

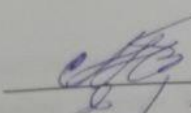
Міністерство освіти і науки України
КРИВОПІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Будівельний факультет
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ, МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

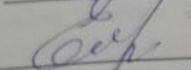
Пояснювальна записка

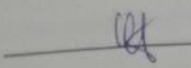
до кваліфікаційної магістерської роботи
за освітньо-професійною програмою « Технологія будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів »
спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Тема роботи: Завод з виготовлення залізобетонних фундаментів стаканого типу

Виконав: магістрант групи ТБВК-24м
Виноградов Михайло Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник випускної роботи  доц. Астахова Н.В.

Нормоконтролер  Єгорова І.В.

Завідувач кафедри  доц. Шишкіна О.О.

Кривий Ріг

Криворізький національний університет
Будівельний факультет
Кафедра технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій

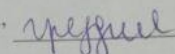
Освітньо-кваліфікаційний рівень - **магістр**

Спеціальність – **192 Будівництво та цивільна інженерія**

ОПП – «Технологія будівельних матеріалів, виробів та конструкцій»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

 Шишкіна О.О.

„ 8 ”  2025 року

ЗАВДАННЯ **НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ**

Виноградову Михайлу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові в родовому відмінку)

1. **Тема роботи** Завод з виготовлення залізобетонних фундаментів стаканого типу

керівник роботи доц. Астахова Н.В.

затверджені наказом університету від „ 04 ” 04 2025 року № 189с

2. **Строк подання студентом роботи** 8 грудня 2025 року

3. **Вихідні дані до роботи**

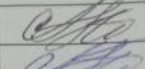
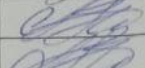
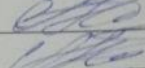
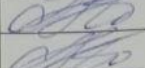
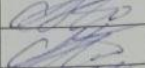
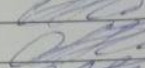
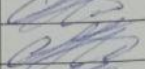
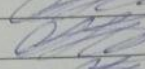
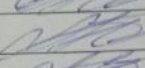
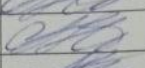
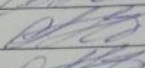
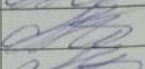
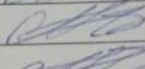
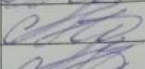
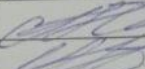
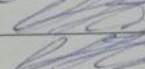
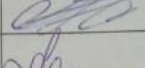
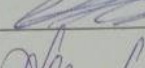
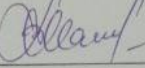
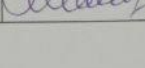
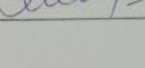
вид залізобетонної конструкції, потужність заводу

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) дослідити за літературними джерелами та розробити удосконалену технологію виготовлення залізобетонних фундаментів стаканого типу

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1 Робоче креслення базової конструкції
- 2 Результати наукових досліджень
- 3 Результати наукових досліджень
- 4 Поопераційні нормалі
- 5 Поопераційний графік
- 6 Тижнево-добовий графік
- 7 Технологічна схема виготовлення конструкції
- 8 Карта контролю якості

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
2	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
3	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
4	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
5	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
6	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
7	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
8	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
9	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
10	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
11	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
12	к.т.н., доц., ст. викладач Астахова Н.В.		
13	к.т.н., доц., доцент каф. охорони праці та цивільної безпеки Шаповалов В. А.		

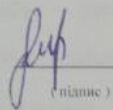
6. Дата видачі завдання 30 травня 2025 р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина		
2	Вибір і обґрунтування технології виробництва		
3	Розрахунок фондів часу роботи підприємства		
4	Наукова частина		
5	Організація виробництва конструкції		
6	Складське господарство		
7	Лабораторія і контроль якості		
8	Розрахунок потреби в електроенергії, стислому повітрі, парі, воді		

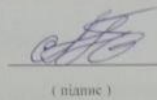
	повітрі, парі, воді		
9	Організація вантажопотоків	22.10.25	
10	Структура, організація і управління підприємством	4.11.25	
11	Розрахунок потреби робітників	12.11.25	
12	Об'ємно-планувальне рішення підприємства	26.11.25	
13	Охорона праці і техніка безпеки	4.12.25	

Магістрант


(підпис)

Виноградов М.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Астахова Н.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

магістерської кваліфікаційної роботи

студента гр.. ТБВК-24м Виноградова Михайла Олександровича

на тему: «Завод з виготовлення залізобетонних фундаментів стаканого типу»

Актуальність теми. Заводи ЗЗБК відіграють ключову роль у можливості прискорення відбудови та подальшому розвитку будівельної галузі України. Такі заводи дозволяють значно скоротити час будівництва (за рахунок можливості застосування ефективних методів прискорення твердіння бетону), оптимізувати логістику сировинних матеріалів, зменшити витрати на будівельному майданчику за рахунок мінімізації відходів та підвищення продуктивності праці. Крім того, виробництво збірних конструкцій у заводських умовах сприяє підвищенню безпеки праці, оскільки значна частина робіт переноситься з небезпечного будівельного майданчика у контрольоване виробниче середовище.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування заводу з випуску залізобетонних фундаментів стаканого типу з врахуванням вимог нормативних документів та сучасних рішень та пропозицій в галузі технології виготовлення залізобетонних конструкцій.

Об'єктом дослідження є завод з випуску залізобетонних фундаментів стаканого типу.

Завдання: 1) обґрунтування визначеного району будівництва, вигляду і обсягів продукції, що застосовується до випуску, наявність сировинних і енергетичних ресурсів, необхідних для цього; 2) обґрунтований вибір технології виробництва для всієї номенклатури продукції; 3) встановити режим роботи підприємства; 4) провести аналіз наукових джерел та обґрунтувати вибір пропонованого способу вдосконалення виготовлення конструкції; 5) описати технологічні процеси та операції які здійснюються при виготовленні конструкції в порядку їх виконання; 6) дати характеристику всім матеріалам та комплектуючим, які будуть застосовані, розрахувати їх

потребу; 7) запроектувати роботу бетонозмішувального цеху; 8) запроектувати роботу арматурного цеху; 9) запроектувати роботу формувального цеху; 10) запроектувати склади компонентів та готової продукції; 11) дослідити та описати методи та засоби контролю якості на підприємстві; 12) встановити потребу в електроенергії, стислому повітрі, парі, воді; 13) встановити вантажопотоки на підприємстві; 14) описати структуру, організацію та управління підприємством; 15) провести розрахунок потреби робітників; 16) виконати об'ємно-планувальне рішення для підприємства; 17) описати положення охорони праці та техніки безпеки на підприємстві.

Практичне значення отриманих результатів полягає у пропозиції по проєктуванню заводу з випуску залізобетонних фундаментів стаканного типу та вдосконалення технології виготовлення

Ключові слова: бетон, залізобетонні конструкції, фундамент стаканного типу, технологія виготовлення, проєктування роботи підприємств

Обсяг кваліфікаційної роботи: Магістерська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, викладеної на 92 сторінках, яка складається зі вступу, тринадцяти розділів, які містять 17 рисунків, 37 таблиць, списку використаних джерел з 15 найменувань, та графічної частини, яка складається з 8 листів формату А3.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. Загальна частина.....	10
2. Вибір та обґрунтування технології виробництва.....	16
3. Розрахунок фондів часу роботи підприємства.....	20
4. Наукова частина.....	24
4.1. Аналітичний огляд.....	24
4.2. Наукова (теоретична частина).....	25
4.3.Науково-практична (прикладна) частина.....	26
5. Організація виробництва конструкцій.....	29
5.1. Технологічні процеси і операції	29
5.2. Характеристика матеріалів та комплектуючих	34
5.3. Бетонозмішувальний цех	39
5.4. Арматурний цех	45
5.5. Формувальний цех	49
5.5.1. Поопераційний графік	58
5.5.2. Тижнево-добовий графік	59
5.5.3. Розрахунок потужності технологічної лінії	60
5.5.4. Розрахунок загального часу виготовлення планового об'єму продукції	60
6. Складське господарство.....	61

6.1. Розрахунок потреби в компонентах й комплектуючих	61
6.2. Склади в'язучих.....	63
6.3. Склади заповнювачів.....	65
6.4. Склади арматури та арматурних виробів.....	66
6.5. Склад готової продукції	68
6.6. Матеріально-технічні склади та склади комплектуючих	69
7. Лабораторія і контроль якості.....	70
8. Розрахунок потреби в електроенергії, стислому повітрі, парі, воді.....	73
9. Організація вантажопотоків.....	75
10. Структура, організація і управління підприємством.....	77
11. Розрахунок потреби робітників.....	80
12. Об'ємно-планувальне рішення.....	83
13. Охорона праці.....	87
Список використаної літератури.....	91

ВСТУП

Залізобетон як комплексний будівельний матеріал має великий потенціал, тому він активно використовується в будівництві самих різноманітних будівельних об'єктів. Споруди та будівлі виконані із залізобетону характеризуються достатньо великою довговічністю та експлуатаційною здатністю. Це забезпечується як раціональним підбором складових залізобетону, так і раціональною технологією виготовлення конструкцій та виробів з цього матеріалу.

Повномасштабне вторгнення відобразилося на всіх сферах та галузях, в тому числі матеріального виробництва, зокрема будівництві. З одного боку велика кількість розпочатих будівельних проєктів була вимушено призупинена. А з іншого боку Україна як ніколи потребує у проведенні відбудовних робіт.

Заводи ЗЗБК відіграють ключову роль у можливості прискорення відбудові та подальшому розвитку будівельної галузі України. Такі заводи дозволяють значно скоротити час будівництва (за рахунок можливості застосування ефективних методів прискорення твердіння бетону), оптимізувати логістику сировинних матеріалів, зменшити витрати на будівельному майданчику за рахунок мінімізації відходів та підвищення продуктивності праці. Крім того, виробництво збірних конструкцій у заводських умовах сприяє підвищенню безпеки праці, оскільки значна частина робіт переноситься з небезпечного будівельного майданчика у контрольоване виробниче середовище.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Підприємство яке підлягає проектуванню – завод з виготовлення залізобетонних фундаментів стаканного типу.

Місцем розташування майбутнього заводу обрано місто в Дніпропетровській області – Кривий Ріг. В цьому регіоні є всі передумови є будівництва промислового підприємства будівельної галузі. Адже безпосередньо в місті та у невеликій віддаленості від нього присутня потужна сировинна база. Це і завод з виготовлення портландцементу (що є основним видом в'яжучих речовин, на яких випускають ЗЗБК), і розвинена гірничовидобувна та гірничообробна галузі, які є джерелом заповнювачів, і велике металургійне підприємство, що постачає сировину та напівфабрикати для арматури. Місто забезпечене розвинутою транспортною мережею для транспортних засобів різного типу (автомобільний, залізничний), що полегшує влаштування під'їздів до самого заводу, який планується до побудови.

Даний завод з випуску фундаментів стаканного типу за спрямуванням є вузькоспеціалізованим – на його виробничих лініях передбачається створення тільки одного виду конструкцій однієї марки. За потреби, завод може пере налаштувати свої технологічні лінії таким чином щоб, наприклад, почати випускати фундамент іншої марки.

Заплановано до випуску 18000 метрів кубічних продукції. Зважаючи на плановану потужність заводу, він буде розряду підприємств маленької потужності.

Такі достатньо невеликі об'єми виробництва дадуть змогу швидше реалізувати готову продукцію заводу – фундаменти стаканного типу. Так як завод буде знаходитися в місті Кривий Ріг, можливими клієнтами можуть бути як будівництва у самому місті, так і в області.

Складові компоненти заводу наведені на рис. 1.

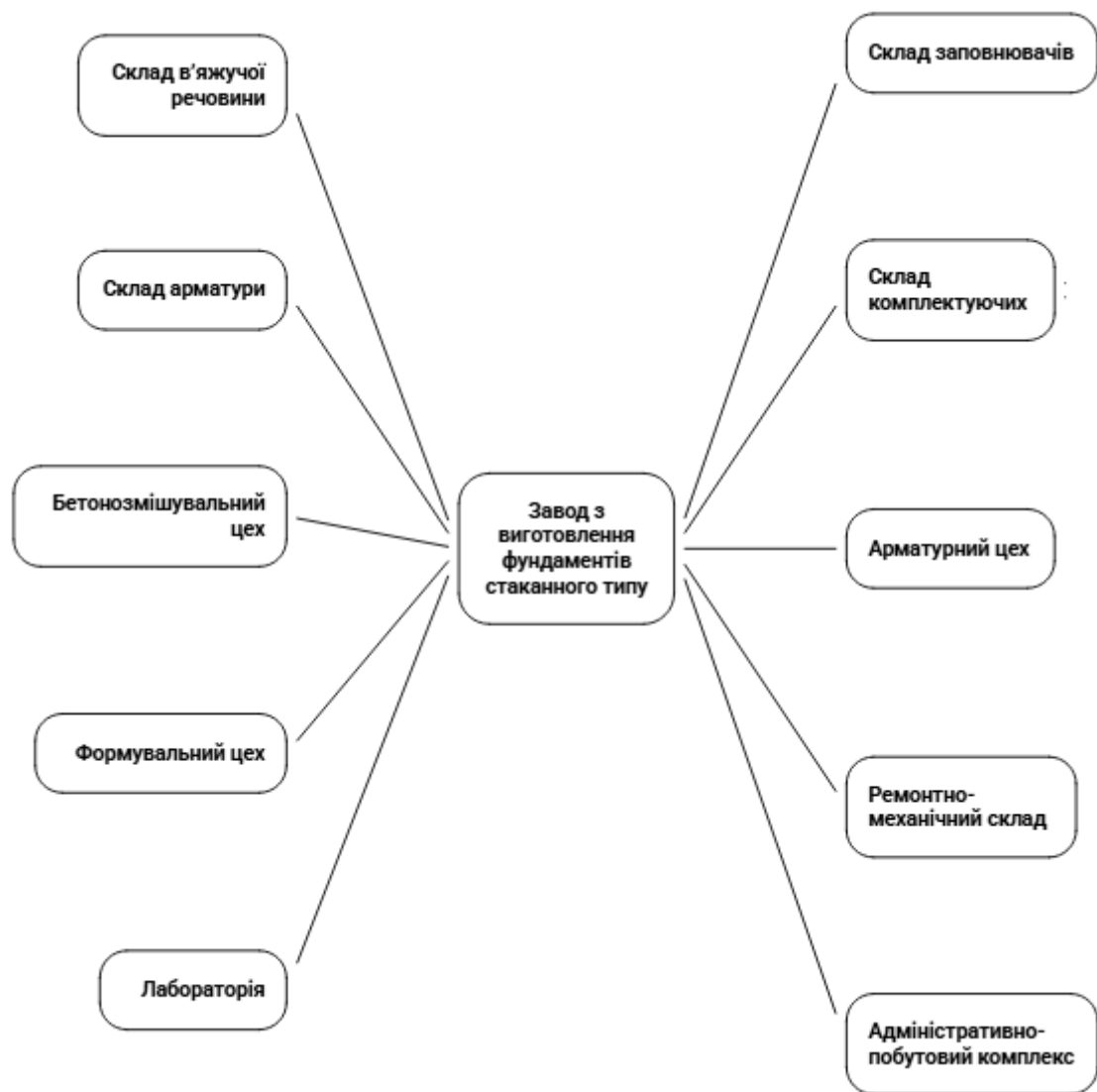


Рис. 1. Структура заводу з виготовлення фундаментів стаканного типу

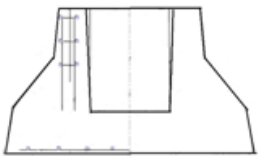
Завод буде випускати залізобетонні фундаменти обмеженої номенклатури – марки Ф 12.9-2. Даний тип фундаментів призначений для встановлення в нього колон перетином 400×400 мм для багатоповерхових громадських, промислових та допоміжних промислових будівель. Зводяться такі фундаменти на ґрунтах з неагресивними, слабкоагресивними або середньо агресивними ґрунтовими водами.

Опис основних даних планованого випуску заводу представлений в табл. 1.

Деталізація характеристик фундаментів наведений в табл. 2.

Таблиця 1

Номенклатура продукції, що планується до виготовлення

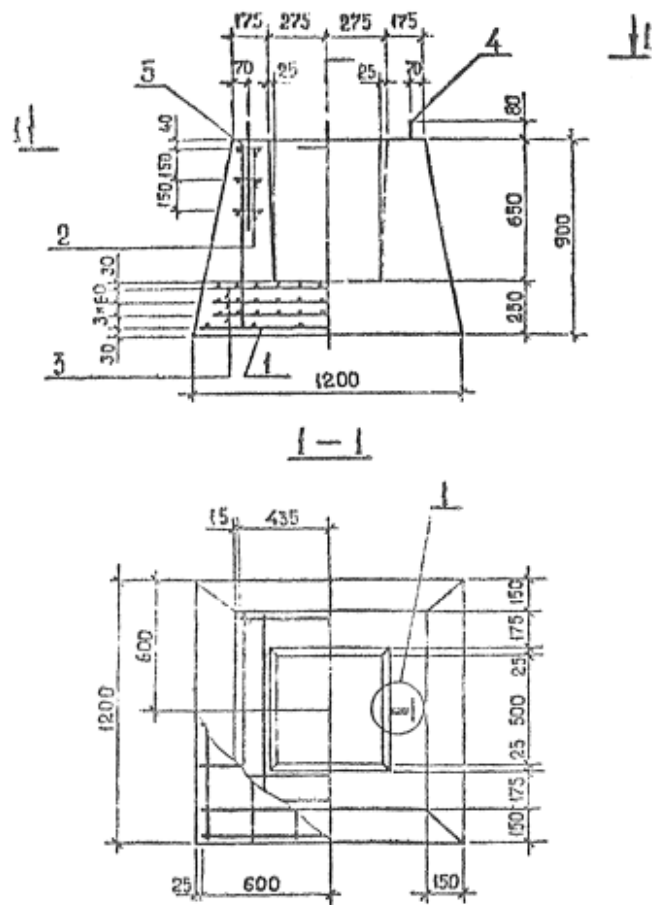
Найменування виробу	Ескіз виробу	Об'єм виробництва		Марка виробу	Програма виробництва		
		%	м³		%	м³	шт.
фундамент стаканного типу		100	18000	Ф 12.9-2	100	18000	21687

Таблиця 2

Характеристика продукції, що планується до виготовлення

Марка виробу	Основні розміри, мм	Основні властивості		Маса виробу, кг	Витрати матеріалів	
		клас бетону	марка по морозостійкості		бетон, м³	сталь, кг
Ф12.9-2	1500x1500x900	C20/25	F100	2100	0,83	57,7

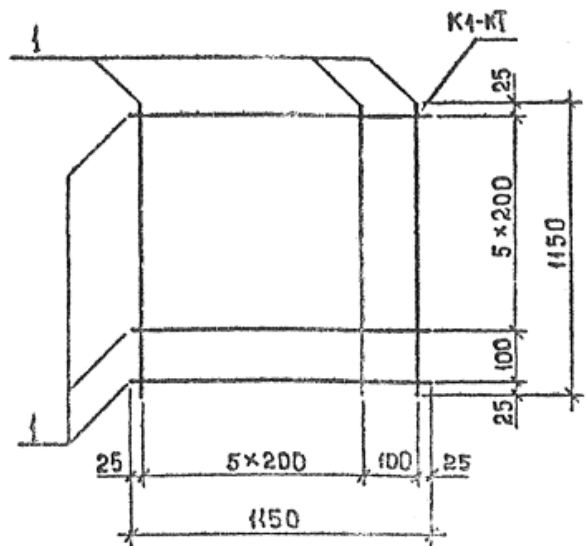
На рис. 2 зображене креслення фундаменту стаканного типу марки Ф12.9-2 з позначенням використовуваних арматурних виробів для армування. На рис. 3 представлені креслення арматурних виробів для фундаменту марки Ф12.9-2.



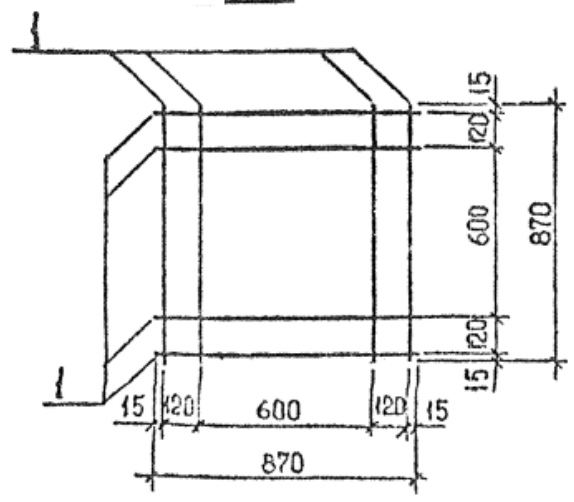
Позначення	Найменування	Кількість	Маса, кг	
			1 шт.	Усього
1	C1	1	9,9	9,9
2	C10	3	2,7	8,1
3	C11	3	9,6	28,8
4	УП1-5	2	0,84	1,68
5	Ø12A400, l=880	12	0,77	9,24

Рис. 2. Фундамент стаканного типу Ф12.9-2

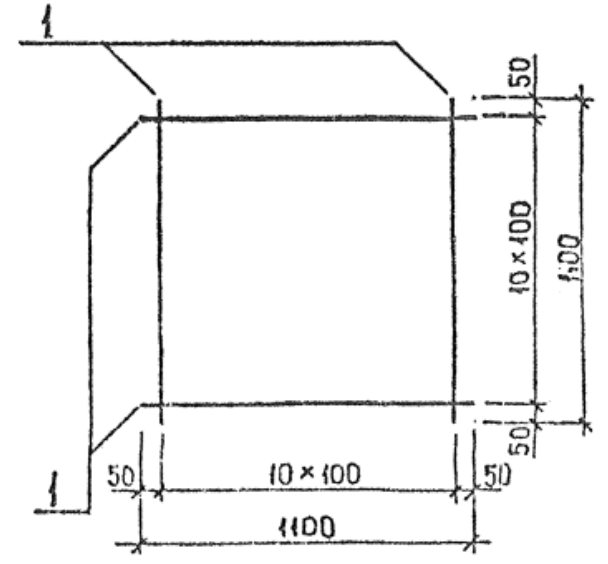
C I



C I O



C II



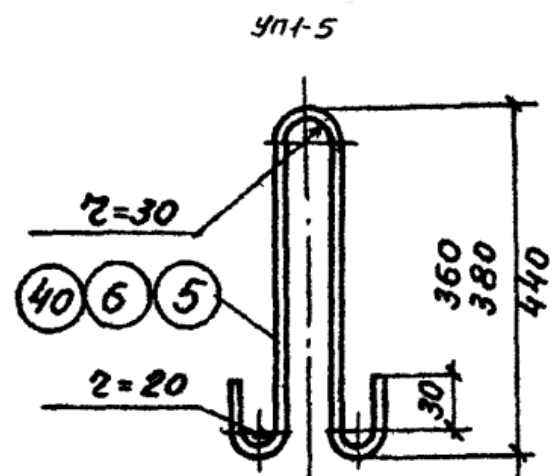


Рис. 3. Арматурні креслення

РОЗДІЛ 2. ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Конструкції та вироби із залізобетону, які виробляються на спеціально призначених для цього підприємствах, формують трьома основними прийомами (способами). Це: агрегатно-потоківий, спосіб із застосуванням конвеєру, стендовий.

Кожен з цих методів має свої як переваги, так і недоліки. Різні ЗБК доцільно виготовляти якимось певним з цих способів. Виважене вирішення застосування того чи іншого методу дає змогу організувати випуск конкретної конструкції (чи групи конструкцій) з найбільшою ефективністю та найвищою якістю.

Агрегатно-потоківий метод – це один із найчастіше застосовуваних способів виробництва ЗБК. Його суть полягає в тому, що технологічний процес розбивається на окремі операції, які виконуються на спеціалізованому устаткуванні (агрегатах). Виріб послідовно переміщується з одного агрегату (посту) на інший, проходячи всі етапи виробництва у визначеній послідовності. Цей метод ефективний для виробництва великих обсягів однотипних виробів, таких як плити перекриття, панелі стін, балки.

Особливості технологічного процесу:

1. Підготовка форм і арматури: форми, які найчастіше виготовлені з металу, рідше з дерева, готують до прийому бетонної суміші. Цей етап включає очищення, змащення та укладання арматурних каркасів.

2. Бетонування: підготовлена форма з встановленою арматурою подається під бетоноукладач, який заповнює її напівфабрикатом бетону – сумішшю бетонною. Процес може бути автоматизованим.

3. Вібрація та ущільнення: після суміш повністю укладена, форму переміщують на вібраційну площадку або спеціальний стіл для ущільнення. Це виконують для видалення повітряних бульбашок і забезпечення високої міцності та однорідності бетону.

4. Тепловолога обробка (ТВО): це ключовий етап для прискорення набору міцності бетону. Вироби поміщаються в спеціальні камери (ямочні або тунельні), де відбувається їх пропарювання паром або нагрівання. ТВО значно скорочує тривалість виробничого циклу.

5. Розпалубка: після того як бетон набрав необхідної міцності, виріб виймається з форми. Ця операція може бути механізованою.

6. Доробка та складування: готова ЗБК відправляється на доробку (обрізання виступів, зачищення, шліфування і т.д.) і відправляється на склад готової продукції.

Переваги: висока продуктивність, можна автоматизувати процеси, підходить для широкого асортименту виробів.

Недоліки: потрібно багато виробничих площ, менш гнучкий, особливо при зміні асортименту продукції.

Конвеєрний метод є високоавтоматизованим варіантом агрегатно-поточкового методу. Його ключова особливість – це безперервний рух технологічної лінії, де формований виріб рухається по конвеєру або замкненому циклу. Кожна операція виконується на певній ділянці конвеєра, а виріб, переміщуючись, послідовно проходить усі стадії. Цей метод ідеально підходить для масового виробництва стандартних виробів з високою повторюваністю.

Особливості технологічного процесу:

1. Рух форм: форми постійно рухаються по замкненому контуру, зазвичай на рейках або стрічковому конвеєрі.

2. Послідовне виконання операцій: кожна технологічна операція, від очищення форм до розпалубки, виконується на певній ділянці конвеєра (посту), без зупинки потоку.

3. Автоматизація: більшість операцій здійснюються автоматично.

4. Висока швидкість: через безперервність процесу досягається дуже висока швидкість виробництва.

Переваги: максимальна продуктивність, висока автоматизація, мінімальна потреба в робочій силі, висока якість та стабільність продукції.

Недоліки: дуже високі капітальні витрати на устаткування, повна негнучкість виробництва (неможливість швидкої зміни типу продукції), вимоги високих площ для розміщення конвеєру/конвеєрів.

Стендовий метод є найбільш гнучким і універсальним способом виробництва ЗБКіВ. Його принцип полягає в тому, що формовка виробу, його твердіння та інші операції відбуваються на одному місці – на спеціально обладнаній платформі, так званому «стенді». Формована конструкція не переміщується під час виробництва; натомість обладнання та люди переміщуються навколо нього. Цей метод особливо ефективний для виробництва великих, нестандартних або масивних виробів, таких як мостові балки, фундаменти, елементи тунелів.

Особливості технологічного процесу:

1. Стаціонарність форм: форми встановлюються на постійній точці (стенді), який часто обладнаний системою обігріву. Стенд може бути горизонтальним чи вертикальним.

2. Рух обладнання: все технологічне обладнання, як то бетоноукладачі, вібратори, крани, переміщуються вздовж стенда.

3. Послідовність операцій: операції відбуваються послідовно на одному місці – підготовка форм, встановлення арматури, укладка бетон.суміші, ущільнювання.

4. Набір міцності: затвердіння бетону відбувається на стенді. Для прискорення процесу використовують різні системи обігріву стенда, що дозволяє досягти необхідної міцності бетону за короткий термін.

5. Розпалублювання та транспортування: після набору міцності конструкція затверділа розпалублюється і переміщається краном на склад для готової продукції.

Переваги: висока гнучкість у виробництві (можливість підлаштовуватися під різні форми і розміри виробів і конструкцій), менші

капітальні витрати на початковому етапі, можливість виробництва великогабаритних виробів.

Недоліки: низька продуктивність у порівнянні з іншими способами, великі витрати ручної праці.

Так як фундаменти є тією конструкцією, для якою будуть пред'являти великі вимоги по якості (і чіткість розмірів, і властивості бетону та інше), виробництво такого виробу потребує підвищеної уваги та ретельності. Так як при стендовому методі є можливість обладнати стінки стенду засобами для прогріву, що забезпечує прискорене твердіння бетону при більш рівномірному розподілу температури, вбачається доцільним застосувати стендову технологію на даному заводі. При нерухомості формованого виробу мінімізуються помилки. Окрім того, плановий обсяг виготовлення – 18 тисяч метрів кубічних не є великим, тож немає потреби встановлювати обладнання та використовувати площі, які б забезпечили велику продуктивність. До того ж, при здійсненні стендової технології існує можливість угруповання робітників за виконуваними ними роботами – одні й ті самі працівники можуть робити різні операції. Для агрегатно-потокowego та конвеєрного методів така оптимізація менш можлива.

Тож на заводі з випуску фундаментів стаканного типу марки Ф12.9-2 буде задіяна стендова технологія з пересуванням працівників від стенду до стенду для виконання однієї чи декількох технологічних операцій.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ФОНДІВ ЧАСУ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

Фонд часу роботи підприємства – це загальний обсяг робочого часу, який підприємство має в своєму розпорядженні для здійснення виробничої діяльності або виконання інших задач протягом певного визначеного періоду (зміни, доби).

Для цього поняття розрізняють номінальні та розрахункові значення. Номінальний фонд враховує робочий період з врахуванням неробочих годин вихідних та свят. Розрахунковий фонд – це реальний той час, за який безпосередньо відбувається конкретно виготовлення продукції (ЗБ конструкції).

Завод з виготовлення фундаментів стаканного типу марки Ф12.9-2 буде працювати за таким режимом (табл. 3, прийнято за [1]).

Таблиця 3

Режим роботи заводу по виготовленню фундаментів стаканного типу
марки Ф12.9-2

Показник	Тривалість
номінальний фонд часу роботи обладнання	260 діб
номінальний фонд часу роботи обладнання по вивантаженню сировини й матеріалів залізничним транспорт	365 діб
тривалість робочої зміни	8 годин
кількість робочих змін на добу для теплової обробки	2
кількість робочих змін по прийманню матеріалів	2

Дійсну роботу механізмів та обладнання на заводі протягом року розраховують з врахуванням тих періодів, коли устаткування з тих чи інших причин працювати не буде:

$$T_{p\dot{u}ч} = T_n - T_{рем} - T_{пер}, \text{ діб,}$$

де T_n – номінальний фонд часу роботи обладнання;

$T_{рем}$ – термін планових зупинок обладнання на ремонт;

$T_{пер}$ – витрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням формувального обладнання.

$T_{рем}$ та $T_{пер}$ приймаємо за таблицями 4 та 5.

Наступний етап – визначення змінного фонду продуктивної праці:

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

де $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, годин;

$K_{вс}$ – коефіцієнт внутрішньої змінної продуктивності використання робочого часу. Він в свою чергу розраховується як:

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

де e – кількість регламентованих додаткових витрат часу, в відсотках від оперативного часу;

q_i – тривалість внутрішньо-змінних регламентованих додаткових витрат часу, у відсотках від оперативного часу.

q_i розраховується як сума різних видів додаткових витрат часу, кожна з яких має своє значення у відсотках від загального часу.

$K_{вз}$ приймаємо за таблицею 6

Таблиця 4

Термін планових зупинок на ремонт

Вид технологічної лінії	Тривалість планових зупинок на ремонт, діб
Агрегатно-поточкова	7
Конвеєрна	13
Стендова	7

Таблиця 5

Тривалість витрат робочого часу, пов'язаних з зупинками формувального обладнання на переналагодження

Вид технологічної лінії	Витрати робочого часу, пов'язаних з зупинками формувального обладнання на переналагодження, діб					
	усі переналагодження виконуються на спецпостах		на спецпостах виконуються тільки переналагодження, які не укладаються у темп роботи лінії		усі переналагодження виконуються на лінії	
	2	3	2	3	2	3
Конвеєрна	2	3	3	4	-	-
Агрегатно-поточкова	1	2	1	2	-	-
Стендова	-	-	2	3	4	6

Таблиця 6

Показники внутрішніх змінних витрат часу

Категорія додаткових витрат часу у змін (e)	Додаткові витрати часу (q_i) при способах виробництва
	стендовий спосіб
Підготовчо-завершальні роботи - $t_{п.з.о}$	4,0
Обслуговування робочого місця	4,0
Перерви технологічні - t_m	3,0
Відпочинок та особисті потреби - $t_{від}$	10,0

$$T_{p\dot{u}q} = 260 - 7 - 0 = 253 \text{ доби.}$$

$$\sum q_i = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

$$\sum q_i = 4 + 4 + 3 + 10 = 21\%$$

$$K_{BC} = 1 - \frac{21}{100} = 0,79$$

$$t_{3mn} = 8 \times 0,79 = 6,32 \text{ години.}$$

В таблиці 7 представлені номінальні та розрахункові значення робочого фонду часу роботи заводу з виготовлення фундаментів Ф12.9-2.

Таблиця 7

Номінальні й розрахункові показники робочого фонду часу

	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	–	$t_{3m} = 8$	–	$t_{3mn} = 6,32$
доба	1	$T_{доб\ H} = t_{3m} \times n_{3m} = 8 \times 2 = 16$	1	$T_{доб} = t_{3mn} \times n_{3m} = 6,32 \times 2 = 12,64$
місяць	T_M	$T_M \times t_{3m} \times n_{3m} = 21,67 \times 8 \times 2 = 346,72$	$T_{MP} = T_{p\dot{u}q} / 12 = 253 / 12 = 21,08$	$T_{MP} \times t_{3mn} \times n_{3m} = 21,08 \times 6,32 \times 2 = 266,45$
рік	$T_H = 260$	$T_H \times t_{3m} \times n_{3m} = 260 \times 8 \times 2 = 4160$	$T_{p\dot{u}q} = 253$	$T_{p\dot{u}q} \times t_{3mn} \times n_{3m} = 253 \times 6,32 \times 2 = 3198$

РОЗДІЛ 4. НАУКОВА ЧАСТИНА

4.1 Аналітичний огляд

Залізобетонний фундамент стаканного типу є одним з найпоширеніших видів окремих фундаментів, призначених для підтримки стовпчастих елементів, таких як колони каркасних будівель (найчастіше залізобетонних або металевих). Його назва походить від характерної форми: верхня частина фундаменту має спеціальне поглиблення – «стакан» - куди безпосередньо встановлюється нижня частина колони. Ця конструкція забезпечує надійне й жорстке з'єднання колони з фундаментом, передаючи навантаження на ґрунтову основу. Фундаменти стаканного типу широко застосовуються в промисловому та цивільному будівництві, особливо при зведенні багатоповерхових каркасних будівель, складських комплексів, виробничих цехів, спортивних споруд тощо, де навантаження від колон є значними та зосередженими.

Основним призначенням фундаменту стаканного типу є сприйняття та ефективна передача зосереджених навантажень від колони на ґрунт основи, розподіляючи їх на більшу площу для запобігання надмірним осіданням та деформаціям. Завдяки своїй формі та монолітності, такий фундамент забезпечує високу стійкість колони до вертикальних, горизонтальних (вітрові, сейсмічні) навантажень та згинальних моментів. Він виключає необхідність складного кріплення колони до фундаменту на будівельному майданчику, спрощуючи монтажні роботи та забезпечуючи швидкість зведення каркасу. Конструктивно фундамент складається з підосви (плитної частини), що розподіляє навантаження, та власне стакана, що сприймає опорний тиск колони і забезпечує її фіксацію.

Для ефективної та довговічної роботи залізобетонний фундамент стаканного типу повинен володіти низкою ключових властивостей. Насамперед, це достатня міцність бетону на стиск і міцність арматури на розтяг, щоб витримувати значні вертикальні навантаження та згинальні

моменти. Важливою є морозостійкість та водонепроникність бетону, оскільки фундамент знаходиться в контакті з ґрунтом та ґрунтовими водами. Довговічність є критичною, адже ремонт фундаментів є вкрай складним та дорогим. Також необхідна стійкість до агресивних середовищ, якщо ґрунтові води містять шкідливі речовини. Нарешті, точність геометричних розмірів стакана має бути високою, щоб забезпечити правильне центрування та вертикальність встановлюваної колони.

4.2. Наукова (теоретична частина)

Морозостійкість бетону – це його спроможність зберігати свої фізичні та механічні властивості (міцність, цілісність, водонепроникність) при багаторазовому поперемінному заморожуванні та відтаванні у водонасиченому стані. Ця характеристика є критично важливою для бетонних конструкцій, що експлуатуються в умовах впливу низьких температур та вологи, оскільки вода, проникаючи в пори та капіляри бетону, при замерзанні збільшується в об'ємі приблизно на 9%. Це створює внутрішній тиск, який може призвести до утворення мікротріщин, руйнування структури матеріалу, зниження міцності та, врешті-решт, до повного руйнування конструкції. Морозостійкість бетону характеризується величиною циклів заморожування/відтавання, які він витримує без значної втрати міцності та маси.

Для залізобетонного фундаменту стаканного типу морозостійкість є однією з найважливіших експлуатаційних властивостей. Фундаменти, як правило, розташовані нижче рівня землі, але їхня верхня частина (або вся конструкція, якщо фундамент мілкого закладання) може знаходитися в зоні промерзання ґрунту або піддаватися впливу атмосферних опадів та низьких температур. Ґрунтові води та атмосферна волога проникають у пористу структуру бетону фундаменту, насичуючи його водою. При зниженні температури нижче нуля вода замерзає, розширюючись та створюючи внутрішні напруження, що призводять до поступового руйнування бетону.

Недостатня морозостійкість фундаменту стаканного типу може мати катастрофічні наслідки. Руйнування бетону через заморожування-відтавання призведе до зниження його несучої здатності, утворення тріщин у підшві фундаменту та стінках стакана, що, у свою чергу, поставить під загрозу стійкість колони та всієї будівлі. В умовах України, де зимові температури регулярно опускаються нижче нуля і є значні перепади температур, забезпечення високої морозостійкості фундаментних конструкцій є запорукою їхньої довговічності, надійності та безпечної експлуатації протягом всього терміну служби будівлі.

4.3. Науково-практична (прикладана) частина

Достатньо велика кількість сучасних досліджень присвячена визначенню можливості підвищення морозостійкості важкого бетону. З цією метою пропонуються способи і методи.

Так, в дослідженні [2] проводили дослідження впливу пластифікуючої добавки «Біопласт-1» на основі екологічно безпечних полімерів на морозостійкість бетону. Результати досліджень показали, що введення даної пластифікуючої добавки сприяє підвищенню спроможності важкого бетону опиратися циклічній дії заморожування та відтавання (рис.4).

Іншим шляхом підвищення морозостійкості бетону є введення до його складу високодисперсної крейди та пластифікуючої добавки [3]. В результаті спостерігалось поліпшення здатності бетону витримувати цикли заморожування та відтавання. Але в умовах експерименту було виявлено, що підвищення морозостійкості залежить від кількості введеної високодисперсної крейди (рис.5).

Для аналізу впливу застосування високодисперсної крейди застосовувався коефіцієнт морозостійкості, як відношення міцності бетону після повторюваних циклів заморожування та відтавання до міцності бетону, який не піддавався таким діям.

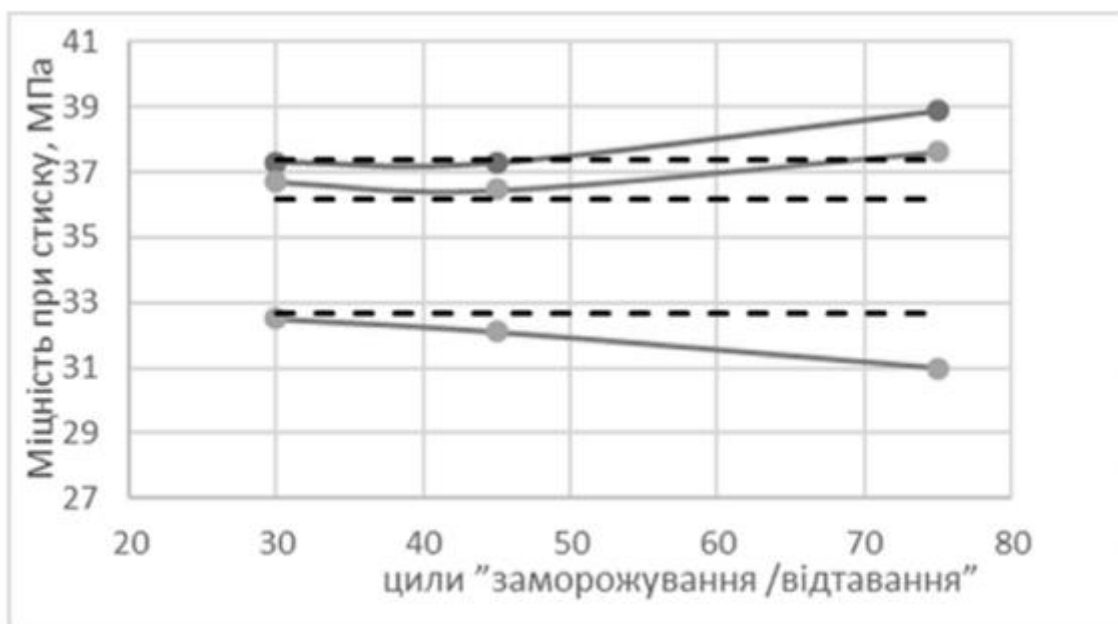


Рис.4. Зміна міцності після 30, 45, 75 циклів "заморожування /відтавання":

■ – KK; ■ – KBЛ; ■ – KB; - - - f_{cm} .

KK – контрольні зразки, KBЛ – зразки бетону з додаванням добавки «Біопласт-1БЛ», KB – зразки бетону з додаванням добавки «Біопласт-1»

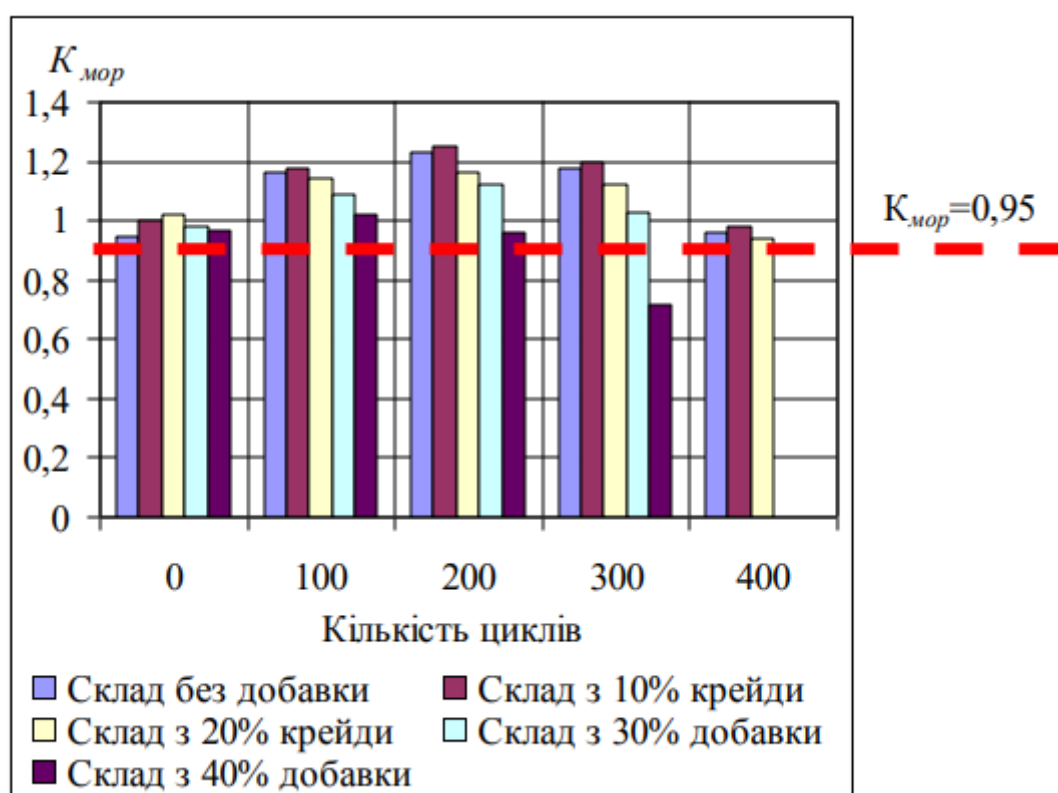


Рис.5. Залежність коефіцієнту морозостійкості від вмісту високодисперсної крейди в бетоні

В роботі [4] здійснений аналіз морозостійкості фібробетону на вуглецевому волокні. Зразки виготовлялися із різним вмістом вуглецевих фібрових волокон – 0,25%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%. А вплив використання таких волокон оцінювався за втратою маси після проведення циклів заморожування-відтавання.

Як видно з рисунку 6, збільшення вмісту вуглецевого волокна у межах експерименту сприяє зменшенню втрати маси зразками. Тобто морозостійкість таких зразків фібробетону вища за звичайний важкий бетон.

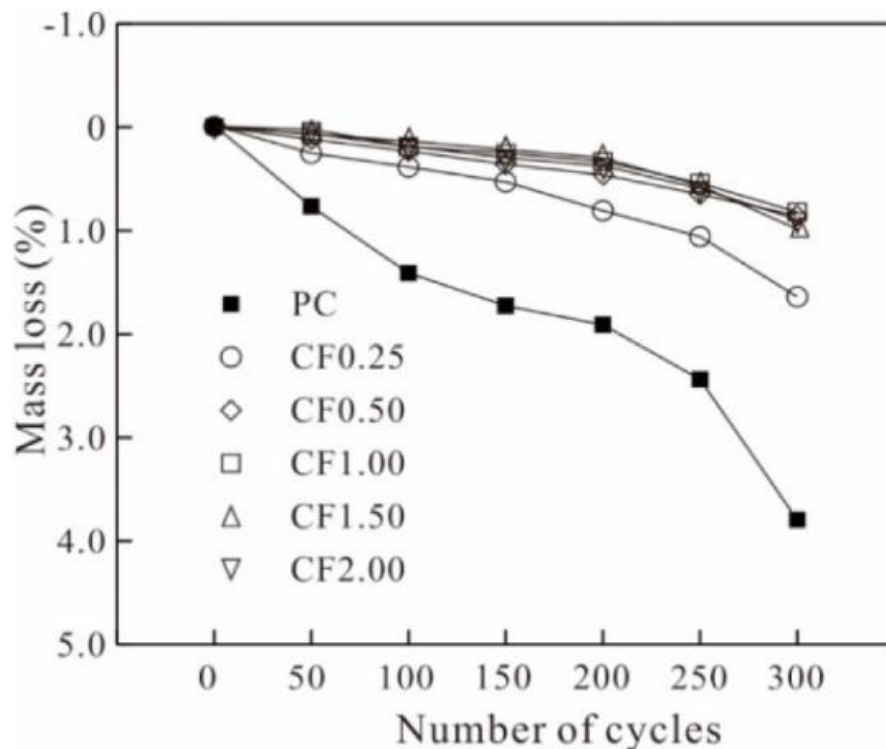


Рис.6. Вплив використання вуглецевого волокна на втрати маси бетону після різних циклів заморожування-відтавання

Висновок

На основі аналізу представлених способів поліпшення морозостійкості важкого бетону, можна зробити висновок, що серед наведених варіантів найбільш доцільним до застосування є використання високодисперсної крейди у складі бетону.

РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА КОНСТРУКЦІЙ

5.1. Технологічні процеси і операції

Ефективна організація технологічного процесу виготовлення ЗЗБ конструкцій є запорукою сталої якості продукції, зменшення витрат та дотримання термінів виробництва. Умови сучасного будівництва потребують високої точності геометричних розмірів та міцності виробів, що досягається завдяки ретельно спланованому та відпрацьованому технологічному циклу. Раціональний розподіл операцій, оптимальне використання обладнання та ресурсів, а також своєчасний контроль якості на кожному етапі дають змогу уникнути появи бракованих виробів і забезпечити конкурентоспроможність продукції – в даному випадку залізобетонних фундаментів стаканного типу марки Ф12.9-2.

Від злагодженості всіх процесів, що відбуваються в межах виробничого циклу, залежить не лише якість готових фундаментів Ф12.9-2, а й продуктивність усього виробництва. Недотримання технологічної послідовності може призвести до дефектів бетону, перевитрати компонентів та комплектуючих та/або простоїв обладнання. Саме тому ефективна організація технологічного процесу при виготовленні фундаментів Ф12.9-2 є ключовим чинником економічності та надійності виготовлення цих збірних залізобетонних виробів.

Загальна схема послідовності виконання технологічних процесів при виготовленні означеної конструкції наведена на рисунку 7. В залежності від прийнятих технологічних рішень для кожного етапу, буде підбиратися відповідне устаткування.

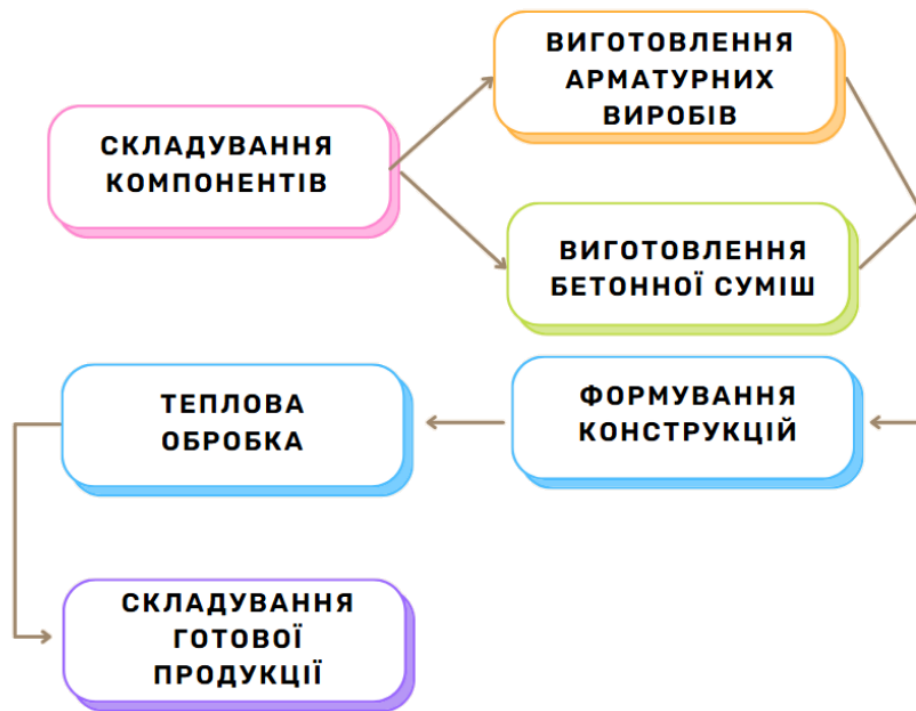


Рис.7. Послідовність виконання технологічних процесів й операцій при виготовленні залізобетонних фундаментів

Починається технологічний цикл з етапу складування компонентів залізобетону. Склад технологічних операцій цього процесу наведений в таблиці 8.

Таблиця 8

Технологічний процес складування компонентів

Технологічний процес	Технологічна операція	Деталі операції
Складування	Розвантаження	Вивантаження компонентів з транспортних засобів
	Зберігання	Зберігання компонентів

Основним обладнанням, задіяним на цьому етапі є розвантажувачі, транспортерні стрічки або конвеєри, вантажопідіймачі.

Наступні два етапи – виготовлення арматурних деталей та виготовлення напівфабрикату бетону (бетонної суміші) відбуваються

паралельно. Склад технологічних операцій цих процесів представлений в таблицях 9 та 10.

Таблиця 9

Технологічний процес виготовлення арматурних виробів

Технологічний процес	Технологічна операція	Деталі операції
Виготовлення арматурних виробів та закладних деталей	Виготовлення арматурних виробів	Очищення арматурної сталі Рівняння арматурної сталі Різання арматурної сталі Зварювання Збирання каркасів
	Виготовлення закладних деталей	Очищення арматурної сталі Рівняння арматурної сталі Різання арматурної сталі Згинання арматурної сталі/Зварювання

Таблиця 10

Технологічний процес виготовлення бетонної суміші

Технологічний процес	Технологічна операція	Деталі операції
Виготовлення бетонної суміші	Дозування компонентів	Відважування необхідної кількості кожного компоненту бетону
	Перемішування компонентів	Змішування компонентів

Основне обладнання, яке буде задіяне в арматурному цеху – згинально-правильне устаткування, прилади для рубки арматури, апаратура для зварювання.

Основне обладнання для виготовлення бетонної суміші – дозатори, естакади, галереї, бетонозмішувачі, приймальні ємності.

Після того, як напівфабрикати для виготовлення залізобетону готові, вони відправляються у ключовий підрозділ – цех формування. При стендовому методі виготовлення особливе значення має послідовність виконання операцій. Чітке дотримання цієї послідовності буде однією із запорок отримання фундаментів під колони Ф12.9-2 заданих розмірів, форми та якості.

Перелік складових процесу формування залізобетонних фундаментів Ф12.9-2 міститься в таблиці 11.

Перелік основних задіяних механізмів та устаткування для роботи цього цеху найширший: кран, набір ручних інструментів, шкребки/піскоструминні апарати, пензлики/розпилювачі, укладачі бетонної суміші/цебри, вібраційне обладнання, гладилки. Вибір конкретного виду механічного та автоматичного оснащення відбувається з огляду на економічні можливості, доцільність застосування, простоту монтажу та обслуговування.

В подальшому сформовані фундаменти піддаються тепловій обробці. Так як задіяна стендова технологія, це можуть бути тепляки, які встановлюють на форми. Цей технологічний процес дозволяє одержати готові фундаменти набагато швидше за природній процес твердіння бетону.

Після ТО конструкції за потреби піддають доробці, а тоді відправляють на зберігання. Зі складу готових виробів фундаменти будуть відправлятися до замовників.

На рисунку 8 зображений узагальнений план розміщення стендових виробничих ліній.

Технологічний процес формування при стендовому способі

Технологічний процес	Технологічна операція	Деталі операції
Формування конструкції	Розкриття форм	Відмикання замків форми та відкидання бортів
	Очищення та змащення форм	Звільнення форми від залишків бетону та бруду та покриття мастилом
	Закриття форм	Підняття бортів форми та замикання замків
	Встановлення арматурних виробів та закладних деталей у форму	Розташування арматурних виробів у проектне положення, з'єднання між собою
	Укладання та ущільнення бетонної суміші	Заповнення форми бетонною сумішшю та ущільнення її
	Опрацювання відформованих конструкцій	Загладжування відкритої поверхні

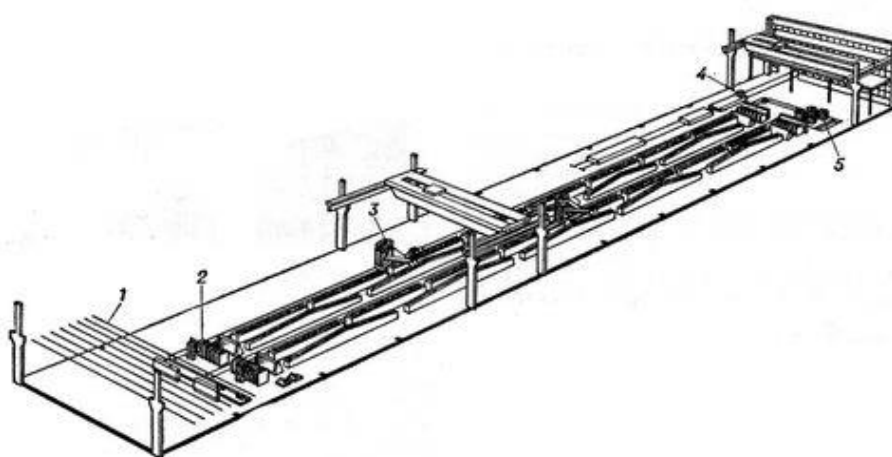


Рис.8. План стендових ліній:

- 1 – естакада для подавання бетону; 2 – гідродомкрат; 3 – бетонороздавальник;
4 – самохідний візок для вивезення готових конструкцій; 5 – бухтотримач

5.2. Характеристика матеріалів та комплектуючих

Фундаменти стаканного типу Ф12.9-2 згідно відповідних проектних рішень будуть виготовлятися з використанням щільного бетону з класом по міцності при стиску С20/25. В розділі «Наукова частина» за основі аналізу сучасних наукових даних було прийнято рішення задля вдосконалення фундаментів стаканного типу Ф12.9-2, в тому числі поліпшення їхньої морозостійкості, використовувати в складі бетону додатковий компонент – крейду з високою дисперсністю. Армуватися фундаменти будуть згідно проектних креслень.

Всі матеріали для виготовлення залізобетонних фундаментів Ф12.9-2 повинні відповідати чинним нормативним документам на відповідні матеріали.

Для виготовлення бетону класу С20/25 буде використаний цемент портландський ПЦ І-500Н. Його характеристики відповідно до [5, 6, 7] наведені таблиці 12.

Таблиця 12

Характеристика цементу

Показник	Значення
Вміст клінкеру в цементі	95-100%
Вміст MgO в клінкері	<5%
Вміст SO ₃	<3,5%
Вміст іонів Cl ⁻	<0,1%
Втрати маси при прожарюванні цементу	<5%
Вміст нерозчинного залишку	<5%
Питома поверхня (залишок на ситі)	<15%
Клас по міцності	52,5R

Міцність при стиску у віці 2 доби	≥ 30 МПа
Міцність стиску у віці 28 діб	$\geq 52,5$ МПа
Початок тужавлення	≥ 45 хвилин
Рівномірність зміни об'єму	≤ 10 мм
Насипна густина	1300 кг/м ³
Істинна густина	3200 кг/м ³

Як заповнювач дрібний буде заснований пісок з кварцових порід. Його характеристики відповідно до [8] наведені таблиці 13.

Таблиця 13

Характеристики піску

Показник	Значення
Вміст аморфних різновидів діоксиду кремнію, що розчиняються у лугах	< 50 ммоль/л
Вміст сірки, сульфідів, сульфатів, у перерахунку на SO ₃	$< 4\%$ за масою
Вміст галоїдних сполук, що містять водорозчинні хлориди, у перерахунку на іон хлору	$< 0,15\%$ за масою
Вміст слюди	$< 2\%$ за масою
Вміст вугілля	$< 1\%$ за масою
Насипна густина	2610 кг/м ³
Істина густина	1370 кг/м ³
Пустотність	42%
Модуль крупності	1
Вміст глинистих і пилоподібних часток	3,8% за масою
Вміст зерен розміром від 5 мм до 10 мм	$< 10\%$ за масою

Вміст зерен розміром більше 10 мм	<0,5% за масою
Вміст у піску зерен, що проходять крізь сито № 016	<20% за масою

Крупним заповнювачем буде дроблений щебінь з граніту. Його характеристики відповідно до [9] наведені таблиці 14.

Таблиця 14

Характеристики щебеню

Показник	Значення
Фракція	2,5-5 мм + 5-10 мм
Вміст аморфних різновидів діоксиду кремнію, що розчиняються у лугах	< 50 ммоль/л
Вміст сірки, сульфідів, сульфатів, у перерахунку на SO ₃	< 1,5% за масою
Вміст піриту	< 4% за масою
Вміст шаруватих силікатів	< 15% за об'ємом
Вміст галоїдних сполук, у перерахунку на іон хлору	< 0,1% за масою
Вміст вільного волокна азбесту	< 0,25% за масою
Вміст вугілля	< 1% за масою
Насипна щільність	1403 кг/м ³
Істинна щільність	2640 кг/м ³
Пустотність	48%
Марка міцності	1000
Вміст глиняних і пилоподібних частинок	0,91%
Кількість зерен лещадної і голкоподібної форми	28,9%

Хімічні характеристики добавки-крейди приведені в таблиці 15.

Таблиця 15

Хімічний склад крейди

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
1,11	0,23	0,12	97,82	0,56	0,16

Показники води для замішування бетону за [10] наведені в таблиці 16.

Таблиця 16

Характеристика води замішування

Показник	Значення
вміст органічних ПАР, фенолів, цукрів	кожного <10%
вміст розчинних солей	<2000 мг/л
Вміст SO ₄	<600 мг/л
Вміст Cl	<350 мг/л
Вміст зважених часток	<200 мг/л
окислюваність	<15 мг/л

Як пластифікатор – ЛСТ (лігносульфонат технічний).

Склад бетону:

- цемент – 360 кг/м³,
- крейда – 36 кг/м³,
- ЛСТ – 0,72 кг/м³,
- пісок – 640 кг/м³,
- щебінь – 1250 кг/м³,
- вода – 166 кг/м³.

Сталь арматурна для виробів для армування повинна відповідати вимогам [11]. Характеристика арматурної сталі приведена в таблицях 17,18.

Таблиця 17

Хімічний склад арматурних сталей

Клас арматурного прокату	Масова частка елементів, %, не більше ніж							C _e , не більше ніж
	вуглець	кремній	марганець	фосфор	сірка	азот	миш'як	
A240C	0,22	0,50	—	0,045	0,045	0,012	0,08	0,50
A400C	0,22	0,50	—	0,045	0,050			0,50

Таблиця 18

Механічні властивості арматурної сталі

Клас арматурного прокату	Гарантована температура електронагрівання, °C	Механічні характеристики					Випробування на згин в холодному стані	
		Границя плинності фізична (умовна) σ_f ($\sigma_{0.2}$), Н/мм ²	Тимчасовий опір σ_s , Н/мм ²	Відношення тимчасового опору до границі плинності σ_s/σ_f ($\sigma_{0.2}$)	Відносне видовження після розривання δ_5 , %	Повне відносне видовження за максимального навантаження δ_{max} , %	Кут згину, град	Діаметр оправки, (d_n — номінальний діаметр прутка)
		не менше ніж або в межах						
A240C	—	240	370	1,25	25	—	180	0,5 d_n
A400C	—	400	500	1,10	16	5,0	90	3 d_n

Арматурні елементи будуть використані наступні (табл. 19).

Таблиця 19

Специфікація арматурних виробів для фундаменту Ф12.9-2

Виріб	Кількість	Склад
Сітка С1	1	Ø10A240 – 14 шт
Сітка С10	3	Ø8A400 – 8 шт
Сітка С11	3	Ø8A400 – 22 шт
Петля УП1-5	2	Ø12A240 – 1
Ø12A400	12	($l=880\text{мм}$)

5.3. Бетонозмішувальний цех

Робота будь якого заводу з виготовлення конструкцій із залізобетону залежить від якості всіх складових залізобетону. Однією з основних складових є бетон, який отримують шляхом поєднання вихідних компонентів – в'язучого (в даному випадку це цемент марки ПЦІ-500Н), заповнювача крупного (в даному випадку використовується щебінь з граніту), заповнювача дрібного (в даному випадку використовується пісок кварцовий), води та певних добавок (з метою поліпшення властивостей бетону та покращення характеристик фундаментів Ф12.9-2 було прийнято вводити до складу бетону крейду, яка відрізняється високою дисперсністю та для поліпшення реологічних характеристик бетонної суміші суперпластифікатор ЛСТ).

Місцем виготовлення бетонної суміші є відповідний підрозділ – бетонний вузол (бетонозмішувальний цех). Організація роботи цеху по виготовленню бетонної суміші повинна бути здійснена таким чином, щоб забезпечити потрібний об'єм суміші для сталої роботи заводу загалом та при цьому обов'язково повинна забезпечуватися відповідна якість бетонного напівфабрикату, що є однією із складових на шляху до досягнення потрібної якості кінцевого продукту – залізобетонного фундаменту під колону прямокутного перетину марки Ф12.9-2. Етапи проектування бетонозмішувального цеху даного заводу схематично відображені на рис. 9. Кожен з цих етапів дає змогу організувати роботу цеху по виготовлення бетонної суміші найбільш ефективним способом.

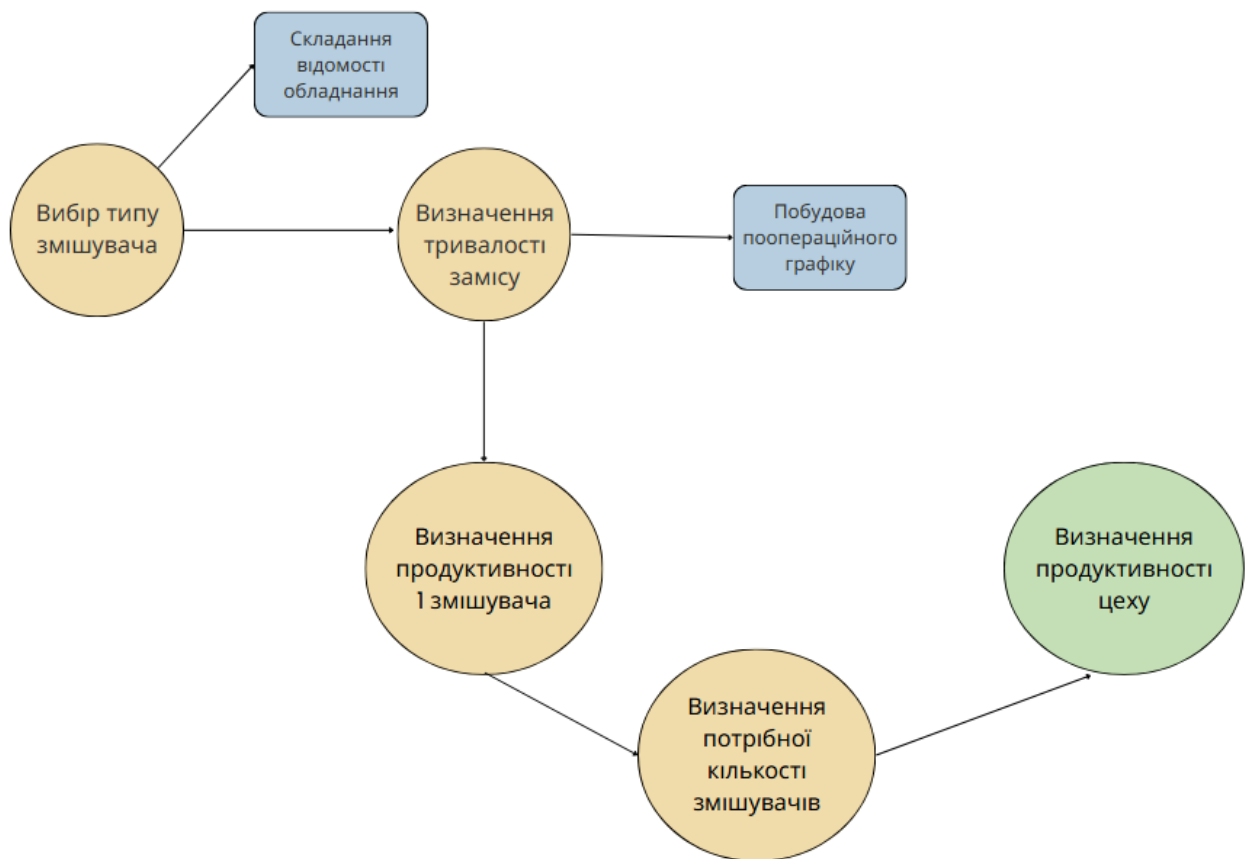


Рис. 9. Проектування роботи бетонозмішувального цеху

1) З огляду на те, що в ході аналізу деяких сучасних наукових джерел, в яких розглядалися способи підвищення характеристик бетону, в тому числі морозостійкості, яка в свою чергу надзвичайно важливим показником для бетону, з якого виготовляються такі конструкції, як фундаменти, було прийнято рішення для даного випадку – виготовлення ЗБ фундаменту Ф12.9-2 – використати як додаткові складники бетону пластифікатор та високодисперсну крейду, вбачається доцільним застосувати для змішування всіх компонентів бетономіксер примусовий. Таке рішення пов'язано з тим, що застосована крейда має дуже дрібні розміри часточок, що ускладнює її рівномірне промішування. А без рівномірного розподілу всіх складових бетону не вдасться забезпечити його високу якість.

2) Обраний тип змішувача впливає на ту кількість часу, який буде витрачатися на здійснення кожного етапу виготовлення бетонної суміші.

Перелік цих етапів із зазначенням їх продовжуваності наведений в таблиці 20.

Таблиця 20

Розрахункова тривалість технологічних операцій по виготовленню
бетонної суміші у гравітаційному змішувачі

Технологічна операція	Тривалість, хв..
Завантаження компонентів в змішувач	2
Перемішування компонентів	2
Вивантаження готової бетонної суміші	1
Повернення змішувача у вихідне положення	0

Відповідно до даних таблиці 20, можна розрахувати загальний час виготовлення 1єї порції суміші:

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

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.

$$t_{\text{ц}} = 2 + 2 + 1 + 0 = 5 \text{ хвилин.}$$

3) На базі отриманих значень (дані таблиці 20 та розраховане $t_{\text{ц}}$) відбувається розробка документу, який передається на виробництво (у змішувальний цех) – поопераційний графік. Завдяки цьому документу виробничники можуть ефективно організувати свою роботу. Такий графік може мати вигляд таблиці. Поопераційний графік для даного випадку зображений на рисунку 10.

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції сек.	Поточний час				
			Професія	Кількість		60	120	180	240	300
Виготовлення бетонної суміші	Завантаження компонентів бетонної суміші	Дозатор	Оператор	1	120					
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	120					
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	60					
Усього					300					

Рис. 10. Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

4) Одна година роботи примусового бетонгоміксеру буде забезпечувати певну кількість бетонної суміші (у кількості замісів):

$$n_{36} = 60 \cdot K_n / t_{\text{ц}}, \text{ шт.}$$

де K_n - коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 0,6 \div 0,8$.

Прийнявши K_n як 0,7, підставляємо відомі значення:

$$n_{36} = 60 \cdot 0,7 / 5 = 8,4 \text{ замісів}$$

На заводі, що проєктується буде встановлений змішувач марки МАСРЕХ 550/750L Planetary Concrete Mixer з об'ємом чаші 550 літрів. Міксер є планетарним, що дає змогу найбільш рівномірно розподілити складові бетонної суміші, що особливо важливо з обраним складом – наявна добавка крейди з дисперсними розмірами часток.

Враховуючи параметри обраного бетономіксеру вираховуємо його годинну продуктивність:

$$P_{\text{год}} = V_{\text{б}} \cdot n_{36} \cdot K_{\text{в}} / 1000, \text{ м}^3/\text{год.},$$

де $V_{\text{б}}$ – ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, л;

n_{36} – кількість замісів, що видається за годину роботи змішувачем;

$K_{\text{в}}$ - коефіцієнт виходу сумішей.

$K_{\text{в}}$ приймається в залежності від типу бетону. Так як бетон є важким, $K_{\text{в}}$ приймається 0,67.

$$P_{\text{год}} = 550 \cdot 8,4 \cdot 0,67 / 1000 = 3,09 \text{ м}^3/\text{год.}$$

5) Потреба у бетономіксеру в бетонозмішувальному цеху вираховується наступним чином:

$$n_{\text{з}}^{\text{р}} = \frac{P_{\text{max}} \cdot K_n}{T_{\text{річ.год}} \cdot P_{\text{год}}}, \text{ шт.},$$

де P_{max} - річна програма випуску виробів, м³.;

$T_{\text{річ.год}}$ - розрахунковий фонд часу, год.;

K_n - коефіцієнт річного використання устаткування (0,5 ÷ 0,8).

Прийнявши K_n як 0,7, $n_{\text{з}}^{\text{р}}$ буде становити:

$$n_3^p = (18000 \cdot 0,7) / (3198 \cdot 3,09) = 1,27.$$

Кількість бетономіксерів може бути лише цілим числом, тож приймаємо 2 міксери та третій на випадок поломок основних міксерів.

6) На базі проведених розрахунків, можна встановити дійсну потужність цеху бетоновиготовлення за рік його роботи:

$$P_{річ} = P_{год} \cdot T_{річ.год} \cdot n_3^p, \text{ М}^3,$$

$$P_{річ} = 3,09 \cdot 3198 \cdot 2 = 19763 \text{ м}^3$$

По факту, в цеху буде вироблятися бетонної суміші більше запланованого обсягу на 9,8%. Таке значення пере випуску є цілком прийнятним. Адже це створить певний резерв по продукції.

7) Складається відомість задіяного устаткування в цеху з виготовлення бетонної суміші (табл. 21).

Таблица 21

Відомість устаткування в бетонозмішувальному цеху

Відділення	Марка обладнання	Кіл.	Продуктивність	Потужність, кВт	Витрати стиснутого повітря, м ³ /хв.
Надбункерне	Пневматичний гвинтовий насос НПВ 36-2	1	36	30	18
	Стрічковий конвеєр ТК-3	1	100	5	18
Дозаторне	Дозатор цементу та крейди АВДЦ-2000М	2			
	Дозатор щебеню 6.011.АД-1600-2БЩ	1			
	Дозатор піску АВДИ-425М	1			
	Дозатор води АВДЖ-2400М	1			
Змішувальне	Змішувач МАСРЕХ 550/750L	2		20,7	

5.4. Арматурний цех

Арматурний цех має за задачу виготовити такі вироби з арматури і закладні деталі в такому обсязі, щоб забезпечити належне армування фундаментів марки Ф12.9-2. І якість цих арматурних виробів разом із якістю бетону зможе забезпечити потрібну якість фундаментів.

Арматура виконує кілька критично важливих функцій, окрім сприйняття розтягу. Вона значно підвищує опірність конструкцій до зсуву і запобігає появі широких тріщин у бетоні. Навіть при нормальній експлуатації в бетоні можуть виникати невеликі тріщини через усадку (тобто, зменшення об'єму при твердінні) або температурні перепади. Арматура, особливо конструктивна, допомагає рівномірно розподілити ці напруження та утримати ширину розкриття тріщин у допустимих межах. Таким чином, армування гарантує не лише несучу здатність елемента, але й його експлуатаційну придатність протягом усього терміну служби, захищаючи бетон від передчасного руйнування та забезпечуючи збереження захисного шару.

На підприємстві, що займається виробництвом залізобетонних фундаментів, передбачений арматурний цех як складовий підрозділ. Його функціонування залежить від того, яке устаткування буде підібране, як будуть організовані внутрішньо цехові процеси, в якому порядку вони виконуватимуться та скільки часу на них знадобиться.

Послідовність здійснення виробничих робіт по виготовлянню виробів з арматурної сталі схематично зображено на рис. 11.

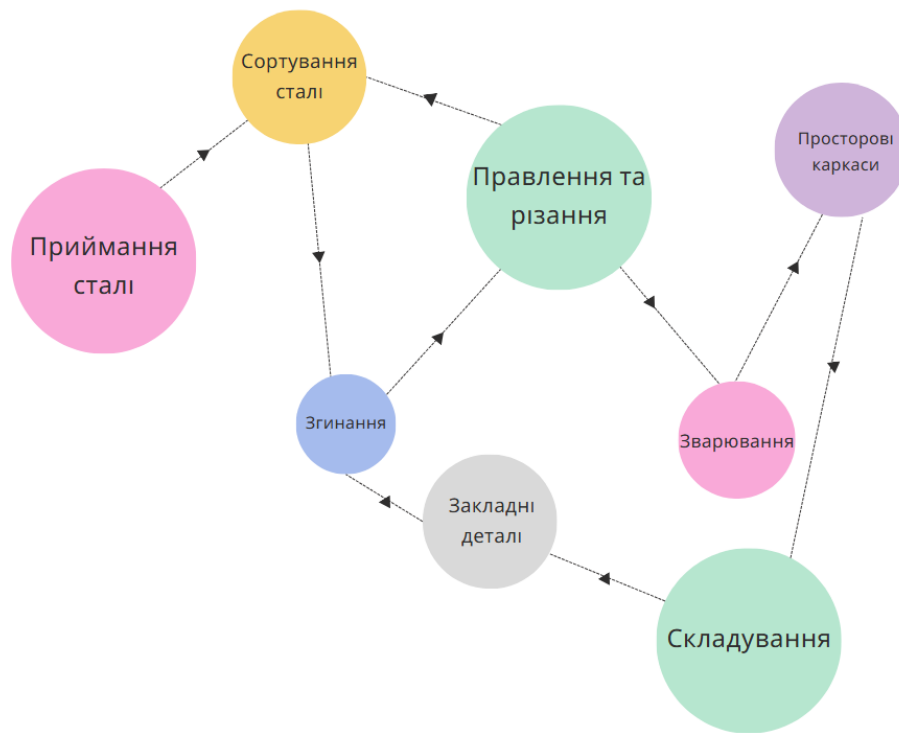


Рис. 11. Послідовність робіт в АЦ

В АЦ сталь для арматури надходить з відповідного складу. На приймальній ділянці її відсортовують по видах та типах та розмірах та профілях. Також тут сталь за потреби чистять від іржі, бруду, запилення.

Далі та сталь, яка призначена для виробництва закладних деталей або інших елементів поступає на спеціальний пост, де піддається згинанню. Це роблять у спеціальному устаткуванні для згинання. І після цього безпосередньо роблять деталі, які відносяться до закладних.

На окремій ділянці виконують інший тип підготовки сталі – її піддають випрямлянню. Виправлену заготовку ряблять на відрізки різної довжини, в залежності від того, стрижні та прутки якого розміру за кресленнями потрібні для виготовлення виробів арматурних. Цю операцію зазвичай виконують у спеціально призначених для цього агрегатах – правильно-відрізних.

Підготовлені таким чином стрижні будуть використані або як самостійні елементи для армування, або їх з'єднують у такі вироби як сітки чи плоскі каркаси. Роблять це шляхом зварювання або інколи зв'язування. Зварні машини можуть бути різного типу – річні чи автоматичні.

Автоматичні мають більшу продуктивність і можуть з'єднувати зваркою відразу багато точок сполучення. Вибір апаратів для варіння сталі роблять виходячи з потрібної продуктивності, типу виготовлюваних виробів.

Якщо за схемою армування передбачено використання об'ємних виробів – просторових каркасів, підготовлені заготовки об'єднують у вироби певного розміру та конфігурації.

Всі вироби, які були отримані в ході роботи АЦ складають у спеціально призначеній для цього ділянці – зоні зберігання готових арм.виробів.

Зважаючи на те, що дане підприємство випускатиме фундаменти марки Ф12.9-2, армування яких здійснюється сітками (С-1, С-10, С-11), потрібно буде підготувати сталь (очистка, правка), розрубати на прутки певної довжини (для кожної сітки свої розміри) та зварити їх між собою.

Також будуть використовуватися стропальні петлі УП1-5, для яких заготівки відповідної довжини зі сталі діаметру 12 міліметрів класу А240С згинають певним чином. Тривалість здійснення основних процесів по виробництву арматурних виробів в АЦ відбивається у поопераційному графіку (рис.12).

Відомість задіяного обладнання в АЦ подана в таблиці 22.

Таблиця 22

Відомість обладнання арматурного цеху

Технологічний пост	Обладнання	Кількість	Продуктивність	Потужність
Заготувальний	Станок для нарізання арматурної сталі	1		3 кВт
	Правильно-відрізний станок	1		29 кВт
Зварювальний	Підвісний зварювальний апарат	2	80 м/хв	165 кВт·А

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Термін операції, хв.	Поточний час, хв.														
			професія	кількість		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Заготування	Очищення, правлення та різання арматури	Правильно-відрізна машина	Арматурник	2	5															
	Зварювання каркасів	Машина для контактного точкового зварювання	Оператор	2	10															
	Гнуття арматури	Станок для гнуття арматури	Арматурник	2	5															
Усього					20															

Рис.12. Поопераційний графік виготовлення арматурних виробів

5.5. Формувальний цех

Безпосереднє створення залізобетонних конструкцій відбувається у призначеному для цього підрозділі – формувальному цеху. Тут відбувається поєднання двох напівфабрикатних матеріалів – бетону та металу – у суцільний матеріал – залізобетон. Цьому матеріалу надають певної конфігурації та розмірів, які відповідають заданим в проекті конструкції параметрам. Виконувані технологічні операції в цьому цеху напряду задають якісних та експлуатаційних характеристик майбутній конструкції. Тому вони повинні бути зорганізовані якомога найефективніше. Роботи виконують такого характеру та в тій черзі, що відповідає обраному методу виробництва. для виробництва фундаментів Ф12.9-2 був обраний спосіб з використанням стендів (розділ 2).

Деталізований перелік операцій, які будуть здійснюватися на заводі по виробництву фундаментів Ф12.9-2 наведений в табл. 23.

Поопераційні нормалі при організації виготовлення залізобетонних конструкцій представляють собою встановлені нормативні показники часу, трудомісткості та послідовності виконання окремих технологічних операцій, що відображають оптимальний порядок і тривалість робіт. Вони використовуються для планування виробничого процесу, складання графіків завантаження обладнання та робітників, а також для визначення ефективності організації праці. Завдяки поопераційним нормалям забезпечується ритмічність виробництва, знижується ймовірність простоїв і досягається раціональне використання ресурсів.

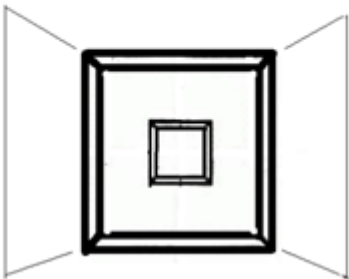
Склад робіт по формуванню фундаментів Ф12.9-2

Склад робіт	Тривалість
Розкриття пропарювальної камери	6
Вивантаження форм з пропарювальної камери	2
Розформування виробів	4
Вилучення виробів з подачею в зону охолодження, оздоблення або на візок	5
Подача виробів на склад готової продукції	2
Очищення форм	4
Змашення форм	3
Установка та складання форм	8
Установка арматурних каркасів в форму зі встановленням монтажних петель	3
Укладання, розрівнювання та ущільнення бетонної суміші вібруванням	19
Вирівнювання та загладжування відкритих поверхонь	4
Завантаження форм в пропарювальну камеру	3
Закриття пропарювальної камери	7
Усього	70

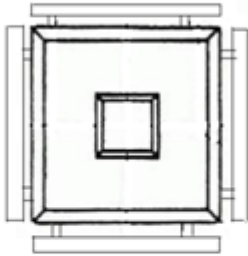
Поопераційні нормалі формування фундаментів під колону приведені нижче.

На базі відомостей з цих нормалей відбувається розробка поопераційного графіку виготовлення фундаментів Ф12.9-2. Графік відображений на рисунку 13. Далі складається тижнево-добовий графік (рис. 14).

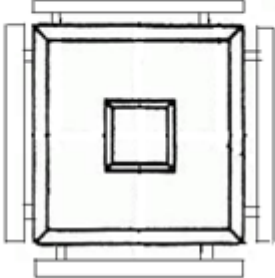
Поопераційна нормаль №1

Найменування операцій – розкриття стенду						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Кришка стенду повинна бути повністю знята та знаходитися у горизонтальному положенні		
				III Умови безпеки праці		
				Працівники мають знаходитися на безпечній відстані при розкритті стенду		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Строповка кришки стенду 2.Перенесення кришки стенду 3. Опускання та укладання кришки стенду	2	Формувальник	3	8,9	Кран	

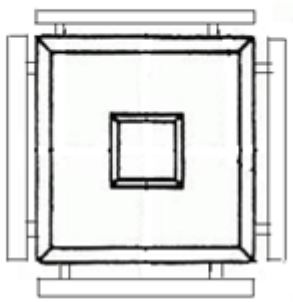
Поопераційна нормаль №2

Найменування операцій - розформування виробу						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Борти форми повинні бути повністю розкритими та знаходитися у горизонтальному положенні		
				III Умови безпеки праці Працівники мають знаходитися на безпечній відстані при опусканні бортів форми у горизонтальне положення Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Розкріпити борти 2.Опустити борти	2	Формувальник	3	15,6	Гайковий ключ кран	

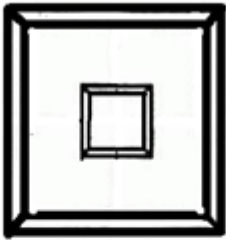
Поопераційна нормаль №3

Найменування операцій - очистка форми						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				На поверхні форми не повинно бути залишків бетону		
				III Умови безпеки праці		
				Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Очистка форми вручну від залишків бетону 2. Збірка відходів у контейнер	2	Формувальник	2	11	Шкрепки, металеві щітки	Візуально перевіряють наявність залишків бетону

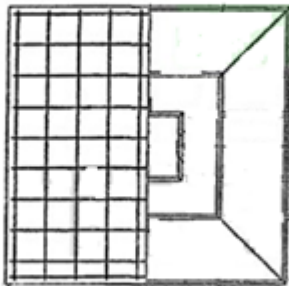
Поопераційна нормаль №4

Найменування операцій - Змащування форм						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Форма має бути ретельно, повністю змащена		
				III Умови безпеки праці Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Заправка розпилювача 2.Змащування форми	2	Формувальник	2	9	Розпилювач	Візуально перевіряють щоб не було ділянок поверхні не змащених маслом

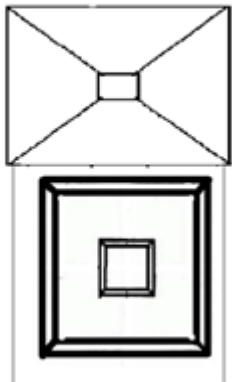
Поопераційна нормаль №5

Найменування операцій - Збирання форми						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Борти форми повинні бути повністю закритими та знаходитися у вертикальному положенні		
				III Умови безпеки праці		
				Працівники мають знаходитися на безпечній відстані при підйманні бортів форми у вертикальне положення, бути одягнені у спец. одяг, рукавиці		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Підймання бортів форми 2.Установлення їх у проектне положення 3. Закріплення за допомогою крану	2	Формувальник	3	22,4	Гайковий ключ кран	Контроль замків форми, наявності щілин між бортами та між бортами і піддоном, геометричн і форми

Поопераційна нормаль №6

Найменування операцій - Укладання арматури у форму						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Сітки повинні встановлюватися згідно з проектом		
				III Умови безпеки праці Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, не знаходитися у зоні руху сіток.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Підвезення краном арматури до робочого місця 2. Установка арматурних сіток у форму 3. Закріплення арматурних елементів між собою штирями у проектному положенні	2	Формувальник	3	9,7	Мостовий кран	Контролюють розташування сіток та монтажних петель

Поопераційна нормаль №7

Найменування операцій - Укладання, ущільнення, розрівнювання бетонної суміші						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Бетонна суміш повинна бути укладена так, щоб вона не розшарувалась. Бетонна суміш повинна ущільнитися та прийняти форму виробу		
				III Умови безпеки праці Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, мають знаходитися на безпечній відстані від форми		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол.-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Керування бетоноукладачем з пульту керування	1	Машиніст формувального агрегату	5	61,8	Бетоноукладач, гладилки	Контроль за розшаруванням бетонної суміші, за заповненням бетонною сумішшю форми. Контроль ступеня ущільнення бетонної суміші, прийняттям формою виробу
2. Подавання бетоноукладача до форми 3. Укладання бетонної суміші у форму бетоноукладачем, ущільнення та розрівнювання її по формі 4. Установка бетоноукладача у вихідне положення	2	Формувальник	3			

Технологічна операція	Склад робіт	Робітники			Час виконання, хв	Тривалість, хв										
		професія	розряд	кількість		6	8	12	19	23	26	34	37	56	60	70
Розформування виробу	Розкриття пропар. камери	формувальник	3	2	6											
	Вивантаження форм	формувальник	3	2	2											
	Розформування виробів	формувальник	3	2	4											
	Виймання виробу Подача виробу на склад	формувальник	3	2	5 2											
Чищення, змащення, збирання форм	Очищення	формувальник	2	2	4											
	Змащення	формувальник	2	2	3											
	Установка та складання форм	формувальник	3	2	8											
Армування	Установка арматурних каркасів в форму	формувальник	3	2	3											
Бетонування	Укладання, ущільнення, розрівнювання бетонної суміші	формувальник	3	2	19											
Обробка	Вирівнювання та загладжування поверхонь	формувальник	3	2	4											
	Завантаження форми в камеру та закриття камери	формувальник	3	2	10											
					70											

Рис. 13. Поопераційний графік формування фундаментів Ф12.9-2

Склад робіт	Час виконання, хв.	Тривалість виконання, хв.												
		13	26	96	102	172	232	302	308	378	384	454	467	480
Підготовчі роботи	13													
Обслуговування робочого місця	13													
Виріб 1	70													
Технол. перерва	6													
Виріб 2	70													
Обідня перерва	60													
Виріб 3	70													
Технол. перерва	6													
Виріб 4	70													
Технологічна перерва	6													
Виріб 5	70													
Обслуговування робочого місця	13													
Завершальні роботи	13													
	480													

Рис. 14. Тижнево-добовий графік

5.5.3 Розрахунок потужності технологічної лінії

Відповідно до планованої кількості фундаментів Ф12.9-2 на рік розраховуємо потужність однієї виробничої лінії у формувальному цеху:

$$N_{\text{вир}}^3 = N^3 / T_{\text{річ}} \cdot n_{\text{зм}}$$

де N^3 – це планована кількість конструкцій на рік, шт./рік

$T_{\text{річ}}$ – річний час роботи устаткування діб;

$n_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін на одну добу.

$$N_{\text{вир}}^3 = 21687/253 \cdot 2 = 42,9 \text{ штук на добу.}$$

З врахуванням того, що з рисунку 14 (тижнево-добового графіку) видно, що за одну зміну на одній формувальній лінії виготовлятиметься 5 фундаментів, то розрахунок чисельності необхідних виробничих ліній в цеху формування виглядає як:

$$42,9:5 \approx 9 \text{ ліній}$$

5.5.4. Розрахунок загального часу виготовлення планового об'єму продукції

Реальна потужність заводу з випуску фундаментів під колону Ф12.9-2 буде залежати від числа виготовлюваних за одну зміну фундаментів, скільки ліній буде працювати одночасно та показників фонду робочого часу::

$$\langle N_{\text{д}} = N_{\text{вир}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot n_{\text{л}}^p \cdot T_{\text{річ}},$$

де $N_{\text{вир}}$ – кількість виробів в одну зміну згідно тижнево-добового графіку;

$n_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін;

$n_{\text{л}}^p$ – кількість технологічних ліній;

$T_{\text{річ}}$ – річний фонд часу роботи устаткування, діб» [1].

$$N_{il} = 5 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 253 = 22770 \text{ шт.}$$

З врахуванням цього значення, реальний річний об'єм (у метрах кубічних) випуску фундаментів Ф12.9-2 вираховують як:

$$P_i = N_{il} \cdot V_{\text{вир}}, \text{ м}^3,$$

де N_{il} – фактична виробнича потужність у кількості одиниць виробів однієї технологічної лінії;

$V_{\text{вир}}$ – об'єм виробу, м^3 .

$$P_i = 22770 \cdot 0,83 = 18899,1 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Цей показник більше за плановані обсяги на 5%.

РОЗДІЛ 6. СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Для того щоб завод з випуску фундаментів Ф12.-2 міг працювати безперебійно необхідно передбачити у його складі відділення для зберігання всіх складників та комплектуючих матеріалів – склади. Для кожного виду матеріалу чи напівфабрикату варто відводити окреме місце для збігання. При цьому повинні забезпечуватися відповідні умови збереження, які відповідають документам, що є нормативними на відповідний вид матеріалу. Обсяги складів будуть залежати від обсягів використання того чи іншого компоненту.

6.1 Розрахунок потреби в компонентах й комплектуючих

Витрата всіх складових бетону, з якого будуть виготовлятися фундаменти на даному заводі приведена в таблиці 24.

Таблиця 24

Відомість в потребі компонентів бетону

Компонент	Одиниця виміру	Потреба		
		1 кг/м ³	змiна	доба
Цемент М500	кг	360	8899,2	17798,4
Пісок	кг	640	15820,8	31641,6
Щебiнь	кг	1250	30900	61800
Вода	кг	166	4003,4	8006,8
Високодисперсна крейда	кг	36	889,92	1779,84
Суперпластифікатор	кг	0,72	17,79	35,58

Відомість витрати важкої бетонної суміші для виготовлення фундаментів Ф12.9-2 на даному заводі відображена в таблиці 25.

Таблиця 25

Відомість в потребі бетонної суміші

Клас бетону	Необхідна кількість за годину, м ³	Необхідна кількість в зміну, м ³	Необхідна кількість в добу, м ³	Необхідна кількість на рік, м ³
С 20/25	3,09	19,53	39,1	9881,6

Для того, щоб розуміти, скільки сталі для арматурних виробів буде витрачатися на даному заводі складається відповідна відомість (табл. 26).

Відомість потреби в арматурній сталі

Арматурна сталь	Потреба у арматурній сталі, кг			
	у зміну	у добу	у місяць	на рік
Арматурна сталь А-I Ø10	445,5	891	18785,3	225423
Арматурна сталь А-III Ø8	553,5	1107	23339,3	280071
Арматурна сталь А-I Ø12	37,8	75,6	1593,9	19126,8

6.2. Склади в'яжучих речовин

Так як обсяги виготовлення ЗБ конструкцій на даному заводі не є великими, тож доставлення цементу ПЦ І-500Н варто організовувати за допомогою автомобільного транспорту. Тож тип складу для цементу є притрасовим.

Відповідно до [12], на складі в'яжучих речовин повинні дотримуватися певні умови. Одними з найголовніших з них є:

- фасування різних типів та марок у окремі ємності;
- наявність пиловловлювачів та пило осаджувачів;
- певний запас (7 діб з огляду на спосіб доставки – автомобільний);
- герметичність;
- запобігання змішуванню;
- запобігання злежуванню.

Ємкість складу для в'язучої речовини визначається як:

$$V = (Ц \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5) / \gamma_в, \text{ м}^3$$

де Ц – витрата в'язучого в бетоні на добу, кг/м³;

n – запас зберігання в'язучого (приймаємо 7 діб);

K₁ – коефіцієнт нерівномірності надходження цементу на склад, (приймаємо 1,4);

K₂ – коефіцієнт нерівномірності споживання цементу (приймаємо 1,4);

K₃ – коефіцієнт можливих втрат цементу при розвантаженні (приймаємо 1,04);

K₄ – коефіцієнт використання технологічного устаткування (приймаємо 0,943);

K₅ – коефіцієнт заповнення ємності складу (дорівнює 0,9);

γ_в – щільність цементу в насипному стані (приймаємо 1000 кг/м³)

$$V = (17798,4 \cdot 7 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9) / 1000 = 215,5 \text{ м}^3$$

Враховуючи обчислену ємкість складу, доцільно використати типовий проект 409-29-62. В ньому передбачено 4 силосів по 60 тон ємністю кожен. Площа такого складу становить 180 м².

Склад для крейди високої дисперсності буде мати наступний об'єм:

$$V = (3240 \cdot 7 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9) / 470 = 83,48 \text{ м}^3$$

Приймаємо, що силос для зберігання високодисперсної крейди матиме площу 100 м².

6.3 Склади заповнювачів

У Настанові з проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів [12] вказано, що для таких компонентів для бетону як «заповнювачі» повинні бути передбачені окремі відділення на складі для кожного типу, виду, фракції і т.д. Склади обладнуються необхідним устаткуванням, наприклад, конвеєрами, транспортерами, передавальними пристроями.

З огляду на плановану кількість ЗБ конструкцій на даному заводі, можлива організація постачання заповнювачів у автомобільних вантажівках. Тож склади мають бути притрасовими. Відповідно запасатися заповнювачами будуть на сім діб роботи. Щоб забезпечити дотримання належного збереження заповнювачів, склади будуть напівзакритими.

При визначенні обсягу складу враховують його добову потребу:

$$V = 3 \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 / \Pi_3, \text{ м}^3$$

де 3 – витрата крупного заповнювача у бетоні на добу, кг ;

n – нормативний запас збереження заповнювача (приймаємо 7 діб);

K_1 – коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад (приймаємо 1,4);

K_2 – коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача (приймаємо 1,4);

K_3 – коефіцієнт можливих утрат заповнювача при розвантаженні (приймаємо 1,04);

K_4 – коефіцієнт використання технологічного устаткування (приймаємо 0,943);

Π_3 – щільність заповнювача в насипному стані

Визначення ємності складу піску:

$$V = 31641,6 \cdot 7 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 / 1370 = 310,8 \text{ м}^3$$

Визначення ємності складу щебеню:

$$V = 61800 \cdot 7 \cdot 1,4 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 / 1403 = 592,7 \text{ м}^3$$

6.4. Склади арматури та арматурних виробів

Для того щоб завод з виготовлення фундаментів Ф12.9-2 міг стало та ефективно працювати, слід передбачити відповідне місце, де буде зберігатися сталь для арматурних виробів. Умови організації складу викладені в [12]. Так, кожен вид сталі повинен мати своє місце на складі. Окрім того, для зручності пересування вантажів на складі буде використовуватися спеціалізоване устаткування для підйому та пересування (в даному випадку – мостовий кран) . Ще однією обов’язковою умовою є захист сталі від бруду та пилу, стеження за станом сталі (наявність іржі).

Для виробництва фундаментів Ф12.9-2 потрібно три види сталі – класу АІІІ діаметром вісім міліметрів, класу АІ діаметром десять міліметрів та класу АІ діаметром дванадцять міліметрів. Вся сталь приїздитиме у мотках. Вбачається доцільним постачання бухт сталі на автомобільному транспорті.

Мотки арматурної сталі будуть розкладатися штабелями таким чином, щоб на один метр квадратний складу приходилося не більше 1,2 тони. З врахуванням цього, площа, яку будуть займати мотки кожного виду сталі вираховують як:

$$S_{ai} = N_{xp} \cdot K_n \cdot Q_c / P_i, \text{ м}^2$$

де Q_c - добова витрата арматури даного виду;

K_n - коефіцієнт, що враховує збільшення площі складу на проходи при збереженні арматури на стелажах:

- при ємності складу до 500 тн - 3;

- при ємності складу понад 500 тн - 2;

N_{xp} - термін збереження арматури на складі, 25 діб.

P_i - маса сталі, розміщеної на 1 м² площі ;

Відділення складування АІØ10:

$$S_{AIØ10} = 25 \cdot 3 \cdot 891 / 1200 = 55,69 \text{ м}^2$$

Відділення складування АІІІØ8:

$$S_{AIIIØ8} = 25 \cdot 3 \cdot 1107 / 1200 = 69,19 \text{ м}^2$$

Відділення складування АІØ12:

$$S_{AIØ12} = 25 \cdot 3 \cdot 75,6 / 1200 = 4,73 \text{ м}^2$$

Площа ділянок, які призначені для збереження тих арматурних елементів, які будуть використовуватися для формування фундаментів Ф12.9-2, вираховують виходячи з того, що за даними [12] на одному метрі квадратному повинно складуватися не більше десяти кілограм виробів, які мають діаметр вісім та десять міліметрів на один метр квадратний площі, а вироби діаметром 12 міліметрів – п'ятдесят кілограм на один метр квадратний. Тож площа ділянки розміщення сіток С1 становитиме 44,55 м², для розміщення сіток С10 – 12,15 м², для розміщення сіток С11 – 43,2 м², для розміщення петель УП1-5 – 3,78 м².

Загалом площа складу для арматурних заготовок та готових виробів з арматури вираховується сумуванням всіх площ необхідних ділянок зі врахуванням розміру проїздів та проходів між ділянками:

$$S_a = (55,69 + 69,19 + 4,73 + 44,55 + 12,15 + 43,2 + 3,78) \cdot 1,5 = 350 \text{ м}^2$$

6.5 Склад готової продукції

Відділення, де буде відбуватися зберігання виготовлених залізобетонних фундаментів Ф12.9-2 (склад готової продукції) повинно бути запроектоване таким чином, щоб конструкції, які знаходяться в цьому відділенні не втрачали своїх якісних характеристик протягом усього терміну їх зберігання. Загальні правила зберігання готових фундаментів та вимоги до цього процесу викладені у відповідних нормативних документах [12, 13, 14].

Складування готових фундаментів на даному заводі буде виконуватися у вигляді штабелів. Між рядами фундаментів в штабелі будуть прокладатися прокладки. Штабелі будуть висотою 1,86 м з врахуванням товщини прокладок. Між штабелями запроектовані проїзди для вантажного обладнання та проходи (1 м). При цьому обов'язково потрібно виключити всі впливи, які можуть призвести до зіпсування конструкцій. Підйомно-завантажувальні роботи мають здійснюватися відповідним устаткуванням з використанням стропів або траверс. На даному складі працюватиме мостовий кран.

На складі передбачено зберігання готових фундаментів Ф12.9-2 із запасом на 14 робочих днів.

Площу, яку будуть займати виготовлені ЗБ фундаменти розраховують як:

$$S = S_p \cdot T_{xp} \cdot K_1 \cdot K_2, \text{ м}^2$$

де S_p - площа, яку займає один виріб;

T_{xp} - нормативний запас збереження;

K_1 – коефіцієнт збільшення площі складу;

K_2 – коефіцієнт збільшення площі складу, який враховує проїзди й площу під коліями мостового крану, візків, а також площі для проїзду автомашин та під залізничні колії

K_1 становить 1,5, а K_2 – 1,3 (тому що використовується мостовий кран на складі).

$$S = 1,44 \cdot 14 \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 39,3 \text{ м}^2$$

6.6. Матеріально-технічні склади та склади комплектуючих

У даному складському відділенні зберігатимуться різні комплектувальні елементи, допоміжні засоби, запасні деталі, мастильні речовини і таке інше. Тут же будуть відводитися місця для робочих місць працівників, що ведуть облік матеріалів та комплектувальних.

Параметри розміщення збережених комплектуючих повинні відповідати вимогам норм [12, 14] та наведені у таблиці 27.

Таблиця 27

Будівельні параметри матеріально-технічного складу

Параметр	Значення
Мінімальна ширина проїзду для одностороннього руху транспорту без розвороту	на 600 мм більше ніж ширина транспорту (з урахуванням транспортного вантажу)
Оглядові проходи	- між стіною і стелажми не менше 200 мм; - між штабелями і будівельними конструкціями не менше 800 мм; - між штабелями або стелажми, між штабелями і стропувальними пристроями не менше 1000 мм
Ширина робочої зони біля обладнання і робочих місць	не менше 900 мм

РОЗДІЛ 7. ЛАБОРАТОРІЯ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Контроль якості у виробництві залізобетонних конструкцій є однією з ключових складових технологічного процесу, що забезпечує надійність, довговічність і безпечну експлуатацію готових виробів. Його метою є своєчасне виявлення відхилень від установлених вимог нормативної документації, попередження появи дефектів і гарантування стабільності показників міцності, морозостійкості, водонепроникності та інших властивостей бетону та арматури.

Система контролю якості охоплює всі етапи виробничого процесу – від приймання сировинних матеріалів (цементу, заповнювачів, води, хімічних добавок, арматури) до перевірки готових залізобетонних виробів перед відвантаженням. Вона передбачає проведення вхідного, операційного та приймального контролю, а також регулярний технічний нагляд за дотриманням технологічних режимів.

Ефективна організація контролю якості дозволяє зменшити кількість браку, підвищити культуру виробництва та конкурентоспроможність продукції заводу. Наявність чітко регламентованої системи перевірок, лабораторних випробувань і протоколів контролю сприяє стабільній роботі підприємства та забезпечує відповідність готових конструкцій чинним державним стандартам і технічним умовам.

Загалом контроль якості складається з трьох основних частин (рис. 15). Для досягнення найвищої результативності та оптимізації контроль якості повинен включати всі три частини. Адже кожна з них має свою важливу роль.

За проведення процедур з контролювання якості відповідають спеціально призначені для цього підрозділи, такі як заводська лабораторія та/або ВТК (відділ технічного контролю).

Параметри контролю кожної складової описані в таблиці 28.



Рис. 15 «Піраміда» контролю якості

Таблиця 28

Організація виробничого контролю якості

Вид контролю	Параметри матеріалів, процесів та виробів, що контролюються	Виконавці
Вхідний	Перевірка відповідності вимогам нормативних документів сировини, матеріалів та напівфабрикатів	Лабораторія
Поопераційний	Контроль якості при виготовленні бетонних сумішей, мастик, змащувальних матеріалів, добавок	Лабораторія
	Контроль якості при виготовленні арматурних виробів та закладних елементів	Лабораторія, відділ технічного контролю (ВТК)
	Контроль якості при формуванні виробів	Лабораторія, ВТК
	Контроль ТО виробів	Лабораторія
Приймальний	Контроль якості готових виробів	ВТК, лабораторія
	Контроль складування готових виробів	ВТК

При позитивних результатах вхідного контролю, компоненти допускаються до виробництва. При позитивних результатах приймального контролю – допускається відвантаження конструкцій споживачам.

Поопераційний контроль дає змогу коригувати за потреби виконання технологічних дій.

Всі дії, які стосуються контролю якості зібрані в карту контролювання якості (таблиця 29).

Таблиця 29

Контроль якості технологічних операцій та виробів

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Стан формувального устаткування, вібраторів	Арматурні роботи	Зварювальні роботи	Установка й закріплення сіток, стріповочних 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. Копіювання віброплощадки 2. Технічний стан устаткування	1. Марка сталі 2. Відповідність розмірів арматури робочим кресленням 3. Зварювання стрижнів і сіток 4. Антикорозійний захист	1. Механічна міцність 2. Розміри швів 3. Співзв'язність стрижнів 4. Наявність дефектів	1. Відповідність робочим кресленням 2. захисний шар 3. Укладання литовального шару 4. Положення арматурного каркаса	1. Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція 4. Температура	1. Відповідність форм проєктивним розмірам 2. Якість очищення й змащення форм 3. Якість емульсії	1. Товщина шару 2. Час віброутіснення 3. Щільність укладання 4. Міцність бетону 5. Об'ємна маса	Дотримання заданого тепло-вологісного режиму	1. Зовнішній вигляд 2. Наявність дефектів 3. Відповідність розташування виробів схемі складування
Місце контролю	Цех	Пости формування й натягу. Лабораторія	Арматурний цех	Зварювальний пост. Лабораторія	Пост формування	Дозатори Бетономішувачі	1. Пост розпалубки 2. Місце збірки перед укладанням бетонної суміші . 3. Ємність	1—3. Пост формування 4—5. Лабораторія	Цех	Пост розпалубки, склад готової продукції
Метод і засоби контролю	Порівняння із проєктом	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 і 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. Поштучно 2. Раз у зміну. Вибірка 3. Раз на місяць	1.2. Поштучно 3, 5. Раз у зміну. Партія 4, 5. Серія контрольних кубів	У проєкті обробки через 2 год. Партія в камері	1,2. Поштучно 3, 2 рази в зміну. Партія
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТБ	1. Майстер ВТБ 2. Механік . Енергетик	1-2. Майстер 3. Лаборант	1. Лаборант 2-4 майстер	Майстер, ВТБ	1-4 Лаборант 2 Оператор	1. Майстер, ВТБ 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 сківані роботи	Журнал лабораторних випробувань	Журнал стану форм	Журнал лабораторних випробувань	Журнал теплової обробки	Журнал здачі готової продукції
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник ВТБ	Начальник ВТБ, головний механік, головний енергетик	Начальник арматурного цеху	Начальник цеху	Начальник цеху	Зав. лабораторією, Начальник бетономішувального цеху	начальник цеху	Начальник цеху, зав. Лабораторією	Зав. лабораторією, начальник паросилового цеху	Начальник цеху

РОЗДІЛ 8. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, СТИСЛОМУ ПОВІТРІ, ПАРІ, ВОДІ

Заводу з виготовлення фундаментів Ф12.9-2 знадобиться електрична енергія не тільки на технологічні, а й на побутові потреби. Адже на заводі має бути належне освітлення, як вуличне, так і в приміщеннях.

Окрім електричного ресурсу, виробничий процес потребує стиснутого повітря, парової енергії (для теплової обробки), а також вода, яка також буде витрачатися не тільки на сам процес виробництва, але й для обслуговування робітників.

Стиснутого повітря знадобиться $44,4 \text{ м}^3/\text{хв.}$, а пари – 187 кг/м^3 .

Розподіл витрачання електрики по виробничим дільницям приведений в таблиці 30.

Таблиця 30

Розподіл споживання електроенергії

Цех	Устаткування	Кількість	Встановлена потужність кВт
Склад цементу	Розвантажувально-передавальне обладнання	1	42,8
Склад заповнювачів	Розвантажувально-передавальне обладнання	1	231
Бетонозмішувальний цех	1) Пневматичний гвинтовий насос	1	30
	2) Стрічковий конвеєр	1	5
	3) Бетонозмішувачі	2	3

Арматурний цех	1) Станок для нарізання арматурної сталі	1	3
	2) Правильно-відрізний станок	1	29
	3) Підвісний зварний апарат МТПГ-150-2	2	165 кВ·А
	4) Мостовий кран вантажопідйомністю до 10 т	2	25
	5) Візок для вивозу готової продукції	1	7,3
Формувальний цех	1) Формувальна лінія	2	400
	2) Візок для вивозу готової продукції СМЖ-151А	1	5,5
Склад готової продукції	Мостовий кран вантажопідйомністю до 10 т	2	20
Лабораторія	Випробувальне обладнання	1	4,3
Адміністративно-побутовий комплекс	Освітлювальні прилади		124,45
Усього	1095,35		

РОЗДІЛ 9. ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖОПОТОКІВ

Ефективна організація вантажопотоків є одним із ключових чинників раціональної роботи промислового підприємства, зокрема заводу з виготовлення збірних залізобетонних фундаментів Ф12.9-2. Вантажопотоки представляють собою сукупність переміщень компонентів, напівфабрикатів, готових конструкцій, допоміжних матеріалів та відходів між всіма виробничими підрозділами заводу. Вони охоплюють усі етапи руху вантажі – від надходження сировини до складів зберігання до відвантаження готових фундаментів для покупців.

Раціональність організування руху вантажів відбивається у безперервності виробничого процесу, скороченні тривалості внутрішньозаводських перевезень, зменшенні простоювання устаткування та транспортних засобів, а також утрати компонентів. Наявність чітко спланованих маршрутів руху вантажів і матеріалів дозволяє уникнути перехрещення та зворотного напрямку потоків, що підвищує безпеку праці та сприяє економії енергетичних і трудових ресурсів.

Грамотно побудована система руху вантажів забезпечує узгодженість між усіма підрозділами заводу, сприяє ритмічності виробництва та підвищенню загальної продуктивності праці.

Класифікація потоків вантажів на заводі з випуску ЗБ фундаментів Ф12.9-2 наведена на рис. 16.

Кожен тип потоку має своє призначення та реалізується за допомогою набору певних механізмів та обладнання. Напрямки цих потоків повинні бути такими, щоб механізми не заважали роботі один одного. Також навколо кожного працюючого устаткування повинна бути передбачена безпечна зона.

Робота вантажопідіймального та вантажорозвантажувального устаткування повинна супроводжуватися сигнальними таблицями чи табло.

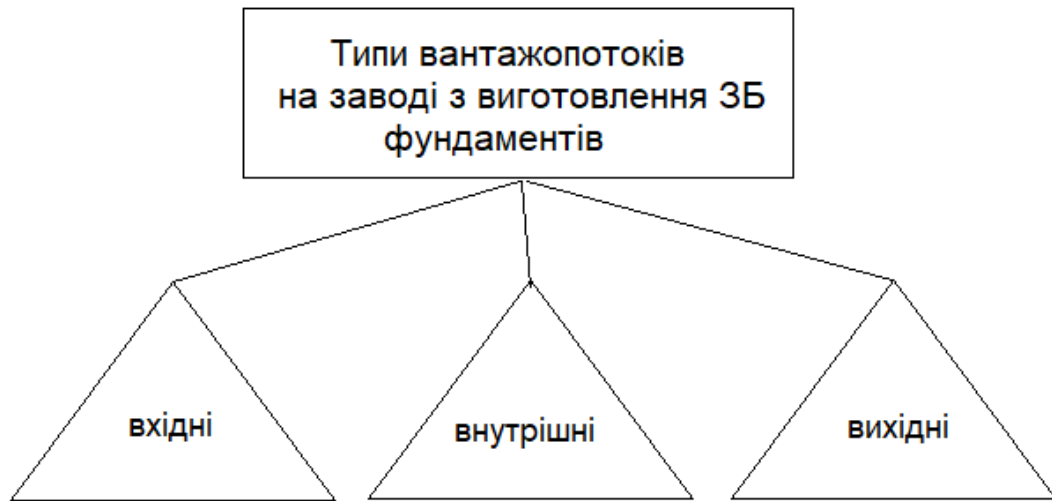


Рис. 16. Типи вантажопотоків на заводі з випуску ЗЗБК

Всі вихідні компоненти залізобетону постачаються автотранспортом. З нього відбувається відвантаження на відповідні склади. Для цього використовується певне обладнання – пневмотранспортер, ковшовий елеватор, мостовий кран.

Внутрішньозаводські транспортування реалізуються за допомогою транспортерів, рейкових візків, трубопроводів, вантажних карів. Передавання компонентів бетону до змішувального цеху відбувається одночасно паралельними потоками. Готова бетонна суміш та виготовлені сітки для армування доставляються у формувальний цех таким чином, щоб ці напівфабрикати одночасно прибували до цеху.

Склад готових конструкцій буде розташований якомога ближче до формувального відділення, і завдяки цьому переміщення готових фундаментів може здійснюватися мостовим краном до місця зберігання. Таке ж устаткування використовуватиметься для навантаження на автомобільні вантажівки, які будуть везти фундаменти до місця встановлення.

РОЗДІЛ 10. СТРУКТУРА, ОРГАНІЗАЦІЯ І УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Ефективна організація управління заводом по випуску збірних залізобетонних конструкцій – це запорука його конкурентоспроможності, оскільки виробництво вимагає високої координації між постачанням сировини, виробничими циклами та логістикою готової продукції. Мета управління полягає у забезпеченні безперервного випуску якісної продукції згідно з планом, оптимізації витрат та дотриманні стандартів безпеки.

Типова організаційна структура заводу ЗБК включає три основні рівні:

- Вищий рівень (керівництво): директор (генеральний директор), головний інженер, головний бухгалтер.
- Функціональний рівень (служби та відділи): керування окремими напрямками роботи.
- Виробничий рівень (цехи): безпосереднє виконання технологічних процесів.

Розрізняють кілька базових типів організаційних структур управління, які застосовуються на промислових підприємствах, включаючи заводи збірних ЗБК. Вибір структури визначається масштабом, асортиментом продукції та складністю технологічних процесів.

1. Лінійна структура (Linear Structure): управління та відповідальність передаються по одній вертикальній лінії від керівника до підлеглого. Кожен підлеглий має лише одного безпосереднього керівника.

- Переваги: чіткість підпорядкування, швидке прийняття рішень, висока відповідальність.
- Недоліки: високі вимоги до кваліфікації керівника, відсутність гнучкості та спеціалізації управлінців.

2. Функціональна структура (Functional Structure): підлеглі можуть отримувати вказівки від різних функціональних керівників (наприклад,

керівника відділу планування, відділу якості, відділу постачання), кожен з яких відповідає за свою сферу діяльності.

- Переваги: Висока спеціалізація управлінського персоналу, висока якість рішень у функціональних областях.
- Недоліки: Порушення принципу єдиначальності, складна координація, можливість конфліктів через дублювання функцій.

3. Лінійно-функціональна структура (Line-Functional Structure): поєднує переваги лінійної та функціональної структур. Лінійні керівники (наприклад, директор цеху) приймають рішення та керують підлеглими, але отримують консультації та допомогу від функціональних відділів (бухгалтерія, ВТК, плановий відділ). Функціональні відділи не мають права прямо керувати виконавцями, а лише готують рішення та рекомендації для лінійного керівництва.

- Переваги: Збереження єдиначальності, використання спеціалізованих знань функціональних служб, чіткий розподіл повноважень.
- Недоліки: Функціональні служби можуть бути занадто зацікавлені у своїх цілях, а не в цілях підприємства в цілому.

Для заводу з виробництва збірних залізобетонних фундаментів Ф12.9-2 доцільно застосувати Line-Functional Structure. Така структура дозволяє лінійному керівництву швидко приймати оперативні рішення та керувати робочими бригадами, зберігаючи при цьому єдиначальність. Водночас, вони отримують кваліфіковану підтримку від спеціалізованих функціональних відділів, що критично важливо для отримання фундаментів належної якості.

Склад та структурно-організаційні зв'язки заводу з випуску фундаментів Ф12.0-2, відповідно при прийнятого типу організаційної структури представлена у вигляді схеми на рис. 17.



Рис. 17. Схема організаційної структури заводу з випуску фундаментів
Ф12.9-2.

Щоб схема управління заводом давала результат, в задачі вищого керівництва входить налагодження дієвих комунікацій між усіма структурними підрозділами всіх рівнів. Так, наприклад, фінансовий відділ повинен розуміти потреби виробничих процесів у забезпеченні матеріалами так комплектувальними. Відділ кадрів повинен мати уявлення, скільки працівників знадобиться для забезпечення виходу на планову потужність.

Директор з виробництва приймає глобальні ухвали щодо випуску продукції, а головний інженер розробляє технологічні рішення втілення цих проектів в життя. Свої розпорядження цей керівник передає начальникам цехів, які організовують виробничі та допоміжні процеси відповідно до прийнятої виробничої стратегії. Працівники цехів здійснюють безпосередньо виробничі процеси.

РОЗДІЛ 11. РОЗРАХУНОК ПОТРЕБИ РОБІТНИКІВ

Кількість задіяних працівників кожного підрозділу заводу з випуску фундаментів Ф12.9-2 залежить від потужності заводу, типу використовуваного устаткування, машин та механізмів, складності виконуваних робіт.

Перелік виконавців різних видів робіт у різних підрозділах виробництва заводу впродовж однієї робочої зміни міститься у таблиці 31.

Таблиця 31

Потреба у робітниках

Підрозділ	Професія	Кількість
Склад в'яжучих речовин	працівник складу	2
	приймальник	1
	комірник	1
Склад заповнювачів	працівник складу	2
	приймальник	1
	комірник	1
Склад крейди	працівник складу	1
	приймальник	1
Склад арматурної сталі	такелажник	2
	комірник	1
Матеріально-технічний склад	працівник складу	1
	приймальник	1

Бетонозмішувальний цех	оператор транспортних засобів	2
	дозувальник	2
	оператор бетонозмішувача	1
	змінний майстер	1
	начальник цеху	1
Арматурний цех	оператор правильно- відрізного верстата	2
	машиніст крану	1
	зварювальник	4
	арматурник	6
	змінний майстер	1
	начальник цеху	1
Формувальний цех	формувальник 3 розряду	18
	формувальник 2 розряду	18
	машиніст	9
	бетоноукладача	
	змінний майстер	1
	начальник цеху	1
Паросиловий цех	машиніст насосів	1
	оператор паропроводу	1
Склад готової продукції	такелажник	2
	комірник	1
Ремонтно-механічний цех	слюсар	1
	токарь	1
	механік	1
Електродільниця	електрики	5
	головний електрик	1

Лабораторія	лаборант	2
	керівник лабораторії	1
Усього за зміну		101

На одну добу (2 зміни) потреба у працівниках відповідно – 197.

Кількість управлінців наведена в таблиці 32.

Таблиця 32

Потреба в управлінському персоналі

Відділ	Посада	Кількість
Керівництво	Генеральний директор	1
	Директор з виробництва	1
	Фінансовий директор	1
Фінансовий відділ	фінансист	2
Бухгалтерія	головний бухгалтер	1
	бухгалтер	2
Плановий відділ	начальник	1
	планувальник	3
Відділ постачання та збуту	начальник	1
	співробітник	2
Технологічний відділ	начальник	1
	технолог	2
Виробничий відділ	начальник	1
	співробітник	3
Відділ кадрів	начальник	1
	інспектор	2
Відділ охорони праці	начальник	1
	інспектор	2
Усього		28

РОЗДІЛ 12. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ

Об'ємно-планувальні рішення (ОПР) – це комплекс архітектурно-планувальних і конструктивних заходів, спрямованих на створення оптимальної просторової організації будівлі заводу, що забезпечує ефективне функціонування виробничих процесів, комфортні умови праці, безпеку та відповідність нормативним вимогам. Для промислового об'єкта, такого як завод, ОПР включають визначення габаритів будівлі, її поверховості, розташування виробничих, допоміжних і адміністративних приміщень, а також організацію внутрішніх і зовнішніх просторів для забезпечення технологічних потоків, логістики, евакуації та енергоефективності.

Ефективне об'ємне планування забезпечується в тому числі шляхом функціонального зонування заводу – розміщення цехів, складів сировини та готової продукції, технологічного обладнання з урахуванням послідовності виробничого циклу; розміщення допоміжних зон, адміністративно-побутових зон з урахування зручності розташування по відношенню до виробничих зон; логістичні зони з урахуванням можливості безперешкодного руху транспорту.

Висота приміщень буде залежати від типу обладнання та технології. Площа та конфігурація повинна забезпечувати гнучкість розміщення обладнання. Орієнтують будівлі з урахуванням природного освітлення, вентиляції, кліматичних умов.

ОПР виконується виходячи з таких міркувань:

- Технологічні вимоги: ОПР базуються на технологічній схемі виробництва, яка визначає розміри, розташування та взаємозв'язок приміщень.
- Економічна доцільність: Оптимізація площі та об'єму будівлі для зниження витрат на будівництво та експлуатацію.
- Нормативні вимоги: Відповідність чинним будівельним нормам і стандартам України.

- Майбутня адаптивність: Передбачення можливості реконструкції чи зміни технологічного процесу.
- Місцеві умови: Урахування кліматичних, геологічних і містобудівних особливостей ділянки.

При виконанні ОНР спираються на чинні нормативні документи [12, 15].

ОНР для основних виробничих зон представлені в таблицях 33-35.

Таблиця 33

Об'ємно-планувальні рішення для бетонозмішувального цеху

Зона	Розташоване обладнання	Вимоги по розмірам проходів, проїздів
Зона приймання та підготовки інертних матеріалів	Пневматичний гвинтовий насос, стрічкові конвеєр	Проходи між агрегатами $\geq 1,2$ м; від елеватора до стіни $\geq 1,5$ м
Технологічна	Дозатори компонентів	Прохід $\geq 1,2$ м між стіною та дозаторами
	Планетарні змішувачі	Відстань між змішувачем та іншими агрегатами $\geq 1,5$ м; $\geq 4,5$ м для завантаження/вивантаження
Зона прийому готової бетонної суміші	Приймальний бункер	Ширина робочої зони $\geq 1,5$ м

Об'ємно-планувальні рішення для арматурного цеху

Зона	Розташоване обладнання	Вимоги по розмірам проходів, проїздів
Технологічна зона	Правильно-відрізна машина	відстань між великим обладнанням: не менше 1,5 м; відстань до стін: не менше 1 м основні проїзди для електронавантажувачів та транспорту: 3,5–4,5 м
	Станок для гнуття арматури	
	Машина контактного точкового зварювання	
Складання арматурних каркасів і сіток	Робочі столи	робочі проходи для персоналу: не менше 1,0–1,2 м
	Зварювальні місця	
	Стенди для фіксації виробів	
Тимчасове зберігання готових арматурних виробів	Стелажі для сіток, каркасів та закладних деталей	
Допоміжна	Побутові приміщення	
	Технічні шафи	

Об'ємно-планувальні рішення для формувального цеху

Зона	Розташоване обладнання	Вимоги по розмірам проходів, проїздів
Складання	Столи приймання арматурних виробів	робочі проходи ≥ 1 м
Технологічна	Стенди	Відстань між стедами $\geq 1,5$ м відстань від стенду до стіни ≥ 1 м
	Бетоноукладачі	Поперечні проходи між робочими зонами $\geq 1,5$ м Ширина головних проїздів для мостового крана та транспортних засобів $\geq 4,5$ м
	Камери т.в.о.	
Складання готової продукції	Стелажі для складування	

З врахуванням габаритних розмірів устаткування та обладнання, задіяного в кожному основному цеху та наведених допустимих значень для робочих та проїздних/прохідних зон, встановлені такі розміри:

- бетонозмішувальний цех – 315 м²;
- цех виготовлення арматурних виробів – 504 м²;
- цех формування фундаментів Ф12.9-2 – 700 м².

РОЗДІЛ 13. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Для поліпшення морозостійкості залізобетонних фундаментів на основі виконаного аналізу наукових досліджень (розділ 4), було прийнято рішення використовувати в складі бетону додатковий компонент – високодисперсну крейду як наповнювач.

Крейда є природною карбонатною породою, в хімічному складі якої основному є CaCO_3 (карбонат кальцію), а також незначна частина глинистих речовин. Таки матеріал здатен вступати у хімічну взаємодію із цементними системами.

Для отримання високодисперсного стану видобуту крейдову сировину піддають подрібненню у спеціальних млинах. Далі одержаний дисперсний матеріал класифікують у сепараторах для досягнення однорідності. Розмір часток – 0,5-1 мкм.

Високодисперсна крейда є дуже дрібним порошком, який схильний до ущільнення, злежування. Тому силоси для її зберігання потрібно оснащувати системами аерації (для розпушення матеріалу), вібраторами та/або пневматичними гарматами для забезпечення надійного вивантаження без утворення "зависань". Потрібно забезпечити надійну герметичність силосу, контролювати вологість.

З урахуванням високої дисперсності використовуваної крейди, для її подачі варто застосовувати пневмотруби. Дозування повинно здійснюватися на дозаторах високої точності. Система дозування повинна бути інтегрована з системою аерації/вібрації для гарантії стабільної подачі матеріалу в бункер дозатора.

Високодисперсна крейда значно змінює реологію бетонної суміші (її рухомість і в'язкість). Вона вимагає інтенсивнішого та, можливо, довшого перемішування. Ефективне змішування високодисперсної крейди з іншими компонентами бетону може бути забезпечене лише при використанні міксерів примусового типу, які дають змогу проводити перемішування

інтенсивно. Для того щоб підвищити однорідність суміші з крейдою, необхідно дотримуватися певного порядку завантаження компонентів у змішувач – спершу у сухому вигляді змішати цемент з крейдою між собою, потім додати заповнювачі і в останню чергу воду.

CaCO_3 не є токсичною або вибухонебезпечною речовиною. Головний ризик пов'язаний з високою дисперсністю, що призводить до підвищеного пилоутворення, а також створює певні небезпеки для органів дихання працівників.

Через малий розмір частинок (у мікрометрах) крейда легко підіймається в повітря та тривалий час залишається у вигляді суспензії. Це стає причиною пилового забруднення середовища у цехах, складах, території заводу та прилеглих ділянок. Для зменшення пиловідділення рекомендується встановлення локальної витяжної вентиляції (витяжні ковпаки, місцеві аспіраційні пристрої) у місцях приймання дозування високодисперсної крейди, змішування крейди з іншими компонентами; повітряні фільтри з рукавними фільтрами/HEPA для рециркуляції. Фільтри повинні регулярно змінюватися. Варто розробити та дотримуватись процедур прийому та переміщення високодисперсної крейди (повільні пересипи, мінімізація висоти скидань, закриті транспортні системи).

Пилове забруднення повітря частками високодисперсної крейди здійснює вплив на органи дихання всіх, хто знаходиться в області забруднення, може спричиняти подразнення слизових оболонок та шкіри, порушувати роботу устаткування.

Тривале або інтенсивне вдихання пилу крейди може викликати подразнення дихальних шляхів, кашель. Хоча карбонат кальцію є малотоксичним, він може накопичуватися у легенях, що теоретично може сприяти розвитку пилової хвороби легенів при недостатньому захисті. Тому особливої важливості набуває питання захисту органів дихання. З цією метою всі працівники, які безпосередньо проводять роботи з високодисперсною крейдою повинні бути забезпечені респіраторами з

класом фільтрації P2/FFP2 або P3/FFP3 або відповідні напівмаски з фільтром для дрібнодисперсного пилю.

Пил може спричиняти сухість та подразнення очей, носоглотки та шкіри, особливо у людей зі схильністю до алергічних реакцій. З цієї причини працівники повинні використовувати не тільки респіратори, але й захисні окуляри, рукавиці, спеціальний щільний робочий одяг. Не допускається приймати їжу в робочих зонах. Працівники повинні дотримуватися питного режиму. На заводі повинні бути обладнані душові кабінки та спеціально відведені місця перевдягання у робочий одяг та його зберігання.

Дисперсний пил може бути причиною порушення роботи механізмів та електричного устаткування. Накопичення пилю призводить до частих зупинок, перегріву, зниження ефективності рукавних фільтрів та циклонів. При запиленні повітря спостерігається швидший знос вузлів дозування та конвеєрів через абразивність домішок. Також можливі забруднення форм та порушення якості готових виробів (поява пор, пустот). Виникає ризик аварійних ситуацій при недостатній системі видалення пилю через зниження оглядовості підвищується вірогідність помилок оператора. Для запобігання виникнення аварійних ситуацій з означених причин потрібно регулярно проводити очищення механізмів та установок, використовувати пилозахисні кожухи та накриття.

Високодисперсна крейда гігроскопічна і схильна до злежування та утворення грудок, що може призвести до небезпечного «зависання» матеріалу в силосах, дозаторах, транспортних засобах. Це може призвести до травматизації працівників. Для мінімізації таких ризиків потрібно стежити за герметичністю силосів зберігання високодисперсної крейди, облаштовувати системи аерації та вібраційних впливів на матеріал.

Зведена інформація щодо небезпек роботи з високодисперсною крейдою та заходів щодо їх зменшення наведені в таблиці 37.

Ризики роботи з високодисперсною крейдою та заходи щодо їх
зменшення

Ризики	Заходи
Пилове забруднення повітря	Герметизація, аспірація, вентиляція
Вплив на органи дихання	Використання респіраторів (класу FFP2 або FFP3)
Подразнення слизових оболонок та шкіри	Захисні окуляри, спецодяг, рукавички
Порушення роботи обладнання	Регулярне очищення та використання пилозахисту обладнання
Проблеми зберігання	Герметичні силоси, системи аерації та вібрації

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шишкін О.О., Іванов Є.Г., Хільченко О.П. Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів : навч. посібник. Кривий Ріг : Мінерал, 2002. 115 с.
2. Кислюк, Д., Самчук, В., Нінічук, М., Дробішинець, С., & Савенко, В. (2022). Дослідження впливу застосування пластифікатора «Біопласт-1» на морозостійкість бетону, (41), 41-47.
3. Чепурна С.М. Бетон підвищеної водонепроникності та корозійної стійкості з добавкою високодисперсної крейди : Дис. ... канд. техн.. наук : 05.23.05. Харків : Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, 2018. 202 с.
4. Kan, W., Yang, Z., Yu, L.(2022). Study on Frost Resistance of the Carbon-Fiber-Reinforced Concrete. Applied Sciences. Vol.12, №8. p.3823
5. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.7-46-96 ; чинний від 2011-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2011. 20 с.
6. ДСТУ 9183:2022 Цементи. Загальні технічні умови. На заміну ДСТУ Б.В.2.7-112-2002 ; чинний від 2023-01-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2022. 36 с.
7. ДСТУ Б EN 197-1:2015. Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів (EN 197-1:2011, IDT). На заміну ДСТУ Б EN 197-1:2008 ; чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 59 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. На заміну ГОСТ 8736-85, ОСТ 21-1-80, ТУ 218 УРСР 438-92 ; чинний від 1996-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 1995. 32 с.

9. ДСТУ Б В.2.7-75-98. Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови. На заміну ГОСТ 8267-82, ГОСТ 8268-82, ГОСТ 10260-82, ГОСТ 23254-78, ГОСТ 26873-86 ; чинний від 1999-01-01. Вид. офіц. Київ : Держ. комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1999. 16 с.

10. ДСТУ Б В.2.7-273:2011. Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови (ГОСТ 23732-79, MOD). На заміну ГОСТ 23732-79 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва, та житлово-комунального господарства України, 2012. 5 с.

11. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. На заміну ДСТУ 3760:2006 ; чинний від 2019-08-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.

12. ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016 Настанова з проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів. На заміну ДБН А.3.1-8-96 ; чинний від 2017-04-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2017. 34 с.

13. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.6-2-95 (зі скасуванням в Україні ГОСТ 6785-80, ГОСТ 13578-68, ГОСТ 18048-80, ГОСТ 18128-82, ГОСТ 19570-74, ГОСТ 23972-80, ГОСТ 24155-80, ГОСТ 24581-81, ГОСТ 24587-81) ; чинний від 2010-10-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 32 с.

14. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів На заміну ДБН А.3.1-7-96 ; чинний від 2017-04-01. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 24 с.