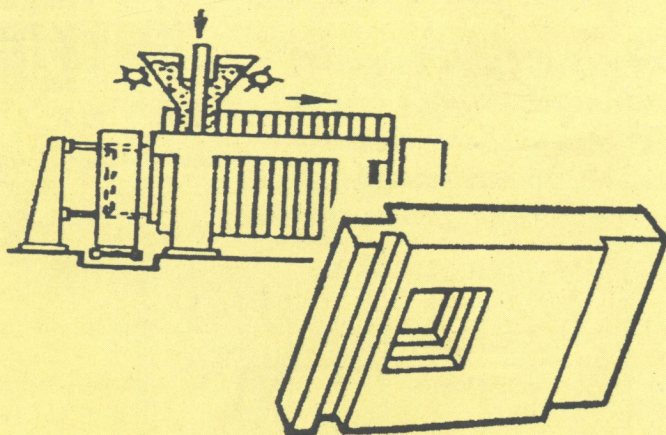


Б66(075)
Т 38

*Л.Й. Дворкін, О.В. Безусяк,
О.Л. Дворкін, Ю.В. Гарніцький*

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

ПІДПРИЄМСТВ ЗБІРНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ



Рівне 2001

Л.Й.Дворкін, О.В.Безусяк, *04 135*
О.Л.Дворкін, Ю.В.Гарніцький

Технологічне проектування підприємств збірного залізобетону

За ред. професора, д-ра техн. наук Л.Й.Дворкіна

НТБ ВНТУ



407600

666(075)

Т 38

2001

Технологічне проектування підприємств збірно

Рекомендовано Міністерством
освіти і науки України як на-
вчальний посібник для студентів
будівельних спеціальностей ви-
щих навчальних закладів

Видавництво РДТУ
Рівне - 2001

УДК 666.97 (075.8)

ББК 38.53я7

Д24

Затверджено вченою радою Рівненського державного технічного університету.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів будівельних спеціальностей вищих навчальних закладів (лист заступника міністра №14/18.2-405 від 2.04.2001 року).

Відповідальний редактор:

А.В.Мироненко, канд. технічних наук, доцент Рівненського державного технічного університету.

Рецензенти:

Є.М.Бабич, доктор технічних наук, професор Рівненського державного технічного університету.

С.І. Федоркін, доктор технічних наук, професор Кримської державної академії природоохоронного і курортного будівництва.

Л.О.Шейніч, доктор технічних наук, професор Київського національного університету будівництва і архітектури.

Дворкін Л.Й., Гоц В.І., Безусяк О.В., Дворкін О.Л., Гарніцький Ю.В.
Д24 Технологічне проектування підприємств збірного залізобетону: Навчальний посібник / За ред. проф., д.т.н. Л.Й. Дворкіна - Рівне, РДТУ, 2001.- 153 с., іл.
ISBN

407600

У посібнику наведені методика та приклади технологічного проектування виробничих підрозділів заводів збірного залізобетону. Розглянуті питання вибору оптимального способу виробництва виробів, розрахунку технологічних ліній, пропарювальних камер та допоміжних цехів – бетонозмішувального, арматурного, складського господарства. Наведені основи проектування організації технологічних процесів виготовлення залізобетонних конструкцій.

Для студентів будівельних спеціальностей вищих закладів освіти, наукових працівників, аспірантів.

УДК 666.97 (075.8)

ББК 38.53я7

ISBN

@ Дворкін Л.Й., 2001

РДТУ

ВСТУП

Залізобетон повністю зберігає своє значення в XXI столітті як основний конструктивний матеріал. Технологія залізобетонних виробів - основна профільююча дисципліна при підготовці спеціалістів будівельників-технологів, а проектування підприємств залізобетонних виробів є основним напрямком дипломного проектування студентів спеціальності 7.092104 "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів".

Дипломний проект - завершальна робота студента, в якій він на базі знань, отриманих в процесі навчання з використанням довідкових та нормативних даних, а також матеріалів, зібраних в період виробничих і переддипломної практик, розробляє ефективні проєктні рішення, які свідчать про можливість присвоєння йому відповідної кваліфікації.

Дипломний проект виконується на основі завдання, підготовленого кафедрою, в якому вказується його тема, вид виробів, продуктивність підприємства (технологічного комплексу), характеристика матеріалів та інші вихідні дані, необхідні для проектування. Проект включає розрахунково-пояснювальну записку та графічну частину. Обсяг проекту визначається особливостями його теми і складає, як правило, до 150 сторінок рукописного тексту та 11-13 аркушів креслень.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу та наступних розділів: проектування технології і організації виробництва; механізація і автоматизація технологічних процесів; охорона праці і навколишнього середовища; архітектурно-будівельні рішення; техніко-економічна оцінка проекту. Графічна частина містить конструктивно-технологічну характеристику базового виробу; транспортно-технологічну схему виробництва; генеральний план заводу; план, поздовжні та поперечні розрізи основних цехів з розміщенням та прив'язкою технологічного і транспортного обладнання; креслення теплового агрегату з рішеннями по енергозбереженню; креслення агрегату або вузла технологічного обладнання; схему автоматичного регулювання технологічного процесу; схеми, таблиці, графіки, які відображають результати виконаних дипломантом наукових досліджень; організаційні і техніко-економічні характеристики підприємства, цехів чи технологічних ліній, які проектуються. При необхідності до складу проекту включають і інші креслення (форми, технологічні карти і ін.).

Посібник призначений на допомогу студентам, які виконують технологічний розділ дипломного проекту. В ньому наводяться рекомендації по розробці компоновочних рішень і розрахунках технологічних зон і ліній, розрахунках, направлених на енергозбереження при тепловолігній обробці і раціональну організацію виробництва. Наводяться рекомендації по проектуванню генплану підприємства.

Розділ 1 підготовлений д.т.н., проф. Л.Й.Дворкіним, розділи 2,3 - канд.техн.наук, доц. О.Л.Дворкіним, розділи 4,5,7 - канд.техн.наук, доцентом О.В.Безусяком, розділи 6,8 - канд.техн.наук, доц. Ю.В.Гарніцьким.

1. ПОТУЖНІСТЬ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ. НОМЕНКЛАТУРА ВИРОБІВ

В дипломному проєкті техніко-економічні обґрунтування будівництва нового або реконструкції працюючого підприємства повинні передувати технологічному проєктуванню. Вони включають характеристику району будівництва (реконструкції) заводу, сировинні й енергетичні ресурси, транспортні зв'язки з джерелами сировини і споживачами продукції, обґрунтування номенклатури будівництва і річної програми по окремих видах і ряд інших даних.

1.1 Потужність і продуктивність підприємства

У завданні студенту звичайно вказують потужність або продуктивність заводу або цеху. Водночас забезпечення цих показників при необхідності перевіряється розрахунком.

Виробнича потужність - це максимальна можлива кількість продукції встановлена номенклатурі, яка може бути отримана даною виробничою одиницею за певну кількість часу. Потужність підприємства розраховують, виходячи з повного використання усього технологічного устаткування і виробничих площ, застосування прогресивних технології і наукових методів організації виробництва і праці. Можливості технічного прогресу, зростання продуктивності праці, зміни номенклатури виробів визначають динамічний характер показника виробничої потужності діючого підприємства. Доцільно розрізняти проєктну, діючу і перспективну виробничу потужність підприємства.

Виробнича потужність діючого підприємства - динамічний показник, який змінюється з року в рік. **Діюча виробнича потужність** підприємства (цеху, технологічної лінії і т.д.) - це потенційна можливість функціонуючого підприємства на протязі року виробляти максимально можливу кількість продукції, передбаченої планом (на плановий рік) або фактично випущеної в звітному році. Діюча виробнича потужність визначається за продуктивністю основних цехів, ділянок або агрегатів з врахуванням заходів щодо ліквідації можливих невідповідностей між потужностями окремих підрозділів.

Перспективна виробнича потужність визначає масштаби розвитку розглянутого підприємства на п'ять і десять років.

Для нових підприємств і тих, які реконструюються, існує також поняття проєктної виробничої потужності. **Проєктна виробнича потужність** - це розрахунковий показник можливого максимального випуску умовної номенклатури продукції за одиницю часу, заданої при проєктуванні нової або такої, що реконструюється виробничої одиниці. Варто враховувати, що проєктна потужність розрахована на умовну один раз задану номенклатуру і постійний режим роботи.

У типових проєктах підприємств збірного залізобетону, як правило замість показника "проєктна виробнича потужність" наводиться показник "**річна проєктна продуктивність**", який за своїм значенням близький до по-

няття "виробнича програма". Річна проектна продуктивність визначається з урахуванням коефіцієнта використання основного технологічного обладнання, рівного 0,943 при річному фонді роботи 247 днів і при п'ятиденному робочому тижні. Розраховується річна продуктивність, як і проектна потужність, на умовну номенклатуру і є нединамічним показником.

Величина виробничої потужності підприємства в цілому дорівнює сумі виробничих потужностей окремих технологічних ліній по виробництву збірних залізобетонних конструкцій і виробів. Потужність технологічних ліній розраховують за трьома вихідними показниками: об'ємом продукції, який приходить на одну формовку, годинною або добовою продуктивністю основного обладнання і річним фондом роботи обладнання. Формули для розрахунку виробничої потужності головних технологічних переділів наведені в табл. 1.1.

Для розрахунку виробничих потужностей прийняті прогресивні нормативи продуктивності основного технологічного обладнання і суміжних технологічних переділів (табл.1.2). Вони встановлені за даними аналізу типових проектів і результатів узагальнення досвіду передових підприємств збірного залізобетону. Виробнича потужність діючих підприємств збірного залізобетону визначається в натуральних одиницях вимірювання (у тис. м³ виробів) у фактичній або встановленій планом номенклатурі.

Розрахунок виробничої потужності підприємств роблять за укрупненою номенклатурою збірних залізобетонних і бетонних виробів, які випускаються. В окремих випадках доцільно користуватися методом приведення номенклатури виробів до одного або кількох видів однорідної продукції, які приймаються як представники виробів.

До *розширення діючого підприємства* відноситься здійснюване по затвердженому проекту будівництво додаткових ліній діючого підприємства і виробничих комплексів, а також нових, або розширення існуючих цехів основного виробничого призначення. При цьому передбачається будівництво нових або розширення діючих допоміжних і обслуговуючих виробництв, комунікацій, на території діючого підприємства або площ, які примикають до неї.

Метою розширення діючого підприємства є збільшення його виробничої потужності в більш короткі терміни при менших питомих капітальних вкладеннях у порівнянні зі створенням нового підприємства аналогічної потужності з одночасним підвищенням технічного рівня і поліпшенням техніко-економічних показників підприємства.

При *реконструкції діючого підприємства* за єдиним проектом здійснюється повне або часткове переобладнання і перебудова виробництва (без будівництва нових і розширення діючих цехів основного виробничого призначення, але з будівництвом при необхідності нових і розширенням діючих об'єктів допоміжного призначення) із заміною морально застарілого і фізично зношеного обладнання, механізацією й автоматизацією виробництва, усуненням диспропорцій у технологічних ланках, допоміжних службах, які забезпечують збільшення об'єму виробництва.

Формули розрахунку виробничої потужності

Технологічні переділи	Формула розрахунку	Умовні позначення
Головні переділи Поточно-агрегатний	$M_{п.а.} = \frac{1}{Ц} \cdot E \cdot T_{ч}$	M_i – виробнича потужність і-тої технологічної лінії ($M_{п.а.}$, $M_{кнв.}$, $M_{п.с.}$, M_c , $M_{кc}$), m^3 ; Π_j – пропускна здатність суміжного j-го переділу (Π_k , Π_y , Π_a , Π_6), m^3 ; n – число одиниць обладнання, взаємозалежні форми на стенді, і т.д.; E – середній об'єм виробів, які одночасно формуються в одній формі (на піддоні вагонетки, у відсіку касети і т.д.), m^3 ;
Конвеєрний	$M_{кнв.} = K_v \cdot E \cdot T_{ч}$	Ц – цикл формування на поточно-агрегатній лінії в хв.;
Прокатний стан	$M_{п.с.} = C \cdot B_c \cdot V \cdot K_{пл} \cdot T_{ч}$	K_v – кількість вагонеток, які знімаються з конвеєра на годину; D – число оборотів стенда, касет, камер за добу;
Стенд	$M_c = \sum_1^n E \cdot D \cdot T_c$	T_r – річний фонд робочого часу, год.; T_d – річний фонд робочого часу, діб; C – швидкість формуючої стрічки, прокатного стану, м/год;
Касетна установка	$M_{кc} = \sum_1^n E \cdot D \cdot K_k \cdot T_c$	B_c – ширина формуючої стрічки, м; V – середня висота виробів, які формуються на стенді, м;
Суміжні переділи		$K_{пл}$ – коефіцієнт використання площі формуючої стрічки; K_k – коефіцієнт заповнення робочих відсіків касет бетоном при випуску комплекту виробів-на будинок (не менше 0,9);
Теплової обробки виробів		P_k – об'єм камери на технологічній лінії; E_a – об'єм виробів, які одночасно завантажуються в автоклав;
У тому числі: камери	$\Pi_k = P_k \cdot K_3 \cdot D \cdot T_c$	K_3 – коефіцієнт одночасного завантаження камери; B – число замісів на годину;
пакетуючі пристрої	$\Pi_y = K_v \cdot E \cdot T_c$	E_m – місткість розчино- або бетонозмішувача за сухими матеріалами на 1 заміс, л;
автоклави	$\Pi_a = E_a \cdot D \cdot T_c$	K_6 – коефіцієнт виходу бетонної суміші (для важких бетонів - 0,67; бетонів на легких заповнювачах - 0,75; розчинів - 0,8);
Бетонозмішувальний вузол	$\Pi_6 = B \cdot E_m \cdot K_6 \cdot K_p \cdot T_{ч}$	K_p – коефіцієнт резерву продуктивності бетонозмішувального обладнання (0,9...0,85)

Таблиця 1.2

Показники продуктивності основного технологічного обладнання

Основне обладнання	Поточно-агрегатні лінії		Конвеєрні лінії	Стенди		Касетні установки
	вібропос-ти, уста-новки	центрифуги та установки віброгідроп-ресування		короткі, си-лові та інди-відуальні форми	довгі	
			Показники продуктивності основного обладнання			
	тривалість циклу формування, хв.		число вагонеток K_v , які сходять з конвеєра за годину		Число оборотів Д за добу	
Одношарові плоскі конструкції при об'ємі однієї формовки: до $1,5 \text{ м}^3$ від $1,5$ до $3,5 \text{ м}^3$ при довжині $L \leq 6 \text{ м}$ те ж, $L > 6 \text{ м}$ понад $3,5 \text{ м}^3$, $L > 6 \text{ м}$	12/15*		12	1/1,2**		1,3/1,8**
	15/20	-	12	1/1,2	-	1,3/1,8
	22/35		20	1/1,2		1,3/1,8
	28/40		20	1/1,2		1,3/1,8
Багатошарові або офактурені кон-струкції при об'ємі однієї формовки: до 1 м^3 від 1 до $3,5 \text{ м}^3$ при довжині $L \leq 6 \text{ м}$ те ж, $L > 6 \text{ м}$ понад $3,5 \text{ м}^3$, $L > 6 \text{ м}$	15		24	1/1,2		
	30	-	24	1/1,2	-	-
	35		30	1/1,2		
	45		30	1/1,2		
Лінійні конструкції з об'ємом однієї формовки до $3,5 \text{ м}^3$: $L \leq 6 \text{ м}$ $L > 6 \text{ м}$ понад $3,5 \text{ м}^3$, $L > 6 \text{ м}$	20/30	-	20	1/1,2	0,67	-
	22/35		20	1/1,2	0,67	
	40		-	1	0,5	
Блоки фундаментів, стін і бетонні вироби при об'ємі однієї формовки: до 1 м^3 понад 1 м^3	10	-	12	1/1,2	-	-
	15		12	1/1,2		

Основне обладнання	Поточно-агрегатні лінії		Конвеєрні лінії	Стенди		Касетні установки
	вібропости, установки	центрифуги та установки віброгідропресування		короткі, силові та індивідуальні форми	довгі	
	тривалість циклу формування, хв.	число вагонеток K_v , які сходять з конвеєра за годину	Число оборотів D за добу			
Шпали						
Для залізниць	10	-		-		
Для міського господарства	15	-	-			
Опори ліній електропередачі	22	24		1/1,2		
Труби						
Безнапірні центрифуговані / напірні віброгідропресовані:						
Ø 500.....600 мм		30/58				
Ø 700.....900 мм	-	35/72	-	-	-	-
Ø 1000... 1200 мм		40/90				
Ø понад 600 мм		50/ 105				
Об'ємні елементи						
Для елеваторобудівництва	28			1		
Для шахт ліфтів	50	-	-	1	-	-
Лотки зрошення і теплотрас	20			1		

Примітка: 1. Показники продуктивності надані для технологічної лінії, що має один вібропост, бетоноукладач і два крани. **2.** При формуванні виробів на автоматизованих лініях показники множаться на коефіцієнт 0.8 **3.** При обслуговуванні технологічної лінії одним краном тривалість циклу формування збільшується на 10...15%, а при обслуговуванні двох формувальних постів одним краном - на 20...25%...

* У чисельнику - нескладної форми, у знаменнику - складної.

** У чисельнику - при формуванні в дві зміни, а в знаменнику - в три зміни.

Реконструкція підприємства може здійснюватися і з метою зміни профілю підприємства. До реконструкції діючого підприємства відноситься також будівництво нових цехів і об'єктів тієї ж потужності, замість ліквідованих цехів і об'єктів того ж призначення, подальша експлуатація яких за технічними і економічними умовами визнана недоцільною.

У випадках, коли за технічними і економічними умовами доцільно одночасно з реконструкцією діючого підприємства здійснювати його розширення, при розробці проєктно-кошторисної документації такі об'єкти варто відносити до розширюваних або до таких, що реконструюються залежно від переважання робіт відповідного характеру.

Оптимальною є потужність розширюваних (або таких, що реконструюються) підприємств, при якій додаткові транспортні витрати на доставку одиниці продукції від заводу до об'єкта за рахунок збільшення середнього радіуса перевезень ($\Pi_{\text{тр}}$) не перевищують зниження витрат на виготовлення $\Delta\Pi_{\text{виг}}$ продукції:

$$\Delta\Pi_{\text{виг}} \geq \Pi_{\text{тр}} \quad (1.1)$$

Приведені витрати на транспортування визначають залежністю:

$$\Pi_{\text{тр}} = S_0 + T \cdot R_{\text{ср}} \quad (1.2)$$

де S_0 - постійна частина транспортних витрат (навантажувально-розвантажувальні роботи, реквізит); T - приведені витрати на перевезення одиниці продукції на 1 км (з урахуванням капітальних вкладень у транспортні засоби); $R_{\text{ср}}$ - середній радіус перевезення.

1.2 Номенклатура виробів

Під *номенклатурою* розуміють перелік найменувань бетонних і залізобетонних виробів, які намічені до виробництва. Номенклатура й об'єм випуску виробів залежать від багатьох факторів, найважливішими і визначальними з яких слід вважати: концентрацію будівництва, об'єм будівельно-монтажних робіт, вид будівництва і типи будинків і споруд. Номенклатура бетонних і залізобетонних виробів визначається конструктивними особливостями будинків і споруд, для яких вони призначені (табл.1.3).

З метою виконання необхідних технологічних розрахунків при проєктуванні підприємств із широкою номенклатурою виробів, при досить великій кількості типів і розмірів кожного виробу варто звести всю їх номенклатуру до кількох (не більше 4...5) найбільш характерних для даного виробництва груп виробів, близьких за геометричними ознаками і розмірами, а також за ознаками технологічної однорідності (наприклад, плити перекриттів, внутрішні стінові панелі, зовнішні стінові панелі і т.д.). У кожній із цих груп вибирають базові - близькі за типорозмірами вироби, усі кількісні характеристики яких використовують для розрахунків.

Номенклатура збірних залізобетонних елементів частин будинків і споруд (середні значення, %)

Конструкції і вироби	Потреба для будівництва будинків						
	всіх типів	промислових			житлово-цивільних		сільського виробництва
		багатоповерхові	одноповерхові		некрупно-панельні	крупнопанельні	
			некрупно-панельні	крупнопанельні			
Об'єм збірного залізобетону	100	100	100	100	100	100	100
Фундаменти	15	12	20	18	13	6	10
Колони і стійки	13	20	14	13	5	0,5	3
Балки, прогони, ригелі	10	18	10	9	17	1	8
Ферми й арки	6	-	12	10	-	-	1
Плити покриття і перекриття	28	35	29	27	50	34	19
Стінові панелі	8	10	-	15	-	50	12
Сходові марші, площадки	0,1	2	0,1	0,1	3,4	3,4	0,1
Труби безнапірні	0,8	0,7	0,8	0	0,7	1,4	2,9
Труби напірні	0,5	0,4	0,5	0,4	1,8	1,8	2,9
Опори ЛЕП, лінії зв'язку, блоки для кабельної каналізації	3	2	3	2,5	3	0,5	8
Вироби для водогосподарчого будівництва	-	-	-	-	-	-	15
Інші вироби	15,6	-	10,6	4,8	5,4	1,4	18,1

При виборі площадки для будівництва підприємства варто виходити з максимального наближення до джерел сировини (піску, щебеню, виробництва легких заповнювачів); розміщення заводу в центрі зони споживання продукції при оптимальному радіусі перевезення; наявності трудових ресурсів; інженерних комунікацій для підключення до джерел електро-, водо-, і теплопостачання; наявності очисних споруд для скидання виробничих і побутових стоків; наявності під'їзних залізничних і автомобільних доріг.

2. ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА, РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ, КОМПОНУВАННЯ ЦЕХІВ ТА ЛІНІЙ

2.1 Вибір способу виробництва і розробка технологічної схеми

Схему виробництва вибирають, виходячи із сукупності технологічних, економічних і кон'юнктурних міркувань. Основні критерії технологічного порівняння наведені в табл.2.1

Таблиця 2.1

Технологічне порівняння способів виготовлення залізобетонних виробів

Показник для порівняння	Технологічна схема		
	Поточно-конвеєрна	Поточно-агрегатна	Стендова
Рациональна область застосування	Виготовлення великого обсягу однотипних виробів (панелі зовнішніх стін, плити покриття, об'ємні елементи елеваторів) за довгостроковою схемою	На виробництвах, де необхідна гнучка технологічна схема, при виробництві широкої номенклатури виробів	Великогабаритні й об'ємні елементи, специфічні вироби в невеликій кількості (ферми, балки, сантех-кабіни, перегородки, вироби, які не поміщаються на вібромайданчик)
Можливість отримати високу якість виробів	Завдяки максимальному ступеню механізації і розділенню операцій, особливо при камсах періодичної дії, можливо отримати найвищу якість	Потенційно трохи поступається конвеєрній схемі, наприклад, через необхідність переносити свіжовідформований виріб краном	Нерухомість форми виключає деформації після ущільнення, однак якість ущільнення і рівномірність теплової обробки не завжди можна гарантувати. Поопераційний контроль утруднений.
Можливість механізації та атоматизації	Максимальна, оскільки операції чітко закріплені за постами	Наближається до поточно-конвеєрної, якщо передбачається напівконвеєр, але в зв'язку з відсутністю механізмів передачі в агрегати теплової обробки нижча, ніж у конвеєра	Нижча, ніж у перших двох, тому що механізми повинні переміщуватись від поста до поста, а деякі операції (розпалубка, заглажування поверхонь) у ряді випадків механізувати неможливо

Показник для порівняння	Технологічна схема		
	Поточно-конвеєрна	Потокова-агрегатна	Стендова
Організація праці	Жорсткий ритм замкненого конвеєра і закріплення операції за визначеними місцями підвищує продуктивність праці і забезпечує умови для дотримання правил техніки безпеки	При наявності формувального конвеєра наближається до поточно-конвеєрної, однак незамкненість лінії не гарантує ритмічність роботи, участь кранів у процесі погіршує умови техніки безпеки	Найнижча, оскільки ритм вільний, робітники змушені переходити від одного стенда до іншого, що знижує продуктивність праці. Умови техніки безпеки найбільш несприятливі.
Транспортні зв'язки, промпроводки	Найбільш раціональні, промпроводки виконуються тільки до спеціальних постів	Складніші, ніж при конвеєрі, так як виникають кранові операції по обслуговуванню агрегатів теплової обробки виробів	Необхідно подавати напівфабрикати і вивозити готові вироби від усіх постів. Промпроводки повинні бути підведені до кожного стенду

При економічному порівнянні способів виробництва для даних виробів необхідно насамперед поставити їх у однакові умови. Для цього приймається сдина вартість сировини, напівфабрикатів, енергоресурсів.

Основним критерієм при економічному порівнянні є приведені витрати на переробку

$$P_{\text{п}} = C_{\text{пер}} + E_{\text{н}} \Sigma K, \quad (2.1)$$

де $C_{\text{пер}}$ – собівартість переробки у формувальному цеху; $E_{\text{н}} = 0,12$ – нормативний коефіцієнт ефективності; K – питомі капітальні вкладення на одиницю продукції (вартість будівлі цеху і технологічного устаткування).

Прийнятним є той спосіб, впровадження якого вимагає найменших капітальних витрат при забезпеченні найменшої собівартості продукції. При цьому необхідно передбачити повне використання устаткування, скорочення витрат праці, сировини, палива, електроенергії на одиницю продукції, підвищення якості виробів.

Для вибору технологічного способу необхідно згрупувати вироби за однорідними технологічними і конструктивними ознаками, потім виявити ба-

зові вироби по кожній групі. За базові вироби приймається найбільш масовий тип виробу або група типорозмірів виробів одного виду.

У табл.2.2 наведені способи, які рекомендуються для виробництва найбільш масових збірних залізобетонних виробів:

Таблиця 2.2

Рекомендовані способи виробництва залізобетонних виробів

Метод формування	Номенклатура виробів	Основне технологічне обладнання
Агрегатно-потоковий спосіб		
На вібромайданчику в одиночних і групових формах	Панелі перекриттів і покриттів, колони, палі, ригелі довжиною до 7,2м; блоки фундаментів, труби напірні, шпали	Бетоноукладач, вібромайданчик, привантажувальний щит, заглажувальний пристрій
На вібромайданчику з пустотоутворювачами без вібромеханізмів	Багатопустотні панелі, однопустотні опори і палі	Те ж, і механізм установки і виймання пустотоутворювачів
Використання пустотоутворювачів з вібромеханізмами	Багатопустотні панелі перекриттів із круглими та овальними пустотами	Те ж, і механізм установки і виймання пустотоутворювачів
На роликівих і ремінних центрифугах у роз'ємних і нероз'ємних формах	Труби напірні і безнапірні, пустотілі колони, стійки, опори ЛЕП і освітлення	Центрифуги, лоткові живильники і форми
На спеціальному обладнанні для віброгідропресування	Труби напірні	Спеціалізоване
На ударному столі	Зовнішні стінові панелі, екрани лоджій, сходові марші	Бетоноукладач, ударний стіл
На спеціальних агрегатах	Блок-кімнати, сантехкабіни	Спеціальні формовочні агрегати

Метод формування	Номенклатура виробів	Основне технологічне обладнання
Конв'єрний спосіб періодичної дії		
<p>На вібромайданчику у формах</p> <p>У пересувних формах за допомогою пустотоутворювачів з вібромеханізмами</p> <p>У нересувних формах за допомогою вібропротяжного пристрою</p>	<p>Багато- і одношарові зовнішні стінові панелі; панелі внутрішніх стін; ребристі панелі покриття; сходові марші і площадки</p> <p>Багатопустотні панелі перекриттів з круглими та овальними пустотами</p> <p>Одношарові зовнішні стінові панелі; панелі перекриттів і внутрішніх стін, ребристі панелі покриттів</p>	<p>Бетоноукладач, вібромайданчик, привантажувальний щит, загладжувальний пристрій</p> <p>Бетоноукладач, привантажувальний щит, пустотоутворювачі з вібромеханізмом</p> <p>Бетоноукладач з вібропротяжним і загладжувальним пристроєм</p>
Конв'єрний спосіб безперервного формування		
<p>На двох'ярусних станах</p> <p>У пересувних формах за допомогою стаціонарного вібропротяжного пристрою</p> <p>У пересувних формах за допомогою машини роликового пресування</p>	<p>Зовнішні стінові панелі, панелі перекриттів і внутрішніх стін</p> <p>Одношарові зовнішні стінові панелі, панелі перекриттів і внутрішніх стін, ребристі панелі покриттів з висотою ребра до 30 см</p> <p>Тротуарна плитка, бордюрний камінь, вироби з дрібнозернистого бетону</p>	<p>Комплект обладнання двох'ярусного стану</p> <p>Вібропротяжний пристрій і механізм загладжування</p> <p>Машини роликового пресування</p>

Метод формування	Номенклатура виробів	Основне технологічне обладнання
Стендовий спосіб		
На лінійних стендах або у силових роз'ємних чи нероз'ємних формах	Балки крокв'яні, ферми, підкранові балки, ригелі, елементи шахтного кріплення, палі, плити типу П и КЖС	Бетоноукладач, форми з навісними чи внутрішніми вібраторами
На лінійних стендах з безперервним безоцатубочним способом формування	Багатопустотні панелі, елементи перегородок промислових будинків, зовнішні стінові панелі, лінійні елементи постійного перерізу	Формувальний агрегат з пустоутворювачами чи без них, різальні машини
Касетний спосіб		
У багатомісних касетах періодичної дії	Суцільні панелі перекриттів і внутрішніх стін, перегородки промислових будинків і ін.	Касета з зовнішніми вібраторами і вібратори глибинні
У двомісних касетах періодичної дії, у тому числі з пустоутворювачами	Сходові марші, вентиляційні блоки та ін.	Те ж
Касетно-конвейерна лінія	Суцільні панелі перекриттів і внутрішніх стін, перегородки промислових будинків і ін.	Пакет щитів, транспортні пристрої для його транспортування

Технологічна схема виробництва повинна дати принципове технологічне його рішення. На основі встановленого способу виробництва вирішується форма організації технологічного процесу і тип виробництва на лінії. При розробці технологічної схеми використовується графічний спосіб її побудови з встановленням технологічної структури (зміст, склад і послідовність виконання операцій). За основу звичайно приймаються вже існуючі (типові) схеми, які уточнюються з урахуванням специфічних вимог виробництва і коригуються відповідно до останніх досягнень науки і передового виробничого досвіду.

Для прикладу на рис.2.1 наведена об'ємна схема технології виробництва панелей з ніздрюватих бетонів. Об'ємна технологічна схема наочно показує розміщення процесів в просторі, але вона не дозволяє їх деталізувати. З цією метою необхідно побудувати плоску технологічну схему з детальною розробкою по всіх операціях і постах.

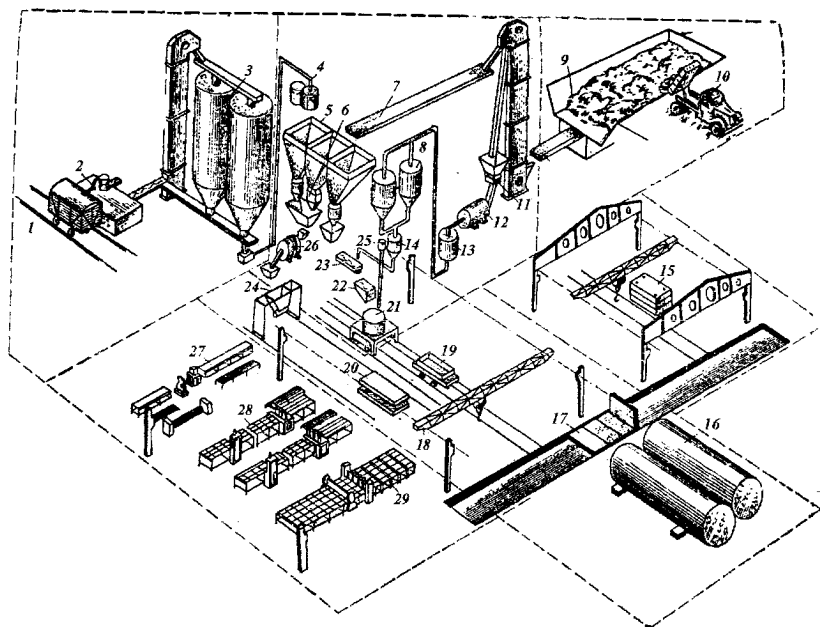


Рис.2.1. Технологічна схема виробництва панелей із ніздрюватого бетону:

1- вагон; 2 - розвантажувач цементу; 3 - силосний склад в'язучих; 4 - установка для пневмотранспорту в'язучих; 5 - витратні бункери; 6 - вагові дозатори; 7 - стрічковий конвеєр; 8 - коригувальні ванни шламу; 9 - склад заповнювачів; 10 - автосамоскид; 11 - тарільчастий живильник; 12 - млин мокрого помелу; 13 - нижній шламбасейн; 14 - дозатор шламу; 15 - штабель виробів; 16 - автоклави; 17 - передаточний візок (міст); 18 - мостовий кран; 19 - запарочна вагонетка; 20 - вібромайданчик; 21 - газобетонозмішувач пересувний; 22 - роздавальний бункер суміші; 23 - розчинозмішувач; 24 - бетоноукладач; 25 - змішувач для приготування водної суспензії алюмінієвої пудри; 26 - бетонозмішувач; 27 - ділянка заготівлі арматури; 28 - ділянка для складання і зварювання каркасів; 29 - установка для зварювання і різання арматурних сіток

З наведеної схеми видно, що технологічний процес складається із сукупності ряду зон, у яких виконуються певні переділи. На побудову деяких з цих зон (А, В, С, Е) мало впливають способи виготовлення виробів на окремих технологічних лініях, тому що ці зони є загальними для всього заводу і розробляються з урахуванням продуктивності цехів. Технологічні зони (D і частково С) розраховуються у залежності від номенклатури виробів і способу їх виробництва.

Якщо позначити основні види впливів на оброблювані предмети графічними символами, то можна одержати *функціональну або транспортно-технологічну схему*. (рис. 2.2). На такій схемі чітко виділені основні і допоміжні операції. Вертикальні лінії показують напрямок основних потоків, горизонтальні лінії - переміщення матеріалів, напівфабрикатів і виробів. Такий спосіб зображення технологічної схеми порівняно простий і дає можливість досить чітко відбити операційну структуру процесу.

Вибір устаткування є однією з найважливіших задач при проектуванні технологічного процесу. Основою для вибору служить годинна продуктивність лінії, величина вантажного потоку, дальність переміщення вантажів, а також безперервність чи циклічність їхньої подачі.

Велике значення має правильна організація спільної роботи технологічного устаткування і транспортних засобів з урахуванням синхронізації роботи всього комплексу устаткування на лінії, усунення перевантажень і ручних процесів.

Вибір типу машини чи агрегату визначається насамперед можливістю виконати технічні вимоги, які ставляться до виготовлення виробів. Якщо цим вимогам задовольняє кілька типів машин чи агрегатів, тоді розглядаються:

- відповідність основних параметрів машини конструктивним характеристикам виробів;
- можливість більш повного використання технічної продуктивності обладнання чи досягнення найменших витрат часу на обробку;
- враховується також вартість обробки й експлуатаційні витрати.

2.2 Компонування цехів та ліній

Головні виробничі корпуси заводів залізобетонних виробів в основному компонується з уніфікованих типових прольотів (табл. 2.3). В деяких випадках параметри типових прольотів з врахуванням вимог технологічних процесів змінюють, завдяки чому досягається отримання кращих техніко-економічних показників підприємств.

Компоновочні схеми корпусів підприємств, які найчастіше зустрічаються в проєктуванні, наведені в табл. 2.4.

При конкретному вирішенні компоновки головного корпусу повинні бути задоволені наступні основні вимоги: зручність роботи на формовочних лініях, тобто наявність достатніх операційних і складських площ; чіткі транспортні потоки; нормативна освітленість робочих місць, особливо в арматурному цеху; мінімальні капітальні витрати; уніфікація будівельних рішень.

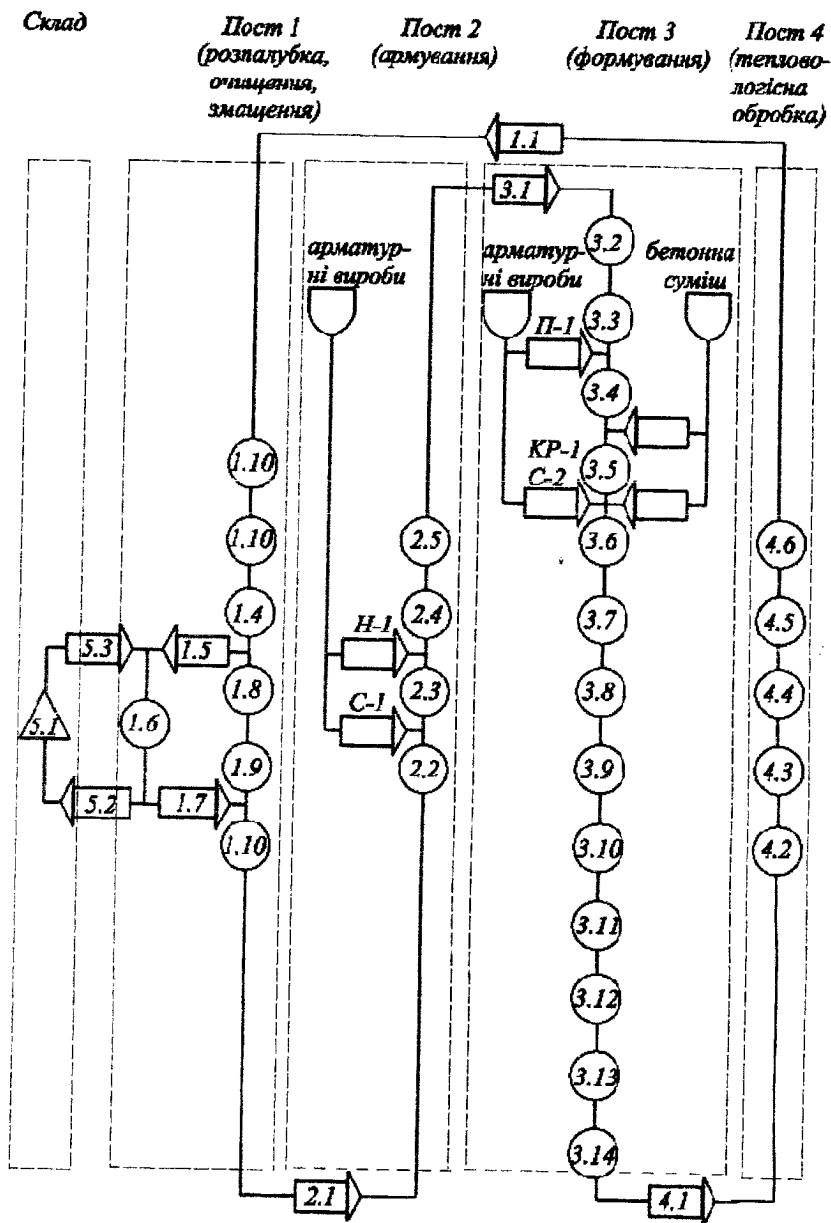


Рис 2.2. Приклад транспортно-технологічної схеми

○ - обробка; □➔ - транспортування; □ - контроль; △ - складування; U - запас

Параметри прольотів головних виробничих корпусів

Показник	Уніфікований типовий проліт	Заводи	
		Крупнопанельного до-мобудування	Напірних залізобетонних труб
Розмір прольоту в плані, м	18×144	18×144	18×144
Крок колон, м: крайніх рядів середніх рядів	6	6	12
	12	12	12
Відмітки нижнього пояса ферм, м	10,8	12,6	12,6
Головки підкранового шляху для кранів вантажопідйомністю, т, до (вкл.):	20	8,15	9,65
	30 / 5	7,85	—
			—
Розміри воріт для вивозу готової продукції: (ширина×висота), м	4×4,2	4×4,2	4×4,2
Площа прольоту, м ²	2592	2592	3456

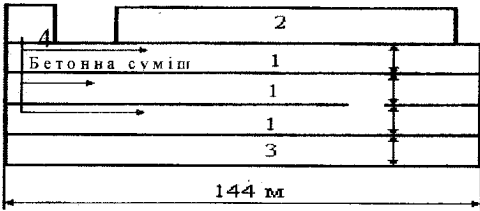
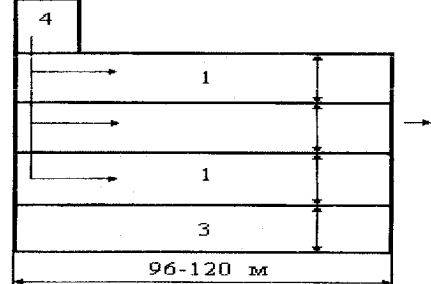
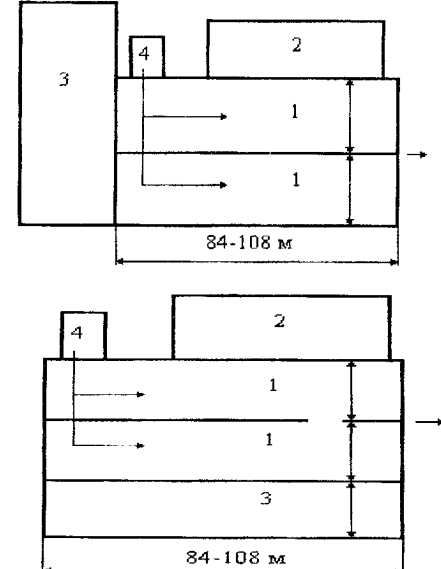
Арматурний цех може розташовуватись в паралельному прольоті чи в прольоті, який прибудовується до торця формувального цеху.

Бетонозмішувальний цех можна розташовувати з торця формувального цеху, у середині чи безпосередньо над ним, коли бетонна суміш під дією власної ваги або стрічковими конвеєрами надходить безпосередньо в бетоноукладачі формувальних постів.

На компоновання устаткування формувальних цехів заводу впливають місце розташування бетонозмішувального цеху і спосіб доставки бетонної суміші до поста формування. Бетонна суміш із бетонозмішувальних цехів може подаватися у формувальні прольоти рейковими шляхами за допомогою самохідних бадей, стрічкових конвеєрів чи самохідних бетоноподавачів.

При стендовому способі виробництва стенди звичайно розташовують у прольоті в дві чи кілька смуг. Арматурні вироби і закладні деталі для виробів складають безпосередньо біля стендів. Бетонна суміш, яка доставляється з бетонозмішувального цеху по бетоновозній естакаді, розташованій в торці прольоту, перевантажується спочатку в самохідні бадді для транспорту її вздовж цеху, а потім надходить у бетоноподавач, який обслуговує стэнд, чи безпосередньо доставляється до стенда самохідним бетоноподавачем.

Компоновачні схеми головних корпусів підприємств збірного залізобетону

Найменування заводів	Компоновачні схеми
<p>Заводи КПД продуктивністю до 80 тис м³ в рік</p>	 <p>1-формувальний цех; 2-камери теплової обробки; 3-арматурний цех; 4-бетонозмішувальний цех</p>
<p>Заводи КПД і конструкцій для сільськогосподарського будівництва продуктивністю до 50 тис. м³ в рік</p>	
<p>Заводи залізобетонних елементів для збірних елеваторів продуктивністю 40-45 тис. м³ в рік</p>	

При конвеєрному способі виробництва залізобетонних виробів у прольоті цеху по ширині звичайно розміщують два конвеєри, які можуть мати два чи три яруси по висоті. У верхньому ярусі конвеєра, розташованому на рівні підлоги цеху, розміщують різні технологічні пости, а також камеру попередньої теплової обробки. У нижніх ярусах конвеєра розміщують щільну камеру тепловологісної обробки виробів.

Арматурні вироби надходять з арматурного цеху у формувальний за допомогою самохідного візка і потім транспортуються до місця складування мостовим краном. Бетонна і розчинна суміш доставляються з бетонозмішувального цеху, розташованого в торці прольоту, по черзі за допомогою стрічкового конвеєра і надходять у бункери-накопичувачі для бетону і розчину. З них суміш видається в бетоно- і розчиноукладач формувального поста конвеєра. Для вивозу готових виробів на склад у цехах використовують самохідні візки.

Технологічна лінія являє собою систему (комплект) основних і допоміжних машин і пристроїв, які утворюють пости, на яких виконуються операції технологічного процесу.

Технологічний план лінії проектують в такій послідовності:

- розробляють схеми постів (рис.2.3) і, виходячи з вимог техніки безпеки й експлуатаційного обслуговування машин, визначають ширину проїздів і проходів між ними;
- відповідно до технологічної схеми розміщують пости з урахуванням проїздів, проходів і необхідних допоміжних площ (для запасу арматурних сіток і каркасів, поточного ремонту форм, витримування виробів перед видачею на склад і ін.);
- встановлюють необхідні технологічні розміри лінії в плані і по висоті.

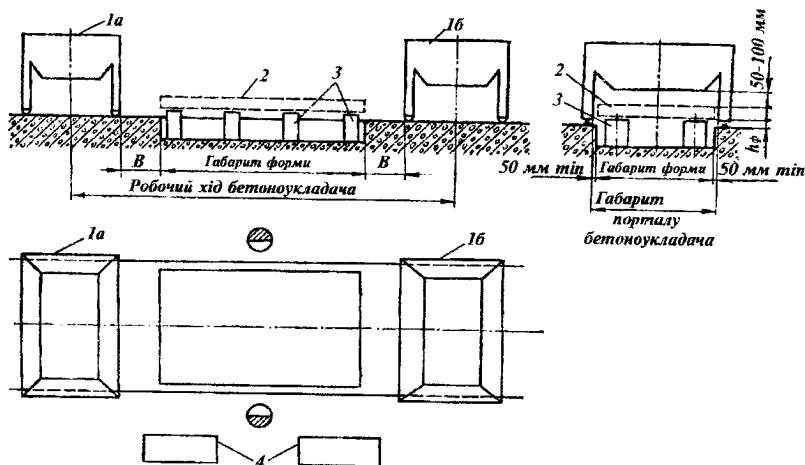


Рис.2.3. Розрахункова схема поста:

1а і 1б - положення бетоноукладача на початку і в кінці робочого ходу; 2 - форма; 3 - вібраційні блоки установки; 4 - місця зберігання інструменту і оснастки; В - відстань від бетоноукладача в крайньому положенні до форми, обумовлена необхідною шириною зони обслуговування вібромайданчика

Обладнання необхідно розмішувати таким чином, щоб не було перетину технологічних потоків і створювалася послідовність передачі виготовлених виробів по постах найкоротшим шляхом, без зустрічних і зворотних рухів. При цьому варто прагнути до утворення чітко спеціалізованих зон (підготовки форм, армування, формування, теплової обробки й ін.).

До складу технологічної лінії при *поточно-агрегатному способі* входять: формувальний агрегат з бетоноукладачем, установка для заготовки і електричного нагрівання чи механічного натягування арматури (при виготовленні попередньо напружених виробів), формоукладач, камери твердіння, ділянки розпалубки, охолодження виробів, їх доведення або опорядження, технічного контролю, пости чищення і змащення форм; площадки під поточний запас арматури, складних деталей, утеплювача, складування резервних форм, їх оснащення і поточного ремонту; стенд для випробувань готових виробів.

На рис. 2.4, 2.5 і 2.6 наведені компоновки технологічних ліній по виробництву центрифужованих труб, панелей і пустотних плит поточно-агрегатним способом.

Конвеєрні лінії розділяють по характеру роботи на періодичної і безперервної дії; по способу транспортування - з формами, утвореними безперервним сталевим оснащенням чи складеними з ряду елементів і бортового оснащення; по розташуванню теплових агрегатів - паралельно конвеєру в горизонтальній чи вертикальній площині, а також в створі формувальної частини конвеєра. Найбільше поширення отримали конвеєри періодичної дії з формами, які пересуваються по рейках (рис. 2.7). На них вироби виготовляють на пересувних піддонах, що утворюють безперервну конвеєрну лінію з 8 - 12 постів, обладнаних машинами для виконання окремих операцій технологічного процесу.

По компонуванню і принципу організації процесу конвеєри можна поділити на: лінії з тунельними і вертикальними камерами і пакетом термоформ; конвеєри з розташуванням агрегатів у два чи в три яруси по вертикалі; кругові і роторні конвеєри.

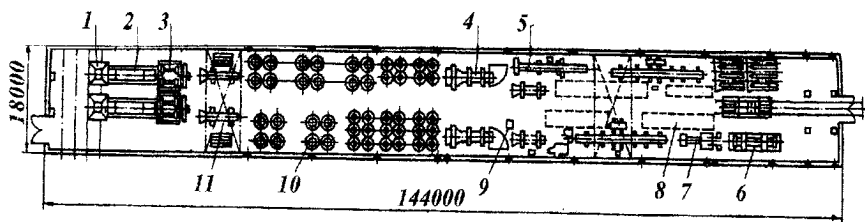


Рис.2.4. Компоновка прольоту по виробництву безнапірних центрифужованих труб продуктивністю 20 тис.м³:

1 - роздавальний бункер; 2 - ложкові живильники; 3 - центрифуга для формування труб від 400 до 1500 мм; 4 - пост розпалубки виробів, чищення і змащення форм; 5 - верстати для виготовлення арматурних об'ємних каркасів; 6 - установка для гідралічних випробувань; 7 - прес для механічних випробувань; 8 - майданчик для зберігання арматури; 9 - пост пневмошліфовки; 10 - пости теплової обробки виробів; 11 - стенд для кантування форм

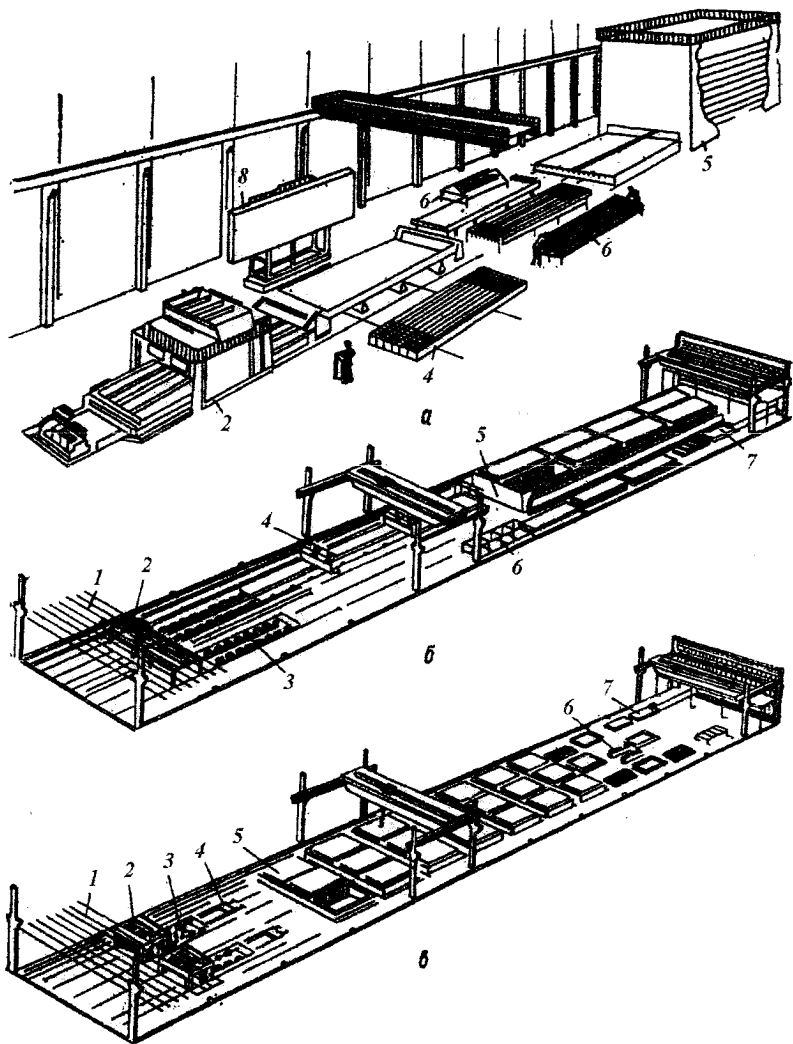


Рис.2.5. Компонівка технологічного прольоту:

а - однієї лінії по виробництву панелей; б, в - двох ліній по виробництву виробів довжиною 12 м і 6 м відповідно: 1 - естакада подачі бетону; 2 - бетоноукладач; 3 - вібромайданчик; 4 - формоукладач; 5 - камери тепловологісної обробки; 6 - пост напруження арматури; 7 - самохідний візок; 8 - вібропригруз

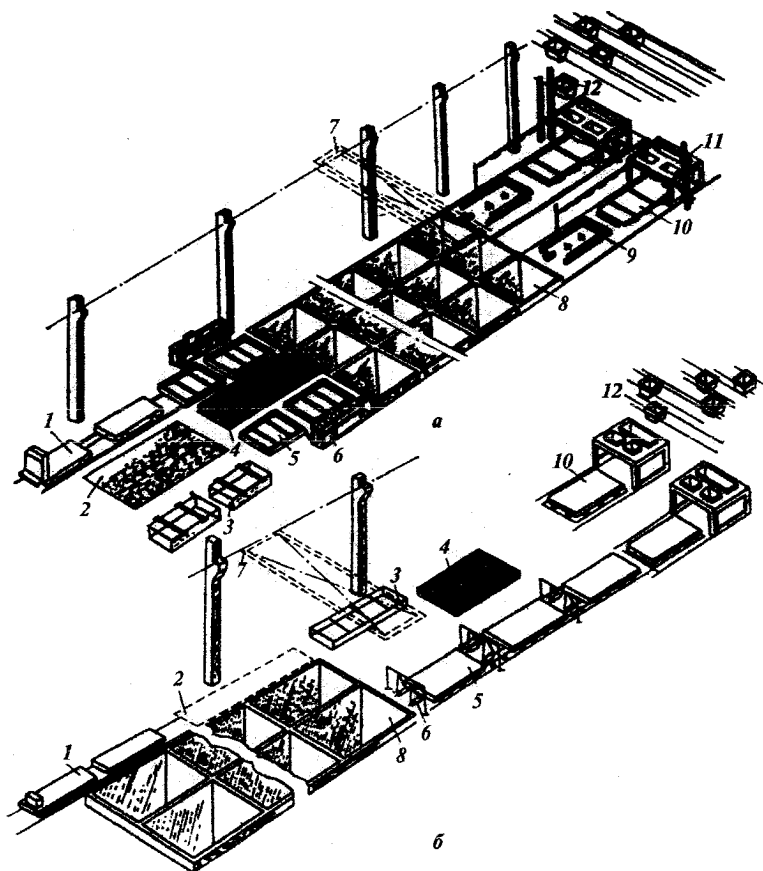


Рис.2.6. Компонівка прольоту з двома формувальними постами по виробництву бетонних і залізобетонних виробів:

а - розміром 3×6 м (продуктивність 30 тис.м³ на рік); б - розміром 3×12 м (продуктивність до 40 тис.м³ на рік); 1 - самохідний візок для транспортування готових виробів на склад; 2 - майданчик для складування готової продукції; 3 - стенд для ремонту і контролю виробів; 4 - майданчик для напівфабрикатів; 5 - пост напруження арматури; 6 - форми; 7 - мостовий кран; 8 - камери тепловологісної обробки бетону; 9 - формоукладач; 10 - вібрамайданчик; 11 - бетоноукладач; 12 - роздавальні бункери бетону

На рис. 2.8 наведена як приклад компоновка технологічної лінії виготовлення зовнішніх стінових керамзитобетонних панелей на конвєсрі з максимумною механізацією всіх процесів.

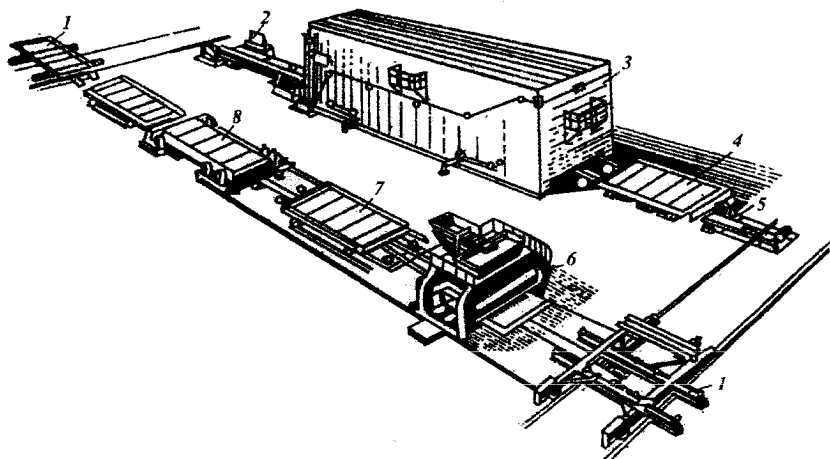


Рис.2.7. Компоновка конвєсєрних ліній:

1 - передаточний візок; 2 - понижувач; 3 - вертикальна камера теплової обробки; 4 - свіжовідформований виріб на візку; 5 - штовхач; 6 - пост формування; 7 - пост армування; 8 - пост підготовки форм

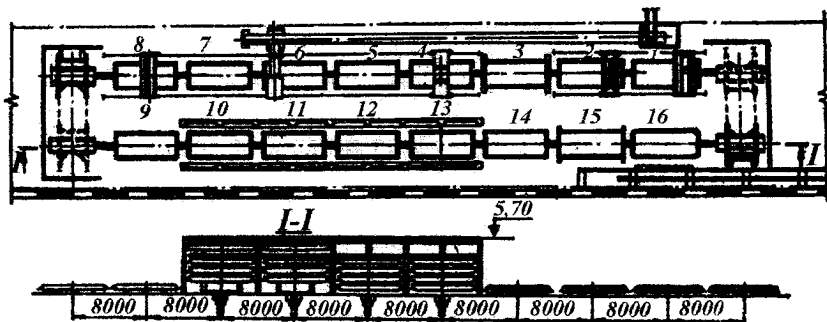


Рис.2.8. Конвєсєрна лінія виготовлення зовнішніх стінових панелей:

1 - очищення форм; 2 - змашення форм; 3 - закривання бортів і контроль розмірів форми; 4 - укладання плиток; 5 - установка арматурних каркасів, закладних деталей і вкладишів прорізів; 6 - укладка й ущільнення керамзитобетонної суміші; 7 - укладка і заглажування розчинного шару; 8 - витримування виробів; 9 - зняття вкладишів прорізів; 10, 11, 12, 13 - тепла обробка виробів; 14 - охолодження виробів; 15 - розкривання бортів форм; 16 - кантування і навіпнення панелей на опоряджувальний конвєсєр

Стенові технологічні лінії доцільно використовувати для виготовлення крупнорозмірних, особливо попередньо напружених виробів, які економічно неефективно і технологічно складно виготовляти на поточно-агрегатних чи конвеєрних лініях.

Для лінійних стендів рекомендуються наступні параметри: довжина лінійних стендів – 75...120 м; ширина стенової смуги – до 3,6 м. Число стенових смуг у прольоті цеху визначається з розрахунку необхідності завантаження працюючих, але не менш двох; оборотність стендів 1...1,5 доби.

Стенову технологію застосовують на відкритих полігонах і в закритих цехах при виготовленні важких довгомірних конструкцій (підкранові балки, ферми). Широке поширення одержали плоскі стенди, які представляють собою гладкий бетонний майданчик, розділений на окремі формувальні лінії. За способом організації роботи плоскі стенди поділяють на протяжні, пакетні і короткі.

На рис. 2.9 представлений довгий стенд для виготовлення попередньо напружених конструкцій. На таких стендах формують по чотири - шість виробів одночасно.

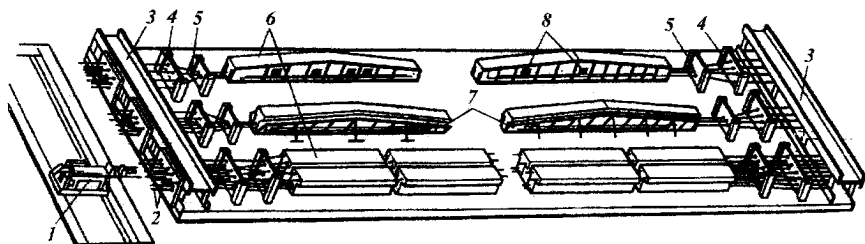


Рис.2.9. Довгий стенд для виготовлення попередньо напружених конструкцій:

1 - гідродомкрат; 2 - тяги з захватами; 3 - упор стенда; 4 - направляючі; 5 - фіксуючі діафрагми; 6 - виріб; 7 - форми; 8 - вібратори

У сучасній заводській практиці широко застосовуються так звані короткі стенди для виготовлення попередньо-напружених конструкцій промислових будівель, головним чином, двосхилих балок і ферм прольотом до 36 м.

На ряді заводів експлуатуються короткі стенди для одночасного виготовлення в горизонтальному положенні двох сегментних ферм прольотом 24 м. Застосовують також коротку стенд-камеру з подовжніми стінками, які сприймають зусилля від опорних балок по кінцях стенда (рис. 2.10).

Технологічна лінія з коротких стендів, яка розміщена в уніфіковано-му прольоті, призначена для виготовлення ферм сегментних і з паралельними поясами, а також складених ферм із решіткою з готових елементів (рис. 2.11).

Успішно освоєна ефективна стенова технологія із застосуванням коротких стендів і силових форм. Кожна силова форма чи стенд обладнується для самостійної теплової обробки.

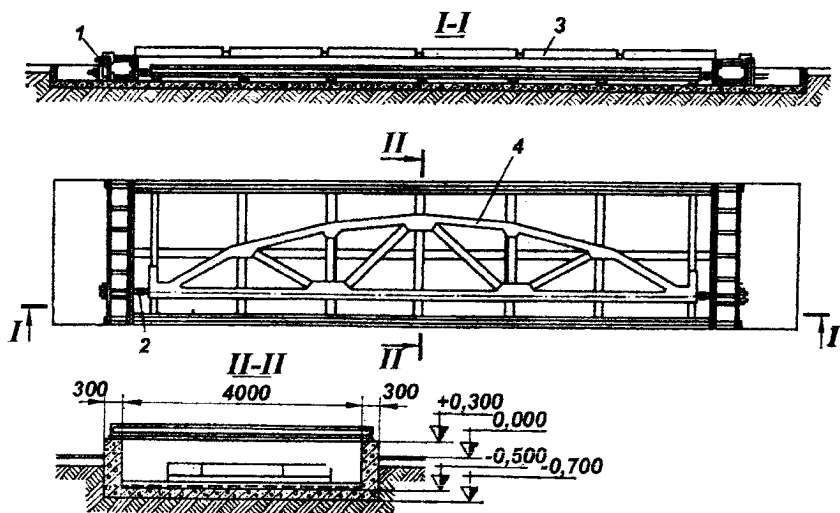


Рис.2.10. Короткий стенд-камера:

1 - траверса; 2 - тяга з захватом 3 - кришка камери; 4 - форма

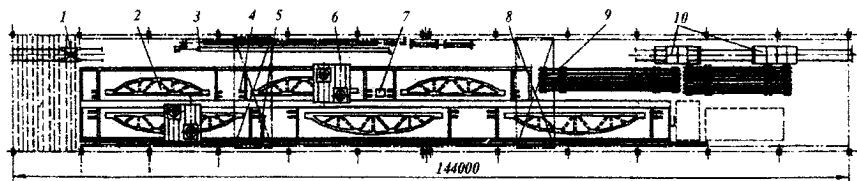


Рис.2.11. План технологічної лінії з короткими стендами:

1 - бадя самохідна; 2 - форма; 3 - установка для заготівлі арматурних пакетів; 4 - упори; 5 - консольний кран; 6 - бетоноукладач; 7 - гідродомкрат; 8 - мостовий кран; 9 - стенд для витримування виробів; 10 - самохідний візок з причепом

Особливістю *касетного способу* виробництва є вертикальне формування виробів у стаціонарних роз'ємних металевих групових формах-касетах, у яких вироби залишаються до досягнення бетоном необхідної міцності.

Касетні установки працюють за стендовою схемою організації виробництва, при якій виконання всіх технологічних операцій відбувається послідовно на одному посту, в одній установці, а подача арматурних каркасів і

транспортування готових панелей виконуються мостовими кранами.

Касетно-конвеєрною називають формувальну лінію, на якій виробляють у вертикальному положенні, опалубку і виробляють в процесі виробництва переміщують із заданим ритмом по технологічних постах. Касетно-конвеєрна лінія складається з пакета вертикально чи похило встановлених щитів, з'єднаних роз'ємними або нероз'ємними зв'язками, механізмів укладання й ущільнення бетонної суміші, збирання і розбирання щитів, розпалубки виробів, транспортних пристроїв для переміщення пакета й окремих щитів, пристроїв для теплової обробки виробів, механізмів для підготовчих робіт (чищення і змащення щитів, подачі й установаження арматурних каркасів).

Касетно-конвеєрні лінії бувають: із збірно-розбірним і нерозбірним пакетом; з поступальним і зворотно-поступальним (човниковим) переміщенням пакета; горизонтально і вертикально замкнуті; поздовжньо і поперечно розташовані; з одно- і двостороннім формуванням (залежно від кріплення оснащення).

Склади готової продукції на заводах залізобетонних виробів виконуються як кранові естакади з відміткою підкранової колії, яка відповідає головному корпусу, або вищою. Запас готових виробів у залежності від близькості споживачів приймається 10...14 робочих діб.

Компоновка складів тісно пов'язується з головними виробничими корпусами заводів. Як правило склад готової продукції - це відкрита площадка, обладнана підйомно-транспортними механізмами. Приймають кілька прольотів по 18 чи 24 м, які примикають до торця головного корпусу.

Для збереження виробів з ніздрюватих бетонів, а також деяких елементів з легких бетонів над складом влаштовують легке покриття.

Щоб уникнути утруднень при відвантаженні готової продукції залізничну колію і автомобільну дорогу до складу підводять з різних кінців.

Залежно від виду і довжини виробів зберігають вертикально (у спеціальних секціях на дерев'яні бруси встановлюють панелі зовнішніх і внутрішніх стін, перегородки, рами і т.п.), горизонтально (у штабелях з дерев'яними прокладками зберігають панелі перекриттів, покриттів, фундаментні блоки, об'ємні елементи елеваторів, сходові площадки, колони й ін.); виробів довжиною до 2,50 м складають у секції з однобічним затисненням; тонкостінні малогабаритні панелі внутрішніх перегородок і сантехкабін - у контейнерах.

Готові виробляють подають на склад самохідними візками вантажопідйомністю 20 т. Вантажопідйомність кранів призначається за сумарною масою найважчого виробу і траверси.

Склади готової продукції в більшості випадків комплектують з типових секцій (табл. 2.5).

Бетонозмішувальні цехи заводів збірного залізобетону комплектують із секцій. Залежно від потрібної продуктивності і виду сумішей установками можуть складатися з однієї чи двох секцій і оснащуватися змішувачами різного типу.

Технічна характеристика типових секцій відкритих складів
готової продукції.

Показник	C-I, 3-II	C-III, 3-IV C-V, C-VI	C-VII, C-VIII, 3-IX
Розмір секцій:			
ширина, м	33	54	87
довжина, м	36	36	36
площа, м ²	1205	1962	3150
Число і ширина про- льотів, м	1×33	3×18	3×18+1×33
Відмітка верху під- кранового шляху, м	9,7	9,7	9,7
Крок колон, м	12	12	12
Вантажопідйомність мостових кранів, т	30 / 5	12,5	12,5 + 30 / 5
Найбільші відстані, м, між проходами в на- прямках:			
поперечному	25	25	25
поздовжньому	через два штабелі	через два штабелі	через два штабелі
між проїздами	100	100	100
Витрата води для по- ливання 1 м ³ виробів у літню пору, м ³ /сут	8 - 12	8 - 12	8 - 12

Найбільш розповсюджені бетонозмішувальні цехи: автоматизований продуктивністю 60 м³/год (рис. 2.12) і автоматизований продуктивністю 120 м³/год (рис 2.13). У обох проектах передбачена установка змішувачів місткістю 1500 л.

Для циклічного способу виробництва при великій потребі у бетоні різних марок цехи комбонують за висотною схемою. При великому споживанні одномарочного бетону застосовують бетонозмішувальні установки безперервної дії. При малому споживанні бетонної суміші і для забезпечення полігонів застосовують циклічні установки з використанням скіпових підйомників. Обидва останніх типи установок, як правило, виконуються по партійній двоступінчастій схемі.

Уніфіковані бетонозмішувальні цехи можуть бути різної продуктивності – від 50 до 250 тис. м³ у рік залежно від прийнятих бетонозмішувачів.

При вертикальному компонованні цеху необхідно обґрунтувати вибір висотних відміток площадок. Відмітка установки роздаточного бункера визначається з урахуванням транспортних засобів, а висота змішувального відділення – залежно від типу бетонозмішувачів.

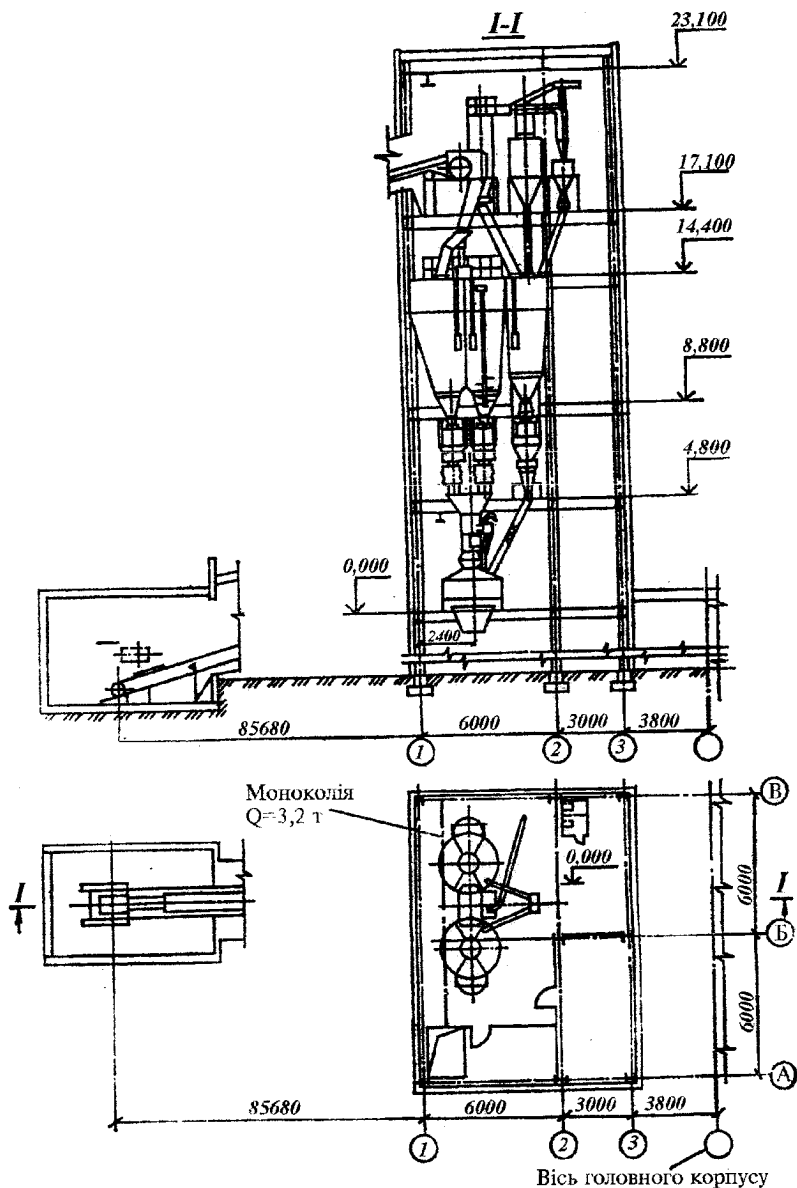


Рис.2.12. Автоматизований бетонозмішувальний цех продуктивністю 60 м³/год важких бетонних сумішей із змішувачами місткістю 1500 л

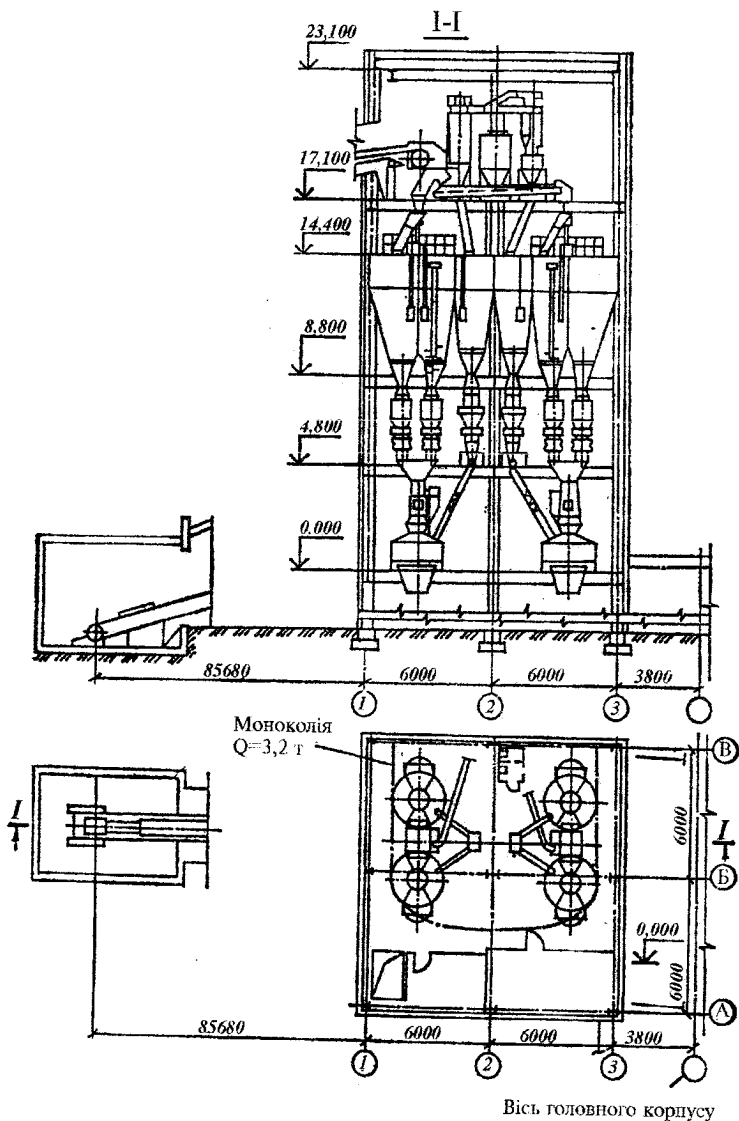


Рис.2.13. Автоматизований бетонозмішувальний цех продуктивністю 120 м³/год важких бетонних сумішей із змішувачами місткістю 1500 л

Орієнтовно висоту змішувачів можна прийняти:

Примусової дії ємністю: 500 л 400 см
1000 л 450 - 500 см
Гравітаційної дії ємністю: 425 л 400 см
1200 л 500 - 600 см
2400 л 600 - 700 см

Безперервної дії: 550 см

Висота дозувального відділення залежить від ємності витратних бункерів і кількості дозаторів (від 6 до 12 м), а висота надбункерного відділення – від типу приймальних пристроїв (від 5 до 8 м).

У табл.2.6 наведені відмітки обладнання, прийняті в типових проєктах.

Таблиця 2.6

Відмітки розташування обладнання БЗЦ

Типи змішувачів	Спосіб перемішування	Ємність, л	Відмітки, м		
			бетонозмішувача	дозатора	витратних бункерів
Бетонозмішувачі циклічної дії	Гравітаційний	425	4,6	8,6	14,6
		1200	5,0	10,0	17,7
		2400	6,0	12,7	24,8
	Примусовий	500	4,1	8,45	14,6
		1000	4,5	9,0	17,0
Бетонозмішувачі безперервної дії	–	Продуктивність, 120 м ³ /год	9,3	–	–

Склади цементу заводів збірного залізобетону класифікуються:

за прив'язкою до транспортних комунікацій – на притрасові і прирейкові (на притрасових складах прийом цементу здійснюється тільки з автоцементовозів, а на прирейкових – з автоцементовозів і з усіх видів залізничного транспорту);

за типами силосів – на металеві і залізобетонні;

за способом подачі цементу у витратні бункери бетонозмішувальних цехів – з пневматичною і механічною подачею.

Для заводів залізобетонних виробів у більшості випадків склад цементу прив'язують за типовими проєктами (рис. 2.14, 2.15). У тих випадках, коли, наприклад, при реконструкції чи розширенні заводу виникає необхідність в індивідуальному проєктуванні, керуються наступними положеннями: склад повинен бути силосним, автоматизованим, з транспортуванням цементу за допомогою стиснутого повітря, забезпечувати прийом цементу з усіх видів транспортних засобів, зазначених у завданні на проєктування; запас повинен складати при надходженні залізничним транспортом 7...10, автотранспортом – 5...7 розрахункових робочих діб, кількість ємностей повинна бути не меншою 4, у складах повинне виключатися злежування цементів у силсах.

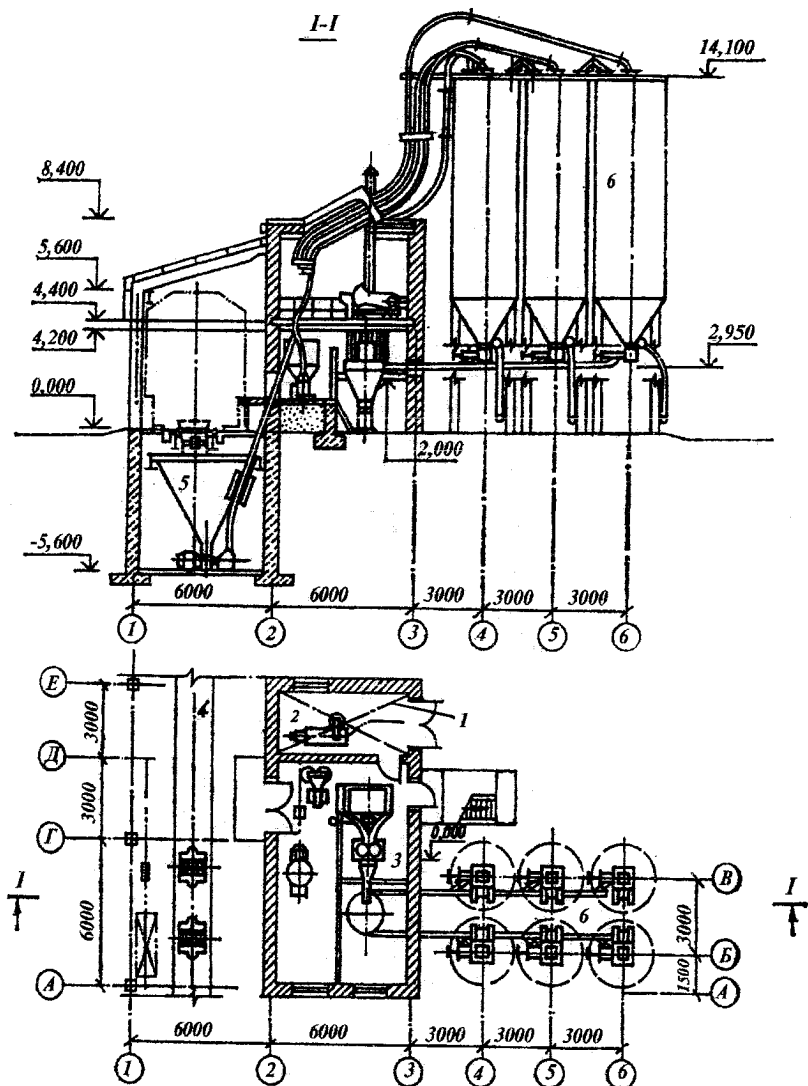


Рис.2.14. Автоматизований прирековий склад цементу місткістю 360/240 т. (Варіант подачі цементу в БЗВ пневмогвинтовим насосом):
 1 - пультава на відм. 4.400 - 21 м²; 2 - приміщення вакуум-насосу - 21 м²;
 3 - приміщення пневморозвантажувача і фільтра - 54 м²; 4 - навіс - 72 м²;
 5 - приміщення пневмопідйомника (ерліфта) - 34 м²; 6 - силоси- 6/4 шт.

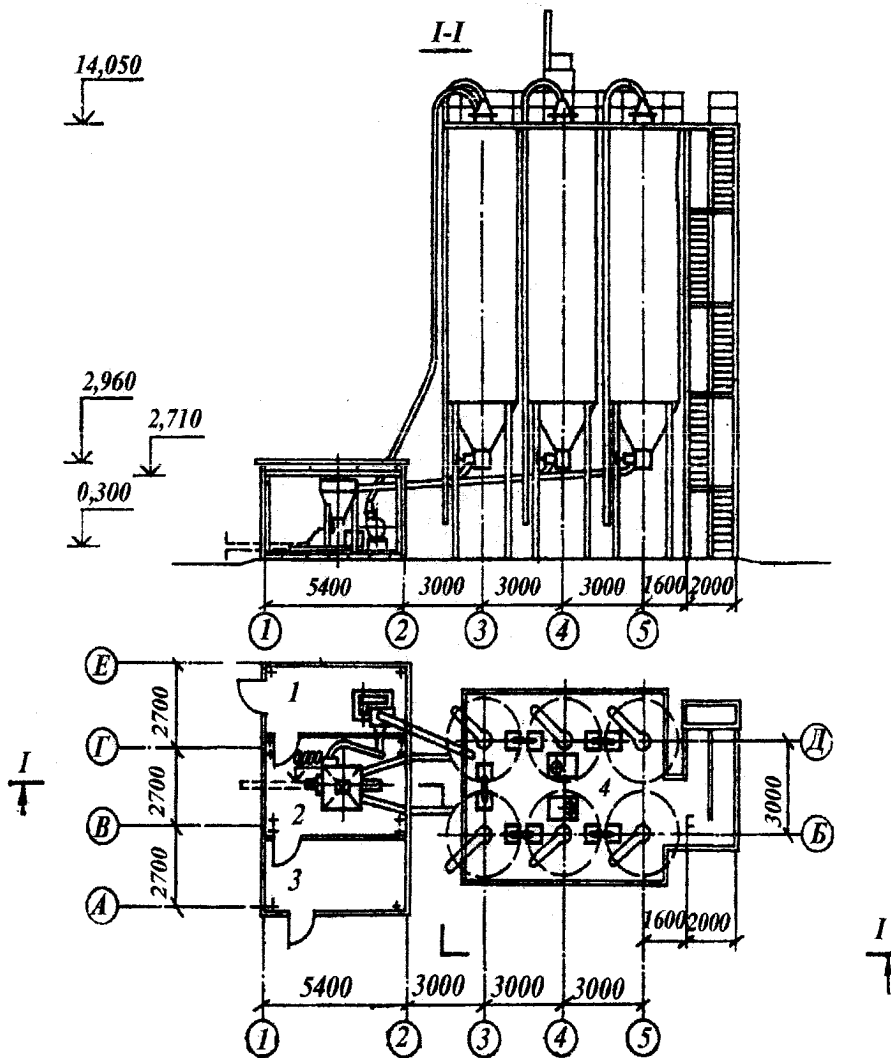


Рис.2.15. Автоматизований притрасовий склад цементу місткістю 360/240 т. (Стационарний варіант):

1 - приміщення вентилятора і сушки стиснутого повітря - 16 м²; 2 - приміщення пневмогвинтового насоса або пневмопідіймника (ерліфта) - 18 м²; 3 - пультова - 16 м²; 4 - силоси - 6/4 шт.

На площадці заводу склад проектують таким чином, щоб він знаходився поблизу бетонозмішувального відділення і на оптимальній відстані від компресорної станції, мав автотранспортний під'їзд до банок і допуслав подальше розширення шляхом прибудови силосів.

При виробництві збірного залізобетону знаходять широке застосування різні хімічні добавки, тому на сучасних підприємствах є *відділення хімічних добавок*. Для використання добавок розроблено кілька типів вузлів прийому, зберігання, переробки і дозування їх. На рис. 2.16, 2.17 наведений приклад технологічної схеми установки для введення хімічних добавок, яка розроблена НДІЗалізобетоном.

Вузол дозволяє застосовувати як рідкі, так і сипучі добавки, які розчиняють і доводять до необхідної концентрації і дозують в бетонозмішувач. При необхідності можливі підігрів і пневматичний барботаж добавок.

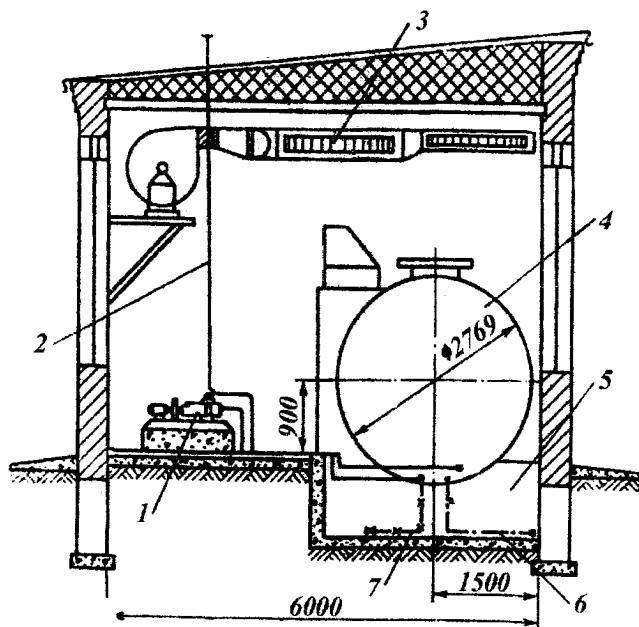


Рис.2.16. Відділення для зберігання добавки:

1 - насос 2×9 продуктивністю 20 м³/год; 2 - трубопровід діаметром 40×48 мм; 3 - вентиляційна установка; 4 - резервуар місткістю 50 м³; 5 - камера засувки; 6 - напропровід; 7 - трубопровід сливу грязьових залишків

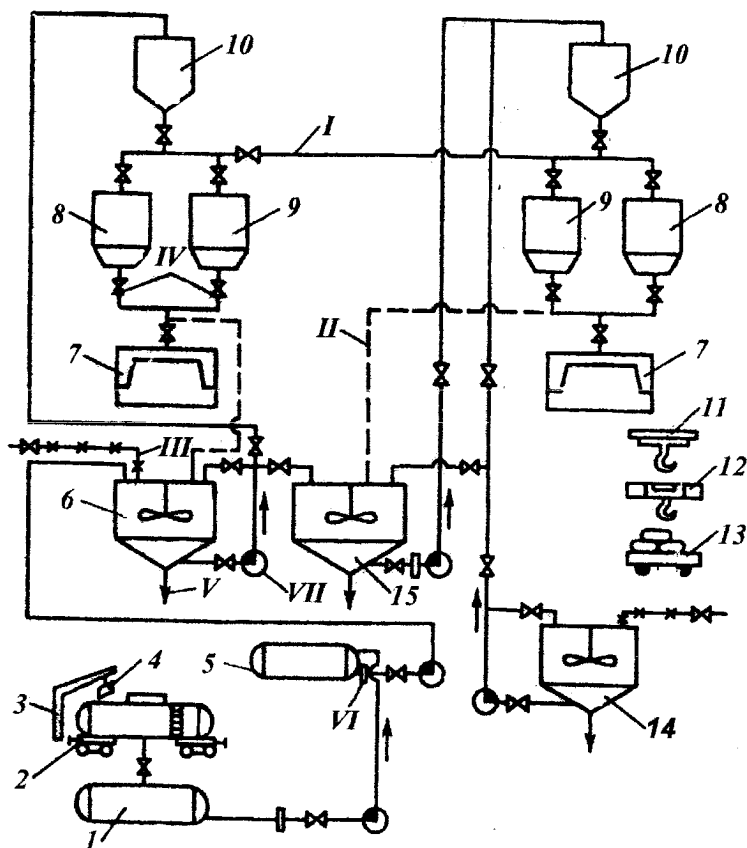


Рис.2.17. Принципова схема складу хімічних добавок:

I - трубопровід подачі рідкої хімічної добавки; II - трубопровід промивання; III - водопровід; IV - клапан (вентиль); V - злив грязьових нержучинних залишків; VI - фільтр; VII - насос:

1 - резервуар для зливу рідкої добавки з цистерни; 2 - залізнична цистерна; 3 - кран-балка з ручною лебідкою; 4 - переносний паропідігрівач; 5 - резервуар для зберігання місткістю 50 м^3 ; 6 - бак для приготування робочого розчину місткістю 6 м^3 ; 7 - бетонозмішувач; 8 - ваговий дозатор добавки; 9 - дозатор води АВДЖ-425/1200 л; 10 - витратний бак; 11 - підвісний кран вантажопідйомністю 1 т; 12 - таль електрична; 13 - самохідний візок; 14 - підготовчий бак для розчинення порошкоподібного матеріалу місткістю 6 м^3 ; 15 - бак для приготування комплексної хімічної добавки місткістю 10 м^3

Склади для зберігання заповнювачів бувають різних типів і розрізняються за об'ємом, способом розвантажування привезених на завод різними видами транспорту матеріалів, способом зберігання і подавання матеріалів у витратні бункери бетонозмішувального відділення.

Найпоширенішими видами механізованих складів заповнювачів є естакадно-штабельні, штабельно-лінійні (рис.2.18), штабельно-кільцеві, силосні (рис.2.19). Ці склади розрізняються між собою способом розвантажування, вантажоприймальними пристроями, транспортною схемою.

Зберігання заповнювачів на складі слід передбачати за видами, фракціями і сортами в окремих ємкостях або шляхом використання розділювальних стінок. Великим недоліком відкритих складів є зволоження і засмічення матеріалу сторонніми домішками. Штабельні склади відрізняються малим використанням об'єму складу (усього 15...25%). У напівбункерних і силосних складів ці показники значно вищі (у напівбункерному складі до 75%, а силосно-кільцевому до 90%). Крім того склади закритого типу мають менші питомі капіталовкладення, тепловтрати, витрати палива на підігрів і розморожування заповнювачів і більш низьку собівартість переробки 1 м³ заповнювача. Тому при проектуванні нових заводів більш доцільно передбачати напівбункерні і силосно-кільцеві склади заповнювачів закритого типу.

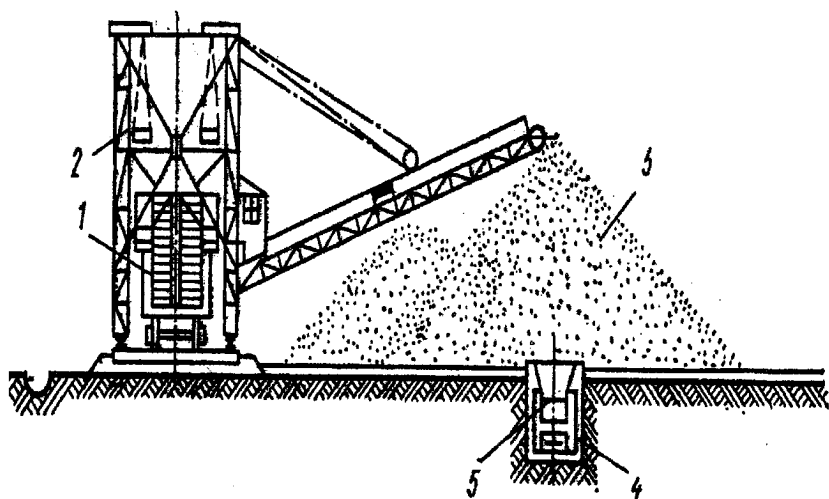


Рис.2.18. Штабельно-граншейний склад заповнювачів з портальною розвантажувально-штабелювальною машиною ТР-2
1 - напіввагон; 2 - портально-розвантажувальна машина; 3 - штабель заповнювачів; 4 - стрічковий конвеєр; 5 - бункер з затвором

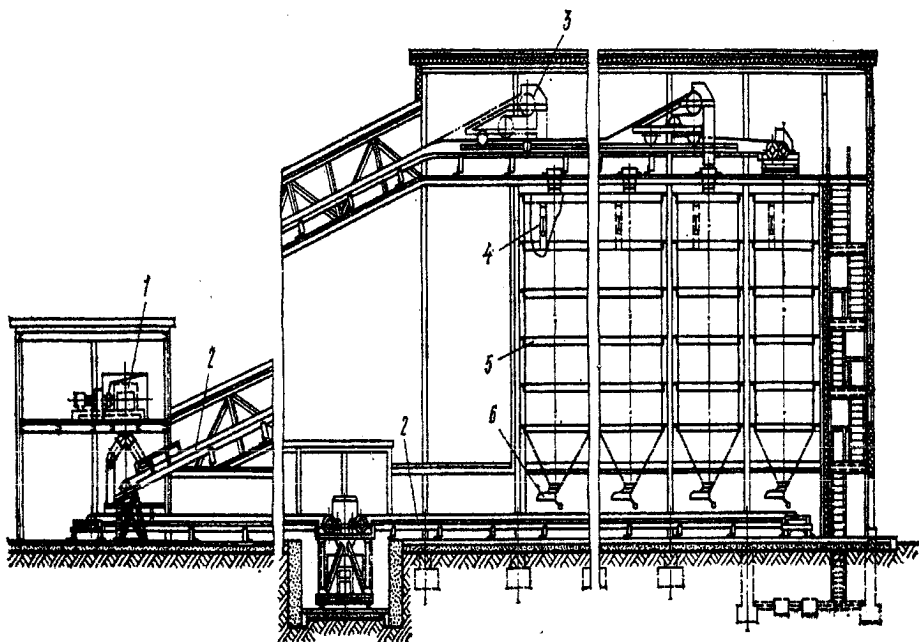


Рис.2.19. Силосний склад заповнювачів

1,2 - стрічковий конвеєр; 3 - скидальний візок; 4 - верхній вказівник рівня; 5 - силос; 6 - віброживильник

Склади заповнювачів повинні дозволяти здійснювати приймання матеріалів із напіввагонів і автосамоскидів в будь-який час року, зберігання їх за фракціями, розморожування перед видачею в бетонозмішувальний цех. Нормативний запас заповнювачів складає 7...10 робочих діб, кількість відсіків, кути нахилу стрічкових конвеєрів, і т.д. приймають згідно норм технологічного проектування.

3. РОЗРАХУНКИ СКЛАДІВ КОМПОНЕНТІВ БЕТОННОЇ СУМІШІ І БЕТОНОЗМІШУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

При виконанні технологічних розрахунків як нормативні застосовують показники, що рекомендуються Державними будівельними нормами України "Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів (ДБН А.3.1-8-96).

При розробці проектів конкретних підприємств ряд рекомендованих показників уточнюється залежно від номенклатури виробів, матеріалів, які застосовуються, і інших місцевих умов.

Норми поширюються на проектування технологій нових та таких, що реконструюються підприємств, цехів для виготовлення армованих і неармованих збірних виробів з важких і легких бетонів, а також на проектування технологій окремих виробництв, самостійних бетонозмішувальних, розчинозмішувальних та арматурних цехів чи відділень.

При проектуванні технологій підприємств і цехів, у котрих формування виробів здійснюється методами центрифугування, віброгідропресування і вібропрокату або виготовляються вироби, до яких ставляться особливі вимоги з довговічності, морозостійкості і водонепроникності (шпали, мостові конструкції, труби тощо), окрім вимог цих норм необхідно керуватися додатковими вимогами, що установлені відповідними державними документами та іншою технічною документацією.

Виробництва, що включають нові технологічні рішення і обладнання, слід проектувати з використанням технологічних регламентів, погоджених замовником і проектувальником у завданні на проектування.

3.1 Режим роботи підприємства

Для визначення режиму роботи підприємства слід приймати:

номінальний фонд часу роботи обладнання (T_n), кількість робочих днів на рік	260
те саме, для вивантаження сировини та матеріалів, які постачаються залізницею	365
тривалість робочої зміни ($t_{зм}$), год	8
кількість робочих змін на добу (без теплової обробки $n_{зм}$)	2
кількість робочих змін на добу для теплової обробки	3
кількість робочих змін для приймання матеріалів з авто- транспорту	2 чи 3 (залежно від місцевих умов)

Розрахункова кількість робочих днів на рік для полігонів: з прискореним твердненням виробів приймається за табл.3.1; з природним твердненням виробів — 150

Річний фонд часу роботи технологічного обладнання визначають за формулою:

$$T_{\text{річ}} = T_{\text{н}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{пер}}, \text{ діб}, \quad (3.1)$$

або:

$$P' = (T_{\text{н}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{пер}}) \cdot t_{\text{доб}}, \text{ год}, \quad (3.2)$$

де $T_{\text{н}}$ - номінальний фонд часу роботи обладнання, діб; $T_{\text{рем}}$ - тривалість планових зупинок обладнання на ремонт, діб (табл.3.1); $T_{\text{пер}}$ - витрати робочого часу, пов'язані з переналадженням формувального обладнання, діб (табл.3.2);

$t_{\text{доб}}$ - добовий фонд продуктивного робочого часу:

$$t_{\text{доб}} = n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot K_{\text{вз}}, \text{ год}, \quad (3.3)$$

де $n_{\text{зм}}$ - кількість робочих змін на добу; $t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год; $K_{\text{вз}}$ - коефіцієнт внутрішньозмінного продуктивного використання робочого часу:

$$K_{\text{вз}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^e q_i}{100}, \quad (3.4)$$

де e - кількість регламентованих додаткових витрат внутрішньозмінного часу (табл.3.3); q_i - тривалість внутрішньозмінних регламентованих додаткових витрат часу у відсотках від оперативного часу (табл.3.3).

Таблиця 3.1

Тривалість планових зупинок обладнання на ремонт та кількість розрахункових робочих діб

Технологічна лінія та основне технологічне обладнання	Тривалість планових зупинок на ремонт ($T_{\text{рем}}$), діб	Розрахункова кількість робочих діб на рік ($T_{\text{річ}}$)
Агрегатно-потоківі та стендові лінії, касетні установки	7	253
Конвеєрні лінії	13	247
Цехи і установки для приготування бетонних та розчинних сумішей	7	253

Примітка 1. Для бетонозмішувальних, арматурних та допоміжних цехів, баз комплектування приймають максимальні параметри роботи (продуктивність) формувальних ліній, що входять до складу виробництва.

2. Для технологічних ліній, розташованих на полігонах цілорічної дії, тривалості планових зупинок на ремонт приймають зі збільшенням їх на 20%. Для технологічних ліній на полігонах сезонної дії планові зупинки на ремонт не беруться до уваги.

3. У нормах не урахований час на технічні огляди та дрібний поточний ремонт, які виконуються у третю неробочу зміну та у вихідні дні. При роботі підприємства у три зміни знос обладнання збільшується і відпадає можливість проведення дрібних ремонтів його та обслуговування у третю, неробочу зміну. При тризмінному режимі роботи тривалість планових зупинок обладнання на ремонт збільшується у 1,5 рази.

Таблиця 3.2

Тривалість витрат робочого часу, пов'язаних з зупинками формувального обладнання на переналагодження ($T_{пер}$), діб на рік

Технологічна лінія	Простої обладнання від способу виконання та кількості змін за робочу добу ($T_{пер}$)					
	усі переналагодження виконуються на спецпостах		на спецпостах виконуються тільки переналагодження, які не укладаються у темп роботи лінії		усі переналагодження виконуються на лінії	
	2	3	2	3	2	3
Конверсна та касетно-конверсна	2	3	3	4	-	-
Агрегатно-потокова	1	2	1	2	-	-
Касетна, з виготовленням марок виробів за рік в одній касеті						
10	-	-	3	5	4	6
15	-	-	5	7	6	8
20	-	-	7	9	8	10

Таблиця 3.3

Тривалість внутрішньозмінних додаткових (регламентованих) витрат часу

Категорія додаткових витрат часу усереднені зміни (e)	Додаткові витрати часу (q_1) для способів виробництва, %			
	агрегатно-потокового	конверсного	касетного	стендового
Підготовчо-заклучна робота	5,0	5,0	4,0	4,0
Обслуговування робочого місця	4,0	6,0	4,4	4,0
Перерви технологічні	4,0	9,0	1,6	3,0
Відпочинок та особисті потреби	10,0	-	10,0	10,0
Усього:	23,0	20,0	20,0	21,0
Коефіцієнт внутрішньозмінного продуктивного використання робочого часу ($K_{вз}$)	0,77	0,80	0,80	0,79

3.2 Склади цементу та заповнювачів

Склади цементу і золи-винесення. Розрахункову кількість цементу для визначення ємності заводського складу можна визначити за формулою:

$$V_{ц} = \frac{1,04 \cdot Q \cdot Ц \cdot n}{0,9 \cdot T_{р\dot{и}ч}} \quad (3.5)$$

де Q - річна продуктивність підприємства, m^3 ; $Ц$ - усереднена витрата цементу на $1 m^3$ продукції, визначена на основі підбору складу бетону або по нормах технологічного проектування (табл.3.4), т; n - запас цементу на складі, розрахункові робочі дні; 1,04- коефіцієнт можливих втрат цементу в процесі розвантажувальних і транспортних операцій і в бетонній суміші; 0,9- коефіцієнт заповнення ємності для збереження цементу; $T_{р\dot{и}ч}$ - кількість робочих днів у році.

Висота силосу дорівнює:

$$H = \frac{4 \cdot (V_{ц} / w)}{k_3 \cdot \rho_{0ц} \cdot \pi \cdot d^2} \quad (3.6)$$

де w – кількість силосів; k_3 – коефіцієнт заповнення силосу; $\rho_{0ц}$ – насипна густина цементу ($\rho_{0ц} = 1 t/m^3$); d – діаметр силосу, м.

Розрахункову кількість золи визначають також за формулою (3.5), де замість витрати цементу ($Ц$) враховується витрата золи-винесення. Орієнтовно можна приймати питому витрату золи для важких бетонів у межах $100 \dots 200 \text{ кг}/m^3$ (нижня норма для бетонів класів В25 і вище).

Зберігання цементу і золи-винесення слід передбачати окремо за видами і марками. Система транспортування золи і цементу на склад та зі складу повинна виключати можливість їх змішування.

Кількість ємностей для цементу повинна бути на одну більше від потрібної кількості видів і марок цементу.

Запас кожної марки цементу і золи-винесення при постачанні залізницею приймають за обсягом не менше двох вагонів або 120 т.

Запас цементу і золи-винесення на складі (в силосах) установлюється завданням на проектування і рекомендується при постачанні:

- залізницею - до 10 діб;
- автотранспортом до 7 діб;
- запас декоративного цементу до 30 діб.

При цьому:

- Діаметр залізобетонних силосів, м – 3; 6 і 12
- Уніфікована висота, м - 10...30
- Місткість, т - 240; 360; 480; 720; 1100; 1700 і 4000

При розрахунку силосів і бункерів для збереження цементу приймають насипну густину $1000 \text{ кг}/m^3$. Насипну густину золи приймають $800 \text{ кг}/m^3$.

Склади заповнювачів. Місткість складу заповнювачів, м³:

$$V_3 = \frac{1,02 \cdot Q \cdot 3 \cdot n}{T_{\text{річ}}}, \quad (3.7)$$

де Q- річна продуктивність підприємства, м³; 3- усереднена витрата заповнювача на 1 м³ продукції, визначена на основі підбору складу бетону або по нормах технологічного проектування, м³/м³ (табл.3.5); n- запас заповнювачів на складі, розрахункові робочі дні; 1,02- коефіцієнт можливих втрат цементу в процесі розвантажувальних і транспортних операцій і в бетонній суміші; T_{річ}- кількість робочих днів у році.

Таблиця 3.4

Укрупнені питомі витрати цементу

Вид бетону	Технологія виготовлення виробів	Проектний клас (марка) бетону	Марка цементу	Витрати цементу, кг/м ³
Важкий	Агрегатно-потокова та конвеєрна	B7,5(100)	300	230
		B10,B12,5(150)	300	270
		B15(200)	400	280
		B22,5(300)	400	370
		B30(400)	500	400
		B40(500)	600	450
		B45(600)	600	550
	Стендова	B15(200)	400	320
		B22,5(300)	500	370
		B30(400)	500	450
		B40(500)	600	500
	Касетна	B10,B12,5(150)	400	320
		B15(200)	400	390
		B22,5(300)	500	440
Легкий	Агрегатно-потокова та конвеєрна	B3,5(50)	400	220
		B5(75)	400	240
		B7,5(100)	400	260
		B10,B12,5(150)	400	290
		B15(200)	400	340
		B22,5(300)	500	380
		B30(400)	600	450
Дрібнозернистий (в т.ч. для фактурних шарів)	Те саме	B7,5(100)	400	340
		B10,B12,5(150)	400	380
		B12(200)	400	420
		B22,5(300)	500	460

Витрати заповнювачів на 1 м³ бетону

Вид бетону та розчину	Витрата заповнювачів бетону, м ³ /м ³	
	пісок	щебінь чи гравій
Бетон важкий:		
- для усіх технологій, окрім касетної	0,45	0,90
- для касетної технології	0,60	0,75
Бетон легкий:		
а) теплоізоляційний		
- великопористий	-	1,05
- дрібнозернистий	1,20	-
б) конструкційно-теплоізоляційний:		
- на піску пористому	0,30	1,10
- на піску щільному	0,20	1,10
- на золі та золошлаковій суміші	0,15	1,10
- без піску (поризований)	-	1,20
в) конструкційний	0,55	0,80
Розчин	1,10	-

Зерновий склад крупного заповнювача для розрахунку складів заповнювачів підбирається згідно табл. 3.6, а розрахункові значення насипної густоти заповнювачів згідно табл. 3.7.

Таблиця 3.6

Зерновий склад крупного заповнювача для розрахунку складів заповнювачів

Найбільша величина зерен, мм	Вміст фракцій (мм) в крупному заповнювачі, % за масою			
	5-10	10-20	20-40	40-80
10	100	-	-	-
20	35	65	-	-
40	25	25	50	-
80	15	20	25	40

Рекомендований запас заповнювачів на заводських складах при їх надходженні:

- залізницею і водним транспортом - до 10 діб;
- автомобільним транспортом - до 7 діб.

Навігаційні запаси передбачають запас на міжнавігаційний проміжок часу.

Таблиця 3.7

Розрахункові значення насипної густини заповнювачів

Найменування матеріалу	Розрахункова насипна густина, кг/м ³
Щебінь гранітний	1500
Щебінь вапняковий	1300
Гравій	1600
Пісок кварцовий з вологістю 5%	1500
Пісок перлітовий спучений	300
Щебінь перлітовий	500
Гравій керамзитовий для бетонів: - конструкційно-теплоізоляційних - конструкційних	600 800
Гравій шунгізовий	600
Щебінь туфовий	700
Пісок керамзитовий і шунгізовий	800
Щебінь з шлакової та літоїдної пемзи	1000
Щебінь та пісок аглопоритові	1000
Пісок з шлакової пемзи	1200

Рекомендований запас декоративного заповнювача при постачанні:

а) залізницею:

- розсіпом у вагонах - не менше двох вагонів або 120 м³;
- у контейнерах - до 10;

б) автотранспортом - до 7 діб.

При постачанні заповнювачів залізницею ємкість для однієї фракції заповнювача кожного виду приймають не менше 120 м³.

Загальна корисна площа (м²) складу, що необхідна для одночасного зберігання заповнювачів знаходиться за формулою:

$$F_{\text{заг}} = \frac{V_3}{\vartheta_3} \quad (3.8 \text{ а})$$

де ϑ_3 - середня питома місткість складу, м³/м².

Загальну корисну площа (м²) складу можна також знаходити за формулою:

$$F_{\text{заг}} = w_{\text{щ}} \cdot F_{\text{щ}} + w_{\text{п}} \cdot F_{\text{п}}, \quad (3.8 \text{ б})$$

де $w_{\text{щ}}$, $w_{\text{п}}$ - кількість штабелів щебеню та піску; $F_{\text{щ}}$, $F_{\text{п}}$ - площа основи штабелю щебеню та піску, м².

Для механізованого відкритого складу на 1 м² площі при висоті штабелю 5...6 м можна розмістити від 3 до 4 м³ заповнювачів.

Загальна площа складу заповнювачів (м²):

$$F'_{\text{заг}} = F_{\text{заг}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (3.9)$$

де $K_{\text{п}}$ - коефіцієнт, який враховує проїзди та проходи на складі ($K_{\text{п}}=1,5$).

На відкритих складах заповнювачі відсипають з допомогою стрічкового конвеєру у штабелі, що мають форму кругових конусів. Об'єм такого штабелю становить:

$$V = \frac{\pi \cdot H^3}{3 \cdot \text{tg}^2 \varphi}, \quad (3.10)$$

де H – висота штабелю, м; φ - кут природного укосу.

Висота штабелю у вигляді кругового конусу дорівнює:

$$H = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot (V_3 / w) \cdot \text{tg}^2 \varphi}{\pi}} \quad (3.11)$$

де w – кількість штабелів.

При відсипанні заповнювача в штабелі з допомогою розвантажувально-штабелюючої машини отримують прямолінійний штабелі із гребенем постійної висоти. Він складається з горизонтально розташованої призми і 2 напівконусів. Об'єм такого штабелю, м³:

$$V = \frac{H^2 \cdot L}{\text{tg} \varphi} + \frac{\pi \cdot H^3}{12 \cdot \text{tg}^2 \varphi}, \quad (3.12)$$

де L – довжина призматичної частини штабелю.

Існують також штабелі інших форм.

Максимальна висота штабелів при вільному падінні крупних заповнювачів приймається 12 м, дрібних - 15 м. Висота штабелю при розвантаженні заповнювачів з залізничного транспорту розвантажувальною машиною становить 4...6 м, з естакад – 8...10 м. Кут природного укосу заповнювачів (φ) при відсипанні у штабелі складає 40°.

Довжина штабельного складу, м:

$$L = \frac{V_3 \cdot \text{tg} \varphi}{H} \quad (3.13)$$

Знаючи довжину L , площу складу можна знайти за формулою:

$$F = \frac{2 \cdot L \cdot H}{\text{tg} \varphi} \quad (3.14)$$

Довжина розвантажувального фронту для заповнювачів:

$$L_{\text{р.ф.}} = n \cdot L + L_1 \cdot (n - 1), \quad (3.15)$$

де n – кількість вагонів, які одночасно розвантажуються; L – довжина вагона, м; L_1 – відстань між вагонами, м.

Число вагонів n :

$$n = N \frac{T}{t}, \quad (3.16)$$

де N – загальне число вагонів в потязі; T – час на розвантаження одного вагону, год; t – норма часу на розвантаження потягу, год.

Приклад 3.1.

Запросектувати склади цементу і заповнювачів для виробництва 70 тис. м³ в рік важкого бетону класу B22,5 (M300) використовуючи такі вихідні дані:

Спосіб виготовлення конструкцій агрегатно-потоковий.

Склад цементу приколійний; цемент М400 подається в бункерних вагонах.

Склад заповнювачів приколійний; заповнювач подається у відкритий штабельний склад і відсипається у вигляді кругового конусу. Використовується нефракціонований щебінь 5...40 мм.

Рішення

Завод працює в 2 зміни. За нормами технологічного просектування номінальна кількість робочих діб у році приймається рівною 260, тривалість робочої зміни - 8 годин.

Розрахункова кількість робочих діб у році приймається $260 - 7 = 253$ діб, де 7 - планові зупинки для агрегатно-потокового способу виробництва.

Річний фонд часу складає $253 \cdot 2 \cdot 8 = 4048$ год.

Склад цементу

Витрата цементу за табл. 2.1 становить $\Pi = 270$ кг/м³.

Запас цементу приймаємо $n = 9$ діб.

Потрібну місткість складу цементу визначаємо за формулою (3.5):

$$V_{\text{ц}} = \frac{1,04 \cdot 70000 \cdot 370 \cdot 9}{0,9 \cdot 253} = 1065 \text{ т.}$$

Для зберігання цементу приймаємо типовий склад цементу, що має чотири силоси з одночасним вмістом цементу в силосах 1100 тн, які розміщені у два ряди. Тоді необхідна висота силосу при діаметрі 6 м і коефіцієнті заповнення силосів 0,9, за формулою (3.6) буде складати:

$$H = \frac{4 \cdot (1100 / 4)}{1 \cdot 0,9 \cdot 3,14 \cdot 36} = 10,8 \text{ (м)}$$

Приймаємо висоту силосу 11 м.

Вагони бункерного типу розвантажують в прийомний бункер вмістом 30 т., звідки пневмопідйомником ТА-15, цемент подають в надсилосну галерею, де він падає в бункер та аерожолобом загрузається у відповідний силос. Для подачі цементу в бетонозмішувальний цех під силосами встановлюють пневмовивантажувачі ПДВ-161, які подають цемент по трубопроводах у бункер видачі, під яким встановлений пневмогвинтовий насос НПВ 63-2.

Основні технічні характеристики складу цементу та технологічного

Технічна характеристика складу цементу

Вміст, т	Число силосів	Річний вантаж-обіг	Витрати стиснутого повітря, м ³ /хв	Встановлена потужність двигунів	Число працюючих
1100	4	71,4	57,2	393,5	6

Склад заповнювачів

Для розрахунку місткості складів заповнювачів встановлюємо по табл.2.2 орієнтовані витрати заповнювачів для виготовлення 1 м³ важкого бетону; щебеню - 0,9, піску - 0,45 м³, запас заповнювачів приймаємо 10 робочих діб.

Виробничий запас щебеню $Q_{щ}$ і піску $Q_{п}$ визначаємо за формулою (3.7):

$$Q_{щ} = \frac{70000 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 1,02}{253} = 2540 \text{ м}^3$$

$$Q_{п} = \frac{70000 \cdot 0,45 \cdot 10 \cdot 1,02}{253} = 1270 \text{ м}^3$$

Приймаємо штабельний склад заповнювачів, який складається з 6 відсіків, з них 4 - для щебеню, 2 - для піску.

Висота штабелю щебеню за формулою (3.11) повинна бути:

$$H_{щ} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot (2540 / 4) \cdot 0,839^2}{3,14}} = 7,5 \text{ м}$$

Висота штабелю піску за формулою (3.11) :

$$H_{п} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot (1270 / 2) \cdot 0,839^2}{3,14}} = 7,5 \text{ м}$$

Знаючи висоту кругового конусу, визначаємо діаметр його основи:

$$D = \frac{2H}{\text{tg}\varphi} = \frac{2 \cdot 7,5}{0,839} = 17,8 \text{ м}$$

Площа основи штабелю щебеню $F_{щ}$ та піску $F_{п}$:

$$F_{щ} = F_{п} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 17,8^2}{4} = 250 \text{ м}^2$$

Загальна корисна площа складу заповнювачів за формулою (3.8 б) складає:

$$F_{\text{заг}} = 4 \cdot F_{щ} + 2 \cdot F_{п} = 4 \cdot 250 + 2 \cdot 250 = 1500 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу заповнювачів (3.9):

$$F'_{\text{заг}} = F_{\text{заг}} \cdot K_{\text{п}} = 1500 \cdot 1,5 = 2250 \text{ м}^2$$

де $K_{\text{п}}=1,5$ -коєфіцієнт, який враховує проїзди та проходи на складі.

Заповнювачі розвантажуються з відкритих платформ та напіввагонів за допомогою пересувної розвантажувальної машини ТР-2. Вантажоприймальний пристрій обладнаний бурофрезерними розпушувачами для мерзлих матеріалів. Розвантажувач обладнаний ківшовими елеваторами з механізмами для піднімання і опускання, приймальним реверсивним і відвальним стрічковим конвеєрами. При розвантаженні ковші елеваторів захоплюють заповнювач і подають його на горизонтальний подавальний конвеєр марки КРУ-350. Відвальним стрічковим конвеєром матеріал подається в штабель. Під усіма відсіками проходить підштабельна галерея зі стрічковим конвеєром марки. Кожний відсік має одну або декілька протічок з віброживильником. З підштабельної галереї заповнювач стрічковим конвеєром марки подається на конвеєр похилої естакади і потім у витратні бункери змішувального відділення.

3.3 Бетонозмішувальне відділення

При проектуванні бетонозмішувальних цехів треба дотримуватись вимог норм проектування (табл. 3.9).

Об'єм готового замісу бетонної суміші (л.) знаходять за формулою :

$$V'_{\text{б.с.}} = \frac{1000 \cdot Q}{P' \cdot m \cdot n \cdot K} \quad (3.17)$$

де P' - річний фонд часу, год.; m - кількість бетонозмішувачів; n - число замісів в годину; K - коєфіцієнт використання змішувачів у часі, Q - річна продуктивність бетонозмішувального цеху за проектом.

Вміст змішувального барабану по завантаженню (л.) складає :

$$V_{\text{б.с.}} = \frac{V'_{\text{б.с.}}}{\beta} \quad (3.18)$$

де β - коєфіцієнт виходу бетонної суміші.

Для перевірки, чи задовольняє бетонозмішувальний цех проектному завданню за потужністю, знаходять його розрахункову річну продуктивність Q^1 :

$$Q^1 = \frac{P' \cdot V'_{\text{б.с.}} \cdot m \cdot n \cdot K}{1000} \quad (3.19)$$

Розрахункова річна продуктивність повинна бути не меншою проектної ($Q^1 \geq Q$).

Кількість витратних бункерів для кожного дозусмого матеріалу при-

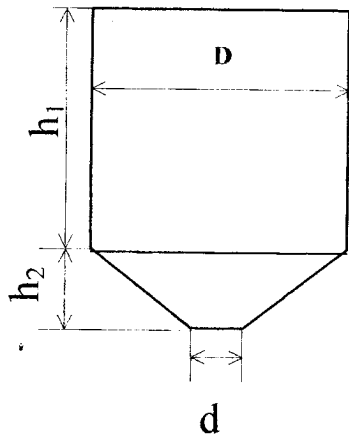


Рис. 3.1. Схема витратного бункера

ймається згідно табл. 3.9. Об'єм кожного бункеру для дозуемого матеріалу складас:

$$V_{\text{в.б.}} = \frac{V_{\text{м}} \cdot \text{м} \cdot \text{п} \cdot \tau}{a} \quad (3.20)$$

де $V_{\text{м}}$ – об'єм дозуемого матеріалу на заміс бетонозмішувача, м^3 ; τ - запас матеріалів, год.; a – кількість бункерів. Для визначення геометричних розмірів витратного бункеру (рис. 3.1) розміри d , D , h_1 встановлюють конструктивно, а величину h_2 встановлюють за формулою:

$$h_2 = \frac{V_{\text{в.б.}} - (\pi D^2 h_1 / 4)}{(\pi(D^2 + d^2 + D \cdot d)) / 12} \quad (3.21)$$

Таблиця 3.9

Показники норм проектування бетонозмішувальних цехів

Найменування	Кількість
Розрахункова кількість замісів за 1 год для виготовлення на щільних заповнювачах важких бетонних сумішей з автоматизованим дозуванням складових, замісів:	
бетонні суміші (жорсткі та рухливі), які виготовлені в змішувачах примусової дії	35
бетонні суміші, які виготовлені в змішувачах гравітаційної дії при об'ємі готового замісу 500 л і менше бетонної суміші рухливістю марки (осадка конуса, см):	
Р61 (1...4 см)	25
Р62 (5...9 см)	27
Р63...Р65 (10 см і більше)	30
при об'ємі готового замісу більше 500 л бетонної суміші рухливістю марки (осадка конуса, см):	
Р61 (1...4 см)	20
Р62 (5...9 см)	22
Р63...Р65 (10 см і більше)	25
будівельного розчину	25
Розрахункова кількість замісів за 1 год для виготовлення на пористих заповнювачах легких бетонних сумішей в бетонозмішувачах примусової дії з автоматизованим дозуванням складових, з густиною бетону у висушеному стані, $\text{кг}/\text{м}^3$:	
більше 1700	20
1400...1700	17
1000...1400	15
1000 і менше	13

Годинний коефіцієнт на нерівномірність видачі товарної бетонної суміші	0,8
Коефіцієнт виходу суміші (в щільному тілі):	
бетонних важких і легких (для конструкційного бетону)	0,67
легких (для теплоізоляційного бетону)	0,75
будівельного розчину	0,8
Мінімальна рекомендована кількість відсіків для заповнювачів і цементу в одній секції бетонозмішувального цеху, шт:	
а) щебінь, гравій з максимальним розміром зерен, мм	
80	4
40	3
20	2
10	1
б) пісок, золошлакова суміш	
в) цемент	
г) зола-винос	
Рекомендований запас матеріалів у витратних бункерах, год:	
заповнювачів	1...2
цементу, золи-винос	2...3
розчину приготованих хімічних добавок	4...5

Продуктивність бетоно- і розчинозмішувальних цехів (відділень, установок) розраховують за максимальною годинною потребою в бетонних сумішах і будівельних розчинах. При цьому годинний коефіцієнт нерівномірності видачі бетонної суміші приймається не більш як 0,8, а будівельного розчину 0,7.

Приклад 3.2

Запроскувати бетонозмішувальний цех для виробництва 70 тис. м³ в рік важкого бетону, класу В22,5 (М300) використовуючи такі дані:

Марка за рухливістю бетонної суміші Р61 (ОК=1...4 см).

Максимальний розмір зерен щебеню становить 20 мм.

Прийняти насипну густину цементу $\rho_n = 1 \text{ л/м}^3$, марка застосовуваного цементу М400.

Рішення.

Для приготування бетонної суміші приймасмо типовий бетонозмішувальний цех, що складається з 2 змішувачів. Передбачасмо гравітаційний тип бетонозмішувачів, виходячи з того, що бетонна суміш має достатньо пластичну консистенцію. За нормами проектування бетонозмішувальних цехів (табл. 3.9) число замісів в годину для суміші рухливістю 1...4 см, $n=25$, коефіцієнт виходу суміші $\beta=0,67$.

Річний фонд часу для агрегатно-потокowego способу виробництва

конструкцій складає $P'=253 \times 8 \times 2=4048$ год.

Об'єм готового замісу бетонної суміші за формулою (3.17) :

$$V'_{6.c.} = \frac{1000 \cdot 70000}{4048 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 0.8} = 433 \text{ л}$$

Вміст змішувального барабану по завантаженню за формулою (3.18) повинен скласти :

$$V_{6.c.} = \frac{V'_{6.c.}}{\beta} = \frac{433}{0.67} = 677 \text{ л}$$

Приймаємо гравітаційний змішувач СВ-91 з об'ємом готового замісу 500л та вмістом по завантаженню 750 л, технічні характеристики якого наведені в табл. 3.10.

Річна продуктивність бетонозмішувального цеху за формулою (3.19) буде складати :

$$Q^1 = \frac{4048 \cdot 500 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 0.8}{1000} = 80960 \text{ м}^3,$$

що задовольняє завданню.

Згідно норм технологічного проектування приймаємо по 2 витратних бункера для щебеню, піску та цементу при їх запасі в бункерах на 2 години.

За укрупненими нормами витрат матеріалів на 1 м³ бетонної суміші (табл. 3.4, 3.5), для агрегатно-поточкового способу виробництва конструкцій витрати компонентів дорівнюють: Ц=370 кг/м³; П=0,45 м³/м³; Щ=0,9 м³/м³.

Витрати матеріалів на заміс бетонозмішувача складають:

$$Ц_3 = \frac{370 \cdot 750 \cdot 0.67}{1000} = 186 \text{ кг, що відповідає об'єму } 0,186 \text{ м}^3.$$

$$П_3 = \frac{0,45 \cdot 750 \cdot 0.67}{1000} = 0,23 \text{ м}^3$$

$$Щ_3 = \frac{0,9 \cdot 750 \cdot 0.67}{1000} = 0,45 \text{ м}^3$$

Тоді об'єм кожного відсіку для матеріалів за формулою (3.20) складас:

$$V_{ц} = \frac{0,186 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 2}{2} = 9,3 \text{ м}^3$$

$$V_{п} = \frac{0,23 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 2}{2} = 11,5 \text{ м}^3$$

$$V_{щ} = \frac{0,45 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 2}{2} = 22,5 \text{ м}^3$$

Приймаємо для зберігання бункер у вигляді прямокутної призми.

Конструкційно приймаємо для цементу та піску $D=2$ м, $h_1=2$ м, $d=1$ м.

Тоді висота h_2 за формулою (3.21) буде дорівнювати:

Витратний бункер має шість відсіків - по 2 на цемент, щебінь пісок. Для дозування цементу використовується дозатор ДЦ-200, для інертних- 2 дозатора ДИ-1200 і для води - ДЖ-200. Цех обладнано двома бетонозмішувачами СБ-91.

3.4 Відділення для приготування розчинів хімічних добавок

Нормативний запас хімічних добавок при постачанні їх в цистернах, контейнерах і автотранспортом складає 15...20 робочих діб.

Відділення приготування водяних розчинів добавок працює в одну зміну, забезпечуючи добову потребу заводу в розчинах добавок.

Продуктивність бетонозмішувального відділення на 1 добу роботи за воду (Q_д) визначають по формулі:

$$Q_{д} = \frac{Q \cdot K}{T_{р\dot{ч}}} \quad (3.22)$$

де Q - річна продуктивність підприємства, м³; K - коефіцієнт нерівномірності видачі товарної бетонної суміші (K=0,8); T_{р\dot{ч}} - кількість робочих днів у році.

Витрату розчину добавки підвищеної концентрації на 1 м³ бетону визначають за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot C}{K_1 \cdot \rho_p} \quad (3.23)$$

де Ц - витрата цементу, кг/м³; C - доза добавки, % маси цементу; K₁ - концентрація приготовленого розчину, %; (ρ_p - густина приготовленого розчину, гр/см³).

Додаткову кількість води для замішування 1 м³ бетону, Н, л, визначають за формулою:

$$H = B - A \cdot \rho_p \left(1 - \frac{K_1}{100}\right) \quad (3.24)$$

де B - витрата води на 1 м³ бетону, л.

У випадку приготування бетону з однаковим складом на протязі не менше однієї зміни доцільно заздалегідь готувати водні розчини добавок робочої концентрації, якщо наявні виробничі площі дозволяють розміщати ємності для їхнього зберігання.

Концентрацію таких розчинів установлюють при підборі складів бетону, а їх витрату А', л., на 1 м³ бетону визначають за формулою:

$$A' = \frac{100 \cdot B + Ц \cdot C}{100 \cdot \rho_p} \quad (3.25)$$

Додавання води в бетонну суміш у даному випадку не потрібно.

Об'єми смкостей для зберігання добавок визначають з розрахунку потреби в бетонній суміші з добавкою на зміну, з врахуванням об'єму транспортних засобів, в яких поставляється добавка й існуючих нормативів запасу матеріалів. Одночасно на складі може зберігатися 3-4 виду добавок. Для одного виду рідкої добавки призначається не менше двох смкостей. Запас добавок визначають у залежності від потреб підприємства, способу постачання і гарантійного терміну їх збереження.

Приклад 3.3.

На завод залізничним транспортом у цистернах надходить товарний ЛСТ із густиною розчину $\rho_p = 1,17$ гр/см³ і концентрацією 34,5%. Товарний ЛСТ у проміжному баку розбавляють водою до концентрації 10% і густини розчину $\rho_p = 1,043$ гр/см³. З проміжного бака розчин надходить у бак для приготування розчину робочої концентрації. Дозування добавки $C = 0,2\%$ від маси цементу.

Прийняти витрату цементу на 1 м³ бетонної суміші $\Pi = 300$ кг/м³, а витрату води $B = 180$ л/м³. Продуктивність бетонозмішувального цеху складає 70 тис. м³ бетонної суміші в рік. Кількість робочих днів у році прийняти 253 дб.

Визначити об'єми бункерів для розчину добавки товарної концентрації V_1 , підвищеної концентрації V_2 ; робочої концентрації V_3 .

Рішення

1. Продуктивність бетонозмішувального відділення на 1 добу роботи при $K = 0,8$ за формулою (3.22):

$$Q_{\text{д.}} = \frac{70000 \cdot 0,8}{253} = 221,4 \text{ м}^3$$

2. Знайдемо об'єм ємності для зберігання добавки товарної концентрації. Витрата розчину добавки товарної концентрації за формулою (3.23):

$$A = \frac{300 \cdot 0,2}{34,5 \cdot 1,17} = 1,5 \text{ л/м}^3$$

Кількість добавки товарної концентрації на 15 днів роботи складе:

$$V_1 = 1,5 \cdot 221,4 \cdot 15 = 4982 \text{ л}$$

Прийmemo об'єм ємності для зберігання розчину добавки товарної концентрації $V_1 = 5 \text{ м}^3$.

3. Знайдемо об'єм проміжного баку для приготування розчину підвищеної концентрації. Витрата добавки підвищеної концентрації за формулою (3.25):

$$A' = \frac{100 \cdot 180 + 300 \cdot 0,2}{100 \cdot 1,043} = 173 \text{ л/м}^3$$

Кількість добавки підвищеної концентрації на 1 добу роботи складе:

$$V_2 = 173 \cdot 221,4 = 38302,2 \text{ л}$$

Прийmemo об'єм баку для зберігання добавки підвищеної концентрації $V_2 = 39 \text{ м}^3$.

4. Знайдемо об'єм баку для приготування розчину робочої концентрації
Для приготування розчину добавки робочої концентрації без необхідності подальшого його розведення водою кількість розчину повинна відповідати витраті води для замішування бетонної суміші. При цьому, як впливає з формули (3.25), розчин добавки підвищеної концентрації необхідно розбавити до густини:

$$\rho_p = \frac{100 \cdot 180 + 300 \cdot 0,2}{180 \cdot 100} = 1,003 \text{ г/л,}$$

що приблизно відповідає концентрації розчину добавки ЛСТ, $K_1 = 0,8\%$.

Кількість розчину добавки робочої концентрації на 1 добу роботи складе:

$$V_3 = 180 \cdot 221,4 = 39852 \text{ л}$$

Прийmemo об'єм баку для зберігання розчину добавки робочої концентрації $V_3 = 40 \text{ м}^3$.

4. РОЗРАХУНКИ СКЛАДІВ АРМАТУРНОЇ СТАЛІ ТА АРМАТУРНИХ ЦЕХІВ

На основі аналізу конструктивно-технологічної характеристики базових виробів складається функціональна (транспортно-технологічна) схема процесів їх виготовлення. На рис. 4.1. наведена в загальному вигляді функціональна схема процесу виготовлення арматурних каркасів.

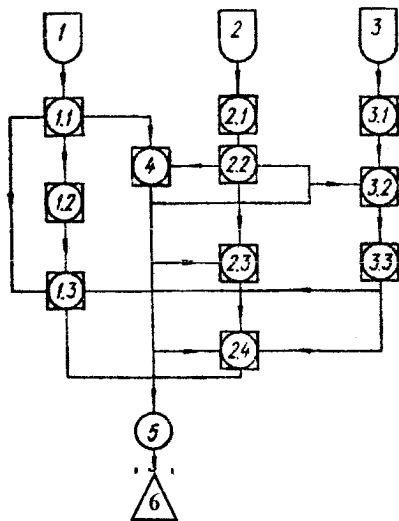


Рис.4.1. Функціональна технологічна схема процесу виготовлення арматурних каркасів:

1 - запаси арматури, яка надходить у бухтах; 1.1 - виправлення та різання арматури; 1.2 - зварювання плоских сіток та каркасів; 1.3 - зварювання просторових каркасів; 2 - запаси арматури, яка надходить у прутках; 2.1 - стикове зварювання прутків; 2.2 - різання прутків; 2.3 - зварювання плоских каркасів з прутків; 2.4 - зварювання просторових каркасів з прутків; 3 - запаси профільного прокату; 3.1 - різка прокату; 3-2 - зварювання закладних деталей; 3.3 - антикорозійна обробка закладних деталей; 4 - гнуття стержнів; 5 - комплексування арматурних виробів; 6 - запас готових арматурних елементів і виробів

Ритм випуску комплектів арматурних виробів на кожну залізобетонну конструкцію дорівнює ритму технологічної лінії.

Годинна потреба в комплектах арматурних виробів визначається залежністю

$$n_{\text{к}}^{\text{г}} = 60n_{\text{в}}^{\text{г}} / T_{\text{г}}, \quad (4.1)$$

де $T_{\text{г}}$ - тривалість робочого ритму формувальної лінії (ритм випуску комплектів арматурних виробів), хв; $n_{\text{в}}^{\text{г}}$ - кількість виробів, які виготовляють на протязі ритму, шт.

Визначення об'єму арматурно-зварювальних робіт на виготовлення арматурних виробів включає розрахунок робіт по кожному верстату на кожний арматурний елемент виробу. Потім з урахуванням годинної потреби в арматурних елементах розраховується годинний об'єм робіт. Розрахунки ведуться в табличній формі.

У відповідності з операціями, які визначаються функціональними схемами виконують підбір обладнання. Верстати для правки і різання вибирають за діаметром сталі, а також за мінімальною і максимальною довжиною прутка, який відрізається. Машини для стикового зварювання вибирають у відповідності з діаметром прутків, які стикуються. Машини для різання і гнуття підбирають з урахуванням виду та діаметра сталі. Машини для одноточкового контактного зварювання приймають виходячи із можливостей при визначеному вильоті електродів виготовить елемент заданої ширини. Приймають до уваги також діаметри стержнів, які зварюються. При виборі автоматичних ліній для зварювання вузьких каркасів враховують відстань між крайніми поздовжніми стержнями, число поздовжніх стержнів і крок поперечних стержнів. Підбір багатоточкових зварювальних машин, для виготовлення широких сіток, виконується з урахуванням ширини сіток та діаметра стержнів. Для виготовлення просторових каркасів підбирають спеціальне зварювальне обладнання, а також вертикальні чи горизонтальні кондуктори-маніпулятори. Після підбору машин для виготовлення кожного арматурного елемента по об'єму робіт виконують вибір необхідного комплексу обладнання.

Розрахунок основного обладнання лінії ведуть по організаційній продуктивності верстатів (машин):

$$\Pi_0 = \Pi_m K_0, \quad (4.2)$$

де Π_m – машинна продуктивність, яка вказана в технічній характеристиці машини; K_0 – коефіцієнт організації (для правильно-відрізних верстатів і верстатів для гнуття – 0,7; для стикозварювальних машин – 0,85; для одноточкових контактних зварювальних машин – 0,25...0,33; для багатоточкових автоматичних ліній – 0,85; для багатоточкових неавтоматизованих ліній – 0,75; при дуговому зварюванні – 0,80; для приводних верстатів різання арматурної сталі – 0,2; для висадження тимчасових анкерів – 0,85).

Кількість паралельно діючих машин (верстатів, постів або ліній) визначається за залежністю:

$$m = \lceil \Pi_r / \Pi_0 \rceil, \quad (4.3)$$

де Π_r – годинний об'єм робіт для виготовлення необхідної кількості арматурних елементів. Квадратні дужки показують, що "m" заокруглюють до цілого числа в більшу сторону.

Ефективність роботи машин і верстатів поста або технологічної лінії визначається коефіцієнтом їх використання

$$E_m = \Pi_r / (m \Pi_0), \quad (4.4)$$

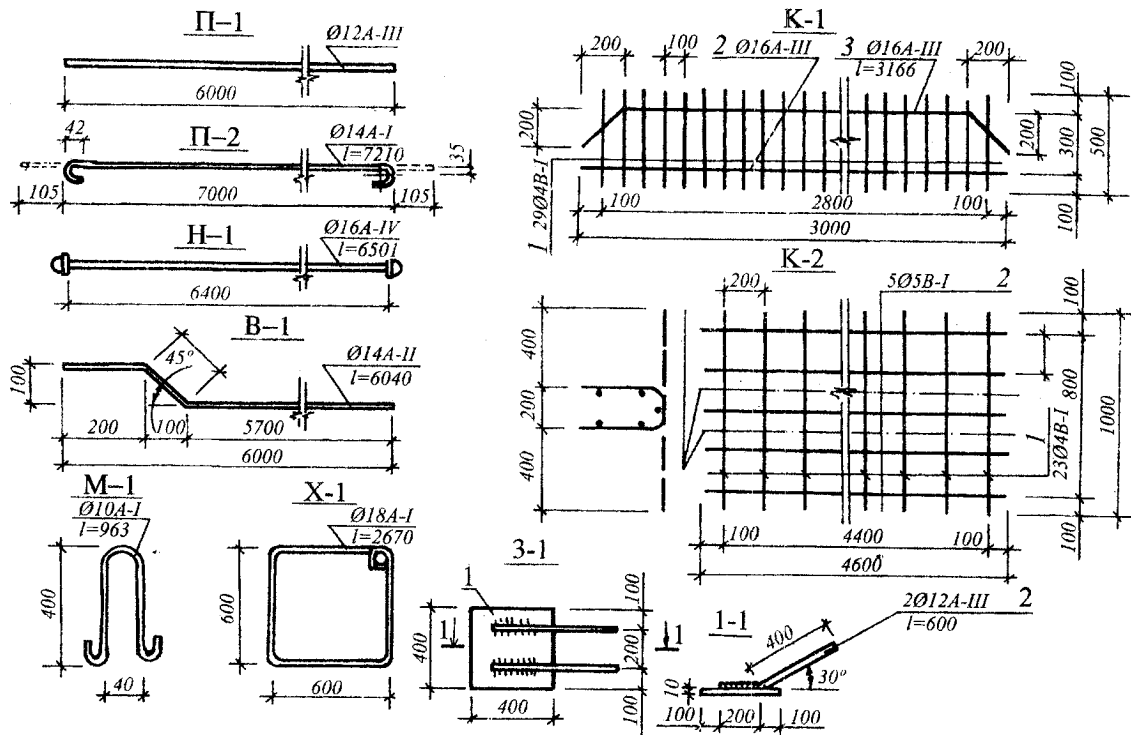


Рис. 4.2. Конструктивна характеристика арматурних виробів:

П-1 - прямик; П-2 - прямик з гаками; Н-1 - напружені стержні; В-1 - відгин; М-1 - монтажна петля; Х-1 - хомут;
 К-1 - плоский арматурний каркас; К-2 - просторовий арматурний каркас; 3-1 - закладна деталь

Приклад 4.1

Запроекувати склад арматурної сталі і арматурний цех для виготовлення арматурних виробів при агрегатно-потокової формувальній лінії з робочим ритмом 20 хв. Номенклатура і креслення арматурних виробів приводиться на рис. 4.2. Арматурна сталь постачається в стержнях довжиною 11 м і у вигляді дроту в бухтах масою 600 кг.

Розробка транспортно-технологічної схеми процесу виготовлення арматурних виробів.

Прямки П-1, К-1-2 виготовляють із стержневої гарячекатаної сталі періодичного профілю на приводних різальних верстатах. Прямки з гаками П-2, відгини В-1, К-1-3 і хомути Х-1 проходять дві стадії: різання і гнуття. Для виготовлення монтажних петель М-1 застосовують верстати автоматичної дії.

Розмір гака (рис. 4.3) залежить від діаметра арматурного стержня і марки сталі. Додаткова довжина Δl_c^r , м, арматурного стержня для виготовлення гака визначається по залежності:

$$\Delta l_c^r = 2.5d_c + (\pi - 1)r_3^r, \quad (4.5)$$

де d_c - діаметр арматурного стержня, мм; r_3^r - радіус загину гака по осі арматурного стержня:

$$r_3^r = (k_a + 1)d_c / 2, \quad (4.6)$$

де k_a - коефіцієнт, який враховує клас арматури і допустиме її відносне видовження δ_c , % (Для класу А-І ($\delta_c = 25\%$) $k_a = 3$; А-ІІ ($\delta_c = 19\%$) $k_a = 4$; А-ІІІ ($\delta_c = 14\%$) $k_a = 6$); d_c - діаметр стержня; r_3^r - радіус загину по осі стержня; Δl_c^r - додаткова довжина стержня для виготовлення гака; k_a - коефіцієнт, який враховує клас арматури і допустиме її відносне видовження.

Арматурні каркаси К-1 складаються із поздовжньої гарячекатаної стержневої арматури періодичного профілю у вигляді прямих і гнутих стержнів та поперечних прутків із гладкого дроту. В каркасах і сітках прутки у вузлах з'єднуються контактнo-точковим зварюванням. Із сітки шляхом гнуття утворюється просторовий каркас К-2. Технологічний процес виготовлення закладних деталей складається із операцій попереднього заготовлення елементів і з'єднання їх зварюванням. Елементи З-1-1 виготовляють шляхом різання листового прокату, а анкерні стержні З-1-2 - з гарячекатаної сталі періодичного профілю на приводних різальних верстатах та верстатах для гнуття. Напружена арматура виготовляється на лініях безвідходного заготовлення із гарячекатаної сталі періодичного профілю. Тимчасові анкери утворюються

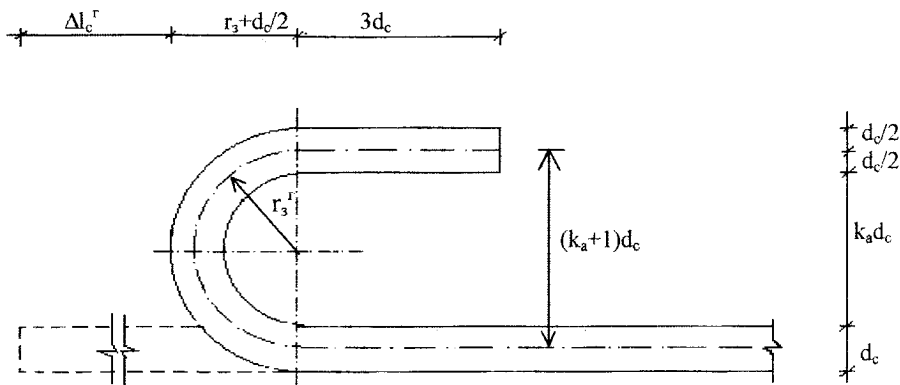


Рис.4.3. Конструктивна схема гака

гарячим осадженням кінців стержня на спеціальних верстатах. Довжина стержня визначається з урахуванням припусків на висадження двох головок по $2.5d_c$, товщини двох шайб та запасу, рівному 5 мм. Товщина шайб приймається рівною d_c , а зовнішній діаметр $-3d_c$.

Як результат аналізу конструктивної характеристики арматурних виробів складається специфікація арматурної сталі на елемент, на виріб, а також на годинну потребу, яка визначається ритмом лінії.

В табл. 4.1 наведена специфікація арматурної сталі на кожен елемент виробів, які представлені на рис. 4.2, а в табл.4.2 на виріб і на годинну потребу.

На рис. 4.4 представлена функціональна (транспортно-технологічна) схема процесів виготовлення арматурних виробів. На схемі за допомогою спеціальних символів показане постачання арматурної сталі на пости, технологічні елементні процеси переміщення арматурних елементів з поста на пост та складування готових виробів. Детальна характеристика операцій окремих стадій наводиться при проектуванні робочих постів або технологічних ліній.

Проектування складу арматурного цеху

Арматурна сталь і прокатний профіль зберігається на складі цеху, який розраховується згідно норм технологічного проектування (табл. 4.3) на 25 діб запасу. Тут вони складуються у штабелях за видами арматури і профілю. Між штабелями створюються вільні проходи шириною 0,5 ... 1,0 м.

Розвантаження арматури з вагонів або автомобілів виконується мостовим краном вантажопідйомністю 10 т, ланкою у складі трьох чоловік – машиніста крана та двох стропальників.

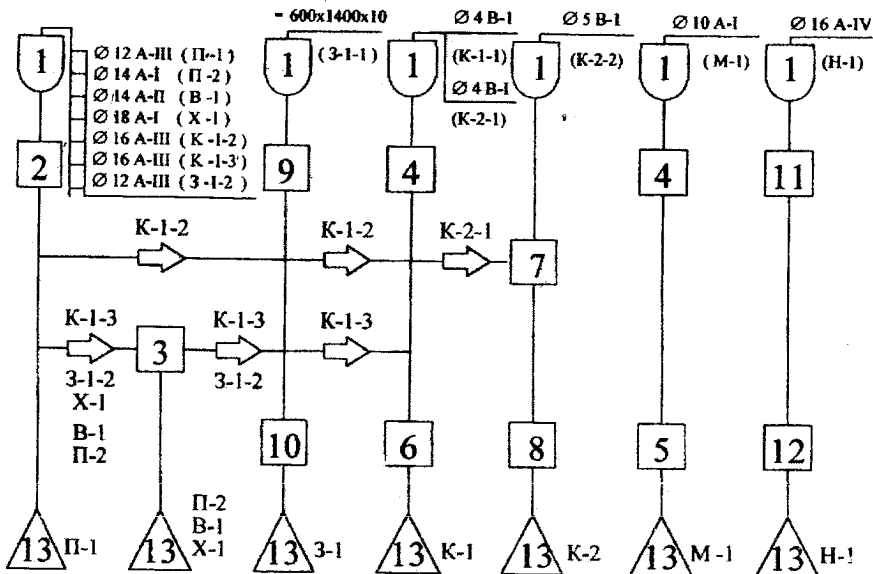


Рис. 4.4. Транспортно-технологічна схема процесів виготовлення арматурних виробів:

□ - постачання арматурної сталі; □ - сталія;

⇒ - переміщення елементів; △ - складування елементів

- 1 - постачання (запас) арматурної сталі;
- 2 - заготовлення ненапруженої арматури із стержневої сталі;
- 3 - гнуття арматури;
- 4 - заготовлення пруткової арматури з дроту;
- 5 - виготовлення монтажних петель;
- 6 - зварювання плоских каркасів;
- 7 - зварювання сіток;
- 8 - гнуття сіток;
- 9 - різання листового прокату;
- 10 - зварювання закладних деталей;
- 11 - заготовлення напруженої арматури із стержневої сталі;
- 12 - висадження анкерних головок;
- 13 - складування готової продукції.

Специфікація арматурної сталі на елемент

Марка Виробу	Номер позиції	Клас арматури		Діаметр, d_c , мм	Довжина заготовки, l_3 , м	Маса 1 п.м, Q_{II} , кг	Маса елемента, m_e^a , кг
П-1	1	A – III	(A400)	12	6,000	0,888	5,328
П-2	1	A – I	(A240)	14	7,190	1,210	8,700
Н-1	1	A – IV	(A600)	16	6,517	1,580	10,297
В-1	1	A – II	(A300)	14	6,040	1,210	7,308
М-1	1	A – I	(A240)	10	0,954	0,617	0,589
Х-1	1	A – I	(A240)	18	2,644	2,000	5,288
К-1	1	B – I	(A240)	4	0,500	0,099	0,050
	2	A – III	(A400)	16	3,000	1,580	4,740
	3	A – III	(A400)	16	3,166	1,580	5,002
К-2	1	B – I		4	1,000	0,099	0,099
	2	B – I		5	4,600	0,154	0,708
3-1	1	Ст 3		10x400	0,400	-	12,576
	2	A – III	(A400)	12	0,600	0,888	0,533

Примітка. При цьому враховано, що густина сталі $\rho_c = 7860 \text{ кг/м}^3$. Маса одного погонного метра арматурної сталі Q_{II} різних діаметрів приведена нижче:

d_c , мм	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Q_{II} , кг	0.055	0.099	0.154	0.222	0.395	0.617	0.888	1.210	1.580	2.000	2.470	2.980

Специфікація арматурної сталі на виріб і годинну потребу

Марка Виробу	Номер позиції	На виріб			На годину		
		Кількість, елементів, n_e^r , шт	Загальна довжина, l , м	Маса m , кг	Кількість комплексів, n_k^r , шт	Загальна довжина, l , м	Маса, m , кг
П-1	1	1	6,000	5,328	74	444	394
П-2	1	1	7,190	8,700	40	288	348
Н-1	1	1	6,517	10,297	80	521	824
В-1	1	1	6,040	7,308	48	290	351
М-1	1	1	0,954	0,589	300	286	177
Х-1	1	1	2,644	5,288	44	1168	233
К-1	1	29	14,500	1,450	2	29	3
	2	1	3,000	4,740	2	6	10
	3	1	3,166	5,002	2	6,3	10
К-2	1	23	23,000	2,277	15	345	34
	2	5	23,000	3,540	15	345	53
З-1	1	1	0,400	12,576	24	10	302
	2	2	1,200	1,066	24	29	26

Норми технологічного проектування складів
сталі, напівфабрикатів і готових арматурних виробів

№ з/п	Показники	Одиниця виміру	Норма
1	Запас:		
	-арматурної сталі на складі	доба	до 25
	-товарних арматурних виробів на складі	доба	до 4
2	-готових арматурних виробів у цеху	доба	до 8
	Усереднена маса металу, що розміщується на 1 м ² площі:		
	-сталь у мотках (бухтах)	т	1,2
	-сталь у прутках та сортовий прокат	т	3,2
	-штабова сталь	т	2,1
	-листова сталь	т	3,0
	-сітки у рулонах	т	0,4
	-бухти у бункерах	т	3,0
3	Усереднена маса арматурних виробів що розміщується на 1 м ² площі		
	-зі сталі діаметром до 12 мм	кг	10
	-зі сталі діаметром від 14 до 22 мм	кг	50
	-зі сталі діаметром від 25 до 40 мм	кг	150
4	Максимальна висота штабелів:		
	-арматурної сталі у бухтах	м	1,5
5	-листової сталі та різновиду прокату	м	1,5
	Максимальна висота при зберіганні арматурних сіток і каркасів:		
	-у горизонтальному положенні	м	1,5
6	-у вертикальному положенні	м	4,0
	Максимальні відходи арматурної сталі класів:		
7	-А-I, А-II, А-III, Ат-IIIc	%	2
	-Ат-IVc, В-I, Вр-I, А-IV, А-V, А-VI	%	3
	-Ат-IV, Ат-IVк, Ат-V, Ат-Vск, Ат-V, Ат-VIк, Ат-VII, Ат-VIII	%	6
	-В-II, Вр-II, канати	%	7
	Максимальні відходи сталі для закладних елементів з використанням:		
-штаби	%	2	
-листа	%	5	

Користуючись даними табл. 4.1 і 4.2 можна легко підрахувати годинну потребу в арматурних сталях певного класу, профілю і діаметру. Зокрема, у нашому випадку годинна потреба (кг/год) становитиме:

Вид і клас арматури	Діаметр, мм	Потреба, кг/год
стержнева, А-I	10	179
	14	349
	18	235
стержнева, А-II	14	351
стержнева, А-III	12	421
	16	20
стержнева, А-IV	16	822
дротяна, В-I	4	38
	5	54
листовий прокат, Ст.3	товщина 10 мм	302

Розрахунок складу з запасом на 25 діб наведено в табл.4.4.

Довжина штабеля арматурної сталі визначається довжиною стержневої арматури в пучках. Висота штабеля арматурної сталі:

$$h_{ш} = q_c / (\rho_c K_a), \quad (4.7)$$

де q_c – усереднена маса сталі, що розміщується на 1 м^2 площі, $\text{т}/\text{м}^2$; ρ_c – густина металу сталі, $\rho_c = 7860 \text{ кг}/\text{м}^3$; K_a – коефіцієнт, який враховує поперечну форму арматури: для круглої поперечної форми арматури $K_a = 0,785$, для листового прокату $K_a = 1$.

Компоновка складу арматурної сталі наведена на рис. 4.5. Для складу відведена частина типового прогону арматурного цеху.

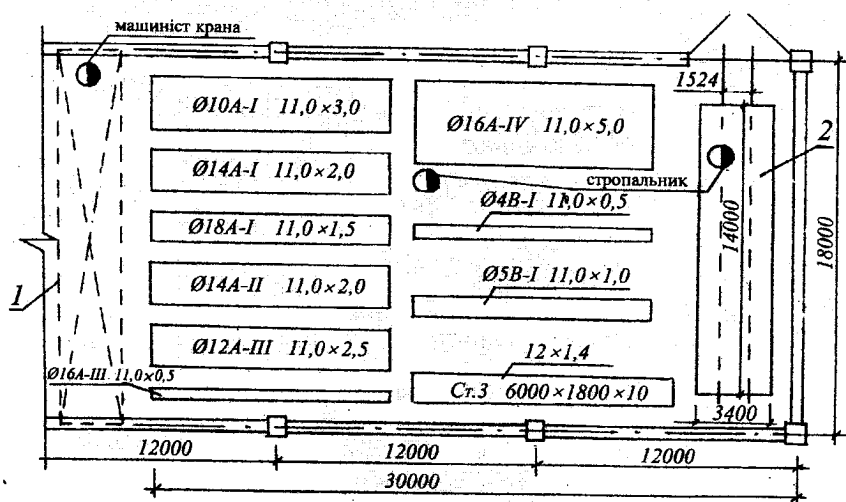


Рис. 4.5. Склад арматурної сталі: 1- мостовий кран; 2 - залізничний вагон

Розрахунок складу арматурної сталі

	Роз- мір- ність	Клас і діаметр арматури									
		А-I			А-II	А-III		А-IV	В-I		Ст. 3
		10	14	18	14	12	16	16	4	5	10
Вид поставки		БХ	СТ	СТ	СТ	СТ	СТ	СТ	БХ	БХ	ЛС
Годинна потреба	кг/год	177	348	233	351	420	20	824	37	53	302
Втрати	%	2	2	2	2	2	2	3	3	3	5
Маса з урахуванням втрат	кг/год	181	355	238	358	428	20	849	38	55	317
За зміну	кг	1448	2840	1904	2864	3424	160	6792	304	440	2536
За 25 діб	т	36	71	48	72	86	4	170	8	11	63
За 253 доби	т	366	719	482	725	866	40	1718	77	111	642
Норма розташування	т/м ²	1,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	1,2	1,2	3,0
Розрахункова площа штабеля	м ²	30,0	22,2	15,0	22,5	26,9	1,3	53,1	6,7	9,2	21,0
Довжина штабеля, l	м	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12
Ширина штабеля, b	м	2,73/ 3,00	2,02/ 2,00	1,36/ 1,50	2,05/ 2,00	2,45/ 2,50	0,12/ 0,50	4,83/ 5,00	0,61/ 0,60	0,84/ 1,00	1,75/ 1,80
Висота штабеля, h	м	0,34/ 0,40	0,52/ 0,50	0,52/ 0,50	0,52/ 0,50	0,52/ 0,50	0,52/ 0,50	0,52/ 0,50	0,42/ 0,50	0,41/ 0,50	0,38/ 0,40
Всього	За годину - 2839 кг; за зміну - 22712 кг; за 25 діб - 569 т; за рік (253 доби) - 5746 т										

Примітка. :1. БХ – бухта, СТ – сталь у стержнях та сортовий прокат, ЛС – листова сталь; 2. В чисельнику дані розрахункові параметри, а в знаменнику прийняті.

Заготвлення ненапруженої арматури із стержневої
гарячекатаної сталі.

Ненапружену стержневу арматуру класів А-I, А-II, А-III ріжуть на електромеханічних приводних верстатах типу СМЖ-172А.

Для ефективного використання обладнання одночасно ріжуть декілька стержнів, кількість яких залежить від потужності верстата, ширини його ножів, класу арматури і приймається за табл. 4.5 .

Таблиця 4.5

Рекомендоване число стержнів для одночасного різання

Тип верста- та	Клас ар- матури	Число стержнів при діаметрі, мм						
		10	12	14	16	18	20	22
СМЖ-172А	А-I	6	5	4	4	3	3	2
	А-II	5	4	3	3	2	2	1
	А-III	5	4	3	3	2	2	1

Приклад розрахунку обсягів робіт при різанні арматури із стержневої сталі для кожного елемента на верстаті СМЖ-172А приводиться в табл. 4.6, а обладнання в табл. 4.7.

Виходячи із розмірів арматури, яка надходить із складу арматурної сталі, призначається кількість роликів столів подавального рольганга. Довжина приймального рольганга визначається за максимальною довжиною стержнів, що ріжуться на верстаті. Однаковий рівень роликів рольганга і ножів для різання забезпечується відповідною висотою фундаменту. Із цих умов в наведеному прикладі подавальний рольганг складається з 3-х роликів столів по 3,5 м . Приймальний рольганг складається із двох роликів столів, що забезпечує розміщення стержнів максимальної довжини, які ріжуться на верстаті. Згідно табл. 4.6 вона становить 7,210 м.

Таблиця 4.6

Визначення обсягів робіт при різанні арматури із стержневої сталі

Марка виробу	Номер позиці	Клас арматури	Діаметр, d_c , мм	Довжина заготовки, l_z , м	одина потреба в елементах, P_c шт	СМЖ-172А	
						Кількість стержнів в пучку	Число різань
П-1	1	А-III	12	6,000	74	4	19
П-2	1	А-I	14	7,210	40	4	10
В-1	1	А-II	14	6,040	48	3	16
Х-1	1	А-I	18	2,670	44	3	15
К-1	2	А-III	16	3,000	2	3	1
	3	А-III	16	3,166	2	3	1
З-1	2	А-III	12	0,600	48	4	12
						Σ	74

Розрахунок обладнання арматурного цеху

Тип верстата	Машинна продуктивність	Одиниця вимірювання	Коефіцієнт організації K_0	Організаційна продуктивність P_0	Годинна потреба, P_T	Потреба в обладнанні, шт.		Коефіцієнт використання машин, E_M
						Розрахункова	Прийнята	
СМЖ-172А	1980	різ/год	0.20	396	74	0.19	1	0.19
СМЖ-173А	300	відг/год	0.70	210	266	1.27	2	0.63
И-6118		кг/год	0.70	187	37	0.20	1	0.20
СМЖ-357	1050	кг/год	0.70	735	178	0.24	1	0.24
И-7АК-1	720	шт/год	0.70	504	300	0.60	1	0.60
МТП-803	3600	звар/год	0.25	900	116	0.13	1	0.13
И-10АМ-3	180	м/год	0.85	153	69	0.45	1	0.45
СМЖ-353А	130	виг/год	0.70	91	30	0.33	1	0.33
СМЖ-60	1980	різ/год	0.20	396	36	0.09	1	0.09
ТД-300	10	м/год	0.80	8	4.608	0.58	1	0.58
МС-802	90	звар/год	0.85	77	47	0.61	1	0.61
СМЖ-175	360	різ/год	0.70	252	80	0.32	1	0.32
СМЖ-128Б	100	стер/хв	0.85	85	80	0.94	1	0.94

Гнуття арматури.

Для гнуття арматури використовуються електромеханічні приводні верстати типу СМЖ-173А.

Для ефективного використання обладнання застосовують утримувач В.Кобякова і одночасно загинають декілька стержнів однакової форми. В залежності від діаметра арматури приймається відповідна швидкість обертання робочого диска. Для вибору кількості стержнів, що підлягають одночасному гнуттю, користуються табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Рекомендоване число стержнів для одночасного гнуття

Тип верстата	Швидкість обертання диска, об/хв	Діаметр арматури, мм							
		10	12	14	16	18	20	22	40
СМЖ-173А	3,7	–	–	–	–	–	3	2	1
	7,2	–	6	5	4	3	–	–	–
	14,0	8	–	–	–	–	–	–	–

Приклад розрахунку технологічних параметрів та об'єму робіт при гнутті арматури для кожного елемента на верстаті СМЖ-173А наводиться в табл. 4.10, а розрахунок обладнання – в табл.4.8.

Таблиця 4.9.

Визначення технологічних параметрів та обсягів робіт при гнутті арматури

Марка виробу	Довжина заготовки, м	Довжина виробу, м	Годинна потреба в елементах, шт	Кількість стержнів у пучку, шт	Кількість пучків, шт	Кількість відгинів у елементах, шт	Кількість відгинів за годину, шт
П-2	7.190	7.000	40	5	8	2	16
В-1	6.040	6.000	48	5	10	2	20
Х-1	2.644	0.600	44	1	44	5	220
К-1	3.166	3.000	2	4	1	2	2
3-1	0.600	0.546	48	6	8	1	8

Σ 266

Із табл. 4.7 видно, що для виконання заданого обсягу робіт необхідно запроєктувати два паралельно діючі робочі пости.

Заготівлення дротяної арматури.

Дротяна арматура заготовляється на технологічній лінії, до складу якої входять розмотуючі пристрої з консольним краном СМЖ-23А, правильно-відрізний верстат-автомат И-6118, приймально-скидний пристрій та накопичувачі відрізаних прутків.

Параметри бухти дроту розраховуються за залежністю:

$$m_{\text{б}} = \rho_{\text{с}} K_{\text{а}} \pi (100 d_{\text{а}} + h_{\text{б}}) h_{\text{б}}^2, \quad (4.8)$$

де $m_{\text{б}}$ – маса бухти дроту, кг; $\rho_{\text{с}}$ – густина сталі, $\rho_{\text{с}} = 7680 \text{ кг/м}^3$; $K_{\text{а}}$ – коефіцієнт, який враховує те, що дріт круглого перерізу не заповнює весь об'єм, $K_{\text{а}} = 0,785$; $d_{\text{а}}$ – діаметр дроту, м; $h_{\text{б}}$ – висота бухти дроту, м.

Рівняння розв'язується методом підбору. Наприклад, для бухти масою 600 кг і дроту діаметром 4 мм висота бухти складає $h_{\text{б}} = 0,212 \text{ м}$ при внутрішньому діаметрі бухти $D_{\text{б}}^{\text{в}} = 100 d_{\text{с}} = 400 \text{ мм}$. Зовнішній діаметр бухти $D_{\text{б}}^{\text{з}} = D_{\text{б}}^{\text{в}} + 2 \cdot h_{\text{б}} = 400 + 2 \cdot 226 = 852 \text{ мм}$. Довжина дроту в бухті знаходиться за формулою:

$$L = m_{\text{б}} / q_{\text{п}} = 600 / 0,099 = 6061 \text{ м}, \quad (4.9)$$

де $q_{\text{п}}$ – маса 1 погонного метра арматури, кг/м.

Приклад вибору основних технологічних параметрів процесу заготовки пруткової арматури з дроту приводиться в табл.4.10.

Таблиця 4.10.

Технологічні параметри процесу заготовки пруткової арматури з дроту

Марка виробу	Номер позиції	Параметри бухти				Швидкість правки, $V_{\text{п}}$, м/хв	Годинна потреба, кг/год
		$D_{\text{б}}^{\text{в}}$, мм	$D_{\text{б}}^{\text{з}}$, мм	$h_{\text{б}}$, мм	Довжина дроту, м		
К-1	1	400	852	226	6061	50	3
К-2	1	400	852	226	6061	50	34

Σ 37

Машинна продуктивність верстата-автомата за годину, кг/год, визначається за формулою:

$$П_{\text{м}} = 60 k_{\text{в}} q_{\text{п}} V_{\text{п}}, \quad (4.10)$$

де $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання верстата; $V_{\text{п}}$ – швидкість правки, м/хв.

Так для дроту діаметром 4 мм ($q_{\text{п}} = 0,099 \text{ кг/м}$, $V_{\text{п}} = 50 \text{ м/хв}$ і

$k_{\text{в}} = 0,9$) отримаємо:

$$П_{\text{м}} = 60 \cdot 0,9 \cdot 0,099 \cdot 50 = 267 \text{ (кг/год)} \quad (4.11)$$

Розрахунок технологічного обладнання наводиться в табл. 4.7.

Аналіз табл. 4.7 показує, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо однієї лінії.

Виготовлення монтажних петель

Виконується на технологічній лінії до складу якої входять розмотуючі пристрої з консольним краном СМЖ-23А, правильно-відрізний верстат СМЖ-357, приймально-вимірюючий пристрій, верстат для гнуття петель И-7АК-1 та накопичувачі відрізаних заготовок і готових виробів.

Технологічні параметри процесу виготовлення заготовок для петель марки М-1 наводяться нижче:

довжина заготовки, мм	954
параметри бухти:	
діаметр дроту, d_c , мм	10
зовнішній діаметр, D_6^3 , мм	1330
внутрішній діаметр, D_6^B , мм	1000
висота, h_6 , мм	165
довжина дроту, l_d , м	973
частота обертів правильного барабану, об/хв	1000
швидкість правки, м/хв	31,5
машинна продуктивність, Π_m , кг/год	1050.

Виготовлення плоских арматурних каркасів.

Виконується за допомогою підвісних зварювальних машин типу МТП-803. Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання наведені в табл.4.11 ... 4.13.

Таблиця 4.11

Рекомендована сила зварювального струму, кА

Клас арматури меншого діаметра	$\frac{d_c^{TH}}{d_c^{TB}}$	Діаметр тоншого стержня, мм			
		3	4	5	6
А-1, В-1	1	1,7	2,0	2,5	3,1
	0,5	2,0	2,4	3,0	3,7
	0,33	2,9	3,4	4,3	5,3
	0,25	3,7	4,4	5,4	6,8

Таблиця 4.12

Рекомендоване зусилля стиснення електродами, кН

Клас арматури меншого діаметра	$\frac{d_c^{TH}}{d_c^{TB}}$	Діаметр тоншого стержня, мм			
		3	4	5	6
А-I, А-II, А-III, В-I	1	1,0	1,4	1,8	2,4
Вр-1, Ат-IIIС, Ат-IVС	0.50-0.25	1.0	1.0	1.0	1.2

Рекомендоване відносне осадження двох перетинаючих стержнів

Клас арматури меншого діаметра	h_o / d_c^{TH} при відношенні діаметрів d_c^{TH} / d_c^{TB}			
	1	0.5	0.33	0.25
В-1, Вр-1	0.33-0.50	0.28-0.45	0.24-0.40	0.22-0.35
А-1	0.25-0.50	0.21-0.45	0.18-0.40	0.16-0.35
А-II	0.33-0.60	0.28-0.52	0.24-0.46	0.22-0.42
А-III	0.40-0.80	0.35-0.70	0.30-0.62	0.28-0.55
Ат-IIIС, Ат-IVС	0.40-0.60	0.35-0.46	0.30-0.46	0.28-0.42

Тривалість зварювання залежить від діаметра тоншого стержня:

діаметр тоншого стержня, мм	3	4	5	6
тривалість зварювання, с	0.05	0.10	0.15	0.25

Технологічні параметри процесу зварювання арматурного каркасу К-1 наводяться нижче:

характеристика стержнів:

діаметр тоншого, d_c^{TH} , мм	4
діаметр товстого, d_c^{TB} , мм	16
відношення, d_c^{TH} / d_c^{TB}	0.25

параметри зварювання:

сила струму, I_3 , кА	4.4
сила стиснення, P_c , кН	1.0
тривалість, t_3^e , с	0.10
висота осадження, h_6 , мм	0.88...1.40

кількість стержнів:

поздовжніх, шт	2
поперечних, шт	29
кількість точок зварювання:	
в каркасі, шт	58
на годину, шт	116

Розрахунок обладнання поста наведено в табл. 4.7. Аналіз табл. 4.7 показує, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо однієї лінії.

Виготовлення арматурних сіток

Виконується на комплексно-автоматизованих лініях. До складу такої лінії входять розмотувальні та правильні пристрої поздовжньої арматури, зварювальна машина, вузол приймання і досилання поперечних прутків, обладнання для різання і пакування сіток.

Для контактного зварювання сіток технологічні параметри такі ж самі як і для контактного зварювання каркасів. Вибір цих параметрів для зварювання сітки незамкнутого просторового каркасу К-2 наводиться нижче:

характеристика прутків:

діаметр тоншого дроту, d_c^{TH} , мм	4
діаметр товщого дроту, d_c^{TB} , мм	5
відношення d_c^{TH} / d_c^{TB}	0.8
параметри зварювання:	
сила струму, I_3 , кА	2.2
сила стискання, P_c , кН	1.2
тривалість зварювання, t_3^e , с	0.10
висота осадження, h_6 , мм	1.2...1.9
довжина сітки, м	4.600
необхідна кількість каркасів за годину, шт.	15
годинна потреба, м/год	69.0

Розрахунок обладнання для гнуття сіток наводиться в табл. 4.7. Аналіз табл.4.7 дозволяє зробити висновок, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо одного верстата.

Виготовлення просторових арматурних каркасів

Виготовлення просторових арматурних каркасів незамкнутого профілю виконується із заздалегідь виготовлених сіток шляхом певного вигину їх на верстаті СМЖ-353А.

Розрахунок обладнання для гнуття сіток наводиться в табл. 4.7. Аналіз табл.4.7 дозволяє зробити висновок, що для виконання заданого обсягу робіт достатньо одного верстата.

Виготовлення закладних деталей

Пластини для закладних деталей ріжуть на гільйотинних ножицях типу СМЖ-60 із листового прокату стандартних розмірів. Готові анкери з'єднують з пластинами за допомогою ручного дугового зварювання. Дугове зварювання виконують трансформаторами типу ТД-300 однофазним змінним струмом частотою 50 Гц. Межі регулювання зварювального струму 60...365 А.

Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання арматурних стержнів з металевими пластинами листового прокату наведені в табл.4.14.

**Рекомендовані технологічні параметри процесу зварювання
закладних деталей**

Параметри ар- матури	Клас арматури		
	A-I	A-II, A-III, A _T -IIIС	A-IV, A-V, A _T -IVC
d_a	10...40	10...40	10...22
$\delta_{л}$	0.3 d_a , але ≥ 4		
$l_{шв}$	3 d_a	4 d_a	5 d_a
$b_{шв}$	0.5 d_a , але ≥ 8		
$h_{шв}$	0.25 d_a , але ≥ 4		
d_e	4; 5		
I_3	150; 175		

Примітка. d_c - діаметр арматурного стержня, мм; $\delta_{л}$ - товщина листового

прокату, мм; $l_{шв}$ - довжина зварювального шва, мм; $b_{шв}$ - ширина зварювального шва, мм; $h_{шв}$ - висота зварювального шва, мм

Технологічні параметри процесу зварювання' закладної деталі 3-1 наводяться нижче:

клас арматури	A-III
діаметр арматури, d_c , мм	12
товщина листового прокату, $\delta_{л}$, мм	10
параметри шва:	
ширина, $b_{шв}$, мм	8
висота, $h_{шв}$, мм	4
довжина, $l_{шв}$, мм	48
діаметр електрода, d_e , мм	4
сила струму, I_3 , А	150
годинна потреба, $\Pi_{г}$, мм /год	4608

Розрахунок обладнання лінії по виготовлення закладних деталей наводиться в таблиці 4.7. Аналіз табл. 4.7 показує, що для виготовлення заданого об'єму закладних деталей достатньо однієї лінії.

Виготовлення напружуваних стержнів

Виконується на технологічній лінії, до складу якої входять верстати для стикового зварювання і різання арматури, а також для висадження анкерних головок. Рекомендовані технологічні параметри наведені в табл. 4.15

Таблиця 4.15.

Рекомендовані технологічні параметри процесу стикового зварювання

d_a , мм	I , А	l_{bc} , мм	$l_{оп}$, мм	$l_{ос}$, мм
10	1200	15	7.0	1.0
12	1700	18	7.0	1.3
14	2300	21	7.5	1.4
16	3000	24	8.0	1.6
18	3800	27	8.3	1.9
20	4750	30	9.0	2.0
22	5700	33	9.5	2.8

Вибір технологічних параметрів процесу виготовлення напруженої арматури Н-1 наведено нижче:

діаметр стержня, d_c , мм	16
сила струму, I_3 , А	3000
довжина ділянки встановлення, l_{bc} , мм	24
довжина ділянки оплавлення, $l_{оп}$, мм	8
довжина ділянки осадження, $l_{ос}$, мм	1.6
довжина заготовки, l_3 , мм	6501
довжина стержнів, які постачаються, l_c^a , м	11000
годинна потреба в арматурних стержнях, шт	80
годинна потреба зварювань, Π_r , шт	48
товщина шайб, $t_{ш} = d_c$, мм	8
діаметр шайб, $d_{ш} = 3d_c$, мм	48
припуск на висадження, $l_{bc} = 2.5d_c$, мм	40

Розрахунок обладнання процесу виготовлення напруженої арматури наведено в табл. 4.7. Із табл. 4.7 видно, що для виготовлення заданого об'єму стержнів для попереднього напруження достатньо даного обладнання лінії.

Компонування арматурного цеху

Виконується згідно функціональної (транспортно-технологічної) схеми. Виготовлення арматурних виробів ведеться відповідними потоками виготовлення їх елементів. При цьому потоки елементів арматури не повинні перетинатися і повертатися назад. Це зумовлює створення потокових механізованих ліній, обладнання яких встановлюється в певній послідовності. Між потоковими лініями вздовж арматурного цеху передбачаються проїзди шириною 2–3 м для транспортування арматури візками, електрокарами та автокарами. Основне транспортування арматури виконується мостовим краном. Компонування постів та ліній арматурного цеху в межах типового прольоту представлено на рис. 4.6. Умовні позначення на кресленні основного обладнання та їх габаритні розміри наведені в табл. 4.16

Таблиця 4.16

Умовні позначення основного обладнання



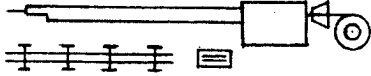
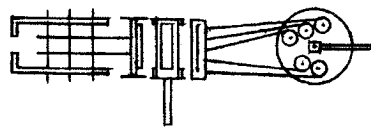
Схема обладнання	Назва обладнання
	<p>Пост заготовки пруткової арматури із стержневої сталі. Пост обладнаний подавальним роликівим столом із стелажем, привідним верстатом для різання стержневої арматури та приймальним роликівим столом із стелажем</p>
	<p>Пост гнуття стержневої арматури. Пост обладнаний подавальним роликівим столом із стелажем, верстатом для гнуття та приймальним стелажем з дощатим настилом</p>
	<p>Пост заготовки пруткової арматури з дроту. Пост обладнаний бухтотримачем, правильно-відрізним верстатом, стелажем і ящиком-контейнером відповідно для довгих і коротких прутків</p>
	<p>Лінія виготовлення арматурних сіток. Лінія обладнана консольним краном, бухтотримачами, роликівим правильним пристроєм, багатоелектродною зварювальною машиною, ножицями поперечного різання сітки, та приймально-пакувальним обладнанням</p>


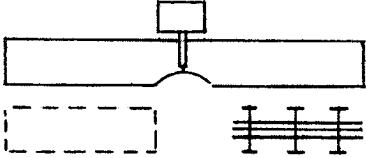
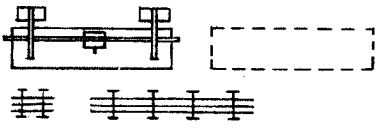
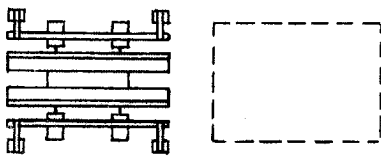

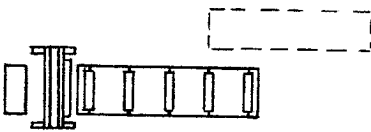
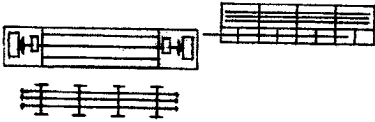
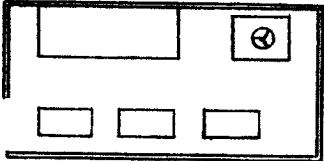
Схема обладнання	Назва обладнання
	<p>Лінія безвідходного заготовлення арматурних стержнів. Лінія обладнана подавальним роликним столом із стелажем, машиною для стикового зварювання стержневої арматури, верстатом для різання стержневої сталі і приймальним роликним столом із стелажем</p>
	<p>Пост виготовлення плоских арматурних каркасів. Пост обладнаний дво-секційним столом для переміщення пересувного кондуктора, одноелектродною зварювальною машиною, лотком для поперечних стержнів, стелажем для поздовжніх стержнів та місцем складування готових каркасів</p>
	<p>Горизонтальна установка для виготовлення плоских і просторових каркасів. Установка обладнана підвісною зварювальною машиною, кондуктором-маніпулятором з горизонтальною поворотною платформою, стелажми для поздовжніх і поперечних стержнів та місцями складування готових виробів.</p>
	<p>Вертикальна установка для виготовлення просторових каркасів. Установка обладнана підвісними зварювальними машинами, вертикальним кондуктором-маніпулятором здвоєного типу та місцем складування напівфабрикатів і готових виробів.</p>
	<p>Пост гнуття сіток. Пост обладнаний верстатом для гнуття сіток і а місцем складування напівфабрикатів і готових виробів.</p>

Схема обладнання	Назва обладнання
	Пост різання листової сталі. Пост обладнаний роликівим столом, ножицями для різання листової сталі та ящиком-контейнером для готових виробів.
	Пост заготовки напруженої арматури. Пост обладнаний подавальним роликівим столом зі стележам, установкою для висадження тимчасових анкерів і стележам для готових виробів.
	Пост зварювання закладних деталей. Пост обладнаний столом для зварювання деталей, автотрансформатором, ящиками-контейнерами для заготовок і готових виробів із захисними екранами.

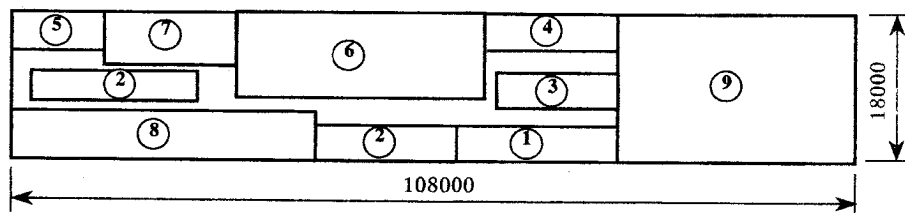


Рис. 4.6. Компоновка постів та ліній арматурного цеху:

1 - заготовка ненапруженої арматури із стержнів гарячекатаної сталі (22430 × 4020 мм);
 2 - гнуття арматури (19260 × 4020 мм); 3 - заготовка пруткової арматури (18000 × 4000 мм); 4 - виготовлення монтажних петель (18000 × 4500 мм); 5 - виготовлення плоских каркасів (10500 × 5000 мм); 6 - виготовлення просторових каркасів (33000 × 12000 мм);
 7 - виготовлення закладних деталей (15970 × 7000 мм); 8 - виготовлення напружуваних стержнів (35820 × 4800 мм); 9 - складування арматурної сталі (30000 × 18000 мм).

Основні технічні показники арматурного цеху наведені в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Основні технічні показники арматурного цеху

Показники		Єдиниці виміру	Об'єм
1	Річний випуск продукції	тис. т	5,750
2	Площа арматурного виробництва	кв. м	1934,46
3	Об'єм продукції з 1 кв. м	т/рік	2,97

5. РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ

Число та типи ліній призначають в залежності від заданої номенклатури виробів і потужності підприємства або цеха.

Для більшості масових залізобетонних виробів враховують наступні параметри: вид і клас бетону, форму виробу і характер перерізу, геометричні розміри і допустимі відхилення від них, вид армування, насиченість арматурою і закладними деталями, масу виробу, чистоту поверхні. Значення цих показників необхідні для об'єднання виробів у групи, для яких однакова річна продуктивність технологічних ліній і забезпечується максимальна сумісність операцій при формуванні і тепловій обробці.

5.1. Агрегатно-потоківі лінії

Продуктивність лінії визначається ритмом її роботи. Ритм лінії залежить від об'єму бетону у виробі, його розмірів та складності виготовлення.

Кількість виробів, які формують за годину при заданому ритмі роботи лінії становить

$$n_{\text{в}}^{\text{г}} = 60 / T_{\text{г}}, \text{ шт.} \quad (5.1)$$

де $T_{\text{г}}$ – тривалість ритму лінії, хв.

Кількість виробів, які формують за добу

$$n_{\text{в}}^{\text{д}} = n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{в}}^{\text{г}}, \text{ шт.} \quad (5.2)$$

де $n_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін на добу (без теплової обробки); $t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год.

Річна продуктивність лінії

$$T_{\text{л}}^{\text{р}} = T_{\text{річ}} \cdot n_{\text{в}}^{\text{д}} \cdot V_{\text{в}}^{\text{б}}, \text{ м}^3, \quad (5.3)$$

де $T_{\text{річ}}$ – річний фонд часу роботи технологічного обладнання, діб;

$V_{\text{в}}^{\text{б}}$ – об'єм бетону у виробі, м³.

Технологічні параметри ямної камери визначаються кількістю форм, які укладаються, та їх розмірами, тривалістю теплової обробки.

Довжина камери

$$\ell_{\text{к}} = n_{\text{ф}}^{\text{д}} \cdot \ell_{\text{ф}} + (n_{\text{ф}}^{\text{д}} + 1) \cdot \ell_1, \text{ м.} \quad (5.4)$$

де $n_{\text{ф}}^{\text{д}}$ – кількість форм, які укладають по довжині камери, шт; $\ell_{\text{ф}}$ – довжина форми, м; ℓ_1 – відстань між формами, або між формою і стінкою камери, м.

Ширина камери:

$$b_{\text{к}} = n_{\text{ф}}^{\text{ш}} \cdot b_{\text{ф}} + (n_{\text{ф}}^{\text{ш}} + 1) \cdot b_1, \text{ м.} \quad (5.5)$$

де n_{ϕ}^m - кількість форм, які укладають по ширині камери, шт; b_{ϕ} - ширина форми, м; b_1 - відстань між формами, або між формою і стінкою камери, м.

Висота камери визначається висотою пакувальника.

Відстань між кронштейнами пакувальника h_k^n приймається в залежності від прийнятої кількості форм по висоті камери.

Відстань між поверхнею виробу і низом форми, яка розташована вище по висоті камери

$$h_1 = h_k^n - h_b - h_{\phi}, \text{ м,} \quad (5.6)$$

де h_b - висота виробу; h_{ϕ} - висота піддона форми, м.

Відстань між поверхнею плити і кришкою камери

$$h_3 = h_k - h_2 - (n_{\phi}^b - 1) \cdot h_k^n - h_{\phi} - h_b, \text{ м,} \quad (5.7)$$

де h_k - висота камери, м; n_{ϕ}^b - кількість форм по висоті камери, шт;

h_2 - відстань між дном камери і низом форми, м.

Тривалість зайнятості ямної камери (тривалість циклу):

$$T_k = t_3 + t_b + t_n + t_i + t_o + t_p, \text{ год,} \quad (5.8)$$

де t_3, t_p - відповідно тривалість завантаження і розвантаження ямної камери, год; t_b - тривалість попереднього витримування, год; t_n - тривалість нагрівання, год; t_i - тривалість ізотермічного прогрівання, год; t_o - тривалість остигання плити, год.

Тривалість завантаження і розвантаження ямної камери залежить від її місткості. Місткість ямної камери визначається розміщенням виробів по ширині камери і по її висоті (табл.5.1).

Таблиця 5.1

Місткість ямної камери залежно від розміщення виробів

Кількість виробів по ширині	Кількість виробів по висоті		
	4	5	6
1	4	5	6
2	8	10	12
3	12	15	18

Кількість виробів у ямній камері (n_b^k) приймається кратною кількості виробів, які формуються за добу.

Тривалість завантаження (розвантаження):

$$t_3 = t_p = n_B^K \cdot T_r, \text{ хв,} \quad (5.9)$$

де n_B^K – місткість ямної камери, шт.

Коефіцієнт оборотності камери:

$$k_o^K = 24 / T_k, \quad (5.10)$$

де T_k - тривалість зайнятості ямної камери, год.

Кількість ямних камер:

$$n_k = n_B^A / (n_B^K \cdot K_o^o), \text{ шт,} \quad (5.11)$$

де n_B^A - кількість виробів, які формуються за добу, шт; n_B^K - кількість виробів у ямній камері, шт.

Коефіцієнт заповнення об'єму камери формами з виробами:

$$k_3^o = n_B^K \cdot (V_\phi + V_B) / V_K, \quad (5.12)$$

де V_ϕ - об'єм форми, м³; V_B - об'єм виробу, м³; V_K - об'єм ямної камери, м³.

Коефіцієнт завантаження камери:

$$k_3^K = n_B^K \cdot V_B / V_K, \quad (5.13)$$

Тривалість обороту форми враховує час, необхідний для виконання всіх стадій виготовлення виробу:

$$T_o = T_p + T_a + T_\phi + T_k, \text{ хв,} \quad (5.14)$$

де T_p – тривалість стадії розпалублення виробу, очищення і змащення форм, $T_p \approx T_r$, хв; T_a - тривалість стадії армування виробів, при попередньому напруженні арматури, $T_a \approx 2 - 3T_r$; T_ϕ - тривалість формування виробу, $T_\phi \approx T_r$, хв.

Коефіцієнт оборотності форми дорівнює:

$$k_o^\phi = 60 \cdot n_{3M}^T \cdot t_{3M} / T_o, \quad (5.15)$$

де n_{3M}^T – кількість робочих змін на добу для теплової обробки.

Кількість форм, які знаходяться в експлуатації:

$$n_\phi^e = n_B^A / k_o^\phi, \text{ шт.} \quad (5.16)$$

Маса форм, які знаходяться в експлуатації:

$$m_\phi^e = m_\phi \cdot n_\phi^e, \text{ т,} \quad (5.17)$$

де m_ϕ – маса форми, т.

Питома формомісткість виробництва:

$$q_{\phi}^{\phi} = m_{\phi}^e / \Pi_{\phi}^p, \text{ кг/м}^3 \quad (\text{до } 12). \quad (5.18)$$

Питома матеріаломісткість форм:

$$q_{\phi}^m = m_{\phi} / V_{\phi}^6, \text{ т/м}^3 \quad (0,6...3,5). \quad (5.19)$$

Термін експлуатації форми та період її ремонту визначається кількістю виконаних нею оборотів за рік (табл. 5.2.).

Таблиця 5.2

Рекомендована оборотність форм

№ з/п	Тип форми	Нормативна оборотність при тепловій O_{ϕ}^n , оберти	Середнє число обертів форми до ремонту	
			Поточного, O_{ϕ}^p	Капітального, O_{ϕ}^k
1.	Пересувні - з шарнірним кріпленням бортів до піддонів - нерозбірні, піддони зі з'ємною бортоснасткою	1000	50 ... 70	550
		1000	80 ... 100	650 ... 700
2.	Нерухомі - з шарнірним кріпленням бортів до піддонів - нерозбірні, піддони зі з'ємною бортоснасткою	1000	60 ... 80	650
		1000	100 ... 120	750 ... 800
3.	Упори силових форм і піддонів	1000	25	250 ... 350

Річна оборотність форми:

$$O_{\phi}^p = T_{\text{річ}} \cdot k_{\phi}^{\phi}, \text{ оберти.} \quad (5.20)$$

Термін експлуатації форми:

$$T_{\phi}^n = O_{\phi}^n / O_{\phi}^p, \text{ років.} \quad (5.21)$$

Період поточного ремонту:

$$T_{\phi}^6 = O_{\phi}^p / O_{\phi}^n, \text{ рази на рік.} \quad (5.22)$$

Період капітального ремонту:

$$T_{\phi}^k = O_{\phi}^p / O_{\phi}^k, \text{ років.} \quad (5.23)$$

Кількість форм, які повинні бути в резерві на ремонті становить 5% від форм, які знаходяться в експлуатації:

$$n_{\phi}^p = 0,05 \cdot n_{\phi}^e, \text{ шт.} \quad (5.24)$$

Площа, яка необхідна для складування цих форм становить 20 м² на кожні 100 т форм, які знаходяться в експлуатації:

$$S_{\phi}^c = 20 \cdot m_{\phi}^c / 100, \text{ м}^2. \quad (5.25)$$

Площа, яка необхідна для виконання поточного ремонту форм становить 30 м² на кожні 100 т форм, які знаходяться в експлуатації:

$$S_{\phi}^p = 30 \cdot m_{\phi}^c / 100, \text{ м}^2. \quad (5.26)$$

Годинна потреба в мастилах для змащення робочої поверхні форм

$$V_m^r = q_m \cdot S_{\phi}^3 \cdot n_{\phi}^r / \rho_m, \text{ м}^3, \quad (5.27)$$

де q_m – витрата мастил на 1 м² поверхні форми, г/м²; S_{ϕ}^3 – площа робочої поверхні форми, яка підлягає очищенню і змащенню, м²; n_{ϕ}^r – годинна потреба в формах для забезпечення робочого ритму лінії, шт.; ρ_m – густина мастил, кг/м³.

Термін заправки бака установки для змащення форм:

$$T_m = V_m^6 / (V_m^r \cdot t_{zm}), \text{ зміни}, \quad (5.28)$$

де V_m^6 – об'єм мастил в баку установки для змащення форм.

Використання транспортного обладнання по вантажопідйомності визначається по залежності

$$k_r = m_b / m_n, \quad (5.29)$$

де m_b – маса вантажу, який піднімається; m_n – номінальна вантажопідйомність обладнання.

Подовження напружуваної арматури при електротермічному її натяганні розраховується за формулою:

$$\Delta l_n = \Delta l_o + \Delta l_c + \Delta l_{\phi} + C_1, \text{ м}, \quad (5.30)$$

де Δl_o – подовження стержня, яке забезпечує розрахункове попереднє напруження арматури, м; Δl_c – можливе обтискання анкерів (приймається 0,001 м на кожную деталь), м; Δl_{ϕ} – подовжні деформації форми, тобто зближення упорів, м. Визначається по теорії опору матеріалів. З досвіду практики можна прийняти $\Delta l_{\phi} \approx 0,003$ м; C_1 – додаткове подовження стержня, яке компенсує скорочення його нагрітої частини (відстань між контактами верстата для електричного нагрівання арматури, l_k), внаслідок охолодження, під час переміщення його в упори (приймається 0,0005 м на 1 м нагрітої частини стержня).

Величина Δl_o визначається по залежності

$$\Delta l_o = (K_c \cdot \sigma_n + \Delta \sigma_n) \cdot l_y / E_c, \text{ м}, \quad (5.31)$$

де K_c – коефіцієнт, який враховує пружно-пластичні властивості сталі, $K_c = 1,0 \dots 1,2$; E_c – модуль пружності сталі, $E_c = 2 \cdot 10^5$ МПа; l_y – відстань між зовнішніми гранями упорів піддона, м; σ_n – проектне значення попереднього напруження арматури, МПа; $\Delta\sigma_n$ – допустиме відхилення попереднього напруження арматури, МПа.

Довжина заготовки для виготовлення напруженої арматури

$$l_z = l_y - \Delta l_n + 2a + 2ш, \text{ м}, \quad (5.32)$$

де a – відрізок стержня для утворення анкера ($a = 2,5 \cdot d_a$, м); $ш$ – товщина шайби ($ш = 0,01$ м)

Таблиця 5.3

Рекомендовані технологічні параметри при нагріванні напруженої арматури класу Ат-V

№ з/п	Назва показника	Одиниці виміру	Температура нагрівання, °С			
			300	350	400	450
1	Температурний коефіцієнт лінійного розширення сталі (α_c)	$10^{-6} / \text{C}$	12,5	13,0	13,5	14,0
2	Теплота на нагрівання 1 м стержня без втрат (Q_n) при діаметрі:					
	10 мм	кДж	92,0	112,6	129,4	150,4
	12 мм	кДж	131,9	158,3	185,6	216,3
3	Теплота, що втрачена за 1 хв при нагріванні 1 м стержня (Q_b) при діаметрі:					
	10 мм	кДж	14,0	17,9	22,4	23,2
	12 мм	кДж	16,7	21,4	26,8	32,7
4	Активний опір 1 м стержня (R_a) при діаметрі:					
	10 мм	10^{-4} Ом	51,4	58,5	61,2	65,7
	12 мм	10^{-4} Ом	40,0	43,8	47,6	51,2
5	Повний опір 1 м стержня (Z_{Π}) при діаметрі:					
	10 мм	10^{-4} Ом	58,0	63,3	68,8	74,2
	12 мм	10^{-4} Ом	47,0	51,3	54,8	60,2
	14 мм	10^{-4} Ом	38,4	41,8	45,6	49,2

Технологічні параметри процесу нагрівання арматурних стержнів визначаються з врахуванням даних табл. 5.3 в наступній послідовності.

Температура нагрівання

$$t_n^0 = t_0^0 + \Delta t_n / (\ell_k \cdot \alpha_c), \quad 0C < [450^0C], \quad (5.33)$$

де t_0^0 – температура оточуючого середовища; α_c – температурний коефіцієнт лінійного розширення сталі.

Сила струму для нагрівання стержнів

$$I = \left((16,7Q_n \cdot K_1) / (R_a \cdot \tau_n) \right)^{0,5}, \text{ А.} \quad (5.34)$$

де τ_n – тривалість нагрівання напружуваного стержня (визначається по наближеній формулі: $\tau_n = 0,2 \cdot d_a$, хв, де d_a - діаметр стержня, мм);

Q_n – повна кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання 1 м стержня

$$Q_n = Q_n + \tau_n \cdot Q_b, \text{ кДж} \quad (5.35)$$

де Q_n - кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання 1 м стержня без втрат, кДж; Q_b - кількість втраченої теплоти за одну хвилину нагрівання 1 м стержня, кДж/хв;

K_1 – коефіцієнт, який враховує схему підключення стержнів в електричне коло (при послідовному включенні $K_1 = 1$, при паралельному K_1 дорівнює числу стержнів, що нагріваються);

R_a – активний опір 1 м стержня, Ом.

Для створення необхідної сили струму на електродах установки СМЖ-1295 необхідно підтримувати напругу

$$U = I \cdot Z_n \cdot \ell_k \cdot K_2 / K_1, \text{ В} < [60 \text{ В}], \quad (5.36)$$

де Z_n – повний опір 1 м стержня при нагріванні його до розрахункової температури, Ом; K_2 – коефіцієнт, який при послідовному включенні стержнів в електричне коло дорівнює їх числу, а при паралельному - 1.

Потрібна потужність трансформатора

$$W_T = I \cdot U / 1000, \text{ кВт} \quad (5.37)$$

Внаслідок того, що тверднення бетону здійснюється при ізотермічній 80^0 C , в напружуваній арматурі відбуваються втрати напруження

$$\Delta \sigma_n^u = \alpha_c \cdot E_c \cdot (t_i^0 - t_3^0) \cdot \ell_n / \ell_y, \text{ МПа,} \quad (5.38)$$

де α_c - температурний коефіцієнт розширення сталі, $^{\circ}\text{C}^{-1}$; E_c - модуль пружності сталі, МПа; t_i° - температура ізотермічного паропрогрівання, $^{\circ}\text{C}$; t_3° - температура зовнішнього середовища, $^{\circ}\text{C}$; l_n - довжина плити, м; l_y - відстань між упорами форми, м.

Напруження арматури у виробі після паропрогрівання становить

$$\sigma_n^{\text{II}} = (K_c \cdot \sigma_n + \Delta\sigma_n) - \Delta\sigma_n^{\text{I}}, \text{ МПа}, \quad (5.39)$$

де K_c - коефіцієнт, який враховує пружно-пластичні властивості сталі, $K_c = 1,1$; σ_n - величина попереднього напруження перед бетонуванням, МПа; $\Delta\sigma_n$ - допустиме відхилення попереднього напруження, МПа.

Складування арматурних виробів виконується в штабелях згідно норм технологічного проектування (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Норми складування арматурних виробів

№ з/п	Назва показника	Одиниці виміру	Норма
1	Запас у формувальному цеху арматурних сіток і каркасів	год	4
2	Середня маса арматурних виробів, які розміщують горизонтально на 1 м^2 площі при зберіганні у формувальному цеху		
	До 12 мм	кг	100
	Від 14 до 22 мм	кг	150
	Від 25 до 40 мм	кг	1500

Нормативна площа для складування запасу напружуваної арматури у штабель без урахування проходів:

$$S_{\text{ш}}^{\text{н}} = n_n^{\text{м}} \cdot m_n^{\text{а}} / (q_n \cdot K_{\text{ш}}), \text{ м}^2, \quad (5.40)$$

де $n_n^{\text{м}}$ - кількість напружуваних стержнів у штабелі

$$n_n^{\text{м}} = T_{\text{ш}} \cdot n_n^{\text{р}} \cdot n_n^{\text{в}}, \text{ шт}, \quad (5.41)$$

де $T_{\text{ш}}$ - період роботи лінії, на який розраховується запас арматурних виробів у штабелі; $n_n^{\text{в}}$ - кількість напружуваних стержнів у виробі шт;

$m_n^{\text{а}}$ - маса напружуваного стержня з анкерами, кг; q_n - середня маса напружуваних стержнів, які розміщують на 1 м^2 площі, $\text{кг}/\text{м}^2$; $K_{\text{ш}}$ - коефіцієнт, який враховує площу проходів між штабелями арматурних виробів, $K_{\text{ш}} = 1,5$.

Довжина штабеля приймається рівною довжині заготовки напруженого стержня:

$$\ell_{ш}^n = \ell_n, \text{ м.} \quad (5.42)$$

Ширина штабеля:

$$b_{ш}^n = S_{ш}^n / \ell_{ш}^n, \text{ м.} \quad (5.43)$$

Розрахункова висота штабеля визначається із формули:

$$h_{ш}^n = n_{ш}^n \cdot \pi \cdot d_n^2 / (4 \cdot b_{ш}^n \cdot K_n), \text{ м,} \quad (5.44)$$

де d_n – діаметр напруженого арматурного стержня, м; K_n – коефіцієнт, який враховує пустоти між стержнями при зберіганні їх в стелажі, $K_n = 0,785$.

Нормативна площа для складування запасу сіток у штабелі без урахування проходів

$$S_{ш}^c = T_{ш} \cdot n_b^r \cdot n_c^b \cdot m_c / (q_c \cdot K_{ш}), \text{ м}^2, \quad (5.45)$$

де n_c^b – кількість С-1 сіток у виробі, які розміщують на 1 м² площі, кг/м².

Площа однієї сітки

$$S_c = \ell_c \cdot b_c, \text{ м}^2, \quad (5.46)$$

де ℓ_c – довжина сітки, м; b_c – ширина сітки, м.

Розрахункова кількість штабелів для складування сіток

$$n_{ш}^c = S_{ш}^c / S_c, \text{ шт.} \quad (5.47)$$

Кількість сіток у штабелі

$$n_c^m = T_{ш} \cdot n_b^r \cdot n_c^b / n_{ш}^c, \text{ шт.} \quad (5.48)$$

Розрахункова висота штабеля

$$h_{ш}^c = (d_1 + d_2) \cdot n_c^m, \text{ м,} \quad (5.49)$$

де d_1 – діаметр стержнів повздовжньої арматури сітки, м; d_2 – діаметр стержнів поперечної арматури сітки, м.

Приклад 5.1. Запроектувати технологічну лінію виготовлення багатопорожнинної плити перекриття ПК 63.15-8АтVТ агрегатно-потокним способом.

Марка плити ПК 63.15-8АтVТ розшифровується наступним чином:

ПК – плита перекриття круглопорожнинна;

63.15 – довжина 6280 мм, ширина – 1490 мм.

8 – під розрахункове навантаження 80 МПа (без урахування власної ваги);

АтV – з напруженою робочою арматурою із класу сталі АтV (Ат800);

T – плита виготовляється з важкого бетону.

Конструктивна схема багатопорожнинної плити перекриття та основні її параметри приведені на рис. 5.1, а вибірка арматурних виробів і їх елементів – в табл. 5.5.

Специфікація арматурних виробів і їх елементів

№ з/п	Арматурні вироби				Арматурні елементи			
	Марка	Маса, кг	Кількість на плиту	Загальна маса, кг	Позиція	Клас сталі	Діаметр, мм	Довжина, мм
1	КР-1	0.46	10	4.60	1	Вр-1	5	1020
					2	Вр-1	4	1020
					3	Вр-1	4	205
2	С-1	0.94	2	1.88	1	Вр-1	4	1780
					2	Вр-1	5	300
3	С-2	4.10	1	4.10	1	Вр-1	3	6240
					2	Вр-1	3	1140
4	Н-1	5.58	6	33.48	1	АТV (800)	12	6500
5	П-1	1.05	4	4.20	1	АТV (800)	12	1180

Плита виготовляється із бетонної суміші з жорсткістю 40 с, проектний клас бетону на стиск В15 (М200), передаточна міцність $R_n = 16$ МПа. Попереднє витримування до початку теплової обробки становить $t_n = 2$ години. Режим теплової обробки – 122 (3.5x6.5x2.0). Температура ізотермічного паропрогрівання $t_i^0 = (80...85) ^0C$. З метою економії матеріалу і полегшення плити влаштовуються порожнини діаметром 159 мм. Армуться плита нижніми опорними коритоподібними сітками С-1, плоскими вертикальними каркасами КР-1 і плоскою верхньою сіткою С-2. Попереднє напруження забезпечується електротермічним натяганням стержневої арматури Н-1, яка розміщена у нижньому поясі плити. Температура електронагрівання стержнів повинна не перевищувати $t_n^0 = 450 ^0C$. Величина попереднього напруження арматури перед бетонуванням становить $\sigma_n = 500$ МПа. Допустиме відхилення попереднього напруження $\Delta\sigma_n = 87$ МПа. Проектна товщина захисного шару забезпечується спеціальними фіксаторами і становить $\delta_{ш} = 20$ мм. Для стропування, транспортування і встановлення плити в робоче положення, передбачене влаштування чотирьох монтажних петель П-1. Місця спірання при складуванні і транспортуванні приймаються на відстані 300 мм від торців.

При виготовленні багатопорожнинних плит перекриттів передбачені наступні технологічні стадії:

-розпалублення виробу, очищення і змащення форм;

- армування напруженою арматурою;
- формування виробу;
- прискорення тверднення бетону.

Кожна стадія виконується на спеціальному посту (рис.5.2-5.5). Сукупність постів складає технологічну лінію.

Піддон або піддон з плитою транспортуються по лінії цеху краном К10т за допомогою автоматичного захвата СМЖ-226.

Розрахунок лінії

Кількість плит, які заформують за годину при тривалості ритму $T_r = 20$ хв, (5.1):

$$n_r^r = 60 / 20 = 3 \text{ шт.}$$

Кількість плит, які формують за добу, (5.2):

$$n_r^d = 2 \cdot 8 \cdot 3 = 48 \text{ шт.}$$

Річна продуктивність лінії, при об'ємі на одну плиту $V_B^6 = 1,18 \text{ м}^3$ (5.3):

$$P_d^p = 253 \cdot 48 \cdot 1,18 = 14330 \text{ м}^3.$$

Для розрахунку габаритних розмірів пропарювальних камер приймаємо, що по довжині камер укладають по одній формі довжиною 6,5 м, а по ширині три форми шириною 1,8 м.

Довжина камери, (5.4):

$$l_k = 1 \cdot 6,5 + (1 + 1) \cdot 0,5 = 7,5 \text{ м.}$$

Ширина камери, (5.5):

$$b_k = 3 \cdot 1,8(3 + 1) \cdot 0,5 = 7,4 \text{ м.}$$

Враховуючи висоту пакетувальника, висоту камери приймаємо рівною 4 м.

Відстань між кронштейнами пакетувальника h_k^n при 4 формах по висоті камери $h_k^n = 0,9$ м.

Відстань між поверхнею виробу і низом форми, яка розташована вище по висоті камери, враховуючи висоту виробу $h_B = 0,3$ м і піддону $h_n = 0,22$ м, (5.6):

$$h_1 = 0,90 - 0,30 - 0,22 = 0,38 \text{ м.}$$

Відстань між поверхнею плити і кришкою камери при $h_r = 0,15$, (5.7):

$$h_2 = 4 - 0,15 - (4 - 1) \cdot 0,90 - 0,30 - 0,22 = 0,63 \text{ м.}$$

Тривалість зайнятості ямної камери (тривалість циклу) визначається тривалістю її завантаження і розвантаження, попереднього витримування і режимом тепловологісної обробки виробу, (5.8):

$$T_k = 4,0 + 2,0 + 3,5 + 6,5 + 2,0 + 4,0 = 22 \text{ год.}$$

Приймаємо камеру в якій розміщується 3 піддони по ширині і 4 по висоті. Місткість такої камери (табл. 5.1) становить $n_{\text{в}}^{\text{к}} = 12$ форм з плитами.

Тоді (5.9)

$$t_3 = 12 \cdot 20 = 240 \text{ хв, або 4 години.}$$

Коефіцієнт оборотності камери, (5.10):

$$k_o^{\text{к}} = 24/22 = 1,09.$$

Таким чином камера використовується не більше одного разу на добу. Приймаємо $k_o^{\text{к}} = 1,00$.

Розрахункова кількість камер для забезпечення виробничої програми, (5.11):

$$n_{\text{к}} = 48/(12 \cdot 1) = 4 \text{ шт.}$$

Коефіцієнт заповнення об'єму камери формами з виробами, (5.12):

$$k_3^o = 12 \cdot (3,51 + 2,06)/222 = 0,30,$$

$$V_{\text{ф}} = \ell_{\text{ф}} \cdot b_{\text{ф}} \cdot h_{\text{ф}} = 6,50 \cdot 1,80 \cdot 0,3 = 3,51 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{в}} = \ell_{\text{в}} \cdot b_{\text{в}} \cdot h_{\text{в}} = 6,28 \cdot 1,49 \cdot 0,22 = 2,06 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{к}} = \ell_{\text{к}} \cdot b_{\text{к}} \cdot h_{\text{к}} = 7,50 \cdot 7,40 \cdot 4,00 = 222,00 \text{ м}^3.$$

Коефіцієнт завантаження камери, (5.13):

$$k_3^{\text{к}} = 12 \cdot 2,06/222 = 0,11.$$

Тривалість обороту форми, (5.14):

$$T_o = 20 + 60 + 20 + 1320 = 1420 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт оборотності форми, (5.15):

$$k_o^{\text{ф}} = 60 \cdot 3 \cdot 8/1420 = 1,01.$$

Враховуючи те, що формування плит виконується у дві зміни приймаємо $k_o^{\text{ф}} = 1$.

Кількість форм, які знаходяться в експлуатації, (5.16):

$$n_{\text{ф}}^{\text{е}} = 48/1 = 48 \text{ шт.}$$

Знаючи масу одного піддона ($m_{\text{ф}} = 2,8$ т) можна знайти загальну масу піддонів, які знаходяться в експлуатації, (5.17):

$$m_{\text{ф}}^{\text{е}} = 2,8 \cdot 48 = 134,4 \text{ т.}$$

Питома формомісткість виробництва, (5.18):

$$q_{\text{ф}}^{\text{м}} = 134400/14330 = 9,4 \text{ кг/м}^3.$$

Питома матеріаломісткість піддонів, (5.19):

$$q_{\Phi}^M = 2,8/1,18 = 2,4 \text{ т/м}^3.$$

Річна оборотність форми становить, (5.20):

$$O_{\Phi}^P = 253 \cdot 1 = 253 \text{ оберти.}$$

Термін служіння форми, (5.21):

$$T_{\Phi}^N = 1000/253 = 3,9 \text{ років.}$$

Період поточного ремонту, при $O_{\Phi}^N = 90$ обертів, (5.22):

$$T_{\Phi}^N = 253/90 = 2,8 \text{ рази на рік.}$$

Період капітального ремонту, при $O_{\Phi}^K = 650$ обертів, (5.23)

$$T_{\Phi}^K = 253/650 = 0,39 \text{ рази на рік, або один раз через 2,6 року.}$$

Кількість форм які повинні бути в резерві на ремонті, (5.24):

$$n_{\Phi}^P = 0,05 \cdot 48 = 2,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\Phi}^P = 3$ форми.

Площа, яка необхідна для складування форм, (5.25):

$$S_{\Phi}^o = 20 \cdot 134,4/100 = 26,88 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площадку довжиною 7 м і шириною 4 м з площею 28 м².

Площа, яка необхідна для виконання поточного ремонту форм, (5.26):

$$S_{\Phi}^P = 30 \cdot 134,4/100 = 40,32 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площадку довжиною 8 м і шириною 5 м з площею 40 м².

Капітальний ремонт форм виконується в майстернях заводу.

Площа робочої поверхні піддона, яка підлягає очищенню і змащенню:

ню:

$$S_{\Phi}^3 = 1,1 \cdot 6,28 \cdot 1,49 = 10,29 \text{ м}^2.$$

За годину необхідно очистити і змастити $n_{\Phi}^r = 3$ піддона.

Годинна потреба в мастилах для змащення робочої поверхні піддонів при витраті мастил на 1 м² поверхні форм $q_m = 0,2$ кг і густині мастил $\rho_m = 1000$ кг/м³, (5.27):

$$V_m^r = 0,2 \cdot 10,29 \cdot 3/1000 = 0,0062 \text{ м}^3.$$

Таким чином одна заправка бака ($V_m^6 = 0,44$ м³) забезпечить роботу установки СМЖ-18А по змащенню піддонів на термін, (5.28):

$$T_m = 0,44/(0,0062 \cdot 8) = 8,9 \text{ зміни.}$$

Розрахунок використання транспортного обладнання поста, (2.29) приводиться в табл. 5.6.

Використання транспортного обладнання

Таблиця 5.6

Обладнання	$m_n, \text{т}$	Вантаж	$m_n, \text{т}$	k_T
Кран К 10 т	10	Піддон	2.800	0.280
		Плита	2.950	0.295
		Піддон з плитою	5.750	0.575
Автозахват СМЖ-226	6	Піддон	2.800	0.470
		Піддон з плитою	5.750	0.958
Самохідний візок СМЖ-151	20	Одна плита	2.950	0.148
		Дві плити	5.900	0.295
		Три плити	8.850	0.443

Подовження арматурного стержня, яке забезпечує розрахункове попереднє напруження арматури, м, при $\ell_y = 6,5$ м, $\sigma_n = 500$ і $\Delta\sigma_n = 87$, (5.30)

$$\Delta\ell_o = (1,1 \cdot 500 + 87) \cdot 6,5 / 2 \cdot 10^5 = 0,0207 \text{ м,}$$

Необхідне загальне положення арматурного стержня, (5.31):

$$\Delta\ell_n = 0,0207 + 0,0020 + 0,0030 + 0,0025 = 0,0282 \text{ м,}$$

$$C_1 = 0,00005 \cdot 5 = 0,0025 \text{ м.}$$

Довжина заготовки для виготовлення напружуваної арматури, (5.32):

$$\ell_3 = 6,5000 - 0,0282 + 2 \cdot 0,0300 + 2 \cdot 0,0100 = 6,5518 \text{ м.}$$

Приймаємо довжину заготовки $l_3 = 6,552$ м.

Технологічні параметри процесу нагрівання арматурних стержнів визначаються в наступній послідовності.

Температура нагрівання, (5.33):

$$t_n^o = 20,0 + 0,0282 / (5 \cdot 13,8 \cdot 10^{-6}) = 428,7 \text{ } ^\circ\text{C} < [450 \text{ } ^\circ\text{C}].$$

Сила струму для нагрівання стержнів, (5.34):

$$I = ((16,7 \cdot 272,5 \cdot 2) / (49,4 \cdot 10^{-4} \cdot 2,4))^{0,5} = 876 \text{ А,}$$

$$\tau_n = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ хв,}$$

Q_n – повна кількість теплоти, яка витрачається на нагрівання 1 м стержня (5.35)

$$Q_n = 201,0 + 2,4 \cdot 29,8 = 272,5 \text{ кДж.}$$

Для створення такої сили струму на електродах установки СМЖ-129Б необхідно підтримувати напругу (5.36)

$$U = 876 \cdot 57,5 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 1 / 2 = 12 \cdot 6 \text{ В} < [60\text{В}].$$

Потрібна потужність трансформатора (5.37)

$$W_T = 876 \cdot 12,6 / 1000 = 11,0 \text{ кВА} < [40 \text{ кВА}].$$

Внаслідок того, що тверднення бетону здійснювалося при температурі 80°C , в напружуваній арматурі відбулися втрати напруження, (5.38)

$$\Delta\sigma_{\text{н}}^{\text{н}} = 13,8 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot (80 - 20) \cdot 6,28 / 6,50 = 116 \text{ МПа.}$$

Напруження арматури в плиті після паропрогрівання становить, (5.39):

$$\sigma_{\text{н}}^{\text{н}} = (1,1 \cdot 500 + 87) - 116 = 521 \text{ МПа.}$$

Напруження арматури в плиті після паропрогрівання знаходиться в допустимих межах $\sigma_{\text{н}} \pm \Delta\sigma_{\text{н}} = 413...587 \text{ МПа}$.

В табл. 5.7 приводиться розрахунок обладнання для змащення форм та для нагрівання напружуваних стержнів.

Таблиця 5.7

Розрахунок обладнання

Тип обладнання	Одиниці виміру	Машинна продуктивність	Організаційна продуктивність	Годинна потреба	Потреба в обладнанні		Ефективність роботи обладнання, %
					Розрахункова, штук	Прийнято, штук	
СМЖ-18А	м ³ /год	0.115	0.106	0.0062	0.059	1	5.9
СМЖ-129	ст./год	30	27	18	0.67	1	67

Нормативна площа для складування запасу напружуваної арматури Н-1 без урахування проходів, (5.40), (5.41):

$$S_{\text{ш}}^{\text{н}} = 72 \cdot 5.78 / (100 \cdot 1.5) = 2.77 \text{ м}^2,$$

$$n_{\text{н}}^{\text{ш}} = 4 \cdot 3 \cdot 6 = 72 \text{ шт.},$$

$$m_{\text{н}}^{\text{ш}} = 5,58 \cdot 6,5 / 6,28 = 5,78 \text{ кг.}$$

Довжина штабеля приймається рівною довжині заготовки напружуваного стержня, (5.42):

$$l_{\text{ш}}^{\text{н}} = l_{\text{н}} = 6,5 \text{ м.}$$

Розрахункова ширина штабеля, (5.43):

$$b_{\text{ш}}^{\text{н}} = 2,77 / 6,5 = 0,43 \text{ м.}$$

Приймаємо $b_{\text{ш}}^{\text{н}} = 0,4 \text{ м}$.

Розрахункова висота штабеля визначиться із формули, (5.44):

$$h_{\text{ш}}^{\text{н}} = 72 \cdot 3,14 \cdot 0,012^2 / (4 \cdot 0,4 \cdot 0,785) = 0,026 \text{ м.}$$

Приймаємо висоту штабеля $h_{ш}^n = 0,03$ м.

Нормативна площа для складування запасу опорних сіток С-1 у штабелі без урахування проходів, (5.45):

$$S_{ш}^c = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,94 / (100 \cdot 1,5) = 0,15 \text{ м}^2.$$

Площа однієї сітки, (5.46):

$$S_c = 1,78 \cdot 0,3 = 0,53 \text{ м}^2.$$

Розрахункова кількість штабелів для складування опорних сіток, (5.47):

$$n_{ш}^c = 0,15 / 0,53 = 0,28 \text{ шт.}$$

Приймаємо один штабель з розмірами в плані рівними розмірам сітки С-1 $1,78 \cdot 0,3$ м.

Кількість сіток у штабелі, (5.48):

$$n_c^ш = 4 \cdot 3 \cdot 2 / 1 = 24 \text{ сітки.}$$

Розрахункова висота штабеля, (5.49):

$$h_{ш}^c = (0,004 + 0,005) \cdot 24 = 0,216 \text{ м.}$$

Приймаємо висоту штабеля для складування сіток С-1 0,25 м.

5.2. Конвеєрний спосіб виробництва

Порядок розрахунку лінії визначається типом конвеєра та компоновкою його постів і конструкцією теплового агрегату.

Продуктивність конвеєрної лінії періодичної дії, $\text{м}^3/\text{рік}$, визначається по залежності:

$$P_p = 60 \cdot T_{річ} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot V_b^6 / T_r, \quad (5.50)$$

де $T_{річ}$ - річний фонд часу роботи технологічного обладнання, діб;

$n_{зм}$ - кількість робочих змін на добу; $t_{зм}$ - тривалість робочої зміни, год;

V_b^6 - об'єм бетону у виробі, м^3 ; T_r - тривалість ритму конвеєрної лінії, хв.

Кількість форм-візків в межах підготовчо-формувальної лінії включає форми на яких виконуються технологічні стадії і форми, на яких виконується попереднє витримування свіжовідформованого виробу.

Кількість форм, необхідних для проведення попереднього витримування:

$$n_n^b = 60 t_b / T_r, \quad (5.51)$$

де t_b - тривалість попереднього витримування, год.

Кількість форм в межах підготовчо-формувальної лінії:

$$n_{\phi}^{n-b} = n_n + n_n^b, \quad (5.52)$$

де n_n - кількість форм для виконання технологічних стадій (розпублення, очищення форм, змащення форм, армування та формування виробу).

Довжина підготовчо-формувальної лінії конвеєра визначається по залежності:

$$l_{n-\phi} = n_{\phi}^{n-\phi} \cdot l_{\phi} + (n_{\phi}^{n-\phi} + 1) \cdot l_1^{n-\phi}, \quad (5.53)$$

де l_{ϕ} - довжина форми, м; $l_1^{n-\phi}$ - відстань між формами в межах підготовчо-формувальної лінії конвеєра.

Розрахунок кількості форм в щільній (тунельній) камері із умов проведення в ній тепловологісної обробки:

$$n_{\phi}^k = 60 \cdot (t_n + t_i + t_o) / T_r, \quad (5.54)$$

де t_n - тривалість нагрівання виробу, год; t_i - тривалість ізотермічного прогрівання, год; t_o - тривалість охолодження, год.

Кількість форм-візків, які можна розмістити в межах одного ярусу щільної камери:

$$n_{\phi}^n = (l_n - l_1^n) / (l_{\phi} + l_1^n), \quad (5.55)$$

де l_n - довжина ярусу щільної камери, м; l_1^n - відстань між формами-візками в межах ярусу щільної камери, м; l_{ϕ} - довжина форми-візка, м.

Необхідна кількість ярусів в щільній камері становить:

$$n_n = n_{\phi}^k / n_{\phi}^n. \quad (5.56)$$

Загальна кількість форм-візків на конвеєрній лінії:

$$n_{\phi} = 1,05 \cdot (n_{\phi}^{n-\phi} + n_n \cdot n_{\phi}^n). \quad (5.57)$$

Тривалість обороту основного конвеєра (обороту форми):

$$T_o^k = T_r \cdot n_{\phi} / 60. \quad (5.58)$$

Коефіцієнт оборотності конвеєра (форми):

$$K_o = 24 / T_o^k. \quad (5.59)$$

Тривалість перебування виробу у тепловому агрегаті:

$$T_k = n_n \cdot n_{\phi}^n \cdot T_r / 60. \quad (5.60)$$

Для конвеєрної лінії безперервної дії основними розрахунковими параметрами є тривалість виконання відповідних елементних циклів на конвеєрах і швидкість руху конвеєра. Тривалість окремих елементних циклів на конвеєрній лінії різна, швидкість переміщення виробу однакова на всьому шляху. Тому довжина ділянок конвеєра (L_i), на яких виконуються певні технологічні операції, різні:

$$L_1 = V_k \cdot t_1, L_2 = V_k \cdot t_2, L_n = V_k \cdot t_n, \quad (5.61)$$

де V_k - швидкість руху виробу (формувальної конвеєрної стрічки), м/хв; t_1, t_2, t_n - тривалість окремих елементних циклів, хв.

Загальна довжина конвеєра, м:

$$L_k = V_k \cdot (t_1 + t_2 + \dots + t_n) = 60 \cdot V_k \cdot T_{ц.к}, \quad (5.62)$$

де $T_{ц.к}$ - тривалість технологічного циклу на конвеєрі, год.

Продуктивність конвеєра:

$$P_p = 60 \cdot T_{річ} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot V_k \cdot b_c \cdot h_n \cdot K_{пл}, \quad (5.63)$$

де b_c - ширина конвеєрної стрічки, м; h_n - середньозважена висота виробу, який формується, м; $K_{пл} = 0,90 \dots 0,95$ - коефіцієнт, який враховує втрати площі формувальної стрічки із-за встановлення бортового оснащення.

Приклад 5.2 Розрахувати технологічні параметри крокового конвеєра по виготовленню багатопорожнистих плит перекриття ПК 63.15-8АтVT з ритмом роботи конвеєра 20 хв. Підготовчо-формувальна лінія конвеєра включає 5 постів по одній формі (розпалублення, очищення форм, змащення форм, армування, формування виробу) та пост попереднього витримання на протязі двох годин. Яруси щілинної камери розміщені під підготовчо-формувальною лінією конвеєра. Теплова обробка виробу виконується за режимом (3,5 + 6,5 + 2,0). Довжина форми-візка становить 6,5 м. Довжина щілинної камери приймається рівною довжині підготовчо-формувальної лінії основного конвеєра.

Рішення.

Продуктивність конвеєрної лінії за рік, (5.50):

$$P_p = 60 \cdot 247 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 1,18 / 20 = 20985 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Кількість форм-візків в межах підготовчо-формувальної лінії, необхідних для проведення попереднього витримання свіжовідформованого виробу, (5.51):

$$n_n^p = 60 \cdot 2 / 20 = 6 \text{ шт.}$$

Кількість форм-візків в межах підготовчо-формувальної лінії, (5.52):

$$n_n^f = 5 + 6 = 11 \text{ шт.}$$

Довжина підготовчо-формувальної лінії при відстані між формами-візками 2 м, (5.53):

$$l_{п-ф} = 11 \cdot 6,5 + (11 + 1) \cdot 2 = 95,5 \text{ м.}$$

Розрахункова кількість форм-візків в межах щілинної камери із умов проведення в ній тепловологісної обробки, (5.54)

$$n_{\phi}^k = 60 \cdot (3,5 + 6,5 + 2,0) / 20 = 36 \text{ шт.}$$

Кількість форм-візків, які можна розмістити в межах одного ярусу щілинної камери, (5.55):

$$n_{\phi}^a = (95,5 - 0,4) / (6,5 + 0,4) = 13,78 \text{ шт.}$$

Приймаємо в кожному ярусі щілинної камери по 13 форм-візків. Необхідна кількість ярусів в щілинній камері, (5.56):

$$n_a = 36 / 13 = 2,77 \text{ яруси.}$$

Приймаємо 3 яруси.

Загальна кількість форм-візків на конвеєрній лінії, (5.57):

$$n_{\phi} = 1,05 \cdot (11 + 3 \cdot 13 + 1) = 52,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо 53 форми-візка.

Тривалість обороту основного конвеєра (обороту форми), (5.58):

$$T_o^k = 20 \cdot 51 / 60 = 17,7 \text{ годин.}$$

Коефіцієнт оборотності конвеєра, (5.59):

$$K_o = 24 / 17,7 = 1,36 .$$

Тривалість перебування виробу в щілинній камері, (5.60):

$$T_k = 3 \cdot 13 \cdot 20 / 60 = 13 \text{ годин,}$$

що перевищує розрахунковий режим тепловологісної обробки на одну годину за рахунок тривалості охолодження. Тобто режим теплової обробки приймається таким: (3,5+6,5+3,0).

5.3. Стендовий спосіб виробництва

Розрахунок довгих і коротких стендових ліній виконується по одним і тим же залежностям.

Тривалість обороту стенда включає час, який необхідно для виконання всіх стадій по виготовленню виробу:

$$T_o^{ct} = T_p + T_a + T_{\phi} + T_r, \quad (5.64)$$

де T_p - тривалість розпалублення, відпуску напруження і відрізання арматури, знімання виробу із стенда, очищення та змащення оснащення і встановлення його на стенді, год; T_a - тривалість армування виробу ненапруженою і напруженою арматурою, год; T_{ϕ} - тривалість укладання і ущільнення бетонної суміші, год; T_r - тривалість попереднього витримання і теплової обробки виробу, год.

Коефіцієнт оборотності стенда за добу:

$$K_o = 24 / T_o^{ct} . \quad (5.65)$$

Продуктивність стенда, м³/рік:

$$P_p = T_{pч} \cdot K_o \cdot V_n^6, \quad (5.66)$$

де $T_{pч}$ - річний фонд часу роботи технологічного обладнання, діб;

V_n^6 - об'єм бетону у виробі, м³.

Кількість стендів, необхідних для забезпечення виробничої програми заводу:

$$n_{ст} = P_n / P_p, \quad (5.67)$$

де P_n - планова продуктивність заводу, м³/рік.

Механічне натягання арматури застосовується на довгих стендах.

Довжина заготовки напруженого стержня (дротини, каната), м:

$$L_3 = L_y + 2 \cdot a + 5, \quad (5.68)$$

де L_y - відстань між зовнішніми гранями упори стенда, м; a - довжина тимчасових анкерів, м.

Тягове зусилля домкрата для натягування арматури, Н:

$$P = K_n \cdot n_c \cdot \pi \cdot d_c^2 \cdot \sigma / (4 \cdot \eta), \quad (5.69)$$

де $K_n = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує можливість технологічних перенатяг; n_c - число одночасно напружуваних стержнів; d_c - діаметр напружуваного стержня, м; σ - проектне напруження, Па; $\eta = 0,94 \dots 0,96$ - коефіцієнт корисної дії домкрата.

Хід поршня домкрата при натяганні арматури, м:

$$S_n = \sigma \cdot L_3 / E_a + A, \quad (5.70)$$

де $E_a = 2 \cdot 10^{11}$ - модуль пружності арматурної сталі, Па; - довжина ходу поршня, потрібна для вибирання вільного провисання арматурного стержня, м.

Величина A , м:

$$A = (0,4 \dots 0,5) \cdot L_y \cdot 10^{-3}. \quad (5.71)$$

Тривалість натягання арматури визначається допустимою швидкістю деформації напружуваної сталі, V_d , яка повинна бути не більше 20 мм/хв.

$$t_n = S_n \cdot 10^3 / V_d, \quad (5.72)$$

де S_n - хід поршня домкрата, мм.

Приклад 5.3. Розрахувати технологічні параметри стенда для безрозкісної ферми. Об'єм бетону у виробі становить 2,62 м³. Тривалість розпа-

луження, відпуску напруження і відрізання арматури, знімання виробу із станда, очищення та змащення оснащення і встановлення його на станді - 2,5 год; тривалість армування виробу ненапруженою і напруженою арматурою - 1,35 год; тривалість укладання і ущільнення бетонної суміші - 1,35 год; тривалість попереднього витримування і теплової обробки виробу - 14 год.

Рішення.

Тривалість обороту станда, (5.64):

$$T_o^{ст} = 2,5 + 1,3 + 2,2 + 14,0 = 20,0 \text{ год.}$$

Коефіцієнт оборотності станда за добу, (5.65)

$$K_o = 24 / 20 = 1,2 .$$

При двозмінній роботі лінії K_o приймаємо рівним 1.

Продуктивність станда, (5.66):

$$P_p = 253 \cdot 1 \cdot 2,62 = 662,9 \text{ м}^3.$$

Кількість стандів, необхідних для забезпечення виробничої програми, (5.67):

$$n_{ст} = 2500 / 662,9 = 3,8 \text{ стандів.}$$

Приймаємо 4 станди.

Довжина заготовки напруженого стержня, (5.68):

$$L_z = 18,5 + 2 \cdot 0,24 + 0,005 = 18,985 \text{ м.}$$

Тягове зусилля домкрата для натягування арматури, (5.69):

$$P = 1,1 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,012^2 / (4 \cdot 0,95) = 392,7 \text{ кН.}$$

Хід поршня домкрата при натяганні арматури, (5.70):

$$S_n = 5 \cdot 10^6 \cdot 18,985 / (2 \cdot 10^{11}) + 0,008 = 0,056 \text{ м,}$$

де величина , (5.71):

$$A = 0,45 \cdot 18500 \cdot 10^{-3} = 0,008 \text{ м.}$$

Тривалість натягання арматури при допустимій швидкості деформації напруженої сталі 20 мм/хв, (5.72):

$$t_n = 0,056 \cdot 10^3 / 20 = 2,3 \text{ хв.}$$

5.4. Касетний спосіб виробництва

Для касетних установок основним розрахунковим параметром є тривалість всього технологічного циклу виготовлення виробу, тобто тривалість одного оберту касетної установки. Другим розрахунковим параметром є загальна кількість виробів у всіх відсіках касетної форми.

Річна продуктивність касетної установки, м³:

$$P_p = T_{річ} \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot n_b \cdot V^6 \cdot K_o^K \cdot K_z , \quad (5.73)$$

де $T_{\text{річ}}$ - річний фонд часу роботи технологічного обладнання, діб;
 $n_{\text{зм}}$ - кількість робочих змін на добу; $t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год; $n_{\text{в}}$ - кількість відсіків у касетній формі; $V^{\text{б}}$ - об'єм бетону у виробі, м^3 ; $K_0^{\text{к}}$ - коефіцієнт оборотності касетної установки на добу; K_3 - коефіцієнт заповнення робочих відсіків касетної установки.

Тривалість одного оберту касетної установки, год складається з окремих операцій:

$$T_0^{\text{к}} = T_{\text{п}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{т}} + t_0, \quad (5.74)$$

де $T_{\text{п}}$ - тривалість розпалублення і знімання виробу, очищення і змащення щитів, встановлення арматури і закладних деталей, збирання касети, год; $T_{\text{ф}}$ - тривалість укладання і ущільнення бетонної суміші, год; $T_{\text{т}}$ - тривалість витримування і теплової обробки виробів, год; t_0 - тривалість неврахованих операцій, год.

Коефіцієнт оборотності касетної установки за добу:

$$K_0^{\text{к}} = 24 / T_0^{\text{к}}. \quad (5.75)$$

Кількість касет, необхідних для забезпечення виробничої програми заводу:

$$n_{\text{к}} = \Pi_{\text{п}} / \Pi_{\text{р}}, \quad (5.76)$$

де $\Pi_{\text{п}}$ - планова продуктивність заводу, $\text{м}^3/\text{рік}$.

Приклад 5.4. Виробництво внутрішніх стінових панелей організовано в касетних установках із 10 відсіків. Середній об'єм виробу $1,6 \text{ м}^3$. Режим роботи - у дві зміни. Плановий річний випуск становить 150 тис. м^3 . Цикл теплової обробки 10,5 год. Загальна тривалість циклу 12,1 год. Визначити річну продуктивність касетної установки та їх необхідну кількість для виконання планової продуктивності заводу, якщо при формуванні виробів використовуються усі відсіки.

Рішення.

Коефіцієнт оборотності касети, (5.75):

$$K_0^{\text{к}} = 24 / 12,1 = 1,98.$$

При двозмінній роботі приймаємо $K_0^{\text{к}} = 1$.

Річна продуктивність касетної установки, (5.73):

$$\Pi_{\text{р}} = 253 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 0,9 = 58291,2 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Кількість касет, необхідних для забезпечення виробничої програми, (5.76):

$$n_{\text{к}} = 150000 / 58291,2 = 2,58 \text{ касети}.$$

Приймаємо $n_{\text{к}} = 3$ касети

5.5. Проектування складів готової продукції

Склади готової продукції на підприємствах залізобетонних виробів призначені для прийому і зберігання прийнятих відділом технічного контролю виробів до відвантаження їх споживачу залізницею або автотранспортом. У теплий період року склад використовують для витримування бетону з метою прискорення оборотності пропарювальних камер і форм. Інколи на складі ведуть укрупнюючу зборку складових конструкцій (наприклад, ферм), оглядають вироби й усувають дрібні дефекти й пошкодження.

Склад готової продукції проектують як відкритий прямокутний майданчик, обладнаний підйомно-транспортними механізмами і розміщений біля торця виробничого корпусу. При наявності полігонів ділянки для складування готових виробів розміщують біля полігонів так, щоб полігон і склад можна було обслуговувати одним краном. Складський майданчик повинен мати 1...2%-ні ухили у бік його зовнішнього контуру для стоку поверхневих вод із устроєм кюветів і водовідвідних канав, щоб забезпечити безперебійну роботу складу в будь-яку погоду.

З цеху на склад вироби подають самохідними візками СМЖ-151 чи СМЖ-216А з причепом СМЖ-154, кран-балками, електротельферами. На стаціонарних заводах збірного залізобетону складська площадка має звичайно бетонне покриття і обладнана мостовими кранами, розміщеними на відкритих естакадах прольотом 18 або 24 м. При наявності полігонів використовують порталні (козлові) або баштові крани. На заводах невеликої потужності площадка має щебеневе чи гравійне покриття, а для виконання вантажно-розвантажувальних і складських операцій застосовують баштові чи автокрани та автонавантажувачі. Для збереження виробів, наприклад із ніздрюватого бетону, над складом улаштовують легкі покриття.

Зберігання готових виробів передбачають у штабелях або касетах розсортованими за видами та марками, а малогабаритних та легких виробів - як правило, у спеціалізованих контейнерах або пакетах. Для обпирання виробів під час зберігання передбачають інвентарні підкладки завтовшки не менше 100 мм або опори іншого типу, а поміж рядами виробів у штабелі - інвентарні прокладки прямокутного (трапецієвидного) поперечного перерізу завтовшки не менше 30 мм з дерева чи інших матеріалів, які забезпечують схоронність виробів. Відповідно до розмірів складу у ньому передбачають 1-2 поздовжніх проїзди завширшки не менше 3 м, які повинні забезпечувати наскрізний рух автотранспорту. Для поливки виробів водою у жаркий період року на складі повинні бути передбачені поливальні крани.

Основні норми проектування складів готової продукції:

Запас виробів на складі приймається згідно завдання на проектування із врахуванням особливостей технології та ритму відвантаження продукції і, як правило, приймається:

- для всіх заводів (крім ВПД з річною потужністю) - до 14 робочих днів;

- для заводів ВПД з річною потужністю до 140 тис. м² – до 20 робочих діб.
Об'єм виробів, які зберігаються у горизонтальному положенні, на 1 м² площі складу:

- ребристі панелі (об'єм бетону), м ³	0,5;
- лінійні елементи простої форми, м ³	1,8;
- лінійні елементи ускладненої форми, м ³	1,0;
- пустотні панелі (об'єм виробу), м ³	1,8.

Об'єм виробів (панелей), які зберігається у вертикальному положенні у сте-
лажах, на 1 м² площі складу приймають 1,2 м³.

Коефіцієнт збільшення площі складу, який враховує проходи між штабелями
виробів, складає 1,5.

Коефіцієнт збільшення площі складу, який враховує проїзди і площу під ко-
ліями кранів, візків, а також площі для проїзду автомашин та під залізничні
колії, для складів з кранами:

- мостовими	1,3;
- баштовими	1,5;
- козловими	1,7.

Висота штабелювання виробів під час зберігання їх у горизонтальному поло-
женні - не більше 2,5 м.

Мінімальна ширина проходів між штабелями - не менше 1,0 м.

Максимальна відстань між пішохідними проходами в складі – 25 м..

Площу складу готової продукції визначають за формулою

$$A = 1,01k_1k_2 \sum A_i, \quad (5.77)$$

де коефіцієнт 1,01 враховує браковану продукцію, яка зберігається на складі;
k₁ - коефіцієнт, який враховує збільшення площі складу на проходи; k₂ - кое-
фіцієнт, який враховує збільшення площі складу залежно від типу крана; A_i –
площа для складування певного виду виробів.

Площу для складування певного виду виробів обчислюють за фор-
мулою

$$A_i = Q_{\text{доб}} t_{\text{зб}} / Q_n \quad (5.78)$$

або

$$A_i = Q'_{\text{доб}} t_{\text{зб}} b l n_{\text{шт}}^r / n_{\text{шт}}^a \quad (5.79)$$

де Q_{доб} і Q'_{доб} - кількість виробів певного виду, які надходять на склад за до-
бу, відповідно, м³ та шт.; t_{зб} - тривалість зберігання виробів на складі, діб; Q_n
– норма зберігання виробів на 1 м²; b і l – габаритні розміри виробу у горизо-
нтальній площині, м; n_{шт}^r і n_{шт}^a – кількість виробів у одному ряду штабеля
(по горизонталі) і кількість рядів виробів у штабелі (по вертикалі), шт.

Останньою формулою зручно користуватись, коли відома максима-
льна кількість виробів у штабелі, наприклад, при складуванні труб (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Параметри складування труб

Діаметр труб, мм	Число труб у ряду	Число рядів по висоті штабеля	Число труб у штабелі
500	6	4	24
600	6	4	24
700	5	4	20
800	5	4	20
900	4	3	12
1000	3	3	9
1200	3	3	9
1400	3	2	6
1600	2	2	2

Розрахунок площі складу готової продукції зручно вести у табличній формі (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Розрахунок складу готової продукції

№ з/п	Найменування виробу	Од. виміру	Добовий випуск $Q_{\text{доб}}$ ($Q'_{\text{доб}}$)	Термін зберігання $t_{\text{зб}}$, діб	Норма зберігання Q_n ($n_{\text{шт}}^r / n_{\text{шт}}^b$)	Площа ділянки для зберігання виробу A_i , м^2
1.	Плити ребристі	м^3	42	14	0,5	1176
2.	Колони суцільного	м^3	25	14	1,8	195
3.	Колони двовіткові	м^3	15	21	1,0	315
			...			
			...			
			...			
8.	Труби (D=600 мм)	шт.	(20)	14	(6 / 4)	1512
9.	Труби (D=900 мм)	шт.	(10)	14	(4 / 3)	1008
Всього:						4793
Необхідна площа складу з мостовими кранами						9440
Прийняті розміри складу					B=3×24м; L=132м	
Фактична площа складу, м^2					9504	

Таким чином, для складування готової продукції приймаємо складський майданчик розміром 72×132 м, обладнаний трьома мостовими кранами прольотом 24 м.

6. ТЕПЛОТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОПАРЮВАЛЬНИХ КАМЕР

6.1. Передумови розрахунку

В основу проектування і реконструкції пропарювальних камер покладений принцип зменшення теплових втрат шляхом теплозахисту огороження камер періодичної дії з їх внутрішнього боку і камер неперервної дії з їх зовнішнього боку. У такому випадку при призначенні режимів тепловологісної обробки виробів у теплоізольованих камерах можна скоротити чи взагалі уникнути стадії ізотермічного прогріву. Припинення подачі пари в таких камерах можна здійснювати після розігріву виробів до розрахункової температури з подальшим їх природним охолодженням у закритій камері. Зниження витрати теплової енергії в теплоізольованих камерах досягається тільки при подачі в них строго розрахункової кількості пари, що забезпечується роботою систем автоматичного регулювання або установкою дросельних діафрагм із своєчасним припиненням подачі пари.

Складові теплового балансу для неутеплених огорож із важкого бетону є базовими для теплотехнічного розрахунку неутеплених пропарювальних камер. Методика розрахунку зводиться до сумування окремих компонентів теплового балансу за повний цикл теплової обробки виробів у неутеплених і утеплених камерах і поширюється на проектування нових і реконструкцію діючих установок. Компоненти теплового балансу поділяють на *корисні* і *непродуктивні* витрати теплової енергії. До корисних витрат відносяться витрати тепла на розігрів бетону виробів і металу форм. Непродуктивні витрати складаються із втрат тепла через огороження камери в навколишнє середовище і у ґрунт. Задача розрахунку зводиться до максимально можливого зниження непродуктивних витрат теплової енергії.

6.2. Теплотехнічний розрахунок неутеплених пропарювальних камер періодичної дії

Складові загальної витрати тепла визначаються за таблицями додатку А, які складені для статистично усереднених умов і режимів роботи пропарювальних камер. Наведені в таблицях величини дійсні для наступних умов:

- тепловологісна обробка виробів здійснюється в закритих формувальних цехах із температурою не нижчою $+15^{\circ}\text{C}$;
- тривалість активної теплової обробки (підйому температури та ізотермічної витримки) $\tau_0=10$ год;
- різниця між початковою і кінцевою температурою розігріву бетону і металу форм $\Delta t=80-15=65^{\circ}\text{C}$ (для бетонів на шлакопортландцементях $\Delta t=90-15=75^{\circ}\text{C}$);
- тривалість остигання ямних камер із закритою кришкою $\tau_1=8$ год, із відкритою кришкою $\tau_2=6$ год; тривалість остигання закритої камери з виробами протягом вихідних днів при п'ятиденному робочому тижні $\tau_3=50$

год.; тривалість наступного (після 50 год.) остигання зовнішніх стін відкритої камери $\tau_4=6$ год;

- кількість оборотів ямних камер на добу $m=1$;
- заглиблення камери в ґрунт $h=0,5$ м;
- температура глибинних шарів ґрунту в зоні нульових коливань температури $t_a=+5^\circ\text{C}$.

У таблицях подані чисельні значення складових корисної витрати Q_k тепла на 1 м^3 бетону пропарюваних виробів у щільному тілі і складові питомі втрати тепла на одиницю поверхні огорожі блоку пропарювальних камер за повний цикл теплової обробки.

Методика розрахунку витрат енергії

Основним показником, який характеризує економічність пропарювальних камер, є коефіцієнт корисного використання (ККВ) в них теплової енергії η . У загальному вигляді ККВ тепла визначається за формулою

$$\eta = Q_k / (Q_k + \Sigma Q_0) \quad (6.1)$$

де Q_k - корисна витрата теплової енергії на розігрів бетону (з врахуванням тепловиділення цементу) і металу форм, МДж/м^3 ; ΣQ_0 - загальна сума непродуктивних втрат тепла, МДж/м^3 .

Чисельні значення Q_k визначаються незалежно від типу пропарювальних камер за табл. А.1...А.3 залежно від марки бетону, виду цементу і металоемності форм.

Непродуктивні втрати тепла в камерах з неутепленим огороженням, МДж/м^3 , визначаються шляхом сумування окремих компонентів теплового балансу за повний цикл теплової обробки:

$$\Sigma Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (6.2)$$

де Q_1 - втрати тепла через наземну частину зовнішніх стін за час активного пропарювання; Q_2 - втрати тепла при остиганні зовнішніх стін після закінчення подачі пари з урахуванням остигання на протязі вихідних; Q_3 - втрати тепла при остиганні перегородок; Q_4 - втрати тепла в ґрунт за повний цикл теплової обробки, включаючи час витримки виробів у закритій камері без подачі пари.

Складові формули (6.2) можна представити у вигляді:

$$Q_1 = q_1 F_1 / (K_3 V_k) = q_1 F_1 / V_6; \quad (6.3)$$

$$Q_2 = (q_2 + 0,2 q'_2) F_1 / V_6; \quad (6.4)$$

$$Q_3 = (q_3 + 0,2 q'_3) F_2 / V_6; \quad (6.5)$$

$$Q_4 = q_4 F_3 / V_6, \quad (6.6)$$

де V_k - об'єм пропарювальної камери по внутрішньому обміру, м^3 ; V_6 - об'єм бетону виробів (у щільному тілі), які завантажуються в камеру, м^3 ; $K_3=V_6/V_k$ - коефіцієнт заповнення корисного об'єму пропарювальної камери; F_1 - зовнішня поверхня пропарювальної камери вище нульової відмітки (по зовнішньому обміру), м^2 ; F_2 - площа перегородок, м^2 ; F_3 - поверхня зіткнення стін і днища камери (по зовнішньому обміру) з ґрунтом, м^2 ; q_1 - питомі втрати тепла із зов-

нішньої надземної поверхні F_1 камерного блока за $\tau_0=10$ год. активного пропарювання при $\Delta t=65^{\circ}\text{C}$, МДж/м^2 (табл. А.4 і А.10); q_2 - питомі втрати тепла із зовнішньої надземної поверхні F_1 камерного блока при його остиганні після припинення подачі пари за $\tau_1+\tau_2=14$ год., МДж/м^2 (табл. А.5 і А.11); q'_2 - те ж, при остиганні протягом вихідних днів за $\tau_3+\tau_4=56$ год., МДж/м^2 (табл. А.7 і А.13); q_3 - питомі втрати тепла з поверхні перегородок при їх остиганні після припинення подачі пари за $\tau_1+\tau_2=14$ год., МДж/м^2 (табл. А.6 і А.12); q'_3 - те ж, при їх остиганні протягом вихідних днів за $\tau_3+\tau_4=56$ год., МДж/м^2 (табл. А.8 і А.14); q_4 - питомі втрати тепла в ґрунт з поверхні F_3 днища камерного блоку і частини зовнішніх стін, розташованих нижче рівня підлоги за час $\tau_0+\tau_1=18$ год., МДж/м^2 (табл. А.9 і А.15).

При розрахунку V_k , F_1 , F_2 , F_3 камер, які поєднані в блок, враховуються габарити всього блока.

Приклад 6.1. Виконати теплотехнічний розрахунок блоку з трьох неутеплених секцій ямних камер з огороженням із важкого бетону.

Вихідні дані для розрахунку:

- пропарюється бетон класу В15 на портландцементі М400;
- об'єм пропарюваних виробів у щільному тілі в трьох секціях блока $V_6 = 18,9 \text{ м}^3$;
- внутрішні габарити однієї секції камери: довжина - 7,2 м, ширина - 2,5 м, висота - 3,5 м;
- заглиблення днища камери в ґрунт щодо підлоги цеху $h = 0,5$ м;
- товщина бетонних стінок, днища і перегородок камери $\delta_6 = 0,3$ м;
- маса металу форм, яка припадає на 1 м^3 пропареного бетону, $g=3 \text{ т/м}^3$.

Режим роботи камери приймається для стандартних умов, перерахованих на початку п.6.2.

Розв'язання:

- внутрішній об'єм трьох секцій в одному блоці
 $V_k = (7,2 \cdot 2,5 \cdot 3,5) \cdot 3 = 189 \text{ м}^3$;
- поверхня зовнішніх стін блоку камер вище позначки підлоги (без площі кришок)
 $F_1 = 2 [(7,2 + 2 \cdot 0,3) + 3 \cdot 2,5 + 4 \cdot 0,3] \cdot (3,5 - 0,5) = 99 \text{ м}^2$;
- поверхня двох перегородок (з одного боку)
 $F_2 = 2 (7,2 \cdot 3,5) = 50,4 \text{ м}^2$;
- поверхня днища блоку камер і зовнішніх стін нижче позначки підлоги
 $F_3 = 2 [(7,2 + 2 \cdot 0,3) + 3 \cdot 2,5 + 4 \cdot 0,3] \cdot (0,5 + 0,3) + (7,2 + 2 \cdot 0,3) \times$
 $\times (3 \cdot 2,5 + 4 \cdot 0,3) = 94,3 \text{ м}^2$;
- модуль надземної поверхні стін блоку камер
 $F_1 / V_k = 99 / 189 = 0,52 \approx 0,5, \text{ м}^{-1}$;

- за табл. А.1 приймаємо $Q_6 = 126 \text{ МДж/м}^3$;
- за табл. А.3 при $g=3 \text{ т/м}^3$ маємо $Q_m = 113 \text{ МДж/м}^3$;
- корисна витрата теплової енергії
 $Q_k = 126+113 = 239 \text{ МДж/м}^3$;
- за табл. А.4 питомі втрати тепла з 1 м^2 поверхні надземної частини стін блока камер за час активного пропарювання (10 год.) $q_1 = 13,6 \text{ МДж/м}^2$;
- те ж, у перерахуванні на 1 м^3 бетону
 $Q_1 = 13,6 \cdot 99 / 18,9 = 71,2 \text{ МДж/м}^3$;
- за табл. А.5 питомі втрати тепла з 1 м^2 зовнішньої надземної поверхні F_1 блоку камер при їх остиганні після припинення подачі пари (14 год.)
 $q_2 = 24,7 \text{ МДж/м}^2$;
- за табл. А.7 питомі втрати тепла з 1 м^2 зовнішньої надземної поверхні F_1 блоку ямних камер при їх остиганні протягом вихідних днів (56 год.)
 $q'_2 = 34,2 \text{ МДж/м}^2$;
- питомі втрати тепла при остиганні надземної частини стін у перерахунок на 1 м^3 бетону по формулою (6.4)
 $Q_2 = (24,7+0,2 \cdot 34,2) \cdot 99 / 18,9 = 165,2 \text{ МДж/м}^3$;
- за табл. А.6 питомі втрати тепла з 1 м^2 поверхні перегородок F_2 при їх остиганні після припинення подачі пари $q_3 = 35,8 \text{ МДж/м}^2$;
- за табл. А.8 питомі втрати тепла з 1 м^2 поверхні перегородок при їх остиганні протягом вихідних днів $q'_3 = 50,7 \text{ МДж/м}^2$;
- питомі втрати тепла при остиганні перегородок у перерахунок на 1 м^3 бетону за формулою (6.5):
 $Q_3 = (35,8+0,2 \cdot 50,7) \cdot 50,4 / 18,9 = 122,5 \text{ МДж/м}^3$;
- за табл. А.9 питомі втрати тепла в ґрунт із 1 м^2 поверхні днища блока камер і частини зовнішніх стін, розташованих нижче рівня підлоги F_3 , за час 18 год. $q_4 = 12,6 \text{ МДж/м}^2$;
- те ж, у перерахунок на 1 м^3 бетону
 $Q_4 = 12,6 \cdot 94,3 / 18,9 = 62,9 \text{ МДж/м}^3$;
- сумарні непродуктивні втрати тепла в камері за рівнянням (6.2):
 $\Sigma Q_0 = 71,2 + 165,2 + 122,5 + 62,9 = 421,8 \text{ МДж/м}^3$;
- сумарна питома витрата тепла в камері
 $\Sigma Q = 239 + 421,8 = 660,8 \text{ МДж/м}^3$;
- коефіцієнт корисного використання тепла в камері
 $\eta = Q_k / (Q_k + \Sigma Q_0) = 239 / 660,8 = 0,36$.

6.2. Теплотехнічний розрахунок утеплених пропарювальних камер періодичної дії

При проектуванні нових камер і при реконструкції діючих вертикальне огороження рекомендується виконувати в трьох варіантах:

- складена стінка із зовнішнім бетонним покриттям та шаром теплоізоляції з

внутрішнього боку, захищеним гідро- і пароізоляційним матеріалом (перегородки камер мають теплоізоляційні шари з двох боків);

- складена стінка з екранною ізоляцією, що має зовнішнє бетонне покриття, внутрішній азбоцементний лист і повітряну порожнину між ними, розділену по товщині на кілька повітряних прошарків за допомогою екранів із легких тонких полімерних матеріалів (типу листового пластика). Для зменшення радіаційної складової звернені одна до одної поверхні, які утворюють повітряну порожнину, покриті алюмінієвою фольгою або світловідбиваючим лаком;
- складена стінка з несучих каркасних елементів (із бетону або металу), зовнішнього і внутрішнього огороджуючих азбоцементних листів і повітряної порожнини між ними, розділеної по товщині на кілька повітряних прошарків. Звернені одна до одної поверхні, які утворюють повітряну порожнину, покриті алюмінієвою фольгою або світловідбиваючим лаком;

Розрахункові схеми стін огорожень ефективних пропарювальних камер наведені на рис. 6.1.

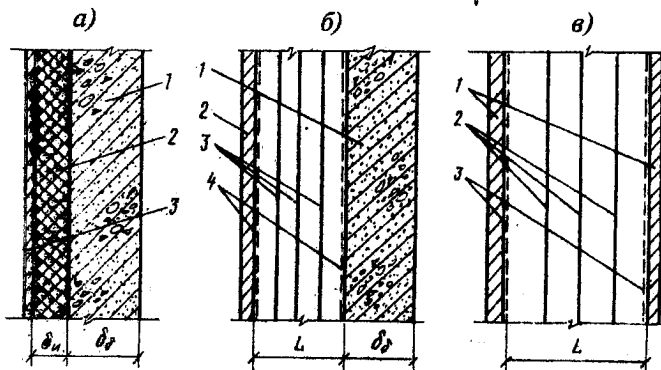


Рис. 6.1. Розрахункові схеми зовнішніх стін утепленої камери

а – бетонна з теплоізоляцією: 1 – бетонна стінка; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – парогід-розахисний шар; б – бетонна з повітряним прошарком: 1 – бетонна стінка; 2 – азбоцементний лист; 3 – екрани; 4 – алюмінієва фольга або світловідбиваючий лак; в – каркасна з прошарком: 1 – азбоцементні листи; 2 – екрани; 4 – алюмінієва фольга або світловідбиваючий лак

Зниження непродуктивних втрат тепла можна досягти також при заміні огороження камер з важкого бетону на керамзитобетонні. Однак, оскільки у цьому випадку ККВ тепла не може перевищувати 50...55%, то такий варіант реконструкції камер рекомендується лише у випадках, коли встановлення теплоізоляційних матеріалів або влаштування повітряних прошарків в силу місцевих умов неможливе.

Днище камер може бути виконане суцільним або з повітряною порож-

ниною. При проектуванні нових камер під основою днища бетону влаштовуються підсіпка з керамзитового гравію або виконується ненесуча підлога з тонких плоских або ребристих плит із створенням повітряної порожнини між підлогою й основою. Застосування теплоізоляційних матеріалів для утеплення днища нових камер не рекомендується.

При реконструкції камер на існуючу бетонну основу укладаються блоки зі піноскла з наступним його гідрозахистом цементною стяжкою. Влаштування керамзитової підсіпки, повітряних порожнин і установка керамзитобетонних плит при реконструкції камер не рекомендується в зв'язку з різким зменшенням корисного об'єму камер.

Розрахункові схеми днища камер наведені на рис. 6.2.

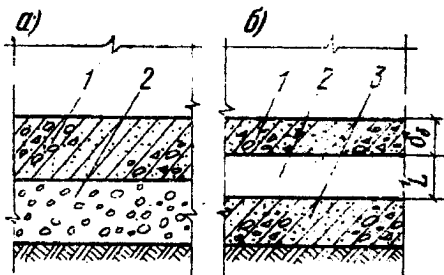


Рис. 6.2. Розрахункові схеми днища камер

а – керамзитобетонна плита з підсіпкою (типовий проект): 1 – бетонна плита; 2 – підсіпка з керамзитового гравію; б – фальш-днище: 1 – бетонна плита перекриття; 2 – повітряний проширарок; 3 – бетонна основа

Для оцінки теплозахисних властивостей утеплених огорожень камер використовують коефіцієнт ефективності утеплення α , який у загальному випадку визначають за формулою

$$\alpha = 1 - \Sigma q_0^y / \Sigma q_0, \quad (6.7)$$

де Σq_0^y і Σq_0 – сумарні питомі втрати тепла за повний цикл теплової обробки з 1 м^2 поверхні для утепленого і неутепленого огороження відповідно.

Хоча коефіцієнт α відрізняється для різних елементів огорожень камер, для спрощення розрахунків доцільно приймати величину $\alpha = \alpha_{\text{ср}}$ однаковою для всіх частин камери. Якщо при реконструкції неможливо забезпечити однаковий термічний опір днища, стін і перегородок, для днища приймається окреме значення $\alpha_{\text{дн}} < \alpha_{\text{ср}}$.

У загальному випадку сумарні питомі втрати тепла, МДж/м^2 , можуть бути визначені за формулами:

$$\Sigma q_0^y = \Sigma q_0 (1 - \alpha_{\text{ср}}) = (q_1 + q_2^{\text{сп}} + q_3^{\text{сп}} + q_4)(1 - \alpha_{\text{ср}}), \quad (6.8)$$

або

$$\Sigma q_0^y = (q_1 + q_2^{\text{сп}} + q_3^{\text{сп}})(1 - \alpha_{\text{ср}}) + q_4(1 - \alpha_{\text{дн}}), \quad (6.9)$$

де $q_1 \dots q_4$ визначається як для неутеплених камер за табл. А1...А.9.

Питомі втрати тепла, МДж/м^3 , при пропарюванні бетону розраховуються за формулою

$$\Sigma Q_0^y = \Sigma(q_i^y F_i) / V_6, \quad (6.10)$$

де F_i – поверхня відповідних елементів огорожень камерного блоку, м^2 ; V_6 –

об'єм бетонних виробів у щільному тілі, які прогріваються в камерному блоці, м³.

Коефіцієнт корисного використання тепла ККВ в утепленій камері визначається за формулою

$$\eta_y = Q_k / [Q_k + \Sigma Q_0(1 - \alpha_{cp})]. \quad (6.11)$$

Тоді усереднений коефіцієнт ефективності α_{cp} при заданому ККВ тепла у камері, яка реконструюється чи будується заново дорівнює

$$\alpha_{cp} = [\eta_y (Q_k + \Sigma Q_0) - Q_k] / (\eta_y \Sigma Q_0). \quad (6.12)$$

Для порівняльної оцінки утеплення огорожень незалежно від корисних витрат тепла можна користуватись усередненою формулою

$$\alpha_{cp} = [\eta_y (239 + \Sigma Q_0) - 239] / (\eta_y \Sigma Q_0). \quad (6.13)$$

Методика розрахунку утеплених огорожень

При проектуванні нових камер з огороженнями, що мають *внутрішній шар теплоізоляційного матеріалу*, теплотехнічний розрахунок ведуть у наступній послідовності:

- за наведеною вище методикою розраховують тепловий баланс камери аналогічних габаритів, але з неутепленими огороженнями;
- задають максимально можливий ККВ тепла ($\eta_y^{\max} = 0,85$);
- із залежності (6.12) визначають коефіцієнт ефективності утеплення α_{cp} ;
- за табл. 6.1 вибирають кілька варіантів параметрів теплової ізоляції (товщину шару і коефіцієнт теплопровідності матеріалу), які відповідають отриманому значенню α_{cp} . При цьому товщина теплоізоляційного шару з кожного боку перегородки повинна дорівнювати половині обраної товщини теплоізоляційного шару для зовнішніх стін (для ідентичних теплоізоляційних матеріалів);
- за вибраними параметрами δ_i та λ_i визначають асортимент необхідних теплоізоляційних матеріалів для стін і перегородок камер (за додатком Б);
- відповідно до розрахункової величини α_{cp} за даними табл. 6.2 вибирають величину теплового опору ізоляції R_i днища камери;
- при виборі варіанту днища з керамзитовою підсіпкою (рис. 6.2а) визначають товщину шару підсіпки керамзитового гравію

$$\delta_n = (R_i - \delta_6 / \lambda_6) \lambda_n, \quad (6.14)$$

де δ_6 - товщина керамзитобетонної або бетонної плити основи днища, м; λ_6 - теплопровідність керамзитобетону (приймається за даними додатку В залежно від його насипної густини) або важкого бетону [$\lambda_{в6} = 2,33$ Вт/(м⁰С)]; R_i - вибране за табл. 6.2 значення теплового опору днища, м² · °С / Вт; $\lambda_n = 0,23$ Вт/(м⁰С) - теплопровідність керамзитової підсіпки;

Таблиця 6.1

Коефіцієнт теплопровідності λ_i теплової ізоляції, Вт / (м · °С)	Коефіцієнт ефективності утеплення огорожень ямних камер $\alpha_{ср}$ при товщині шару теплової ізоляції δ_i				
	0,04	0,06	0,08	0,12	0,15
При товщині стін з важкого бетону 0,3 м					
0,04	0,79	0,89	-	-	-
0,07	0,70	0,80	0,85	0,85	-
0,10	0,62	0,69	0,76	0,82	0,86
0,14	0,57	0,65	0,69	0,79	0,82
0,17	-	-	0,68	0,72	0,80
При товщині стін з важкого бетону 0,2 м					
0,04	0,89	-	-	-	-
0,07	0,80	0,86	0,88	-	-
0,10	0,79	0,81	0,84	0,88	-
0,14	0,66	0,74	0,80	0,84	0,87
0,17	0,61	0,69	0,75	0,82	0,86
При товщині стін з важкого бетону 0,15 м					
0,07	0,83	0,88	0,90	0,93	-
0,10	0,78	0,83	0,86	0,90	-
0,14	0,72	0,79	0,83	0,87	-
0,17	0,61	0,76	0,80	0,85	-

Таблиця 6.2

Коефіцієнт ефективності утеплення днища, $\alpha_{дн}$	0,5	0,63	0,7	0,8	0,85
Тепловий опір ізоляції днища R_i , м ² · °С / Вт	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3

- у випадку застосування пустотілого днища вибране за табл. 6.2 значення R_i повинне задовольняти наступній умові:

$$R_i = R_n + R_{кб}, \quad (6.15)$$

де R_n - тепловий опір повітряної порожнини, м² · °С / Вт (табл. 6.3); $R_{кб} = \delta_{кб} : \lambda_6$ - тепловий опір керамзитобетонної плити, м² · °С / Вт.

Змінюючи товщину повітряної порожнини L (табл. 6.3) і керамзитобетонних плит, забезпечують розрахункове значення R_i ;

Таблиця 6.3

Товщина повітряної порожнини L днища, м	0,02	0,05	0,07	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25
Тепловий опір порожнини R_n , м ² · °С / Вт	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,75	0,8	0,85

- визначають витрату теплової енергії в камерах з утепленими огороженнями, яка дорівнює сумі Q_k і $\Sigma Q_0(1 - \alpha_{cp})$.

При зазначеній схемі розрахунку прагнуть забезпечити максимальний ККВ тепла за рахунок добору найбільш ефективного теплоізоляційного матеріалу. У випадку, коли не вдається підібрати теплоізоляційний матеріал з визначеними параметрами, розрахунок повторюють, приймаючи менше значення η_y (але не менше 0,7).

При реконструкції діючих камер спочатку визначають, чи можливе зменшення їх корисного об'єму за рахунок установки теплової ізоляції з паро- і гідрозахистом. Якщо допустима товщина теплозахисного шару δ_i по периметру камери виявиться меншою 0,04 м, то камера реконструкції не підлягає.

У випадку, коли допустимий розмір $\delta_i \geq 0,04$ м, розрахунок ведеться в наступній послідовності:

- за наведеною вище методикою розраховують тепловий баланс діючої неутепленої камери;

- за табл. 6.1 призначають максимально можливу величину α_{cp} для заданого значення δ_i ;

- вибирають за додатком Б теплоізоляційний матеріал з величиною λ_i , яка відповідає призначеному значенню α_{cp} та δ_i . При неможливості застосування такого матеріалу вибирають матеріал з більшим λ_i , уточнюючи α_{cp} за табл. 6.1;

- відповідно до вибраного значення α_{cp} за даними табл. 6.2 визначають розмір теплового опору ізоляції R_i днища камери і товщину теплозахисного шару з піноскла за формулою

$$\delta_{пс} = R_i \cdot \lambda_{пс}, \quad (6.16)$$

де $\lambda_{пс}$ - теплопровідність піноскла, визначена за додатком Б, Вт / (м · °С);

- у випадку, коли забезпечити заданий тепловий опір ізоляції днища неможливо (за умовою обмеження висоти камери), днище реконструкції не підлягає, і для розрахунку величина коефіцієнта $\alpha_{дн} = 0$, а сумарні теплові втрати визначаються за формулою (6.9).

Подальший розрахунок утепленої камери не відрізняється від викладеного вище.

При проектуванні нових камер з огороженнями, що мають *повітряні прошарки* (рис. 6.2 б) розрахунок ведуть у наступній послідовності:

- розраховують тепловий баланс камер аналогічних габаритів, але з неутепленими огороженнями аналогічної товщини;

- задаються максимально можливим з конструктивних міркувань значенням коефіцієнта теплової ефективності огороження α_{cp} ;

- при проектуванні зовнішніх стін за табл. 6.3 вибирають товщину повітряної порожнини L і кількість тонких екранів n , які розділяють цю

порожнину на повітряні прошарки, що відповідають заданому значенню α_{cp} ;

Таблиця 6.3

Таблиця 6.3. Щина бетонних стін камери, м	Кількість тонких екранів n	Кількість повітряних $n+1$	Коефіцієнти теплової ефективності огорожень з екранною ізоляцією α_{cp} при товщині повітряної порожнини L , м			
			0,2	0,15	0,10	0,05
0,3		1	0,62	0,60	0,57	0,53
	1	2	0,76	0,74	0,72	0,70
	2	3	0,81	0,78	0,77	0,76
	3	4	0,82	0,81	0,80	0,79
	4	5	0,83	0,82	0,81	0,80
0,2		1	0,68	0,66	0,65	0,61
	1	2	0,80	0,78	0,77	0,71
	2	3	0,83	0,82	0,81	0,80
	3	4	0,84	0,84	0,83	0,82
	4	5	0,85	0,84	0,84	0,83
0,15		1	0,76	0,75	0,74	0,72
	1	2	0,83	0,82	0,81	0,80
	2	3	0,87	0,86	0,85	0,84
	3	4	0,88	0,87	0,86	0,85
	4	5	0,89	0,88	0,88	0,87

Примітка: дані табл. 6.3 наведені для світловідбиваючих покриттів з алюмінієвої фольги, нанесеної на внутрішні поверхні бетонної стіни й асбоцементного листа.

- при проектуванні внутрішніх перегородок камер товщину повітряної порожнини L і кількість екранів n , які відповідають заданому значенню α_{cp} , вибирають за табл. 6.4;

- при виборі типу днища розрахунок ведеться аналогічно як для нової камери з шаром теплоізоляційного матеріалу (стор. 111);

- далі визначають витрату теплової енергії в камерах з утепленими огороженнями, яка дорівнює сумі Q_k і $\Sigma Q_0(1 - \alpha_{cp})$.

При реконструкції діючих камер з влаштуванням огорожень з повітряними прошарками розрахунок ведуть у наступному порядку:

- визначають товщину повітряної порожнини L , яка відповідає максимально можливому зменшенню робочого об'єму камери;

- за табл. 6.3 вибирають таку кількість екранів n , розділюючих порожнину на окремі прошарки, яка забезпечує отримання максимальної величини α для даної товщини наявного бетонного огороження;

Таблиця 6.4

Кількість тонких екранів n	Кількість повітряних прошарків $n+1$	Коефіцієнт теплової ефективності екранної ізоляції огорожень з азбоцементних листів з несучими каркасними елементами при товщині повітряної порожнини L , м			
		0,20	0,15	0,10	0,05
При відбиваючих покриттях з алюмінієвої фольги					
-	1	0,86	0,85	0,84	0,83
1	2	0,89	0,88	0,88	0,87
2	3	0,90	0,90	0,90	0,89
3	4	0,92	0,92	0,91	0,91
4	5	0,92	0,91	0,90	0,90
При відбиваючих покриттях з алюмінієвої фарби					
-	1	0,78	0,77	0,76	0,75
1	2	0,84	0,84	0,83	0,82
2	3	0,86	0,86	0,86	0,85
3	4	0,88	0,88	0,87	0,87
4	5	0,89	0,89	0,88	0,88
Без відбиваючих покриттів					
	1	0,68	0,67	0,66	0,65
1	2	0,76	0,76	0,75	0,75
2	3	0,82	0,81	0,81	0,80
3	4	0,84	0,84	0,84	0,83
4	5	0,86	0,86	0,85	0,85

- за табл. 6.5 визначають величину теплового опору теплоізоляції $R_{огр}$ всіх огорожень камери для прийнятих значень L і n . При двосторонньому розташуванні ізоляції перегородок на кожен бік доводиться тепловий опір $R_{огр}/2$. За цією величиною по табл. 6.5 визначають товщину порожнини L та кількість екранів n для утеплення кожного з двох боків перегородок;

- розрахунок днища ведеться аналогічно як для реконструйованої камери з шаром теплоізоляційного матеріалу (стор. 112);

- тепловий баланс утепленої камери визначають за викладеною вище методикою.

П р и к л а д 6.2. Блок з діючих трьохсекційних камер, розглянутий у прикладі 6.1, реконструюється з метою зменшення теплових втрат. Максимально допустима товщина теплоізоляції становить 0,4 м.

Р о з в ' я з а н н я :

- за табл. 6.1 для бетонних стін товщиною 0,3 м при $\delta_i = 0,04$ м вибираємо теплоізоляційний матеріал з $\lambda_i = 0,07$ Вт/(м \cdot °C), який забезпечує величину $\alpha_{ср} = 0,7$ (у зв'язку з неможливістю практичного використання матеріалу, для яко-

го $\lambda_1 = 0,03 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$; за табл. 6.2 при $\alpha_{\text{дн}} = 0,7$ $R_1 = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$;

Таблиця 6.5

Кількість тонких екранів п	Кількість повітряних прошарків п+1	Тепловий опір огорожень $R_{\text{огр}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{С}/\text{Вт}$, при товщині повітряної порожнини L, м			
		0,2	0,15	0,10	0,05
-	1	0,66	0,62	0,59	0,53
1	2	1,12	1,02	0,95	0,87
2	3	1,50	1,35	1,24	1,19
3	4	1,80	1,59	1,49	1,40
4	5	2,06	1,84	1,72	1,60

Примітка. Величина $R_{\text{огр}}$ розрахована для бетонної стінки товщиною 0,3 м. При товщині стінки 0,2 і 0,15 м табличні значення слід зменшити відповідно на 0,04 і 0,06.

- за рівнянням (6.16) визначаємо товщину теплозахисного шару на днищі камери з піноскла ($\lambda_{\text{пс}} = 0,07 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С})$):

$$\delta_{\text{пс}} = R_1 \cdot \lambda_{\text{пс}} = 0,9 \cdot 0,07 = 0,063 \text{ м.}$$

Можна використати блок з мінімальною висотою 100 мм. Однак з умови обмеженості висоти камери розмістити його немає можливості, тому приймаємо $\alpha_{\text{дн}} = 0$.

- сумарні втрати тепла в камері після ізоляції її стін та перегородок за рівнянням (6.10):

$$\Sigma Q_0^y = \Sigma(q_i^y F_i) / V_6 = [13,6 \cdot 99(1-0,7) + (24,7+0,2 \cdot 34,2)99(1-0,7) + (35,8+0,2 \cdot 50,7)50,4(1-0,7) + 12,6 \cdot 94,3]/18,9 = 170,6 \text{ МДж}/\text{м}^3.$$

У прикладі 6.1 для неізольованої камери отримали $\Sigma Q_0^y = 421,8 \text{ МДж}/\text{м}^3$, тобто непродуктивні теплові втрати зменшились у 2,5 раза.

- сумарна витрата енергії в теплоізольованій камері:

$$\Sigma Q^y = 239 + 170,6 = 409,6 \text{ МДж}/\text{м}^3.$$

- коефіцієнт корисного використання тепла в камері:

$$\eta = 239 / 409,6 = 0,58.$$

Для неізольованої камери у прикладі 6.1 отримали $\eta = 0,36$.

6.3. Теплотехнічний розрахунок пропарювальних камер неперервної дії

Витрата теплової енергії для розігріву бетону виробів і металу форм, які знаходяться в камері неперервної дії (корисні витрати Q_k), визначаються за табл. А.1...3 як для камери періодичної дії.

Питомі втрати тепла q_1 із надземної поверхні (перекриття і бічних стін) щільної камери з важкого бетону за час активного пропарювання приймаються за табл. А.4 з врахуванням коефіцієнтів, наведених у примітці до цієї

таблиці.

Питомі втрати тепла q_2 надземною частиною неутеплених огорожень у зоні камери, яка обігрівається (без урахування зони остигання) з поверхні F_1^a , а також питомі втрати тепла q_3 внутрішніми стінками багатоярусного або багаторядного щільного блоку за час остигання $\tau_1=8$ год. визначаються за табл. А.16 і А.17 залежно від товщини δ_6 огорожень і співвідношення поверхні F_1^a до об'єму V_k^a зони камери, яка обігрівається. При тривалості остигання, відмінній від $\tau_1=8$ год., значення табл. А.16 і А.17 приймаються з коефіцієнтами, наведеними в табл. А.18.

Питомі втрати тепла q_2' і q_3' елементами огорожень з поверхнею F_1^a і F_2^a за час остигання протягом двох вихідних днів ($\tau_3+\tau_4=56$ год.) визначаються за табл. А.19 і А.20.

Розрахункові середньодобові (за п'ятиденний робочий тиждень) питомі втрати тепла, МДж/м², які враховують остигання активної зони за вихідні дні, визначаються за формулами:

- для зовнішніх огорожень

$$q_2^{cp} = k q_2 + 0,2 q_2'; \quad (6.17)$$

- для перегородок

$$q_3^{cp} = k q_3 + 0,2 q_3', \quad (6.18)$$

де величина коефіцієнта k визначається за табл. А.18.

Непродуктивні втрати теплової енергії, МДж/м³, з усієї зовнішньої поверхні камери за час активного пропарювання протягом двох змін ($2\tau_0 = 2 \times 8 = 16$ год.) при двозмінному формуванні визначаються за формулою

$$Q_1 = q_1 2 \tau_0 F_1' / (10 V_6), \quad (6.19)$$

де V_6 – добова продуктивність камери безперервної дії при двозмінному формуванні, м³; F_1' – умовна поверхня зовнішніх огорожень камери (з врахуванням перекриття), м²:

$$F_1' = F_1^a + 0,7 F_1^0, \quad (6.20)$$

де F_1^0 – поверхня зовнішніх огорожень в зоні остигання камери, м².

Непродуктивні втрати тепла, МДж/м³, за час остигання зовнішніх огорожень протягом третьої зміни і за вихідні

$$Q_2 = q_2^{cp} F_1' / V_6. \quad (6.21)$$

Непродуктивні втрати тепла, МДж/м³, при остиганні внутрішніх перегородок щільного блоку по всій його довжині

$$Q_3 = q_3^{cp} F_2' / V_6. \quad (6.22)$$

де F_2' – умовна поверхня перегородок блоку камер, м²:

$$F_2' = F_2^a + 0,7 F_2^0, \quad (6.23)$$

де F_2^0 – поверхня перегородок в зоні остигання камери, м².

Непродуктивні втрати тепла в ґрунт по всій довжині камери, МДж/м³:

$$Q_4 = q_4 F_3' / V_6. \quad (6.24)$$

де F_3' - умовна поверхня камери неперервної дії, яка стикається з ґрунтом, m^2 :

$$F_3' = F_3^a + 0,7 F_3^0, \quad (6.25)$$

де F_3^0 - поверхня камери, яка стикається з ґрунтом у зоні остигання, m^2 ; q_4 - питомі втрати тепла поверхнею камери, яка стикається з ґрунтом (табл. А.9).

Сумарні непродуктивні втрати тепла ΣQ_0 визначаються сумуванням втрат $Q_1 \dots Q_4$. Загальні витрати теплової енергії в камері дорівнюють сумі непродуктивних втрат тепла і корисних витрат тепла Q_k на розігрів бетону і металу форм і вагонеток (табл. А.1...А.3).

Теплотехнічний розрахунок щільних камер із важкого бетону з утепленими огородженнями аналогічно до розрахунку камер періодичної дії виконується шляхом введення поправочного коефіцієнта $1-\alpha_{cp}$ до компонентів теплового балансу Q_1 , Q_2 і Q_4 камер із важкого бетону без утеплення. Через малу ефективність утеплення внутрішніх перегородок у багатоярусних щільних камерах коефіцієнт $1-\alpha_{cp}$ на величину Q_3 не вводиться.

П р и к л а д 6.3. Виконати теплотехнічний розрахунок щільної камери з огородженнями з важкого бетону і розглянути можливість зменшення теплових втрат.

Вихідні дані до розрахунку:

- переріз камери $(4 \times 1) 2 = 8 m^2$;
- товщина огорожень з важкого бетону $\delta_5 = 0,2 m$;
- довжина активної зони камери $l_0 = 80 m$, зона остигання $l_0 = 80 m$.

Поверхні в активній зоні:

- зовнішніх огорожень $F_1^a = 880 m^2$;
- перегородок $F_2^a = 80 m^2$;
- днища $F_3^a = 735 m^2$;

Поверхні в зоні охолодження:

- зовнішніх огорожень $F_1^0 = 220 m^2$;
- перегородок $F_2^0 = 20 m^2$;
- днища $F_3^0 = 184 m^2$;

- об'єм однієї секції активної зони $V_k^a = 320 m^3$;
- коефіцієнт заповнення камери $K_3 = 0,1$;
- тривалість подачі пари $2\tau_0 = 16$ год.;
- тривалість щодобової перерви подачі пари $\tau_1 = 8$ год.;
- тривалість простою камери за два вихідні дні 56 год.;
- металоємність форм-вагонеток $3 t/m^3$.

Р о з в ' я з а н н я:

- добова продуктивність двосекційної камери при двозмінному формуванні:

$$V_k = V_k K_3 \cdot 2 \cdot 2 = 320 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 2 = 128 m^3;$$

- модуль поверхні зовнішніх огорожень камери

$$F_1^a / V_k = 880 / (320 \cdot 2) = 1,37 m^{-1} \text{ (приймаємо 1,4);}$$

- приведена поверхня зовнішніх огорожень камери

$$F_1' = 880 + 0,7 \cdot 220 = 1034 m^2;$$

- приведена поверхня перегородки

$$F_2' = 80 + 0,7 \cdot 20 = 94 \text{ м}^2;$$
 - приведена поверхня днища

$$F_3' = 735 + 0,7 \cdot 184 = 864 \text{ м}^2;$$
 - за табл. А.4 питомі втрати тепла з 1 м^2 зовнішньої поверхні надземних стін камери за час активного пропарювання

$$q_1 = 17 \text{ МДж/м}^2;$$
 - те ж, у перерахуванні на 1 м^3 бетону за рівнянням (6.19)

$$Q_1 = 17 \cdot 16 \cdot 1034 / (10 \cdot 128) = 219,7 \text{ МДж/м}^3;$$
 - за табл. А.16 питомі втрати тепла з 1 м^2 зовнішньої поверхні надземних стін камер при їхньому остиганні протягом третьої зміни

$$q_2 = 6,65 \text{ МДж/м}^2;$$
 - за табл. А.19 питомі втрати тепла з 1 м^2 зовнішньої поверхні надземних стін камер при остиганні протягом вихідних днів

$$q_2' = 23,86 \text{ МДж/м}^2;$$
 - питомі втрати тепла при остиганні стін камер за рівняннями (6.17) та (6.21)

$$Q_2 = (6,65 + 0,2 \cdot 23,86) \cdot 1034 / 128 = 92,3 \text{ МДж/м}^3;$$
 - за табл. А.17 питомі втрати тепла з 1 м^2 поверхні перегородки при остиганні її протягом третьої зміни

$$q_3 = 8,58 \text{ МДж/м}^2;$$
 - за табл. А.20 питомі втрати тепла з 1 м^2 поверхні перегородки при остиганні її протягом вихідних днів

$$q_3' = 33,28 \text{ МДж/м}^2;$$
 - питомі втрати тепла при остиганні перегородки за рівняннями (6.18) та (6.22)

$$Q_3 = (8,58 + 0,2 \cdot 33,28) \cdot 94 / 128 = 11,2 \text{ МДж/м}^3;$$
 - за табл. А.9 питомі втрати тепла з 1 м^2 днища камери в ґрунт $q_4 = 12,6 \text{ МДж/м}^2$. Те ж, у перерахуванні на 1 м^3 бетону за рівнянням (6.24)

$$Q_4 = 12,6 \cdot 864 / 128 = 85 \text{ МДж/м}^3;$$
 - сумарні тепловтрати камери

$$\Sigma Q_0 = 219,7 + 92,3 + 11,2 + 85 = 408,2 \text{ МДж/м}^3;$$
 - за табл. А.1 витрата теплової енергії на нагрівання виробів

$$Q_6 = 126 \text{ МДж/м}^3;$$
 - за табл. А.3 витрата теплової енергії на нагрівання металу форм-вагонеток

$$Q_m = 113 \text{ МДж/м}^3;$$
 - сумарна питома витрата теплової енергії в камері

$$\Sigma Q = 408,2 + 126 + 113 = 647,2 \text{ МДж/м}^3;$$
 - коефіцієнт корисного використання тепла

$$\eta = 239 / 647,2 = 0,37.$$
- Таким чином, ефективність використання тепла у пропарювальній камері невисока, проектуємо її утеплення.
- задаємося значенням коефіцієнта теплової ефективності зовнішніх огорожень $\alpha_{\text{ср}} = 0,85$.

- за табл. 6.1 при $\alpha_{\text{ср}} = 0,85$ та $\delta_6 = 0,2$ м призначаємо параметри теплової ізоляції $\lambda_i = 0,06$ м та $\sigma_i = 0,07$ Вт/(м⁰С) (напівжорсткі мінераловатні плити на синтетичному зв'язуючому). Перегородки камери не теплоізолюються. Тепловий опір ізоляції $R_i = 0,06 : 0,07 = 0,86$ м²·°С/Вт.

- прийнявши такий же тепловий опір для ізоляції днища ($R_i = 0,9$ м²·°С/Вт), за табл. 6.2 приймаємо коефіцієнт теплової ефективності ізоляції днища $\alpha_{\text{дн}} = 0,7$. За формулою (6.14) визначаємо необхідну товщину шару керамзитового гравію під днище камери:

$$\delta_{\text{п}} = (0,86 - 0,20 / 2,33) 0,23 = 0,18 \text{ м.}$$

- сумарні тепловтрати утепленої камери

$$\Sigma Q_0^y = 219,7(1 - 0,85) + 92,3(1 - 0,85) + 11,2 + 85(1 - 0,7) = 83,5 \text{ МДж/м}^3;$$

- сумарна питома витрата теплової енергії в камері

$$\Sigma Q = 83,5 + 126 + 113 = 322,5 \text{ МДж/м}^3;$$

- коефіцієнт корисного використання тепла в теплоізольованій камері

$$\eta = 239 / 322,5 = 0,74 \text{ (тобто вдвічі вищий, ніж для неутепленої камери).}$$

6.5. Конструктивні особливості ефективних пропарювальних камер

Матеріали, які застосовують для теплоізоляції огорожень пропарювальних камер, повинні відповідати наступним вимогам:

- мати задані механічні і теплофізичні властивості;
- не руйнуватися під дією температури і можливого зволоження в процесі експлуатації;
- мати термін служби не нижче нормативного терміну експлуатації камер.

У додатку Б наведені рекомендовані до застосування теплоізоляційні матеріали, зокрема:

- напівжорсткі і жорсткі мінераловатні плити і плити з пінопласту для стін камер неперервної дії;
- термостійкі заливальні пінопласти і мінераловатні плити для стін і перегородок камер періодичної дії за умови їх надійного паро- і гідрозахисту;
- піноскло для днища камер, які реконструюються;
- підсилка з керамзитового гравію однорідної фракції для днища нових камер.

При виконанні огорожень камер із повітряними прошарками рекомендується застосовувати наступні матеріали:

- азбоцементний лист пресований товщиною 10-16 мм;
- склопластиковий лист товщиною 2 мм;
- фольгу алюмінієву рулонну товщиною 0,2 мм або фольгоізол.

Розташований під внутрішньої поверхні стінок камер періодичної дії теплоізоляційний матеріал без надійного паро- і гідрозахисту швидко насичується вологою, втрачає свої теплоізоляційні властивості, і його застосування без паро- і гідрозахисту не допускається.

Найбільш надійним і перевіреном на практиці паро- гідрозахистом є листова сталь групи В товщиною 3...4 мм. При конструюванні металевого па-

ро- і гідрозахисту необхідно дотримуватись діючих правил проектування відповідальних металевих конструкцій, передбачивши вказівки по виконанню робіт з технології зварювання та випробувань зварних швів. Конструктивні рішення металевого паро- і гідрозахисту повинні забезпечити можливість високоякісного зварювання і повної герметичності швів. Сталеві листи підлягають антикорозійному покриттю трьома шарами епоксидної композиції. При цьому антикорозійне покриття варто наносити лише на той бік металевого листа, який звернений до теплоізоляційного матеріалу. Як замітник листової сталі може бути застосований фактурний шар бетону чи розчину з гідрозахисним латексним складом ЛСП-904.

Для камер з металевим паро- і гідрозахистом слід влаштувати повітряний прошарок між листовою сталлю та теплоізоляційним матеріалом для видалення конденсату при випадковому потраплянні пари в результаті розгерметизації стальної обшивки.

Для паро- і гідроізоляції днища можна рекомендувати бутылкаучкову шлівку гідробутил при забезпеченні захисту її від механічних впливів. При наявності ґрунтових вод теплоізоляційний шар підземної частини камери повинен бути захищений гідроізоляцією з двох боків. Для гідрозахисту зовнішніх поверхонь огорожуючих конструкцій застосовують руберойд на бітумній мастиці або дворазове покриття гарячим бітумом зовнішнього боку підземних огорожень камери.

Забезпечення гідрофобних властивостей керамзитобетонних огорожень здійснюється за допомогою добавки ГКЖ-94. При виробництві огорожень камер із збірних елементів до складу керамзитобетону слід також вводити повітряноутягувальну добавку.

Характерні особливості конструкції днища і стін теплоізольованих камер показані на рис. 6.3...6.6. Детальніше з конструкцією та розрахунком теплоізольованих камер можна ознайомитись в Рекомендаціях [8].

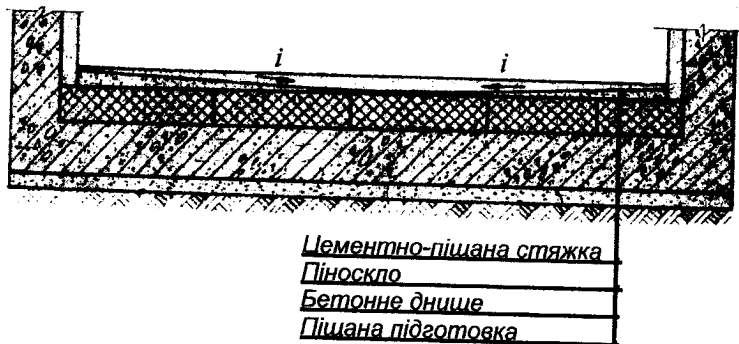


Рис. 6.3. Конструкція днища камери

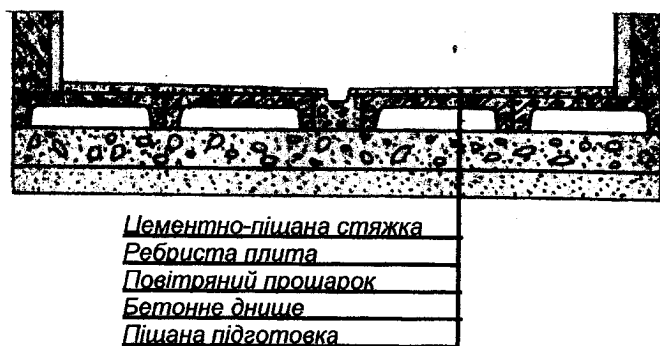


Рис. 6.4. Конструкція днища з повітряною порожниною

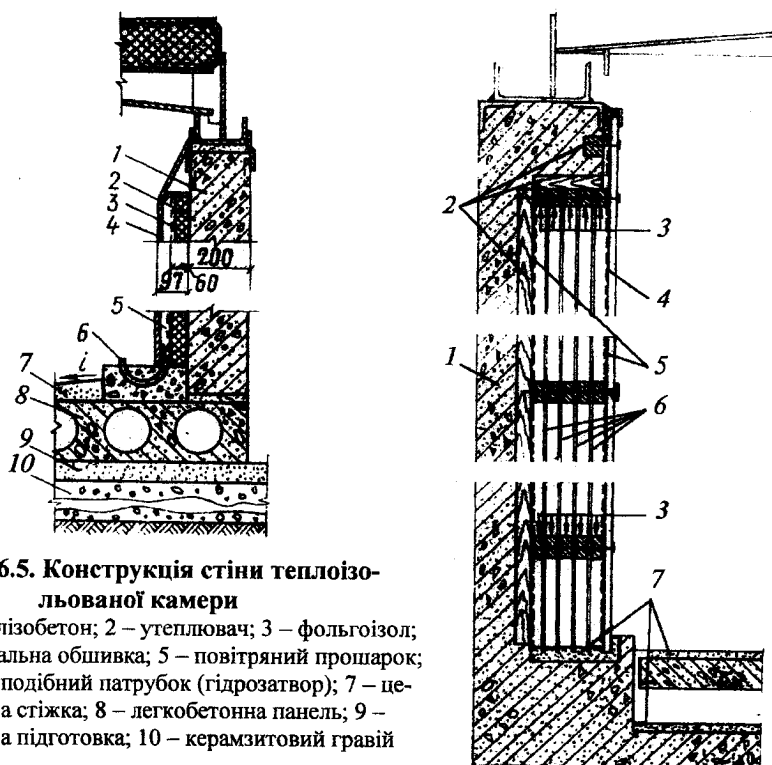


Рис. 6.5. Конструкція стіни теплоізолюваної камери

1 – залізобетон; 2 – утеплювач; 3 – фольгоізол;
 4 – стальна обшивка; 5 – повітряний прошарок;
 6 – U-подібний патрубок (гідрозатвор); 7 – цементна стіжка; 8 – легкобетонна панель; 9 – піщана підготовка; 10 – керамзитовий ґравій

Рис. 6.6. Стіна камери з екранною ізоляцією

1- залізобетон; 2 – закладні дерев'яні бруски; 3 – дерев'яні прокладки;
 4 – азбоцементний лист; фольгоізол чи фольга; 6 – екрани; 7 – цементна стяжка

7. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

При проектуванні організації технологічних процесів виробництва розглядають: функціональну транспортно-технологічну схему; операційні нормали та поопераційні графіки постів; графік роботи лінії; циклограму роботи машин і параметри ефективності виробничого процесу.

7.1. Транспортно-технологічна схема процесу виробництва

Операційна структура процесу виробництва є основою для вибору способу виробництва і основного обладнання. Для наочного представлення складу виробничих операцій і їх взаємозв'язку використовують функціональні транспортно-технологічні схеми. За допомогою спеціальних символів на схемі виділяють окремі операції з урахуванням їх функціонального призначення. Вертикальні лінії, які з'єднують символи, показують напрямки основних потоків, горизонтальні - постачання матеріалів і напівфабрикатів.

Для прикладу на рис. 7.1 наведена функціональна транспортно-технологічна схема виготовлення багатопорожнинних плит перекриття агрегатно-потоківим способом, яка включає наступні технологічні стадії і операції:

- 1.1. Піддон з виробом краном від ямної камери транспортується до стенда поста розпалублення виробів, очищення і змащення форм.
- 1.2. Машиніст крана і формувальники встановлюють піддон з плитою на стенд.
- 1.3. Формувальники очищують тимчасові анкери від бетону і з однієї сторони плити нагрівають їх та відрізають газокисневим різакром за схемою: спочатку крайні, а потім середні. З протилежної сторони плити тимчасові анкери відрізаються без нагрівання. Відрізані тимчасові анкери вибиваються з упорів піддона і збираються в ящику-контейнері для арматурних відходів.
- 1.4. Виріб стропується за монтажні петлі і краном знімається з піддона.
- 1.5. Застропована плита краном переміщується до самохідного візка.
- 1.6. Плита складається на самохідний візок з наступною розстроповкою. Плити кладуть на дерев'яні підкладки товщиною 30 мм, які розташовують на відстані 300 мм від торців. При виконанні цієї операції виконується контроль якості зовнішньої і особливо лицьової поверхонь плити.
- 1.7. Мостовий кран переміщується в попереднє положення.
- 1.8. Формувальники скребками ретельно очищують піддон від залишків бетону. Відходи бетону збирають в ящик-контейнер для сміття. Робоча поверхня піддона підлягає контролю.

Склад

Пост 1
(розгалубка,
очищення,
змащення)

Пост 2
(армування)

Пост 3
(формування)

Пост 4
(тепловологісна
обробка)

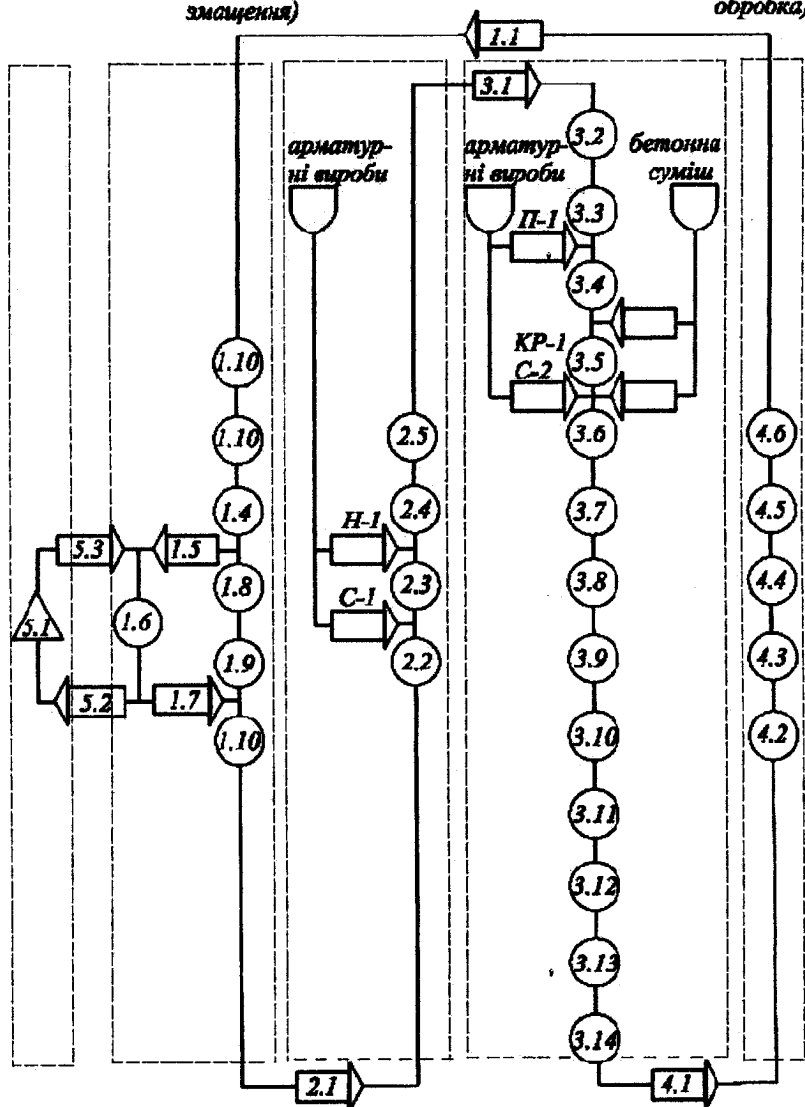


Рис 7.1. Транспортно-технологічна схема агрегатної лінії

○ - обробка; □▶ - транспортування; □ - контроль; △ - складування; □ - запас

1.9. Очищена робоча поверхня піддона змащується мастилом за допомогою установки СМЖ-18А і вудочки-розпилювача. Операція підлягає контролю.

1.10. Очищений і змащений піддон машиніст крана за допомогою автоматичного захвату знімає зі стенда.

2.1. Машиніст мостовим краном переміщує піддон на пост армування виробу напруженою арматурою.

2.2. Піддон встановлюється краном на один із трьох стендів поста.

2.3. Формувальники укладають на піддон нижні опорні сітки С-1.

2.4. Стержні з висадженими кінцевими анкерами в кількості двох штук формувальники укладають на струмопровідні контакти установки СМЖ-129Б. При цьому кінці стержнів довжиною не менше 400 мм повинні знаходитись поза зоною нагрівання. Нагріті стержні формувальники беруть за холодні кінці, знімають їх з нагрівальної установки, переносять і укладають в пази упорів піддона. При охолодженні стержні скорочуються, тимчасові анкери прижимаються до упорів, в стержнях виникає попереднє напруження. Операція підлягає контролю.

2.5. Піддон з охолодженими напруженими стержнями машиніст крана за допомогою автоматичного захвату знімає зі стенду.

3.1. Машиніст мостовим краном переміщує піддон на пост формування виробів.

3.2. Машиніст і формувальники встановлюють мостовим краном піддон на стенд поста.

3.3. Формувальники фіксують фіксаторами сітки С-1 у проектному положенні.

3.4. Формувальники встановлюють у проектне положення монтажні петлі П-1.

3.5. Машиніст формувальної машини переміщує самохідний портал до стенда з піддоном, встановлює бортове оснащення на піддон і повертає портал у вихідне положення.

3.6. Машиніст формувальної машини при переміщенні бетоноукладача вперед по поверхні піддона виконує його водну пластифікацію.

3.7. Машиніст формувальної машини при переміщенні бетоноукладача назад укладає перший шар бетонної суміші.

3.8. Машиніст формувальної машини вводить в форму порожниноутворювачі.

3.9. Формувальники укладають і фіксують у проектному положенні вертикальні плоскі каркаси і верхню сітку.

3.10. Машиніст формувальної машини виконує бетоноукладачем укладання другого шару бетонної суміші і встановлює його у вихідне положення.

3.11. Машиніст формувальної машини переміщує самохідний портал до заформованого виробу, укладає на нього віброцит, ущільнює бетонну суміш.

3.12. Машиніст формувальної машини виймає з виробу порожниноутворювачі, знімає віброцит, бортове оснащення і повертає портал у вихідне положення.

3.13. Формувальники виконують доводку свіжозаформованого виробу: знімають напливи бетону і очищують монтажні петлі. Операція підлягає контролю.

3.14. Машиніст мостового крана за допомогою автоматичного захвату знімає заформований виріб із стенда.

4.1. Машиніст краном переміщує піддон з заформованим виробом до ямної камери.

4.2. Машиніст крана і стропальник встановлюють по черзі піддони з заформованими виробами на пакетувальники до повного заповнення камери.

4.3. Машиніст крана і стропальник закривають кришку ямної камери. Стropальник перевіряє стан гідравлічного затвору.

4.4. Під наглядом робітників заводської лабораторії виконується на протязі 14 годин повний цикл тепловологісної обробки виробів.

4.5. Машиніст крана і стропальник відкривають кришку ямної камери.

4.6. Машиніст крана і стропальник по черзі виймають вироби з ямної камери.

5.1. Завантажений самохідний візок транспортує вироби на склад.

5.2. Машиніст крана і стропальник по черзі стропують вироби, знімають їх з візка, транспортують до штабеля, складують і кран повертають у вихідне положення.

5.3. Розвантажений самохідний візок повертається на пост розпалублення виробів, очищення і змащення форм у вихідне положення.

7.2. Операційні нормалі

Операційні нормалі включають в себе схему організації робочого місця; технічні умови виконання операцій; умови безпеки праці; зміст, послідовність і трудомісткість виконання елементів операції; кількісний і професійно-кваліфікаційний склад робітників; обладнання, інструмент і пристосування для виконання операцій; характеристику операційного контролю.

Дані про зміст і послідовність виконання елементів операції, склад виконавців по кожному елементу операції, нормативи часу (трудомісткість виконання кожного елементу операції) і типи обладнання, інструменту і пристосувань для виконання операції відображені в операційних нормалях згідно діючих нормативів.

Для прикладу в табл. 7.1 наведена операційна нормаль поста розпалублення виробів, очищення і змащення форм.

7.3. Поопераційні графіки і основні параметри технологічного процесу

Організаційна синхронізація стадійних процесів для досягнення максимального випуску продукції здійснюється за робочим ритмом ведучої стадії технологічної лінії. З метою визначення тривалості стадій, зайнятості робітників і обладнання, ритму стадії і процесу складають поопераційні графіки. На цих графіках наведені назви стадій, зміст операцій, обладнання, склад робітників, трудомісткість і тривалість операцій. Праворуч таблиці розміщена рівномірна шкала часу. У всі графіки переносять дані із відповідних операційних нормалей постів. На шкалі часу прийняті наступні правила зображення графіка операцій. Кожна операція зображена лінією, паралельною осі абсцис, довжини, рівної тривалості операції. На початку і в кінці лінії вказані відповідно час початку і кінця операції. Зверху над лінією графіка операцій поставлені інтенсивності споживання ресурсів (число робітників). Нормативний час на виконання кожної операції розраховують за формулою

$$H_{o_i} = t_{он_i} \cdot \left(1 + (a_{пз} + a_{об} + a_{вп} + a_{пр}) / 100 \right), \quad (7.1)$$

де $t_{он_i}$ - норматив операції часу (приймається по діючим нормативам), чол.-хв; $a_{пз}$ - час на підготовчо-завершальну роботу, в % від оперативного часу, $a_{пз} = 5\%$; $a_{об}$ - час на обслуговування робочого місця, в % від оперативного часу, $a_{об} = 4\%$; $a_{вп}$ - час на відпочинок і особисті потреби, в % від оперативного часу, $a_{вп} = 10\%$; $a_{пр}$ - час перерв, зумовлених технологією і організацією виробництва, в % від оперативного часу, $a_{пр} = 4\%$.

За нормою час (нормою трудомісткості) H_{o_i} і числу людей, зайнятих на виконанні i -тої операції P_{o_i} знаходять її тривалість:

$$t_{o_i} = H_{o_i} / P_{o_i}. \quad (7.2)$$

За поопераційними графіками, розглядаючи операції справа наліво (знизу вверху), визначають послідовний безперервний (критичний) ланцюжок операцій (подвійні лінії) і вимушених перерв (пунктирні лінії). Сумарна тривалість несумісних операцій і вимушених перерв визначає тривалість стадії:

$$T_{c_j} = \sum (t_{o_i} + \tau_{o_i}), \quad (7.3)$$

де t_{o_i} - тривалість i -тої несумісної операції, хв; i - номер операції; n_o - кількість операцій, j -тої стадії; τ_{o_i} - тривалість вимушених перерв, хв.

Таблиця 7.1

Операційна нормаль поста розпалублення виробів, очищення і змащення форм

Схема організації робочого місця		Технічні умови					
		Очистка кінців арматурних стержнів проводиться легкими ударами скребка. відпуск натягання арматури проводиться плавно з попереднім розігрівом кінцевих ділянок стержнів. Обрізання стержнів проводиться за схемою - спочатку крайні, а потім середні стержні. Робоча поверхня піддона повинна бути ретельно очищена від залишків бетону. Змащення форм проводиться пневморозпилювачем.					
		Умови безпеки праці					
		1. До операції обрізання тимчасових анкерів допускаються особи, які пройшли інструктаж і здали екзамен. 2. При обрізанні напруженої арматури робітник повинен знаходитись збоку від неї. 3. Забороняється проводити роботи в зоні дії монтажного крану при переміщенні вантажу. 4. Роботи проводяться у спецодязі, в захисних окулярах і респіраторах. 5. Не допускається витікання мастил на підлогу.					
№ операції	Операція	Виконавці			Трудоємність, чол-хв	Обладнання і інструмент	Контроль
		Число чоловік	Професія	Розряд			
1.1	Переміщення піддона з виробом краном від ямної камери до стенда	1	стропальник	III	0,73	Мостовий кран	-
1.2	Встановлення піддона з плитою на стенд	1	формувальник	III	0,54	Мостовий кран	-
1.3	Очищення і обрізання тимчасових анкерів	2	формувальник	III	6,80	Газовий різак	Проковзування арматури
1.4	Строповка виробу і зняття його з піддона	1	формувальник	III	0,25	Мостовий кран	Зовнішній вигляд виробу
1.5	Переміщення плити до самохідного візка	1	формувальник	III	0,41	Мостовий кран	-
1.6	Установка плити на самохідний візок і розстроповка	1	формувальник	III	0,54	Мостовий кран	-
1.7	Переміщення крана від самохідного візка і стенда	1	Машиніст мостового крана	V	0,41	Мостовий кран	-
1.8	Очищення піддона	2	формувальник	III	6,00	Скребки	Якість очистки піддона
1.9	Змащення піддона	1	формувальник	III	0,86	Вудочка	Якість змащення піддона
1.10	Знімання піддона з стенда	1	формувальник	III	0,54	Мостовий кран	-

Поопераційний графік стадійного процесу (стадія розпалублення виробів, очищення і змащення форм)

Таблиця 7.2

№ операції	Операція	Обладнання	Робітників		Оперативна трудомісткість, чол.-хв	Нормативна трудомісткість, чол.-хв	Тривалість операцій, хв	Час, хв							
			Професія	Чол				0	2	4	6	8	10	12	14
1.1	Переміщення піддона з виробом краном від ямної камери до стенда	Мостовий кран	Стропальник, III	1	0,73	0,90	0,90								
1.2	Встановлення піддона з плитою на стенд	Мостовий кран	Формувальник, III	1	0,54	0,66	0,66								
1.3	Очищення і обрізання тимчасових анкерів	Скребки, газовий різак	Формувальник, III	2	6,80	8,36	4,18								
1.4	Строповка виробу і зняття його з піддона	Мостовий кран	Формувальник, III	1	0,25	0,31	0,31								
1.5	Переміщення плити до самохідного візка	Мостовий кран	Формувальник, III	1	0,41	0,50	0,50								
1.6	Установка плити на самохідний візок і розструповка	Мостовий кран	Формувальник, III	1	0,54	0,66	0,66								
1.7	Переміщення крана від самохідного візка до стенда	Мостовий кран	Машиніст мостового крана, V	1	0,41	0,50	0,50								
1.8	Очищення піддона	Скребки, щітка	Формувальник, III	2	6,00	7,38	3,69								
1.9	Змащення піддона	Вудочка розпилювач	Формувальник, III	1	0,86	1,06	1,06								
1.10	Знімання піддона з стенда	Мостовий кран	Формувальник, III	1	0,54	0,66	0,66								
Тривалість стадії розпалублення виробів, очищення і змащення форм, хв						11,46									
Зайнятість на протяжі стадії, хв						Формувальник 1, III	8,53								
						Формувальник 2, III	9,90								
						Стропальник, III	0,90								
						Мостовий кран	3,23								
Необхідність в робітниках, чол.															
Сумарна трудомісткість, чол.-хв						20,99									

Трудомісткість операцій на виготовлення виробів кожною ланкою на j -тій стадії без урахування роботи крана і бетоноукладача:

$$N_{vj} = \sum N_{oj} . \quad (7.4)$$

Середня розрахункова необхідність в робітниках на стадіях:

$$P_j = N_{vj} / \Gamma , \quad (7.5)$$

де Γ - ритм роботи лінії.

У нижній частині поопераційного графіка будують лінії тривалості стадій, зайнятості робітників і механізмів, графік інтенсивності поточного споживання ресурсів.

Для прикладу в табл. 7.2 наведено поопераційний графік для стадії розпалублення виробів, очищення і змащення форм.

7.4. Графік роботи лінії формувального цеху

На основі аналізу поопераційних графіків, виконаних для всіх постів, встановлюють ритм роботи лінії, форму організації виробничого процесу та будують графік роботи лінії.

Графік роботи лінії цеху на період добового випуску продукції при прийнятому ритмі показує тривалість і календарний час виконання всіх стадій кожного виробу T_{c_j} , час вимушених на кожній стадії перерв τ_{c_j} , та міжциклових перерв τ , час теплової обробки виробів T_T , тривалість циклу виготовлення одного виробу $T_{\text{вв}}$, та тривалість виготовлення партії виробів $T_{\text{ц}}$.

Для прикладу на рис. 7.2 представлена перервно-потокова форма організації у вигляді графіка роботи агрегатно-потокової лінії.

Тут тривалість стадії розпалублення виробу, очищення і змащення форм триває $T_{c_1} = 41,84$ хв, армування - $T_{c_2} = 37,73$ хв, формування - $T_{c_3} = 46,89$ хв, теплової обробки - $T_{c_4} = 10$ год. Тривалість ритму лінії визначається по ведучому процесу і рівний тривалості стадії формування $\Gamma = 46,89$ хв.

Побудований графік роботи лінії на період добового випуску продукції показує календарний час виконання стадій кожного виробу в формувальному цеху, час вимушених стадійних $\tau_{c_1} = 5,05$ хв, $\tau_{c_2} = 9,16$ хв і міжциклових перерв $\tau = 140,7$ хв, тривалість циклу виготовлення одного виробу $T_{\text{вв}} = 740,67$ хв та тривалість виготовлення партії виробів $T_{\text{ц}} = 881,34$ хв.

Аналіз стадії теплової обробки показує, що в першій камері процес теплової обробки проходить протягом добового фонду робочого часу. У другій, третій і четвертій камерах початок теплової обробки в період робочого фонду часу (перша і друга зміни тривалістю по 8 год), а закінчення - в період неробочої третьої зміни. В п'ятій камері весь процес теплової обробки здійснюється в період неробочої третьої зміни і на початку першої зміни наступної доби.

7.5. Розробка циклограми роботи машин формувального цеху

При виготовленні залізобетонних виробів у виробничому процесі одночасно приймають участь декілька механізмів (мостові чи козлові крани, бетоноукладачі, самохідні портали). Для забезпечення їх чіткої взаємодії у часі і просторі за допомогою графоаналітичного методу будується циклограма роботи машин.

На розрахунковій схемі лінії по осі абсцис відкладаються відстані переміщення обладнання в метрах, а по осі ординат - час у хвилинах. На осі абсцис визначається положення машин (умовні точки) на початку і кінці робочого і холостого ходу. Із умовних точок проводяться перпендикуляри до осі абсцис, які відсікають відстані переміщення машин. Розрахункові тривалості операцій відкладаються на осі ординат і з кінців отриманих відрізків встановлюються перпендикуляри до перетину з відповідними перпендикулярами осі абсцис. На їх перетині і знаходяться крайні точки ліній, які відображають роботу машин. Кут нахилу отриманих ліній до осі ординат характеризує їх швидкість руху.

На рис. 7.3 показана циклограма роботи машин агрегатно-поточною лінією.

Як видно з цієї циклограми, робота крана включає наступні операції: $K_0 - K_1$ - строповка форми на посту розформування; $K_1 - K_2$ - супроводження форми з поста розформування на вібромайданчик; $K_2 - K_3$ - встановлення форми на вібромайданчик і розстроповка; $K_3 - K_4$ - переміщення крана з поста формування до ямної камери без вантажу; $K_4 - K_5$ - строповка форми з виробом у ямній камері; $K_5 - K_6$ - супроводження форми з виробом від ямної камери на пост розформування; $K_6 - K_7$ - установка форми з виробом на пост розформування і розстроповка; $K_7 - K_8$ - перерва в роботі крана; $K_8 - K_9$ - розпалубка виробів після пропарювання; $K_9 - K_{10}$ - супроводження виробу з поста розформування на пост доводки; $K_{10} - K_{11}$ - установка виробу на перший пост доводки і розстроповка;

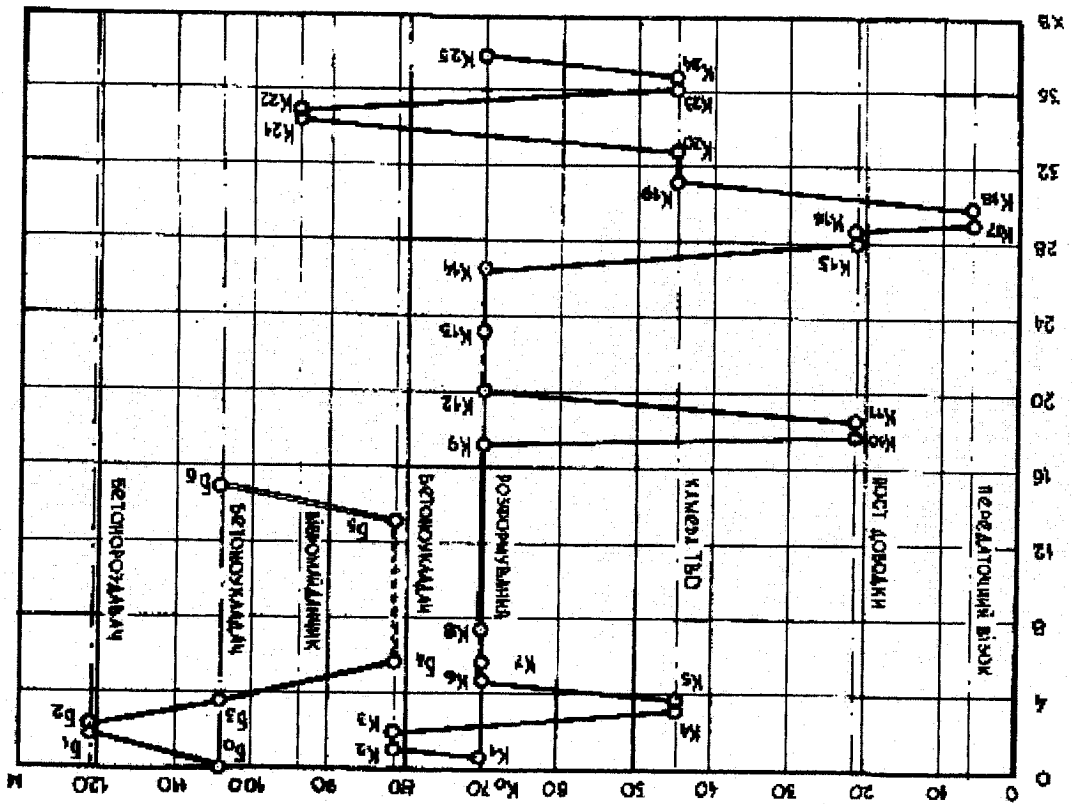


Рис 7.3. Циклограма роботи машин агрегатно-поточної лінії

$K_{11} - K_{12}$ - переміщення крана з поста доводки на пост розформування;
 $K_{12} - K_{13}$ - перерва в роботі крана; $K_{13} - K_{14}$ - збирання форми; $K_{14} - K_{15}$
- переміщення крана з поста розформування на пост доводки; $K_{15} - K_{16}$ -
строповка готового виробу на другому посту доводки; $K_{16} - K_{17}$ - супрово-
дження готового виробу з поста доводки до передавального візка; $K_{17} - K_{18}$
- установка виробу на передавальний візок; $K_{18} - K_{19}$ - супроводження кра-
на від передавального візка до ямної камери; $K_{19} - K_{20}$ - відкриття і закрит-
тя ямних камер; $K_{20} - K_{21}$ - супроводження крана від ямної камери на пост
формування; $K_{21} - K_{22}$ - строповка форми з виробом на вібромайданчику;
 $K_{22} - K_{23}$ - супроводження форми з виробом від поста формування до ямної
камери; $K_{23} - K_{24}$ - установка форми з виробом у ямну камеру; $K_{24} - K_{25}$ -
переміщення крана від ямної камери на пост розформування.

Бетоноукладач виконує такі операції: $B_0 - B_1$ - подача бетоноукла-
дача від вібромайданчика до роздавального бункера; $B_1 - B_2$ - заповнення
бункера бетоноукладача бетонною сумішшю; $B_2 - B_3$ - переміщення бето-
ноукладача від роздавального бункера до вібромайданчика; $B_3 - B_4$ - укла-
дання бетонної суміші першого шару в форму; $B_4 - B_5$ - витримування (ви-
конується операція ущільнення першого шару); $B_5 - B_6$ - укладання бето-
ною суміші другого шару в форму.

Аналіз представленої циклограми показує, що бетоноукладач почи-
нає свій робочий прохід $B_3 - B_4$ після установки форми краном на віброп-
лощадку. Таким чином, в запроєктованому процесі забезпечена взаємодія
крана і бетоноукладача у просторі і часі. Крім цього кран простоює на посту
розформування ($K_7 - K_8, K_{12} - K_{13}$), чекаючи завершення виконання опе-
рацій 1.4 - зняття струбцин і 1.6 -очищення металевих форм вручну.

7.6. Визначення параметрів ефективності організації товарних виробничих процесів

Ефективність організації запроєктованих процесів виробництва оці-
нюється за допомогою параметрів, які впливають на основні техніко-
економічні показники:

Показник завантаження робітників к -тої професії в робочий час:

$$\eta_k = t_k / \Gamma, \quad (7.6)$$

де t_k - зайнятість робітника k -тої професії в період робочого ритму запроєктованого процесу, хв; Γ - ритм роботи лінії, хв.

Показник зайнятості машин, які працюють тільки в робочий час:

$$K_m = t_c / \Gamma, \quad (7.7)$$

де t_c - час роботи машин у стадійному процесі, хв.

Рівень механізації виробничого процесу визначається за двома показниками: ступенем охоплення робітників механізованою працею Y_{m_1} і ступенем механізації праці Y_{m_2} :

$$Y_{m_1} = 100 \cdot P_m / P_o, \quad (7.8)$$

$$Y_{m_2} = 100 \cdot T_m / T_o, \quad (7.9)$$

де P_m - число робітників, зайнятих механізованою працею (більше половини робочого часу обслуговують машини або працюють із застосуванням механізмів), чол.; P_o - загальна кількість робітників, чол.; T_m - час виконання механізованих операцій, хв; T_o - загальний час виконання процесу, хв.

Питомі затрати праці на один виріб, чол. -хв:

$$H = 60 \cdot n_{zm} \cdot P_{zm} \cdot T_{zm} / N_{доб}, \quad (7.10)$$

де $N_{доб}$ - добовий випуск продукції, шт.; n_{zm} - число робочих змін на добу; P_{zm} - чисельність змінної бригади робітників, чол.; T_{zm} - тривалість однієї робочої зміни, год.

Питомі втрати праці на один виріб, чол. -хв:

$$\Delta H = H - H_v, \quad (7.11)$$

де H_v - сумарна трудомісткість виготовлення одного виробу, чол. -хв.

Приклад 6.1. Визначити параметри ефективності організації виробничого процесу виготовлення залізобетонних виробів агрегатно-потоким способом. Продуктивність лінії за добу становить 64 вироби. Виготовлення виробів виконується у три стадії по 15 хв на протязі двох змін, теплова обробка триває 14 годин. Вміст виробів у ямній камері становить 8 шт. Зайнятість робітників і машин в робочий час наведені в табл. 7.3, Загальна кількість робітників в цеху на зміну 11 чоловік. Сумарна трудомісткість виготовлення одного виробу складає 76,16 чол. -хв.

Розрахунок показників завантаження робітників k -тої професії і машин в робочий час наведено в табл. 7.3, (7.6), (7.7).

Таблиця 7.3

Показники завантаження робітників і машин

	Найменування	Час зайнятості робітників або машин, хв		Показники	
		t_k		η_k	
П р о ф е с і ї	Формувальник 1	t_k	8,53	η_k	0,57
	Формувальник 2		9,90		0,66
	Формувальник 3		13,34		0,89
	Формувальник 4		12,84		0,86
	Формувальник 5		5,76		0,38
	Формувальник 6		4,89		0,33
	Стропальник		0,90		0,06
	Машиніст формувальної машини		8,91		0,59
М а ш и н и	Мостовий кран	t_c	7,91	K_m	0,53
	Бетоноукладач		4,86		0,32
	Формувальна машина		4,18		0,28
	Самохідний портал		11,36		0,76

Розрахунок рівня механізації виробничого процесу наведений в табл. 7.4, (7.9).

Таблиця 7.4

Зайнятість робітників механізованою працею

Професія	Час роботи, хв		$Y_{m_2} = \frac{T_m}{T_0} \cdot 100\%$	P_m , чол.
	загальний	механізований		
Формувальник 1	8,53	6,56	76,9	1
Формувальник 2	9,90	7,16	72,3	1
Формувальник 3	13,34	11,26	84,3	1
Формувальник 4	12,84	10,75	83,7	1
Формувальник 5	11,51	2,40	20,9	-
Формувальник 6	9,77	0,66	6,8	-
Стропальник	0,90	0,90	100,0	1
Машиніст формувальної машини	17,82	17,82	100,0	1
				$\Sigma=6$

Ступінь охоплення робітників механізованою працею, (7.8):

$$Y_m = 100 \cdot 6 / 11 = 54,5 \%$$

Питомі затрати праці на один виріб, (7.10):

$$H = 60 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 11 / 32 = 82,5 \text{ чол. -хв.}$$

Витрата праці на один виріб, (7.11):

$$\Delta H = 82,50 - 76,16 = 6,34 \text{ чол. -хв.}$$

8. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ЗБІРНОГО ЗАЛІЗОБЕТОНУ

8.1. Проектування генеральних планів

Генеральні плани промислових підприємств розробляються відповідно до СНиП II-89-80. У дипломному проєкті студенти-технологи розробляють у масштабі 1:1000 або 1:500 розбивочний план, на якому зображають:

- червону лінію забудови і межу відводу території;
- будівлі, споруди (в т.ч. галереї, естакади і т.п.), виробничі і складські майданчики, тротуари, доріжки;
- автомобільні дороги (та їх осі);
- залізничні колії;
- огорожу території з воротами;
- елементи озеленення та благоустрою;
- будівельну координаційну сітку. Якщо нова будівля прив'язується до існуючих будівель або до червоної лінії, то будівельну координаційну сітку не показують.

На кресленні розбивочного плану вказують привязку будівель, споруд та шляхів сполучення до будівельної координаційної сітки або існуючих будівель та червоної лінії, ширину проїздів, радіуси поворотів і заокруглень.

Для будівель, які проєктуються, зображають:

- крайні (габаритні) розбивочні осі;
- прорізи воріт і дверей та їх осі;
- відмітку, яка відповідає умовній нульовій;
- вимощення навколо контура будівлі; в'їзні пандуси;
- майданчики біля сходів та зовнішні сходи;
- номер згідно експлікації будівель і споруд (в нижньому правому куті контура).

Фрагмент розбивочного плану наведений на рис. 8.1. На листі генерального плану зображають також ситуаційний план в масштабі 1:5000 чи 1:10000 з розою вітрів, експлікацію будівель та споруд і таблицю ТЕП генерального плану.

Розглянемо основні принципи компонування розбивочних планів підприємств збірною залізобетону.

Зонування території і її раціональне використання. Територію підприємства поділяють на окремі зони: передзаводську, виробничу, підсобну, складську.

Передзаводська зона повинна бути розташована з боку основних магістралей і зупинок громадського транспорту та забезпечувати найкоротший зв'язок із житловою територією, а також найкоротший шлях просування робітників до місця роботи (не більше 800 м без перетинів з вантажними потоками), та зручний під'їзд автотранспорту. У цій зоні розміщується адміністративно-побутовий корпус, стоянки службового та особистого автотранспорту і велосипедів, малі архітектурні форми (рекламний матеріал і т.п.). Адміністративно-побутовий корпус можна вивести за межі огорожі території, у цьому випадку в ньому розміщують прохідну.

У *виробничій* зоні розміщують головний корпус, бетонозмішувальний цех, блок допоміжних цехів (ремонтно-механічний, столярний). В *підсобній*

зоні розташовані компресорна з градирнею, котельня, насосні станції, трансформаторні підстанції напругою більше 10 кВ, споруди водопостачання та каналізації. У складській зоні - склади готової продукції, арматурної сталі, цементу, заповнювачів і добавок, паливо-мастильних матеріаліві т.д.

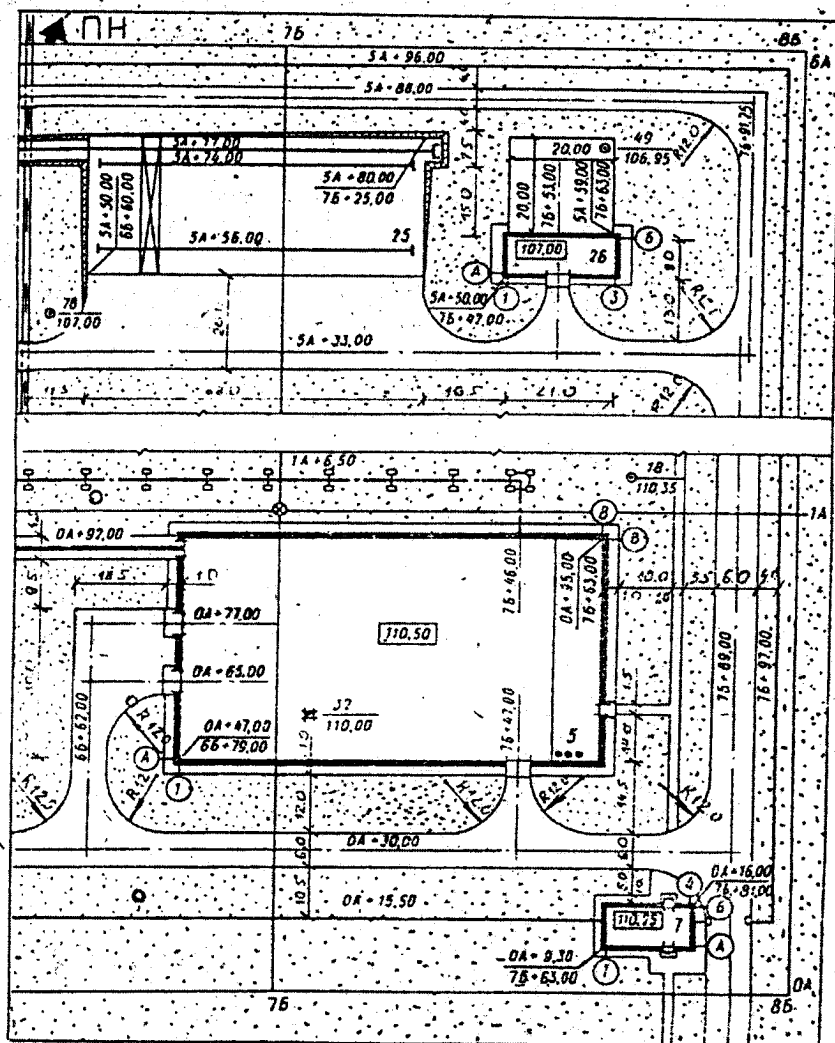


Рис. 8.1. Приклад оформлення розбивочного плану промислового підприємства

При компонуванні генерального плану слід раціонально використовувати територію майданчика. Мінімальна щільність забудови (відношення площі забудови до площі майданчика) заводів залізобетонних мостових конструкцій становить 40%, напірних труб – 45%, інших залізобетонних виробів при потужності підприємства до 100 тис. м³/рік – 50%, більше 100 тис. м³/рік – 55%.

Відповідність схемі технологічного процесу, найкоротші транспортні зв'язки. Основною умовою виробничого процесу є забезпечення його поточності та виключення зустрічних технологічних потоків. Розміщення будівель та споруд повинне відповідати технологічним зв'язкам з мінімальною протяжністю шляхів транспортування сировини, напівфабрикатів та готової продукції. Усі складські споруди групують по лінії залізниці. Слід забезпечити можливість одночасного відвантаження готової продукції на автомобільний і залізничний транспорт. Енергетичні об'єкти (компресорну, розподільні пристрої електропостачання) варто наближати до місць споживання навантажень. Причому компресорну орієнтують ресиверами на північ, що особливо важливо при будівництві в південних районах. Котельну розміщують у знижених ділянках рельєфу, з врахуванням можливості підведення залізничної гілки на склади палива.

Автодорога підприємства повинна бути кільцевою, навколо основного будинку або якщо тупикова, то мати місця для розворотів (тупики 12x12 м). Вона повинна примикати до вулиці загального користування. На підприємстві площею більше 5 га проектується не менше двох в'їздів, які, як і в'їзди залізниці, повинні охоронятись. Пожежні проїзди, в т.ч. до резервуара градирні, виконують із поліпшеним ґрунтовим покриттям.

Максимальне блокування будинків і споруд. Для зменшення відстаней транспортування можливі такі варіанти блокування будівель і споруд:

- бетонзмішувальний, арматурний і формувальний цехи;
- арматурний цех, склад арматури, допоміжні цехи;
- побутові приміщення та адміністративний (виробничий) корпус;
- адміністративний та виробничий корпус.

Забезпечення нормативних розривів між будинками, спорудами і житловою територією. Протипожежні розриви між основними будинками заводів ЗБВ не нормуються. Однак розміщення будівель та внутрізаводські шляхи повинні забезпечити під'їзд пожежних машин з трьох боків кожної будівлі. Згідно вимог санітарних норм відстань між будинками і спорудами, що освітлюються через вікна, повинна бути не меншою висоти найбільшого з будинків. Відстань від залізниці до будівель - не менше 6 м, до огорожі - не менше 5 м. Баштові вентиляторні градирні повинні знаходитися від будівель, загальних мереж і від промислової залізниці на відстані не ближче 21 м, від краю проїздної частини автомобільної промислової дороги загальної мережі – не ближче 42 м. Спортивні майданчики і зони відпочинку розташовують на пе-

редзаводській території або на території підприємства, але на відстані не меншій 50 м від джерел шкідливих викидів (склади цементу, приймальні пристрої, склади заповнювачів, вугілля і т.п.). Мінімальну ширину захисної зони між підприємством збірного залізобетону та житловою територією приймають не меншою 100 м.

Можливість подальшого розширення підприємства без зносу побудованих будинків і споруд. При можливому розширенні підприємства передбачають резерв площі біля головного виробничого корпусу (для добудови прольотів, у яких будуть розміщуватись нові формувальні лінії) та для розширення складського господарства.

Архітектурна єдність планування, забудови і благоустрою підприємства. Територія підприємств повинна бути озеленена чагарником, багаторічними травами, газонами для зменшення шкідливих впливів та утворення захисних смуг, які перешкоджають виникненню снігових заметів. Озелененню підлягають усі ділянки, вільні від забудови, доріг, майданчиків. Однак озеленення внутрішньозаводських проїздів не повинне викликати не виправданого збільшення розміру території. Площа всіх зелених насаджень повинна складати не менше 15% загальної площі ділянки. Доріжки через передзаводську і зелену зону прокладають по найкоротших відстанях у напрямку основних людських потоків.

До основних показників генплану відносять площу майданчика, площі забудови, озеленення та майданчиків з твердим покриттям, а також щільність забудови і відносно площу озеленення.

Площа забудови визначається як сума площ, зайнятих будинками і спорудами усіх видів, включаючи навіси, відкриті технологічні, сантехнічні і енергетичні установки, естакади, галереї (під якими не можна зводити споруди), площі вантажно-розвантажувальних пристроїв, підземних споруд (резервуари, прохідні канали інженерних комунікацій), резервні ділянки для будинків і споруд, передбачені завданням на проектування, а також площі санітарно-захисних зон, у яких не допускається розміщення комунікацій. У площу забудови не включають площі, зайняті відмостками навколо будинків, тротуарами, автомобільними і залізничними дорогами, залізничними станціями, відкритими спортивними майданчиками та майданчиками для відпочинку, стоянками неслужбового транспорту та площі над підземними спорудами, на яких допускається зведення інших будівель і споруд.

Щільність забудови – це відношення площі забудови до площі майданчика.

Характерні схеми генеральних планів підприємств збірного залізобетону наведені на рис. 8.2.....8.5

Вісь проїзду загального користування

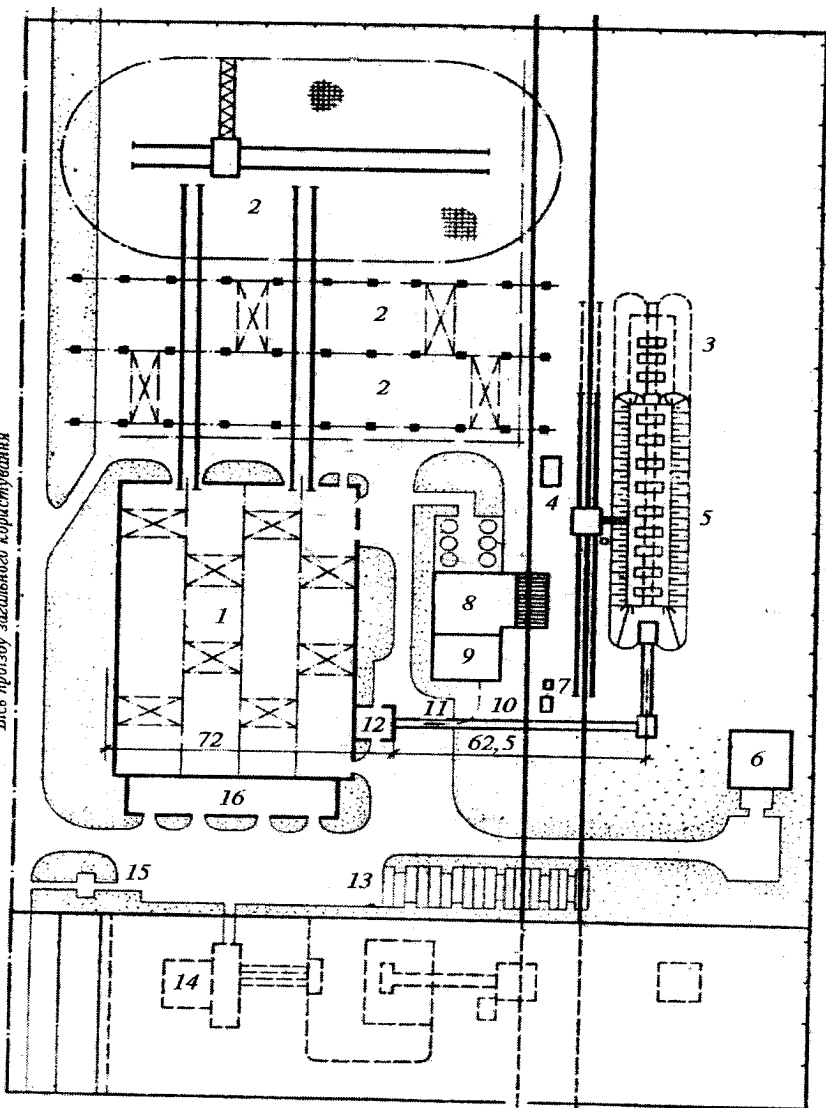


Рис.8.2. Генплан заводу залізобетонних конструкцій для промислового будівництва продуктивністю 70 тис. м³ на рік: 1- головний корпус; 2 – склад готової продукції з полігоном; 3- можливе розширення складу заповнювачів; 4- маневровий пристрій; 5-склад заповнювачів; 6-склад ПММ; 7-кузня; 8-склад цементу; 9-компресорна; 10-цементопровід; 11-галерея подачі заповнювачів; 12-бетонозмішувальний цех; 13-склад арматури; 14-територія для можливого розширення підприємства; 15- склад мінеральної повсті; 16-побутові приміщення.

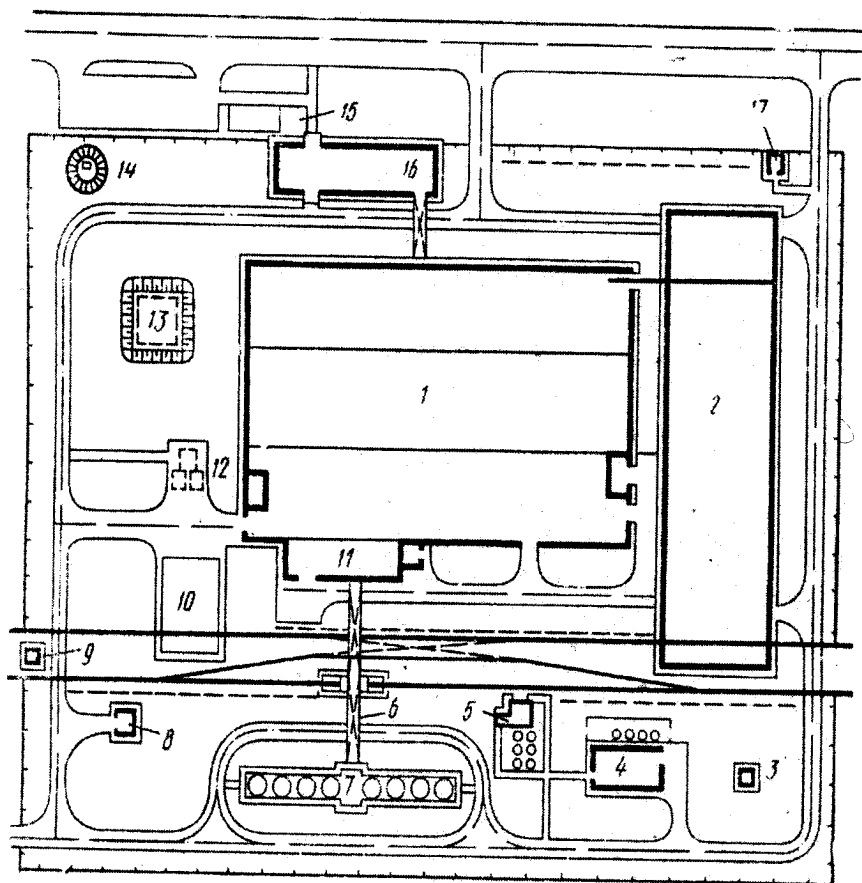


Рис.8.3. Генплан заводу залізобетонних конструкцій для водогосподарського будівництва: 1- головний виробничий корпус; 2-резервуар для води; 3-градирня; 4-склад емульсолу; 5- компресорна; 6- склад цементу; 7- цементопровід; 8-галерея подачі заповнювачів; 9- склад арматури із заготівельним відділенням; 10-бетонозмішувальний цех; 11- адміністративно-побутовий корпус; 12- станція перекачування конденсату; 13- контрольний-пропускний пункт; 14 – склад готової продукції; 15- склад ацетиленових і кисневих балонів; 16-склад паливо-мастильних матеріалів; 17-склад заповнювачів.

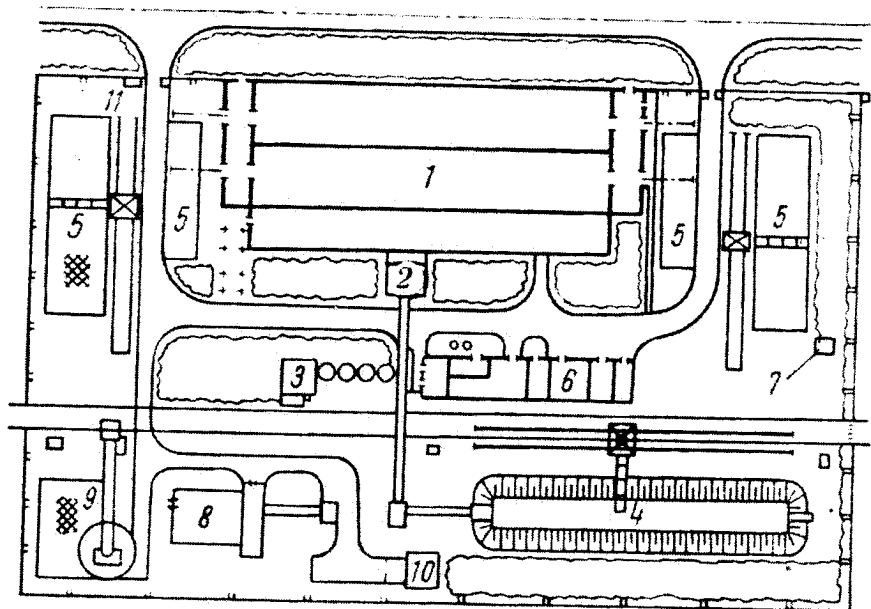


Рис.8.4. Генплан заводу залізобетонних конструкцій продуктивністю 50 тис. м³ на рік: 1- головний виробничий корпус; 2-бетонозмішувальний цех; 3- склад цементу; 4- відкритий штабельно-траншейний склад заповнювачів; 5 – склад готової продукції; 6- полігон; 7- блок допоміжних цехів; 8-компресорна, трансформаторна підстанція і матеріальний склад; 9-котельня; 10-склад вугілля; 11- склад паливо-

8.2. Конструктивні рішення виробничих корпусів

Каркас, покрівлю та стіни виробничого корпусу компонують з уніфікованих залізобетонних конструкцій, які у випадку реконструкції підприємства доцільно виготовляти на його діючих потужностях. При будівництві нових цехів для головного виробничого корпусу слід приймати крок поздовжніх рам 12 м, оскільки уніфіковані типові конструкції здатні прийняти вітрове та снігове навантаження для умов будь-якого району України. При реконструкції підприємств збірного залізобетону існуючі виробничі корпуси як правило не перебудовують, а інколи розширюють із збереженням прийнятої сітки колон. У табл. 8.1 наведені найбільш поширені типові залізобетонні конструкції для спорудження виробничих корпусів заводів збірного залізобетону.

Таблиця 8.1

Типові уніфіковані конструкції виробничих будівель

Елемент будівлі	Шифр нормативного документа	Габаритні розміри			Характерні ознаки
		Проліт (довжина), м	Висота, м	Ширина (висота на опорі), м	
Конструкції одноповерхових будівель					
Фундаменти	1.412-1/77	1,5...6	1,5...4,2	1,5...5,4	Складаються з плити та підколонника
Балки фундаментні	1.415-1	6	0,3; 0,45	0,2...0,52	Трапецієвидного перерізу
	КЭ-01-53	12	0,4; 0,6	0,3; 0,4	
Колони	КЭ-01-49	11,8; 13	0,6; 0,8	0,4; 0,5	Прямокутного перерізу
Ферми	ПК-01-129/78	18	2,735	$h_{оп} = 0,9$	Сегментні, розкісні
		24	3,315		
	1.463-3	18	3,265	$h_{оп} = 0,9$	Безрозкісні, арочного профілю
		24	3,565		
	ПК-01-110	12	2,2	$h_{оп} = 0,7$	Підкроквяні ферми
Балки кроквяні	1.462-3	18	1,65	$h_{оп} = 0,9$	Двосхилі, решітчаті
		18	1,55	$h_{оп} = 0,8$	Двосхилі, двотаврового перерізу
		24	1,9	$h_{оп} = 0,9$	
Плити покриття	ГОСТ-22701-77	6	0,3	3	Ребристі, глухі та з отворами для зенітних ліхтарів
	1.465-3/80	12	0,455	3	
Панелі стінові	1.432-14	6	0,9; 0,12; 0,18	0,2...0,3	Прямокутного перерізу, з легкого бетону
	СТ-02-19	12	1,2; 1,8; 2,4	0,3	Ребристі, з важкого бетону
Конструкції багатоповерхових будівель					
Колони	1.420-12	6...14,85	0,4; 0,6	0,4	Розрізка на 2 поверхи
Ригелі		6; 9	0,8	0,65	3 полицею знизу
Плити		6	0,4	1,5; 3	Ребристі

Адміністративні та санітарно-побутові приміщення, як правило, проєктують у окремо стоячому багатоповерховому корпусі. Конструктивно він може бути вирішений за каркасно-панельною схемою або зі змішаним каркасом, коли для зведення зовнішніх стін застосовують ефективні дрібношпунці виробу – керамічні каміння, блоки з легкого бетону.

ТАБЛИЦІ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ПРОПАРЮВАЛЬНИХ КАМЕР

Таблиця А.1

Цемент	Витрата теплової енергії, МДж/м ³ , для розігріву бетону на важких заповнювачах із врахуванням тепловиділення цементу при класах бетону		
	В7,5-В20	В22,5-В25	В30-В40
Портландцемент марок 400-500	126	109	92
Шлакопортландцемент марок 400-500	151	126	100

Таблиця А.2

Цемент	Витрата теплової енергії, МДж/м ³ , для розігріву легкого бетону з врахуванням тепловиділення цементів при класах бетону		
	В3,5-В7,5	В10-В20	В22,5-В30
Портландцемент марки 400-500	71	100	80
Шлакопортландцемент марки 400-500	80	109	100

Таблиця А.3

Маса металу, т, на 1 м ³ бетону	2	3	4	5	6	7	8	9
Витрата теплової енергії для розігріву металу форм і форм-вагонеток	80	113	14	180	214	247	280	314

Примітка. Якщо кінцева температура розігріву відмінна від стандартної, то значення витрат енергії в табл.А.1...А.3 слід приймати з коефіцієнтами $K=(t_k-15)/65$ для $\Delta t=65^{\circ}\text{C}$ і $K=(t_k-15)/75$ для $\Delta t=75^{\circ}\text{C}$.

Таблиця А.4

Товщина зовнішніх стін огорожень камери з важкого бетону, м	0,4	0,3	0,2	0,15
Питомі втрати тепла q_1 , МДж/м ³ , з поверхні F_1 надземної частини стін камерного блоку з важкого бетону в процесі пропарювання	11,3	13,6	17,0	19,2

Примітка. При режимах теплової обробки з параметрами τ'_0 і $\Delta t'$, відмінними від стандартних, величини табл. А.4 приймаються з коефіцієнтом $K=\tau'_0 \cdot \Delta t' / 650$.

Таблиця А.5

Товщина зовнішніх стін камери з важкого бетону, м	Питомі втрати тепла q_2 , МДж/м ³ , з поверхні F_1 надземної частини зовнішніх стін камери при остиганні після припинення подачі пари при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,4	-	23,9	24,9	25,5	26,2	26,8	27,2	27,8	28,3	28,7
0,3	20,9	23,0	23,9	24,7	25,1	25,5	25,7	26,0	26,4	27,2
0,2	19,7	20,9	21,6	22,0	22,4	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6
0,15	18,8	18,8	18,8	18,9	19,1	19,2	19,5	19,6	19,7	19,7

Таблиця А.6

Товщина перегородок камери з важкого бетону, м	Питомі втрати тепла q_3 , МДж/м ³ , з поверхні F_2 перегородок камерного блоку при остиганні після припинення подачі пари $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,4	-	37,3	37,7	38,9	39,8	40,6	41,4	42,3	42,7	43,3
0,3	33,0	34,1	34,9	35,8	36,3	36,8	37,3	37,7	37,9	38,3
0,2	28,3	28,5	28,9	29,3	29,7	30,1	30,5	30,9	31,1	31,4
0,15	23,4	23,7	24,1	24,3	24,5	24,7	24,9	25,1	25,3	25,5

Примітка. При тривалості охолодження з параметрами τ_1 і τ_2 , відмінними від стандартних, величини табл. А.5 і А.6 приймаються з коефіцієнтами табл. А.6'.

Таблиця А.6'

Тривалість остигання закритої камери, τ_1 , год	Коефіцієнти при тривалості остигання камери τ_2 з відкритою кришкою, год				
	3	4	6	8	10
2	0,55	0,68	0,90	1,06	1,23
4	0,61	0,74	0,92	1,10	1,27
6	0,67	0,77	0,96	1,14	1,30
8	0,73	0,82	1,00	1,16	3,31

Таблиця А.7

Товщина зовнішніх стін камери важкого бетону, м	Питомі втрати тепла q'_2 , МДж/м ³ , з поверхні F_1 надземної частини зовнішніх стін камерного блоку при остиганні на протязі вихідних при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,4	-	36,0	38,5	40,6	42,3	44,0	45,2	46,0	47,1	47,7
0,3	31,4	32,6	33,5	34,3	35,2	36,0	36,8	37,7	38,5	39,8
0,2	25,1	26,0	26,8	27,6	28,0	28,3	28,7	29,1	29,7	30,1
0,15	21,1	21,8	22,3	22,7	22,9	23,1	23,2	23,4	23,4	23,5

Таблиця А.8

Товщина перегородок камери з важкого бетону, м	Питомі втрати тепла q'_3 , МДж/м ³ , з поверхні F_2 перегородок камерного блоку при остиганні на протязі вихідних при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,4	-	54,4	58,2	60,7	63,2	65,7	67,0	69,1	70,8	72,0
0,3	46,0	47,3	49,0	50,7	51,9	53,2	54,4	55,3	56,1	57,0
0,2	33,5	34,8	35,8	36,6	37,7	38,3	38,9	39,4	39,8	
0,15	26,8	27,6	28,0	28,7	29,1	29,5	29,7	29,9	30,1	

Таблиця А.9

Тривалість витримування в закритій камері $\tau_0 + \tau_1$, год.	10	12	14	16	18...24
Втрати тепла в ґрунт q_4 з поверхні F_3 днища і частини зовнішніх стін камери, розміщених нижче нульової відмітки	16,3	14,9	13,8	13,2	12,6

Примітка. При значеннях h і t_a , відмінних від стандартних, величини табл.А.9 приймають з коефіцієнтами, наведеними в табл. А.9'.

Таблиця А.9'

Значення	h , м	0	1	1,5	2	$t_a, ^\circ\text{C}$	0	+10	+15
Коефіцієнт		1,15	0,90	0,85	0,80		1,13	0,90	0,80

Таблиця А.10

Товщина зовнішніх стін огорожень камери з керамзитобетону, м	0,3	0,2	0,15
Питомі втрати тепла q_1 , МДж/м ³ , з поверхні F_1 надземної частини стін камерного блоку з важкого бетону в процесі	5,7	7,9	9,6

Примітка. При режимах теплової обробки з параметрами, відмінними від стандартних, величини табл. А.10 приймаються з коефіцієнтом згідно примітки до табл. А.4.

Таблиця А.11

Товщина зовнішніх стін камери керамзитобетону, м	Питомі втрати тепла q_2 , МДж/м ³ , з поверхні F_1 надземної частини зовнішніх стін камери при остиганні після припинення подачі пари при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,3	14,63	14,79	14,92	15,05	15,22	15,38	15,55	15,72	15,88	16,09
0,2	12,12	12,12	12,12	12,29	12,46	12,62	12,75	12,92	12,96	13,17
0,15	10,45	10,62	10,70	10,78	10,03	10,87	10,87	10,87	10,87	10,87

Таблиця А.12

Товщина перегородок камери з керамзитобетону, м	Питомі втрати тепла q_3 , МДж/м ³ , з поверхні F_2 перегородок камерного блоку при остиганні після припинення подачі пари при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,3	25,3	26,0	26,8	27,2	27,6	28,0	28,5	28,9	29,3	29,7
0,2	20,7	20,7	21,1	21,3	21,6	21,7	21,8	21,9	22,0	-
0,15	16,7	17,0	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,6	17,7	17,7

Примітка. При тривалості охолодження камер з параметрами, відмінними від стандартних, величини табл. А.11 і А.12 приймаються з коефіцієнтами табл. А.6'.

Таблиця А.13

Товщина зовнішніх стін камери керамзитобетону, м	Питомі втрати тепла q'_2 , МДж/м ³ , з поверхні F_1 надземної частини зовнішніх стін камер з керамзитобетону при остиганні на протязі вихідних при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,3	16,7	18,4	19,2	19,6	19,9	20,1	20,5	20,7	20,9	21,1
0,2	13,3	13,6	14,1	14,3	14,5	14,6	14,8	14,9	15,0	15,1
0,15	11,2	11,4	11,6	11,7	11,8	11,9	11,9	12,0	12,0	-

Таблиця А.14

Товщина перегородок камери з керамзитобетону, м	Питомі втрати тепла q'_3 , МДж/м ³ , з поверхні F_2 перегородок камер з керамзитобетону при остиганні на протязі вихідних при $F_1 / V_k, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
0,3	31,8	33,1	34,1	34,8	35,4	36,0	36,4	36,6	36,8	36,9
0,2	22,6	23,7	24,3	24,5	24,7	24,8	25,0	25,1	25,2	25,3
0,15	17,8	18,1	18,4	18,5	18,7	18,8	18,8	18,8	18,8	18,8

Таблиця А.15

Товщина днища і підземної частини стін, м	Питомі втрати	Товщина днища і підземної частини стін, м	Питомі втрати
Без підсіпки з керамзитового гравію		З підсіпкою із керамзитового гравію товщиною 0,2 м	
0,15	12,6	0,15	3,77
0,20	11,5	0,20	3,56
0,30	9,42	0,30	2,51

Примітка. При нестандартних умовах величини табл. А.15 приймаються з коефіцієнтами, наведеними в табл. А.9'.

Таблиця А.16

Товщина огорожень камери, м	Втрати тепла, МДж/м ² , з поверхні F_1^a надземної частини і перекриттів щільної камери з важкого бетону при протягом третьої зміни при $F_1^a / V_k^a, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,3	-	4,60	5,86	6,69	7,32	7,74	8,16	8,37	8,45	8,58
0,2	-	4,81	5,31	5,65	6,07	6,36	6,65	6,78	6,91	

Таблиця А.17

Товщина перегородок, м	Втрати тепла, МДж/м ² , з поверхні F_1^a внутрішніх перегородок блоку щільних камер з важкого бетону при остиганні протягом третьої зміни при $F_1^a / V_k^a, \text{ м}^{-1}$									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,3	-	6,49	7,53	8,58	9,63	10,3	10,9	11,5	12,1	12,6
0,2	-	5,65	6,28	6,91	7,54	8,16	8,58	9,00	9,42	-

Примітка. При розрахунку F_1^a і V_k^a багатоярусного чи багаторядного блоку щільних камер із суміжними внутрішніми стінками (перегородками) враховуються габарити всього багатощільного блоку за винятком зони остигання, тобто розрахунок виконується тільки для зони блоку камер, яка обгрівається.

Таблиця А.18

Тривалість остигання камери в третю зміну, год.	0	1	2	4	6	8	10
Коефіцієнт k до значень таблиць А.16 і А.17	0	0,13	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25

Таблиця А.19

Товщина огорожень, м	Втрати тепла, МДж/м ² , з поверхні F_1^a надземної частини стін і перекриттів щільної камери з важкого бетону при остиганні протягом вихідних днів при $F_1^a / V_k^a, \text{ м}^{-1}$								
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,3	24,3	26,4	28,0	29,3	30,4	31,0	31,4	31,8	32,2
0,2	20,5	21,1	22,0	22,6	23,2	23,9	24,3	24,7	25,1

Таблиця А.20

Товщина внутрішніх перегородок, м	Втрати тепла, МДж/м ² , з поверхні F_2^a внутрішніх перегородок блоку щільних камер з важкого бетону при остиганні протягом вихідних днів при $F_1^a / V_k^a, \text{ м}^{-1}$								
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
0,3	36,0	38,1	40,2	42,3	43,8	45,2	46,3	47,1	47,9
0,2	28,9	30,1	31,2	32,0	33,1	33,3	33,7	33,9	-

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ПРОПАРЮВАЛЬНИХ КАМЕР

Матеріал	Марка	Розмір плити, мм	Товщина, мм	Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані, Вт/(м ⁰ С)	Густина, кг/м ³
Заливний денспласт фенолформальдегідний	ФРП І	-	-	0,041-0,052	60-100
Пінопіуретан заливний	ППУ-ЗС	-	-	0,029-0,041	40-60
Плити з пінопласту	50, 75, 100	(600-3000) × (500-1200) (через 100)	50, 60, 70, 80, 100, 120, 150	0,038-0,047	50-100
Плити зі скляного штапельного волокна на синтетичн. зв'язуючому	50	1000×1000 1000×1500	30-90 (через 10)	0,056	50
Плити напівжорсткі мінераловатні на синтетичному зв'язуючому	100	1000×500 1000×1000	40-100 (через 10)	0,056	100
Плити жорсткі мінераловатні на синтетичному зв'язуючому	150	1000×500 1000×1000	40-100 (через 10)	0,059	150
Плити напівжорсткі мінераловатні на бітумному зв'язуючому	150	500×500 1000×500	90, 100	0,059	150
	200	- " -	- " -	0,070	200
	250	- " -	- " -	0,076	250
	300	- " -	- " -	0,084	300
Плити жорсткі мінераловатні на бітумному зв'язуючому	200	1000×500	40-70 (через 10)	0,070	200
	250	- " -	- " -	0,076	250
	300	- " -	- " -	0,084	300
Плити підвищеної жорсткості на органофосфатному зв'язуючому	200	1000×500	40-100 (через 10)	0,064	200
Піноскло блочне	200	500×500	100-200	0,07	200
	300	375×375	- " -	0,09	300
	400	- " -	- " -	0,11	400

ЛІТЕРАТУРА

1. Антоненко Г.Я. Организация, планирование и управление предприятиями строительных изделий и конструкций.- К.: Вища шк., 1988.
2. Бойко В.Е., Тихомиров Е.В. Тепловая обработка в производстве сборного железобетона. Киев, Будівельник, 1987.
3. ДБН А.3.1-8.96 Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів.- К.:Укразхбудінформ, 1998.
4. Домбровский В.Д., Корнгольд Е.А. Проектирование предприятий сборного железобетона.- К.: Будівельник, 1978.
5. Марьямов Н.Б. Тепловая обработка изделий на заводах сборного железобетона.- М.: Стройиздат, 1970.
6. Оборудование для производства арматурных работ на предприятиях стройиндустрии: Справочник / Г.Н.Собко, В.А.Сафаров, И.С.Котовский и др. – К.: Будівельник, 1984.
7. Прыкин Б.В., Борщ И.М., Коробкова Е.М. Технологическое проектирование арматурного производства.- К.: Будівельник, 1977.
8. Рекомендации по снижению расхода тепловой энергии в камерах для тепловлажностной обработки железобетонных изделий / ВНИИжелезобетон.- М.: Стройиздат, 1984.
9. Руководство по производству арматурных работ / ЦНИИОМТП.- М., 1977.
10. Руководство по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных изделий.- М.: Стройиздат, 1975.
11. Руководство по технологии формования железобетонных изделий.- М.: Стройиздат, 1977.
12. Справочник по производству сборных железобетонных изделий / Под ред. К.В.Михайлова, А.А.Фоломеева.- М.: Стройиздат, 1989.
13. Справочник по технологии сборного железобетона. / Под общей редакцией Стефанова Б.В.- К.: Вища школа, 1978.
14. Строительные машины. Справочник. В 2-х т. под ред. В.А.Баумана, Ф.Л.Липира. Т.2. Оборудование для производства строительных материалов и изделий.- М.:Машиностроение, 1977.
15. Стефанов Б.В., Русанова Н.Г., Волянский А.А. Технология бетонных и железобетонных изделий.- К.: Вища шк., 1982.
16. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: у 2 ч. / О.А.Волянський.- К.:Вища шк.,1994.- Ч.1.Технологія бетону.

17. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: у 2 ч. / Н.Г. Русанова, П.П.Пальчик, Л.М.Рижанкова.- К.: Вища шк., 1994.- Ч.2. Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій.
18. Технологические линии, процессы и оборудование, рекомендуемые к внедрению при техническом перевооружении предприятий сборного железобетона: Справ. каталог.- М.: Союзжелезобетон, 1984.
19. Цителаури Г.И. Проектирование предприятий сборного железобетона.- М.: Высш. шк., 1986.
20. Шихненко И.В. Краткий справочник инженера-технолога по производству железобетона.- К.: Будівельник, 1989.

Зміст

Вступ	3
Розділ 1. Потужність і продуктивність підприємств. Номенклатура виробів	4
1.1. Потужність і продуктивність підприємства	4
1.2. Номенклатура виробів	9
Розділ 2. Вибір способу виробництва, розробка технологічної схеми, компонування цехів та ліній	11
2.1. Вибір способу виробництва і розробка технологічної схеми	11
2.2. Компонування цехів та ліній	17
Розділ 3. Розрахунки складів компонентів бетонної суміші і бетонозмішувального відділення	39
3.1. Режим роботи підприємства	39
3.2. Склади цементу та заповнювачів	42
3.3. Бетонозмішувальне відділення	49
3.4. Відділення для приготування розчинів хімічних добавок	54
Розділ 4. Розрахунки складів арматурної сталі та арматурних цехів	56
Розділ 5. Розрахунки технологічних ліній	79
5.1. Агрегатно-потоккові лінії	79
5.2. Конвеєрний спосіб виробництва	94
5.3. Стендовий спосіб виробництва	97
5.4. Касетний спосіб виробництва	99
5.5. Проектування складів готової продукції	101
Розділ 6. Теплотехнічні розрахунки пропарювальних камер	104
6.1. Передумови розрахунку	104
6.2. Теплотехнічний розрахунок неутеплених пропарювальних камер періодичної дії	104
6.3. Теплотехнічний розрахунок утеплених пропарювальних камер періодичної дії	107
6.4. Теплотехнічний розрахунок пропарювальних камер неперервної дії	115
6.5. Конструктивні особливості ефективних пропарювальних камер	119
Розділ 7. Проектування організації технологічних процесів збірних залізобетонних виробів	122
7.1. Транспортно-технологічна схема процесу виробництва	122
7.2. Операційні нормали	125
7.3. Поопераційні графіки і основні параметри технологічного процесу	126
7.4. Графік роботи лінії формуального цеху	129
7.5. Розробка циклограми роботи машин формуального цеху	131
7.6. Визначення параметрів ефективності організації товарних виробничих процесів	133

Розділ 8. Архітектурно-будівельні рішення підприємств збірного залізобетону	136
8.1. Проектування генеральних планів	136
8.2. Конструктивні рішення виробничих корпусів	142
Додаток А. Таблиці для теплотехнічного розрахунку пропарювальних камер	144
Додаток Б. Матеріали для теплоізоляції пропарювальних камер	149
Література	150

8-00

НТЬ В Д
ВІ



Рівненський державний технічний університет