливарного цеху	Навантаження (т/м ²) за максимальної маси виливків, кг			Матеріал для покриття підлоги
	до 1000	до 5000	понад 5000	
Плавильне відділення	3...4	3...4	3...4	Чавунні плити
Формувальне відділення	3...4	5...6	10...15	Залізобетон
Стрижневе відділення	2...3	2...3	3...4	Те саме
Сумішоприготувальне відділення	3...4	3...4	3...4	Залізобетонні плити
Відділення фінішних операцій	3...4	5...6	10...15	Чавунні плити
Магістральні проїзди	5	5	5	Те саме

Важливим питанням проектування є правильний вибір основних цехових і магістральних проїздів. Останні обов'язково слід погоджувати з генеральним планом підприємства.

Розміри проїздів і проходів передбачають від зовнішніх габаритів устаткування з урахуванням огорож.

Магістральні проїзди використовують для міжцехових перевезень з можливістю проїзду автомобілів. Вони можуть бути поздовжніми або поперечними, переважно наскрізними, наприклад, у плавильному відділенні перед фронтом печей.

Кількість і розташування магістральних проїздів визначають на початку проектування, причому електрифіковані візки, що рухаються колією, не повинні бути розташованими на магістральних проїздах. Залежно від використовуваного в цеху транспорту ширину проїздів беруть у межах 2000...4500 мм. Висоту прорізів для проїзду транспорту установлюють з урахуванням максимальних габаритних розмірів вантажів (3000, 4200, 5600 мм).

9. ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

Забезпечення виробництва литих заготовок енергетичними ресурсами є найважливішим завданням під час як проектування ливарного цеху, так і його освоєння та експлуатації.

Для розроблення енергетичної частини проекту необхідні відповідні вихідні дані окремо з кожного виду енергії. Витрати того або іншого виду енергії визначають з урахуванням усіх конкретних споживачів для обґрунтування потужності та кількості енергетичного устаткування, яке буде встановлене в цеху, і для перевіряння рішень з енергопостачання, затверджених техніко-економічним обґрунтуванням. Ці питання необхідно вирішувати з урахуванням реальної перспективи розвитку підприємства, ефективного й економного використання паливно-енергетичних ресурсів.

У ливарних цехах використовують такі види енергії:

- електричну;
- стиснуте повітря;
- воду;
- пару;
- паливо в рідкому, твердому і газоподібному станах.

У чавуноливарних цехах, де як плавильні агрегати застосовують вагранки, витрати електроенергії в середньому становить 30 %, природного газу – 35 %, коксу – 35 % загальних витрат енергії.

У сталеливарних цехах витрати електроенергії досягають 70 %, природного газу – 30 %. Таке ж співвідношення електроенергії і природного газу для чавуноливарних цехів, у яких метал плавлять в електричних плавильних печач.

Електропостачання. До початку проектування необхідно оформити дозвіл і технічні вимоги приєднування ливарного цеху до мережі енергопостачальної організації, погодити використання запропонованих у проекті електропечей та іншого устаткування потужністю понад 50 кВт.

У проекті визначають установлену потужність електроприймачів і витрати електроенергії на кожне відділення цеху, кількість трансформаторних підстанцій, розподільних пристроїв, високочастотних станцій і загальну потужність цеху.

Електроенергію в ливарних цехах витрачають на:

- технологічні потреби;
- силові установки;
- освітлення;
- слабкострумкові системи.

Електроенергію для технологічних потреб витрачають на:

- плавлення металу;
- термічне оброблення виливків;
- попереднє підігрівання шихти;
- на плавлення синтетичних шлаків тощо.

Загальні витрати електроенергії на виробництво виливків складають:

$$W = (W_T + W_c + W_o) k,$$

де W_T – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт·год; W_c – річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування, кВт·год; W_o – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт·год; k – коефіцієнт утрат електроенергії в мережі ($k = 1,05$).

Річну потребу в електроенергії визначають на підставі установленної потужності устаткування і кількості робочих годин протягом року. Укрупнені розрахунки виконують за питомими витратами електроенергії на одну тону придатного литва за формулою

$$W_T = \sum P_T G_p,$$

де P_T – питомі витрати електроенергії на одну тону придатного литва, виготовленого із конкретного сплаву, кВт·год; G_p – річний випуск придатних виливків, виготовлених із конкретного сплаву, т.

Норми витрат електроенергії на технологічні потреби наведено в табл. 9.1.

Витрати електроенергії на силові установки розраховують окремо для устаткування, яке працює безперервно, і яке працює періодично. Для устаткування, що працює безперервно (конвеєри, транспортери, елеватори тощо) витрати електроенергії визначають за формулою:

$$W_{c.б} = \sum P_б \Phi_d \eta,$$

де $\sum P_б$ – сумарна моторна потужність устаткування, кВт; η – коефіцієнт використання потужності ($\eta = 0,75$).

Таблиця 9.1

Норми витрат електроенергії на технологічні потреби

Індекс позиції	Тип печі та вид металу	Питомі витрати на 1т придатного литва, кВт·год
<i>Плавлення металу</i>		
1	Сталеливарні цехи: дугові печі ДСП-6 з основною футеровкою дугові печі ДСП-6 з кислою футеровкою індукційні печі ІСТ-6	1100...1300 1000...1200 900...1000
2	Ливарні цехи ковкого чавуну для плавлення дуплекс-процесом: вагранка + дугова піч ДСП-6 вагранка + індукційна піч ІСТ-6	240...300 160...200
3	Ливарні цехи сірого чавуну для плавлення дуплекс-процесом: вагранка + дугова піч ДСП-6	50...100
4	Ливарні цехи точного литва: індукційні печі високої частоти ІСТ-0,16; ІСТ-0,4 індукційні печі промислової частоти ІЧТ-1	1500...1700 1400...1600
5	Ливарні цехи алюмінієвого литва: індукційні печі тигельного типу ІАТ-2,5 індукційні печі каналного типу ІАК-2,5	1200...1400 900...1100
<i>Термічне оброблення виливків</i>		
6	Ливарні цехи сірого чавуну: старіння, штовхальні електропечі опору	230...250
7	Ливарні цехи ковкого чавуну: відпал на феритний ковкий чавун, штовхальні електропечі опору	450...500
8	Сталеливарні цехи: нормалізація, камерні електропечі	1000...1200
9	Ливарні цехи алюмінієвого литва: гартування, штовхальні електропечі опору; старіння, вертикальні конвеєрні електропечі опору	300...360 135...150

Для устаткування, яке працює періодично (мостові крани, електроталі, кран-балки, електровібратори тощо), витрати електроенергії визначають за формулою

$$W_{c.п} = \sum P_{п} t n \eta,$$

де $P_{п}$ – потужність приводу конкретного устаткування, кВт; t – тривалість робочого циклу конкретного устаткування, кВт; n – річна кількість циклів конкретного устаткування, шт.; η – коефіцієнт використання потужності ($\eta = 0,75$).

Загальні витрати електроенергії на силові установки визначають за формулою

$$W_c = W_{c.б} + W_{c.п}.$$

Витрати електроенергії на освітлення розраховують за формулою:

$$W_o = 0,001 \rho F \Phi_o,$$

де ρ – середні витрати електроенергії за 1 год на 1 м² площі: виробничі відділення ливарного цеху – 15...18 Вт; складські приміщення всіх рівнів – 8...10 Вт; побутові приміщення – 8 Вт; F – площа, яка освітлюється, м²; Φ_o – річна кількість освітлювального навантаження, год: для однозмінної роботи цеху – 650...850; для двозмінної роботи – 2300...2500; для тризмінної роботи – 4600...4800.

Отже, загальні витрати електроенергії за рік становлять:

$$W = (W_T + W_{c.б} + W_{c.п} + W_o) k.$$

Для загального освітлення використовують напругу 220 В, а лампи місцевого стаціонарного і переносного освітлення мають живитися від електроджерел напругою 36 В.

Витрати електроенергії на слабкострумове господарство – телефонний зв'язок, гучномовці, промислове телебачення, телетайпи, тривожна сигналізація (пожарна, охоронна) тощо – не розраховують.

Стиснуте повітря. У ливарному цеху на стиснутому повітрі працюють формувальні машини, пневматичні підіймачі, пневмоінструмент і пневмотранспорт, дробоструминні камери та інше устаткування.

Витрати стиснутого повітря визначають для кожної одиниці устаткування за його паспортними даними залежно від режиму роботи цеху.

Витрати стиснутого повітря на одиницю устаткування визначають за формулою

$$Q_{c.n} = q \Phi_d \eta,$$

де $Q_{c.n}$ – витрати стиснутого повітря на одиницю устаткування, m^3 ; q – середньогодинні витрати повітря, $m^3/год$; η – коефіцієнт використання стиснутого повітря (для механізованих цехів $\eta = 0,80 \dots 0,85$).

Річні потреби стиснутого повітря визначають як суму витрат усіма одиницями устаткування, яке працює на стиснутому повітрі:

$$Q_{c.n.p} = (1,5 \dots 1,8) \sum q \Phi_d \eta,$$

де $1,5 \dots 1,8$ – коефіцієнт, яким враховують утрати стиснутого повітря через неущільнені з'єднання труб та виконання додаткових робіт.

Отже, річні витрати стиснутого повітря для компресорної станції з урахуванням утрат визначають за формулою

$$Q_{c.n.p} = (1,5 \dots 1,8) \sum Q_{c.n}.$$

За укрупненими розрахунками витрати стиснутого повітря визначають на одну тону придатного литва за формулою

$$Q_{c.n} = (1,5 \dots 1,8) q'G,$$

де q' – витрати стиснутого повітря на одну тону придатного литва, m^3 (табл. 9.2).

Абсолютний тиск стиснутого повітря на компресорній станції становить $0,7 \dots 0,8$ МПа, а біля споживачів – $0,6 \dots 0,3$ МПа.

Розраховувати кількість компресорів необхідно з урахуванням резерву для забезпечення роботи цеху у випадку відмови одного з агрегатів.

Для охолодження компресорів використовують оборотну систему водопостачання зі штучними охолоджувачами (градирнями, бризкальними басейнами).

На автоматичних лініях використовують переважно сухе стиснуте повітря, тому перед повітроприймачем установлюють сушильник.

Для вирівнювання тиску в мережі, сепарації повітря від оливи і води використовують повітрозбирачі (ресивери), які установлюють за межами цеху.

Таблиця 9.2

**Норми витрат стиснутого повітря в ливарних цехах
на одну тону придатного литва**

Індекс позиції	Ливарні цехи	Витрати стиснутого повітря на 1 т придатного литва, м ³
1	Цехи виготовлення виливків з сірого чавуну	900...1100
2	Цехи виробництва виливків з ковкого чавуну	750...850
3	Чавуноливарні цехи оболонкового лиття	300...400
4	Сталеливарні цехи	750...850
5	Ливарні цехи точного сталевого литва	1700...1800
6	Цехи виготовлення виливків з алюмінієвих сплавів	750...850

Об'єм повітрозбирача визначають за формулою

$$V = 0,5\sqrt{N_{п.к}}$$

де $N_{п.к}$ – продуктивність компресора, м³/хв.

Вода. У ливарних цехах воду використовують на такі потреби:

- технологічні: охолодження виливків, грануляція шлаку, зволоження формувальних і стрижневих сумішей, гасіння залишків вибитої футеровки вагранок, гідроочищення виливків тощо;
- охолодження устаткування;
- побутові потреби.

Витрати води для приготування формувальних сумішей визначають за формулою:

$$V_{в.ф} = \frac{a \cdot P_{н.с}}{100},$$

де $V_{в.ф}$ – витрати води на річну програму, м³; a – частка вологи в суміші; $P_{н.с}$ – річні витрати неущільненої суміші, м³.

Витрати води на охолодження устаткування визначають за паспортними даними кожного типу, кількістю і часом роботи протягом року:

$$V_{\text{в}} = \sum q \cdot \Phi_{\text{д}} \eta,$$

де q – витрати води за 1 год, м³; η – коефіцієнт використання води ($\eta = 0,80 \dots 0,85$).

Витрати води на побутові потреби визначають за «Санітарними нормами проектування промислових підприємств» СН 245–63 у таких кількостях:

- на господарчо-питні потреби – 45 л на 1 особу протягом зміни;
- душові – 500 л на одну сітку за годину (тривалість дії душових установок – 45 хв після кожної зміни);

- умивальники – 200 л на один кран за годину;

- поливання і миття підлоги цеху – 3 л на 1 м² за добу.

Укрупнені розрахунки витрат води на технологічні потреби ливарного цеху виконують на одну тонну придатного литва:

- цехи виробництва виливків із сірого чавуну – 8...10 м³/т;

- цехи виготовлення виливків з ковкого чавуну – 14...15 м³/т;

- чавуноливарні цехи виготовлення виливків в оболонкових формах – 9...10 м³/т;

- сталеливарні цехи – 13...14 м³/т;

- цехи точного сталевих литва – 150...350 м³/т;

- цехи алюмінієвого литва – 35...40 м³/т.

У проекті визначають і наводять дані про кількість і якість оборотної води (конденсату).

Газопостачання. Використання в ливарному виробництві природного газу замість мазуту або твердого палива суттєво поліпшує економічні показники цеху й умови праці.

Для визначення потреби природного газу припускають, що 1 м³ його дорівнює 1,17 кг умовного палива (кгуп). Витрати природного газу визначають за споживачами (табл. 9.3).

Орієнтовно сумарні витрати природного газу (з урахуванням опалення):

- для виробництва чавунних виливків – 150...180 кгуп/т литва;

- для виготовлення сталевих виливків – 140...170 кгуп/т литва.

До підприємства газ підводять розподільними газопроводами середнього тиску (0,05...0,30 МПа). Для зниження тиску газу і підтримування його на заданому рівні використовують газорегулювальні пункти і установки.

Таблиця 9.3

**Розрахунок витрат газу на виконання
виробничої програми ливарного цеху**

Номер устаткування за плануванням	Споживачі газу за відділеннями цеху	Кількість споживачів	Тиск газу біля споживачів, МПа	Коефіцієнт використання устаткування	Витрати газу, м ³ /год				Річний фонд часу роботи устаткування, год	Річні витрати газу, м ³	
					на одиницю		загальні				
					найменші	середні	найбільші	середні			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Газорегулювальні пункти розташовують в окремих будівлях (категорія виробництва А) або в прибудовах ззовні будівель, газорегулювальні установки – в приміщенні цеху. У цеху газ розподіляють до агрегатів – споживачів внутріцеховими надземними трубопроводами. Герметичність газопроводів і всіх елементів газового господарства має відповідати вимогам техніки безпеки за результатами випробовувань на щільність.

Теплопостачання. Схема теплопостачання – це складова техніко-економічного обґрунтування будівництва ливарного цеху.

Як теплоносії для ливарного виробництва використовують переважно перегріту воду з температурою до систем теплоспоживання 150 °С і після систем – 70 °С. Тиск у теплових мережах за температури води 150 °С підтримують на рівні 0,5 МПа. Витрати теплоти на теплопостачання цеху складаються з розрахункових потоків на опалення, вентиляцію (див. розд. 8) і гаряче водопостачання, Вт:

$$\Phi = \Phi_{\text{оп}} + \Phi_{\text{в}} + \Phi_{\text{г.в.}}$$

Для повніших розрахунків використовують кількість теплоти на 1 м³ опалюваних виробничих будівель:

$$q = (60 \dots 130) \text{ Вт/м}^3.$$

Верхню межу відносять до приміщень ливарних цехів, які потребують багатократної вентиляції.

10. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

10.1. Основні положення будівельного проектування

Важливими завданнями будівельного проектування промислових підприємств є:

- вибір місця для будівництва;
- організація і забудова вибраної території;
- визначення типу виробничих будівель, які найбільшою мірою забезпечуватимуть можливість оптимального використання сучасних технологічних процесів виготовлення високоякісної продукції;
- розроблення планування кожної виробничої структурної одиниці підприємства з урахуванням вибраного для використання устаткування тощо.

З урахуванням специфіки виготовлення продукції (випливів) основні напрями в будівельному проектуванні ливарних цехів визначають такі фактори:

- відповідність промислової будівлі вимогам використовуваних технологій;
- кліматичні умови району забудови, які вносять певні корективи в загальноприйняті правила промислового будівництва;
- раціональна економія витрат на будівництво і експлуатацію будівлі протягом тривалого часу;
- скорочення термінів проектування і будівництва;
- використання каркасних будівель переважно з уніфікованих залізобетонних конструкцій;
- створення виробничих і допоміжних будівель (адміністративно-побутового призначення), які відповідають не тільки економічним, але й естетичним вимогам сьогодення.

Під час розроблення техніко-економічного обґрунтування визначають будівельні рішення об'єктів, основні габаритні розміри виробничих і допоміжних цехів, будівель культурно-побутового і адміністративного призначення.

Території, на яких передбачається будівництво, вивчають з метою вибору промислового майданчика, який відповідав би специфічним вимогам виробництва та інтересам інвестора.

Часто пропонують декілька варіантів розташування промислових об'єктів, але остаточний визначають у процесі аналізу всіх завдань, які пов'язані з технічними, будівельними й економічними питаннями, з урахуванням соціальних, організаційних і експлуатаційних факторів.

Після затвердження техніко-економічного обґрунтування відповідними органами наступні етапи – технічний або техно-робочий проекти – розроблюють на підставі архітектурно-планувального завдання.

В архітектурно-планувальному завданні указують особливості території будівництва і природних умов, характеристики найближчих населених пунктів і промислових підприємств, вимоги санітарно-епідеміологічної і пожежної інспекцій та комунального господарства.

Одночасно погоджують будівельні конструкції і матеріали, які будуть використовувати під час будівництва і які виготовляє промисловість певного району, а в раз потреби дають дозвіл на використання дефіцитних будівельних матеріалів і устаткування.

Технічний або техно-робочий проекти розроблюють за уточненими технологічним плануванням і будівельним завданням, яке додається до нього і характеризує спеціальні вимоги до будівельних конструкцій.

У завданні указують навантаження від технологічного і транспортного устаткування на фундаменти, колони, ферми, перекриття, підлогу тощо.

Будівельна частина проекту на етапі технічного або техно-робочого проектів містить такі розділи:

- генеральний план і транспорт;
- архітектурно-будівельний;
- санітарно-технічний.

Робочі кресленики є основними документами для виконання будівельно-монтажних робіт.

Відхилення від затвердженого техніко-економічного обґрунтування, які погіршать техніко-економічні показники, умови праці, архітектурно-будівельну й експлуатаційну якість споруди, в робочих креслениках не допускаються.

10.2. Класифікація і типізація промислових будівель

Промислові будівлі поділяють на основні, такі, що обслуговують (енергетичного, складського, санітарно-технічного і транспортного призначення) та допоміжні. До останніх належать будівлі, в яких розташовують приміщення санітарно-побутові, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, керування, конструкторських і технологічних бюро, навчальних занять і громадських організацій.

Промислові будівлі поділяють на три класи за капітальністю (*I, II, III*), які відповідають підвищеним, середнім і мінімальним вимогам; за ступенем вогнетривкості – на шість категорій.

Будівельні матеріали і конструкції, які відповідають необхідному ступеню вогнетривкості будівлі, вибирають за будівельними нормами і правилами.

Архітектурно-будівельна уніфікація і типізація будівель розвивається в напрямі використання уніфікованих габаритних схем (прогонів, висот тощо), типових конструкцій, виробів і деталей, призначених для масового будівництва.

В основу сучасної типізації покладено каркасну схему будівлі. Розміри будівельних параметрів будівель, будівельних виробів і устаткування установлюють на підставі єдиної модульної системи, яка забезпечує можливість взаємозамінності будівельних елементів будівель.

У будівельній уніфікації за одиницю застосовують модуль, рівний 100 мм. Модульна сітка, на якій будують план, розрізи і фасад будівлі, повинна бути універсальною.

Модуль визначає не тільки крок колон, ширину прогонів, висоту приміщень, але й відстань в осях між несучими конструкціями, розміри плит перекриття, прорізів вікон, воріт, дверей тощо.

Ширину прогонів і кроки колон беруть кратними модулям 60М (6000 мм) і 30М (3000 мм); висоту поверхів виробничих будівель – кратною модулям 12М (1200 мм) і 6М (600 мм), а будівель адміністративно-побутового призначення – кратною модулю 3М (300 мм).

У практиці проектування і будівництва упроваджено таку термінологію параметрів виробничих будівель:

– **об'ємно-планувальний елемент** – частина будівлі з визначеними довжиною, шириною та висотою прогону і кроком колон;

– **об'ємно-планувальні параметри** – основні лінійні розміри об'ємно-планувальних елементів: прогонів, кроків колон, висот тощо;

– **висота приміщення** – відстань від підлоги до низу конструкцій перекриття;

– **прогін** – відстань між розбивальними осями окремих колон у напрямку, який відповідає основній носійній конструкції перекриття;

– **крок колон** – відстань між розбивальними осями – рядами колон, які визначають розташування колон основних носійних конструкцій у напрямку, перпендикулярному до ширини прогону;

– **сітка колон** – розміщення розбивальних осей і рядів колон у плані.

Розбивальні осі будівлі на плані позначають по осі ординат знизу вгору літерами української абетки, а ряди кроків колон – по осі абсцис зліва направо – арабськими цифрами, починаючи з одиниці.

Ширину і висоту прогонів установлюють залежно від розташування і висоти технологічного устаткування, типу піднімально-транспортних засобів, маси та розмірів виливків і висоти їх піднімання.

Уніфіковані висоти прогонів для цехів, які обслуговуються мостовими кранами, можуть бути такими: 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18,0; 19,6 м; для безкранових – 6,0; 7,2; 8,4; 9,6 м.

10.3. Основні вимоги до виконання будівельної частини проекту

Під час виконання проекту будь-якого рівня кресленики планів і розрізів будівлі виконують суміщеними, тобто з показом як будівельної частини, так і устаткування, яке розміщують у ній.

Будівельна частина проекту складається із креслеників графічної частини і пояснювальної записки.

До складу графічної частини проекту входять кресленики плану цеху і необхідної кількості розрізів.

План будівлі викреслюють повністю (без розривів) у масштабі 1:100; 1:200 або 1:400 залежно від розмірів будівлі та ступеня складності плану.

Будівлю на плані показують немовби розрізаною горизонтальною площиною. При цьому рівень розташування цієї площини не обумовлюють, але стіни умовно зображають розрізаними в межах висоти віконних прорізів, воріт, дверей.

Кращим варіантом є розміщення горизонтальної площини на рівні підвіконня.

У плані будівлю розташовують переважно так, щоб прогони (поздовжні розбивальні осі) були паралельними нижній крайці кресленника.

Розрізи будівлі викреслюють у масштабі 1:50; 1:100 або 1:200.

У поздовжніх розрізах на повторюваних дільницях допускаються розриви.

Місця для розрізів необхідно вибирати так, щоб на них було видно виробниче устаткування, яке визначає висоту будівлі, і щоб площини розрізів при перетинанні із стінами проходили прорізами (через вікна, двері, ворота).

Положення площин розрізів позначають на плані лініями і стрілками, що вказують спрямування погляду людини, яка визначає розріз.

Розрізи позначають арабськими цифрами (1–1; 2–2; 3–3 тощо), які проставляють біля стрілок ліній розрізів. Позначення розрізів літерами або римськими цифрами на будівельних кресленниках не використовують, оскільки в проєктах великих будівель кількість розрізів буває дуже великою. Розрізи завжди розміщують так, щоб лінії і площини, горизонтальні в натурі, були паралельними нижній крайці кресленника.

Розбивальні осі продовжують за межі плану та розрізів і до кінців осьових ліній додають кружечки, в яких записують позначення осей.

Діаметри кружечків вибирають такими: 6 мм – для креслеників у масштабі 1:400 і дрібнішому та 8 мм – для креслеників у масштабі 1:200 і більшому.

Поздовжні розбивальні осі позначають великими літерами української абетки (за винятком Г, Є, З, І, Ї, О, Ч, Б). Ці літери у багатьох випадках можуть бути схожими із цифрами або іншими символами).

Поперечні розбивальні осі позначають зліва направо арабськими цифрами.

Кожна розбивальна вісь може мати тільки одну позначку (літеру або цифру) незалежно від того, в якій частині будівлі цю вісь використовують.

Рекомендують таку послідовність виконання робіт над проєктом.

Технологічне планування, ескіз якого необхідний для початку роботи над будівельною частиною проекту, повинне передбачати певну уніфіковану сітку колон. У зв'язку з цим варіанти технологічного планування необхідно проробляти вже із самого початку так, щоб план повніше відповідав будівельним вимогам.

Для визначення висоти будівлі необхідно зробити ескіз найбільш характерного поперечного перерізу і на ньому визначити висоту від рівня підлоги до низу носійних конструкцій перекриття в окремих прогонах, нанести позначки підлоги робочих майданчиків, головок кранових рейок із зазначенням вантажопіднімності мостових кранів, а в безкранових прогонах, якщо є підвісний транспорт, зазначити його вид і вантажопіднімність та розташування підвісних колій. Після цього вибирають носійні й обгороджувальні конструкції.

Перед початком викреслювання плану або розрізу цеху необхідно обміркувати розташування матеріалу на аркушах (з урахуванням рамки і штампа) і ступінь подробиць показу конструкцій відповідно до вибраних масштабів.

Таке послідовне пророблення матеріалу сприяє не тільки більш глибокому ознайомленню з ним, але й прискоренню роботи (чого проєктанти часто не враховують), оскільки викреслювання за готовими ескізами здійснюється швидко і аркуші проекту мають більш акуратний вигляд, ніж при опрацюванні матеріалу в процесі викреслювання.

Для майбутніх спеціалістів навик високоякісного креслення набувають нового значення в сучасних умовах, оскільки в проєктну практику впроваджений метод безкалькового розмножування креслеників безпосередньо із олівцевого оригіналу (якщо немає можливості використання для проєктування ПЕОМ).

Виконання проекту повністю на «чернетці» з подальшим перекресленням є зайвим і на практиці не використовують.

Для виконання графічної частини проекту обов'язковою умовою є додержування стандартних графічних позначень матеріалів і елементів будівель.

Специфікацію будівельних конструкцій і виробів необхідно подавати за формою, наведеною в табл. 10.1.

Пояснювальна записка до будівельної частини проекту повинна містити такі основні складові:

– вихідні дані, які є основою для виконання будівельної частини проекту;

- архітектурно-конструктивне рішення будівлі та сантехнічна техніка;
- адміністративно-побутові приміщення;
- основні техніко-економічні показники.

Таблиця 10.1

Специфікація будівельних конструкцій і виробів

Індекс позиції	Найменування конструкції, виробу	Марка	Кількість, шт.	Серія типових креслеників
1	2	3	4	5

Під час підготування пояснювальної записки до будівельної частини проекту проєктант перебуває немовби в двох особах: визнаючи технологічні вихідні дані для будівельного проєктування, він є автором технологічної частини проєкту, що готує будівлю для будівельників, а описуючи спроектовану будівлю, він виступає як автор будівельної частини проєкту.

10.4. Основні вимоги до будівельної частини проєкту ливарного цеху

10.4.1. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівель

Будівлі ливарних цехів мають бути не нижче II ступеня вогнетривкості. Використовуючи сталеві профільовані листи і настили у конструкціях покрівель будівель ливарних цехів, теплоізоляційний шар необхідно виготовляти з вогнетривких матеріалів.

Ширину будівель ливарних цехів не обмежують.

Ливарні цехи потокового виробництва дрібного, середнього та великого литва доцільно розташовувати в будівлях з прямокутною конфігурацією в плані і відношенням сторін у межах 1:1 – 1:3.

Будівлі цехів одиничного виробництва великого і важкого литва, а також сталевих литва, можуть мати витягнуту форму в плані з відношенням сторін більшим ніж 1:3.

Як виняток, за умови зберігання стандартизованих будівельних елементів, цехи можуть мати Г - та Т- подібну форму.

Використання II- та III- подібної форм плану будівлі ливарного цеху не допускається.

Кращим варіантом з точки зору використання уніфікованих будівельних конструкцій є будівля прямокутної форми.

У будівлях без природної вентиляції світлові прорізи в стінах і покрівлях не повинні мати стулок, що відкриваються.

Пульты керування автоматизованим виробництвом необхідно розміщувати в окремих приміщеннях, які добре вентилуються і освітлюються природним світлом.

Над дільницями цеху, де розташовані печі з розплавленим металом, не допускається прокладання трубопроводів для води, стиснутого повітря, газу тощо.

10.4.2. Допоміжні будівлі та приміщення

Допоміжні будівлі та приміщення необхідно проектувати відповідно до вимог СНіП-92-76.

Приміщення для відпочинку з охолоджувальними пристроями і напівдушами, питні пристрої, приміщення майстрів та інші приміщення загального користування необхідно об'єднувати і розташовувати поблизу робочих місць і основних проходів. Стіни, перегородки і покрівлі цих приміщень мають бути вогнетривкими.

Кількість працівників у найбільш численній зміні необхідно визначати за обліковою кількістю працівників у цій зміні з коефіцієнтами: 0,85 – для розрахунку душів, умивальників, ванн для рук і ніг; 0,90 – для розрахунку решти побутових приміщень і пристроїв, їдальень, буфетів і зали для проведення зборів колективу цеху.

Кількість місць в їдальнях для робітників, що працюють за безперервним технологічним процесом, необхідно визначати за кількістю працівників у найбільш численній зміні.

Із загальної кількості в їдальнях 25 % місць необхідно передбачати для дієтичного харчування працівників.

10.4.3. Опалення і вентиляція

Ливарне виробництво в машинобудівній галузі відрізняється від інших виробництв несприятливими умовами праці через збиткові виокремлення газів, пилу, тепла і різких запахів.

Завдання стабілізації умов праці в ливарних цехах потрібно вирішувати комплексно, тобто не тільки удосконалювати технологіч-

ні процеси і визначати раціональні об'ємно-планувальні рішення, але й санітарно-технічні засоби: використання найефективніших способів видалення і очищення шкідливих виокремлень, вентилявання та опалення робочих приміщень тощо.

Показники виробничих виокремлень тепла, вологи, шкідливих речовин і пилу, які потрапляють у повітряне середовище приміщень, відомості про конструкцію місцевих відсмоктувачів і характеристику їх роботи під час вибирання та розрахунків систем опалення і вентиляції отримують із завдання технологічної частини проекту.

Опалення. У виробничих приміщеннях використовують повітряне опалення, суміщене з вентиляцією. Теплоносієм для системи опалення і вентиляції використовують гарячу воду з температурою 150 °С. Допускається використовувати як теплоносієм водяну пару високого тиску.

Для опалення приміщень, в яких під час виконання виробничих операцій можуть виокремлюватися в повітря вибухонебезпечні та пожежонебезпечні речовини, як теплоносієм необхідно використовувати гарячу воду або пару низького тиску з температурою до 80 % від температури самозаймання газів, але не вищою ніж 110 °С.

Системи опалення компенсують теплові втрати через будівельні конструкції, а тому під час розрахунку опалення і вентиляції ливарного цеху враховують визначені за санітарними нормами або за технологічними нормами проектування показники температури кожного відділення.

Теплову потужність систем опалення розраховують з урахуванням середньогодинних теплових виокремлень від технологічного устаткування, нагрітих матеріалів і напівфабрикатів, штучного освітлення та інших джерел.

Для розрахування опалення і вентиляції можна використовувати дані, які наведено в табл. 10.2.

У ливарних цехах доцільно використовувати систему повітряного опалення, суміщену з природною вентиляцією, з підігріванням припливного повітря в калориферах.

Залежно від призначення приміщення і виконуваної роботи повітря подають у робочу зону або до робочого місця.

На дільницях ливарного цеху з великими виокремленнями тепла і важкою фізичною працею додатково передбачають повітряне душення.

Таблиця 10.2

**Теплові характеристики для розрахування опалення
і вентиляції виробничих приміщень**

Індекс позиції	Будівлі	Об'єм будівлі, тис. м ³	Питомі теплові характеристики, Дж/м ³ ·год·°С	
			для опалення	для вентиляції
1	Чавуноливарні і сталеливарні цехи	До 100	2300	9200
		До 500	1460	7540
		Понад 500	1250	5650
2	Інженерно-лабораторні	До 25	1880	3560
		До 50	1670	3350
3	Адміністративно-побутові	До 25	1460	2300
		До 50	1250	1880

За умови повітряного душування на дільницях з інтенсивним виокремленням тепла припускають такі температури і швидкості руху повітря: у теплий період року – в межах 20...22 °С із швидкістю 2...3 м/с, у холодний період – 16...18 °С зі швидкістю 1...2 м/с.

У приміщеннях з виокремленням пилу і тепла рециркуляція повітря не допускається.

Адміністративно-побутові приміщення опалюють за допомогою місцевих нагрівальних пристроїв незалежно від системи опалення виробничих приміщень.

Вентиляція. У промислових будівлях використовують природну, механічну і суміщену вентиляцію, загальнообмінну і місцеву.

Під час природної вентиляції (аерації) рух повітря створюється тиском, який виникає внаслідок різниці об'ємних мас зовнішнього (холодного) і внутрішнього теплого повітря.

Під час штучної механічної вентиляції повітря рухається через різницю тисків, які створюють припливні й витяжні вентилятори.

Суміщена система вентиляції – це штучна механічна вентиляція, за якої враховують використання на окремих дільницях природного припливу і витяжки повітря.

Загальнообмінна вентиляція підтримує повітряне середовище в усьому об'ємі приміщення і забезпечує відповідну кратність обміну повітря, тобто заміну його протягом години.

Кратність обміну залежить від ступеня забруднення повітря.

Місцева вентиляція передбачає подавання повітря в певні обмежені місця робочої зони приміщення або видалення забрудненого повітря від місць утворення шкідливих компонентів.

Спеціалізація виробництва обумовлює проектування великих механізованих і автоматизованих цехів, для яких необхідні великогабаритні багатопрогінні будівлі суцільної забудови.

Природно, що для таких будівель аерацію неможливо використати як засіб, який би забезпечував задані параметри повітря в цеху. Тому для створення нормальних умов праці в багатопрогінних будівлях використовують механічну припливно-витяжну вентиляцію із застосуванням сучасного технологічного устаткування і місцевих відсмоктувачів, які видаляють шкідливі компоненти і пил безпосередньо з місць їх утворення.

Для забезпечення стабільних параметрів повітря і надійної роботи припливно-витяжної вентиляції необхідно створювати підвищений тиск усередині будівлі (збільшення припливної вентиляції над витяжною на 10 %), що можливо в будівлях, які не мають аераційних прорізів у стінах і покрівлі. Підвищений тиск повітря всередині будівлі зменшує неорганізоване переміщення повітряних мас у горизонтальному напрямку і забезпечує надійну роботу місцевих відсмоктувачів.

Механічна припливно-витяжна вентиляція потребує значних площ для розташування як припливного, так і витяжного устаткування. У чавуноливарних цехах для вентиляційних установок передбачають до 17 % площі цеху, а в сталеливарних – до 20 %.

В основних виробничих відділеннях ливарного цеху повітря подають у робочу зону (на висоту 3,5...5,0 м від підлоги), за винятком відділення фінішних операцій і складів, де повітря подають на рівні нижнього пояса ферм.

Отже, у виробничих відділеннях ливарного цеху доцільніше використовувати припливно-витяжну вентиляцію з механічними збудниками.

Повітря із приміщень необхідно видаляти системами місцевих відсмоктувачів, а із верхньої зони приміщень – системами загальнообмінної вентиляції.

У будівлях ливарних цехів для виробництва великих і важких виливків, а також за наявності в будівлях ливарних цехів немеханізованих дільниць заливання форм на плацу необхідно обов'язково

передбачати природну вентиляцію (аерацію) разом із системами вентиляції з механічними збудниками.

Системи опалення і вентиляції повинні задовольняти вимоги вибухової, вибухопожежної і пожежної безпеки залежно від категорії виробництв, які розміщують у приміщеннях.

Для приміщень без природної вентиляції загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію треба проектувати, передбачаючи не менше двох припливних і двох витяжних вентиляційних систем продуктивністю кожна не меншою за 50 % від вимогового повітрообміну.

Під час проектування ливарного цеху необхідно передбачати розташування устаткування вентиляційних систем у спеціальних приміщеннях, створюючи вентиляційні центри, а також захист атмосферного повітря від забруднення шкідливими речовинами.

Допускається розміщувати устаткування систем вентиляції на покрівлі будівель.

Показники витрати повітря на припливну вентиляцію (без урахування аерації) наведено в табл. 10.3.

Таблиця 10.3

Показники витрати повітря на припливну вентиляцію

Вид литва	Витрати повітря на 1 т литва, тис. м ³		
	дрібне литво (до 100 кг)	середнє литво (100...1000 кг)	велике литво (понад 1000 кг)
Чавунне	300	260	230
Сталеве	330	300	280

10.4.4. Водопостачання і каналізація

Водопостачання. У ливарних цехах передбачають такі системи водопостачання:

- господарсько-питну і господарсько-протипожежну;
- виробничу;
- оборотного і повторного використання води.

Виробничу воду в цехах витрачають на такі потреби:

- охолодження устаткування;
- гідрорегенерацію піску;
- очищення вентиляційного повітря, що видаляється із цеху;

- очищення ваграночних газів;
- гідротранспортування оборотної суміші;
- приготування формувальних і стрижневих сумішей;
- грануляцію шлаку;
- гідравлічне й електрогідравлічне видалення стрижнів із виливків, очищення останніх тощо.

Воду питної якості, окрім господарсько-питних потреб, використовують для очищення і зволоження припливного повітря, пилоподавлення в робочих приміщеннях тощо.

Середньорічні витрати води на одну тонну литва необхідно брати, м³:

- 110 – оборотної та такої, що використовують повторно;
- 14 – на технологічні потреби;
- 2 – питної для господарсько-побутових потреб;
- 0,1 – додатково на технологічні потреби.

Коефіцієнти нерівномірності виробничого водовикористання беруть такі:

- 1,2 – для виробництва дрібного і середнього литва;
- 1,4 – для виробництва великого литва.

Для створення рівномірного водовикористання на території підприємства або безпосередньо в приміщенні цеху установлюють водонапірні башти та спеціальні баки.

Для економного використання води застосовують оборотні системи водопостачання, кількість яких визначають техніко-економічними розрахунками.

Оборотні системи водозабезпечення об'єднують за ознаками води, температурними параметрами і напором з урахуванням розташування водокористувачів.

Каналізація. У ливарних цехах треба передбачати такі системи каналізації:

- господарсько-побутову;
- дощову;
- виробничу;
- іншого призначення.

Скидати в каналізацію стічні води, забруднені токсичними речовинами, треба після очищення їх на спеціальному локальному очисному устаткуванні.

Розрахункову кількість, характеристики і режими скидання промислових стічних вод беруть за даними технологічної частини проекту.

Незабруднені стічні води утворюються під час охолодження плавильного, компресорного та іншого устаткування.

Основна кількість забруднених стічних вод у ливарному виробництві утворюється під час промивання ваграночних газів і газів електроплавильних печей, очищення вентиляційних викидів, грануляції шлаку, гідрорегенерації піску, промивання агрегатів для приготування рідких самотвердних сумішей тощо.

Очищення води від механічних домішок здійснюють методом вистоювання, в необхідних випадках – з використанням спеціальних реагентів.

Основні розрахункові параметри для очисних споруд води від механічних домішок треба вибирати за табл. 10.4.

Таблиця 10.4

Основні розрахункові параметри для очисних споруд води

Вид споруди	Розрахункова швидкість руху води, мм/с	Вологість осаду після тригодинного ущільнення, %	Періодичність видалення осаду	Розрахункове навантаження на споруду, м ³ /м ² за 1 год
Освітлювачі	1,1	88	Періодично	–
Відстійники: вертикальні	0,6	88	Періодично	–
горизонтальні	5,0	88	Періодично	–
радіальні	–	90	Безперервно	1

Осад із відстійників доцільно видаляти за допомогою системи гідротранспорту, до складу якої входить шламагромаджувач відповідної місткості. Його розташовують поблизу території підприємства.

Відходи виробництва й осад із відстійників можна також вивозити з території заводу автомобільним або залізничним транспортом у місця, які погоджені з органами санітарного нагляду.

10.4.5. Штучне освітлення

Для забезпечення нормованого рівня освітлення робочих місць механізованих дільниць виготовлення дрібного і середнього литва, затінених технологічними комунікаціями і устаткуванням, треба передбачати над ними установа світильників з лампами розжарювання потужністю 500 Вт на висоті 3 м від підлоги.

Для освітлення ливарних цехів необхідно використовувати світильники, які мають легкознімні відбивачі світла та захисні стекла і які приєднуються до електричної мережі за допомогою штепсельних рознімів або клемних колодок, що забезпечують легке відокремлення світильників від мережі.

У проектах ливарних цехів треба передбачати засоби для обслуговування світильників, які відповідають вимогам техніки безпеки:

- приставні драбини і стрем'янки (для установа світильників на висоті до 5 м);
- наземні самохідні і несамохідні підймачі та візки;
- мостові крани, обладнані спеціальними знімними пристроями;
- підвісні люльки тощо.

На дільниці служби енергетика цеху треба передбачати приміщення для ремонту і чищення світильників з необхідними для цього пристроями та інвентарем.

10.5. Об'ємно-планувальні рішення промислових будівель

10.5.1. Одноповерхові промислові будівлі

У практиці промислового будівництва найпоширенішими є одноповерхові будівлі.

Такий тип будівлі визначений умовами виробництва, яке розташовують на одному рівні.

Одноповерхова промислова будівля може мати різну кількість паралельних прогонів (рис. 10.1), які відокремлені один від одного рядами колон.

Основні розміри будівлі в плані вимірюються між розбивальними осями, які утворюють геометричну основу плану будівлі.

Ширина прогонів (L , м), яка вимірюється між поздовжніми розбивальними осями, повинна бути кратною 6, тобто 12; 18; 24; 30; 36 м. Для невеликих будівель і прибудов допускаються прогони шириною 6 і 9 м.

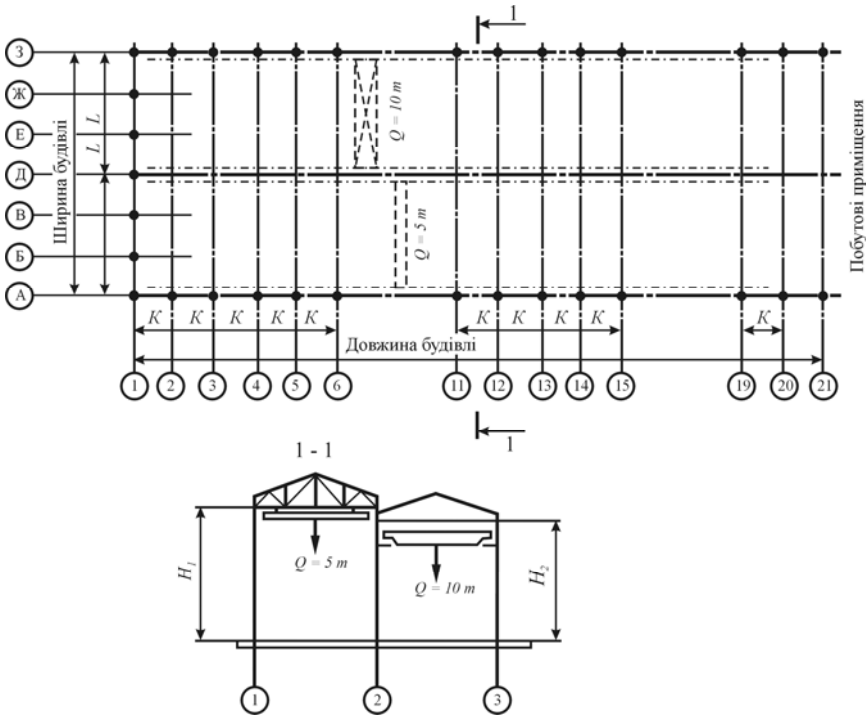


Рис. 10.1. Схема одноповерхової промислової будівлі з двома прогонами

Крок колон (К) повинен дорівнювати 6 або 12 м. У будівлях без мостових кранів, а також з мостовими кранами, якими керують за допомогою пультів керування з підлоги вручну, крок крайніх колон має становити 6 м.

У будівлях з прогонами 6, 9 і 12 м (без мостових кранів) крок середніх колон беруть 6 м.

У будівлях висотою 12 м і вищих (незалежно від наявності мостових кранів) крок середніх колон повинен дорівнювати 12 м.

У решти випадках крок колон у середніх і крайніх рядах вибирають, погоджуючи крок колон з конструкцією покрівлі будівлі.

Усі види устаткування прив'язують на плані розмірами до цих же розбивальних осей будівлі як у системі прямокутних координат.

Примикання багатоповислої прибудови адміністративно-побутових приміщень до виробничого корпусу завжди здійснюють на двох рядах колон із вставкою, розміри якої наведено в табл. 10.5.

Таблиця 10.5

**Розміри вставок примикання побутових приміщень
до виробничих прогонів**

Прив'язка	Уставка для товщини стіни, мм					
	160	200	240	300	400	500
0	380	420	460	520	620	720
250	630	670	710	770	870	970

Допоміжні служби, технологічні і санітарно-технічні комунікації в одноповерхових цехах розташовують, переважно, на антресолях, у підвалах, у вставках між прогонами тощо.

10.5.2. Багатоповерхові промислові будівлі

Такі будівлі проектують для цехів з розташуванням виробничих потоків у вертикальному напрямку або на двох-трьох рівнях.

Для ливарного виробництва, в першу чергу для конвеєрних цехів потокового виробництва, проектують двоповерхові будівлі з розташуванням основних виробничих відділень на другому поверсі.

Горизонтальну розводку комунікацій і транспортних технологічних засобів виконують у межах об'єму першого поверху з використанням проміжних майданчиків; вертикальну розводку здійснюють у спеціальних шахтах, які розташовують у межах колон або суміщених з вертикальним транспортом, ліфтами, підйомниками тощо.

Будівельні параметри другого поверху ідентичні будівельним параметрам одноповерхових будівель (ширині і висоті прогонів, кроку колон тощо).

На першому поверсі використовують більш часту сітку колон:
 6×9 м – для використання прогонів шириною 18 м;
 6×12 або 6×6 м (залежно від навантаження на перекриття і конструкцій) – для використання прогонів шириною 24 м.

Двоповерхова будівля ливарного цеху, яку показано на рис. 10.2, побудована зі збірного залізобетону.

Підлога другого поверху розміщена на позначці 8400 мм, проміжні площі – на позначці 4200 мм. Ці площі використовують для розміщення конвеєрів охолодження виливків.

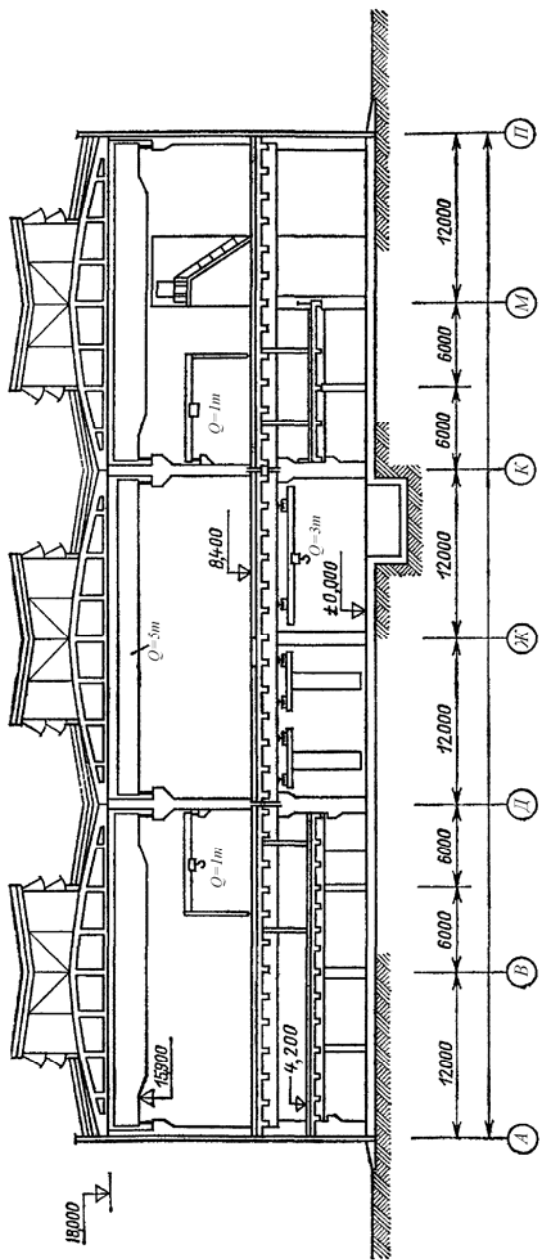


Рис. 10.2. Розріз двоповерхової будівлі ливарного цеху

Будівля перекрита збірними залізобетонними безрозкосими фермами. Покрівля виконана із залізобетонних плит, теплоізоляційного шару поверх плит і загерметизована декількома шарами руберойду.

На покрівлі розташовано світлоаераційні ліхтарі.

Багатоповерхові будівлі виконують із залізобетонних або зі сталевих конструкцій.

У разі використання залізобетонних каркасів для міжповерхових перекриттів доцільно застосовувати металеві балки, враховуючи, що за умови навантаження на перекриття близько 3 т/м^2 переріз залізобетонних балок досягає метрової висоти.

У багатоповерхових будівлях використовують також різні конструкції і для несучого каркаса: поздовжні прогони виконують із залізобетонних елементів, а поперечні (наприклад, для розміщення плавильного відділення) – із сталевих.

Такі рішення приймають після детального опрацювання різних варіантів. Наприклад, за умови навантаження на перекриття понад 5 т/м^2 і за наявності мостових кранів великої вантажопідйомності, необхідно використовувати сталеві конструкції для несучого каркаса будівлі.

10.5.3. Будівлі змішаної поверховості

У практиці проектування ливарних цехів використовують також будівлі змішаного типу, тобто скомпоновані в поздовжньому або поперечному напрямку із прогонів різної поверховості (рис. 10.3).

Використання таких об'ємно-планувальних рішень зумовлено такими причинами:

- раціональним використанням об'єму будівлі;
- блокуванням цехів різного призначення (цехів виготовлення дрібних, середніх і великих виливків);
- використанням рельєфу місцевості.

На стику багатоповерхової і одноповерхової частин будівлі доцільно виконувати багатоповерхову вставку між прогонами (рис. 10.3) для розміщення допоміжних служб, комунікацій, проїздів, проходів, а також сходових кліток і ліфтів.

Незалежно від типу будівлі – одноповерхової чи двоповерхової – характерним для ливарних цехів є використання будівель з прогонами різного напрямку – поздовжніх і поперечних.

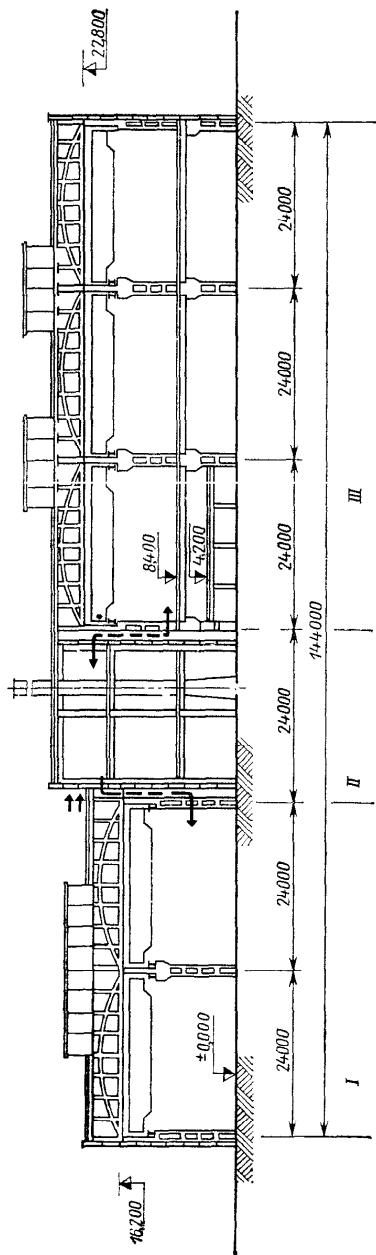


Рис. 10.3. Будівля ливарного цеху змішаної поверховості

В останніх розташовують переважно плавильне відділення і дільниці приймання та підготовки до використання шихтових і формувальних матеріалів, причому для дільниць використовують тільки одноповерхові прогони.

10.5.4. Уніфіковані габаритні схеми

Габаритні схеми одноповерхових промислових будівель основані на використанні уніфікованих прогону, кроку колон та висоти будівель, але для однопрогінних і багатопрогінних будівель без мостових кранів і з мостовими кранами установлені точно визначені комбінації цих розмірів: 0,6 м – для $H \leq 6$ м і 1,2 м – для $H > 6$ м.

Будівлі без мостових кранів можуть бути обладнані підвісними кранами (кран-балками) вантажопідйомністю $Q \leq 5$ т.

Габаритні схеми будівель, обладнаних мостовими кранами, повинні мати відомості про вантажопідйомність мостових кранів для кожної геометричної схеми і позначок головок кранових рейок.

Габаритні схеми одноповерхових промислових будівель наведено в табл. 10.6 і 10.7.

Таблиця 10.6

Габаритні схеми однопрогінних і багатопрогінних одноповерхових промислових будівель без мостових кранів

Прогін L , м; крок середніх колон* K , м	Висота до низу конструкції H , м	Шифр габаритних схем
$L = 12$; $K = 6$	3,0	Б-12-30
	3,6	Б-12-36
	4,2	Б-12-42
	4,8	Б-12-48
	5,4	Б-12-54
	6,0	Б-12-60
	7,2	Б-12-72
	8,4	Б-12-84
	9,6	Б-12-96

Продовження табл. 10.6

Прогін L , м; крок середніх колон* K , м	Висота до низу конструкції H , м	Шифр габаритних схем
$L = 18$; $K = 6$ або 12	4,8	Б-18-48
	6,0	Б-18-60
	7,2	Б-18-72
	8,4	Б-18-84
	9,6	Б-18-96
	10,8	Б-18-108
$L = 18$; $K = 12$	12,0	Б-18-120
	13,2	Б-18-132
$L = 24$; $K = 6$ або 12	4,8	Б-24-48
	6,0	Б-24-60
	7,2	Б-24-72
	8,4	Б-24-84
	9,6	Б-24-96
	10,8	Б-24-108
$L = 24$ $K = 12$	12,0	Б-24-120
	13,2	Б-24-132
	14,4	Б-24-144
$L = 30$ $K = 6$ або 12	6,0	Б-30-60
	7,2	Б-30-72
	8,4	Б-30-84
	9,6	Б-30-96
	10,8	Б-30-108
$L = 30$; $K = 12$	12,0	Б-30-120
	13,2	Б-30-132
	14,4	Б-30-144
	15,6	Б-30-156
	16,8	Б-30-168
	18,0	Б-30-180

Прогін L , м; крок середніх колон* K , м	Висота до низу конструкції H , м	Шифр габаритних схем
$L = 36$; $K = 6$ або 12	7,2	Б-36-72
	8,4	Б-36-84
	9,6	Б-36-96
	10,8	Б-36-108
$L = 36$; $K = 12$	12,0	Б-36-120
	13,2	Б-36-132
	14,4	Б-36-144
	15,6	Б-36-156
	16,8	Б-36-168
	18,0	Б-36-180

* Крок крайніх колон дорівнює 6 м.

Примітка. У шифрі габаритних схем літера Б означає тип будівлі (безкранова), перші дві цифри – ширину прогону L , м; друга група цифр – висоту до низу конструкції H , дм.

Таблиця 10.7

**Габаритні схеми одно- і багатопрогінних одноповерхових
промислових будівель з мостовими кранами**

Прогін L , м; крок середніх колон* K , м	Висота до низу конс- трукції H , м	Вантажопід- німність крана Q , т	Висота до го ловки кранової рейки, м	Шифр габарит- них схем
$L = 18$; $K = 6$ або 12	8,4	10	5,75	К10-18-84
	9,6	10; 20	6,90	К20-18-96
	10,8	10; 20	8,15	К20-18-108
$L = 18$; $K = 12$	12,0	10; 20	9,35	К20-18-120
	12,0	30	8,65	К30-18-120
	13,2	10; 20	10,55	К20-18-132
	13,2	30	9,65	К30-18-132
	14,4	10; 20	11,75	К20-18-144
	14,4	30	11,05	К30-18-144

Продовження табл. 10.7

Прогін L , м; крок середніх колон* K , м	Висота до низу конструк- ції H , м	Вантажопід- німність крана Q , т	Висота до го- ловки кранової рейки, м	Шифр габарит- них схем
$L = 24$ $K = 6$ або 12	8,4	10	5,75	K10-24-84
	9,6	10; 20	6,90	K20-24-96
	10,8	10; 20	8,15	K20-24-108
$L = 24$; $K = 12$	12,0	10; 20	9,35	K20-24-120
	12,0	30; 50	8,65	K50-24-120
	13,2	10; 20	10,55	K20-24-132
	13,2	30; 50	9,85	K50-24-132
	14,4	10; 20	11,75	K20-24-144
	14,4	30; 50	11,05	K50-24-144
	15,6	30; 50	12,25	K50-24-156
	16,8	30; 50	13,45	K50-24-168
$L = 30$; $K = 12$	10,8	10; 20	8,15	K20-30-108
	12,0	10; 20	9,35	K20-30-120
	12,0	30; 50	8,65	K50-30-120
	13,2	10; 20	10,55	K20-30-132
$L = 30$; $K = 12$	13,2	30; 50	9,85	K50-30-132
	14,4	20	11,75	K20-30-144
	14,4	30; 50	11,05	K50-30-144
$L = 30$; $K = 12$	15,6	30; 50	12,25	K50-30-156
	16,8	30; 50	13,45	K50-30-168
	18,8	30; 50	14,65	K50-30-180

Прогін L , м; крок середніх колон* K , м	Висота до низу конструк- ції H , м	Вантажопід- німність крана Q , т	Висота до го- ловки кранової рейки, м	Шифр габарит- них схем
$L = 36$; $K = 12$	10,8	10; 20	8,15	K20-36-108
	12,0	10; 20	9,35	K20-36-120
	12,0	30; 50	8,65	K50-36-120
	13,2	10; 20	1,55	K20-36-132
	13,2	30; 50	9,85	K50-36-132
	14,4	20	11,75	K20-36-144
	14,4	30; 50	11,05	K50-36-144
	15,6	30; 50	12,25	K50-36-156
	16,8	30; 50	13,45	K50-36-168
	18,0	30; 50	14,65	K50-36-180

* Крок крайніх колон дорівнює 6 або 12 м (за умови, що колони сталеві).

Примітка. У шифрі габаритної схеми літера K означає тип будівлі (кранова), дві цифри після літери K – найбільшу вантажопіднімність мостового крана в тоннах, друга група цифр – ширину прогону в метрах, третя – висоту до конструкції перекриття в дециметрах.

Довжина будівлі, яку проектують на основі габаритних схем, може бути будь-якою, але кратною вибраному кроку колон.

Під час проектування одноповерхових будівель на основі габаритних схем каркаса будівлі огорожувальні конструкції компонують цілком із типових елементів. При цьому забезпечують взаємозамінність конструкцій: колони можуть бути використані збірні залізобетонні або сталеві.

Носійні конструкції покрівлі можна вибирати у вигляді збірних залізобетонних балок або ферм, а також сталевих ферм; підкранові балки – сталеві або збірні залізобетонні тощо.

І, навпаки, кожний типовий конструктивний елемент з відповідними геометричними параметрами можна використовувати для будь-якої габаритної схеми.

Наприклад, ферма покрівлі прогоном 24 м придатна для будь-якої габаритної схеми з таким же прогоном.

За умови, коли параметри не передбачені габаритними схемами (наприклад, при $L > 36$ м, $H > 18$ м або вантажопідйомність крана понад 50 т), конструкції проектують і виготовляють індивідуально.

10.6. Носійні конструкції промислових будівель

10.6.1. Фундаменти для збірних залізобетонних колон

Типові фундаменти розроблено для збірних залізобетонних колон будь-якого виду і типорозміру за нормального тиску на ґрунт від 15 до 60 Н/м².

Позначка верху підколонника дорівнює 150 мм. Для кожної збірної залізобетонної колони виготовляють окремі стакани.

Типові залізобетонні фундаменти під колони промислових будівель складаються з підколонника і одно-, дво- або триступінчастої плитної частини (рис.10 4).

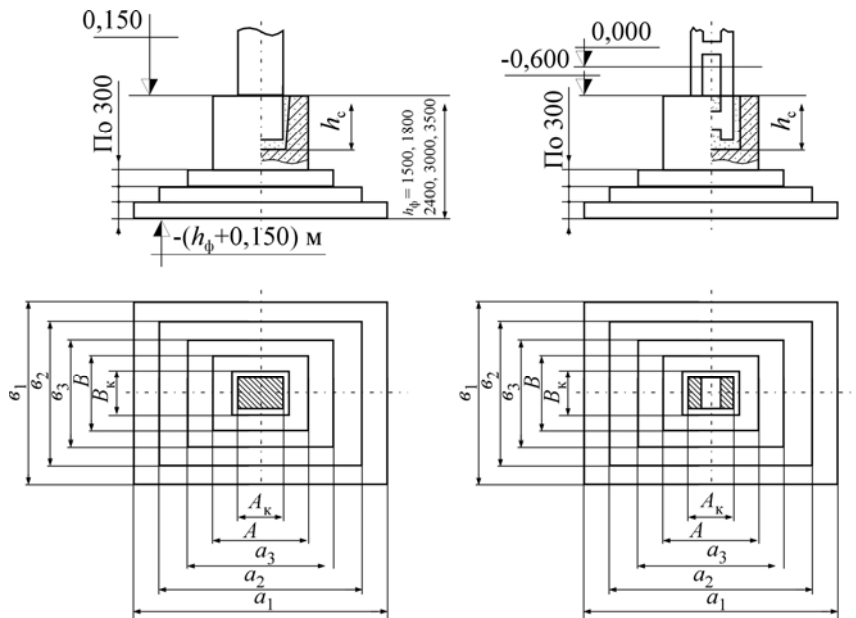


Рис. 10.4. Різновиди фундаментів підколони промислових будівель

Маркування фундаменту складається з літер і цифр: Ф – фундамент; А, Б, В, Г, Д – індекси підколонника, який має певні розміри поперечного перерізу, цифра після літер (1 – 19) – порядковий номер типорозміру підшви фундаменту, цифра після тире (1 – 6) – порядковий номер висоти фундаменту.

Марки й основні розміри фундаментів для колон прямокутного перерізу і двовіткових колон наведено в табл. 10.8 і 10.9.

Таблиця 10.8

**Маркування і основні розміри типових фундаментів
для колон прямокутного перерізу**

Переріз колон $A_K \times B_K$, мм	Підколонник			Марка фундаменту	Розміри плити, мм		
	тип	$A \times B$, мм	h_C , мм		підшва, $a_1 \times e_1$	уступи	
						$a_2 \times e_2$	$a_3 \times e_3$
300×300	А	900×900	700	ФА1-1	3300×2700	2400×1800	1500×900
400×300			700	ФА2-1	3600×3000	2700×1800	1800×900
400×400			800	ФА3-1	4200×3000	3000×1800	1800×900
500×400	Б	1200×1200	800	ФБ1-1	3000×2400	2100×1800	1800×1200
				ФБ2-1	3300×2700	2400×1800	1800×1200
500×500	В	1200×1200	950	ФБ3-1	3600×3000	2700×2100	1800×1200
				ФБ4-1	4200×3000	3000×2100	1800×1200
600×400				ФБ5-1	4200×3600	3000×2700	1800×1800
				ФБ6-1	4800×3600	3600×2700	2400×1800
600×500				ФБ7-1	4800×4200	3600×3000	2400×1800
				ФБ8-1	5400×4200	4200×3000	3000×1800
700×400				ФВ1-1	3000×2400	2100×1800	1800×1200
				ФВ2-1	3300×2700	2700×1800	2100×1200
				ФВ3-1	3600×3000	2700×2100	2100×1200
800×400	950	1500×1200	ФВ4-1	4200×3600	3300×2100	2400×1200	
			ФВ5-1	4800×3600	3300×2400	2400×1800	
			ФВ6-1	4800×4200	3600×2400	2400×1800	
800×500	900		ФВ7-1	4800×4200	3600×3000	2400×1800	
			ФВ8-1	5400×4200	4200×3000	3000×1800	
			ФВ9-1	5400×4800	4200×3600	3000×2400	

Таблиця 10.9

**Маркування та основні показники типових фундаментів
для двовіткових колон**

Переріз колон $A_K \times B_K$, мм	Підколонник			Марка фундаменту	Розміри плити, мм		
	тип	$A \times B$, мм	h_C , мм		підшва, $a_1 \times b_1$	уступи	
						$a_2 \times b_2$	$a_3 \times b_3$
1000×400	Г	1800×1200	950	ФГ1-2	3000×2400	2400×1800	1800×1200
				ФГ2-2	3300×2700	2400×1800	1800×1200
				ФГ3-2	3600×3000	2700×2100	2100×1200
1250			ФГ4-2	4200×3000	3000×2100	2100×1200	
			ФГ5-2	4200×3600	3000×2400	2400×1200	
			ФГ6-2	4800×3600	3600×2400	2400×1200	
1000×500		ФГ7-2	4800×4200	3600×3000	2400×1800		
		950	2100×1200	ФД1-2	2700×2100	1800×1500	1500×900
				ФД2-2	2700×2400	1800×1500	1500×900
ФД3-2				3000×2400	2400×1800	1500×900	
ФД4-2				3300×2700	2700×1800	1800×900	
1300×500		Д	2100×1200	950	ФД5-2	3600×3000	2700×2100
	ФД6-2				4200×3000	3300×2100	2700×1200
	ФД7-2				4200×3600	3300×2700	2700×1800
	ФД8-2				4800×3600	3600×2700	2700×1800
1400×500	1250			ФД9-2	4800×4200	3600×3000	2700×2100
				ФД10-2	5400×4800	4200×3000	3000×2100
				ФД11-2	5400×4800	4200×3600	3000×2400
				ФД12-2	5400×5400	4200×4200	3000×3000
		ФД13-2	6000×5400	4800×4200	3600×3000		
1400×600							

Для фундаментів одновіткових колон прямокутного перерізу передбачено 18 типорозмірів підоснови від 1500×1500 до 5400×5400 мм; для фундаментів двовіткових колон – 14 типорозмірів – від 2400×2100 до 6000×5400 мм.

Уступи плити всіх фундаментів мають єдину уніфіковану висоту, яка дорівнює 300 мм.

Під фундаментами передбачено виконання підготовки під плити у вигляді шару бетону товщиною 100 мм.

Усі фундаменти в плані симетричні і відносно до колон розташовуються симетрично.

Прив'язування фундаментів до розбивальних осей визначається прив'язкою колон.

10.6.2. Колони прямокутного перерізу

Колони прямокутного перерізу використовують під час будівництва одноповерхових однопрогінних та багатопрогінних будівель з прогонами шириною 18 і 24 м та висотою від 8,4 до 10,8 м і обладнаних мостовими кранами загального призначення вантажопіднімністю 10...20 т середнього і важкого режимів роботи, а також для будівель без мостових кранів з прогонами від 6 до 36 м за висоти від рівня чистої підлоги до низу носійних конструкцій покрівлі 3,0...14,4 м.

Будівлі можуть бути з ліхтарями і без них.

Крок колон – 6 і 12 м.

Для колон зовнішніх рядів з кроком 6 м використовують нульову прив'язку, а для колон з кроком 12 м – прив'язку, яка дорівнює 250 мм.

Усі колони призначено для використання в умовах, коли верх фундаментів має позначку 0,150 м (див. рис.10.4).

Різновиди колон показано на рис. 10.5.

Маркування і основні показники колон, що відрізняються геометричними розмірами, наведено в табл. 10.10 і 10.11.

Марка колони складається з літер і цифр, що означають: К – колони, цифра – висота будівлі в дециметрах, цифра через тире – номер колони, що визначає розміри перерізу колони.

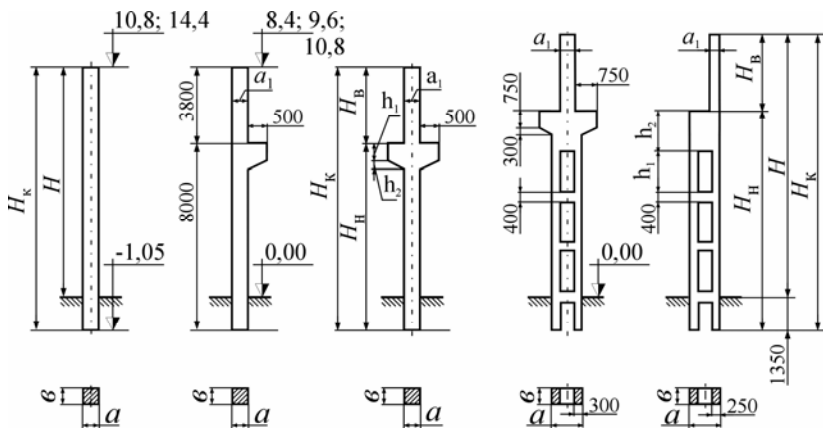


Рис. 10.5. Різновиди колон для промислових будівель

Таблиця 10.10

**Маркування і основні показники колон
для промислових будівель без мостових кранів**

Марка колон	Висота H , мм	Вид колон	Позначка верху колон	Розміри, мм		
				H_k	ϵ	a
K54-1	5400	Крайні, середні	5,4	6200	300	300
K60-1	6000	Те саме	6,0	6800	300/400	400/400
K72-1	7200	- // -	7,2	8100	400	400
K84-1	8400	- // -	8,4	9300	400/500	500/500
K96-1	9600	- // -	9,6	10500	400/500	500/600
K108-1	10800	- // -	10,8	11850	400/400	500/700
K120-1	12000	- // -	12,0	13050	400	500
K132-1	13200	- // -	13,2	14250	400	600
K144-1	14400	- // -	14,4	15450	400/400	600/800

Таблиця 10.11

**Маркування і основні показники колон прямокутного перерізу
для промислових будівель з мостовими кранами**

Марка колони	Висота будівлі, H , м	Вантажопіднімність крана Q , т	Крок, м	Вид колон	Позначка, м		Розміри, мм					
					колон верху	головки кранової рейки	H_K	H_H	H_B	e	a_1	a
КП1-1; КП1-5; КП1-10;	8,4	10	$K_K = 6$ $K_\Phi = 6$	Крайні	8,4	6,15	9400	6200	3200	400	380	600
	9,6	10			9,6	6,95	10600	6800	3800			
	10,8	20			10,8	8,15	11800	800	3800			
КП1-3; КП1-8; КП1-13;	8,4	10	$K_K = 6$ або $K_K = 12$	Середні	8,4	6,15	9400	6200	3200	400	600	600
	9,6	10			9,6	6,95	10600	6800	3800			
	10,8	20			10,8	8,15	11800	8000	3800			
КП1-15; КП1-21; КП1-27;	8,4	10	$K_K = 12$	Крайні	8,4	6,15	9400	5600	3200	500	600	800
	9,6	20			9,6	6,95	10600	6400	4200			
	10,8	20			10,8	8,15	11800	7600	4200			

10.6.3. Двовіткові колони для будівель з мостовими кранами

Колони розроблені для використання під час будівництва промислових одноповерхових будівель з прогонами шириною 18, 24 і 30 м та висотою від 10,8 до 18,0 м включно з ліхтарями та без них, обладнаних мостовими кранами загального призначення вантажопіднімністю від 20 до 50 т середнього і важкого режимів роботи.

Крок колон у крайніх рядах дорівнює 6 і 12 м, а в середніх – 12 м.

Для крайніх колон у разі використання кроку, що дорівнює 6 м, висота будівлі $H \leq 14,4$ м, вантажопіднімність мостових кранів – $Q \leq 30$ м, прив'язка нульова; у решти випадках прив'язка дорівнює 250 мм. Усі колони передбачені для використання в умовах, коли верх фундаментів має позначку 0,150 м (див. рис. 10.4). Маркування і основні показники двовіткових колон для будівель з мостовими кранами наведено в табл. 10.12.

Таблиця 10.12

Маркування і основні показники двовіткових колон для будівель з мостовими кранами

Марка колон	Висота будівлі H , м	Вантажопіднімість крана Q , т	Крок, м	Позначка, м		Розміри, мм							
				верху колон	головки кранової рейки	H_k	H_n	H_b	e	a_1	a	h_1	h_2
КД П-1	10,8	10; 20		18,800	8,150	11850	8050	3800	400	300	1000	200	700
КД П-1	13,2	30; 50		13,200	9,850	14550	9850	4700	500	380	1000	200	700
КД П-1,5	14,4	30; 50	Крайні $K_k=6$ $K_\phi=6$	14,400	10,050	15750	11050	4700	500	600	1300	250	850
КД П-15	16,8	30; 50		16,800	13,450	18150	13450	4700	500	600	1300	250	850
КД П-30	18,0	30; 50		18,000	14,650	19350	14630	4700	500	600	1300	250	850
КД П-37	10,8	10; 20		10,800	8,150	11850	7650	4200	500	600	1300	250	1050
КД П-37	13,2	30; 50		13,200	9,850	14550	9450	5100	500	600	1400	250	1050
КД П-49	14,4	30; 50	Крайні $K_k=12$ $K_\phi=12$	14,400	10,050	15750	10650	5100	500	600	1400	300	1050
КД П-49	16,8	30; 50		16,800	13,450	18150	13050	5100	500	600	1400	300	1050
КД П-63	18,0	30; 50		18,000	14,650	19350	14250	5100	500	600	1400	300	1050

Марка колон	Висота будівлі H , м	Вантажопідіймість крана Q , т	Крок, м	Позначка, м		Розміри, мм							
				верху колон	голівки кранової рейки	H_K	H_H	H_B	e	a_1	a	h_1	h_2
КД П-39	10,8	10; 20	Середні $K_K=12$ $K_\Phi=12$	10,800	8,150	11850	7650	4200	500	600	1400	300	850
КД П-39	13,2	30; 50		13,200	9,850	14550	9450	5100	600	600	1400	300	850
КД П-53	14,4	30; 50		14,400	10,050	15750	10650	5100	600	700	1900	350	850
КД П-53	16,8	30; 50		16,800	13,450	18150	13050	5100	600	700	1900	350	850
КД П-67	18,0	30; 50		18,000	14,650	19350	14250	5100	600	700	1900	350	850
КД П-3	10,8	10; 20	Середні $K_K=12$ $K_\Phi=6$	10,800	8,150	11150	7650	3500	500	600	1400	300	1050
КД П-3	13,2	30; 50		13,200	9,850	13850	9450	4400	600	600	1400	300	1050
КД П-19	14,4	30; 50		14,400	10,050	15050	10650	4400	600	700	1900	350	1050
КД П-19	16,8	30; 50		16,800	13,450	17450	13050	4400	600	700	1900	350	1050
КД П-34	18,0	30; 50		18,000	14,650	18650	14250	4400	600	700	1900	350	1050

Позначку головки кранової рейки визначають, виходячи з її висоти (з підкладкою) 150 мм і висоти підкранових балок:

- за кроку колон 12 м і $Q = 10 \dots 30$ т – 1400 мм;
- за кроку колон 12 м і $Q = 50$ т – 1600 мм;
- за кроку колон 6 м і $Q = 10 \dots 30$ т – 1000 мм;
- за кроку колон 12 м і $Q = 50$ т – 1200 мм.

Позначення колон складається з літер КД (колона двовіткова), римської цифри II або V – номера випуску серії і номера колони (за несучою здатністю).

10.6.4. Балки скатних покрівель

Балки використовують для будівництва промислових будівель зі скатним переkritтям і рулонною покрівлею з ліхтарями шириною 6 м або без них з прогонами шириною 18, 12, 9 і 6 м та кроком балок і колон 6 м.

Конструкція балок допускає кріплення до них піднімально-транспортного устаткування.

Балки установлюють на залізобетонні колони або носійні стіни. Конструкція балок допускає використання їх для покрівлі плитами шириною 3,0 і 1,5 м.

Маркування балок складається з літер: БО (балка односкатна), БД (балка двоскатна), БДР (балка двоскатна решітчаста); цифри 6, 9, 12 і 18 означають прогін балки в метрах, решта цифр указують номер балки за несучою здатністю.

Для зменшення маси балок прогонами 18 і 24 м у них роблять прорізи, які можуть бути використані для прокладання повітропроводів, труб для передавання сипких матеріалів пневмопотокком та інших комунікацій.

Маркування і основні показники балок для прогонів 6, 9, 12 і 18 м, що відрізняються геометричними розмірами, наведено в табл. 10.13 і 10.14 та на рис. 10.6.

Балки прогонами 6, 9 і 12 м мають тавровий поперечний переріз. Біля колон стінка балки підсилена масивними вертикальними ребрами.

Усі балки розраховані на рівномірно розподілене навантаження від 4500 до 10000 Н/м² з урахуванням еквівалентного навантаження від підвісного транспорту вантажопіднімністю $Q \leq 5$ т.

Таблиця 10.13

Маркування і основні показники таврових балок

Марка балки	Довжина балки, м	Ухил	Розміри, мм			
			h_1	h_2	h_3	h_4
Б06-1	6	1:10	600	–	–	120
Б09-1	9	1:15	800	–	–	150
БД6-1	6	1:12	–	650	400	120
БД9-1	9	1:12	–	975	600	150

Таблиця 10.14

Маркування і основні показники ґратчастих балок

Марка балки	Довжина балки, м	Розміри, мм		
		B	h_1	h_2
1БДР12-1	12	200	240	240
2БДР12-2		240	360	360
2БДР12-4		200	360	360
1БДР18-1	18	200	360	320
3БДР18-4		280	360	360

10.6.5. Кроквяні залізобетонні ферми для прогонів 18 і 24 м

Ферми розроблені для використання у процесі виконання скатних та малопохилих покрівель одноповерхових промислових будівель з мостовими кранами і підвісним транспортом, з рулонним покриттям покрівель, з ліхтарями і без них, з прогонами шириною 18 і 24 м і крокові колон 6 і 12 м.

Ферми устанавлюють на залізобетонні колони або на підкроквяні ферми. За контурами ферми бувають сегментними з ламаним верхнім поясом і паралельними поясами.

Сегментні ферми використовують для скатних покрівель, а з паралельними поясами – для плоских покрівель. Залізобетонні ферми для прогонів 18 і 24 м доставляють на будівництво в готовому вигляді, а для прогонів 30 м – у вигляді двох половинок, які перед устанавленням на місце з'єднують до купи. За формою їх поділяють на розкісні та безрозкісні. Безрозкісні ферми спроектовані з урахуванням жорсткості вузлів. Стояки ферми розташовані з кроком 3 м.

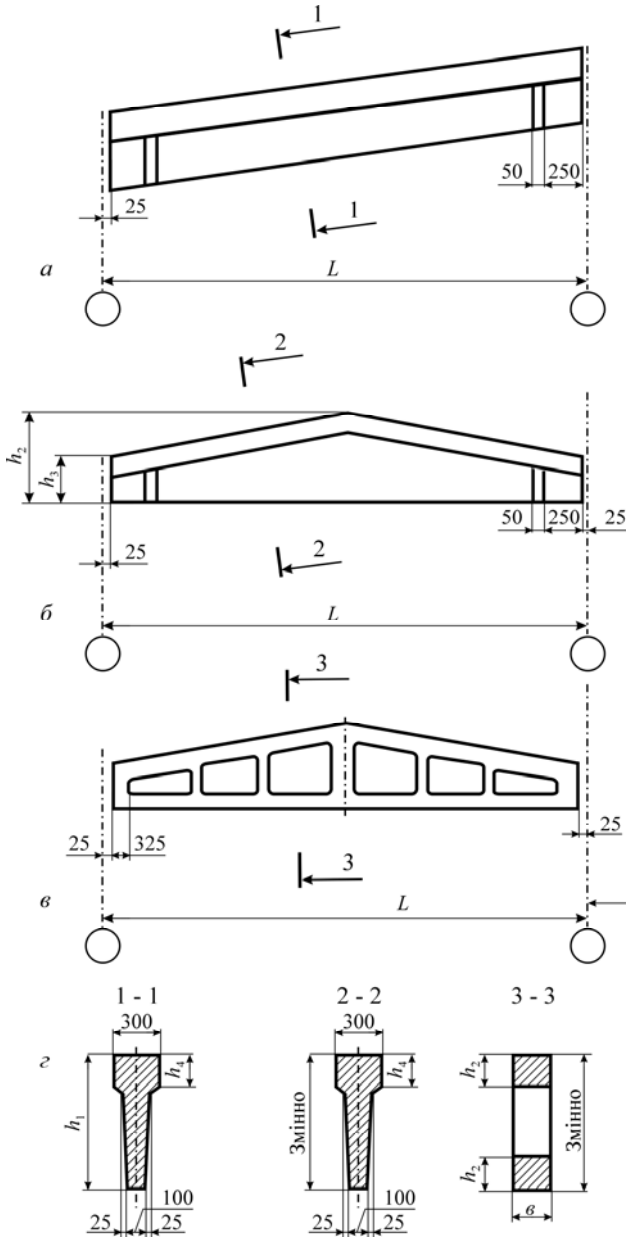


Рис. 10.6. Балки скатних покрівель

Переріз усіх елементів ферми має прямокутну форму однакової ширини. Ферми опорними накладними плитами встановлюють на закладні деталі колон, які обладнані анкерними болтами. На ферми кладуть ребристі плити шириною 1,3 і 3,0 м. Основні види ферм показано на рис. 10.7.

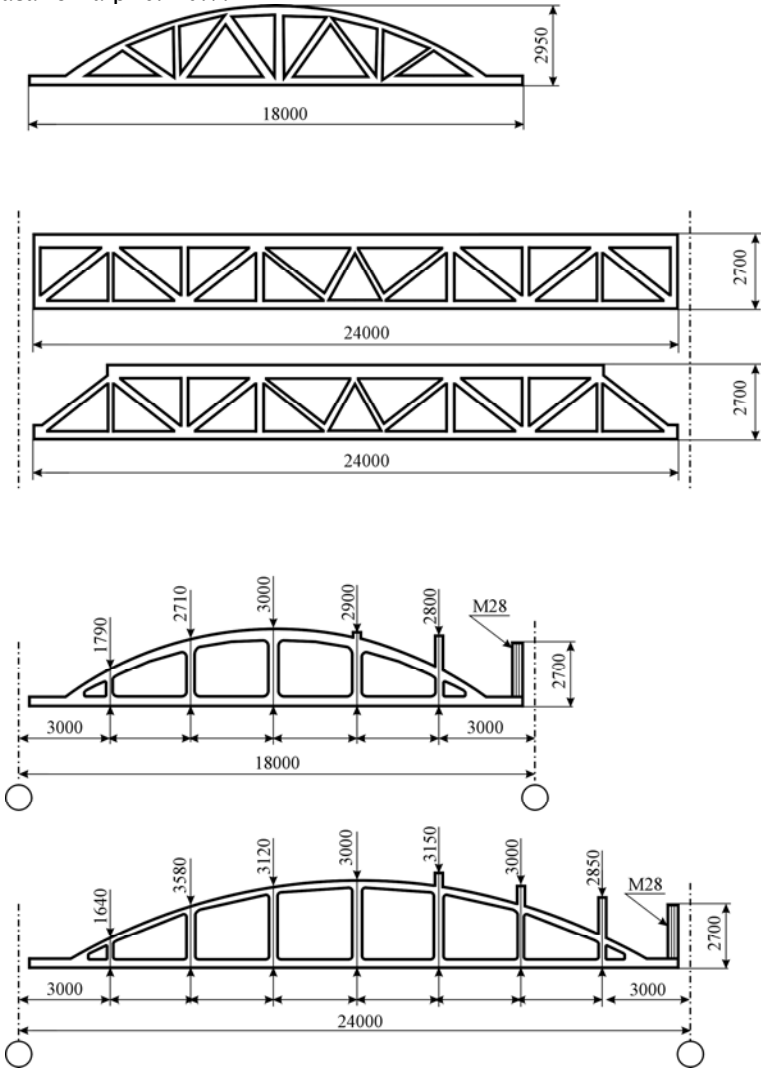


Рис.10.7. Кроквяні залізобетонні ферми

10.6.6. Сталеві кроквяні та підкроквяні ферми

Кроквяні ферми використовують для виконання утеплених і не утеплених покрівель виробничих будівель з мостовими кранами або підвісним транспортом, з внутрішнім і зовнішнім водовідведеннями і призначені для кріплення ліхтарів, конвеєрів, освітлювальних пристроїв і огорожувальних конструкцій.

Ферми укладають на сталеві або залізобетонні колони. Вони розраховані на навантаження 23000...114000 Н/м².

Основні схеми ферм довжиною 18, 24, 30 і 36 м зображено на рис. 10.8.

Із них найчастіше використовують:

– *схему а* – за ухилу верхнього пояса $i = 1,5\%$ і рулонного покриття покрівлі по утеплювачу, який покладено на залізобетонну плиту або сталевий профільований настил;

– *схему б* – за ухилу покрівлі $i = 1:8...1:12$;

– *схему в* – за ухилу покрівлі $i = 1:35...1:40$ неопалюваних будівель і покрівлях з азбестоцементних або інших хвилястих листів, а в окремих випадках – із плескатих сталевих листів товщиною 3...4 мм або панелей з них (для прогонів і дільниць ливарного цеху з великими тепловиділеннями).

Ферма уявляє собою наскрізну (гратчасту) конструкцію, утворену з окремих сталевих стрижнів, які складаються з парних прокатаних кутиків і з'єднаних у вузли за допомогою зварювання фасонками (різної форми металевих пластин) товщиною 8...12 мм.

На креслениках, виконаних у масштабі 1:50, пояси ферм зображають трьома лініями (вказують розміщення полицок кутиків), а у масштабі 1:100 і менших – двома лініями; гратку в усіх випадках показують осьовими лініями.

Геометричні схеми кроквяних і підкроквяних ферм виробничих будівель уніфіковані.

В основу уніфікації покладено модуль прогону виробничих будівель ($M = 6000$ мм) і панелі ($M = 3000$ мм), висота кроквяних ферм на опорі 1450, 2200, 3150 мм, а підкроквяних – 3100 мм; трикутна гратка з доданням шпренгеля при покрівельних плитах шириною 1500 мм.

Геометричні схеми ферм усіх прогонів побудовані за одним законом так, що велика ферма складається з меншої додаванням середніх панелей, а опорні частини залишаються без змін.

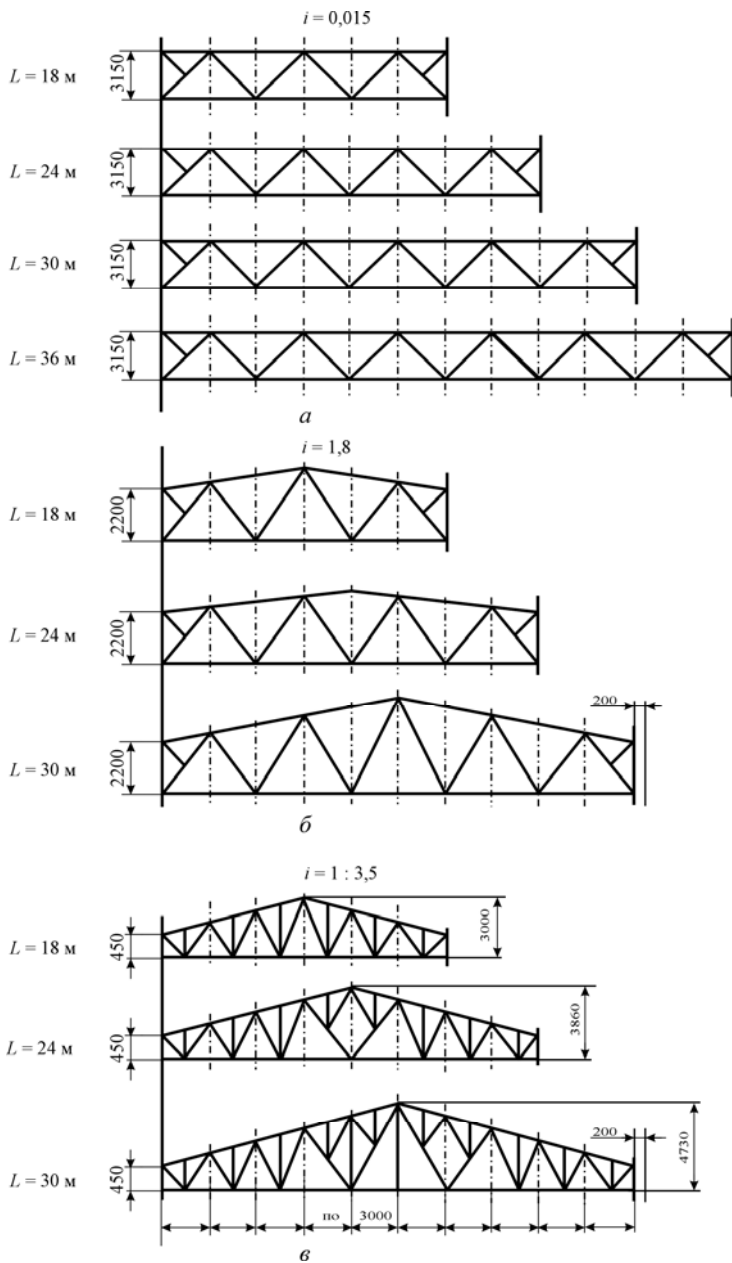


Рис. 10.8. Схемы стальных кровельных ферм

Ферми для прогонів до 18 м виготовляють одного виду, решта – двох видів, причому монтажний стик розміщують посередині; їх складають на майданчику перед монтажем.

Номінальна довжина ферм на 400 мм менша від прогону будівлі через укорочення крайніх панелей на 200 мм. Це зроблено тому, що під час монтажу поряд із фермою на головки колон установлюють і закріплюють до них анкерними болтами і зварюванням окремо виготовлені опорні сталеві стояки двотаврового перерізу.

Середні опорні стояки мають висоту перерізу 2×200 , а крайні – 200 мм плюс розмір прив'язки колони, причому її зовнішня грань є продовженням зовнішньої грані колони, що забезпечує зручне кріплення зовнішніх стін до каркаса будівлі по всій його висоті. Ферми обпирають на верх колон окрайкою торцевої фасонки і прикріплюють до опорних стояків на болтах.

Маркування і основні показники (перерізи поясів) ферм наведено в табл. 10.15, причому останні показано для ферм найменшої і найбільшої несучої здатності.

Таблиця 10.15

Маркування і основні показники кроквяних ферм

Довжина ферми L , м	Марка ферми	Переріз поясів (2 кутики), мм		Маса, т
		верхнього	нижнього	
18	ФК18-2,60	100×6,5	100×6,5	1,5
	ФК18-10,70	160×10,0	125×10,0	3,3
24	ФК24-2,30	110×8,0	100×6,5	2,2
	ФК24-11,40	200×14,0	160×14,0	6,7
30	ФК30-2,50	125×10,0	110×8,0	3,7
	ФК30-10,65	220×16,0	200×16,0	10,4
36	ФК36-2,55	160×10,0	125×10,0	5,2
	ФК36-9,25	250×20,0	200×25,0	15,6

Символи маркування означають: ФК – ферма кроквяна; цифри 18, 24, 30, 36 – ширину прогону в метрах; цифри через тире – розрахункове навантаження.

Підкроквяні ферми з паралельними поясами використовують для обпирання проміжних кроквяних ферм на залізобетоні та сталеві колони з кроком 12 м, а при кроках 18 і 24 м – для обпирання

тільки на сталеві колони. Конструктивна довжина ферм, які прикріплюють болтами до стінки надопорного стояка, відповідно зменшена на 10 мм.

Висота ферм по обушках поясів становить 3130 мм.

Ферми розраховані на зосереджені навантаження від 450 000 до 2 950 000 Н.

Конструкція підкроквяних ферм аналогічна кроквяним.

Основні показники та маркування підкроквяних ферм наведено в табл. 10.16.

Маркування ферм складається з літер і цифр, які означають: літери ПФ – підкроквяна ферма; цифри 12, 18, 24 – довжина ферм (крок колон), цифри через тире – зосереджене навантаження на вузли ферми.

Таблиця 10.16

Маркування і основні показники підкроквяних ферм

Довжина підкроквяної ферми L , м	Крок підкроквяних ферм, м	Марка ферм	Переріз поясів (2 кутики), мм		Маса, т
			верхнього	нижнього	
12	6	ПФ12-45	110×7	80×5,5	1,4
		ПФ12-195	200×12	110×8,0	3,0
18	6	ПФ18-50	160×10	125×8,0	3,4
		ПФ18-221	250×20	250×160×20,0	9,7
24	6	ПФ24-45	200×12	160×10,0	6,3
		ПФ24-122	250×25	250×160×20,0	13,1
24	12	ПФ24-96	200×12	140×10,0	5,1
		ПФ24-294	250×28	250×160×20,0	13,4

10.6.7. Плити для покрівель промислових будівель

Плити номінальної довжини 6 і 12 м призначені для використання як настил у покрівлях промислових будівель з кроком кроквяних конструкцій відповідно 6 і 12 м і рулонним покриттям.

Плити можна укласти як на залізобетонні, так і на сталеві носійні конструкції. Основними є плити шириною 3 м, а плити шириною 1,5 м головним чином використовують як добірні елементи (для випадків, коли не можна використати плити шириною 3 м), а також на ділянках покрівлі з підвищеним навантаженням.

Крім звичайних плит, виготовляють плити з круглими отворами для встановлення вентиляційних пристроїв (зонтів, дефлекторів, вентиляторів), а також для зенітних ліхтарів.

Маркування і основні параметри плит довжиною 6 і 12 м наведено в табл. 10.17.

Таблиця 10.17

Маркування і параметри плит для покрівлі

Марка плити	Номінальний розмір, м	Марка плити	Номінальний розмір, м
$\frac{\text{П}}{3 \times 6} - 1$	3,0×6,0	$\frac{\text{П}}{3 \times 12} - 1$	3,0×12,0
$\frac{\text{П}}{3 \times 6} - 1$	1,5×6,0	$\frac{\text{ПІІІ}}{3 \times 12} - 1$	3,0×12,0
–	–	$\frac{\text{П}}{1,5 \times 12} - 1$	1,5×12,0

Позначення плит має вигляд дроби – у чисельнику вказано: вид виробу (П – плита), тип плити (римські цифри I і IV), у знаменнику – номінальні розміри плити в метрах, проти риски дроби (через тире) – номер плити.

Плита має два основні поздовжні ребра висотою 300 мм – для плит довжиною 6 м і 400 мм – для плит довжиною 12 м. Полиця плити між ребрами має товщину 25 мм. Конструкції основних плит показано на рис. 10.9.

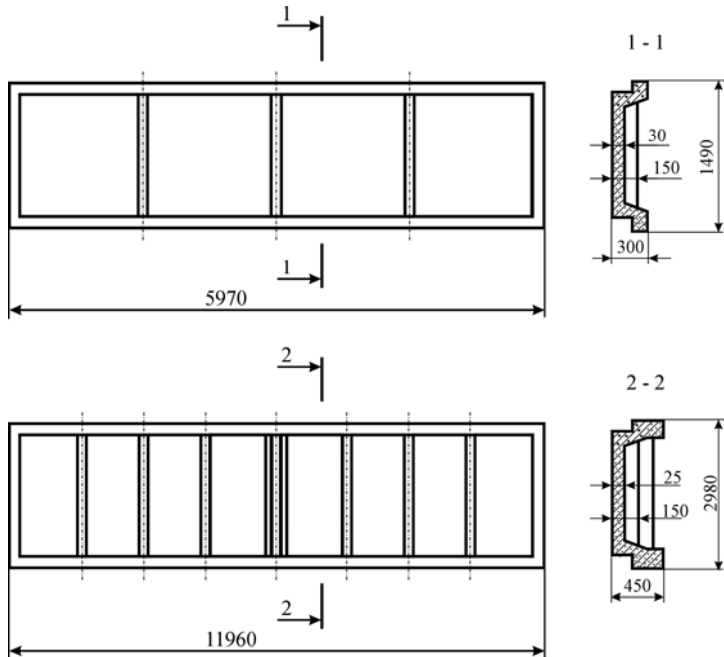


Рис. 10.9. Плити для покрівель промислових будівель

10.7. Огороджувальні конструкції промислових будівель

10.7.1. Стіни

Стіни повинні мати достатню ізоляційну здатність, щоб забезпечити збереження внутрішнього простору будівель від зовнішньої температурної дії, вітру, атмосферних опадів, пилу, шуму.

Конструкції стін забезпечують індустріальність їх спорудження і зручність експлуатації.

Стіни розміщують перед зовнішніми гранями колон каркаса, що забезпечує захист останнього від атмосферних дій.

Якщо відстань між колонами каркаса перевищує граничну довжину основних панелей, то по лінії стін установлюють додатковий каркас – фахверк (рис. 10.10).

Фахверкові стояки виготовляють із збірного залізобетону або металу. Фахверк сприймає вітрові навантаження і передає їх на основний каркас будівлі.

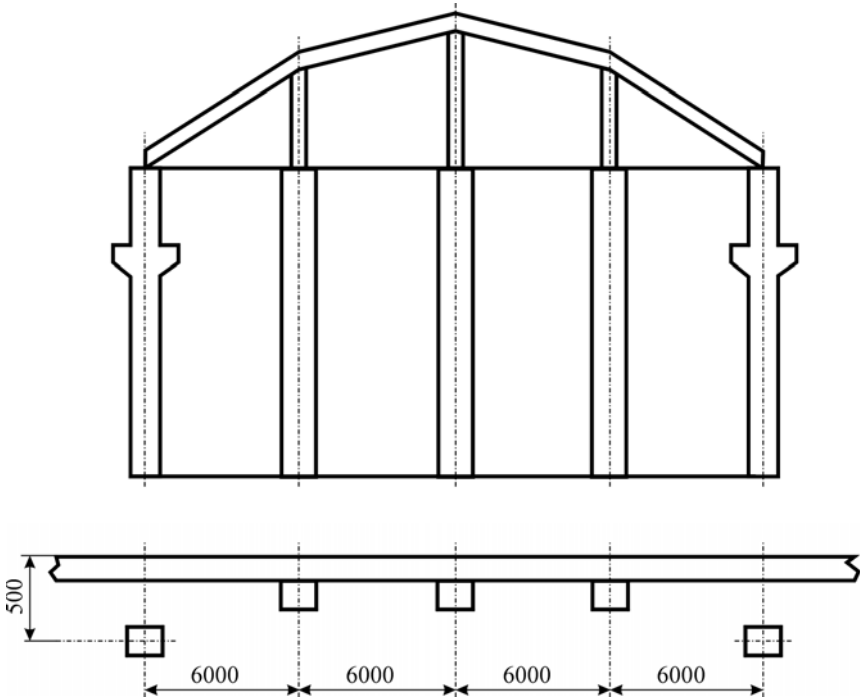


Рис. 10.10. Схема торцевого фахверка

Як огорожувальні конструкції стін використовують стінові панелі. Здебільшого використовують панелі суцільного перерізу з пористих бетонів об'ємною масою $600 \dots 700 \text{ кг/м}^3$ марки не нижче 35 або із бетонів на основі пористих заповнювачів: керамзитобетону, перлітобетону об'ємною масою $900 \dots 1200 \text{ кг/м}^3$ марки не нижче 50.

Зовнішні поверхні панелей оброблюють фактурним шаром із цементно-піщаного розчину, шаром розчину з домішками мінеральної кришки, слюди, облицьовують килимово-мозаїчною скляною або керамічною плиткою. Панелі навісних стін установлюють на спеціальні сталеві опорні столики, які приварюють до закладних деталей колон.

Носійні зовнішні або внутрішні стіни мурують із цегли; товщина стін – 380, 500 і 640 мм.

Перегородки розділяють внутрішній простір будівлі на окремі приміщення в межах поверху. Вони можуть бути дерев'яними, ви-

готоввленими із цегли, пластмаси, шлакобетону тощо. Товщина перегородок – 50...250 мм. Перегородки можуть бути складеними із великих панелей або з дрібнорозмірних елементів

10.7.2. Панелі для стін

Стінові панелі призначені для виготовлення стін одно- і багатоповерхових опалюваних і неопалюваних промислових будівель з кроком пристінних колон 12 і 6 м.

Панелі розроблюють двох основних видів – з номінальною довжиною 12 і 6 м відповідно.

Панелі мають ширину 0,9; 1,2; 1,5; 1,8 і 2,4 м, а товщину – від 200 до 300 мм (рис. 10.11).

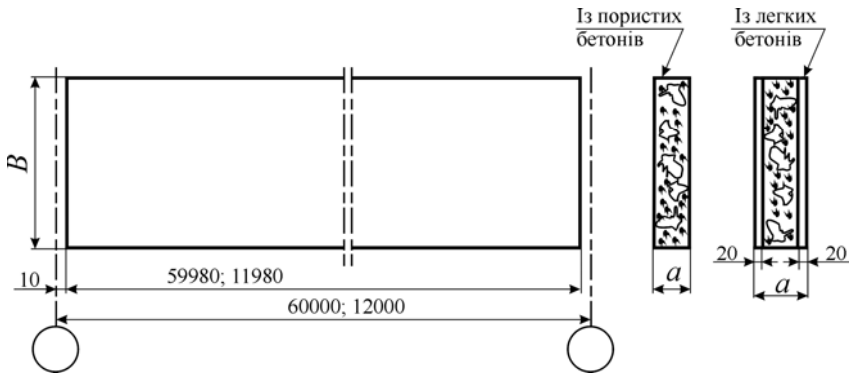


Рис. 10.11. Стінові панелі промислових будівель

Крім звичайних панелей, виготовляють парапетні панелі та панелі – перемички, які установлюють не тільки над віконними прорізами, але і під прорізами: на них передається горизонтальне вітрове навантаження, яке діє на засклену частину стіни.

Панелі-перемички і парапетні панелі за геометричними розмірами не відрізняються від звичайних панелей, але мають більш потужну арматуру. Класифікацію стінових панелей наведено в табл. 10.18.

Марка панелі має позначення у вигляді дробу: у чисельнику літери ПС (панель стінова), літера Л або П (легкобетонна або пориста), двозначна цифра – товщина панелі в сантиметрах; у знаменнику дробу вказується розмір панелі в метрах, наприклад: $\frac{\text{ПСЛ}20}{12 \times 1,8}$.

Таблиця 10.18

Маркування і параметри стінових панелей

Вид панелей	Марка панелі	Номінальні розміри, м	Товщина, мм
Суцільні довжиною 12 м	ПСЛ20	12,0×0,9 12,0×1,2 12,0×1,8	200
	ПСЛ24	12,0×0,9 12,0×1,2 12,0×1,8	240
Суцільні довжиною 6 м	ПСП20	6,0×0,9 6,0×1,2 6,0×1,5 6,0×1,8	200
	ПСП24	6,0×0,9 6,0×1,2 6,0×1,5 6,0×1,8	240

Панелі з легких і пористих бетонів мають з обох боків поверхневий (фактурний) шар товщиною 20 мм із цементного розчину М100, який утворює щільну і гладку поверхню.

10.7.3. Ліхтарі промислових будівель

У покрівлях промислових будівель для освітлення верхнім природним світлом віддалених від вікон площ і природної вентиляції приміщень найчастіше влаштовують поздовжні ліхтарі з вертикальним освітленням.

Конструкції ліхтарів передбачені для будівель з кроком кроквяних (залізобетонних або сталевих) конструкцій покрівлі 6 і 12 м. Довжина ліхтаря – не більше 84 м.

Від торців будівлі ліхтар повинен відступати не менше, ніж на 1 крок кроквяних конструкцій.

Виходячи з уніфікації для прогону 18 м використовують ліхтарі шириною 6 м, а для прогонів 24, 30, 36 м – шириною 12 м.

Конструкції ліхтарів розраховані на вертикальне навантаження до 5000 Н/м² і вітрове – до 1000 Н/м².

Основними елементами конструкції є поперечні сталеві ліхтарні ферми, які виготовляють із прокатних профілів і прикріплених до них 12 рівних поздовжніх панелей, що являють собою легкий сталевий каркас, обшитий у нижній частині хвилястими азбоцементними листами (для теплих покрівель – з прокладеним утеплювачем).

Зверху ліхтарних панелей і ферм укладають покрівлю ліхтаря, яка має однакову конструкцію з покрівлею прогону.

Усі ліхтарі спроектовані із зовнішнім водовідведенням і малопохилою покрівлею ($i = 1,5 \%$) незалежно від уклону покрівлі, на якій їх установлюють.

Для заповнення ліхтарних прорізів до ліхтарних панелей підвішують в один або в два ряди сталеві глухі або такі, що відкриваються, рами номінальною висотою 1,25; 1,50 або 1,75 м та шириною 6 м (рис. 10.12).

Стекля укріплюють у рамках за допомогою клямерів з оцинкованої сталі й обмазують суриковою замазкою.

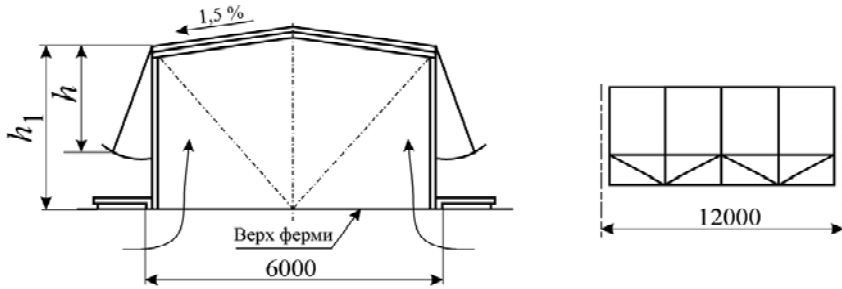
Маркування ферм і ліхтарів наведено в табл. 10.19...10.21.

Ліхтарні ферми позначають літерами ЛФ і порядковими номерами (через тире) від 1 до 28; ліхтарні панелі – літерами ЛП і порядковими номерами від 1 до 6; рами – літерами РЛ і цифрами, що означають висоту рами в сантиметрах.

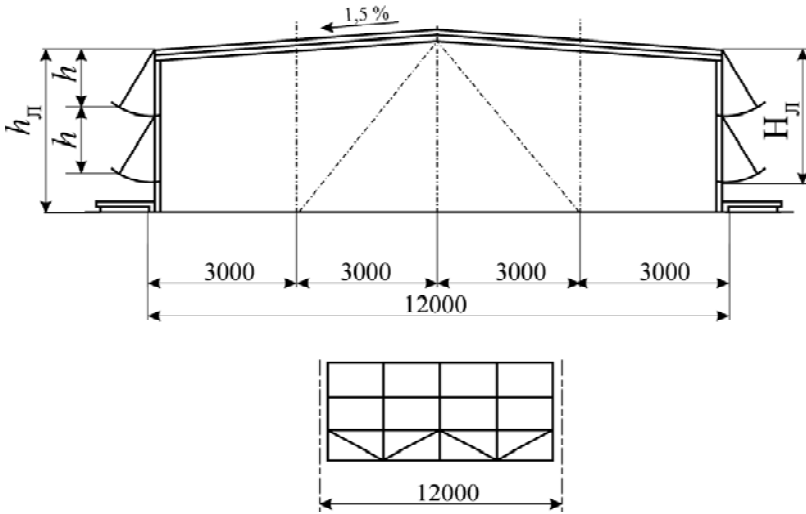
Таблиця 10.19

Маркування і основні параметри ліхтарних ферм

Марка ферми	Ширина ліхтарного прорізу, м	Висота рами ліхтаря $H_{л}$, мм	Висота ліхтарної конструкції $h_{л}$, мм
ЛФ-21 ЛФ-23	6	1×1750 2×1250	2720 3430
ЛФ-1 ЛФ-5 ЛФ-9	12	1×1750 2×1250 2×1500	2720 3430 3930



a



б

Рис. 10.12. Схеми світлоаераційних ліхтарів:
a – для одного ряду засклення; *б* – для двох рядів засклення

Таблиця 10.20

Маркування і параметри ліхтарних панелей

Марка панелі	Ширина ліхтарного прорізу, м	Розміри, мм		
		Висота рами ліхтаря $H_{Л}$, мм	Висота прорізу для рами h , мм	Висота ліхтарної конструкції $h_{Л}$, мм
ЛП-1 ЛП-2 ЛП-3	6	1×1750 2×1250 2×1500	1710 1210 1460	2720 3430 3930
ЛП-4 ЛП-5 ЛП-6	12	1×750 2×1250 2×1500	1710 1210 1460	2720 3430 3930

Таблиця 10.21

Маркування та основні параметри рам світлоаераційних ліхтарів

Марка рами	Номінальна висота рами, мм	Конструктивна висота рами, мм
РЛ125	1250	1195
РЛ150	1500	1445
РЛ175	1750	1695

10.7.4. Вікна

Вікна призначаються для природного освітлення та аерації будівель. Їх виготовляють як з глухими, так і з такими, що відкриваються на один або два боки стулками – з верхньою, внутрішньою нижньою і внутрішньою боковою підвісками.

В одноповерхових виробничих будівлях для заповнення віконних прорізів за шестиметрового кроку колон використовують глухі й такі, що відкриваються, сталеві панелі з одинарним або подвійним заскленням з номінальним розміром: 6,0×1,2; 6,0×1,8 м – для стрічкового та 4,5×1,2 і 4,5×1,8 м – для розділеного перестінками засклення.

За висоти прорізів до 16 м панелі установлюють безпосередньо одну на одну і болтами М12 скріплюють між собою та каркасом будівлі.

Панелі складають з носійної рами, яку виготовляють із холодно-тягнутих сталевих профілів, і рам, виготовлених із суцільнотягнутих сталевих або алюмінієвих гнутих профілів або прямокутних труб.

У багатоповерхових виробничих і адміністративних будівлях та допоміжних приміщеннях використовують сталеві віконні панелі з подвійним заскленням та ущільненими стулками рам при однорядному заповненні стрічкових і розділених віконних прорізів.

Номінальна довжина панелі – 6,0 м, висота – 1,2...6,0 м з інтервалом через 0,6 м. Для промислових будівель також використовують дерев'яні віконні блоки, якими заповнюють прорізи шириною 1,5; 3,0 і 4,5 м та висотою 1,2...7,2 м з інтервалом 0,6 м.

Інкони використовують віконні стрічки такої ж висоти.

Як матеріал для світлопропускнуго заповнення вікон використовують листове скло товщиною не менше 3 мм, великорозмірне вітринне скло завтовшки не менше 6 мм, профільне скло швелерного і коробчастого перерізу.

10.7.5. Двері

Двері складають із коробок і дверних полотен. За кількістю полотен двері бувають з одним та двома полотнами. За способом відкривання – двійчасті, такі, що коливаються, та розсувні.

Коробки дверей виготовляють у вигляді рам з дерева або металу. Дверні полотна виготовляють заскленими або глухими з дерева, дверних щитів, листової сталі, алюмінію тощо.

Розміри дверей для промислових будівель: висота 2,4 м, ширина з одним полотном – 0,8 або 1,0 м, з двома полотнами – 1,5 та 2,0 м.

Розміри дверей для громадських будівель: висота 2,0 або 2,3 м, ширина з одним полотном – 0,6; 0,7; 0,8 і 1,1 м; з двома полотнами – 1,3; 1,4 і 1,5 м.

10.7.6. Ворота

Ворота призначаються для проїзду транспортних засобів або проходу великої кількості людей. За способом відкривання ворота виготовляють двійчастими (двостулковими), розсувними, підймальними складними, шторними. Полотна воріт виготовляють із сталевих каркасів з дерев'яним заповненням, обшивають його сталевими або алюмінієвими листами.

Типові розсувні залізничні ворота мають розмір 4,9×5,4 м, а для інших видів транспорту 3×3; 3,0×3,6; 3,6×3,6; 3,6×4,2 м, причому ширина воріт повинна перевищувати габарити завантаженого транспорту на 0,6 м по горизонталі і 0,2 м по вертикалі.

Для в'їзду в будівлю із зовнішнього боку воріт обладнують бетонні пандуси з уклоном 1:10.

10.8. Допоміжні приміщення промислових підприємств

До допоміжних належать приміщення: побутові, адміністративні, громадських організацій, громадського харчування, охорони здоров'я тощо.

Допоміжні приміщення (рис. 10.13) розташовують переважно в прибудовах до виробничих будівель або в окремих допоміжних будівлях.

Допоміжні будівлі та приміщення проектують на підставі типових конструкцій багатопверхових будівель заввишки не більше чотирьох поверхів.

Ширина будівлі може бути 9, 12, 15 і 18 м з використанням кроку колон 6×6 і (6+3+6)×6 м; висота поверху переважно 3,3 м, але допускається 3,6 і 4,2 м при проектуванні приміщень з великою площею. За умовами протипожежної безпеки допоміжні будівлі повинні мати не менше двох входів і виходів.

Входи в будівлі передбачають через тамбури. Глибина тамбура повинна бути не менше 1,2 м і перевищувати ширину дверного прорізу не менше ніж на 0,2 м.

У місцях розташування сходових установлюють додаткові колони для утворення комірки 6×3 м.

Склад побутових приміщень вибирають залежно від санітарної характеристики виробничих процесів відповідно до СНіП П-92-76.

Основну частину побутових приміщень займають гардеробні, які призначені для зберігання домашньої, верхньої та спеціальної одягу. Для зберігання різних видів одягу передбачають шафи з відділеннями глибиною 500 мм, висотою 1650 мм і шириною від 250 до 400 мм.

Біля шаф установлюють лавки шириною 250 мм для сидіння. Відстань між лицьовими поверхнями шаф беруть: 2 м – при розташуванні лавок з обох боків проходу, 1,4 м – з одного боку, 1 м – гардеробних без лавок.

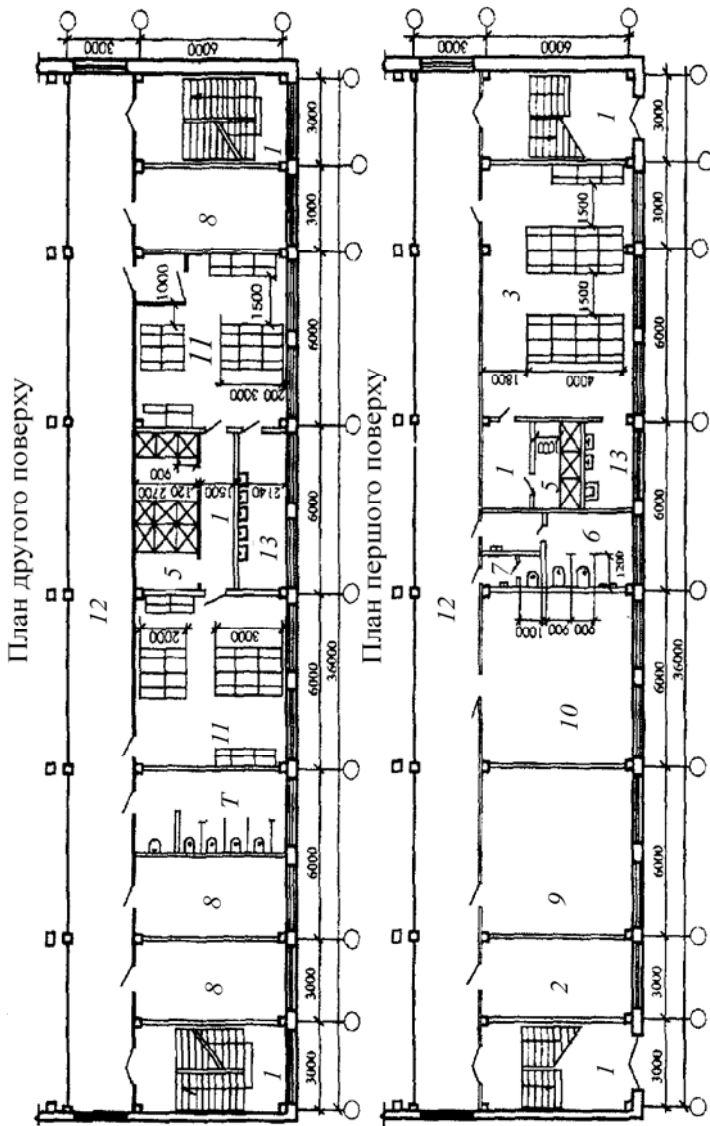


Рис. 10.13. План двоповерхової допоміжної будівлі:
 1 — сходові клітки; 2 — технологічне бюро; 3 — чоловіча гардеробна; 4 — чоловіча гардеробна; 5 — душові;
 6 — чоловічий санузел; 7 — жіночий санузел; 8 — жіночий приміщення; 9 — ідальня; 10 — кімната для
 проведення зібрань колективу; 11 — жіноча гардеробна; 12 — коридор; 13 — умивальні

Відстань між лицьовими поверхнями шаф і стіною беруть: 1,2 м – в гардеробних з лавками і 0,8 м – в гардеробних без лавок.

Душові розміщують суміжно з гардеробними. Перед душовими передбачають переддушові кімнати.

Душові кабінки відокремлюють одна від одної перегородками з вологостійких матеріалів висотою від підлоги 1,8 м. Перегородки виготовляють так, щоб низ їх не доходив до підлоги на 200 мм.

Розміри кабінки: відкритих – $0,9 \times 0,9$ м, закритих $0,9 \times 1,8$ м. Ширина проходів між кабінками: 2,0 м – якщо в одному ряду не більше 6 кабін і 1,5 м – якщо менше шести.

Ширина проходів між рядами кабінки: 1,5 м, якщо кількість кабінки в одному ряду більше шести і 1,0 м, якщо менше шести.

Умивальні розміщують суміжно з гардеробними або на площах гардеробних.

Відстані між осями кранів умивальників у ряду беруть не менше 0,65 м, а між віссю крана крайнього умивальника і стіною – 0,45 м.

Ширина проходів між рядами умивальників повинна бути 2,0 м, якщо кількість умивальників у ряду 5 і більше і 1,8 м, якщо їх менше п'яти.

Ширина проходів між рядом умивальників і стіною повинна бути 1,5 м, якщо кількість умивальників у ряду 5 і більше і 1,3 м, якщо їх менше п'яти.

Кількість кранів визначають за нормативом – від 7 до 20 осіб на один кран.

Санвузли розміщують на відстані не більше 75 м від робочого місця, розташованого в будівлі, і 150 м – поза будівлею.

Санвузли обладнують кабінками аналогічно душовим; розміри кабінки у плані не менше $0,8 \times 1,2$ м.

Вхід у санвузол здійснюють через тамбур із самозакривними дверима.

Кількість умивальників, що розміщують у тамбурі, визначають за нормативом – один умивальник на 4 кабінки, а кількість кабінки – за кількістю працівників у найбільш численній зміні за нормативом – 15 осіб на одну кабінку.

Площу приміщення для відпочинку визначають за нормативом – $0,2 \text{ м}^2$ на одного робітника, який працює в найбільш численній зміні, але не менше 18 м^2 .

Для жінок, які працюють у найчисленнішій зміні (від 15 до 100 осіб), необхідно передбачати приміщення для гігієнічного душу розміром у плані $1,2 \times 2,4$ м, яке розміщують у жіночому санвузлі із входом у нього з тамбура.

Краще передбачати кімнату розміром не менше 18 м^2 для особистої гігієни жінки.

Якщо на підприємстві в найбільш численній зміні працюють 200 і більше осіб, то необхідно передбачати їдальні.

Кількість місць в їдальні за нормативом – 1 місце на 4 особи в найбільш численній зміні.

Якщо кількість робітників у найбільш численній зміні не менше 30 осіб, то для вживання їжі передбачають окрему кімнату, площу якої визначають за нормативом 1 м^2 на кожного відвідувача, але не менше 12 м^2 .

11. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

1.1. Організаційний розділ

Частину питань щодо організації виробництва продукції (випусків) в цеху, що проектується, вирішують на підставі даних попередніх розділів проекту, зокрема технологічного (вибір і розрахування необхідного устаткування, його розміщення, організація транспорту, технічного контролю та контролю якості випусків тощо).

У цьому розділі слід обґрунтувати необхідну чисельність працівників усіх рангів, розмір фондів їх заробітної плати, визначити показники продуктивності праці.

11.1.1. Розрахування чисельності працівників цеху

Для визначення трудових витрат за проектом передусім необхідно розрахувати чисельність працівників, які забезпечать високоєфективну і рентабельну роботу ливарного цеху.

Методика розрахування планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їх роботи та галузевими особливостями функціонування підприємства.

За характером виконуваної роботи всіх працівників ливарного цеху поділяють на такі групи:

- основні виробничі робітники;
- допоміжні робітники;
- інженерно-технічні працівники;
- управлінський персонал;
- молодший обслуговуючий персонал.

Професії основних виробничих і допоміжних робітників ливарних цехів і метод визначення їх кількості наведено в табл. 11.1.

Для розрахунку необхідної чисельності кожної категорії працівників використовують нормативні матеріали:

Для розрахунку основних виробничих робітників – технологічні процеси, вибране технологічне устаткування, норми продуктивності, організацію виробництва, основний і додатковий час для кожної операції, річний обсяг виробництва, кількість робочих змін.

Таблиця 11.1

**Професії виробничих і допоміжних робітників ливарних цехів
і метод визначення їх чисельності**

Індекс позиції	Професія, спеціальність	Методика визначення чисельності
<i>Основні виробничі робітники</i>		
1	Шихтувальники (для вагранок і електропечей), оператори, вагарі	За кількістю робочих місць і змін
2	Робітники, що працюють на установках підігрівання шихти	Те саме
3	Завалювальники шихти, оператори на завалювальних машинах	-//-
4	Сталевари та їх підручні (на електродугових печах)	-//-
5	Вагранники та їх підручні	-//-
6	Плавильники та їх підручні (на індукційних печах усіх типів і на печах інших конструкцій)	-//-
7	Заливальники	-//-
8	Формувальники (усіх способів формування), оператори на лініях усіх типів	-//-
9	Установники стрижнів і складальники форм	-//-
10	Складальники металевих форм	-//-
11	Формувальники оболонкових форм, оператори на лініях	-//-
12	Складальники оболонкових форм	-//-
13	Формувальники лиття за витоплюваними моделями	-//-
14	Складальники форм для лиття за витоплюваними моделями	-//-
15	Ливарники-оператори на машинах для лиття під тиском	-//-
16	Стернярі (на машинах, лініях і ручна робота), оператори на лініях усіх типів	-//-

Продовження табл. 11.1

Індекс позиції	Професія, спеціальність	Методика визначення чисельності
17	Стернярі на оброблюванні стрижнів	--/–
18	Робітники на фарбуванні стрижнів	--/–
19	Наладчики автоматичних ліній	За кількістю автоматичного устаткування
20	Сушильники форм і стрижнів, оператори на сушарках	За кількістю робочих місць і змін
21	Каркасники на виготовленні каркасів усіх типів	Те саме
22	Вибивальники форм, оператори вибивальних установок	--/–
23	Відокремлювальники ливників	--/–
24	Оператори на сумішоприготувальних установках	--/–
25	Вибивальники стрижнів, оператори на вибивальних установках	--/–
26	Електрогазорізальники ливників і надливів	--/–
27	Робітники на галтувальних барабанах	--/–
28	Робітники на дробометальних установках	--/–
29	Робітники на дробоструминних установках	--/–
30	Робітники на очищуванні виливків у гідравлічних камерах	--/–
31	Робітники на установках електрогідравлічного очищення виливків	--/–
32	Робітники на установках хімічного і електрохімічного очищення виливків	--/–

Продовження табл. 11.1

Індекс позиції	Професія, спеціальність	Методика визначення чисельності
33	Обрубники і вирубники дефектів виливків під заварювання	--/
34	Робітники на виправленні дефектів литва	--/
35	Наждачники, оператори ліній зачищення виливків	--/
36	Термісти	--/
37	Рихтувальники виливків	--/
38	Робітники з випробовування виливків	--/
39	Ґрунтувальники виливків	--/
<i>Допоміжні робітники</i>		
40	Наладчики устаткування (за винятком автоматичних ліній)	За кількістю обслуговуваного устаткування
41	Машиністи кранів	Те саме
42	Лаборанти цехових лабораторій	За кількістю виконуваних аналізів
43	Робітники на конвеєрах оборотної суміші	За кількістю робочих місць і змін
44	Розподілювачі формувальних сумішей на сумішороздавальних конвеєрах	Те саме
45	Робітники на сушінні формувальних матеріалів, оператори сушильних установок	--/
46	Робітники на приготуванні рідкого скла, глинястої суспензії, фарб та інших добавок	--/
47	Робітники на приготуванні формувальних матеріалів	Те саме

Закінчення табл. 11.1

Індекс позиції	Професія, спеціальність	Методика визначення чисельності
48	Робітники на обслуговуванні регенераційних установок для оборотної суміші	--/
49	Комплектувальники стрижнів	--/
50	Комплектувальники литва і маркувальники	--/
51	Комірники	За кількістю комор і змін
52	Пічники (ремонт і футерування печей усіх типів – сушильних, термічних, плавильних тощо)	За кількістю обслуговуваного устаткування
53	Ковшові (ремонт і футерування ковшів усіх типів)	За кількістю ковшів та їх місткістю
54	Модельники з ремонту модельних комплектів	За обсягом виконуваної роботи
55	Слюсарі з ремонту оснастки	Те саме
56	Чергові електрики	За кількістю ремонтних одиниць
57	Чергові слюсарі	Те саме
58	Слюсарі з сантехнічних робіт	--/
59	Верстатники ремонтної бази	--/
60	Робітники з перероблення шлаків	За обсягом виконуваної роботи
61	Робітники на копрових установках	Те саме
62	Робітники на підготовленні шихти	--/
63	Контролери БТК	За кількістю контрольних місць
64	Водії безрейкового транспорту	За кількістю транспортних одиниць

Для розрахунку допоміжних робітників – норми обслуговування одним робітником, обсяг робіт, розряди робіт, а для ливарних цехів масового і великосерійного виробництв – чисельність допоміжних робітників визначають за робочими місцями або у відсотках відносно чисельності виробничих робітників за даними найпрогресивніших цехів-аналогів.

Наприклад, для автомобілебудування в проектах чавуноливарних цехів за умови випуску 105...130 т/рік придатного литва на одного виробничого робітника відношення чисельності допоміжних робітників до чисельності виробничих приймають у розмірі 65 % (для ковкого чавуну – 70 %), а за умови випуску понад 190 т/рік виливків на одного виробничого робітника – 90 % (для ковкого чавуну – 95 %).

Для розрахунку інженерно-технічних працівників (ІТП), управлінського персоналу та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) – штатні розклади, які розроблюють на підставі нормативів часу на виконання робіт або у відсотках від загальної чисельності робітників: ІТП – 7...9%; МОП – 1,5...2,0%, управлінський персонал – 0,6...1,0%, або встановлюють виходячи з організаційної структури управління цехом (дільницею) на аналогічному підприємстві.

Чисельність основних робітників можна визначити через середню трудомісткість виготовлення однієї тонни придатного литва та річну виробничу програму за формулою

$$P_{\text{осн}} = (T_{\text{сер}}V_{\text{річ}}/E_{\text{сер}}\Phi_{\text{д}}) \cdot 100,$$

де $P_{\text{осн}}$ – чисельність основних робітників, осіб; $T_{\text{сер}}$ – середня трудомісткість виготовлення 1 т придатного литва, людино-годин (табл. 11.2); $V_{\text{річ}}$ – річний випуск придатного литва, т; $E_{\text{сер}}$ – середній відсоток виконання норм виробничими робітниками (100...120 %); $\Phi_{\text{д}}$ – дійсний фонд часу роботи одного робітника протягом року, год.

Розрахунок чисельності допоміжних робітників, які працюють підрядно, не відрізняється від розрахунку основних.

Для умов серійного, дрібносерійного і одиничного виробництв чисельність допоміжних робітників розраховують за нормами технологічного проектування (табл. 11.3 і 11.4).

Таблиця 11.2

Трудомісткість виготовлення 1 т виливків

Індекс позиції	Галузь машинобудування, призначення виливків	Сірий чавун		Ковкий чавун		Сталь	
		Обсяг виробництва, тис. т/рік	Трудомісткість 1 т виливків, людино-годин	Обсяг виробництва, тис. т/рік	Трудомісткість 1 т виливків, людино-годин	Обсяг виробництва, тис. т/рік	Трудомісткість 1 т виливків, людино-годин
1	Автомобілебудування: вантажні автомобілі те саме легкові автомобілі	60...100 >100 60...100	9,5...12 8,5...10 12...16	30...60 50...120 30...50	11...13 10...12 16...20	30...50 60...100 —	16...20 12...16 —
2	Тракторобудування те саме	60...100 >100	9...11 8,5...10	40...60 50...100	12...14 11...13	50...100 100...150	12...14 10...12
3	Сільськогосподарське машино- будування	40...70	9...11	15...25	15...20	—	—
4	Верстатобудування: дрібні виливки середні виливки великі виливки	40...60 40...60 30...40	11...15 11...15 13...18	— — —	— — —	40...50 40...50 30...40	14...18 14...18 17...22
5	Важке машинобудування: металургійне устаткування тепловозобудування	50...60 15...20	15...19 22...26	— —	— —	50...60 50...60	18...22 25...29

Закінчення табл. 11.2

Індекс позиції	Галузь машинобудування, призначення вилівоків	Сірий чавун		Ковкий чавун		Сталь	
		Обсяг виробництва, тис. т/рік	Трудомісткість 1 т вилівоків, людино-годин	Обсяг виробництва, тис. т/рік	Трудомісткість 1 т вилівоків, людино-годин	Обсяг виробництва, тис. т/рік	Трудомісткість 1 т вилівоків, людино-годин
6	Вагобудування: дрібні вилівки великі вилівки	- -	- -	- -	- -	50...70 70...100	14...16 9...12
7	Експагат оробудування	-	-	-	-	30...50	16...20
8	Електротехнічне машинобудування	60...100	10...13	-	-	-	-
9	Машини для виробництва паперу	60...100	13...15	-	-	-	-
10	Арматура	30...70	10...13	-	-	-	-
11	Радіатори	100...150	6...8	-	-	-	-

Наприклад, кількість ремонтних одиниць з механічної і електротехнічної служб ливарного цеху, отриманих множенням даних табл. 11.3 на його випуск виливків (т/рік) з наступним діленням на норми міжремонтного обслуговування, які наведено в табл. 11.4, дає можливість визначити чисельність чергових слюсарів, електриків, верстатників тощо.

Таблиця 11.3

Норми для розрахунку категорії складності ремонту устаткування ливарних цехів у ремонтних одиницях на 1 т придатного литва залежно від річного випуску і типу цеху

Обсяг виробництва, тис. т/рік	Конвеєрні цехи				Кранові цехи	
	Виливки масою менше 100 кг		Виливки масою менше 2000 кг		Виливки масою більше 1000 кг	
	М	Е	М	Е	М	Е
10...20	0,20	0,14	0,15	0,10	0,14	0,15
20...30	0,19	0,14	0,14	0,10	0,13	0,15
30...40	0,18	0,14	0,12	0,09	0,12	0,14
40...60	0,16	0,13	0,10	0,09	0,10	0,13

Примітки. 1. М – механічна служба цеху, Е – електротехнічна служба цеху. 2. Для ливарних цехів з електричними плавильними і термічними печами, використовують підвищений коефіцієнт до електротехнічної частини $K = 1,10...1,15$.

Таблиця 11.4

Норми для розрахунку міжремонтного обслуговування устаткування в ремонтних одиницях

Індекс позиції	Професія робітників	Технологічне і піднімально-транспортне устаткування	
		М	Е
1	Чергові слюсарі з обслуговування устаткування	350	–
2	Верстатники	1260	–
3	Змащувальники	790	–
4	Чергові електрики	–	770

Плановий час роботи одного робітника за рік розраховують складанням балансу робочого часу (табл. 11.5).

Таблиця 11.5

Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Індекс позиції	Показник	Планові значення
1	Кількість календарних днів	365
2	Вихідні та святкові дні	114
3	Кількість днів роботи підприємства	251
4	Невиходи на роботу, днів: відпустка хвороба невиходи з дозволу адміністрації	20 4 1
5	Явочний робочий час, днів	226
6	Середня тривалість робочого дня, год	8
7	Внутрішні втрати робочого часу на простоті, год	0,3
8	Робочі години	7,7
9	Плановий (ефективний) фонд часу за рік, год	1740

Приклад оформлення результатів розрахувань чисельності основних і допоміжних робітників (за робочими місяцями) наведено в табл. 11.6, а склад працівників цеху – у табл. 11.7.

Таблиця 11.6

Чисельність основних і допоміжних робітників ливарного цеху

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність за змінами			Разом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а	3-а			
Основні робітники							
Сталевар	VII	6	6	–	12	1,12	14
Формувальник	VI	10	10	–	20	1,12	22
Разом	–	16	16	–	32	–	36

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність за змінами			Ра- зом на добу	Коефіці- єнт пе- реве- дення явочної чисель- ності в облікову	Облікова чисель- ність
		1-а	2-а	3-а			
<i>Допоміжні робітники</i>							
Наладчик	VI	2	2	4	8	1,12	9
Пічник	V	2	2	–	4	1,12	4,5
Разом	–	4	4	4	12	–	13,5
Усього робітників	–	20	20	4	44	–	49,5

Таблиця 11.7

Чисельність і склад працівників ливарного цеху

Відділення, дільниця	Робітники			Управлінський персонал	ІТП	МОП	Усього працівників	Перша зміна		Коефіцієнт змінності	Працівники БТК	
	основні	допоміжні	разом					працівників	робітників		робітники	ІТР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примітки. 1. Коефіцієнт змінності робітників у цеху визначають відношенням кількості усіх робітників до кількості робітників, які працюють у найчисельнішій зміні.

2. Кількість працівників БТК беруть залежно від кількості основних робітників: ІТП – 0,4%, робітників – 6,0 %.

11.1.2. Визначення фондів заробітної плати

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації заробітної плати працівників підприємств різних форм господарчої діяльності є **тарифно-посадова система**.

Основні елементи цієї системи:

- тарифно-кваліфікаційні довідники;
- кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців;
- тарифні сітки і ставки;
- схеми посадових окладів або єдина тарифна сітка.

Працюючи над проектом, можна також використовувати дані підприємства-аналога.

Тарифна сітка встановлює відповідні співвідношення в оплаті праці працівників різної кваліфікації. Вона, власне, є переліком тарифних розрядів і відповідних коефіцієнтів.

Установлені в Україні параметри тарифної сітки робітників наведено в табл. 11.8.

Таблиця 11.8

Тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій

Показник	Тарифні розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифні коефіцієнти	1,000	1,088	1,204	1,350	1,531	1,800	1,982	2,000
Зростання тарифних коефіцієнтів:								
абсолютне		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
відносне		8,80	10,70	12,10	13,40	17,60	5,10	5,70

Важливим елементом тарифної системи є **тарифна ставка**. Її абсолютну величину визначають згідно з установленим державою мінімальним розміром заробітної плати. Так, якщо на підприємстві тарифну ставку для першого розряду встановлено на рівні 1,4 грн, то ставка другого розряду становитиме $1,4 \cdot 1,088 = 1,52$ грн, третього – $1,4 \cdot 1,204 = 1,68$ грн і т. д.

Приклад результатів розрахування фонду зарплати управлінського персоналу наведено в табл. 11.9, а форма для розрахування фондів зарплати основних і допоміжних робітників – у табл. 11.10.

Таблиця 11.9

Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
<i>Керівники</i>			
Начальник цеху	1	2000	24000
Заступник начальника цеху	2	1600	19200
Начальник дільниці	5	1500	90000
Майстер	10	1200	144000
Разом			277200
<i>Спеціалісти</i>			
Провідний інженер-технолог	1	1000	12000
Інженер-технолог II категорії	2	900	22600
Диспетчер	2	700	16800
Разом			51400
<i>Службовці та молодший обслуговуючий персонал</i>			
Обліковець	2	800	19200
Комірник	3	700	25200
Прибиральниця	5	600	36000
Разом			80400
Усього за цехом			359000

Фонд заробітної плати управлінського персоналу вираховують без розділення її на основну та додаткову, але у фонд можуть включати премії в розмірі 10...20 % посадових окладів.

11.1.3. Розрахування продуктивності праці

Продуктивність праці, яка відображає ефективність роботи трудового колективу, розраховують як відношення річного обсягу виробництва до облікової чисельності всіх працівників цеху (робітників та управлінського персоналу).

Таблиця 11.10

**Розрахунок фондів заробітної плати основних
і допоміжних робітників**

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, грн	Розрахунок додаткової заробітної плати, грн					Загальний фонд заробітної плати, грн (7+12)	
				одного робітника	усіх		премії (40 % від основної зарплати)	за особливі роботи (18 %)	оплата відпусток (12 %)	інші доплати та надбавки	разом (8+9+10+11)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основні (технологічні) робітники													
...	
Разом						XX						X	XX
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Допоміжні (обслуговуючі) робітники													
...	
...	
Разом						XX						X	XX
Усього						XX						X	XX

Отже, продуктивність праці П – це річний обсяг продукції, виготовленої з розрахунку на одного працівника цеху:

$$П = В_p / Ч,$$

де V_p – обсяг продукції, виготовленої ливарним цехом (відділенням, дільницею) протягом року, т (форм, стрижнів тощо); Ч – чисельність працівників усіх категорій (робітників та управлінського персоналу), осіб.

Річний обсяг робіт вимірюють за допомогою різних показників. Це можуть бути натуральні або умовно-натуральні показники: штуки, комплекти, тонни тощо. Використовують також вартісні (у гривнях) та трудові (у нормо-годинах) показники.

У ливарних цехах продуктивність праці вимірюють, переважно, кількістю придатного литва в тоннах на одного робітника та на одного працівника цеху, враховуючи і працівників БТК.

На підставі досягнутої продуктивності праці в ливарних цехах окремих галузей машинобудування (табл. 11.11), де виливки виготовляють у разових піщаних формах, можна виконати детальні розрахунки загальної чисельності робітників і всіх працівників цеху.

Таблиця 11.11

**Показники продуктивності праці в ливарних цехах
різних галузей машинобудування**

Індекс позиції	Галузь машинобудування	Обсяг виробництва, тис. т/рік	На одного робітника, т/рік	На одного працівника цеху, т/рік
<i>Сірий чавун</i>				
1	Автомобілебудування: вантажні автомобілі те саме легкові автомобілі	60...100 Понад 100 60...100	80...110 90...125 60...80	70...100 80...110 50...70
2	Тракторобудування те саме	60...100 Понад 100	90...110 100...130	80...100 90...120
3	Сільськогосподарське машинобудування	40...70	100...130	90...115
4	Верстатобудування: дрібні виливки середні виливки великі виливки	40...60 40...60 30...40	70...90 70...90 60...80	60...80 60...80 50...70
5	Важке машинобудування: металургійне тепловозобудування	50...60 15...20	58...66 36...44	46...50 30...34
6	Електротехнічне машинобудування	60...100	80...120	70...105

Продовження табл. 11.11

Індекс позиції	Галузь машинобудування	Обсяг виробництва, тис. т/рік	На одного робітника, т/рік	На одного працівника цеху, т/рік
7	Машини для виробництва паперу	60...100	70...90	60...80
8	Арматура	30...70	60...90	50...80
9	Санітарно-технічне устаткування (радіатори)	100...150	200...250	180...220
Ковкий чавун				
10	Автомобілебудування: вантажні автомобілі те саме	30...60	50...75	45...65
		50...120	70...100	60...90
11	Тракторобудування	50...100	65...90	55...80
12	Сільськогосподарське машинобудування	15...25	50...70	45...60
Стале литво				
13	Автомобілебудування: вантажні автомобілі те саме	30...50	60...80	50...70
		60...100	80...95	70...85
14	Тракторобудування Те саме	50...100	85...100	75...85
		100...150	90...110	80...100
15	Верстатобудування: дрібні виливки середні виливки великі виливки	40...50	55...75	50...65
		40...50	55...75	50...65
		30...40	45...65	40...55
16	Важке машинобудування: металургійне тепловозобудування	50...60	44...50	38...42
		50...60	34...42	30...34
17	Екскаваторобудування	30...50	60...80	50...70
18	Вагонобудування	50...70	75...95	65...85

11.2. Економічний розділ

Основне завдання цього розділу – довести, що розроблений проект є ефективним не тільки технологічно, але й економічно.

11.2.1. Розрахунок капітальних вкладень

Капіталовкладення в об'єкт, який проектується, складаються з капіталовкладень в основні фонди (виробничі будівлі та споруди, технологічне та допоміжне устаткування, піднімально-транспортувальні засоби, різні види оснастки для забезпечення технологічних процесів тощо), а також оборотних нормованих коштів (витрати на створення оборотних запасів матеріалів і сировини, змінного устаткування, запасних частин, незавершене виробництво тощо).

Приклад розрахунку капіталовкладень в устаткування та піднімально-транспортувальні засоби наведено в табл. 11.12.

Таблиця 11.12

Розрахунок капітальних вкладень в устаткування ливарного цеху

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, шт.	Вартість за одиницю, грн	Загальна вартість, грн	Витрати на транспортування та монтаж, грн	Усього, грн
Основне технологічне устаткування					
Дугова електропіч ДСП-6	3	150 000	450 000	90 000	540 000
Формувальний автомат 1012М	2	120 000	240 000	48 000	288 000
...
Піднімально-транспортувальне та допоміжне устаткування					
Кран мостовий Q = 10 т	4	100 000	400 000	60 000	460 000
Полігональне сито моделі 175М	1	48 000	48 000	9 600	54 600
...
Усього за цехом					XXXXX

Для розрахування вартість транспортування устаткування, його монтажу і налагоджування беруть у розмірі 10...25 % від його ціни.

Обсяг капіталовкладень у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з площі цеху й усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій і промислових проводок (табл. 11.13).

Таблиця 11.13

Усереднені ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт

Елементи будівельно-монтажних робіт	Вартість, грн/м ³
1. Виробничі будівлі:	
одноповерхові	35...60
багатоповерхові	45...80
1.1. Водопостачання	0,3...0,4
1.2. Каналізація	0,25...0,35
1.3. Електропроводка	0,5...0,6
1.4. Вентиляція	0,7...0,8
2. Побутові приміщення	30...50
2.1. Водопостачання	0,4...0,5
2.2. Каналізація	0,9...1,2
2.3. Електропроводка	0,5...0,7
2.4. Вентиляція	0,7...0,9
3. Зовнішній благоустрій	0,5...1,0
4. Невраховані витрати	5,0...10,0

Розмір (нормативних) оборотних коштів, необхідних для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховують за такими елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів тощо;
- незавершене виробництво;
- готова продукція;
- інші елементи.

Виробничі запаси складаються з поточних виробничих запасів матеріалів, резервних і технологічних запасів, змінного устаткування та запасних частин, інвентарю, спецодягу тощо.

Розмір капіталовкладень у поточні виробничі запаси розраховують за формулою

$$K_{\text{зап}} = M_{\text{пл}} n_3 / T_{\text{пл}},$$

де $M_{\text{пл}}$ – сума витрат на сировину і матеріали певного виду в плановому періоді, грн; n_3 – норма поточного запасу матеріалів цього різновиду, днів (беруть у межах 15 – 30 днів); $T_{\text{пл}}$ – кількість днів у плановому періоді роботи (місяць – 30, квартал – 90, рік – 360).

Розмір резервного і технологічного запасів, а також змінного устаткування беруть у розмірі 50 % від вартості поточного запасу.

Суму оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховують за формулою

$$K_{\text{н.в}} = C_{\text{пл}} T_{\text{ц}} K_{\text{в}} / T_{\text{пл}},$$

де $C_{\text{пл}}$ – виробнича собівартість товарної продукції, грн; $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу виготовлення продукції, днів; $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт наростання витрат (беруть 0,7...0,9).

Вартість решти елементів оборотних коштів, як показують розрахунки, становить близько 20...40 % від вартості поточного запасу матеріалів.

Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх указаних елементів.

Після цього розраховують загальні капіталовкладення в об'єкт і оформлюють у вигляді табл. 11.14.

Таблиця 11.14

Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Вартість	
	тис. грн	%
Будівлі (виробничі та побутові)		
Споруди		
Устаткування, в тому числі: основне технологічне допоміжне піднімально-транспортвальне		
Нормовані оборотні кошти		
Загалом у виробничі фонди		100

11.2.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції

Для визначення планової собівартості продукції на підприємствах переважно складають планові та фактичні калькуляції.

Собівартість промислової продукції – це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на її виробництво та збут.

Планову собівартість продукції розраховують згідно із «Типовим положенням щодо планування, обліку та калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) в промисловості», затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України 26.04.96 р. за № 473, а фактичну – за її фактичним рівнем.

Складання калькуляцій передбачає визначення об'єкта калькулювання, вибір калькуляційних одиниць, калькуляційних статей витрат і методи обчислення.

Об'єктом калькулювання є та продукція або робота (послуга), **собівартість** якої розраховують.

Головним об'єктом калькулювання є готова продукція, яку поставляють на ринок або виготовляють на замовлення. Для ливарних цехів – це виливки із різних сплавів, різних мас, габаритних розмірів і складності.

Під час розраховувань витрати групують за калькуляційними статтями, номенклатура яких залежить від особливостей виробництва.

Установлюючи статті витрат, необхідно дотримуватися таких вимог:

– максимальну частку витрат, яку включають у собівартість, потрібно обчислювати безпосередньо для окремих виробів;

– статті непрямих витрат необхідно групувати так, щоб їх можна було враховувати під час визначення вартості одиниці продукції.

Собівартість складається із витрат, які пов'язані з використанням у процесі виробництва основних фондів, сировини, матеріалів, різних видів енергії, трудових ресурсів і складається з окремих статей.

Типовий перелік калькуляційних статей цехової собівартості має такий вигляд:

1. Сировина та матеріали.
2. Напівфабрикати власного виробництва.
3. Зворотні відходи (відраховуються).
4. Енергія технологічна.

5. Основна заробітна плата працівників (основних робітників).
6. Додаткова заробітна плата працівників.
7. Відрахування на соціальне страхування.
8. Витрати, які пов'язані з підготовленням та освоєнням нової продукції.
9. Відшкодування зносу спеціальних інструментів і пристроїв цільового призначення, інші спеціальні витрати.
10. Витрати на утримування та експлуатацію устаткування.
11. Втрати внаслідок технічно неминучого браку.
12. Загальноцехові витрати.
13. Позавиробничі витрати (зокрема, витрати на маркетинг).
14. Цехова собівартість (сума всіх статей з вирахуванням статті 3 – зворотні відходи).

Під час калькулювання прямі витрати обчислюють безпосередньо на калькуляційну одиницю згідно з чинними нормами та цінами.

Для непрямих витрат (утримування та експлуатація устаткування, загальноцехові тощо) спочатку складають кошторис на певний період, після чого витрати розподіляють між різними виробами або видами продукції.

Статті *«Сировина та матеріали»* і *«Напівфабрикати власного виробництва»* містять витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, закуплені вироби і напівфабрикати, тобто витрати, які можна обчислити безпосередньо на одиницю продукції на підставі витратних норм і цін.

Планові витрати основних і допоміжних (технологічних) матеріалів визначають на основі матеріального балансу, а ціни на них уточнюють у відділі матеріально-технічного забезпечення подібного підприємства або використовують прайс-листи цін на ці матеріали, запозичені в Інтернет.

Для дипломного проектування ціни на основні і допоміжні матеріали студенти визначають у відділі матеріально-технічного забезпечення підприємства, на якому вони проходять переддипломну практику.

Результати розраховувань оформляють у вигляді табл. 11.15.

Аналогічно оформляють результати розрахунку вартості річних витрат технологічних енергоносіїв (електроенергії, газу, пари, стиснутого повітря, гарячої і холодної води тощо).

Таблиця 11.15

**Розрахунок вартості основних і допоміжних матеріалів
на річну виробничу програму**

Найменування операції технологічного процесу	Найменування сировини та матеріалів	Витратний коефіцієнт (до калькуляційної одиниці продукції)	Добові витрати, кг	Планова кількість днів роботи цеху на рік	Річні витрати, кг	Планова ціна за один кг, грн	Вартість за рік, грн
Основні матеріали							
...
Допоміжні (технологічні) матеріали							
...
Усього за цехом (відділенням, дільницею) за рік							

Стаття **«Енергія технологічна»** складається із витрат на ті енергоносії, які використовують безпосередньо в технологічному процесі виготовлення виливків. Її обчислюють за нормами витрат (допускається обчислювати за паспортними даними устаткування) і тарифами на енергоносії.

Стаття **«Основна заробітна плата працівників»** містить витрати на оплату праці робітників, зайнятих безпосередньо виготовленням основної продукції (основних технологічних працівників).

Додаткову заробітну плату обчислюють у відсотках від основної. Розрахунок фондів заробітної плати основних і допоміжних робітників наведено в табл. 11.10.

Відраховування на соціальне страхування – у відсотках від суми основної та додаткової зарплат:

- на державне обов'язкове пенсійне страхування – 33,2 %;
- на обов'язкове соціальне страхування – 1,5 %;
- на обов'язкове соціальне страхування на випадок безробіття – 1,3 % та на нещасні випадки – 0,2 %.

Отже, загальна сума відрахувань за цією статтею калькуляції складає 36,2 % від суми основної та додаткової заробітної плати технологічних (основних) робітників цеху.

До статті **«Витрати, пов'язані з підготовленням та освоєнням нової продукції»** відносять такі витрати:

– збільшені витрати виробництва нових видів продукції в період їх освоєння;

– на освоєння нового виробництва, діляниць та окремого устаткування (пускові витрати);

– на винахідництво та раціоналізацію;

Обсяг цих витрат установлюють за даними підприємства-аналога у відсотках від суми статті **«Основна заробітна плата»**. Частіше ці витрати складають близько 20...50 % від суми цієї статті.

Стаття **«Відшкодування зносу спеціальних інструментів і пристроїв цільового призначення, інші спеціальні витрати»** містить такі витрати:

– відшкодування вартості спеціальних інструментів, оснастки та пристроїв незалежно від їх вартості;

– проектування, виготовлення (придбання) спеціального інструменту та пристроїв цільового призначення;

– ремонт та утримування в робочому стані спеціального інструменту та пристроїв;

– утримування спеціальних служб підприємства, які обслуговують потокове виробництво визначених різновидів виробів (спеціальне конструкторське бюро, спеціальні технічні відділи і бюро, лабораторії тощо);

– проведення дослідів, оплата експертиз, консультацій, які пов'язані з використанням спеціальних інструментів і пристроїв цільового призначення тощо.

Спеціальний інструмент та пристрої цільового призначення – це моделі, стрижневі ящики, спеціальні опоки, металеві форми, штампи, прес-форми, прокатні валки тощо, а також спеціальний інструмент (різальний, вимірвальний, допоміжний) і спеціальні пристрої незалежно від їх вартості.

Собівартість спеціальних інструментів та пристроїв цільового призначення, які необхідні для виготовлення виробів серійного, великосерійного і масового виробництв, включають у собівартість цих виробів кожного місяця відповідно до встановленої норми або кошторисної ставки. Цю ставку визначають виходячи із кількості

спеціальних інструментів, пристроїв, моделей, прес-форм тощо, термінів їх використання або норм витрат, їх планової собівартості і кількості потрібних для виробництва виробів.

До статті «**Витрати на утримання та експлуатацію устаткування**» відносять:

– витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та піднімально-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів. Рішення щодо прискореної амортизації активної частини основних виробничих фондів (але не більше, ніж у два рази проти встановлених законодавством норм, табл. 11.16) приймається підприємством самостійно, якщо таке рішення не призведе до підняття рівня цін і тарифів на продукцію, яку виготовляють;

Таблиця 11.16

Норми річних амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Склад основних фондів	Норми амортизаційних відрахувань, % від балансової вартості
1	Будівлі, споруди, їх структурні компоненти та передавальні пристрої	8
2	Транспортні засоби, меблі, конторське устаткування, побутові електромеханічні прилади та інструменти	40
3	Інші складові основних фондів, що не ввійшли до груп 1 і 2, в тому числі і сільськогосподарські машини та знаряддя, робоча худоба та багаторічні насадження	24
4	ЕОМ, інші машини для автоматичного оброблення інформації, їх програмне забезпечення, засоби зчитування, друку інформації, телефони, мікрофони і рації	60

Примітка. Річні норми амортизаційних відрахувань установлені до балансової вартості кожної із груп основних фондів на початок звітнього періоду.

– суму випланих орендатором відсотків (винагорода) за користування основними фондами, які передаються в оперативну та фінансову оренду;

– витрати на проведення поточного ремонту, технічного огляду і технічного обслуговування устаткування;

– витрати на внутріцехове переміщення вантажів;

– знос малоцінних та швидкозношуваних інструментів і пристроїв нецільового призначення;

– інші витрати, які пов'язані з утриманням та експлуатацією устаткування.

Стаття **«Витрати внаслідок технічно неминучого браку»** містить:

– вартість остаточно забракованої продукції (литих заготовок, деталей, виробів) з технологічних причин;

– вартість матеріалів, заготовок, деталей, зіпсованих під час налагоджування устаткування, у разі зупинення через вимкнення енергії;

– витрати на усунення технічно неминучого браку.

Стаття **«Загальноцехові витрати»** містить:

– витрати на оплату праці працівників апарату управління цеху та всіх допоміжних робітників разом з відрахуванням на соціальне страхування;

– амортизаційні відрахування від вартості основних виробничих фондів (будівель, споруд, інвентаря цеху, цехових складів і комор);

– витрати на проведення поточного ремонту і технічне обслуговування основних виробничих фондів загальноцехового призначення;

– вартість допоміжних матеріалів, використовуваних у виробничому процесі;

– витрати, пов'язані із забезпеченням правил техніки безпеки праці, санітарно-гігієнічних та інших спеціальних вимог;

– витрати на спеціальний одяг, взуття, захисні пристрої, спеціальне харчування у випадках, передбачених законодавством;

– витрати на пожежну та сторожову охорону тощо.

Стаття **«Позавиробничі витрати»** передбачає витрати на дослідження ринку, просування продукції та її збут.

Обсяг витрат за цією статтею уточнюють перед розрахунком, оскільки їх часто змінюють. У відсотках від виробничої собівартості продукції витрати становлять близько 5...10 %.

На основі виконаних розрахунків складають основний документ економічної частини проекту – планову калькуляцію собівартості продукції за формою, наведеною в табл. 11.17.

Таблиця 11.17

**Планова калькуляція собівартості річного обсягу
виробництва продукції**

Індекс позиції	Найменування статей витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Ціна за одиницю, грн	Витрати на річну програму, тис. грн	Примітки
1	Сировина та матеріали 1.1. ... 1.2. ... 1.3. ...					
2	Енергоносії 2.1. ... 2.2. ... 2.3. ...					
3	Основна заробітна плата					
4	Додаткова заробітна плата					
5	Відрахування на соціальне страхування					
6	Утримання та експлуатація устаткування					
7	Загальноцехові витрати					
8	Витрати на підготовлення та освоєння нової продукції або устаткування					
9	Позавиробничі витрати					

Калькуляційною одиницею є:

- виробниче замовлення або його частину;
- виріб (комплект виробів, вузол, деталь, типорозмір, марка, артикул);
- продукт або напівпродукт (вагова одиниця в натурі: кілограм, тонна; натуральні одиниці: штука, погонний метр, квадратний метр, кубічний метр, літр, декалітр, рулон, пачка тощо).

Повну собівартість одиниці продукції ($C_{п}$) розраховують як відношення повної собівартості річної програми випуску продукції ($C_{річ}$) до річного обсягу (виробничої програми) випуску продукції цехом (дільницею):

$$C_{п} = C_{річ} / V_{р},$$

де $V_{р}$ – річний обсяг випуску продукції.

11.2.3. Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних або господарських рішень (будівництво нових або реконструкція діючих ливарних цехів, упровадження нового устаткування чи технологічних процесів тощо) застосовують такі показники економічної ефективності:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності людської праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капіталовкладень.

Трудомісткість продукції – це відношення витраченої праці до загального обсягу виготовленої продукції.

Технологічну трудомісткість одиниці продукції розраховують як суму витрат часу на окремі операції технологічного процесу.

Менш точно технологічну трудомісткість ($T_{т}$) у нормо-годинах можна визначити за формулою

$$T_{т} = Ч_{ос} \cdot \Phi_{еф} / V_{р},$$

де $Ч_{ос}$ – кількість основних (технологічних) робітників, осіб; $\Phi_{еф}$ – плановий ефективний фонд часу одного робітника, год; $V_{р}$ – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції ($K_{фп}$) визначають як відношення загальних капіталовкладень ($K_{заг}$) у будів-

ництво або реконструкцію цеху (відділення, дільниці) чи технічне переоснащення виробництва до планового річного обсягу виробництва продукції:

$$K_{\text{фп}} = K_{\text{заг}} / V_p.$$

Найпоширенішим показником економічної ефективності капіталовкладень, тобто разових витрат (інвестицій) на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового устаткування або технологічного процесу, є *період окупності капіталовкладень*, який має критеріальний характер:

$$P_{\text{ок}} = K_{\text{заг}} / \text{ГП}_p < P_{\text{н.ок}},$$

де ГП_p – річна сума грошового потоку, грн; $P_{\text{н.ок}}$ – нормативний період окупності, років.

Грошовий потік за рік розраховують як суму чистого прибутку та амортизаційних відраховувань, визначених за рік експлуатації проєктованого цеху.

Загальну річну суму амортизаційних відраховувань визначають, виходячи з вартості основних фондів за чотири групи та встановлених норм амортизаційних відраховувань (див. табл. 11.16).

Грошовий потік визначають за формулою

$$\text{ГП}_p = 0,7(\text{Ц} - \text{C}_п)V_p + A_{\text{заг}},$$

де 0,7 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валовому прибутку; Ц – ринкова ціна одиниці продукції, грн; $\text{C}_п$ – повна собівартість одиниці продукції, грн; $A_{\text{заг}}$ – загальна річна сума амортизаційних відраховувань, грн.

Нормативний період окупності капіталовкладень у створення нових або реконструкцію діючих цехів (відділень, дільниць) чи технічне переоснащення виробництва має бути в межах 3 – 5 років.

Виконаний проєкт буде вважатися економічно доцільним, якщо значення перших двох показників менші порівняно з такими ж показниками підприємства-аналога, а період окупності – в межах нормативного.

Економічну частину проєкту завершують складанням зведеної порівняльної таблиці основних техніко-економічних показників проєктованого цеху.

Визначальними техніко-економічними показниками є:

– продуктивність праці;

- питомі капітальні вкладення;
- фондівддача;
- собівартість продукції;
- рентабельність;
- період окупності капітальних вкладень тощо.

Перелік типових порівняльних техніко-економічних показників наведено в табл. 11.18. Ці показники можна доповнювати специфічними показниками окремих виробництв та галузей.

Таблиця 11.18

Основні порівняльні техніко-економічні показники

Індекс позиції	Техніко-економічні показники	За технічним проектом	За цехом-аналогом	За даними діючого цеху
<i>Основні дані</i>				
1	Річний випуск виливків, т			
2	Загальна площа цеху (відділення), м ²			
3	Виробнича площа цеху (відділення), м ²			
4	Капіталомісткість продукції (К _{фп}), грн/т; грн/шт			
5	Загальна чисельність працівників, у тому числі: основні робітники, осіб допоміжні робітники, осіб управлінський персонал та МОП, осіб			
6	Загальний річний фонд заробітної плати, грн			
7	Середньомісячна зарплата одного працівника, грн			

Індекс позиції	Техніко-економічні показники	За технічним проектом	За цехом-аналогом	За даними діючого цеху
Техніко-економічні показники				
8	Випуск литва за рік, т: на одного працівника на одного робітника			
9	Технологічна трудомісткість виготовлення продукції, нормо-годин/т			
10	Знімання литва з 1 м ² , т/рік: загальної площі виробничої площі			
11	Цехова собівартість одиниці продукції, грн/т			
12	Прибуток, грн			
13	Рівень рентабельності (відношення ГП _р /С _п), %			
14	Період окупності, років			

Основні показники зіставляють з показниками, установленими в затвердженому ТЕО та завданні на проектування.

Аналіз можна виконувати також зіставленням із середньогалузевими даними, спланованими на перспективу або з даними закордонних фірм.

Аналіз необхідно виконувати після приведення даних і показників до виду, придатного до зіставлення зрівнюванням обсягів і номенклатури виробництва до єдиних цін, методик розрахунку тощо.

Для зіставлення показників з продуктивності праці вирішальне значення мають маса, характер виробництва та номенклатура виготовлюваних виливків (тобто необхідно враховувати, що тонни литва за трудомісткістю різні).

Зі збільшенням обсягів виробництва питомі капітальні вкладення знижуються та підвищується показник фондівдачі.

У процесі виробництва виливків підвищеної вартості (із спеціальних сталей, сплавів на основі кольорових металів тощо) підвищується показник фондоддачі.

Собівартість продукції в цьому випадку зіставляють за витратами на одну гривню товарної продукції (за умови зіставленої номенклатури виливків) або зіставленням проектних калькуляцій з фактичними калькуляціями підприємств-аналогів.

Рівень рентабельності виробництва (визначають у відсотках як відношення суми прибутку до основних виробничих фондів і оборотних коштів) є показником оцінки проектних рішень, який відображає зростання продуктивності суспільної праці.

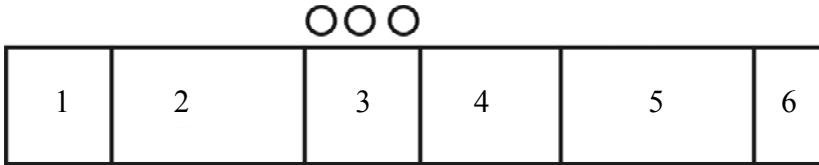


СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

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*. В 2 т. – Т. 2. : под ред. В.М. Шестопала. – М. : Машиностроение, 1974. – 294 с.
3. *Туманський Б.Ф.* Проектування ливарних цехів / Б.Ф. Туманський. – К. : УМК ВО, 1992. – 192 с.
4. *Логонов И.З.* Проектирование литейных цехов / И.З. Логонов. – Минск : Вышэйш. шк., 1975. – 319 с.
5. *Сумцов В.П.* Устаткування ливарних цехів / В.П. Сумцов. – К. : Віпол, 1993. – 552 с.
6. *Сафронов В.Я.* Справочник по литейному оборудованию. – М. : Машиностроение, 1985. – 319 с.
7. *СН 472–75.* Инструкция по строительному проектированию литейных заводов и литейных цехов машиностроительной промышленности. – М. : Стройиздат, 1976. – 56 с.
8. *Будасов Б.В.* Строительное черчение и рисование / Б.В. Будасов. – М. : Стройиздат, 1981. – 248 с.
9. *Шерешевский И.А.* Конструирование промышленных зданий / И.А. Шерешевский. – Л. : Стройиздат, 1979. – 310 с.
10. *Трепоненков Р.И.* Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий / Р.И. Трепоненков. – М. : Стройиздат, 1980. – 112 с.
11. *Строгин С.Г.* Строительные конструкции / С.Г. Строгин. – М. : Стройиздат, 1979. – 240 с.
12. *Руффель Н.А.* Части гражданских и промышленных зданий / Н.А. Руффель. – М. : Высш. шк. 1971. – 285 с.
13. *ДСТУ 3008 –95.* Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.

СХЕМИ КОМПОНУВАННЯ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВИЛИВКІВ У РАЗОВИХ ОБ'ЄМНИХ ПИЩАНИХ ФОРМАХ ІЗ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА

1. Ливарний цех для виготовлення чавунних і сталевих виливків будь-якого призначення. Розташований в одній будівлі шириною до 96 м. Недолік схеми – велика довжина будівлі.

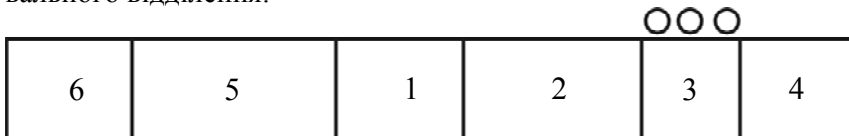


1 – плавильне відділення із складом шихтових матеріалів та дільницею їх підготовки до використання; 2 – формувально-складально-заливально-вибивальне відділення; 3 – сумішоприготувальне відділення з дільницею підготовки до використання оборотної суміші та силосними баштами для сухого піску; 4 – стрижневе відділення із складами готових до використання стрижнів та стрижневих ящиків; 5 – відділення фінішних операцій з міжопераційними складами для виливків; 6 – склад готової продукції

Примітка. наведена специфікація залишається однаковою для всіх компоновальних схем ливарних цехів, поданих нижче.

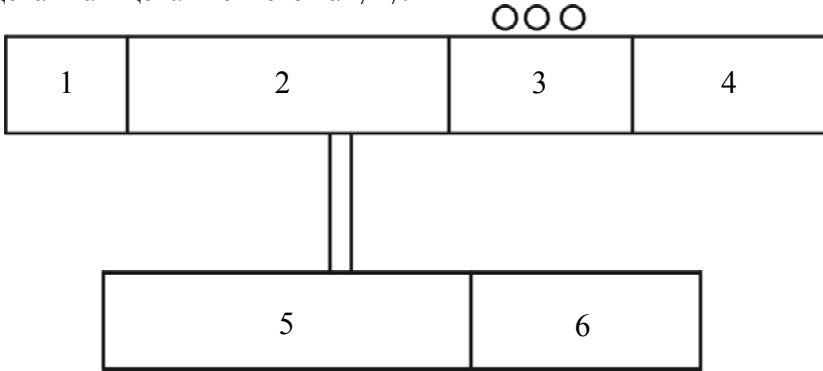
2. Плавильне відділення розміщують усередині будівлі, а відділення фінішних операцій – за складом шихти.

Переваги: коротка траса транспортування елементів ливникових систем і бракованих виливків на склад шихтових матеріалів; розміщення силосних сховищ безпосередньо біля сумішоприготувального відділення.

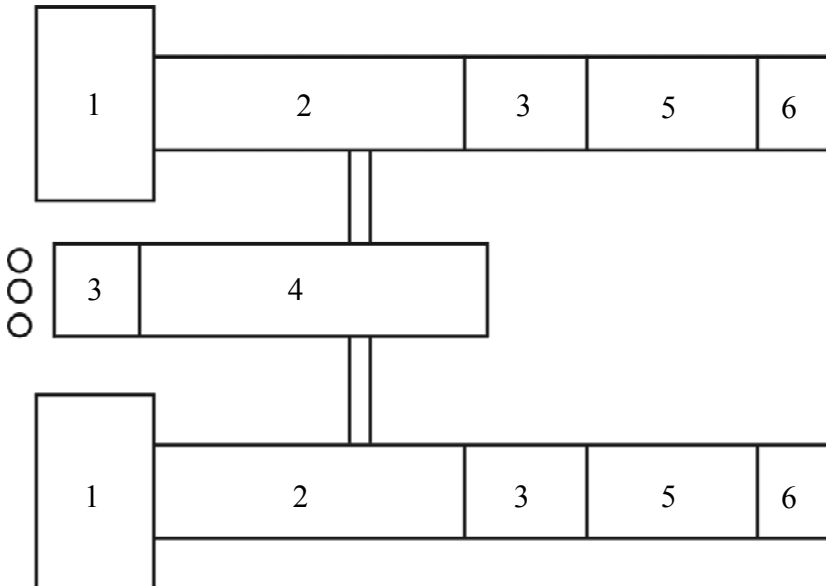


Недоліки: утруднене введення залізничних шляхів усередину будівлі цеху та складний вантажопотік транспортування стрижнів на дільницю складання форм;

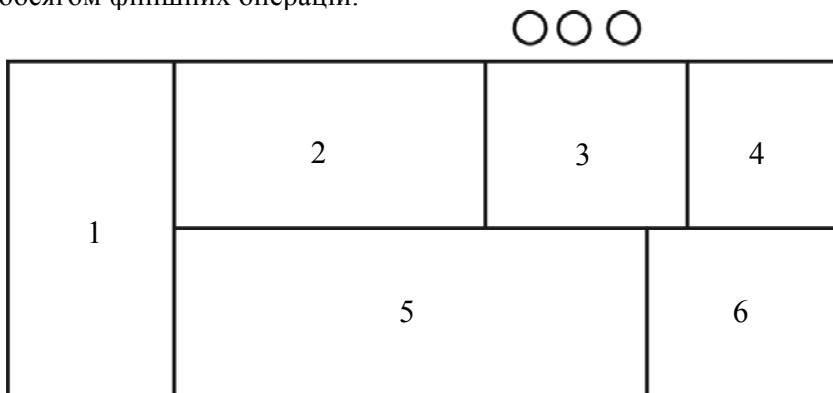
3. Відділення фінішних операцій розміщено в окремій будівлі. Таку схему компоновання використовують для масового і великосерійного виробництв дрібних виливків або вразі великого обсягу виливків, які піддають термічному обробленню в сталеливарних цехах та в цехах ковкого чавуну.



4. Стрижневе відділення із сумішоприготувальною дільницею розташоване в окремій будівлі і обслуговує два однотипні ливарні цехи. Усі будівлі мають ширину меншу 96 м. Недолік – довгі вантажопотоки стрижнів.



5. Потужний цех масового виробництва виливків з великим обсягом фінішних операцій.



Недолік: необхідно використовувати механічну і суміщену вентиляцію.

6. Цех має мінімальну довжину, але значну ширину.

Таку схему компоновання рекомендують для цехів середньої потужності дрібносерійного та одиничного виробництв виливків різної маси.

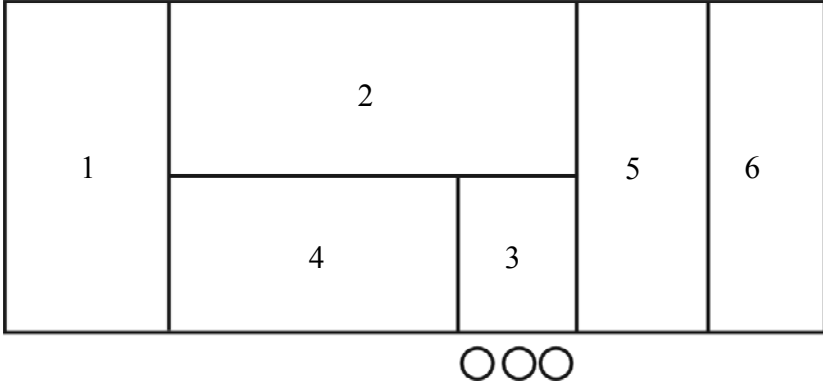


Недолік: необхідно використовувати штучне опалення та суміщену загальнообмінну вентиляцію.

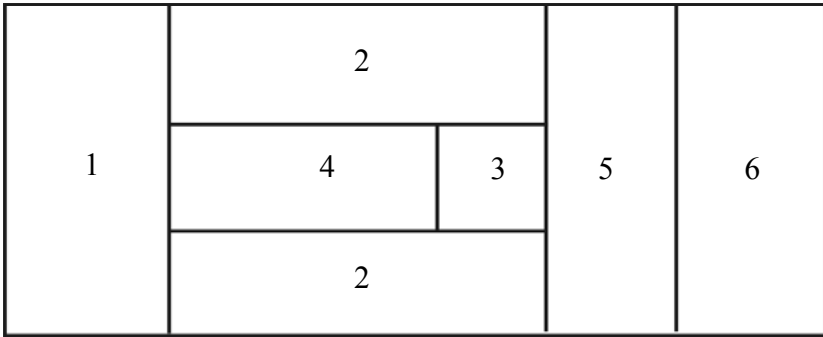
7. Цех малої потужності дрібносерійного і одиничного виробництв виливків середньої маси.

Ширина будівлі – 48 м.

Зручне транспортування стрижнів до діляниць складання форм.



8. Найдосконаліша схема компонування цехів масового і великосерійного виробництва дрібних та середніх виливків.

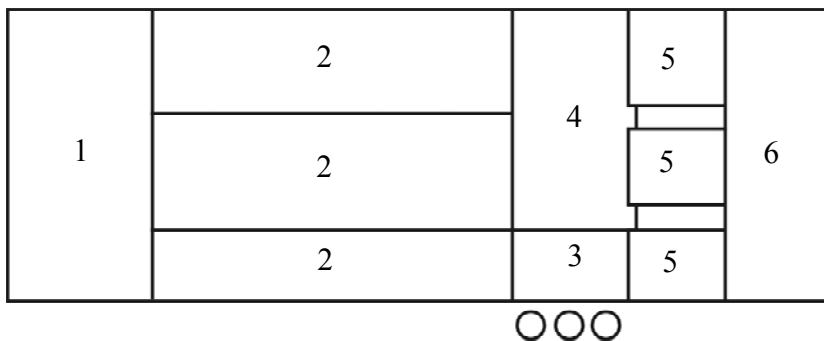


Зручне розташування стрижневого відділення.

Ширина будівлі визначається довжиною плавильного відділення і не перевищує 96 м.

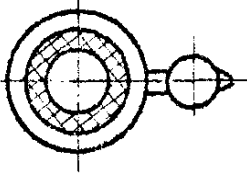
9. Цех для виготовлення широкої номенклатури середніх і великих виливків.

Використано центральне сумішоприготувальне відділення.

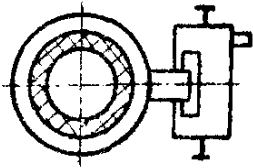


Дві вставки між окремими ділянками фінішних операцій використовують для розміщення транспортного та допоміжного устаткування.

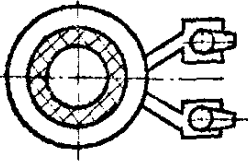
**ПОЗНАЧЕННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ
НА ПЛАНІ ЦЕХУ**



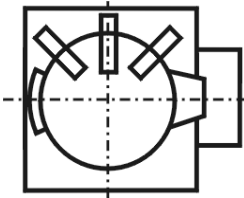
Вагранка із стаціонарним ко-
пильником



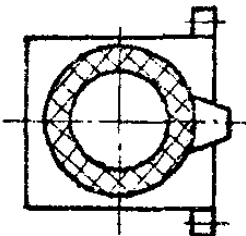
Вагранка із барабанним
поворотним копильником



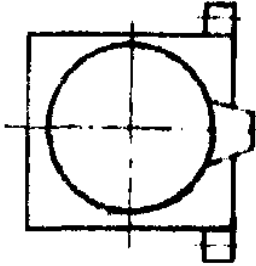
Вагранка, оснащена двома мік-
серами



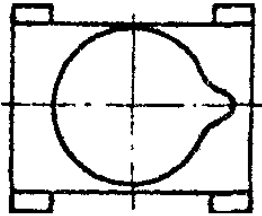
Дугова електропіч



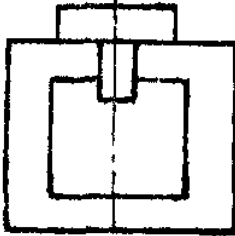
Індукційна тигельна піч



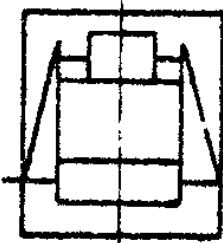
Індукційна канална піч



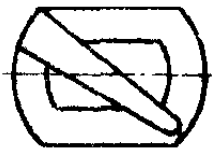
Чавуновозний ківш



Вібропресова формувальна машина



Струшувальна формувальна машина з поворотно-втягувальним механізмом

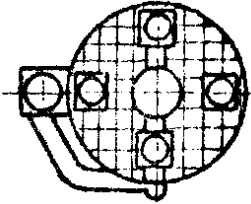


Струшувальна формувальна машина з допресовуванням і протяжною рамкою

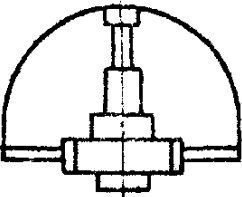
Продовження дод. Б



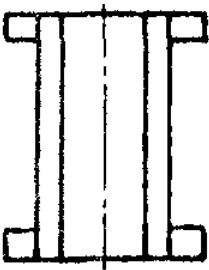
Струшувальна формувальна машина з допресовуванням і перекидним столом



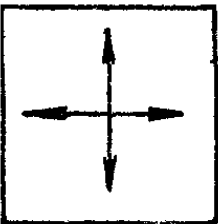
Стационарний піскомет



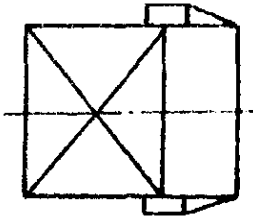
Пересувний консольний піскомет



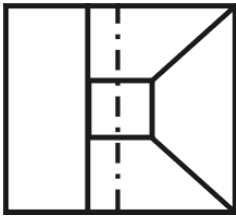
Мостовий піскомет



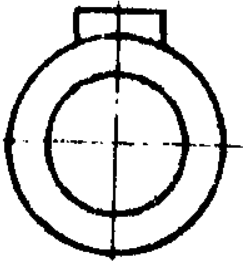
Вібраційний стіл



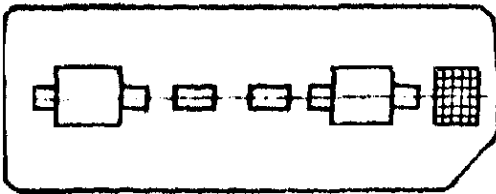
Стрижнева поворотно-в'тяжна машина



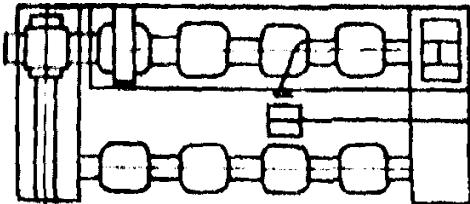
Стрижнева піскодувна машина



Стрижнева пікострілна машина

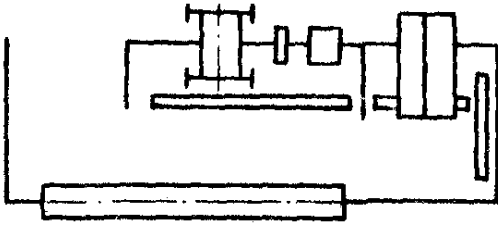


Автоматична формувальна лінія моделі АЛ91А271

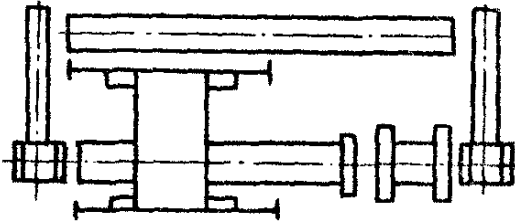


Комплексно-механізована лінія піскометного формування моделі ЛН214

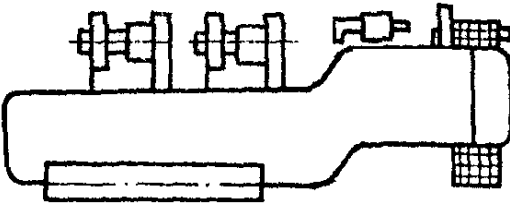
Продовження дод. Б



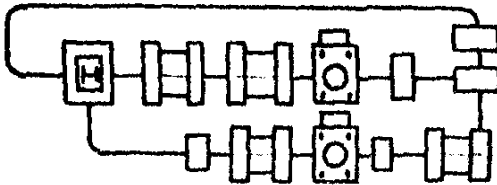
Комплексно-механізована лінія піскометного формування моделі ЛН218



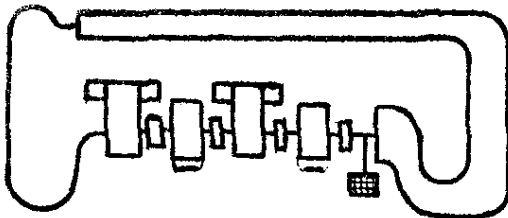
Комплексно-механізована лінія піскометного формування моделі ЛН240



Автоматична блок-лінія формування і складання форм та вибивання виливків моделі А3Л92265

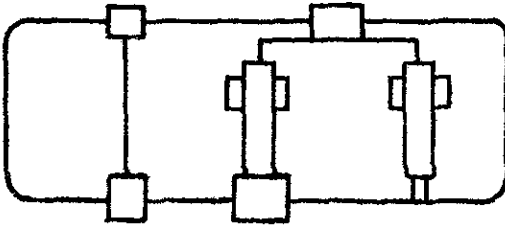


Автоматична пресо-ва формувальна лінія моделі 5840

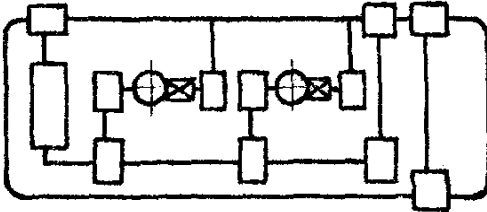


Автоматична пресо-ва формувальна лінія моделі 7007

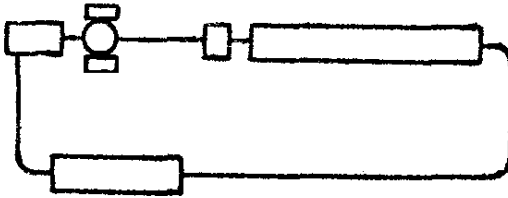
Продовження дод. Б



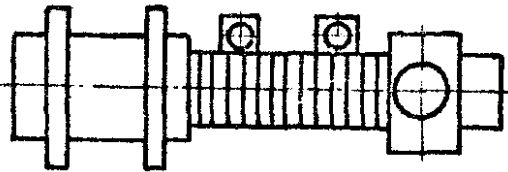
Автоматична лінія
для виготовлення
форм струшуванням
і допресовуванням
моделі КВ-301



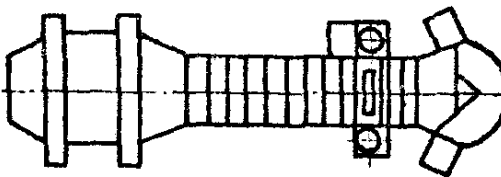
Автоматична лінія
для виготовлення
форм струшуванням
і допресовуванням
моделі Л450А



Комплексна автома-
тична лінія для виго-
товлення форм
струшуванням моде-
лі 1КЛ91265СМ

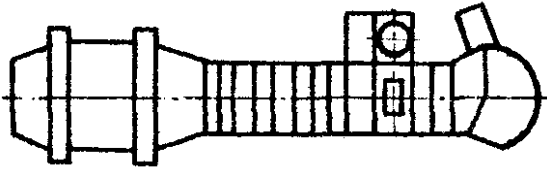


Автоматична лінія
горизонтального
безопокового фор-
мування моделі
КЛ2002

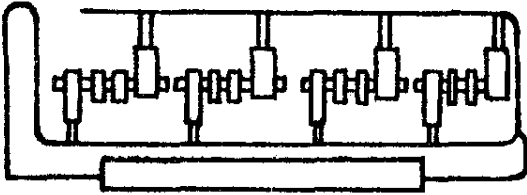


Автоматична піско-
дувно-пресо-ва лінія
парного формування
моделі АЛ283412

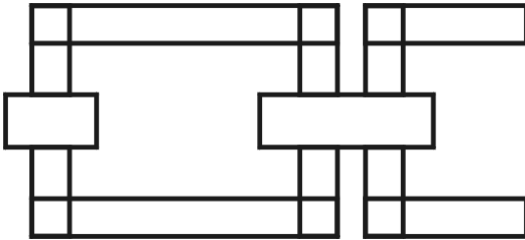
Продовження дод. Б



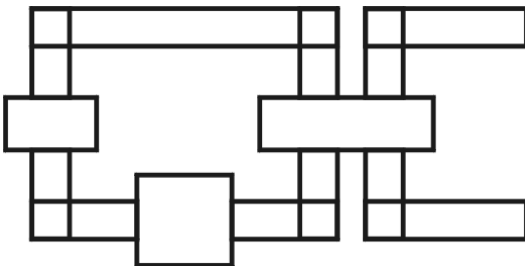
Автоматична піс-
кодувно-пресова
лінія вертикально-
го безпокового
формування
моделі АЛ28413



Автоматична фор-
мувальна блок-
лінія стосового
формування
моделі АЛ1012М

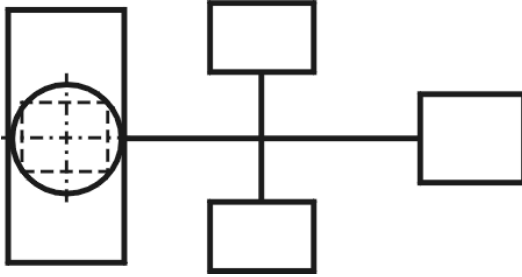


Стрижнева лінія
для масового і
великосерійного
виробництва
стрижнів

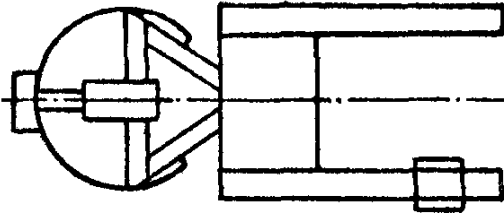


Стрижнева лінія
для серійного і
дрібносерійного
виробництва
стрижнів

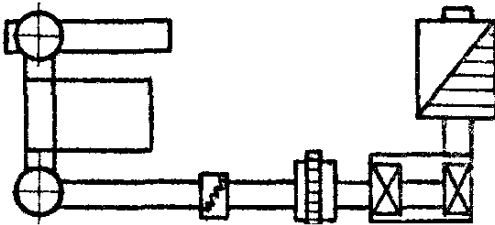
Продовження дод. Б



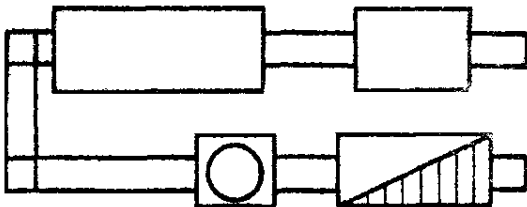
Стрижнева лінія
для виготовлення
оболонкових
стрижнів



Лінія для виготовлення
стрижнів
із ХТС



Лінія для виготовлення
стрижнів
із РСС



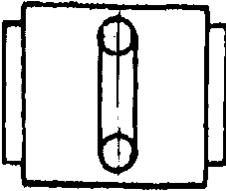
Лінія для виготовлення
хімічно
твердних
стрижнів



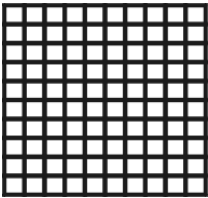
Сушарка тупикова



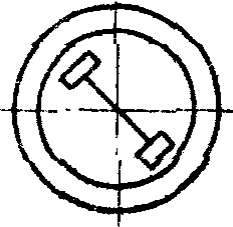
Сушарка прохідна



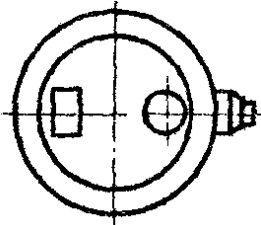
Сушарка вертикальна
безпервної дії



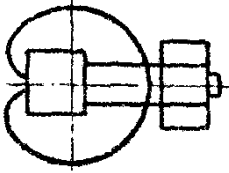
Вибивальна гратка



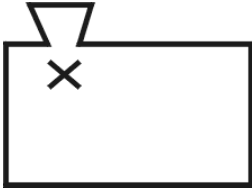
Змішувач котковий з горизон-
тальною віссю обертання
котків



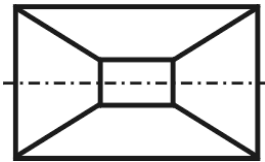
Змішувач котковий
з вертикальною
віссю обертання котків



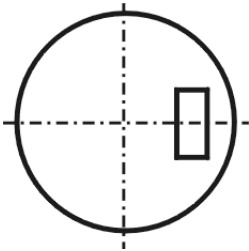
Установка для приготування
РСС, ХТС, ПСС і ГТС



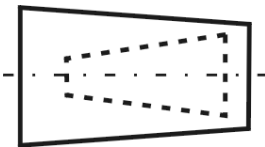
Аератор



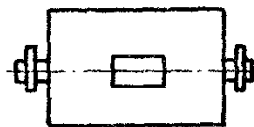
Бункер прямокутний



Бункер циліндричний

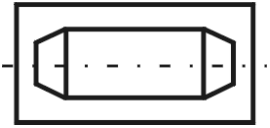


Полігональне сито

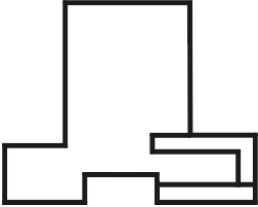


Галтувальний барабан
періодичної дії

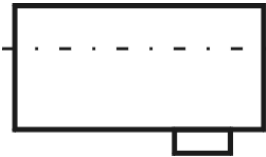
Продовження дод. Б



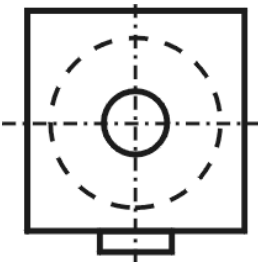
Галтувальний барабан
безперервної дії



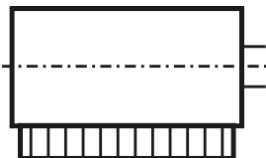
Дробометальний барабан



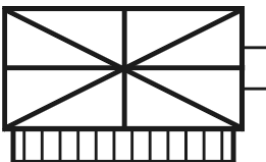
Дробометальна камера



Дробометальний стіл

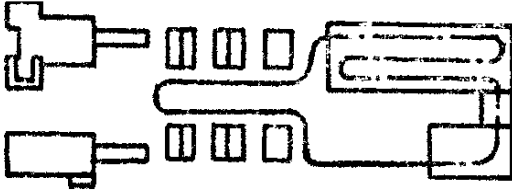


Гідрокамера

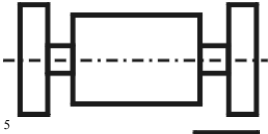


Електрогідравлічна камера

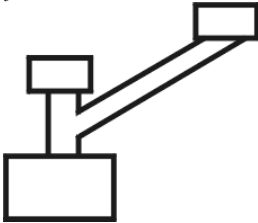
Продовження дод. Б



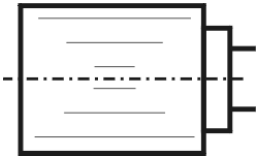
Комплексно-механізована лінія обробування, очищення і ґрунтування литва



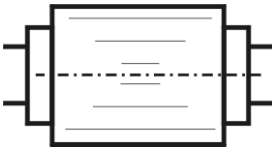
Стационарний верстат для зачищення і шліфування



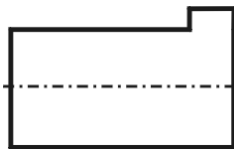
Підвісний верстат для зачищення великих виливків



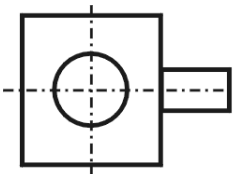
Камерна тупикова піч для термічного оброблення виливків



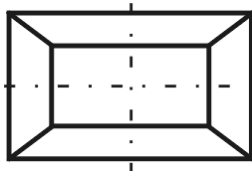
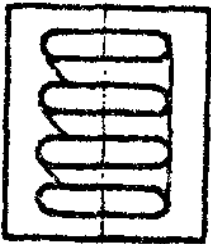
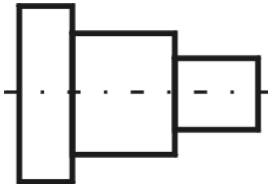
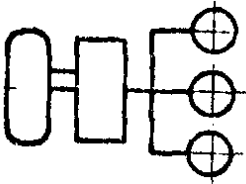
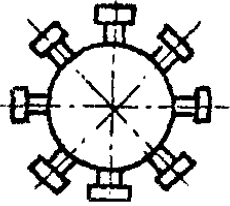
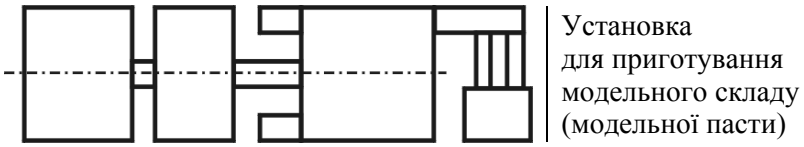
Прохідна піч для термічного оброблення виливків

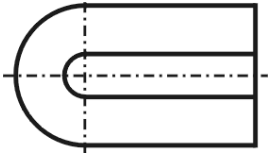


Камера для миття виливків

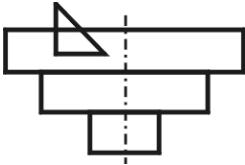


Камера для фарбування виливків

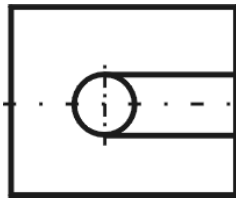




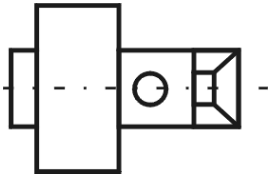
Установка для підготовки форм до заливання



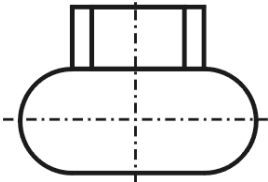
Установка для відокремлення кераміки від поверхонь виливків



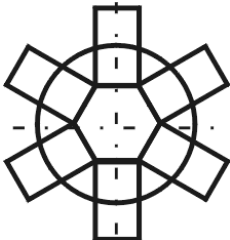
Гідравлічний прес для відокремлення виливків від стояка



Установка для вилуговування виливків

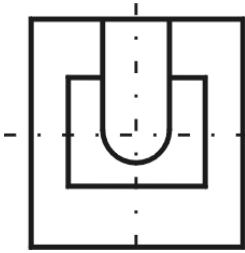


Універсальна машина для лиття в металеві форми

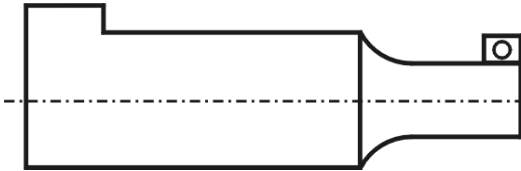


Багатопозиційна (карусельна) машина для лиття в металеві форми

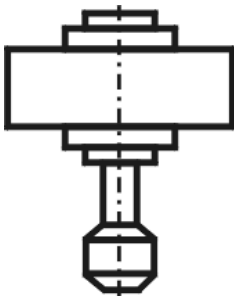
Продовження дод. Б



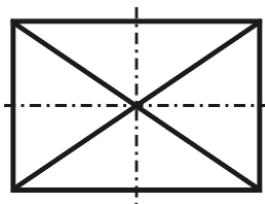
Прес для обрубвання
виливків, виготовлених литтям
під тиском



Машина для лиття
під тиском



Насосна станція для
забезпечення машини лиття
під тиском робочою рідиною



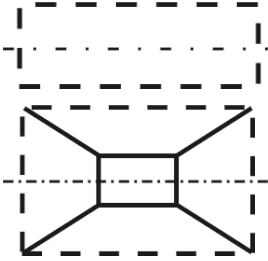
Елеватор



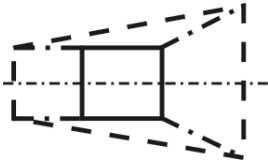
Рольганг



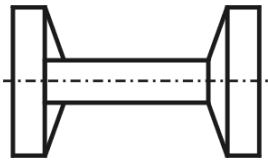
Пластинчастий конвеєр



Стрічковий конвеєр



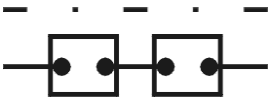
Кран мостовий



Однобалковий кран
(кран-балка)



Монорейка з тельфером

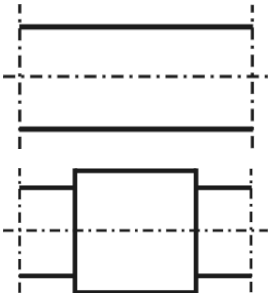


Траса підвісного
адресного конвеєра



Підвісний штовхальний
конвеєр

Пневматичний підіймач



Залізнична колія

Механізований візок

**ПОЗНАЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
НА ПЛАНІ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ**



Дерев'яна обштукатурена
перегородка



Цегляна перегородка



Залізобетонна
перегородка



Скляна перегородка



Сітчаста перегородка



Бар'єр



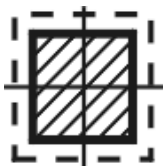
Звукоізолювальна
перегородка



Цегляний стовп



Металеві колони



Залізобетонна колона
з фундаментом



Вікно



Двері (ворота)
одностулкові відкотні



Двері (ворота) шторні



Двері (ворота)
одностулкові

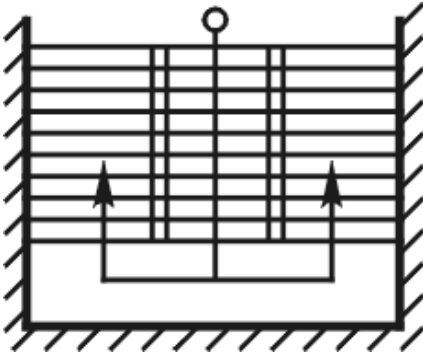


Двері (ворота)
двостулкові

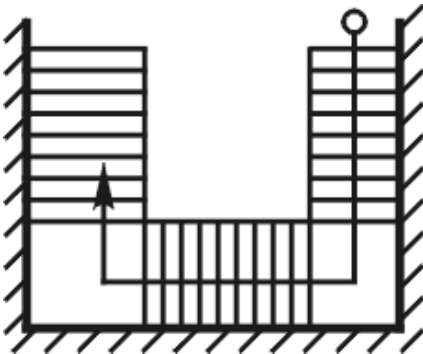


Двері (ворота) складчасті

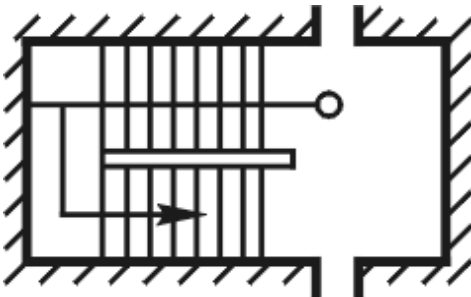
Продовження дод. В



Сходи одномаршові



Сходи тримаршові



Сходи двомаршові



Люк



Умивальник



Унітаз



Сітка душова



Автомат для питної води



Кабіни душові,
розташовані біля стіни і
окремо



Шафи гардеробні



Калорифер