

Вступ

Потреби будівництва викликали необхідність не тільки в збільшенні обсягу, але і в розширенні сфери створення та використання таких індустріальних несних конструкцій, які б найбільш повною мірою відповідали архітектурно-будівельним вимогам: можливості гнучкого планування в будівлях із різними функціями та утворення різновиду фасадів. Дуже важливо зробити такі конструкції легкими та простими у виготовленні й монтажу.

Розвиток і вдосконалення збірних залізобетонних конструкцій – одна з вирішальних умов розширення обсягів та підвищення ефективності капітального будівництва. До переваг збірних залізобетонних конструкцій можна віднести можливість в умовах стаціонарного виробництва отримати необхідну якість виробів. Виробництво збірних конструктивних елементів значно легше піддається автоматизації, також з'являється можливість широко варіювати властивості бетонних сумішей за рахунок використання різноманітних домішок, тонкодисперсних наповнювачів тощо.

Традиційні збірні плити перекриття є одними з основних елементів несної конструкції будівлі. За своїм призначенням вони повинні виконувати численні функції та відповідно мати необхідні характеристики. У сучасній практиці будівництва застосовується кілька типів залізобетонних плит перекриття, що розрізняються за типом поперечного перерізу: багатопустотні панельні, ребристі й суцільні, і способом армування: зі звичайною або попередньо напруженою арматурою.

Зміни, що відбулися останнім часом у будівельній індустрії, а також застаріла матеріальна база заводів-виробників призвели до необхідності використання таких конструктивних схем будівель, в яких диски покриттів та перекриттів виготовляються та збираються безпосередньо на будівельному об'єкті з окремих або суцільних елементів. Даний факт визначає важливість вибору раціонального варіанту конструкцій перекриття, що застосовуються при

спорудженні будівель, з точки зору технологічності виготовлення, характеристик міцності та жорсткості, економічності того чи іншого проекту.

Сучасне будівництво потребує ефективних, надійних та довговічних будівельних матеріалів. Залізобетонні плити перекриття є одним з найпоширеніших видів таких матеріалів, що широко застосовуються у житловому, промисловому та цивільному будівництві. Однак, постійно зростаючі вимоги до якості, енергоефективності та швидкості будівництва висувають нові завдання перед виробниками залізобетонних виробів. Тому актуальним є дослідження сучасних технологій виробництва залізобетонних плит перекриття, оптимізація виробничих процесів та підвищення якості продукції.

1. Загальна частина

В Україні нині працює велика кількість заводів по виготовленню залізобетонних виробів. Всі вони мають великий попит, а особливо зараз в умовах воєнного часу, коли необхідні не лише звичайні бетонні вироби, а й спеціальні. До них можна віднести: аеродромні плити, бетонні бункери, залізобетонні контейнери для зберігання боєприпасів, тощо.

Плити перекриття також використовуються в таких цілях. За їх допомогою можна створити швидко тимчасові споруди, таких як склади, гаражі або навіть невеликі казарми. Також, плити можуть бути використані як елемент мостів, естакад та інших інженерних споруд. Ще плити можуть бути використані для створення стель у підземних укриттях, бліндажах та інших фортифікаційних спорудах, забезпечують міцність і захист від обвалення.

Місто Кривий Ріг та весь район є промисловим центром України з досить великою сировинною базою. Він є ідеальним місцем для будівництва такого вузькоспеціалізованого заводу, як завод з виготовлення залізобетонних плит перекриття. Наявність ще одного нового заводу, допоможе збільшити кількість виробів, що зможе закрити всі необхідні потреби не лише в цивільних цілях району, але й у військових.

Кривий Ріг відомий своїми великими покладами залізної руди. Безпосередньо, для виробництва залізобетонних плит перекриття залізна руда не використовується, але наявність потужної металургійної промисловості забезпечує стабільне постачання металу для арматури (АрселорМіттал, Метінвест). Крім того, в регіоні є значні запаси піску, як одного з основних компонентів бетону.

Розвинена транспортна мережа міста, що складається з залізниць та автошляхів, є значною перевагою для виробництва. Вона забезпечує безперебійну доставку сировини та швидке транспортування готової продукції

до споживачів. Близькість до джерел сировини зменшує витрати на транспортування.

Промислова спадщина Кривого Рогу, що подарувала місту велику кількість кваліфікованих робітників, у поєднанні з активним будівництвом у регіоні створює сприятливі умови для будівництва заводу.

Наявність потужних енергетичних джерел забезпечує безперерйну роботу виробництва. А наявність інших виробництв у регіоні дозволяє створити ефективний виробничий ланцюжок.

Найбільшою перевагою Кривого Рогу, як міста будівництва заводу, є те, що майже всі необхідні матеріали можна взяти, так би мовити, «на місці». За основу бази в'язучого можна взяти Криворізький цементний завод. За основу бази заповнювачів – «Рибальський гранітний кар'єр» (для крупного) та «RLS Бетон» (для дрібного). Також, для дрібного заповнювача можна використати відходи гірничо-збагачувальних комбінатів (ПівдГОК). Так, як в місті нема сировинної бази кварцового піску, він буде поставлятися з міста Запоріжжя. Для забезпечення електроенергією є значна кількість котелень для виробництва водяної пари.

Основними споживачами продукції, яку вироблятиме запроєктований завод, будуть:

- Будівельні компанії – для використання залізобетонних плит перекриття для зведення житлових будинків, промислових об'єктів, складів, торгових центрів та інших споруд;
- Приватні забудовники – фізичні особи, що зводять власні будинки;
- Девелоперські компанії – для будівництва житлових комплексів та мікрорайонів;
- Державні установи – місцеві органи влади, що використовують залізобетонні плити для будівництва соціальних об'єктів (шкіл, лікарень, доріг тощо):

- Промислові підприємства – для будівництва або реконструкції виробничих цехів, складів та інших споруд;
- Сільськогосподарські підприємства – для будівництва ферм, складів для зберігання зерна та інших сільськогосподарських будівель.

Таким чином, для Кривого Рогу проектування та будівництво заводу з виробництва залізобетонних плит перекриття є кроком до розвитку промисловості міста.

Підприємство вузької спеціалізації випускає залізобетонні плити перекриття 1,5 x 6 м. Воно передбачене для виробництва залізобетонних плит перекриття марки ПНС-10.

Потужність – 20000 м³.

Розташування – м. Кривий Ріг.

Запроектоване підприємство належить до спеціалізованого підприємства з виробництва залізобетонних виробів, а саме плит перекриття. Воно обладнане сучасним оснащенням із застосуванням останніх світових досягнень у галузі технології бетону та бетонних конструкцій.

Передбачається, що підприємство буде спроектовано як самостійна одиниця, тому до його складу входять:

- бетонозмішувальний цех – типовий цех для приготування бетонних сумішей;
- формувальний цех – критий цех, в якому розташовані всі технологічні лінії;
- арматурний цех – критий цех з усім необхідним обладнанням для роботи з арматурою;

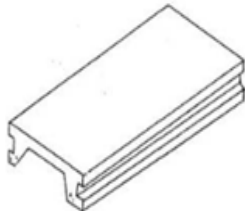
- склад в'язучої речовини – призначений для зберігання в'язучих речовин (наприклад, цементу) для виробництва бетону;
- склад заповнювачів – призначений для зберігання матеріалів, що використовуються для заповнення бетону;
- склад арматури і арматурних виробів – критий, утеплений склад для зберігання арматури;
- склад готової продукції;
- матеріально-технічні склади;
- склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів;
- адміністративний корпус – корпус, в якому розташовані кабінети адміністративного персоналу;
- лабораторія – окрема будівля, де проводяться лабораторні дослідження та здійснюється технічний контроль якості продукції.

Запроектване підприємство планується зводитися в районі КЦРЗ. Таке розташування заводу дозволить дотриматися необхідних санітарних та протипожежних норм. Тому що ця місцевість знаходиться на значній відстані від житлових кварталів, має необхідну мережу під'їзних залізничних та автомобільних доріг. На ділянці під будівництво проведені необхідні комунікації (електроенергія, телефонний зв'язок), а відсутність сільськогосподарських угідь спрощує процедуру будівництва. Крім того, близькість заводів-виробників будівельних конструкцій дозволить зменшити витрати на транспортування та пришвидшить процес будівництва.

Для оптимізації виробничих процесів та зменшення енергоспоживання, підприємство переходить на двозмінний режим роботи. Це дозволить рівномірно розподілити навантаження на обладнання та зменшити споживання енергоресурсів у пікові години.

Номенклатура і характеристика продукції, що випускається:

Таблиця 1

Найменування виробів	Ескіз виробів	Марка виробів	Відповідний ДСТУ	Доля, % в загальному випуску	Задана річна продуктивність	
					Куб, м	шт
Плита перекриття		ПНС-10	ДСТУ Б В.2.6-2:2009	100	20000	36363

Таблиця 2

Марка виробу	Розміри виробу, м	Клас бетону за міцністю	Маса виробу кг(т)	Видаток матеріалів	
				Бетон, м ³	Сталь, кг
ПНС-10	1,5·6·0,3	C12/15	1370 (1,37)	0,55	35,8

Кількість залізобетонних плит перекриття, яку передбачається виробляти згідно з проектом, розрахована з урахуванням потреб Кривого Рогу.

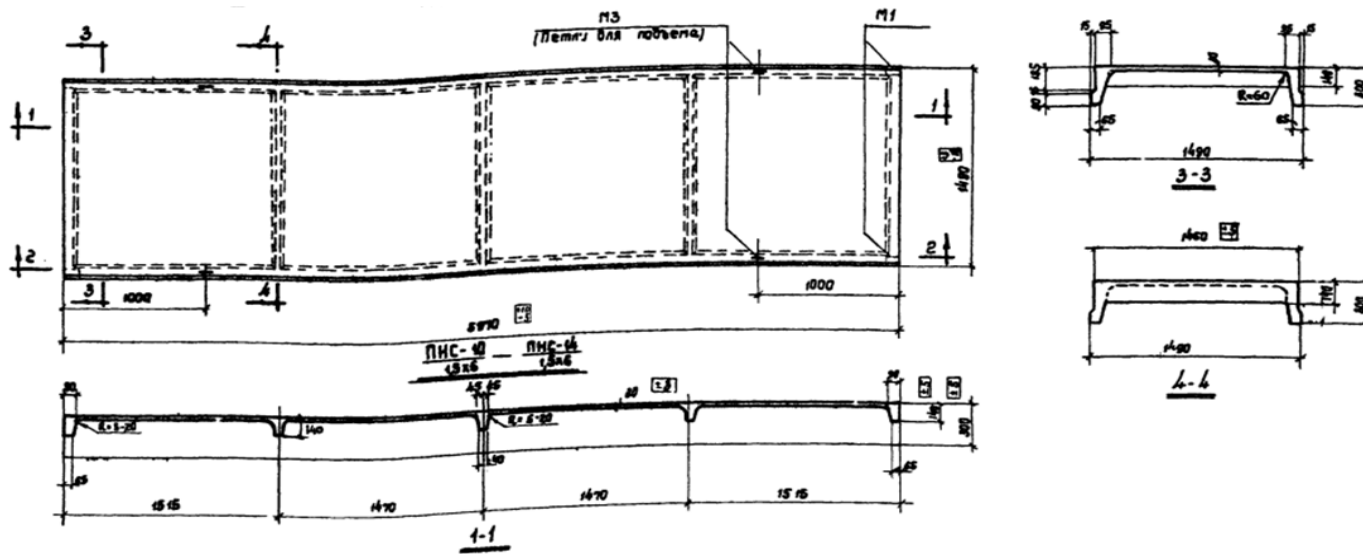


Рис. 1. Опалубочне креслення плити.

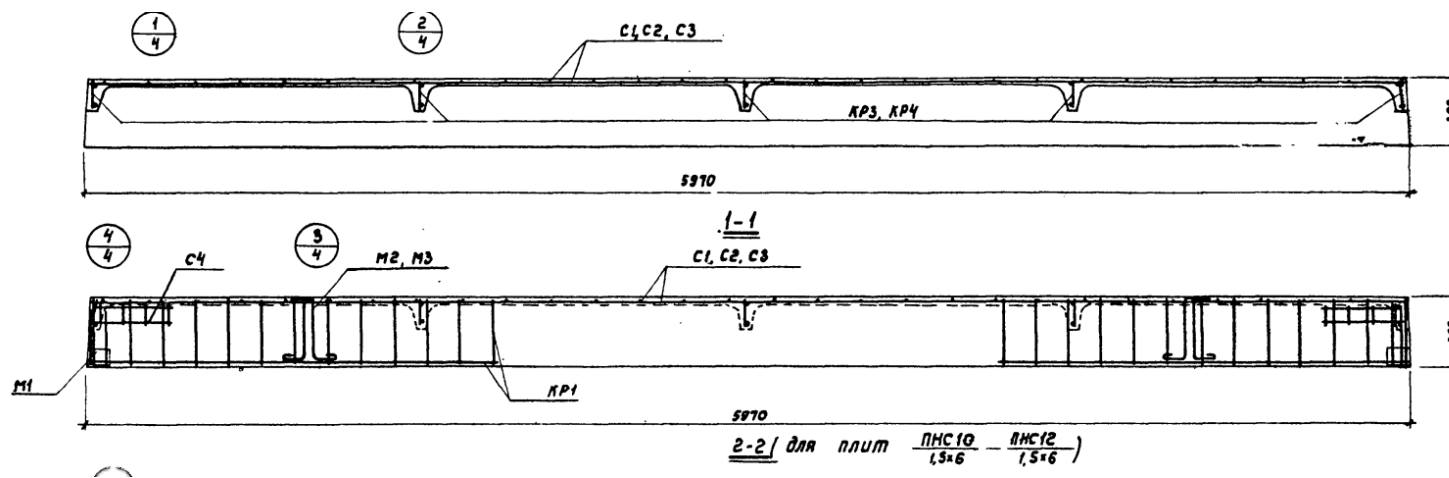


Рис. 2. Армування плит

2. Вибір і обґрунтування технології виробництва

Будівельні підприємства, що входять до виробничої бази, мають у своєму складі кілька спеціалізованих технологічних ліній. Кожна з цих ліній призначена для виготовлення певного виду конструкцій чи виробів передбачає певну послідовність технологічних операцій. Такий підхід дозволяє одночасно виробляти широкий асортимент продукції.

В залежності від того, як розміщене технологічне обладнання, а також форми, матеріали з напівфабрикатами і робітники, наразі оптимальними є два варіанти організації виробництва на заводах залізобетонних виробів і конструкцій:

I - технологічне обладнання та робітники не переміщуються, а переміщуються форми з виробами;

II - форми нерухомі, а переміщуються обладнання та робітники.

Конвеєрне виробництво належить до першого варіанту і передбачає, як послідовний, так і паралельний чи паралельно-послідовний рух виробів.

Конвеєрне виробництво – це високопродуктивний метод організації виробничого процесу, при якому вироби або напівфабрикати переміщуються по конвеєру через послідовно розташовані пости, де виконуються різноманітні операції. Продукція переміщується за принципом пульсуючого або безперервного конвеєру із заданим примусовим ритмом. Кожен пост спеціалізується на виконанні певної операції.

Формування виробів здійснюється в різних формах або на піддонах, які суміщені з вагонетками або встановлені на них, а теплову обробку — у тунельних або щілинних камерах безперервної або циклічної дії. При застосуванні камер теплової обробки безперервної дії конвеєрний спосіб стає безперервним, а при застосуванні камер теплової обробки циклічної дії – циклічним.

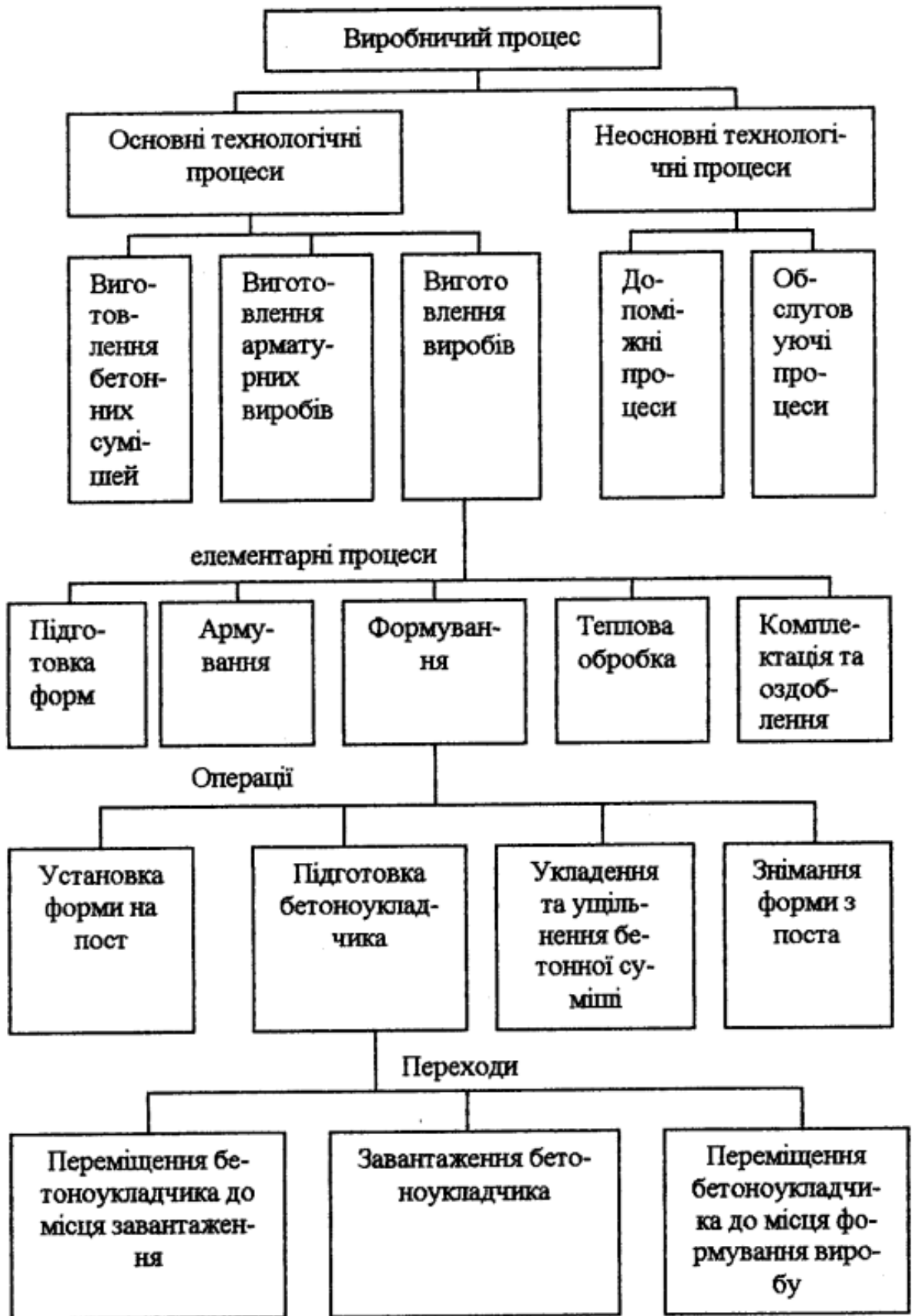


Рис. 3. Схема технологічного процесу

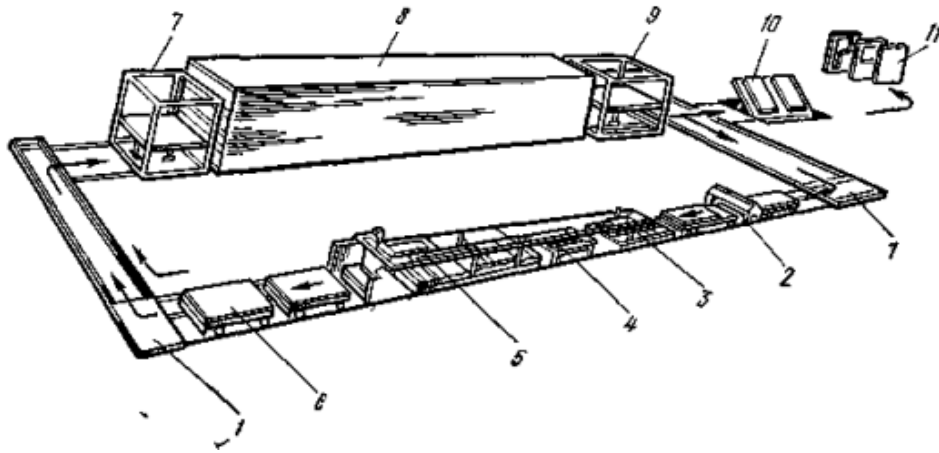


Рис. 4. Схема розміщення технологічного обладнання в цеху під час виробництва збірних залізобетонних виробів конвеєрним методом.

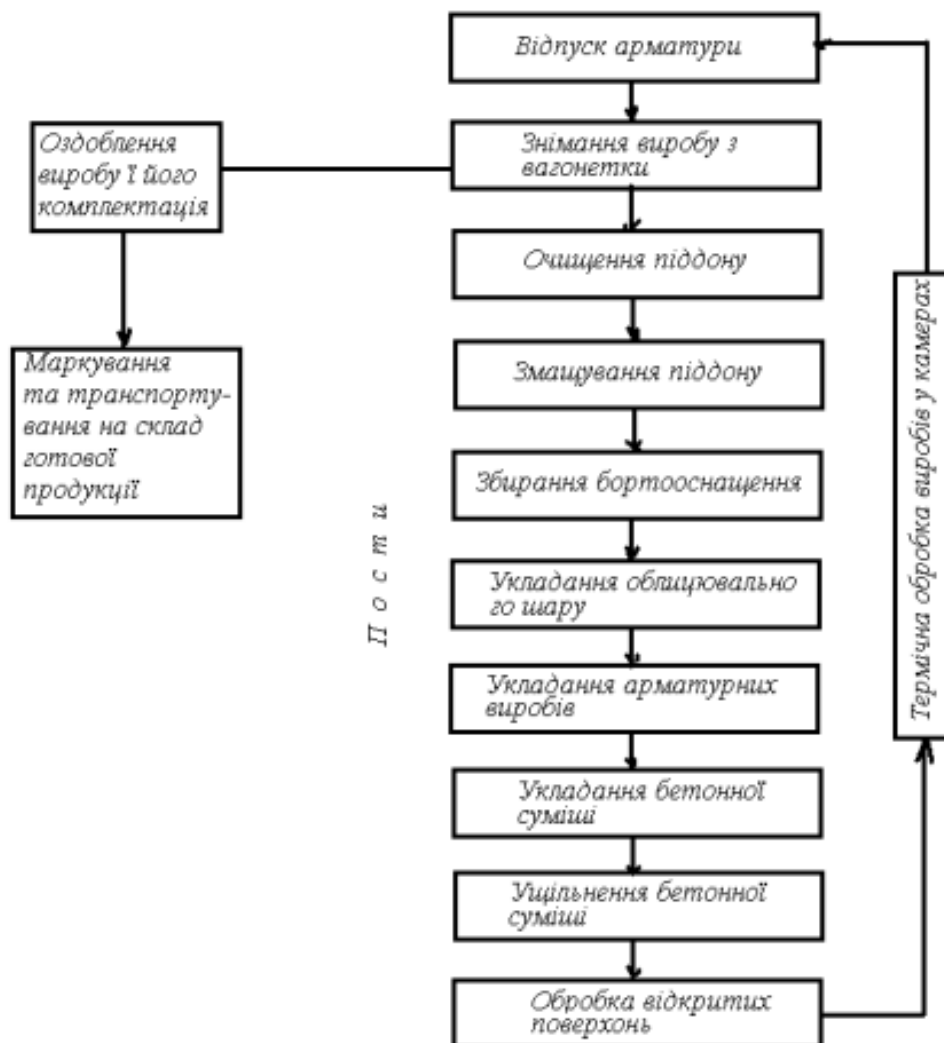


Рис. 5. Організація виробництва залізобетонних виробів конвеєрним способом.

«Застосування безперервного конвеєрного способу організації виробництва дозволяє збільшити продуктивність технологічної лінії до максимуму, але потребує використання великих по довжині камер теплового опрацювання виробів, або застосування спеціальних методів підвищення швидкості твердіння бетону» [1].

«Циклічний конвеєрний спосіб організації виробництва дозволяє використовувати камери теплового опрацювання виробів меншої довжини та більшої глибини, що призводить до зменшення площі, яку займає технологічна лінія» [1].

При послідовному русі, на кожному посту один виріб повністю проходить усі етапи обробки. Тобто, виріб спочатку формується, потім переміщується на наступний пост для теплової обробки і так далі.

У випадку паралельного руху, на кожному посту одночасно обробляється кілька виробів. Наприклад, на посту формування одночасно створюється кілька однакових груп виробів. Після того, як вся група виробів готова, вони разом переміщуються на наступний пост.

Паралельно-послідовний рух – це комбінація двох попередніх методів. На кожному посту виконується одна або кілька операцій над групою виробів. Після завершення цих операцій, вироби переміщуються на наступний пост, де виконується наступний етап.

«Конвеєрна технологія застосовується при масовому виготовленні однотипних виробів на великих спеціалізованих підприємствах. Перевагою її є високий ступінь механізації й автоматизації основних технологічних процесів» [1].

Доцільність застосування даного способу виробництва залізобетонних виробів визначається характером й обсягом продукції, що виготовляється, габаритами й технологічністю виробів, загальними умовами організації

виробництва. Тому, буде обраний саме цей спосіб для виготовлення залізобетонних плит перекриття.

3. Розрахунок фондів часу роботи підприємства

Щоб мати можливість розрахувати режим роботи організації призначаємо:

- номінальний фонд часу роботи обладнання,
робочих днів на рік (T_n) 260;
- тривалість робочої зміни ($t_{зм}$), год. 8;
- робочих змін 2;

Річний фонд часу роботи технологічного обладнання визначаємо за формулою:

$$T_{р\dot{ч}} = T_n - T_{рем} - T_{пер}, \text{ д\dot{и}б},$$

де $T_{пер}$ – втрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням формувального обладнання, д\dot{и}б

$T_{рем}$ – термін запланованого призупинення обладнання на ремонт, д\dot{и}б

Таблиця 3

Технологічна лінія та основне технологічне обладнання	Термін планових зупинок на ремонт ($T_{рем}$), д\dot{и}б
Агрегатно-поток\dot{о}ві та стендові лінії, касетні установки	7
Конвеєрні лінії	13
Бетонозмішувальні цехи	7

Таблиця 4

Технологічна лінія	Додаткові витрати робочого часу ($T_{пер}$) при способі виконання переналагоджування та змінності роботи					
	Усе переналагоджування виконується на спецпостах		На спецпостах виконується тільки переналагоджування, що не вкладається в темп роботи лінії		Усе переналагоджування проводиться на лінії	
	2	3	2	3	2	3
Конвеєрна та касетно-конвеєрна	2	3	3	4	-	-
Агрегатно-поточкова	1	2	1	2	-	-
Стендова	-	-	2	3	4	6
Касетна, при виготовленні марок виробів на рік в одній касеті:						
10	-	-	3	5	4	6
15	-	-	5	7	6	8
20	-	-	7	9	8	10

Виходячи з таблиць та , приймаємо:

$T_{пер}$ – втрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням формувального обладнання (для конвеєрного виробництва), 0 діб

$T_{рем}$ – термін запланованого призупинення обладнання на ремонт (для конвеєрного виробництва), 13 діб.

Тоді

$$T_{річ} = 260 - 13 = 247 \text{ доби};$$

- Змінний фонд продуктивної праці $t_{змп}$, розмір якого визначаємо за формулою:

$$t_{змп} = t_{зм} \cdot K_{вс}, \text{ год,}$$

- де $K_{вс}$ – коефіцієнт внутрішнього продуктивного використання робочого часу.

$$K_{вс} = \frac{\sum_{i=1}^e q_i}{100}$$

де e – кількість регламентованих додаткових витрат часу на протязі зміни.

q_i – тривалість внутрішньозмінних регламентованих додаткових витрат часу, у відсотках від оперативного часу (для конвеєрного методу):

Підготовчо-завершальні роботи – 4 % ($480 \cdot 0,04 = 20$ хв.);

Обслуговування робочого місця – 4% ($480 \cdot 0,04 = 20$ хв.);

Перерви технологічні t_m – 2% ($480 \cdot 0,02 = 10$ хв.);

Відпочинок та особисті потреби $t_{від}$ – 10% ($480 \cdot 0,1 = 48$ хв.);

Усього – 20%.

$$K_{вс} = 1 - \frac{4 + 4 + 2 + 10}{100} = 0,8$$

Термін робочого часу у зміну:

$$t_{змп} = 0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ год}$$

Показники робочого фонду часу:

Таблиця 5

Період часу	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	-	$t_{зм} = 8$	-	$t_{змп} = 6,4$
доба	1	$T_{добн} = t_{зм} \times n_{зм} = 8 \times 2 = 16$	1	$T_{доб} = t_{змп} \times n_{зм} = 6,4 \times 2 = 12,8$
місяць	$T_m = \frac{T_n}{12} = \frac{260}{12} = 21,67$	$T_m \times t_{зм} \times n_{зм} = 21,67 \times 8 \times 2 = 346,72$	$T_{мп} = \frac{T_{річ}}{12} = \frac{247}{12} = 20,58$	$T_{мп} \times t_{змп} \times n_{зм} = 20,58 \times 6,4 \times 2 = 263,42$
рік	$T_n = 260$	$T_n \times t_{зм} \times n_{зм} = 260 \times 8 \times 2 = 4160$	$T_{річ} = 247$	$T_{річ} \times t_{змп} \times n_{зм} = 247 \times 6,4 \times 2 = 3161,6$

4. Наукова частина

4.1. Аналітична частина

Даний завод було запроектовано спеціально для подальшого виготовлення залізобетонних плит перекриття марки ПНС-10.

Перекриття є невід'ємною частиною будівлі, яка відповідає за передачу навантажень на несучі конструкції та розподіл простору на окремі поверхи. Воно забезпечує жорсткість будівлі, сприяє тепло- й звукоізоляції, а також підвищує комфорт і зручність приміщень. Цей елемент конструкції відіграє важливу роль у надійності та довговічності споруди.

Найбільш популярним видом перекриття є залізобетонні плити. Вони мають великий строк експлуатації, відмінну міцність, а також здатні витримувати великі навантаження і несприятливі умови. Більш того, залізобетонні плити розподіляють навантаження рівномірно, мінімізуючи ризик руйнування конструкції. Вони можуть чинити опір згинанню, розтріскуванню та деформації, забезпечуючи цілісність загальної конструкції.

Крім того, залізобетонні плити забезпечують відмінну вогнестійкість. Поєднання властивостей бетону і арматурних стрижнів гарантує, що конструкція може витримувати високі температури протягом тривалого періоду, запобігаючи або затримуючи поширення вогню.

Використовуючи залізобетонні плити, будівельники можуть забезпечити безпеку, довговічність та ефективність своїх проектів.

4.2. Наукова (теоретична) частина

«Міцність є найважливішою характеристикою бетону, яка визначає його якість як будівельного матеріалу і здатність чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають у результаті зовнішнього механічного навантаження. В будівельних матеріалах конструкцій і споруд можуть виникати різні види внутрішніх механічних напружень: стиск, розтяг, згин, зсув (зріз) тощо. Особливістю бетону є те, що він найкраще чинить опір стиску, гірше згину і найгірше розтягу (в 5...50 раз менше опору стиску). Тому будівельні конструкції звичайно проектують таким чином, щоб під навантаженням у бетонних елементах виникали в основному стискувальні напруження» [2].

Міцність на згин є непрямим параметром міцності на розрив. Міцність бетону на згин є критично важливою властивістю для плит. Він гарантує те, що плита може протистояти розтріскуванню і розтягуванню під прикладеним до неї навантаженням. Такі конструкції, які постійно піддаються згину через прикладені навантаження, покладаються на свою міцність на згин, як на найголовніший фактор загальної міцності.

В останні кілька років було доведено, що використання певних технологічних прийомів дозволяє значно підвищити міцність бетону. Його властивості значною мірою залежать від типу та якості заповнювача, а також його складу. Бетони, виготовлені на цементі однакової якості та з таким самим водоцементним співвідношенням, але з різними заповнювачами, можуть мати відмінну в 1,5–2 рази міцність.

Одним із варіантів того, як можна вплинути на міцність на згин бетону, є застосувати до нього армування дисперсними волокнами. «Невеликі відрізки тонких металевих або з інших матеріалів волокна для армування бетону дістали назву "фібри", а дисперсноармований такими волокнами бетон дістав назву - "фібробетон"» [3].

«Фібробетон відрізняється підвищеною тріщиностійкістю, міцністю при розтягу і згину, ударною в'язкістю, опором стираності. Вироби і конструкції з фібробетону можна виготовляти без армування спеціальними сітками і каркасами із звичайної арматури, що значно спрощує технологію виробництва виробів, знижує трудоемкість процесу» [3].

Добре відомо, що волокна фібри дозволяють вирішити проблему тріщиноутворення за рахунок підвищення міцності, довговічності та пластичності бетону. Армований поліпропіленовими волокнами, що рівномірно розподілені по всій його масі, бетон змінює поведінку бетонної матриці. Це дозволяє бетону вести себе як композитний матеріал з властивостями, відмінними від властивостей звичайного бетону. Розташування поліпропіленових волокон допомагає контролювати утворення тріщин, представлених в бетонній матриці. Волокна можуть покращувати матрицю, створюючи «місток» через тріщини, що утворилися після прикладеного навантаження. Цим самим, допомагаючи запобігати зростанню тріщин.

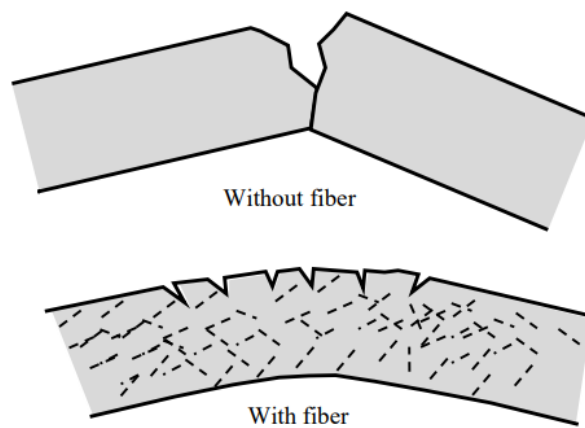


Рис. 6. Вплив фібри на механізм руйнування бетону.

Бетон є найважливішим композитним інженерним матеріалом. Цемент, крупний та дрібний заповнювач з водою є основними компонентами бетону.

Ще з давніх часів він використовується людством і до сих пір є найбільш використовуваним будівельним матеріалом. Незважаючи на те, що це найбільш використовуваний будівельний матеріал, найважливіший компонент виробництва бетону, цемент, виділяє велику кількість CO₂. В зв'язку з цим, будівельна галузь наголошує на необхідності часткової заміни його альтернативними цементуючими матеріалами в бетоні. Такими матеріалами виступають мікрокремнезем, метакраолін, зола-винесення, порошкоподібний доменний шлак, рисове лушпиння та інші.



Рис. 7. Візуальне порівняння цементу, золи-винесення та мікрокремнезему.

Мікрокремнезем, який також називають кремнеземом, є залишковим продуктом, який виникає з кремнію і процесу виплавки феросиліцію в промисловості. Він складається з ультрадисперсних частинок, майже в 100 разів менших за середню частинку цементу. Висока площа поверхні в поєднанні з дрібним розміром частинок і великим вмістом кремнезему робить його ефективним пуццолановим матеріалом. Під впливом води він ефективно взаємодіє з Ca(OH)² для створення додаткового цементного матеріалу. Це призводить до підвищення міцності і довговічності бетону.

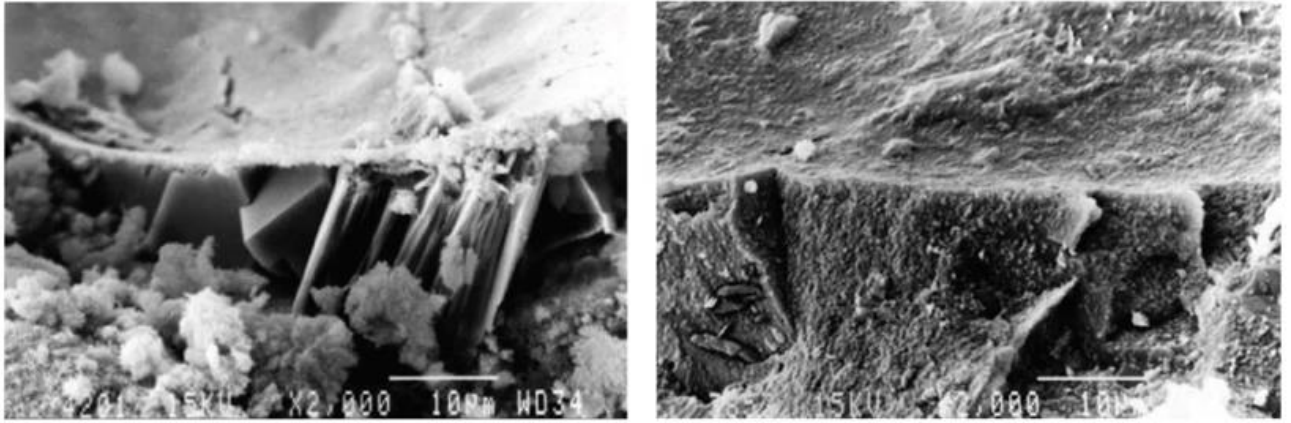


Рис. 8. Бетон без та з мікрокремнеземом.

Надзвичайна тонкість мікрокремнезему дозволяє йому заповнювати мікроскопічні порожнини між частинками цементу. Ефекту мікронаповнювача приписують значне зниження проникності та покращення зв'язку пасти з наповнювачем мікрокремнеземного бетону, в порівнянні зі звичайним бетоном.

Безперервний видобуток заповнювачів з природних джерел для виробництва бетону становить загрозу для навколишнього середовища. Історично склалося так, що кам'яна або цегляна крихта і пісок використовуються як крупні й дрібні порції заповнювача. Будь то кам'яна крихта, безпосередньо отримана з природних джерел, або цегляна крихта, отримана з глиняної обпаленої цегли, це може призвести до дисбалансу в природі.

Однак, оскільки заповнювачі виступають в якості наповнювача в бетоні, можна також вважати, що будь-який інертний матеріал служить цій меті. У зв'язку зі зростаючим інтересом до використання відходів, як заміни природних заповнювачів бетону, багато дослідників працюють над застосуванням різноманітних матеріалів як заміни природного заповнювача.

Залізний шлак є побічним продуктом процесу виробництва заліза та сталі. Сталь не може бути отримана в кисневій печі або в електродуговій печі без

утворення її побічного продукту – сталевого шлаку. А використання його в бетоні шляхом заміни крупнозернистого заповнювача є найбільш перспективною концепцією. Присутній в бетоні залізний шлак задовольняє фізичним властивостям, які уповільнюють гідратацію змішаного цементу завдяки морфології і низькому вмісту силікатів кальцію. Таким чином, шлак може бути використаний в звичайному бетоні для поліпшення його механічних, хімічних і фізичних властивостей. Тому очікується, що у виробництві бетону перевага надаватиметься залізному шлаку перед цегляною крихтою як крупному заповнювачу.

4.3. Науково-практична (прикладна) частина

Дослідженням було відзначено, що міцність на згин була підвищена при збільшенні процентного вмісту поліпропіленового волокна до 0,3%. Це як у випадках наявності, так і відсутності арматурної сталі.

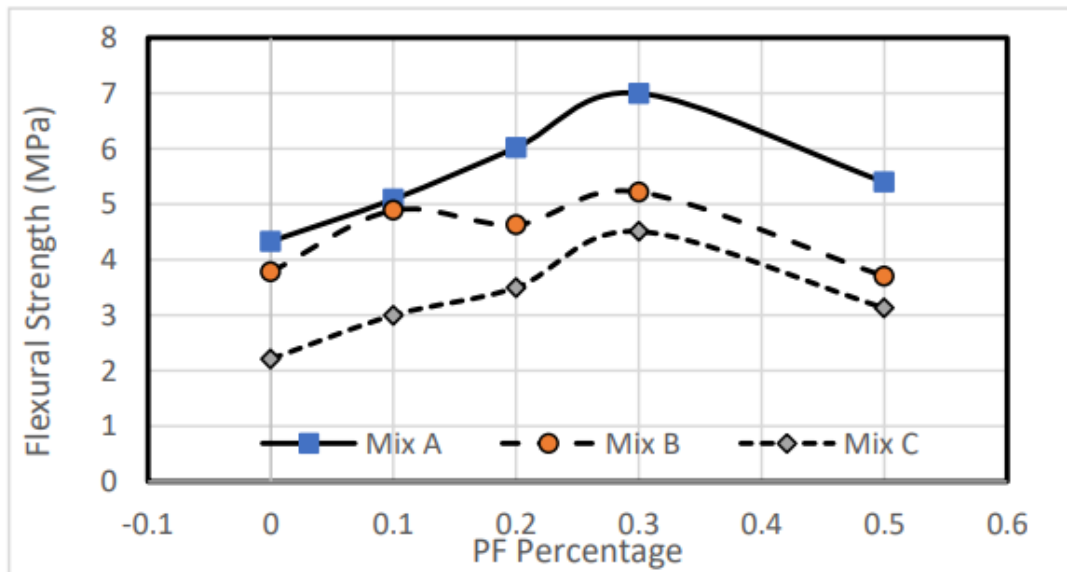


Рис. 9. Вплив фібри на міцність на згин звичайної бетонної призми.

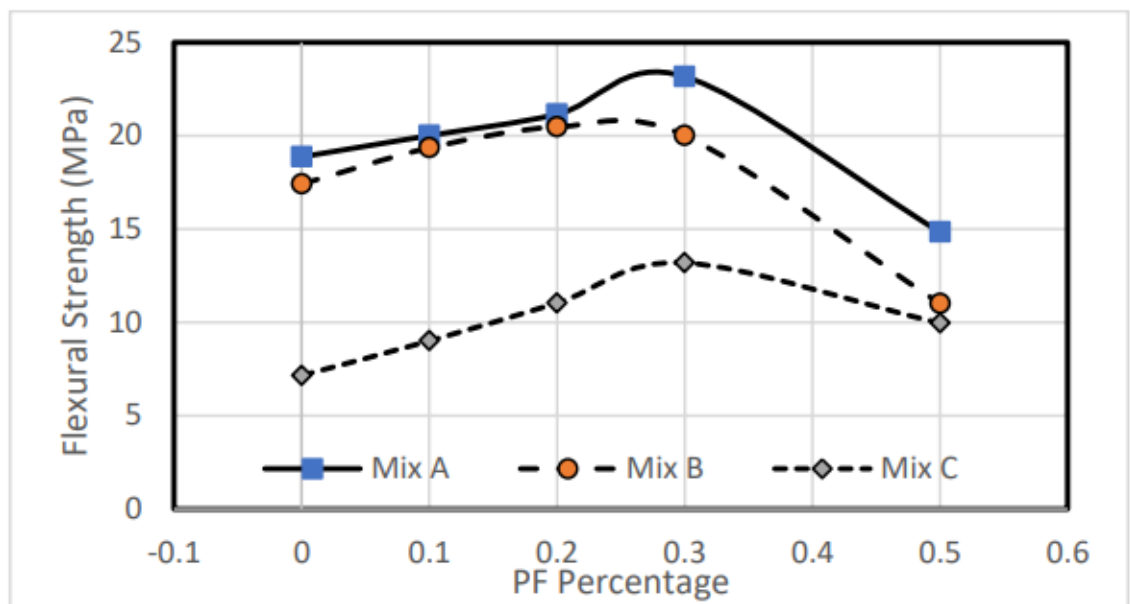


Рис. 10. Вплив фібри на міцність на згин залізобетонної призми.

Результати показали, що найкращий відсоток поліпропіленового волокна для вигину становить від 0,2% до 0,3% як у армованих, так і в гладких призмах. Це вказує на пряму позитивну залежність між міцністю на згин і відсотком фібри.

Підвищення міцності на згин можна пояснити поліпшенням пластичності бетону за рахунок додавання поліпропіленової фібри. Це пов'язано з поведінкою композитного елемента фібробетону, який запобігає крихкому руйнуванню фібробетонного елемента. Однак за межами 0,3% поліпропіленового волокна міцність на згин має тенденцію до зниження зі збільшенням фібри.

На малюнках і також показано, що поведінка армованих призм на згин здається такою ж, як і у звичайних балок, лише зі зміною максимального напруження. Це пов'язано зі здатністю сталевих арматур утримувати розтягуючі напруження на більш пізній стадії навантаження.

Максимальне збільшення міцності на згин простого бетону на 62%, 38% і 104% відбулося при збільшенні частки фібри до 0,3% в сумішах А, В і С відповідно. Подальше збільшення відсотка фібри показало негативний вплив на міцність на вигин всіх сумішей. Наприклад, міцність на вигин суміші С знизилася з 13,18 МПа до 9,95 МПа при збільшенні відсотка ПФ з 3% до 5%.

Нарешті, з визначених результатів випробувань армованих і гладких призм можна зробити висновок, що поліпропіленові волокна зробили значний внесок у зменшення ширини тріщин. Ймовірно пояснення полягає в тому, що волокна можуть діяти як «міст» через тріщини, і це може призвести до покращення стійкості бетону до розтріскування. Обмеження та/або запобігання поширенню тріщин за допомогою поліпропіленової фібри може значно збільшити термін служби бетону.

Інші дослідники робили експеримент стосовно впливу мікрокремнезему та його впливу на міцність на згин бетону. Дослідження показало, введення

кремнезему як альтернативи цементу спочатку призвело до незначного збільшення здатності до згину. Спостерігається помітне збільшення згинальної здатності бетону на 28-денній позначці, зі збільшенням частки мікрокремнезему.

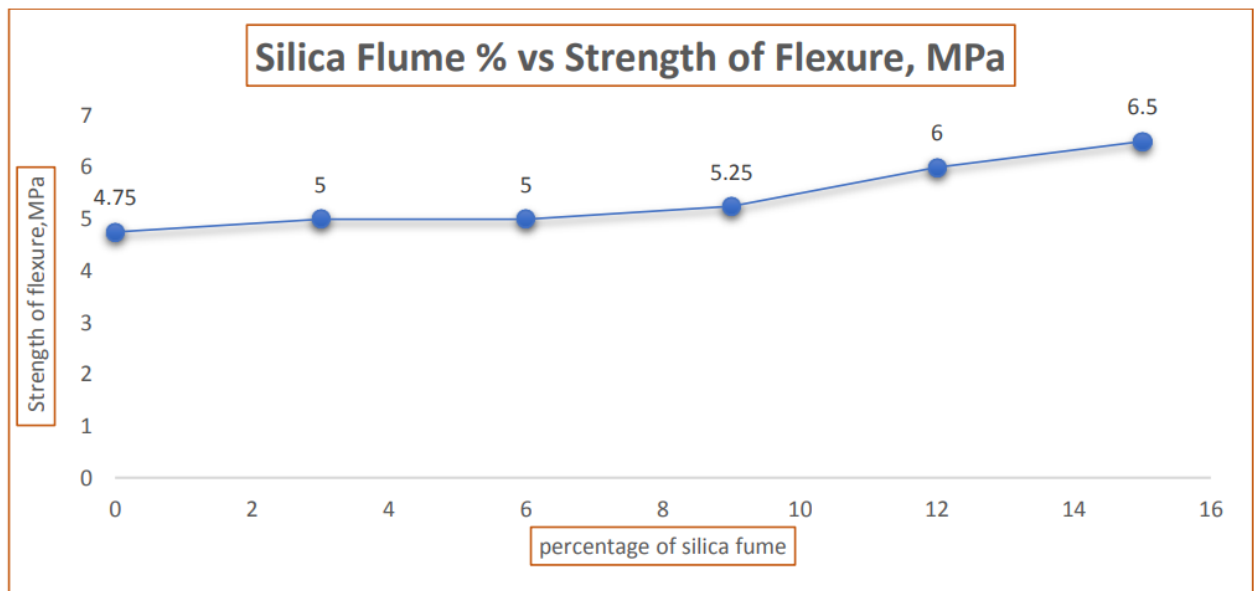


Рис. 11. Міцність на згин при різних відсотках мікрокремнезему на 28 день.

Додавання мікрокремнезему замість цементу призводить до незначного збільшення міцності на згин. Найбільший приріст характеристичної міцності спостерігається при заміщенні в 15%. Для цієї дози відносне збільшення міцності на згин становить близько 27%.

Використання мікрокремнезему як альтернативи цементу в бетонних сумішах може забезпечити міцніший, довговічніший та екологічно чистий будівельний матеріал. Також, бетон з цією добавкою показує підвищену міцність на згин. Це робить його вигідним вибором для різноманітних будівельних застосувань.

Також було проведено дослідження на вплив залізного шлаку на вплив на міцність на згин бетону. Дослідники застосували двоточкове навантаження в центрі прольоту зразків. Прогин балки та призми під навантаженням реєструвався до першої тріщини.

Середня міцність на згин залізошлакового бетону в віці 7 днів, 14 днів і 28 днів показана в таблиці .

Таблиця 6

Sr. No.	% of Iron slag	Flexural strength in (N/mm ²) at 7 Days	Flexural strength in (N/mm ²) at 14 Days	Flexural strength in (N/mm ²) at 28 Days
1	0% (CM)	5.18	5.63	6.37
2	10%	5.54	5.85	6.94
3	20%	5.94	6.74	7.63
4	30%	5.03	5.48	5.63
5	40%	4.96	5.18	5.04
6	50%	4.05	4.74	4.40

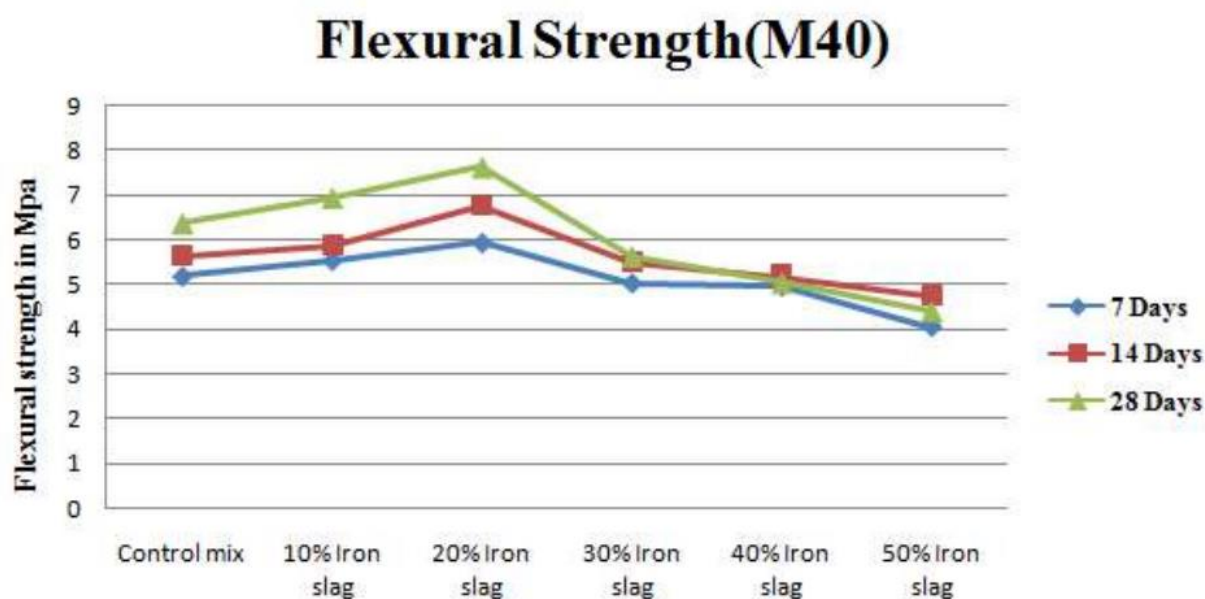


Рис. 12. Міцність на згин залізошлакового бетону.

Результати показують, що максимальна міцність на згин ($7,63 \text{ Н/мм}^2$) спостерігається у бетону у віці 28 днів з заміщенням крупнозернистого заповнювача залізним шлаком на 20%. Залізошлаковий заповнювач дає бажану міцність на вигин, яку можна пояснити будівельною практикою.

Отже, можна дійти висновку, що заповнювач залізного шлаку може бути ефективно використовуваний як часткова або повна заміна звичайного крупного і природного дрібного заповнювача.

Висновок: завданням наукової частини було знайти оптимальні рішення для покращення такої властивості бетону, як міцність на згин. Було запропоновано 3 варіанти: поліпропіленова фібра, мікрокремнезем та залізний шлак.

Використання поліпропіленової фібри дало максимальне збільшення міцності на згин зразків із простого і армованого бетону при збільшенні частки волокна до 0,3%. Однак, за межами 0,3% фібри міцність на згин має тенденцію до зниження зі збільшенням фібри.

Використання мікрокремнезему, як заміни цементу, призводить до незначного збільшення міцності на згин. Найбільший приріст характеристичної міцності спостерігається при заміщенні в 15%. Відносне збільшення міцності на згин становить близько 27%.

Використання залізного шлаку дало максимальну міцність на згин в $7,63 \text{ Н/мм}^2$ при заміщенні крупнозернистого заповнювача на 20%. При збільшенні відсотка залізного шлаку, міцність на згин зменшується.

Зважаючи на викладені дані, можна дійти висновку, що найбільш оптимальним варіантом є використання мікрокремнезему.

5. Організація виробництва конструкції

5.1 Технологічні процеси та операції

№	Технологічний процес	Технологічна операція
1	2	3
1	Виготовлення бетонної суміші	- дозування компонентів бетонної суміші; - перемішування компонентів бетонної суміші.
2	Виготовлення арматурних і закладних виробів	- очищення арматурної сталі; - рівняння арматурної сталі; - різання арматурної сталі; - згинання арматурної сталі; - зварювання; - збирання просторових каркасів.
3	Формування виробів	- розкриття форм; - чищення та змащування форм; - закриття форм; - установлення у форму арматурних та закладних виробів; - натягування арматури; - укладення бетонної суміші; - ущільнення бетонної суміші; - опрацювання готових виробів.
4	Твердіння виробів	Теплова обробка (ТО)
5	Контроль якості виробів	- візуальний огляд - механічні випробування
6	Транспортування	- транспортування компонентів бетонної суміші; - транспортування бетонної суміші; - виймання готових виробів із форм; - переміщення форм; - переміщення виробів; - відкриття камер ТО - завантаження камери ТО; - розвантаження камери ТО.

Такий технологічний процес, як транспортування не є цільним та складається з частини (операції), що виконується у проміжках між технологічними операціями інших технологічних процесів.

5.2 Характеристика матеріалів і комплектуючих

Вибір матеріалів для виробництва основної продукції здійснюємо на підставі до бетону конструкцій у відповідності з діючими нормативами.

До матеріалів відносяться:

- цемент ДСТУ Б.В 2.7-46.2010;
- заповнювач крупний ДСТУ Б.В 2.7-74.98;
- заповнювач дрібний ДСТУ Б.В 2.7-32.95;
- вода – ДСТУ Б.В 2.7- 272-2011;
- мікрокремнезем – ДСТУ EN 13263-1:2019.

Характеристики вихідних даних матеріалів

Вимоги до щебеню :

Вологість щебеню – 2%.

Щебінь гранітний - $\rho_{i,r}^{\text{щ}} = 2600 \text{ кг/м}^3$.

$\rho_{c,p}^{\text{щ}} = 1500 \text{ кг/м}^3$, ДБН = 40мм.

Марка щебеню за міцність на натиск (у циліндрі) – 1000.

Пустотність щебеню: $V_{\text{пуст}} = 0,42$.

$$V_{\text{пуст}} = 1 - \frac{\rho_{c,r}^{\text{щ}}}{\frac{\rho_{i,r}^{\text{щ}} \times 1000}{1000}}$$

$$1 - \frac{1500}{2600} = 1 - 0,577 = 0,423 \approx 0,42$$

Вимоги до піску:

Пісок кварцовий - $\rho_{i.r}^h = 2610 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{c.r}^{\Pi} = 1550 \text{ кг/м}^3$, $M_k = 2,2$;

Вологість піску – 9,5%.

Вміст відмудлювальних домішок – 2,5%.

Вимоги до цементу:

портландцемент – $R_{ц} - 42 \text{ МПа}$ (420 кгс/см^2), $\rho_{i.r}^{\Pi} = 3100 \text{ кг/м}^3$;

$\rho_{c.r}^{\Pi} - 1300 \text{ кг/м}^3$, $\text{НГ} = 25\%$.

Вимоги до бетону:

клас міцності при стиску С 12/15.

Характеристика арматури:

Гарячекатана:

- марки 35ГС скасована $\varnothing 12$ (ГОСТ 5058-57);

- марки 35ГС $\varnothing 8$ (ГОСТ 5058-57);

- кругла $\varnothing 16$, $\varnothing 12$ (ГОСТ 380-60).

Холоднотягнута проволока $\varnothing 5$, $\varnothing 4$, $\varnothing 3$ (ГОСТ 6727-53).

5.3 Бетонозмішувальний цех

Коефіцієнт виходу сумішей – $K_b=0,67$

Вид змішувача: - гравітаційний з об'ємом готового замісу 500л (V_6)

Розрахункова тривалість технологічних операцій виготовлення бетонних сумішей:

- завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач – 2 хв;
- перемішування бетонної суміші – 2.2 хв;
- вивантаження бетонної суміші – 1.0 хв;
- повернення змішувача у вихідне положення – 1.0 хв.

Годинний коефіцієнт нерівномірності видавання товарної бетонної суміші приймаю 0,8

Продуктивність бетону визначаю за максимальною годинною потребою у суміші з урахуванням добового коефіцієнта нерівномірності її видавання, який приймаю рівним 0,8

Визначаю необхідну кількість бетонозмішувачів:

а) тривалість циклу готування одного замісу змішувачем:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ хв.}$$

де t_1 – задана тривалість перемішування, с; t_2 – час завантаження матеріалів; t_3 – час розвантаження суміші; t_4 – час, необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення;

$$t_{\text{ц}} = 2+2,2+1+1 = 6,2 \text{ хв}$$

б) кількість замісів, що видається за годину роботи змішувачем:

$n_{36} = 60 \cdot K_n / t_{\text{ц}}$, шт. де K_n – коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 0,8$.

$$n_{36} = 60 \cdot \frac{0,8}{6,2} = 7,74$$

в) годинна продуктивність бетонозмішувача:

$$P_{\text{год}} = V_6 \cdot n_{36} \cdot K_B / 1000, \text{ куб.м/год,}$$

де V_6 – ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, м^3 ; K_B – коефіцієнт виходу сумішей.

$$P_{\text{год}} = \frac{1100 \cdot 7,74 \cdot 0,67}{1000} = 2,59 \text{ м}^3/\text{год}$$

Число бетонозмішувачів n_3 у цеху розрахую, виходячи з річної програми потреби у бетонній суміші: шт.,

$$n_3^p = \frac{P_{\text{max}} \cdot K_{\text{н}}}{T_{\text{річ}} \cdot P_{\text{год}}},$$

де P_{max} – річна програма випуску виробів, куб. м.; $T_{\text{річ}}$ – розрахунок фонд часу, год.; $K_{\text{н}}$ – коефіцієнт річного використання устаткування 0,65

$$n_3^p = \frac{20000 \cdot 0,7}{8752 \cdot 2,59} = \frac{14000}{22667,68} = 0,62 = 1.$$

Приймаю ціле число змішувачів – n_3 з округленням у більшу сторону – один змішувач та один запасний бетонозмішувач. Тоді річна продуктивність бетонозмішувального цеху дорівнює:

$$P_{\text{річ}} = P_{\text{год}} \cdot T_{\text{річ}} \cdot n_3 \text{ куб.м.}$$

$$P_{\text{річ}} = 2,59 \cdot 8752 \cdot 1 = 22667,68 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Перевищення проектного обсягу річного випуску становить:

$$\frac{22667,68 - 20000}{20000} \times 100 = 13,3 \%$$

5.4 Арматурний цех

В арматурному цеху проводиться: чищення, різання, правка та зварювання арматури.

Виходячи з продуктивності та потреби в арматурних виробках вибираємо:

Таблиця 7

№	Назва обладнання	Марка	Потужність, кВт	Габарити, мм (Д×Ш)	Кількість працівників	Призначення
1	Станок для заготовки арматурних стрижнів	СМЖ 322	3,5	1540×1030	1	<u>Різання</u> арматурних стержнів на задану довжину
2	Станок для гнуття арматури	СГА 405	3	760×790	1	Формування арматури необхідного профілю
3	Станок для зварювання арматурних сіток	ПДГ 601	3,5	750×780	2	Зварювання арматурних сіток балок <u>перекриття</u>

Додаткові відомості:

Станок СМЖ 322 може обслуговуватись працівником, який відповідає за подачу арматури та її обслуговування.

Станок СГА 405 передбачає ручне керування для гнуття стержнів. Також оператор контролює профіль готового виробу.

Станок ПДГ 601 вимагає присутності працівників для одночасного завантаження та контролю процесу зварювання.

Розміщення в арматурному цеху:

Зона з заготовками розташовується ближче до входу або до дороги для зручного транспортування арматурних стрижнів зі складу. Зона зварювання сіток знаходиться в центральній частині цеху для забезпечення зручного транспортування оброблених стержнів та готових сіток. Зона зберігання арматури оснащена стелажми, що знаходяться біля заготівельної зони, для зведення до мінімуму час для переміщення матеріалів.

- Різання арматурних стрижнів 10 хв;
- Гнуття арматури 8 хв;
- Зварювання арматурної сітки 15 хв;
- Переміщення арматурних виробів 5 хв.

Поопераційний графік підготовки арматури та сітки для використання:

Таблиця 8

Процес	Операція	Облаштування	Робочі		Термічні операції сек	Поточний час																							
			Професія	Кількість		1	200	201	400	401	600	601	800	801	1000	1001	1080	1081	1400	1401	1600	1601	1800	1801	1980	1980	2200	2201	2280
Підготовки арматурних сітки	Різання арматурних стрижнів	СМЖ 322	Оператор	1	600																								
	Гнуття арматури	СГА 405	Оператор	1	480																								
	Зварювання арматурної сітки	ПДГ 601	Електрозварювальник	2	900																								
	Переміщення арматурних виробів	Крани або транспортні візки	Крановий оператор	1	300																								
					2280																								

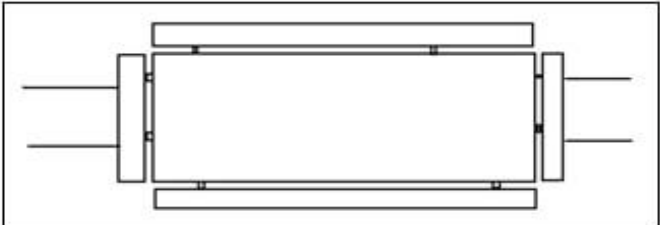
5.5 Формувальний цех

5.5.1 Поопераційний графік виробництва конструкції

Виготовлення залізобетонних плит конвеєрним методом виробництва сприяє підвищенню ефективності праці й кількості готової продукції. Також, за допомогою цього методу можна досягти автоматизації технологічних процесів та комплексної механізації при ефективній експлуатації обладнання.

Необхідні операції та оптимальні умови їх виконання зафіксовані в поопераційних нормалях, що містять: план організації робочого місця з розташуванням обладнання, матеріали та кількість необхідних робітників. В технічних умовах виконання операцій вносять необхідну інформацію по технологічним режимам і допустимим межах їх відхилення. Правила безпеки під час виконання робіт і їх послідовність з детальним описом операцій теж вказується. Як і трудомісткість, потрібний склад працівників, обладнання та приладів, технічні засоби і регулярність контролю.

Поопераційна нормаль №1

<u>Найменування операцій – розформування виробів.</u>						
<u>I Схема організації робочого місця</u>				<u>II Технічні умови виконання</u>		
				Борти форми повинні бути повністю розкритими та знаходитися у горизонтальному положенні		
				<u>III Умови безпеки праці</u>		
				Працівники мають знаходитися на безпечній відстані при опусканні бортів форми у горизонтальне положення		
IV Елементи операції	V Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Розкрити борти 2. Опустити борти	4	Формувальник	4 3	2	Гайковий ключ, кран	

Поопераційна нормаль №2

<p>Найменування операцій – обрізання кінців напруженої арматури електродуговим зварюванням.</p>						
<p>I <u>Схема організації робочого місця</u></p> 			<p>II <u>Технічні умови виконання</u></p> <p>Обрізання кінців напруженої арматури повинно відбуватися згідно з проектом та безпекою праці.</p> <p>III <u>Умови безпеки праці</u></p> <p>Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, взуття, рукавиці, працювати у захисній масці.</p>			
IV	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
Елементи операції	Кількість	Професія	Розряд			
<p>1. Вставити електрод в електротрени-мач</p> <p>2. Підключити кабель до інвентора.</p> <p>3. Запалити дугу.</p>	1	Електрозварювальник	3	5	Зварювальний інвентор, зварювальний електрод	Контроль полягає у перевірці відстані між опорними площинами тимчасових кінцевих анкерів.

Поопераційна нормаль №3

<p>Найменування операцій – вилучення виробів з форм та подача в зону охолодження, обробки або на візок.</p>	
<p>I <u>Схема організації робочого місця</u></p>	<p>II <u>Технічні умови виконання</u></p> <p>Вилучення та подача виробів з форм повинна відбуватися згідно з проектом та безпекою праці.</p>


				<u>III Умови безпеки праці</u>		
				Робітники мають бути <u>одягені</u> у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах, не знаходитися у зоні руху візка, крана.		
IV Елементи операції	Виконавці			<u>Трудоміст-</u> <u>кість,</u> <u>чол-хв.</u>	Обладнанн я й інструмен т	Контроль
	Кількіст ь	<u>Профе</u> <u>-сія</u>	Розряд			
1.Вилучен -ня виробів з форм. 2.Подача виробів на візок.	1	Форму - <u>вальни</u> <u>к</u>	4	4	Мостовий кран	

Поопераційна нормаль №4

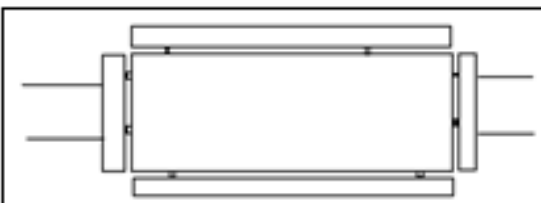
<u>Найменування операцій</u> – <u>електродугове приварювання шайб на кінці стрижнів.</u>						
I <u>Схема організації робочого місця</u>				II <u>Технічні умови виконання</u>		
				Електродугове приварювання повинно відбуватися згідно з проектом та безпекою праці.		
				III <u>Умови безпеки праці</u>		
				Робітники мають бути <u>одягені</u> у спец. одяг, взуття, рукавиці, працювати у захисній масці.		
IV Елементи операції	Виконавці			<u>Трудоміст-</u> <u>кість,</u> <u>чол-хв.</u>	Обладнанн я й інструмен т	Контроль
	Кількіст ь	<u>Профе</u> <u>-сія</u>	Розряд			

	Кількість	Професія	Розряд			
1. Вставити електрод в електротримач 2. Підключити кабель до інвентора. 3. Запалити дугу.	1	Електрозварювальник	3	8	Зварювальний інвентор, зварювальний електрод	Контроль зварних швів та поверхні виробу в зоні технічного впливу на відсутність дефектів.

Поопераційна нормаль №5

<u>Найменування операцій – очищення форми</u>						
I <u>Схема організації робочого місця</u>			II <u>Технічні умови виконання</u>			
			На поверхні форми не повинно бути залишків бетону			
			III <u>Умови безпеки праці</u>			
Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах.						
IV	Виконавці			Трудомісткість, чод-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
Елементи операції	Кількість	Професія	Розряд			
1. Очистка форми вручну від залишків бетону 2. Збірка відходів у контейнер	2	Формувальник	3	4	Шкрепки, металеві щітки	Візуально перевіряють наявність залишків бетону

Поопераційна нормаль №6

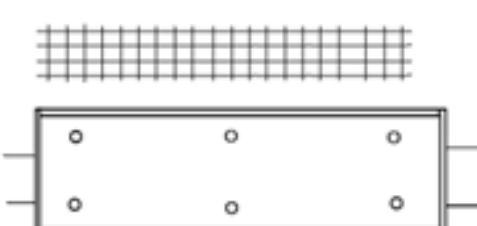
<u>Найменування операцій – змащення форми</u>						
<u>I Схема організації робочого місця</u>			<u>II Технічні умови виконання</u>			
			Форма має бути ретельно, повністю змащена			
			<u>III Умови безпеки праці</u>			
			Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах.			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чод-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. <u>Заправка розпилів а-ча</u> 2. <u>Змащування форми</u>	2	Формувальник	3	1	Розпилювач	Візуально перевіряють щоб не було ділянок поверхні не змащених маслом

Поопераційна нормаль №7

<u>Найменування операцій – електротермічний натяг стрижнів арматури</u>						
<u>I Схема організації робочого місця</u>			<u>II Технічні умови виконання</u>			
			Нагріті арматурні елементи фіксують у жорстких упорах форм або піддонів, які перешкоджають скороченню арматури під час охолодження.			
			<u>III Умови безпеки праці</u>			
			Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, а на торці стержнів з анкерними упорами необхідно одягати запобіжні кожухи.			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чод-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			

1. Заготівка і з анкерними головками на кінці у струмопровідні затискачі.	3	Формувальник	4 3	3	Установка для електро-термічного натягу арматури	Контроль за виникненням необхідного напруження.
2. Нагрівають стержні доти, поки рухома опора не доторкнеться до вимикача.						
3. Стержні переміщують і укладають в упори форми.						

Поопераційна нормаль №8

<u>Найменування операцій – укладання арматурних каркасів у форму з встановленням монтажних петель.</u>						
I Схема організації робочого місця			II Технічні умови виконання			
			Каркаси повинні встановлюватися згідно з проектом; монтажні петлі мають бути встановлені строго у проектному положенні.			
			III Умови безпеки праці			
			Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, не знаходитися у зоні руху каркасів.			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			

<p>1. Підвезення краном арматури до робочого місця</p> <p>2. Установа арматурних каркасів у форму</p> <p>3. <u>Закріплення арматурних елементів.</u></p> <p>4. <u>Піднесення монтажних петлей в межах робочого місця</u></p> <p>2. Установа монтажних петлей у форму та закріплення у проектно-му <u>положенні.</u></p>	3	<p>Форму - <u>вальник</u></p>	4 3	4	Мостовий кран	Контролюють <u>розташування</u> каркасів та <u>монтажних петлей.</u>
---	---	-------------------------------	--------	---	---------------	--

Поопераційна нормаль №9-10

Найменування операцій – укладання, розрівнювання та ущільнення бетонної суміші вібруванням, вирівнювання та заглажування відкритих поверхонь бетону.

I Схема організації робочого місця



II Технічні умови виконання

Бетонна суміш повинна бути укладена так, щоб вона не розшаровувалась, а також ущільнитися й повинна прийняти форму виробу.

III Умови безпеки праці

Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, повинні знаходитися на безпечній відстані від віброплощадки та від форми.

IV Елементи операції	Виконавці			Трудоміст- кість, чол-хв.	Обладнанн я й інструмен т	Контроль
	Кількіст ь	Профе -сія	Розряд			
1. Керуван ня бетоноукл а-дачем з пульту ке рування. 2. Подаван ня бетоноукл а-дача до форми. 3. Укладан ня бетонної суміші у форму бетоноукл а-дачем та розрівнюв а-ння її по формі. 4. Установ ка бетоноукл	3	Форму - вальни к	4 3	4,5	Бетоноукл а-дач, гладилки, віброплощ а-дка	Контроль за розшарува -нням та ступенем у- щільнення бетонної су-міші; та за заповненн ям бетонною сумішню форми.

<p>а-дача у вихідне положення. 5. Включення <u>віброплощадки</u> 6. Ущільнення бетонної суміші <u>вібрацією</u>.</p>						
<p>7. Вирівнювання по формі. 8. Заглажування <u>відкритих поверхонь бетону</u>. 9. Виключення <u>віброплощадки</u>.</p>	2	Форму - <u>вальник</u>	3	4,5	Гладилки	Контроль прийняття бетонною сумішшю форми <u>виро-бу</u> .

5.5.2 Тижнево-добовий графік виробництва конструкції

Для побудови тижнево-добового графіку враховуємо внутрішньо-змінні простой:

Підготовчо-завершальні роботи	– 20 хв. (4%);
Обслуговування робочого місця	– 20 хв. (4%);
Перерви технологічні t_m	– 10 хв. (2%);
Відпочинок та особисті потреби $t_{\text{від}}$	– 48 хв. (10%);

Тижнево-добовий графік

Склад робіт	Час, хв	10	20	134	139	215	265	379	384	460	470	480
Підготовчі роботи	10											
Обслуговування робочого місця	10											
Виріб 1-3	114											
Технологічна перерва	5											
Виріб 4-5	76											
Обід	50											
Виріб 6-8	114											
Технологічна перерва	5											
Виріб 9-10	76											
Обслуговування робочого місця	10											
Завершальні роботи	10											

Всього $10 \cdot 2 = 20$ виробів за добу

5.5.3 Розрахунок загального часу виготовлення планового об'єму продукції

Виходячи з об'єму виробу та плану виготовлення виробів (згідно завдання – 20000 м³), планова кількість виробів складає 36363 шт.

Відповідно до тижнево-добового графіку, за дві зміни одна технологічна лінія може виготовити 20 виробів. Тоді, для виконання планового об'єму продукції необхідно:

$$T = 36363/20 = 1818,2 \text{ зміни.}$$

При річному фонді 247 змін, необхідний час для виготовлення планового об'єму продукції складає 7,4 роки.

Виробнича потужність промислового підприємства збірного залізобетону являє собою максимально можливу кількість продукції по заданій номенклатурі. Її виготовлення можливе впродовж планованого періоду при максимальному використанні всіх виробничого обладнання й площ. Виробнича потужність залежить від потужності цехів, кількості технологічних ліній чи окремих установок. Необхідна кількість змін на заводі також впливає на потужність.

5.5.4 Розрахунок потужності технологічної лінії

При двозмінній роботі фонд часу складає 247 змін.

При виготовленні 20 виробів за 2 зміни, річний об'єм виготовлення продукції складає $20 * 247 = 4940$ шт, або (при об'ємі виробу $0,55 \text{ м}^3$) $4940 * 0,55 = 2717 \text{ м}^3$.

Заданий річний об'єм не відповідає необхідним потребам заводу, тому треба збільшити кількість технологічних ліній до 8. Тоді річний об'єм виготовлення продукції дорівнює $2717 * 8 = 21736 \text{ м}^3$, що складає 1736 м^3 . Таким чином, перевищення плану складає 8,7%.

6. Складське господарство

6.1 Розрахунок потреби в компонентах й комплектуючих

Витрата компонентів на 1м³ бетонної суміші становить:

Таблиця 9

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		1 кг/м ³	змiна	доба
цемент	кг	252	Ц _з = 11088	Ц _д = 22176
<u>мікрокрменезем</u>	кг	44	<u>Мк_з</u> = 1936	<u>Мк_д</u> = 3872
пісок	кг	547	П _з = 24068	П _д = 48136
щебiнь	кг	1351	Щ _з = 59444	Щ _д = 118888
вода	м ³	175	В _з = 7700	В _д = 15400

Зміна:

$$Ц_з = Ц \cdot n_{\text{вир}} \cdot V_{\text{вир}} = 252 \cdot 80 \cdot 0,55 = 11088 \text{ кг}$$

$$Мк_з = Мк \cdot V_{\text{вир}} = 44 \cdot 80 \cdot 0,55 = 1936 \text{ кг}$$

$$П_з = П \cdot n_{\text{вир}} \cdot V_{\text{вир}} = 547 \cdot 80 \cdot 0,55 = 24068 \text{ кг}$$

$$Щ_з = Щ \cdot n_{\text{вир}} \cdot V_{\text{вир}} = 1351 \cdot 80 \cdot 0,55 = 59444 \text{ кг}$$

$$В_з = В \cdot n_{\text{вир}} \cdot V_{\text{вир}} = 175 \cdot 80 \cdot 0,55 = 7700 \text{ кг}$$

Доба:

$$Ц_д = Ц_з \cdot n_{\text{зм}} = 11088 \cdot 2 = 22176 \text{ кг}$$

$$Мк_д = Мк_з \cdot n_{\text{зм}} = 1936 \cdot 2 = 3872 \text{ кг}$$

$$П_д = П_з \cdot n_{\text{зм}} = 24068 \cdot 2 = 48136 \text{ кг}$$

$$Щ_д = Щ_з \cdot n_{\text{зм}} = 59444 \cdot 2 = 118888 \text{ кг}$$

$$В_д = В_з \cdot n_{\text{зм}} = 7700 \cdot 2 = 15400 \text{ кг}$$

6.2 Склади в'яжучих

Основною характеристикою складу, є його місткість:

$$V = \frac{Ц_{д} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}{\rho_{в}, \text{м}^3}$$

де $\rho_{д}$ – витрата в'яжучого даного виду і марки на добу, кг.

n – нормативний запас збереження в'яжучого 10;

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження в'яжучого на склад, рівний: -1,5 для залізничного транспорту

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання в'яжучого, дорівнює 1,5;

K_3 – коефіцієнт можливих утрат в'яжучого при розвантаженні, рівний 1,04;

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний 0,943;

K_5 – коефіцієнт заповнення ємності складу, рівний 0,9;

$\rho_{в}$ – щільність в'яжучого в насипному стані, 1000 кг/м³.

$$V = \frac{26048 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9}{1000} = 517 \text{ м}^3$$

6.3 Склади заповнювачів

Склади заповнювачів заводів збірного залізобетону класифікують:

- за тривалістю експлуатації: постійні;
- за призначенням: резервно-розхідні;
- за ємністю та вантажообігом: середні;
- за надійністю: стаціонарні;
- за видом транспортних засобів: прирельсові;
- за способом складування і збереження: напівбункерні.

Я приймаю кількість та об'єм відділень (контейнерів) залежно від кількості типу щебеню, який використовує заклад, і продуктивності способу, яким заклад постачає заповнювач. Для кожної фракції та кожного типу заповнювачів має бути принаймні одна ємність. При перевезенні залізницею щебенів кожен заповнювач повинен мати місткість не менше 120 м³. Вибір типу заповнювача ґрунтується на його техніко-економічних показниках.

Основною характеристикою складу, є його місткість:

$$V = П_{Д}(Щ_{Д}) \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 / П_3, м^3$$

де П_Д (Щ_Д) – витрата заповнювача даного виду на добу, кг; (за табл.

n – запас збереження в'язучого, діб 10;

K₁ – коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого на склад, рівний:

- 1,5 для залізничного транспорту

K₂ – коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого, дорівнює 1,5;

K₃ – коефіцієнт можливих утрат в'язучого при розвантаженні, рівний 1,04;

K₄ – коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний 0,943;

П₃ – щільність заповнювача в насипному стані, кг/м³.

$$\Pi_{\text{д}} = \frac{48136 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1550} = 685 \text{ м}^3$$

$$\Pi_{\text{д}} = \frac{118888 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943}{1500} = 1749 \text{ м}^3$$

6.4 Склад арматури і арматурних виробів

Для того, щоб обчислити площу складу арматури для кожного виду сталі, користуємося даною формулою:

$$S_a = O_x \cdot K_n \cdot N_x / P_i,$$

де:

O_x – добова потреба сталі одного виду (беремо з таблиці);

$K_n = 1,5$ – коефіцієнт на проходи й проїзди;

$N_x = 10$ – нормативний запас арматури (в днях);

$P_i = 1,2$ – маса сталі, яка розміщується на 1 м^2 складу (в тоннах).

1. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (\varnothing 12мм):

$$S_{a1} = 1696 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 21,2 \text{ м}^2.$$

2. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (\varnothing 8 мм):

$$S_{a2} = 736 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 9,2 \text{ м}^2.$$

3. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (\varnothing 16 мм):

$$S_{a3} = 320 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 4 \text{ м}^2.$$

4. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (\varnothing 12 мм):

$$S_{a4} = 576 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 7,2 \text{ м}^2.$$

5. Холоднотягнута проволока (\varnothing 5 мм):

$$S_{a5} = 64 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 0,8 \text{ м}^2.$$

6. Холоднотягнута проволока (\varnothing 4 мм):

$$S_{a6} = 688 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 8,6 \text{ м}^2.$$

7. Холоднотягнута проволока (\varnothing 3 мм):

$$S_{a7} = 880 \cdot 1,5 \cdot 10 / 1,2 = 11 \text{ м}^2.$$

Загальна площа складу:

$$S_a = S_{a1} + S_{a2} + S_{a3} + S_{a4} + S_{a5} + S_{a6} + S_{a7};$$

$$S_a = 21,2 + 9,2 + 4 + 7,2 + 0,8 + 8,6 + 11 = 62 \text{ м}^2.$$

Отже, загальна площа складу арматури складає 62 м^2 .

Згідно до ДБН А.3.1-8-96, норма зберігання арматурної сталі беремо за норму

Таблиця 10

Сталь	Діаметр, Ø мм	Одиниця виміру	Потреба			
			На 1 виріб	Зміна	Доба	Рік
Гаряче-катана сталь марки 35ГС скасована	12	Кг	10,6	848	1696	418 912
Гаряче-катана сталь марки 35ГС	8	Кг	4,6	368	736	181 792
Гаряче-катана арматурна сталь кругла ст-3	16	Кг	2,0	160	320	79 040
	12		3,6	288	576	142 272
<u>Холоднотянута проволка</u>	5	Кг	0,4	32	64	15 808
	4		4,3	344	688	169 936
	3		5,5	440	880	217 360

6.5 Склад готової продукції

Для зберігання 160 залізобетонних плит перекриття розміром 1500х6000мм, необхідно обчислити площу плити і їх кількість за добу. Площа однієї плити складає 9м².

Добовий обсяг:

$$112 \cdot 9 = 1008 \text{ м}^2.$$

Розрахування запасу на 10 діб:

$$1008 \cdot 10 = 10080 \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт на проходи і проїзди (1,5):

$$10080 \cdot 1,5 = 15120 \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт для роботи мостового крана (1,3):

$$15120 \cdot 1,3 = 19656 \text{ м}^2.$$

Кінцева площа складу для зберігання плит складає 19656 м².

6.6. Матеріально-технічні склади, склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів

Склад мастильних матеріалів:

Мастильні матеріали доставляються в ємностях, об'ємом 50 л кожна.

Норма зберігання – 14 діб.

Добове споживання: 4 ємності = 200 л.

Розрахунок площі складу мастильних матеріалів:

Добова кількість споживання:

$$Q = 5 \cdot 50 = 200 \text{ л.}$$

Нормативний запас: $N = 10$ діб.

Загальний обсяг зберігання:

$$V_{\text{мастила}} = Q \cdot N = 200 \cdot 14 = 2800 \text{ л.}$$

Площа зберігання з урахуванням проходів:

$$S_{\text{мастила}} = V / 50 \cdot K = 2800 / 50 \cdot 1,3 = 72,8 \text{ м}^2.$$

Загальна площа складу для мастильних матеріалів складає $72,8 \text{ м}^2$.

Організація складів:

- забезпечуються

7. Лабораторія і контроль якості

Згідно з ДБН А.3.1-8-96, приймаємо площу 130 м².

Лабораторія – це особливий підрозділ підприємства, який повинен займатися випробуваннями бетонних сумішей, сировини, матеріалів інших напівфабрикатів, що використовуються у виробничому процесі.

Устаткування, яке повинно знаходитись у лабораторії:

- гідравлічна випробувальна універсальна машина типу УММ-50;
- прес гідравлічний типу П-200;
- твердомір;
- стелажі;
- верстат;
- прес гідравлічний.
- розривна машина ;
- ваги.

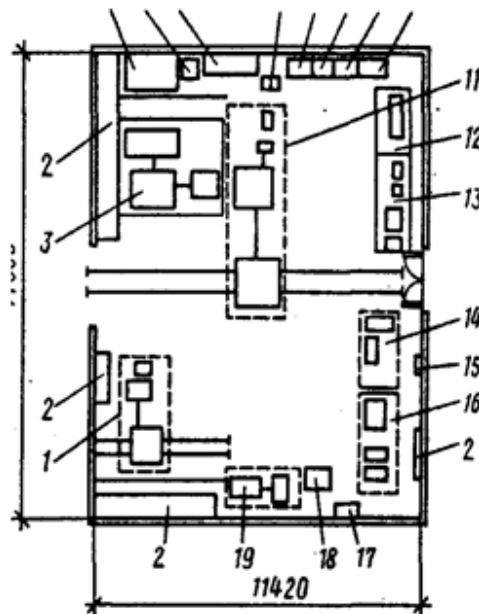


Рис. 13. Схема розміщення устаткування у лабораторії.

Таблиця 11

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Стан формувального устаткування, вібраторів	Арматурні роботи	Зварювальні роботи	Установка й закріплення сіток, строповочних петель, фіксаторів	Виготовлення бетонної суміші	Підготовка й змащення форм	Укладання бетонної суміші	Умови твердіння	Розпалубка. Підготовка до здачі продукції, складування
Склад контролю	Наявність технічної документації (НД, робочі креслення й ін.)	1. Колювання виброплощадки 2. Технічний стан устаткування	1. Марка сталі 2. Відповідність розмірів арматури робочим кресленням 3. Зварювання стрижнів і сіток 4. Антикоровий захист	1. Механічна міцність 2. Розміри швів 3. Співвісність стрижнів 4. Наявність дефектів	1. Відповідність робочим кресленням 2. захисний шар 3. Укладання лицовального шару 4. Положення арматурного каркаса	1. Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція 4. Температура	1. Відповідність форм проектним розмірам 2. Якість очищення й змащення форм 3. Якість емульсії	1. Товщина шару 2. Час виброушільнення 3. Щільність укладання 4. Міцність бетону 5. Об'ємна маса	Дотримання заданого тепловологісного режиму	1. Зовнішній вигляд 2. Наявність дефектів 3. Відповідність розташування виробів схемі складування
Місце контролю	Цех	Пости формовання й натягу. Лабораторія	Арматурний цех	Зварювальний пост. Лабораторія	Пост формовання	Дозатори Бетономішувачі	1. Пост розпалубки 2. Місце збірки перед укладанням бетонної суміші . 3. Ємність	1—3. Пост формовання 4—5. Лабораторія	Цех	Пост розпалубки, склад готової продукції
Метод і засоби контролю	Порівняння із проектом	Віброграф. Паспорт	1. Порівняння з еталоном 2. Вимірювання рулеткою, лінійкою, штангенциркулем 3. Візуальний відбір проб і випробування	Відбір проб і випробування	Вимірювання сталеву рулеткою, мірною лінійкою. Візуальний	1. Спостереження за приладами 2. Перевірка, тарування приладів 3. Відбір проб і випробування 4. Термометр	1. Вимірювання рулеткою й рівнем 2. Огляд 3. Відбір проб і випробування	1. Вимір лінійкою 2. Секундомір 3. Щільномір 4—5. Відбір проб і наступне випробування	Прилади автоматики й регулювання	1, 2. Візуальний 3. Сталева рулетка, схема
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць при виготовленні нової партії виробів	1. Щомісяця 2. Через 6 місяців кожний прилад	2 рази в зміну, вибірка	Раз на місяць 2—4. Постійно 1-4. Вибірка	Раз зміну. Вибірка	1. Раз у зміну 2. Кожний заміс 3. - 4,2 рази в зміну й при новому складі суміші	1. Раз у квартал. 2. Поштучно 3. Раз у зміну. Вибірка 4. Раз на місяць	1,2. Поштучно 3, 5. Раз у зміну. 4, 5. Партія контрольних кубів	У процесі обробки через 2 год. Партія в камері	1,2. Поштучно 3, 2 рази в зміну. Партія
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТВ	1. Майстер ВТК 2. Механік . Енергетик	1-2. Майстер 3. Лаборант	1. Лаборант 2-4 майстер	Майстер, ВТК	1-4 Лаборант 2 Оператор	1. Майстер, ВТК 2. Майстер 3. Лаборант	1, 2. Майстер 3—5. Лаборант	Лаборант	Майстер Бригадир
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал обліку документації	Журнали перевірки встаткування	Журнал арматурних робіт	Журнал зварювальних робіт	Акти на сховані роботи	Журнал лабораторних випробувань	Журнал стану форм	Журнал лабораторних випробувань	Журнал теплової обробки	Журнал здачі готової продукції
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник ВТВ	Начальник ВТК, головний механік, головний енергетик	Начальник арматурного цеху	Начальник цеху	Начальник цеху	Зав. лабораторією, Начальник бетономішувально го цеху	начальник цеху	Начальник цеху, зав. Лабораторією	Зав. лабораторією, начальник паросилового цеху	Начальник цеху

Під час виготовлення залізобетонних плит перекриття, виконуємо наступні види контролю: вхідний, операційний і приймальний. Організація контролю приведена в таблиці 11.

Для забезпечення безпеки під час проведення випробувань конструкцій на спеціальних стендах і пресах встановлюється огороження з металевої сітки висотою не менше 1,8 метра з дрібними осередками (25x25 мм). Для зручного доступу до обладнання в огорожі передбачені двері, які оснащені спеціальним блокуючим пристроєм. Цей пристрій пов'язаний з двигуном преса таким чином, що запустити двигун можна лише тоді, коли двері повністю закриті. Це виключає можливість випадкового запуску обладнання під час проведення оглядів або ремонтних робіт.

Під час проведення випробувань категорично забороняється перебування будь-яких сторонніх осіб у зоні проведення робіт. Для безпечного проведення оглядів та ремонтних робіт рухома траверса преса фіксується спеціальними упорами на направляючих.

8. Розрахунок потреби в електроенергії, стислому повітрі, парі, воді

Розрахунок потреби в електроенергії

Бетонозмішувальний цех:

Потужність: 62 кВт

Арматурний цех:

- Станок СМЖ-322: 3,5 кВт
- Станок СГА-405: 3 кВт
- Станок ПДГ-601 (2 шт): $3,5 \times 2 = 7$ кВт
- Мостовий кран (5 т): 10 кВт

Сумарна потужність:

$$62 + 3,5 + 3 + 7 + 10 = 85,5 \text{ кВт}$$

Формувальний цех:

- Роликовий конвеєр: 20 кВт
- Мостовий кран (10 т): 10 кВт
- Вібраційний стіл: 12 кВт
- Бетоноукладчик СМЖ-166А: 20 кВт

Сумарна потужність:

$$20 + 10 + 12 + 20 = 62 \text{ кВт}$$

Склад в'язучих: 400 кВт

Склад заповнювача: 425 кВт

Склад арматури і арматурних виробів: 10,5 кВт

Склад готової продукції: 10,5 кВт

Матеріально-технічні склади, склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів: 0,5 кВт

Лабораторія: 0,5 кВт

Сумарна потужність складів і лабораторій:

$$425 + 400 + 10,5 + 10,5 + 0,5 + 0,5 = 847 \text{ кВт}$$

Адміністративний корпус

Приймаємо потребу на освітлення та офісне обладнання — 10,0 кВт

Загальна потреба в електроенергії

Складаємо всі значення:

$$62 + 23,5 + 62 + 847 + 10 = 335,1 \text{ кВт.}$$

Загальна встановлена потужність підприємства: 1004,5 кВт.

Розрахунок потреби стислого повітрі

Стиснене повітря необхідне для розвантаження та транспортування цементу, його необхідна потреба визначена в технічних характеристиках складу цементу в кількості – 57,2 м³/хв.

Розрахунок потреби в воді

Технологічна потреба в воді

Норма витрати води: $q = 175 \text{ л/м}^3$.

Річний випуск продукції: 20000 м³.

$$Q_{\text{техн}} = 175 \cdot 20000 = 3500000 \text{ л} = 3500 \text{ м}^3.$$

Побутова потреба у воді

Приймаємо як 20% від технічної:

$$Q_{\text{побут}} = 0,2 \cdot Q_{\text{техн}} = 0,2 \cdot 3500000 = 700000 \text{ л} = 700 \text{ м}^3.$$

Протипожежна потреба

Для розрахунків передбачимо резервний запас води у спеціальному резервуарі, який забезпечує 10% від річної технологічної потреби:

$$Q_{\text{пож}} = 0,1 \cdot Q_{\text{техн}} = 0,1 \cdot 3500000 = 350000 \text{ л} = 350 \text{ м}^3.$$

Загальна потреба у воді

Підсумуємо всі складові:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{техн}} + Q_{\text{побут}} + Q_{\text{пож}} = 3500 + 700 + 350 = 4550 \text{ м}^3.$$

Підсумок:

Технологічна потреба: 3500 м³.

Побутова потреба: 700 м³.

Протипожежна потреба: 350 м³.

Загальна потреба у воді на рік становить 4550 м³.

Розрахунки враховують специфіку підприємства та типове використання води для виробничих і побутових цілей.

9. Організація вантажопотоків

Вантажооборот – це показник, який характеризує кількість вантажів, що переміщуються на підприємстві за одиницю часу. Він складається з двох основних компонентів:

- **Зовнішній вантажооборот:** це сумарна кількість вантажів, які прибувають на підприємство ззовні та відправляються за його межі.
- **Внутрішній вантажооборот:** це обсяг переміщення вантажів між різними підрозділами всередині підприємства.

Обидва види вантажообігу є важливими для оцінки ефективності роботи підприємства та його логістичних систем.

«Внутрішньозаводські перевезення сировини, напівфабрикатів і готової продукції на підприємствах будівельної індустрії можуть здійснюватися залізничним і автомобільним транспортом, електрокарами, за допомогою стрічкових конвеєрів, підвісних, канатних доріг і пневмотранспортом» [4].

Так, як заданий завод є підприємством із малою потужністю, доцільно буде використовувати залізничний та автомобільний транспорт.

На промислових підприємствах обов'язковою є наявність розвиненої транспортної інфраструктури, що включає залізничні колії та автомобільні дороги. Ці шляхи призначені для безперебійного постачання сировини та матеріалів, необхідних для виробництва, а також для вивезення готової продукції. Рух транспортних засобів всередині підприємства повинен бути організований таким чином, щоб уникнути заторів та забезпечити ефективну логістику. Найчастіше використовується кільцева схема руху, яка дозволяє мінімізувати час перевезення матеріалів між цехами та складами.

«Внутрішньозаводські перевезення сировини, напівфабрикатів готової продукції на підприємстві може здійснюватися залізничним, автомобільним транспортом, електрокарами, за допомогою стрічкових конвеєрів, самохідними

візками, мостовими, козловими й іншими кранами, рольгангами. Бетонну суміш можна транспортувати бадьями, автосамоскидами, автобетоновозами, бетононасосами, спеціальними бункерами, пневмотранспортом, стрічковим конвеєром; арматурні сітки й каркаси самохідними візками, іноді з причепом, канатним конвеєром і іншими засобами» [4].

Залізничний транспорт відзначається високою швидкістю доставки вантажів, досягаючи середньої швидкості близько 300 кілометрів на добу. При цьому, він є досить універсальним і дозволяє перевозити широкий спектр вантажів різної маси та габаритів за відносно низької вартості. Розвинена мережа залізничних шляхів та єдина тарифна система забезпечують широкі можливості для використання залізничного транспорту в різних регіонах. Особливо економічно вигідним він є для перевезень на відстані понад 150 кілометрів, зокрема при великих партіях вантажу.

Залізничний транспорт є основним видом для постачання підприємств з центральних складів або безпосередньо від виробників. На великих промислових підприємствах з розвинутою внутрішньою інфраструктурою залізничний транспорт може також використовуватися для перевезення вантажів між цехами.

Автомобільний транспорт відіграє ключову роль у логістичних операціях на підприємства. Його висока маневреність та швидкість доставки роблять цей вид перевезення незамінним для оперативного забезпечення виробничих процесів. Завдяки ньому стає можливим доставляти вантажі у віддалені та важкодоступні райони, де прокладання залізничних колій є економічно недоцільним.

Однак, висока вартість палива та зношування транспортних засобів роблять автомобільні перевезення досить дорогими, особливо на великі відстані. Крім того, автомобільний транспорт сильно залежить від стану дорожнього покриття та погодних умов. Це може бути фактором, що

призводити до затримок у доставці сировини та збільшення витрат на їх транспортування.

Найбільш ефективним автомобільний транспорт є при здійсненні перевезень на відстані до 300 кілометрів. На таких відстанях він здатний конкурувати за вартістю з іншими видами транспорту, забезпечуючи при цьому більшу гнучкість і оперативність. Для перевезень на більші відстані автомобільний транспорт зазвичай використовується як додатковий вид транспорту, наприклад, для доставки вантажів з залізничних станцій до кінцевих споживачів.

«З метою кращого використання транспортних засобів, скорочення витрат часу на вантажнорозвантажувальні роботи на складах застосовуються спеціальні види рухливого состава - саморозвантажні вагони бункерного типу, думпкари, автоцементовози, панелевози, фермовози й ін. Транспортні лінії підприємства повинні бути механізовані від місця одержання сировини до складу готової продукції й ув'язані з технологічними процесами. Рейкові й безрейкові внутрішньозаводські дороги повинні відповідати прийнятому вантажообігу підприємства. Приєднання їх до зовнішніх транспортних шляхів і інших комунікацій повинне бути найбільш раціональним і економічно вигідним. При цьому повинні бути максимально враховані особливості рельєфу місцевості» [4].

Виробництво бетонних виробів є складним технологічним процесом, який вимагає чіткої організації постачання сировини, внутрішньозаводської логістики та відвантаження готової продукції.

Основні компоненти для виробництва бетонних виробів (цемент, заповнювачі, арматура та інші матеріали й комплектуючі) доставляються на підприємство залізничним транспортом. Вагони розвантажуються безпосередньо на складах, забезпечуючи зручне зберігання матеріалів до їх використання у виробництві.

Підготовка компонентів бетонної суміші

- **Цемент:** Зі складу цемент подається до бетонозмішувального цеху за допомогою пневматичної системи транспортування. Стиснене повітря проштовхує цемент по трубах, забезпечуючи його безперервну подачу до місця приготування бетонної суміші.
- **Заповнювачі:** Заповнювачі (пісок, щебінь) транспортуються зі складів до бетонозмішувального цеху за допомогою стрічкових конвеєрів, які рухаються по галереях. Цей спосіб забезпечує плавну та безперервну подачу матеріалів.

Усередині бетонозмішувального вузла компоненти бетонної суміші змішуються в строго визначених пропорціях. Переміщення матеріалів здійснюється гравітаційним методом. Готова бетонна суміш подається на наступний етап виробництва.

Формування виробів

- **Транспортування бетонної суміші:** Готова бетонна суміш транспортується до форм у формовочному цеху також за допомогою стрічкових конвеєрів. Суміш завантажується в спеціальні бункери, з яких подається безпосередньо у форми.
- **Теплова обробка:** Після формування вироби піддаються тепловій обробці для набору міцності. Форми з виробами переміщуються між різними зонами теплової обробки за допомогою підйомників та роликів конвеєрів. Для перевертання форм між першим та другим постами використовується кантователь.
- **Вивіз готової продукції:** Після затвердіння вироби вивантажуються з форм і транспортуються на склад готової продукції за допомогою спеціальних візків, які рухаються по рейках, укладених на підлозі цеху.

Готові бетонні вироби можуть відвантажуватися зі складу як залізничним, так і автомобільним транспортом. Вибір виду транспорту залежить від відстані перевезення, обсягу партії та інших факторів.

Для забезпечення ефективної роботи підприємства обладнано спеціальну внутрішньозаводську інфраструктуру:

- **Основна дорога:** Має кільцеву форму, що дозволяє уникнути необхідності розворотів транспортних засобів.
- **Допоміжні дороги:** Тупикові дороги до окремих цехів обладнані спеціальними майданчиками для розвороту.
- **Пішохідні зони:** Для безпеки персоналу передбачені спеціальні пішохідні проходи.

Внутрішні дороги на будівельному майданчику повинні бути обладнані відповідними дорожніми знаками, які регламентують швидкість руху та напрямки руху відповідно до правил дорожнього руху.

Рух автотранспорту на будівельному майданчику повинен бути повільним і обережним, особливо в місцях проведення робіт. Швидкість руху не повинна перевищувати 10 км/год на прямих ділянках дороги та 5 км/год на поворотах. Це дозволяє водіям мати достатньо часу для реагування на непередбачені ситуації та уникнення зіткнень з пішоходами або іншими транспортними засобами.

Для чіткого визначення руху транспортних засобів та пішоходів на будівельному майданчику необхідно використовувати відповідну дорожню розмітку. Вона допомагає запобігти аварійним ситуаціям та забезпечує безпеку робітників.

Будівельні майданчики, ділянки робіт та робочі місця повинні бути освітлені таким чином, щоб забезпечити безпечне виконання робіт і не засліплювати працівників. Рівень освітленості повинен відповідати

встановленим нормам. . Особливо важливо забезпечити достатнє освітлення в нічний час, а також у закритих приміщеннях.

Виконання будівельних робіт в умовах недостатнього освітлення категорично забороняється, оскільки це створює підвищену небезпеку для життя і здоров'я працівників.

10. Структура, організація і управління підприємством

Будівельне підприємство — це складна організаційна структура, що об'єднує різноманітні підрозділи, ресурси та персонал для реалізації проєктів, пов'язаних із будівництвом, реконструкцією та обслуговуванням об'єктів. Успіх такого підприємства значною мірою залежить від ефективної структури, організації та керування всіма його елементами.

Виробнича структура на промисловому підприємстві безпосередньо залежить від специфіки виробничого процесу, номенклатури продукції та її обсягів. Кількість і склад цехів, ділянок та служб, а також форми їхньої комунікації повинні бути оптимально підібрані. Це необхідно для забезпечення ефективної роботи підприємства та уникнення дублювання функцій.

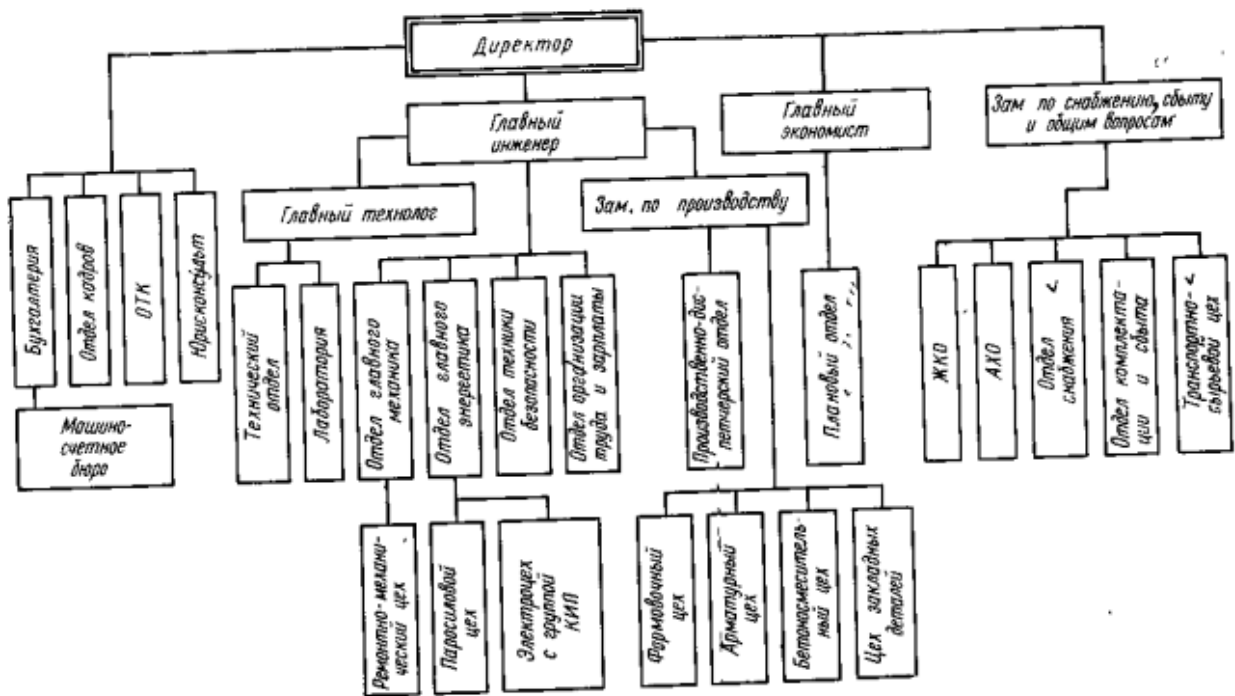


Рис. 14. Структура будівельної організації

Згідно з чинним законодавством, підприємство очолює директор, призначений вищими державними органами. Директор має широкі повноваження: представляє підприємство в усіх інстанціях, укладає угоди, розпоряджається майном підприємства, відкриває банківські рахунки. Він також формує трудовий колектив, приймаючи на роботу та звільняючи

працівників, застосовуючи до них заохочення та дисциплінарні стягнення. Для виконання своїх функцій директор роздає накази, обов'язкові для виконання всіма працівниками підприємства. Діяльність усіх цехів, служб, ділянок та інших структурних підрозділів підприємства регламентується положеннями, затвердженими директором підприємства. Дотримання положень, затверджених директором, є обов'язковим для всіх працівників підприємства.

Заступники директора здійснюють безпосереднє керівництво підрозділами, що їм підпорядковані, та координують їхню роботу. Призначення і звільнення заступників директора, головного бухгалтера та начальника відділу технічного контролю здійснюється власником підприємства за поданням директора.

«Першим заступником директора є головний інженер, що керує всією роботою, пов'язаною з організацією виробництва на даному підприємстві; відповідає за проведення правильної технічної політики, що забезпечує технічний прогрес і безумовне виконання підприємством установлених завдань плану. В обов'язки головного інженера входить:

- розробка планів технічного розвитку підприємства й технологічної підготовки виробництва;
- вивчення й впровадження у виробництво досягнень науки, техніки й передового досвіду;
- забезпечення найбільш ефективного використання виробничих потужностей і підвищення якості продукції, що випускається;
- удосконалювання технології, організації й керування виробництвом, підвищення культури виробництва й забезпечення безпеки праці, керівництво раціоналізаторською й науковою працею на підприємстві й ін» [1].

«На чолі кожного цеху знаходиться свій начальник, який безпосередньо підпорядковується діючому директору або головному інженеру» [1]. Начальник

цеху є безпосереднім керівником виробничого підрозділу. Через майстрів та інженерно-технічних працівників він організовує виробничий процес, контролює виконання виробничих планів, забезпечує раціональне використання матеріальних ресурсів та дотримання технологічної дисципліни. Законодавством начальнику цеху надано повноваження щодо прийняття на роботу та звільнення працівників.

Майстер цеху є прямим організатором виробничого процесу на ділянці. Він підпорядковується начальнику цеху і відповідає за виконання планових завдань, дотримання технологічних режимів та забезпечення необхідної якості продукції. Майстер керує бригадами та робочими, його вказівки є обов'язковими для виконання. Як правило, майстрів призначають з числа інженерів, але допускається призначення висококваліфікованих робітників за умови проходження спеціальної підготовки.

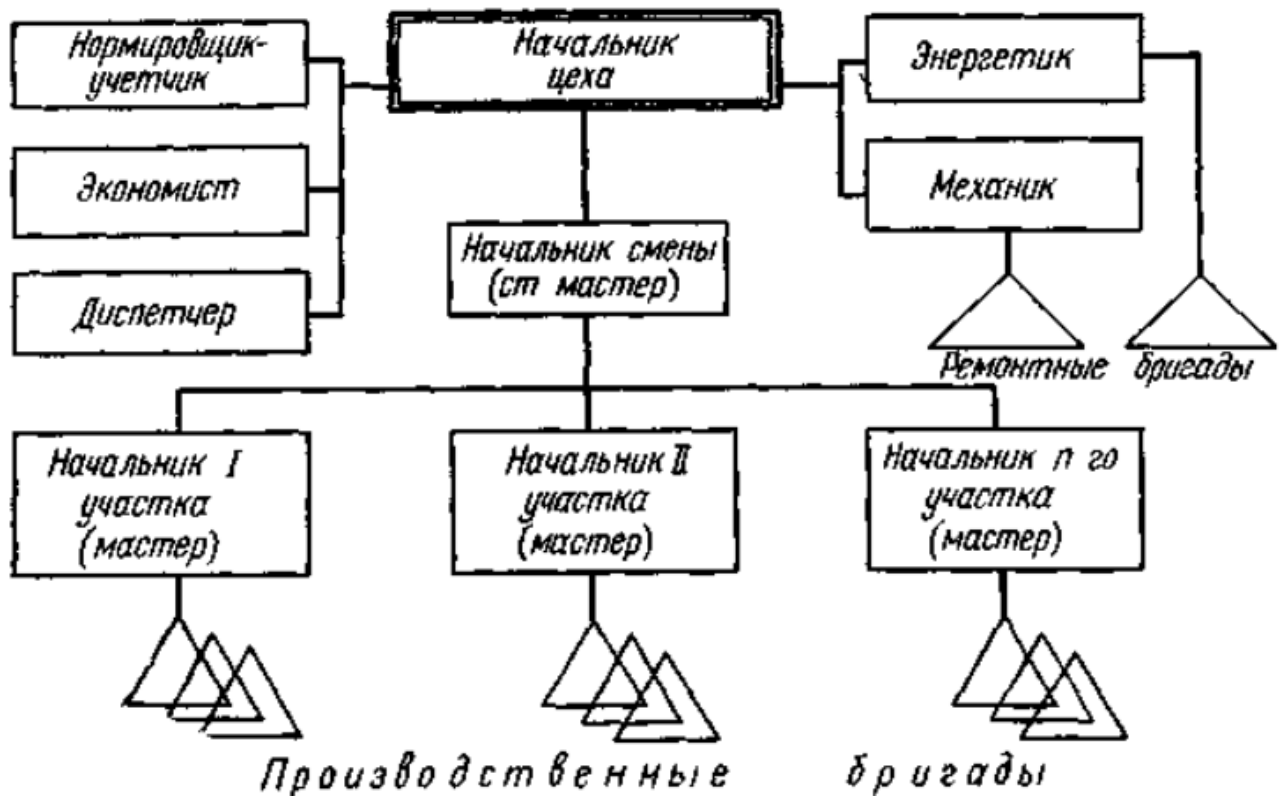


Рис. 15. Структурна схема управління цехом з/б конструкцій.

11. Розрахунок потреби робітників

Арматурний цех:

- Станок для різання арматури СМЖ 322: 1 працівник.
- Станок для згинання арматури СГА 405: 1 працівник.
- Зварювальні станки ПДГ 601 (2 шт.): 2 працівники.
- Мостовий кран (5 т): 1 працівник.

Разом: 5 працівників.

Бетонозмішувальний цех:

- Оператори бетонозмішувальних установок: 4 працівники.
- Обслуговування дозаторів: 2 працівник.

Разом: 6 працівники.

Формувальний цех:

- Формувальник: 4 працівники.
- Оператор обладнання: 1 працівник

Розраховуємо на 8 поточних ліній: $5 \times 8 = 40$ працівників.

Склади:

- Склад в'язучих матеріалів: 6 працівник.
- Склад заповнювачів: 5 працівники.
- Склад арматури і арматурних виробів: 2 працівника
- Склад готової продукції: 2 працівника
- Матеріально-технічні склади, склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів: 2 працівника

Разом: 17 працівників.

Лабораторія: 2 працівника

Розраховуємо весь виробничий персонал:

$$N_{\text{виробн}} = 5 + 6 + 40 + 17 + 2 = 70 \text{ працівників на 1 зміну}$$

А так як виробництво працюватиме в 2 зміни приймаємо:

$$N_{\text{доб}} = 70 \cdot 2 = 140 \text{ особи працюють в добу}$$

Адміністрація включає 15% від загальної чисельності виробничих працівників:

$$N_{\text{адмін}} = 0,15 \cdot N_{\text{виробн}}$$

Рахуємо:

$$N_{\text{адмін}} = 0,15 \cdot 140 = 21 \text{ працівник.}$$

Загальна чисельність

Підсумкова кількість працівників:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{доб}} + N_{\text{адмін}} = 140 + 21 = 161 \text{ працівник}$$

Розподіл працівників за професіями

- Оператори виробничого обладнання, формувальники і т.д : 51 особа;
- Працівники складу: 17 осіб;
- Працівники лабораторії: 2 особи;
- Адміністративний персонал: 21 особа.

12. Об'ємно-планувальне рішення підприємства

Об'ємно-планувальне рішення – це детально розроблений проєкт, який визначає оптимальне розташування та взаємодію всіх елементів виробництва. Це включає в себе зони для приймання та зберігання сировини (цементу, води, заповнювачів), виробничі майданчики з бетонозмішувальними установками, зони відвантаження готової продукції, лабораторії, ремонтні цехи, адміністративні та побутові приміщення, а також системи інженерних комунікацій. При розробці такого рішення враховуються технологічні процеси, безпека праці, ергономіка, екологічні вимоги та кліматичні умови. Ефективне планування забезпечує безперебійну роботу заводу, мінімізує витрати та знижує негативний вплив на довкілля. Сучасні тенденції в проектуванні бетонних заводів спрямовані на автоматизацію виробництва, енергоефективність, модульність та екологічність.

При проектуванні заводу особлива увага приділяється розробці оптимального об'ємно-планувального рішення, яке передбачає визначення розмірів прольотів і висоти будівлі. Ці параметри безпосередньо впливають на ефективність виробництва. Для розміщення габаритного технологічного обладнання необхідні просторі виробничі приміщення з прольотами від 18 до 24 метрів. Така конфігурація дозволяє забезпечити зручний монтаж, обслуговування та переміщення обладнання. Висота цехів, яка зазвичай коливається в межах 10-12 метрів, визначається з урахуванням технологічних вимог виробництва та необхідності забезпечення достатнього природного освітлення робочих зон.

З метою забезпечення безпечних та ефективних умов роботи на заводі, при розробці ситуаційного плану необхідно дотримуватися вимог СНиП "Генеральні плани промислових підприємств". Цей процес передбачає раціональне розміщення на території заводу всіх необхідних об'єктів, включаючи виробничі корпуси, складські приміщення, адміністративно-побутові будівлі та інженерні споруди. При цьому особлива увага приділяється

організації транспортних потоків. Оптимальне планування передбачає мінімізацію перетинів транспортних маршрутів, що дозволяє уникнути заторів та підвищити ефективність роботи транспорту. Для досягнення цієї мети рекомендується проектувати основні дороги заводу у вигляді кільцевої системи, яка забезпечує безперервний рух транспортних засобів без необхідності здійснення маневрів.

При розробці ситуаційного плану заводу особливу увагу слід приділяти дотриманню санітарних норм щодо розміщення санітарно-захисних зон. Ці зони створюються для захисту житлових масивів та об'єктів соціальної інфраструктури від шкідливого впливу виробництва. Відстані між межами санітарно-захисних зон і житловими будинками, громадськими будівлями та іншими об'єктами встановлюються відповідно до чинного санітарного законодавства з урахуванням виду виробництва та характеру викидів.

Дотримання вищезазначених принципів планування заводу сприятиме створенню оптимальних умов для виробничого процесу. Ефективне використання простору, раціональне розміщення обладнання та зручна організація робочих місць дозволять мінімізувати втрати часу на переміщення матеріалів та готової продукції, а також скоротити простой обладнання. В результаті буде досягнуто підвищення продуктивності праці та збільшення обсягів виробництва.

Сучасні підходи до проектування промислових будівель передбачають застосування інноваційних енергоефективних рішень. Автоматизовані системи освітлення, що адаптуються до рівня природного освітлення, дозволяють оптимізувати споживання електроенергії та створити комфортні умови праці. Системи вентиляції з регулюванням повітрообміну забезпечують постійне надходження свіжого повітря та підтримують оптимальний мікроклімат у приміщеннях, незалежно від пори року та інтенсивності виробничих процесів. Крім того, застосування енергоефективних матеріалів для утеплення будівель

дозволяє знизити теплові втрати та зменшити витрати на опалення та кондиціонування.

Для досягнення максимальної енергоефективності та екологічності будівель необхідно застосовувати комплексний підхід. Це передбачає використання сучасних енергоефективних технологій, таких як автоматизовані системи освітлення, вентиляції та опалення, а також застосування відновлюваних джерел енергії. Важливим аспектом є також вибір будівельних матеріалів з високими теплоізоляційними властивостями та низьким вмістом шкідливих речовин. Крім того, слід враховувати особливості місцевого клімату та використовувати пасивні сонячні системи для забезпечення природного освітлення та опалення приміщень.

Створення комфортних та безпечних умов праці є невід'ємною частиною сучасного виробництва. Оснащення робочих місць засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), ергономічними меблями та обладнанням дозволяє мінімізувати ризик травмування та професійних захворювань. Правильно підібрані ЗІЗ захищають працівників від впливу шкідливих факторів виробничого середовища, таких як шум, вібрація, хімічні речовини та фізичні навантаження. Ергономічні робочі місця сприяють зменшенню навантаження на опорно-руховий апарат, покращують поставу та знижують втому.

Оптимальне планування забезпечує безпечні умови праці, високу продуктивність та мінімальний негативний вплив на довкілля.

13. Охорона праці і техніка безпеки

Безпека праці та техніка безпеки на заводі з виготовлення залізобетонних плит перекриття є невід'ємною частиною виробничого процесу. Дотримання встановлених норм і правил дозволяє запобігти нещасним випадкам, зберегти здоров'я працівників та забезпечити безперебійну роботу підприємства. Кожен працівник заводу повинен чітко усвідомлювати свою відповідальність за дотримання вимог безпеки і слідувати встановленим на підприємстві стандартам.

Для захисту працівників від шкідливих і небезпечних виробничих факторів необхідно забезпечити їх засобами колективного та індивідуального захисту:

- захист голови: каски різного типу (будівельні, захисні від ударів, ізоляційні);
- захист очей та обличчя: захисні окуляри, щитки, маски зварювальника;
- захист органів дихання: респіратори, протигази;
- захист шкіри: рукавички (латексні, шкіряні, тканинні), спецодяг (комбінезони, жилети, куртки), спеціальне взуття (берці, черевики);
- захист слуху: беруші, навушники;
- захист від падіння з висоти: запобіжні пояси, страхувальні системи.

У виробничих та допоміжних будівлях мають бути забезпечені необхідні гігієнічні умови: місце для сушіння та знепилення спецодягу, місця для обігріву, кімнати відпочинку та прийому їжі, жіночі кімнати.

Температура і відносна вологість повітря, що надходить на робоче місце, а також швидкість руху повітря в холодний і теплий періоди повинні бути в нормованих межах. Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в холодний і теплий періоди також повинні бути в межах норми.

Працівники зобов'язані проходити медичні огляди в порядку, визначеному в «Положенням про медичний огляд працівників певних категорій», затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України.

До роботи забороняється допуск осіб, що не пройшли навчання, інструктаж з охорони праці в установленому порядку. Також, забороняється допускати осіб молодше 18 років до робіт зі шкідливими та небезпечними умовами праці, на вантажно-розвантажувальних та інших роботах.

Щоб уникнути небезпечних ситуацій, пов'язаних з переміщенням вантажів, робочі місця слід розміщувати поза зоною дії вантажопідйомних механізмів. Ширина проходів при розміщенні обладнання повинна бути не менше 0,7 м для загальних проходів, 1,5 – для проходу між обладнанням, 1,2 – для проходу між стінами та обладнанням, 1,0 – для проходження обладнання для його обслуговування та ремонту 0,7. Ширина проходів поблизу робочих місць повинна бути збільшена не менше ніж на 0,75 м при односторонньому розміщенні робочих місць і не менше 1,5 м при розміщенні робочих місць з обох боків проходів.

Для організації зберігання інструментів та обладнання на робочих місцях необхідно передбачити спеціальні стелажі або шафи. Усі машини та механізми перед початком роботи мають бути ретельно очищені від сторонніх предметів.

Усі виробничі будівлі та споруди забезпечуються первинними засобами пожежогасіння (в доступних місцях встановлюються протипожежні щити, на яких розміщуються багри, лопаті, вогнегасники). Біля протипожежних щитів встановлюються ящики з піском.

Склади

Силоси для зберігання цементу обладнують рукавними фільтрами для очищення вентиляційного повітря. Верхні частини силосів огорожені перильними огорожами. Кришки силосів ущільнюють і фіксують замками.

Розвантаження силосів здійснюється за допомогою дистанційно керованих розвантажувальних пристроїв.

Склади арматурної сталі обладнані мостовими кранами (щонайменше двох у прольоті будинку). Бухти арматурної сталі укладаються в штабелі висотою не більше 1,5 м з проходами між штабелями шириною не менше 1 м.

Залізобетонні шпали зберігаються в штабелях, розділених дерев'яними прокладками товщиною не менше 50 мм.

Сипучі матеріали, що зберігаються у великих кількостях на відкритих майданчиках, повинні мати крутий схил, що відповідає природному куту нахилу цього типу матеріалу. Верх бункер повинен бути оточеним перилами на висоті 1 м над рівнем підлоги. Кришки люків, з'єднання з бункерами та портами подачі повинні бути герметичними.

Кожному склад повинен затвердити інструкції щодо безпечного зберігання матеріалів. Вантажі в ящиках або штабелях повинні стійко бути укладеними на складах. Складування матеріалів в розірвану або пошкоджену тару заборонено.

Приготування суміші

Роботи, пов'язані з оглядом і ремонтом бетонозмішувачів, здійснюються виключно на зупиненому обладнанні. Для виконання цих завдань обов'язково оформлюється наряд-допуск, який забезпечує контроль безпеки та відповідність процесу встановленим стандартам.

Щоб уникнути пилоутворення під час завантаження бетонозмішувача, усі протікання між дозаторами та змішувачами повинні бути ретельно ущільнені. Це допоможе запобігти забрудненню робочого середовища і створить безпечні умови для робітників.

Майданчики, з яких проводиться технічне обслуговування бетонозмішувачів, монтуються на спеціальних віброзахисних прокладках. Це

знижує рівень вібрацій, які передаються на конструкції, забезпечуючи комфортні умови для працівників і зменшуючи знос обладнання.

Кришки люків бетонозмішувачів оснащуються механізмами блокування, які синхронізуються з приводом. Це означає, що якщо люк буде відкритий або закритий не повністю, привід бетонозмішувача автоматично відключиться. Така система блокує можливість випадкового запуску змішувача під час обслуговування і забезпечує додатковий рівень безпеки для працівників.

Прохід між бетонозмішувачем і будівельними конструкціями будівлі повинен бути достатньо широким для забезпечення зручного доступу. Мінімальна ширина цього проходу становить 1,2 метра. Це забезпечує безпечний рух персоналу та можливість оперативного доступу до обладнання в разі необхідності.

Під час роботи бетонозмішувача суворо заборонено:

1. Витягати сторонні предмети через завантажувальний пристрій. Це може спричинити травми або пошкодження механізмів.
2. Проводити регулювання вузлів та механізмів. Робота з налаштуванням повинна виконуватися тільки на зупиненому обладнанні.

Конвеєри, які використовуються для транспортування заповнювачів та бетонної суміші, обов'язково обладнуються аварійним тросовим вимикачем. Цей пристрій встановлюється вздовж усієї довжини транспортеру, з боку проходу для обслуговуючого персоналу. Завдяки цьому вимикачу конвеєр можна зупинити з будь-якої точки його довжини, що забезпечує оперативне реагування у випадку аварійної ситуації або виникнення необхідності екстреної зупинки.

Під час запуску конвеєра обов'язково подається як звуковий, так і світловий сигнал. Звуковий сигнал попереджає працівників про початок руху механізму, даючи їм час відійти від робочої зони або перевірити готовність

обладнання до роботи. Світловий сигнал забезпечує додаткове візуальне інформування, особливо у шумних приміщеннях або за умов недостатньої видимості.

Формування виборів

Форми, які використовуються у процесах виготовлення бетонних конструкцій, оснащуються пристроями для стропування. Зазвичай це спеціальні отвори, які забезпечують можливість безпечного кріплення форми для її підйому, переміщення або монтажу. Це дозволяє зручно та безпечно виконувати транспортування форм на будівельному майданчику.

Силові форми, які піддаються значним навантаженням під час роботи, додатково обладнуються спеціальними ловителями для утримання арматурної струни у випадку її обриву. Ці пристрої знижують ризик травматизму та пошкодження обладнання, що особливо важливо для забезпечення безпеки на виробництві.

Для чищення та змащування форм використовується ручний інструмент. До нього належать скребки, зубила, молотки, а також кисті, які застосовуються для рівномірного нанесення мастильних матеріалів. Такий підхід забезпечує якісну підготовку форм до повторного використання.

Керування роботою бетонорозподільника здійснюється за допомогою дистанційного пульта. Це дозволяє оператору ефективно контролювати процес, залишаючись на безпечній відстані від робочої зони.

Бункери бетонорозподільників оснащуються спеціальними майданчиками та драбинами для обслуговування. Це забезпечує зручний доступ до обладнання для його огляду, ремонту або очищення, сприяючи безпечній експлуатації та підтримці в належному технічному стані.

Вібраційні майданчики, що використовуються для формування бетонних виробів, оснащуються спеціальними упорами, які запобігають зміщенню форми

під час формування виробу (вібрування). Це забезпечує стабільність форми та якість виготовленої конструкції.

Периметр вібраційного майданчика огорожується суцільним металевим огороженням для забезпечення безпеки працівників і утримання обладнання у робочій зоні. Для зменшення рівня шуму, що виникає під час роботи, внутрішня сторона огороження покривається звукопоглинальним матеріалом, наприклад, пінополістиролом. Це створює комфортні умови для роботи персоналу.

Під час ремонту притискних пристроїв, які використовуються для формування залізобетонних шпал, застосовуються спеціальні підставки. Вони необхідні для запобігання падінню пристроїв і створення безпечних умов для ремонтних робіт.

Приводні рольганги, які використовуються для транспортування форм, обладнуються аварійними вимикачами з обох боків. Це дозволяє зупинити рольганг у будь-якій точці його довжини, що є важливим для оперативного реагування у разі виникнення небезпечної ситуації. Перед запуском рольгангу обов'язково подаються звукові та світлові сигнали. Звуковий сигнал попереджає працівників про початок роботи обладнання, а світловий сигнал забезпечує додаткове інформування, особливо у приміщеннях з підвищеним рівнем шуму або поганою видимістю.

З боків рольгангу встановлюються упорні ролики. Вони запобігають зміщенню транспортуємої форми під час її переміщення. Ролики монтуються на рами рольгангів із кроком 4 метри, що забезпечує рівномірну підтримку форми та її надійну фіксацію.

Транспортування

Візки, які використовуються для транспортування готових бетонних виробів, оснащуються спеціальними пристроями для закріплення вантажу. Це

можуть бути ложементи або хомути, які забезпечують надійне кріплення виробів під час їхнього переміщення, запобігаючи пошкодженням та зсувам.

На в'їздах і виїздах із цехів, а також у технологічних прорізах між цехами, встановлюються попереджувальні знаки безпеки. Вони інформують персонал та водіїв техніки про необхідність дотримання заходів обережності в цих зонах.

Робочі місця водіїв техніки, що знаходяться з боку завантаження конструкцій і деталей, обгороджуються металевою сіткою. Це забезпечує захист водія від можливих травм при переміщенні вантажів у зоні завантаження.

Подача залізничних вагонів для навантаження або розвантаження здійснюється виключно за допомогою локомотива або маневрової лебідки. Під час проведення навантажувально-розвантажувальних робіт вагони мають бути закріплені за допомогою гальмівних башмаків. Це запобігає неконтрольованому руху вагонів і забезпечує безпеку працівників.

Схеми стропування та укладання вантажів розробляються і затверджуються головним інженером заводу. Це дозволяє забезпечити правильну фіксацію вантажів, уникнути їх пошкодження під час транспортування та гарантувати безпеку робіт.

Техніка безпеки з добавкою для бетону

Перед використанням мікрокремнезему, обов'язково треба ознайомитися зі спеціальними інструкціями і запобіжними заходами. При роботі з мікрокремнеземом у безпосередній робочій зоні необхідно передбачити захисні душові та засоби для промивання очей для екстреного використання. На робочому місці слід забезпечити належну вентиляцію для запобігання утворення пилової завіси. Слід уникати вдихання пилу та контакту з очима, шкірою та одягом.

Рекомендується використовувати систему місцевої та/або загальної вентиляції, щоб мінімізувати рівень впливу добавки на працівників. Місцева вентиляція зазвичай є кращою, оскільки вона може контролювати викиди забруднюючих речовин в місці його джерела, запобігаючи їх розповсюдженню в загальну робочу зону.

Не слід нагрівати мікрокремнезем. Його нагрівання вище 1000°C може призвести до утворення кристалічних модифікацій SiO₂, таких як кристобаліт/тридиміт. Він може спричинити легеневий фіброз (силікоз).

Добавку треба зберігати в прохолодному, сухому та добре провітрюваному місці, подалі від прямих сонячних променів. Ємність повинна бути щільно закритою і захищеною від будь-яких фізичних пошкоджень. Зберігають мікрокремнезем подалі від несумісних матеріалів в оригінальній ємності або в поліетиленовому чи поліпропіленовому контейнері. Всі ємності повинні бути маркованими і не протікати.

Засоби індивідуального захисту при роботі з мікрокремнеземом

Захист органів дихання: використання респіратора допоможе запобігти вдиханню часточок пилу. Використовуйте лише затверджену маску позитивного тиску, якщо значна кількість пилу потрапляє в повітря. Термін «позитивний тиск» означає, що тиск усередині респіраторного вхідного отвору (обличчя, капюшона або шолома) дещо перевищує тиск навколишнього середовища. В такому випадку, будь-який рух повітря буде спрямованим назовні. Рекомендується фільтр типу АХ-Р достатньої потужності.

Захист очей/обличчя: використовуйте відповідні засоби захисту, щоб уникнути небажаного контакту з очима. Рекомендуються захисні окуляри з бічними щитками або, за потреби, хімічні окуляри.

Захист рук: необхідно вдягати захисні рукавички. Рекомендуються одноразові поліетиленові рукавички, бавовняні рукавички або легкі гумові рукавички з захисним кремом.

Захист шкіри/тіла: обов'язково слід вдягати відповідний індивідуальний захисний одяг для уникнення контакту зі шкірою. Рекомендується спецодяг та захисне взуття.

Слід поводитися відповідно до правил промислової гігієни та техніки безпеки. Заборонено їсти, пити та курити під час використання мікрокремнезему. Після роботи з ним слід добре вимити руки, а забруднений одяг треба зняти та випрати перед повторним використанням.

Заходи першої допомоги

У разі ковтання: прополощіть рот, потім випийте багато води. Зверніться по медичну консультацію/допомогу, якщо ви почуваетесь погано.

При потраплянні в очі: негайно промийте очі проточною водою протягом кількох хвилин, тримаючи повіки відкритими та час від часу піднімаючи верхню та нижню повіку. Зніміть контактні лінзи, якщо вони є і це легко зробити. Продовжуйте промивати протягом принаймні 15 хвилин. Якщо подразнення очей не зникає, слід звернутися до лікаря.

При потраплянні на шкіру: промийте великою кількістю води з милом. Зніміть забруднений одяг та виперіть його. Якщо виникне подразнення шкіри, зверніться за медичною допомогою/консультацією.

У разі вдихання: винесіть постраждалого на свіже повітря та дайте йому спокій у зручному для дихання положенні. Якщо респіраторні симптоми не зникнуть, зверніться до лікаря.