

Вступ

У сучасній будівельній сфері завод, що спеціалізується на виготовленні плит ребристих, є ключовим ланком у постачанні високоякісних будівельних матеріалів. Сучасний попит на надійні та міцні будівельні матеріали зумовлений збільшенням обсягів новобудов, посиленням вимог до екологічності та безпеки будівель, а також підвищенням попиту на довговічні та економічно вигідні конструкції. Ребристі залізобетонні плити, які використовуються як несучі елементи в конструкціях, дозволяють значно підвищити міцність будівель, скоротити витрати на матеріали та полегшити процес зведення споруд. Також вони володіють високою стійкістю до деформацій, що є важливим при спорудженні будівель з високими технічними вимогами.

Протягом останніх десятиліть технологія виготовлення залізобетонних плит, зокрема ребристих, значно розвинулася, завдяки чому цей матеріал став ще доступнішим та ефективнішим. Одним із важливих напрямків розвитку стало впровадження автоматизованих та роботизованих систем виробництва, що дозволяє скоротити витрати праці, підвищити продуктивність та знизити ризик людських помилок. У сучасному виробництві активно використовуються високоякісні бетони, спеціальні добавки та арматурні матеріали, що забезпечують підвищені технічні характеристики продукції. Водночас вдосконалюється процес формування та армування ребристих плит, що сприяє отриманню виробів з оптимальними параметрами міцності та жорсткості.

Досягнення вітчизняної та закордонної технологій виготовлення залізобетонних плит базуються на новітніх наукових розробках у галузі матеріалознавства, проектування та виробництва. Значний внесок у вдосконалення технологій виробництва залізобетонних конструкцій зробили вітчизняні науковці та інженери. Завдяки їхнім дослідженням були розроблені високоефективні види арматури, бетону та технологічних добавок, що підвищують міцність і довговічність продукції. Серед

зарубіжних досягнень слід відзначити використання сучасних методів проектування, зокрема комп'ютерного моделювання та систем управління якістю, що дозволяють прогнозувати поведінку плит у різних умовах експлуатації та забезпечувати відповідність найвищим стандартам.

Особливістю даного проекту є впровадження рішень, що відрізняються від традиційних підходів та враховують сучасні тенденції в будівельній індустрії. В роботі застосовані нові технологічні процеси та інноваційні матеріали, що дозволяють зменшити вагу конструкцій при збереженні високих показників міцності та жорсткості. Важливим аспектом є також зменшення екологічного впливу виробництва за рахунок мінімізації викидів та відходів, що відповідає світовим трендам сталого розвитку. У проекті закладено застосування високоякісних арматурних та бетонних матеріалів, що відповідають сучасним нормам та стандартам, а також забезпечують тривалий термін експлуатації виробів.

Проектування заводу з виготовлення ребристих плит враховує всі основні технічні вимоги та норми, які передбачені стандартами у сфері будівельних матеріалів. Це дозволяє забезпечити належний рівень якості продукції, що випускається, та гарантувати її відповідність вимогам замовників і споживачів. У даному проекті особлива увага приділена автоматизації виробничих процесів, що сприяє підвищенню продуктивності праці та якості продукції, а також знижує витрати на експлуатацію заводу.

1. Загальна частина

Кривий Ріг, відомий своєю розвиненою промисловістю, зокрема в галузях металургії та видобутку корисних копалин, має високий попит на будівельні конструкції, зокрема ребристі плити. Ці вироби є ключовими елементами у промисловому та цивільному будівництві, забезпечуючи надійність і довговічність споруд. Враховуючи значний попит і зручність доставки продукції в межах регіону, було вирішено збудувати спеціалізований завод у Кривому Розі. Насамперед, визначення місця розташування є вирішальним етапом у плануванні будівництва заводу, від якого залежить його ефективність та конкурентоспроможність.

Будівництво планується в районі КЦРЗ який має декілька переваг ніж інші:

- Розгалужена інфраструктура залізничних і автомобільних доріг забезпечує зручність транспортування як сировини, так і готової продукції.

- Доступ до електромереж і котельнь дає змогу безперебійно постачати енергію та пару для технологічних процесів.

- Близьке розташування інших підприємств сприяє зниженню витрат на будівництво та подальшу експлуатацію заводу.

Район КЦРЗ розташований на достатній відстані від житлових зон, відповідає вимогам санітарних та протипожежних норм, а також не впливає на сільськогосподарські землі.

Завод матиме повноцінну структуру на такі відділи:

- 1.Адміністративний корпус: офіси, зони для персоналу, конференц зали.

2. Склади: заповнювачів, в'язучих матеріалів, хімічних добавок і мастильних матеріалів.

3. Виробничі цехи: бетоносмісний цех, формувальний цех із вібраційним обладнанням, арматурний цех

4. Лабораторія: контроль якості сировини та готової продукції.

5. Ремонтні підрозділи: механічний і будівельний.

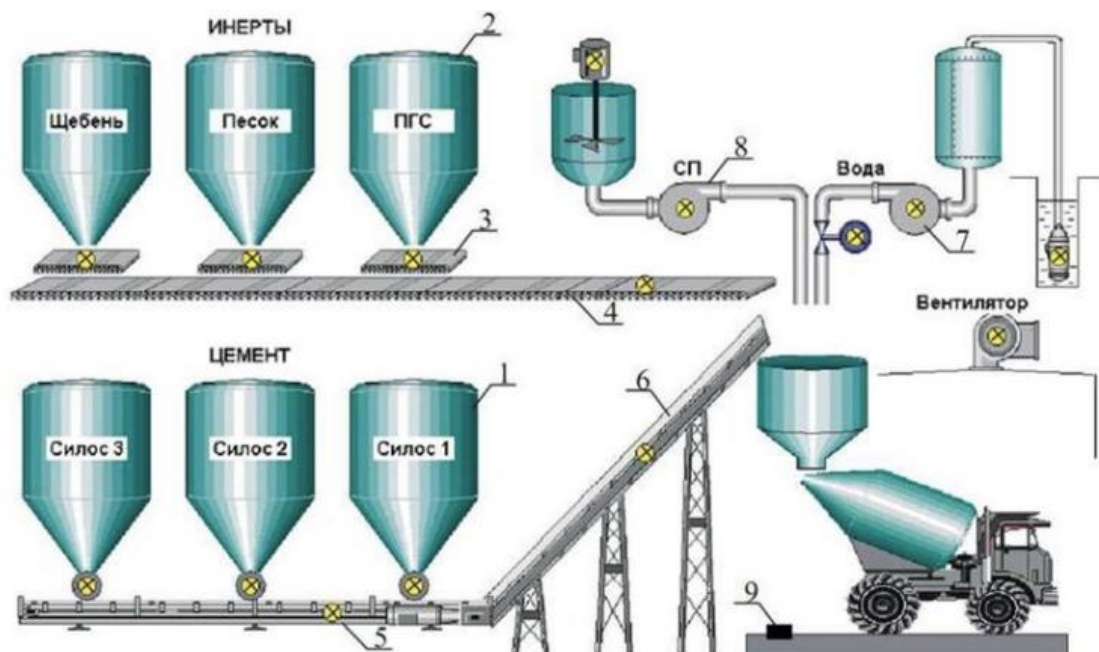
6.Склад готової продукції: для зберігання плит перед транспортуванням.

Технологічний процес виробництва плит за допомогою конвеєрного методу є основою для підвищення ефективності та якості виробництва. Цей метод використовується для виготовлення різних залізобетонних конструкцій, таких як плити перекриття, ребристі плити та інші елементи, необхідні для будівництва. Застосування конвеєрної лінії дозволяє забезпечити безперервний, автоматизований процес, що підвищує швидкість виробництва і одночасно покращує якість виготовленої продукції. Тепер розглянемо етапи цього процесу та його переваги детальніше.

Конвеєрний метод значно підвищує продуктивність завдяки автоматизації і послідовному виконанню технологічних операцій. Це дозволяє виготовляти велику кількість плит за короткий проміжок часу. Використання спеціальних конвеєрних ліній, формувальних і ущільнювальних машин забезпечує безперервність кожного етапу виробництва (від заливки бетону до розпалубки), що зменшує час простоїв і підвищує загальну ефективність. Такий підхід дозволяє організувати безперервне виробництво, що особливо економічно вигідно при великих обсягах. Крім того, впровадження автоматичних систем управління дає змогу контролювати кожен етап виробництва, знижуючи вплив людського фактора і забезпечуючи стабільну якість продукції.

Зменшення витрат часу на транспортування сировини та готової продукції досягається завдяки автоматизації процесу переміщення форм з плитами між різними робочими зонами за допомогою конвеєрних ліній. Це дозволяє значно зменшити необхідність у ручному транспортуванні, що в свою чергу збільшує швидкість виробництва і покращує загальну ефективність технологічного процесу. Конвеєрний метод забезпечує безперервність переміщення матеріалів, знижуючи затрати часу і дозволяючи фокусуватися на виконанні основних технологічних операцій без зайвих затримок.

Якісне ущільнення бетону на етапі формування є критично важливим для досягнення високої щільності матеріалу. Це забезпечується за допомогою вібраційного обладнання, що дозволяє рівномірно розподіляти бетонну суміш у формах, усуваючи повітряні бульбашки і дефекти. Процес ущільнення має важливе значення, оскільки він визначає міцність та довговічність виробу. Використання вібраційних платформ або навісних вібраторів сприяє не лише покращенню щільності бетону, а й підвищенню його експлуатаційних властивостей, таких як стійкість до навантажень і тривалість служби.



Знайти постачальника в Кривому Розі чи Криворізькому районі не буде складно, оскільки на території міста є численні кар'єри, які постачають основні матеріали для виробництва бетону, такі як пісок і щебінь. Це дає можливість місцевим підприємствам скоротити витрати на транспортування сировини, оскільки ці ресурси доступні безпосередньо в регіоні. Кар'єри в Кривому Розі можуть забезпечувати стабільне постачання необхідних матеріалів для великих обсягів виробництва, таких як плити та інші бетонні вироби.

Крім того, в місті є зручний доступ до хімічних добавок, таких як пластифікатори та суперпластифікатори, які широко використовуються для покращення якості бетону. Ці добавки допомагають контролювати вологість

суміші, знижувати водоцементне відношення та підвищувати міцність готової продукції. У Кривому Розі наявні постачальники таких добавок, що дозволяє підприємствам безперешкодно отримувати необхідні компоненти для виробництва бетонних плит і інших будівельних матеріалів.

Завод з виробництва плит ребристих має важливе значення не лише для Кривого Рогу, але й для України в цілому. Завдяки наявності потужної промислової бази в Кривому Розі, яка включає металургію та видобуток корисних копалин, таке підприємство відіграє важливу роль у забезпеченні будівельної галузі необхідними матеріалами. Плити ребристі є ключовим компонентом у будівництві промислових об'єктів, житлових комплексів, мостів і інших інфраструктурних проектів. Отже, завод, що спеціалізується на їх виробництві, має безпосередній вплив не тільки на економічну активність Кривого Рогу, але й на розвиток економіки країни в цілому.

Для Кривого Рогу такий завод має велике значення, оскільки він дозволяє знизити витрати на транспортування будівельних матеріалів, забезпечуючи місцевих споживачів плитами без необхідності купувати їх з інших регіонів. Крім того, відкриття заводу створює нові робочі місця, що сприяє зниженню рівня безробіття та покращенню соціально-економічної ситуації в регіоні.

Для України загалом таке підприємство є важливим не тільки через забезпечення будівельної галузі необхідними матеріалами, а й через можливість знижувати залежність від імпортованих товарів. Завод також сприяє розвитку національної інфраструктури, підвищує попит на продукцію, що забезпечує стабільний розвиток економічних ланцюгів. Важливо, що підприємство може знизити залежність країни від імпорту, що позитивно впливає на економічну незалежність України.

Окрім економічної вигоди, соціальна відповідальність підприємства має велике значення. Виробництво плит ребристих не лише сприяє економічному зростанню, а й підвищує рівень життя місцевих жителів, створюючи нові робочі місця та можливості для професійного розвитку.

Завод у Кривому Розі забезпечить кваліфікацію робітників і покращить рівень їхньої професійної підготовки, що дасть позитивний результат на рівні країни в цілому.

Для ефективної роботи заводу важливою складовою є комплекс адміністративно-господарського та побутового призначення. Це включає адміністративні приміщення для керівництва та управлінського персоналу, склади для зберігання сировини, в'язучих матеріалів, хімічних добавок та мастильних матеріалів. Також в заводі будуть розміщені побутові приміщення для персоналу — їдальні, санітарно-гігієнічні кімнати, кімнати для відпочинку, що дозволить забезпечити комфортні умови для працівників. Важливим елементом є також ремонтні майстерні, де буде здійснюватися обслуговування та ремонт виробничих ліній.

Правильне розташування цих приміщень на території заводу має значення для ефективності логістики та загальної продуктивності підприємства. Основні виробничі цехи, зокрема бетоносмісний і формувальний, повинні бути розташовані поблизу складів сировини, що зменшує час на транспортування матеріалів. Склад готової продукції буде знаходитися в зручному місці для подальшої відправки готових плит до замовників. Всі ці фактори допоможуть оптимізувати роботу заводу, зменшити витрати часу на переміщення матеріалів і забезпечити безперервний виробничий процес.

Ще потрібно пам'ятати про протипожежні та санітарні норми, так як при виборі місця для розташування заводу обов'язково враховуються вимоги пожежної безпеки та санітарного регулювання. Виробничі приміщення мають бути розташовані на безпечній відстані від житлових будинків та інших об'єктів, які можуть зазнати негативного впливу в разі виникнення аварії чи пожежі. Відповідно до нормативів, ці відстані забезпечують ізоляцію підприємства та створюють безпечні умови для населення. Завод повинен бути обладнаний сучасними системами протипожежного захисту, такими як гідранти, спринклери та резервуари для зберігання води. Важливо

також передбачити ефективну систему видалення вихлопних газів та обробки відходів для мінімізації екологічного навантаження [1][2].

Для стабільної роботи підприємства важливим є доступ до основних інженерних мереж, електроенергії, водопостачання та каналізації. А також слід врахувати наявність газопостачання або використання альтернативних джерел живлення. Безпосередній доступ до автомобільних і залізничних магістралей значно полегшує постачання сировини та транспортування готової продукції. Зручне розташування дозволяє зменшити витрати на перевезення і забезпечити стабільне та безперебійне постачання матеріалів.

Багато поблизу до заводу розміщувати населені пункти або забезпечити зручне прибування до місця роботи. Слід передбачити на території підприємства побутові приміщення, їдальні, кімнати для відпочинку, а також сучасні санітарно-гігієнічні зони для персоналу. Такі умови сприяють підвищенню продуктивності і створюють позитивний соціальний вплив на працівників.

Забезпечення засобами зв'язку інтегруючи сучасні види комунікації які дозволять контролювати виробничий процес в реальному часі. Швидкісний інтернет та інші засоби зв'язку для управління і комунікації між підрозділами. Також важливо встановити стабільну співпрацю з постачальниками ключових ресурсів, таких як будівельні матеріали, арматура, цемент та хімічні добавки. Наявність локальних постачальників не лише знижує витрати на транспортування, але й забезпечує надійність і своєчасність постачань, що є критично важливим для безперервності виробничих процесів та дотримання планів виготовлення продукції.

Для забезпечення ефективного виробничого процесу завод працює в 2 зміни, за графіком 8 робочих годин за зміну, що забезпечить без перервну роботу обладнання так комфортні умови для працівників.


Основним видом продукції, що виготовлятиметься на заводі є плити ребристі, а як що зменшиться попит на дану продукція є можливість виробляти інші продукти, такі як тротуарні плити, бордюри.

Продукція заводу буде відповідати національним стандартам якості, зокрема ДСТУ Б В.2.6-147:2010. Основна характеристика це міцність на стиск, водонепроникність, точність геометричних параметрів а також морозостійкість.

Підприємство має відповідати системі контролю якості на всім етапам виробництва, включаючи випробування готової продукції в лабораторіях.

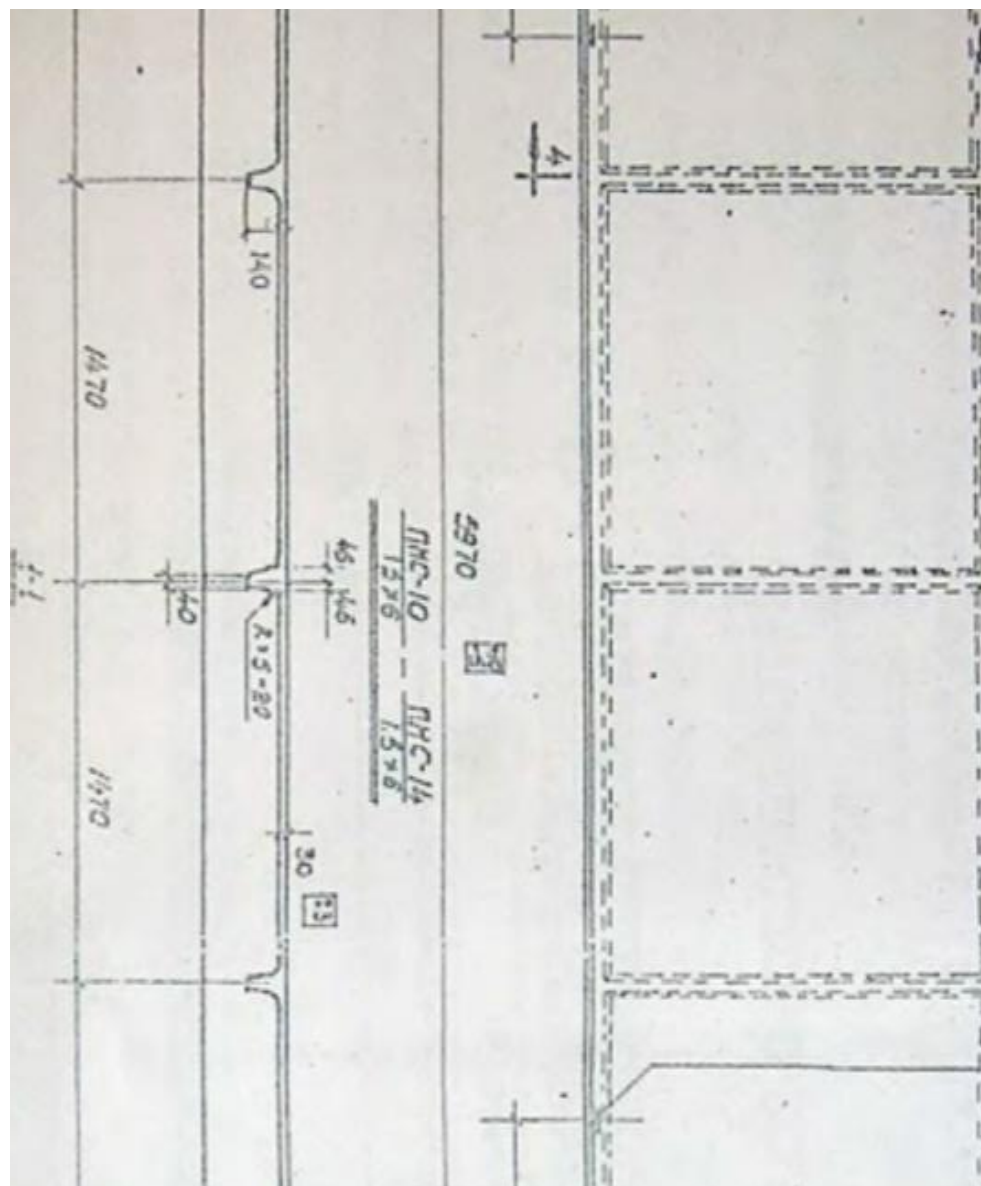
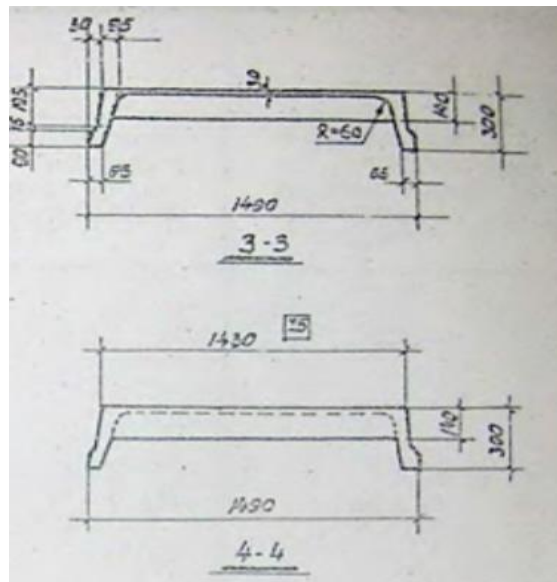
Виходячи з аналізу виробничих можливостей підприємство планує випускати до 2000 плит на місяць. Цей показник може коригуватися

Таблиця №1

Найменування виробів	Ескіз виробів	Марка виробів	Відповідний ДСТУ	Доля, % в загальному випуску	Задана річна продуктивність	
					Куб. м	шт
плита ребриста		ПНС13	ДСТУ Б В.2.6-147:2010	100	15000	27272

Таблиця №2

Марка виробу	Розміри виробу, мм	Клас бетону за міцністю	Маса виробу кг(т)	Видаток матеріалів	
				бетон, м ³	сталь, кг
ПНС13	300x1500x6000	С 20/25	1370	0.55	76.3



2. Вибір і обґрунтування прийнятої технології виробництва.

Для виробництва плит ребристих обраємо конвеєрний метод. Так як

Конвеєрний метод переважно застосовується в тих випадках, коли розміри та вага конструкцій не перевищують розміри та вантажопідйомність конвеєрних візків і є потреба у виготовленні значної кількості виробів за одну зміну. При цьому товщина виробу має бути такою, щоб було можливо ущільнити бетон під час виготовлення за допомогою вібраційної платформи або навісних вібраторів. Головною умовою ефективного здійснення конвеєрного виробництва є однакові витрати часу виконання робіт кожному посту; після цього часу форми переміщують до іншого робочого посту. Цей період називається ритмом конвеєра.

Залежно від виду руху розрізняють конвеєри безперервної дії (пластинчасті, ланцюгові) та крокової дії (візки).

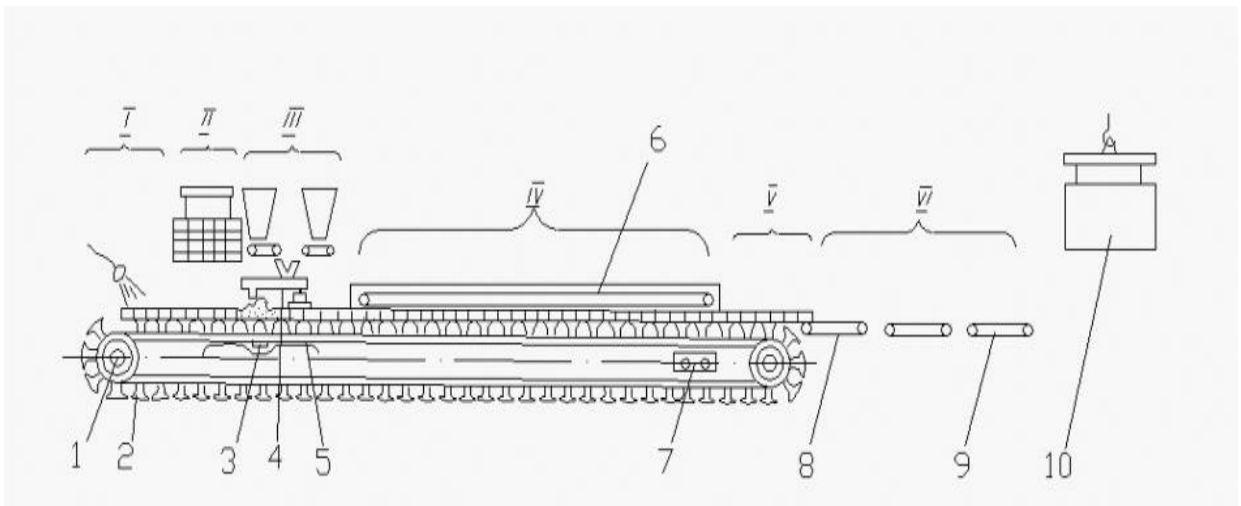


Рисунок 2. "Схема вібропрокатного стану"

1. Натягуювальна станція 2. Формувальна стрічка конвеєра 3. Вібропрес 4. Бетонозмішувач 5. Вібророзгладжувальне устаткування 6. Камера теплової обробки 7. Привод стану 8. Обгінний рольганг 9. Кантувач 10. Зняття готових виробів конвеєра.

Зони:

I. Очищення й змащування формувальної стрічки — підготовка стрічки до формування.

II. Армування — встановлення арматури.

III. Формування — створення виробів із бетону.

IV. Теплова обробка — прискорення процесу затвердіння матеріалу.

V. Опорядження виробів — фінальна обробка перед їх готовністю.

VI. Розпалублення — зняття форми з виробу.

Виготовлення виробів на вібропркатному стані починається з підготовчих операцій: очищення та змащування формувальної стрічки, встановлення формоутворювального оснащення, укладання і фіксації арматурних елементів та закладних деталей. Ці процеси завершуються до моменту, коли стрічка пересувається до ділянки укладання та ущільнення бетонної суміші за допомогою бетоноукладача та вібраційного обладнання. Теплова обробка виконується у щільній камері, яка формується між рухомою формувальною стрічкою знизу і нескінченною прогумованою стрічкою зверху. Після обробки готовий виріб потрапляє на обгінний рольганг, потім на кантувач, звідки його знімають краном.

Найбільш поширеними є візкові конвеєри крокової дії, де виготовлення відбувається на пересувних піддонах, що утворюють безперервну виробничу лінію. Конвеєр складається з 6-15 постів, кількість яких залежить від виду виробів та їх обробки. Робота організована циклічно: кожні 15-30 хвилин всі піддони-візки синхронно пересуваються на одну позицію (крок). Камери теплової обробки інтегровані у замкнене конвеєрне кільце, де при надходженні нового виробу на теплову обробку одночасно з камери виходить піддон з готовим виробом.

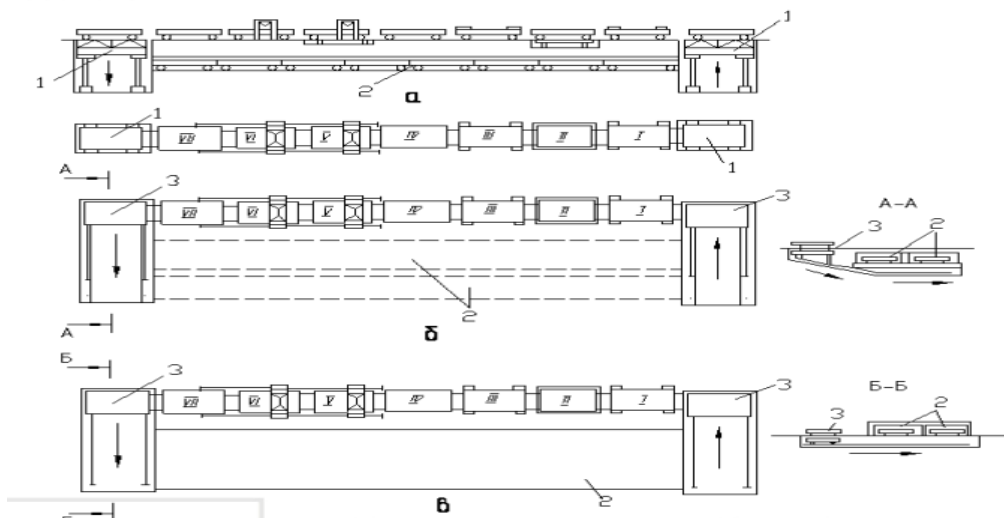


Рис. 3. Схеми конвеєрів крокової дії:

а — вертикально замкненого; б — похило замкненого; в — горизонтально замкненого;

1 — підіймач-знижувач;

2 — щілинна камера теплової обробки ;

3 — передавальний візок;

пости:

I — розпалублення виробів;

II — кантування;

III — очищення і змазування форми;

IV — армування;

V — формування;

VI — укладання верхньою шару бетону та загладжування поверхні;

VII - огляду виробів

Конвеєрні лінії класифікуються залежно від типу теплових агрегатів. Вони можуть включати щілинні підземні чи надземні камери, вертикальні камери або працювати за безкамерним методом термообробки виробів у пакетах термоформ. Залежно від розташування теплового агрегату та формувальної гілки виділяють кілька типів конвеєрів. У вертикально замкнених (двоярусних) конвеєрах верхній ярус призначений для розпалублення, підготовки форм, армування та формування виробів, тоді як нижній ярус використовується для теплової обробки. У похилозамкнених конвеєрах камери теплової обробки розміщуються збоку під підлогою, а не під формувальною гілкою. Двовікові конвеєрні лінії дозволяють виконувати всі технологічні операції на двох паралельних гілках, при цьому камери теплової обробки можуть розташовуватись під гілками або під підлогою з іншого боку. Такий підхід забезпечує компактність процесів, раціоналізацію транспортних потоків і підвищення ефективності виробництва.

Конвеєрний метод виготовлення залізобетонних виробів сприяє комплексній механізації та автоматизації технологічних процесів, значно

збільшує продуктивність праці та обсяги виробництва, а також забезпечує ефективне використання технологічного обладнання. Водночас недоліком таких ліній є їх висока металомісткість.

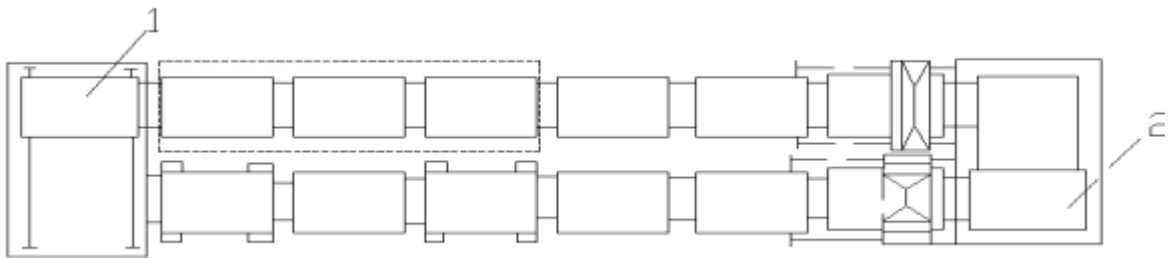


Рисунок 4. Схема двовікової конвеєрної лінії

1-передавальний візок з підіймачем-знижувачем;

2- передавальний візок;

пости;

I — відкривання бортів форми;

II — очищення і змазування форми;

III — складання форми

IV — армування;

V — резервні пости;

VI — формування;

VII—шпаклювання

поверхні;

3. Розрахунок фондів часу роботи

Щоб мати можливість розрахувати режим роботи організації призначаємо:

- номінальний фонд часу роботи обладнання,

робочих днів на рік (T_n)

260;

- тривалість робочої зміни ($t_{зм}$), год.

8;

- робочих змін

1;

Річний фонд часу роботи технологічного обладнання визначаємо за формулою:

$$T_{\text{річ}} = T_{\text{н}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{пер}}, \text{ діб,}$$

де $T_{\text{пер}}$ – втрати робочого часу, які пов'язані з переналагоджуванням формувального обладнання, діб

$T_{\text{рем}}$ – термін запланованого призупинення обладнання на ремонт, діб

Виходячи з таблиць 3 та 4, приймаємо:

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

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

Таблиця № 3

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

Таблиця №4

Технологічна лінія та основне технологічне обладнання	Термін планових зупинок на ремонт ($T_{рем}$), діб
Агрегатно-потокові та стендові лінії, касетні установки	7
Конвеєрні лінії	13
Бетонозмішувальні цехи	7

Тоді

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

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

$$t_{змп} = t_{зм} \times K_{вс}, \text{ ГОД,}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Усього – 20%.

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

Термін робочого часу у зміну:

$$t_{зм} = 0,8 \times 8 = 6,4 \text{ год}$$

Таблиця №5

Показники робочого фонду часу:

Період часу	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	–	$t_{зм} = 8$	–	$t_{змг} = 6,4$
доба	1	$T_{добн} = t_{зм} \times n_{зм} = 8 \times 1 = 8$	1	$T_{добг} = t_{змг} \times n_{змг} = 6,4 \times 1 = 6,4$
місяць	$T_M = \frac{T_H}{12} = \frac{260}{12} = 21,67$	$T_M \times t_{зм} \times n_{зм} = 21,67 \times 8 \times 1 = 173,44$	$T_{MP} = \frac{T_{РЧ}}{12} = \frac{247}{12} = 20,58$	$T_{MP} \times t_{змг} \times n_{змг} = 20,58 \times 6,4 = 131,7$
рік	$T_H = 260$	$T_H \times t_{зм} \times n_{зм} = 260 \times 8 \times 1 = 2080$	$T_{РЧ} = 247$	$T_{РЧ} \times t_{змг} \times n_{змг} = 247 \times 6,4 \times 1 = 1580,8$

4. Наукова частина

Ребристі плити є важливим елементом у сучасному будівництві завдяки своїм численным перевагам та універсальності. Їх актуальність обумовлена насамперед економічністю, що забезпечується зменшенням витрат матеріалів. Завдяки ребрам жорсткості, використання бетону та арматури для досягнення необхідної міцності значно скорочується, що знижує вагу конструкції та зменшує навантаження на фундаменти і несучі конструкції будівлі.

Ребристі плити відрізняються високою несучою здатністю, що дозволяє їм витримувати значні навантаження і робить їх придатними для конструкцій з великими прольотами. Легкість конструкцій у порівнянні з монолітними елементами не тільки підвищує їхню міцність, а й знижує витрати на будівництво. Завдяки універсальності та легкості у застосуванні, ці плити широко використовуються у житлових, комерційних та промислових будівлях, а також у мостах, дорожніх покриттях та інших інженерних спорудах, дозволяючи архітекторам створювати складні й нестандартні форми для втілення креативних дизайнерських ідей.

Ребристі плити залишаються затребуваними в будівництві завдяки своїй ефективності та можливості адаптації до різних архітектурних форм. Завдяки цим перевагам вони відкривають нові можливості для проектування і є оптимальним вибором для інженерів та архітекторів, що працюють над різноманітними проектами.

Розробка технологій для підвищення міцності та довговічності ребристих плит є важливою темою сучасного будівництва, оскільки вони часто використовуються в конструкціях з великим навантаженням. Для цього необхідно враховувати особливості матеріалів, з яких вони виготовлені, та методи, що дозволяють підвищити міцність. Міцність бетону, основного матеріалу ребристих плит, може бути збільшена за допомогою технологічних рішень, як-от модифікація складу бетону, використання хімічних добавок і покриттів для підвищення стійкості до агресивних середовищ.

Сучасні дослідження вказують на ефективність хімічних добавок, таких як суперпластифікатори та прискорювачі твердіння, які підвищують ранню міцність бетону, знижуючи ресурсоємність процесу та підвищуючи ефективність конструкцій. Полікарбоксилатні добавки, наприклад, покращують структуру цементного каменю, забезпечуючи високу несучу здатність конструкцій на ранніх етапах твердіння без додаткових методів теплової обробки[2]. Використання мінеральних добавок, як-от кремнеземистих і алюмосилікатних мінералів, знижує пористість бетону та покращує зв'язок між складовими матеріалу, що позитивно впливає на міцність на стиск і водостійкість[4].

Тенденції у проектуванні та виробництві високоміцного бетону базуються на підвищенні якості через зменшення водоцементного відношення та впровадження спеціальних добавок. Згідно з українським стандартом ДСТУ Б В.2.6-156:2010, допускається застосування бетону класу до С50/60, що відповідає міцності марки 800, а європейський стандарт EN 206-1:2013 дозволяє використання важких бетонів класу С100/115 з міцністю до 150 МПа. Суперпластифікатори на основі полікарбоксилатів (наприклад, Melflux) дозволяють значно знизити кількість води в суміші, зберігаючи її зручність укладання, що підвищує міцність бетону на стиск [1,2].

Класичний підхід до виробництва високоміцних бетонів, включає дотримання певних умов, що впливають з теоретичних основ формування структури бетону. До ключових умов належить використання цементів з високою активністю та якісних заповнювачів, а також підтримка мінімального водоцементного відношення. Проте, реалізація таких вимог у традиційних технологіях бетону є досить складною [1,2].

Незважаючи на наявність цементів високої міцності та швидкого твердіння (марки 600 і вище), їх застосування обмежене через високу енергоємність виробництва, що обумовлено потребою в використанні в ресурс еємність клінкеру та підвищеної тонкості помелу. Досягнення низького водоцементного відношення, особливо при використанні цементів середньої

активності, вимагає підвищених витрат цементу, що знижує зручність укладання бетонних сумішей та потребує спеціальних методів ущільнення.

Подолання цих труднощів стало можливим завдяки розробці та широкому впровадженню ефективних суперпластифікуючих добавок, які дозволяють знизити вміст води в суміші на 20–30%, а також високоактивних мінеральних добавок, таких як мікрокремнезем. Це дає можливість виготовляти бетон з міцністю до 130–150 МПа через 28 діб, підвищуючи при цьому ранню міцність і зручність укладання суміші [2].

Дослідження були зосереджені на розробці технологічних параметрів виробництва швидкотверднучих високоміцних бетонів із застосуванням місцевих матеріалів, доступних хімічних добавок та рядових цементів, що детально описано в монографії [3]. Для виготовлення бетонів використовували середньоалюмінатний цемент М500, кварцовий пісок та гранітний щебінь. Найвищий водоредукуючий ефект та підвищення міцності досягнуто при введенні полікарбоксилатних суперпластифікаторів.

Порівняльний вплив різних видів суперпластифікаторів на водоредукуючий ефект бетонних сумішей із початковим В/Ц = 0,35 та осадкою конуса (ОК) у межах 0,5–20 см, а також на міцність при стиску на ранніх етапах твердіння (12 годин – 1 доба) наведено в таблиці № 6

Підвищення міцності цементного каменю та бетону, особливо ранньої міцності при низькому В/Ц, значною мірою залежить від ступеня гідратації цементу. Цей показник можна підвищити збільшенням питомої поверхні цементу (табл. 7). Більш енергоефективним шляхом досягнення необхідної гідратації та міцності бетону є введення добавок прискорювачів твердіння поряд із суперпластифікаторами (табл. 8, рис. 5–7).

При додаванні полікарбоксилатного суперпластифікатора «Melflux» у поєднанні з деякими добавками серії «Релаксол», виготовленими в Україні, через 12 годин бетон при В/Ц = 0,25 досягав міцності на стиск до 58 МПа, що становить 50% міцності через 28 діб. Через добу ця міцність досягає 70%, а

за 7 діб — майже 100%, при цьому до 180 діб суттєвих змін у міцності не спостерігалось (рис. 1–3).

Таблиця 6. Порівняльна ефективність добавок суперпластифікаторів

Добавка	Доза (% маси цементу)	Водоредукція (%)	Збільшення ранньої міцності (%)
ЛСТ	0,2	7–10	8–12
Sika Plastiment BV-60	0,3	9–11	10–12
C-3	0,35	10–13	12–15
Mapei Dynamon SP3	0,2	28–31	30–35
Melflux	0,5	30–32	30–35

Таблиця 7. Вплив водоцементного відношення і домелу цементу на міцність

Тип цементу	Водоцементне відношення (В/Ц)	Питома поверхня (м ² /кг)	Міцність через 28 діб (МПа)
Портландцемент ПЦ I	0,2	450	162
Портландцемент ПЦ I	0,25	350	107,3
ПЦ II/A	0,3	450	141,9
ПЦ II/A	0,2	350	127,5

Таблиця 8. Вплив добавок-прискорювачів на ранню міцність бетону

Добавка	Доза (% маси цементу)	В/Ц	Міцність через 12 годин (МПа)	Міцність через 1 добу (МПа)
Без прискорювача	—	0,3	18,3	42,4
Нітрат кальцію	1,5	0,25	64,5	73,5
Полікарбоксилатний суперпластифікатор	0,5	0,25	58,0	70,0

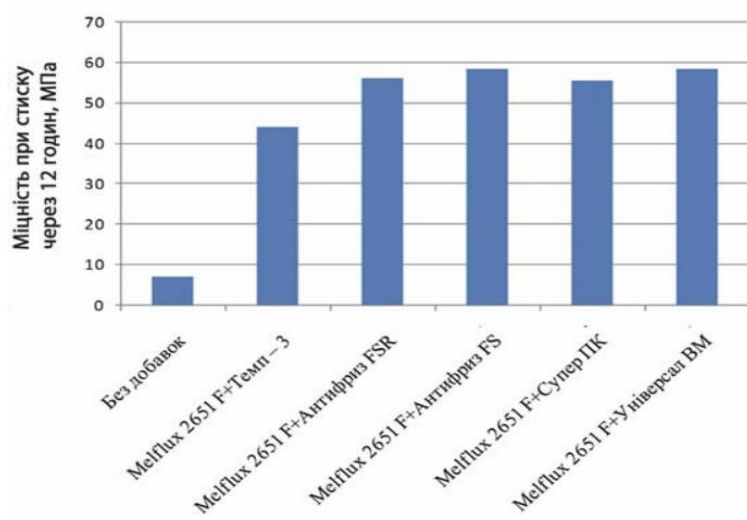


Рис.5 Міцність бетону на стиск через 12 годин в залежності від впливу добавок-прискорювачів у комбінації з суперпластифікатором Melflux.

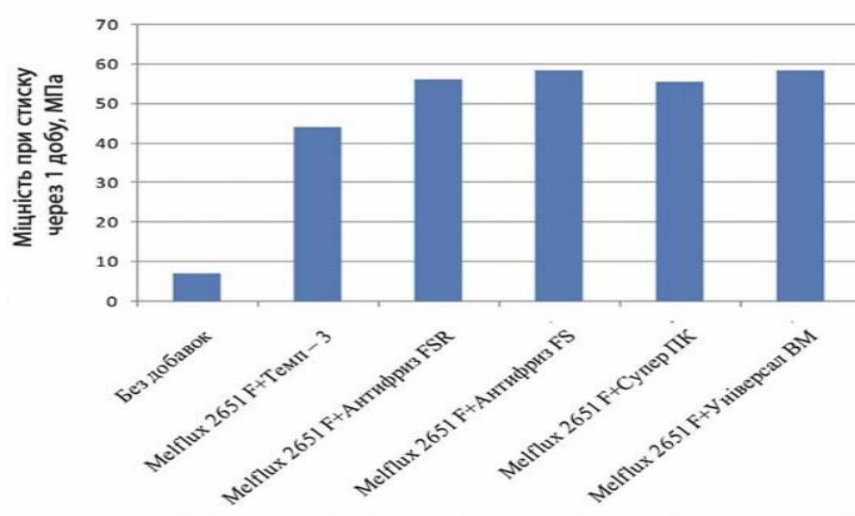


Рис 6. Міцність бетону на стиск через 24 години в залежності від впливу добавок-прискорювачів у комбінації з суперпластифікатором Melflux.

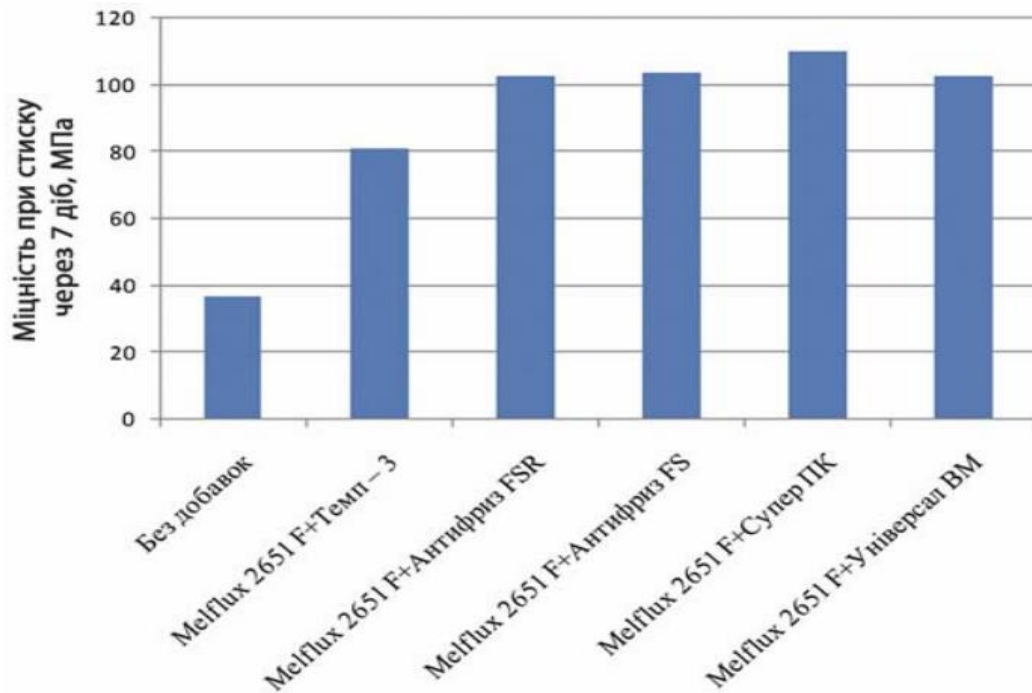


Рис. 7. Міцність бетону на стиск через 7 діб в залежності від впливу добавок-прискорювачів у комбінації з суперпластифікатором Melflux.

Суперпластифікатори на основі полікарбоксилатних ефірів, ефективні для високоміцних швидкотверднучих бетонів, є дорогими, і їх вартість у бетоні може порівнюватися з вартістю цементу. Для зниження вартості важливо комбінувати їх з більш дешевими пластифікуючий ПАР. В результаті експериментів, організованих за планом «склад-технологія-властивості» [4], були розроблені математичні моделі для осадки конусу, пластифікуючого та водоредукуючого ефектів і міцності бетону через 1 і 28 діб, що дозволяє проектувати комплексні добавки, включаючи дешевші пластифікатори ЛСТ та С-3.

Таблиця 9. Значення підвищення міцності бетонної суміші з урахуванням водоредукуючого ефекту (ВРЕ) пластифікуючих добавок.

Добавки суперпластифікаторів (СП)	Співвідношення за масою	Водоредукуючий ефект	Збільшення міцності бетону на стиск	
		ВРЕ, %	Δf_c^1 , %	Δf_c^{28} , %
С-3	-	15,22	52,49	24,55
Melflux	-	31,30	51,72	43,18
ЛСТМ+С-3	1:1	19,57	30,78	15,60
ЛСТМ+Melflux	1:1	32,61	50,44	28,57
С-3+Melflux	1:1	28,26	53,87	46,08
ЛСТМ+С-3+ +Melflux	1:1:1	30,43	47,50	40,86

Додавання метакаоліну також активує зв'язування $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при гідратації цементу, що сприяє зростанню міцності бетону[4]. Однак при високих концентраціях (>10%) його частинки можуть блокувати ріст гідратних новоутворень, що знижує міцність.

Для бетонів з міцністю до 40 МПа через 1 добу та до 80–90 МПа через 28 діб можна використовувати композиційні цементы з доменним шлаком і золею виносу. Для досягнення високої міцності на таких цементах необхідно додавати полікарбосилатні суперпластифікатори. Дослідження показали, що з добавкою Sica VC 225 у кількості 0,7% від маси цементу можна досягти рухомості суміші понад 20 см і знизити В/Ц до 0,25–0,3 при витратах цементу 400–500 кг/м³, забезпечуючи міцність бетону до 80–90 МПа через 28 діб.

Експерименти, що були виконані за допомогою математичного планування дозволили отримати математичні моделі водопотреби бетонної суміші і міцності бетону в 1 і 28 діб побудувати відповідно номограми (рис. 8, 5) і на їх основі запропонувати методику прогнозування відповідних властивостей бетону на композиційних цементах при забезпеченні необхідних складів бетонних сумішей.

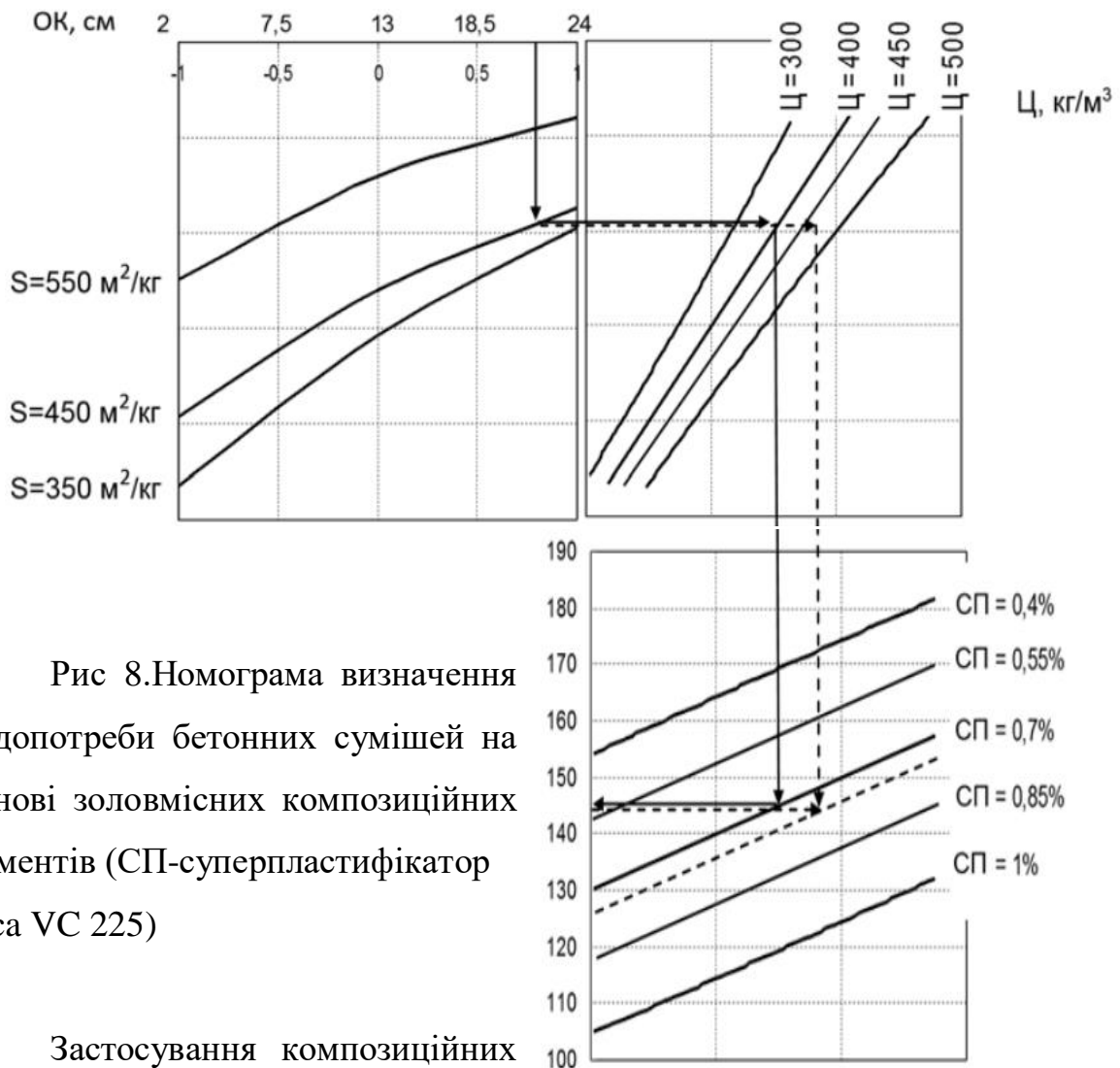


Рис 8. Номограма визначення водопотреби бетонних сумішей на основі золовмісних композиційних цементів (СП-суперпластифікатор Sica VC 225)

Застосування композиційних цементів ефективно для бетонів особливо при тепловологісній обробці [4]. Як слідує з отриманих експериментально-статистичних моделей при $V/C = 0,3$, тривалості ізотермічної витримки 6 год і температурі пропарювання 75°C міцність бетону на стиск через 4 год після ТВО досягає до 90% від 28 добової міцності.

Використання суперпластифікаторів для отримання високоміцних бетонів дозволяє переглянути вимоги не лише до цементу, а й до заповнювачів. У традиційних технологіях для досягнення низького водоцементного відношення (V/C) важливо мінімізувати вміст дисперсних частинок у заповнювачах, які підвищують водопотребу суміші. Застосування суперпластифікаторів дає змогу частково компенсувати вплив дисперсних

частинок, присутніх у заповнювачах, і при низькому В/Ц сприяти їхньому позитивному ефекту як активних наповнювачів.

Цей висновок, зроблений на основі аналізу закономірностей структуроутворення для активних дисперсних наповнювачів, був підтверджений у ході досліджень щодо можливості використання гранітних відсівів як заповнювачів для дрібнозернистих бетонів. Для цього виконували оптимізацію зернового складу відсівів шляхом додавання до нефракційованих відсівів із модулем крупності ($M_{кр}$) 3,23 і вмістом частинок менше 0,16 мм 17% піску фракції 2,5–5 мм у кількості 20%.

Бетони виготовляли зі сталим співвідношенням заповнювача до цементу, забезпечуючи рухомість суміші в межах марки Р3 (9–15 см). Результати експериментів наведені в таблиці 10.

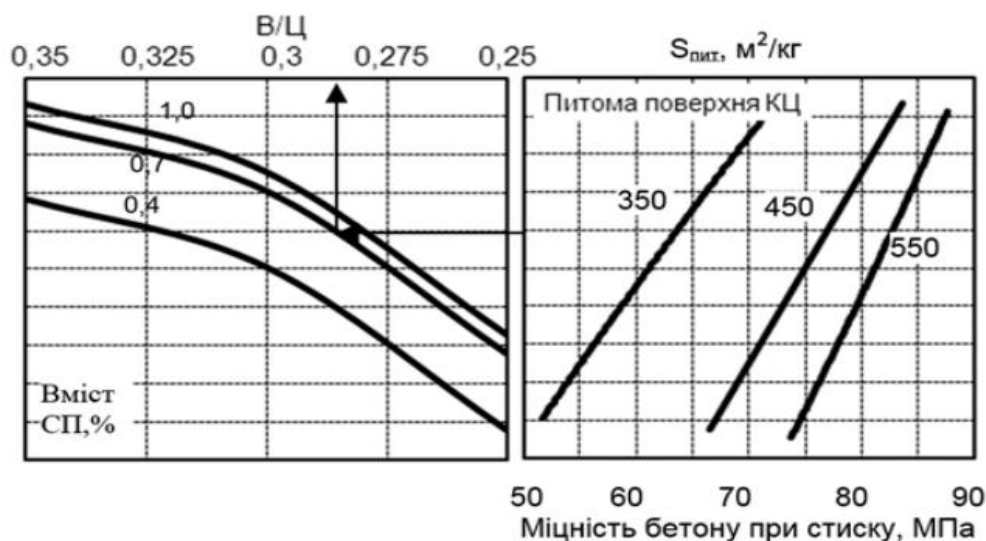


Рис.9. Номограма визначення міцності бетонів на основі золівмісних композиційних цементів (КЦ) у віці 28 діб (СП-суперпластифікатор Sica VC 225)

Застосування композиційних цементів є ефективним для виробництва високоміцних бетонів, особливо при тепловологісній обробці [3]. За результатами експериментальних досліджень, при В/Ц = 0,3, ізотермічній витримці 6 год та температурі пропарювання 75°C, міцність бетону через 4 години після ТВО досягає 90% від міцності через 28 діб. Використання

суперпластифікаторів дозволяє зменшити вимоги до складу цементів і заповнювачів, знижуючи вплив дисперсних частинок у заповнювачах і забезпечуючи їх позитивний ефект при низькому В/Ц.

Таблиця 10. Вплив добавок на отримання високоміцних дрібнозернистих бетонів на гранітних відсівах

№	Суперпластифікатор, %	Мінеральна добавка, %	В/Ц	ОК, см	Міцність при стиску (МПа), у віці(діб)		
					3	7	28
1	Melflux,0,5%	-	0,32	12	63.4	71.2	78.32
2	Sika 225,0,5%	-	0,34	14	45.4	69.4	76.34
3	Melflux, 0,5%	метакаолін, 5%	0,37	12	43.6	58.4	63.24
4	Melflux, 0,5%	мікрокремнезем, 5%	0,35	13	40.2	56.8	62.48
5	Melflux, 1%	метакаолін, 5%	0,35	13	60.1	75.8	85.6
6	Melflux, 1%	мікрокремнезем, 5%	0,33	14	58.7	80.2	90.4

Дослідження показали, що застосування полікарбоксилатних суперпластифікаторів разом з мікрокремнеземом або метакаоліном дозволяє отримати бетони з міцністю на стиск до 60 МПа через 3 доби та до 85–90 МПа через 28 діб[4].

Розроблена методика проектування складів високоміцних швидкотверднучих бетонів з заданими властивостями дозволяє точно розраховувати Ц/В для бетонів з міцністю на різних етапах твердіння (12 год, 1, 7, 28 діб) та враховувати вплив температури і тривалості твердіння в межах 5–40°С. Ця методика була успішно перевірена на промислових випробуваннях на заводах конструкцій [3].

Мінеральні добавки представляють собою дрібнодисперсні матеріали, додавання яких до бетонної суміші призначено для покращення міцність, тривалість. Вони можуть мати як природне, так і штучне походження. Використання таких добавок дозволяє оптимізувати склад бетону, заощадити цемент та робити бетонні конструкції стійкими до впливу зовнішніх

факторів. Основні види мінеральних добавок для підвищення міцності бетону перелічено в Таблиці 11[].

Таблиця № 11. Мінеральні добавки у важких бетонах

Мінеральна добавка	Походження	Вміст добавки в бетонній суміші (%)	Вміст добавки в бетонній суміші (%)	Вплив на властивості бетону
Мікрокремнезем (силіка фум)	Побічний продукт виплавки кремнію та феросплавів	5-10%	Підвищення міцності до 30-50%	Підвищує довговічність, стійкість до хімічних впливів, знижує водопроникність
Метакоалін	Термічно оброблений каолін	10-20%	Підвищення міцності до 20-40%	Знижує пористість, підвищує стійкість до корозії та агресивних середовищ
Гранульований доменний шлак	Побічний продукт металургії	20-50%	Підвищення міцності до 15-25%	Знижує тепловиділення в масивних конструкціях, підвищує хімічну стійкість і довговічність

Висновок: Завдяки дослідженню цих способів підвищення міцності бетону при стику обираємо що найкращим спосіб це додавання хімічних добавок (Суперпластифікатори на основі полікарбоксилатів),що

забезпечують необхідну міцність і рухливість сумішей, враховуючи температурні умови та тривалість твердіння.

5.Ораганізація виробництва конструкції

5.1 Технологічні процеси та операції

Таблиця №12

№	Технологічний процес	Технологічна операція
1	2	3
1	Виготовлення бетонної суміші	<ul style="list-style-type: none"> - Дозування компонентів бетонної суміші; - Перемішування компонентів бетонної суміші
2	Виготовлення арматурних і закладних виробів	<ul style="list-style-type: none"> - Очищення арматурної сталі; - Рівняння арматурної сталі; - Різання арматурної сталі; - Згинання арматурної сталі; - Зварювання; - Збирання плоских каркасів.
3	Формування виробів	<ul style="list-style-type: none"> - Розкриття форм; - Чищення та змащування форм; - Закриття форм - Установлення у форму арматурних та закладних виробів; - Укладання бетонної суміші; - Ущільнення бетонної суміші; - Опрацювання готових виробів.
4	Твердіння виробів	Теплова обробка (ТО)
5	Контроль якості виробів	<ul style="list-style-type: none"> - Візуальний огляд; - Механічні випробування.
6	Транспортування	<ul style="list-style-type: none"> - Транспортування компонентів бетонної суміші;
		<ul style="list-style-type: none"> - Транспортування бетонної суміші; - Виймання готових виробів із форм; - Переміщення форм; - Відкриття камер ТО; - Завантаження камери ТО; - Розвантаження камери ТО.

Такий технологічний процес, як транспортування не є цільним та складається

з частини (операції), що виконується у проміжках між технологічними операціями інших технологічних процесів.

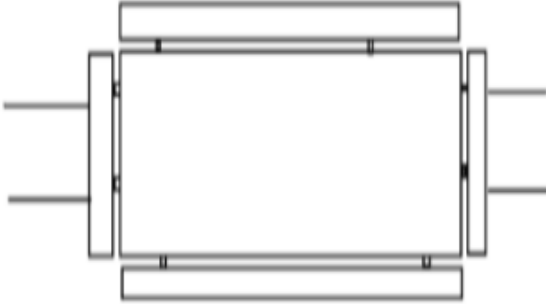
Побудова поопераційного графіку

Конвеєрний метод виробництва залізобетонних виробів забезпечує комплексну механізацію та автоматизацію технологічних процесів їх виготовлення, що призводить до значного підвищення продуктивності праці та збільшення обсягу готової продукції, при цьому максимально ефективно використовуючи технологічне обладнання.

Поопераційна нормаль №1

Найменування операцій – розформування виробів						
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			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Розкріпити борти 2.Опустити борти	2	Формувальник	3,4	2,5	Гайковий ключ, кран	Контроль на наявність щелин в бортах форми

Поопераційна нормаль №2

Найменування операцій – Вилучення виробів з форм та подача в зону охолодження, оздоблення або на візок						
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 підйом виробів краном			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Розкрити борти 2. Опустити Борти 3. Підйом виробів краном. 4. Транспортування до зони охолодження.	2	Формувальник	3,4	3	Гайковий ключ, мостовий кран	Візуальний огляд на дефекти. Вимірювання геометричних параметрів.

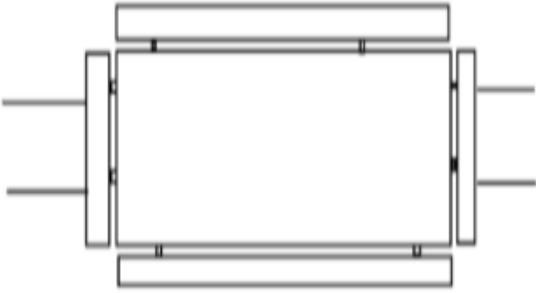
Поопераційна нормаль №3

Найменування операцій – Подання виробів на склад готової продукції						
I Схема організації робочого місця			II Технічні умови виконання			
			Перевірка виробів на відповідність технічним вимогам. Візуальний огляд на наявність дефектів.			
			III Умови безпеки праці			
			Дотримання правил техніки безпеки при переміщенні і розміщенні виробів. Використання засобів індивідуального захисту працівниками.			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Використання відповідного підйомного обладнання 2. Обережне транспортування виробів для уникнення пошкоджень.	2	Формувальник	3,4	3	Мостові крани, навантажувачі	Забезпечення оптимальних умов (температура, вологість) на складі. Регулярний огляд виробів на складі для виявлення можливих дефектів або пошкоджень.

Поопераційна нормаль №4

Найменування операцій – Очищення форм, бортоснащення та змащення форм						
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.Змащування форми	2	Формувальник	3	3	Шкребки, металеві щітки й розпилювач,	Візуально перевіряють щоб не було ділянок поверхні не змащених маслом

Поопераційна нормаль №5

Найменування операцій – Встановлення та складання форм						
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. Підйом бортів форми. 2. Встановлення їх у проектне положення. 3. Закріплення за допомогою крану.	3	Формувальник	3,4	3	Гайковий ключ, кран	Контроль замків форми, наявності щілин між бортами та між бортами і піддоном, а також геометричних форм.

Поопераційна нормаль №6

Найменування операцій – Укладання арматурних каркасів із встановленням монтажних петель						
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.	3	Формувальник	3,4	2,5	Мостовий кран	Контролюють розташування сіток

Поопераційна нормаль №7

Найменування операцій – Укладання, розрівнювання та ущільнення бетонної суміші вібраванням						
I Схема організації робочого місця			II Технічні умови виконання			
			Бетонна суміш повинна бути укладена так, щоб вона не розшарувалась.			
			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 2. Подавання бетоноукладача до форми 3. установка бетоноукладача у вихідне положення 4. Увімкнення віброплощадки. 5. Ущільнення та розрівнювання бетонної суміші. 6. Вимкнення віброплощадки.	4	оператор, формувальник	3,4	7	Бетоноукладач, віброплощадка	Контроль за розшаруванням бетонної суміші, за заповненням бетонною сумішшю форми. Контроль ступеня ущільнення бетонної суміші, прийняттям нею форми виробу.

Поопераційна нормаль №8

Найменування операцій – Вирівнювання та загладження відкритих поверхн свіжозаформ виробів						
I Схема організації робочого місця			II Технічні умови виконання			
			Бетонна суміш повинна ущільнитися та прийняти форму виробу			
			III Умови безпеки праці			
			Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, повинні знаходитися на безпечній відстані від віброплощадки			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Розподіл бетонної суміші по формі. 2.Згладжування поверхні для досягнення рівності. 3.Видалення надлишків матеріалу та усунення дефектів.	3	Формувальник	3,4	4	Гладилки кельми	Контроль рівності поверхні, виявлення та усунення дефектів, контроль товщини шару, моніторинг часу виконання, оцінку якості загладжування.

5.2 Характеристика матеріалів і комплектуючих

Вимоги до щебню:

Міцність щебеню високоміцний М600-800 .

Щебінь гранітний $V_{щ}=4\%$, $\rho_{щ}=2,75\text{кг/л}$, розмір зерен щебеню 10...20мм, фракція: основна.

Не більше 5% сторонніх часток розміром від 5мм до 1см, вид і густина щебеню: щільний, форма щебеня пластинчата.

Наявність домішок більшого розміру не допускається взагалі. Відсутність домішок органічного походження.

Пісок: розмір зерен піску 0,25...0,5мм, кварцовий пісок $V_{п}=9\%$, $\rho_{п}=2,6\text{кг/л}$.

Вимогу-не більше 3% глини та пилу. Не більше 5% сторонніх часток розміром від 5мм до 1см .

Цемент: вид цементу портландцемент, марки 500, $НГ=26,2\%$, $\rho_{ц}=3,1\text{кг/л}$, клас міцності звичайна рання міцність, позначена $32,5N \geq 32,5 \leq 52,5\text{МПа}$, мінімальний вміст цементу для всіх типів портландцементу мінімальний вміст SO_3 повинен бути не менше 1%, максимальне водоцементне відношення 0,55.

Вимоги до стали:

Сталь 35ГС різного діаметру є низьколегованою конструкційною сталлю, яка відома своєю хорошою пластичністю, зварювальністю та міцністю. Вона використовується в різних галузях промисловості, включаючи будівництво, машинобудування та виробництво деталей транспортних засобі

5.3 Бетонозмішувальний цех

Вихідні дані.

Коефіцієнт виходу сумішей – K_B :

- бетонних важких та легких (для конструкційного бетону) 0,67.

Обираємо бетонозмішувач гравітаційної дії V_6 – 600л. Визначаємо тривалість технологічних операцій по виготовленню бетонної суміші:

- завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач – 2 хв.;

- перемішування компонентів бетонної суміші – 2,7хв.;

- вивантаження бетонної суміші – 1,0хв.;

- необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення – 1 хв.

Годинний коефіцієнт нерівномірності видавання товарної бетонної суміші приймаємо: 0,8.

Розраховуємо необхідну кількість бетонозмішувачів:

a) тривалість циклу готування одного замісу змішувачем:

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

де t_1 - задана тривалість перемішування, с;

t_2 - час завантаження матеріалів;

t_3 - час розвантаження суміші;

t_4 - час, необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення.

$$t_{\text{ц}} = 2 + 2,7 + 1 + 1 = 6,7 \text{ хв.}$$

б) кількість замісів за годину роботи змішувачем: $K_H = 0,8$.

$$n_{36} = 60 \times K_H / t_{\text{ц}}, \text{ шт.}$$

$$n_{36} = 60 \times 0,8 / 6,7 = 7,2, \text{ шт.}$$

де K_H - коефіцієнт нерівномірності,

в) годинна продуктивність бетонозмішувача:

$$P_{\text{год}} = \frac{V_6 \times n_{з6} \times K_B}{1000}, \text{ куб. м/год,}$$

де V_6 - ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, м³;

K_B - коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі)

Число бетонозмішувачів n_3 у цеху розраховуємо, виходячи з річної програми потреби у бетонній суміші (бетоні) шт.,

$$P_{\text{год}} = \frac{600 \times 7.2 \times 0.8}{1000} = 3,45 \text{ куб. м/год,}$$

Визначаємо число бетонозмішувачів:

$$n_3^p = \frac{P_{\text{max}} \times K_{\text{и}}}{T_{\text{річ}} \times P_{\text{год}}}, \text{ шт.}$$

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

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

$K_{\text{и}}$ - коефіцієнт річного використання устаткування (0,5 - 0,8).

$$n_3^p = \frac{15000 \cdot 0,8}{1580,8 \cdot 3,45} = 2,2 = 3 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 бетонозмішувач і 1 запасний

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

$$P_{\text{річ}} = 3,45 \cdot 1580,8 \cdot 3 = 16361, \text{ куб.м.}$$

Показник перевипуску становить 9%

Приймаємо для проєктованого бетонозмішувального підприємства типовий проєкт 409-28-30.

Характеристики бетонозмішувальної секції:

- Продуктивність: 20 куб.м/год
- Встановлена потужність: 83 кВт
- Кількість працюючих: 6 осіб
- Площа в плані: 72 кв.м
- Висота: 21,1 м.

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Таблиця №13

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Терміч ні операц ії Сек	Поточний час																
			Профе сія	Кількіс ть		1	21	41	61	81	101	121	141	161	181	201	221	253	273	293	313	343
						20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	252	272	292	312	342	372
Виготовлення бетонної суміші	Завантажуван ня бетонної суміші у бетонозмішувач	Дозатор	Опера тор	1	120																	
	Перемішуван ня компонентів в бетонної суміші	Бетонозмі шувач	Опера тор	1	132																	
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмі шувач	Опера тор	1	60																	
	Повернення перекинутого змішувача у вихідне положення	Бетонозмі шувач	Опера тор	1	60																	
					372																	

5.4 Арматурний цех

Обладнання для заготовки та обробки арматури

Таблиця №14

№	Назва обладнання	Марка	Потужність, кВт	Габарити, мм (Д×Ш)	Кількість працівників	Призначення
1	Станок для заготовки арматурних стержнів	СМЖ 322	3,5	1540x1030	1	Різання арматурних стержнів на задану довжину
2	Станок для гнуття арматури	СГА 405	3	760x790	1	Формування арматури необхідного профілю
3	Станок для зварювання арматурних сіток	ПДГ 601	3,5	750x780	2	Зварювання арматурних сіток для ребристих плит

Додаткові відомості:

Станок СМЖ 322 може обслуговуватись одним працівником, який відповідає за подачу арматури та налаштування.

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

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

- Різання арматурних стержнів 1хв
- Гнуття арматури 2хв
- Зварювання арматурної сітки 15хв

Побудування поопераційного графіка підготовки арматури сітки для використання :

Розташування обладнання в арматурному цеху організовується з урахуванням логічного поділу приміщення на функціональні зони, що забезпечують ефективність виробничого процесу. У початковій частині цеху розташована зона підготовки, де виконуються операції з різання та згинання арматури. Тут встановлено станки для різання (СМЖ-322) та гнуття (СГА-405), які знаходяться поруч зі складом арматури для мінімізації витрат часу на транспортування. Відстань між обладнанням і проходами підтримується не меншою за 1,5 м, що відповідає стандартам безпеки.

Центральна частина цеху відведена для зварювальних робіт. Зона зварювання оснащується станками для зварювання сіток (ПДГ-601), які розташовуються таким чином, щоб забезпечити прямі потоки між підготовчою зоною та зоною складування готової продукції. Для забезпечення безпеки та зручності роботи робочі місця обладнуються захисними екранами та витяжними системами. Відстань між зварювальними установками становить не менше 2 м для комфортного виконання робіт.

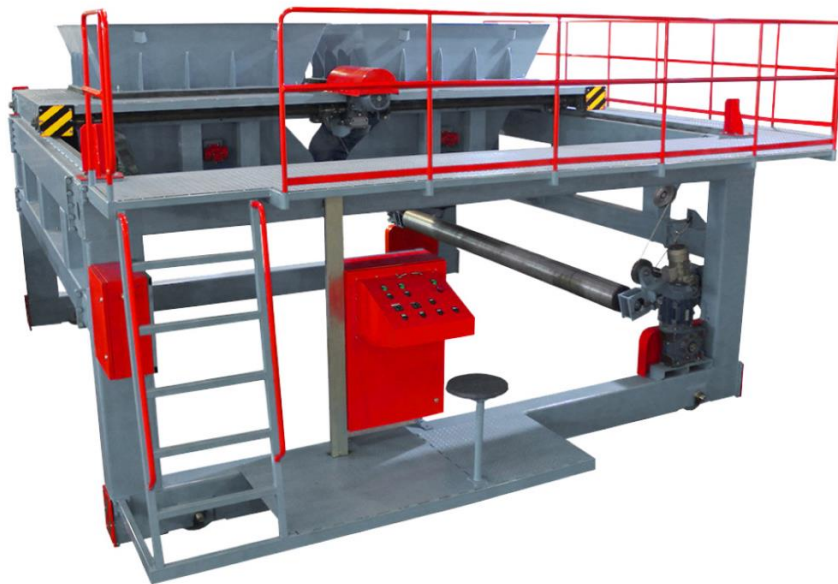
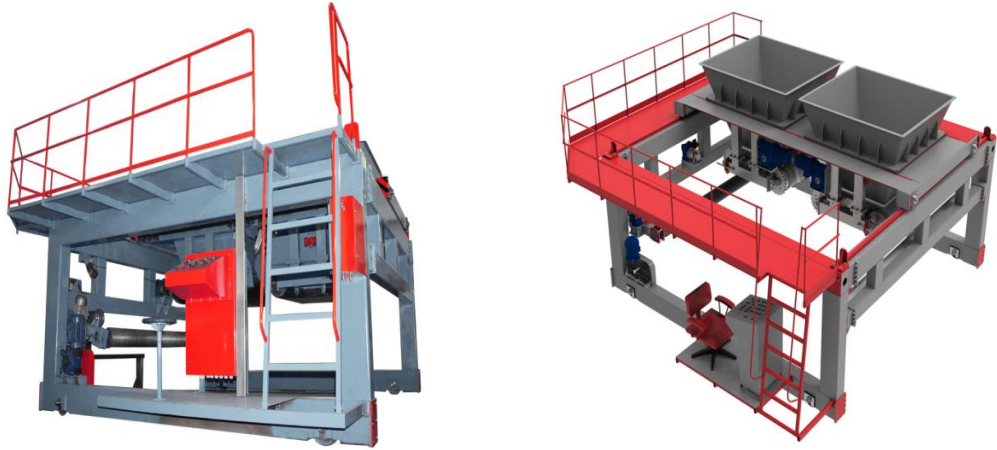
Зона складування арматури розміщується вздовж стін цеху, забезпечуючи зручний доступ до готових виробів і скорочуючи транспортний шлях. Арматурні заготовки та сітки зберігаються на багаторівневих стелажах. Переміщення готових виробів здійснюється за допомогою транспортних візків і кран-балок. Такий підхід сприяє оптимізації виробничих потоків, підвищенню продуктивності праці та відповідає вимогам охорони праці та техніки безпеки.

Характеристики складу:

- Потужність: 20,5 кВт
- Кількість працюючих: 4 особи

5.5 Формувальний цех

Обладнання для укладання бетонної суміші СМЖ-166А застосовується на виробничих лініях для рівномірного розподілу суміші у формах з метою забезпечення якісного формування залізобетонних виробів.



Зображення 1 Обладнання для укладання бетонної суміші марки СМЖ-166А

Технічні характеристики:

Потужність: 20 кВт

Габаритні розміри: 5200 × 6300 × 2950 мм

5.5.1 Поопераційний графік виробництва конструкції

Таблиця №16

№	Найменування операцій	Робітники			Тривалість, хв	Хвилини																							
		Професія	розряд	кількість																									
1	Розформування виробів	Формувальник	3,4	2	2,5	-----																							
2	Видучення виробів з форм та подача в зону охолодження, оздоблення або на візок	Формувальник	3,4	2	3	-----																							
3	Подання виробів на склад готової продукції	Формувальник	3,4	2	3	-----																							
4	Очищення форм, Бортоснащення та змащення форм	Формувальник	3	2	3	-----																							
5	Встановлення та складання форм	Формувальник	3,4	3	3	-----																							
6	Укладання арматурних каркасів із встановленням монтажних петель	Формувальник	3,4	3	2,5	-----																							
7	Укладання, розрівнювання та ущільнення бетонної суміші вібруванням	оператор,формувальник	3,4	4	7	-----																							
8	Вирівнювання та загладжування відкритих поверхн.свіжогаформ.виробів	Формувальник	3,4	3	4	-----																							
Усього					28																								

5.5.2 Тижнево-добовий графік виробництва конструкції

Таблиця №17

Робота	тривалість	10	20	48	328	376	460	470	480
підгот	10								
ОБСЛ	10								
1	28								
2-11	28x10								
обід	48								
12-14	28x3								
ОБСЛ	10								
Зр	10								

5.5.3 Розрахунок загального часу виготовлення планового об'єму продукції

за тижнево-добовим графіком за одну зміну одна виробнича лінія спроможна сформувати 14 виробів. Приймаємо 4 лінії.

Вираховуємо за скільки змін буде виготовлена фактична кількість панелей:

$$(15000/0,55=27272 \text{ шт в рік})$$

$$T = 27272/14 \cdot 4 = 487 \text{ зміни.}$$

Приймаємо 2 зміни в добу: $487/2=243,5$ діб

Робочий розрахунковий фонд – 247 діб. Тож плановий об'єм буде виготовлено за 0,99 року

5.5.4 Розрахунок потужності технологічної лінії

Кількість виробів, що є плановою і виготовляється на одній виробничій лінії розраховується як:

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

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

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

N^3 – планова кількість виробів, шт./рік.

$$N^3_{\text{вир}} = 27272/247 \cdot 2 = 55,2 \text{ штук}$$

Потрібна кількість технологічних ліній визначається за формулою:

$$n_{\text{л}}^p = N^3_{\text{вир}} / N_{\text{вир}} = 55,2/14 = 3,94 \text{ шт.}$$

Приймаємо чотири виробничі лінії.

Фактична виробнича потужність однієї технологічної лінії з виробництва стінової панелі визначається за формулою:

$$N_{\text{il}} = N_{\text{вир}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot T_{\text{річ}} \cdot V_{\text{вир}}$$

$$N_{\text{il}} = 56 \cdot 2 \cdot 247 \cdot 0,55 = 15215,2$$

При такій фактичній потужності перевипуск становить 1,43%.

6. Складське господарство

6.1 Розрахунок потреби в компонентах й комплектуючих

Розрахунковий склад бетону:

$$\text{Ц} = 380 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{В} = 175 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{Щ} = 1220 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{П} = 670 \text{ кг/м}^3.$$

Таблиця № 18

Компонент	Одиниця виміру	Потреба			
		1 кг/м ³	змiна	доба	Рiк
Цемент	кг	380	$\text{Ц}_з = \text{Ц} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{Ц}_д = \text{Ц}_з \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{Ц}_р = \text{Ц}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Пiсок	кг	670	$\text{П}_з = \text{П} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{П}_д = \text{П}_з \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{П}_р = \text{П}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Вода	л	175	$\text{В}_з = \text{В} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{В}_д = \text{В}_з \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{В}_р = \text{В}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Щебiнь	кг	1220	$\text{Щ}_з = \text{Щ} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{Щ}_д = \text{Щ}_з \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{Щ}_р = \text{Щ}_д \cdot T_{\text{рiч}}$

Розрахунок:

Змiна

Для цементу:

$$380 \cdot 3,45 \cdot 0,8 = 1048,8 \text{ кг}$$

Для пiску:

$$670 \cdot 3,45 \cdot 0,8 = 1849,2 \text{ кг}$$

Для води:

$$175 \cdot 3,45 \cdot 0,8 = 483 \text{ м}^3$$

Для щебню:

$$1220 \cdot 3,45 \cdot 0,8 = 3367,2 \text{ кг}$$

Розраховуємо потреби в компонентах та комплектуючих за добу за формулами:

Для цементу:

$$1048,8 \cdot 2 = 2097,6 \text{ кг}$$

Для пiску:

$$1849,2 \cdot 2 = 3698,4 \text{ кг}$$

Для води:

$$483 \cdot 2 = 966 \text{ м}^3$$

Для щебню:

$$3367,2 \cdot 2 = 6734,4 \text{ кг}$$

Розраховуємо потреби в компонентах та комплектуючих на рік за формулами:

Для цементу:

$$2\,097,6 \cdot 247 = 518107,2$$

Для піску:

$$3698,4 \cdot 247 = 974415$$

Для води:

$$966 \cdot 247 = 254508,8$$

Для щебню:

$$6734,4 \cdot 247 = 1663396,8$$

Складаємо таблицю з розрахунків

Таблиця №19

Компонент	Одиниця виміру	Потреба			
		1 кг/м ³	змiна	доба	Рiк
Цемент	кг	380	1048,8	2 097,6	518107,2
Пiсок	кг	670	1849,2	3698,4	913504,8
Вода	л	175	483	966	238602
Щебiнь	кг	1220	3367,2	6734,4	1663396,8

Розрахунки для кожного виду сталi:

1. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (Ø 18 мм):

- За змiну: $24 \times 56 = 1344$ кг.
- За добу: $1344 \times 2 = 2688$ кг.
- За рiк: $2688 \times 247 = 663936$ кг.

2. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (Ø 12 мм):

- За зміну: $6 \times 56 = 336$ кг.
- За добу: $336 \times 2 = 672$ кг.
- За рік: $672 \times 247 = 165984$ кг.

3. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (Ø 8 мм):

- За зміну: $18,4 \times 56 = 1030,4$ кг.
- За добу: $1030,4 \times 2 = 2060,8$ кг.
- За рік: $2060,8 \times 247 = 509017,6$ кг.

4. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 16 мм):

- За зміну: $2 \times 56 = 112$ кг.
- За добу: $112 \times 2 = 224$ кг.
- За рік: $224 \times 247 = 55328$ кг.

5. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 12 мм):

- За зміну: $3,6 \times 56 = 201,6$ кг.
- За добу: $201,6 \times 2 = 403,2$ кг.
- За рік: $403,2 \times 247 = 99\,590,4$ кг.

6. Холоднотянута проволока (Ø 5 мм):

- За зміну: $16,7 \times 56 = 935,2$ кг.
- За добу: $935,2 \times 2 = 1870,4$ кг.
- За рік: $1870,4 \times 247 = 461988,8$ кг.

7. Холоднотянута проволока (Ø 3 мм):

- За зміну: $0,4 \times 56 = 22,4$ кг.
- За добу: $22,4 \times 2 = 44,8$ кг.
- За рік: $44,8 \times 247 = 11065,6$ кг.

Діаметр, Ø мм	Одиниця випиру	На 1 виріб	зміна	доба		
12 МЕРКН НН	18	Кг	24	1344	2688	
			12	6,0	336	672
12 МЕРКН	8	Кг	18,4	1030,4	2060,8	5
			16	2,0	112	224
12 а ст-3	12	Кг	3,6	201,6	403,2	1
			5	16,7	935,2	1870,4
12	3	Кг	0,4	22,4	44,8	

6.2 Склади в'язучих

Основною характеристикою складу, є його місткість, яку визначаємо за формулою:

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

де

$Ц_{д}$ – витрата в'язучого на добу, 2 097,6 кг (з табл.19);

n - нормативний запас збереження в'язучого, 10 діб;

K_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження в'язучого на склад, рівний:

- 1.15 для автомобільного транспорту;

K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого, дорівнює 1.4;

K_3 - коефіцієнт можливих утрат в'язучого при розвантаженні, рівний 1,04 ;

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

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

$Пв$ - щільність в'язучого в насипному стані, 1300 кг/м³.

Розраховуємо місткість складу в'язучих:

$$V = 2\,097,6 \cdot 10 \cdot 1,15 \cdot 1,4 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1300 = 22,9 \text{ м}^3$$

Приймаємо для проектуваного складу в'язучих підприємства типовий проект 409-29-62.

Характеристики бетонозмішувальної секції:

- Місткість: 240
- Потужність: 42.8 кВт
- Витрати стислого повітря: 10.5
- Кількість працюючих: 6 осіб

6.3 Склади заповнювачів

Склади заповнювачів обираємо за такими параметрами:

- за тривалістю експлуатації: постійні;
- за призначенням: базисні;
- за ємністю та вантажообігом: середні;
- за надійністю: стаціонарні;
- за видом транспортних засобів: безрейкові;
- за способом складування та зберігання: напівбункерні.

Кількість та обсяг відсіків (ємностей) визначаються в залежності від кількості різних фракцій заповнювачів, що будуть використовуватись на підприємстві, а також від продуктивності засобу доставки заповнювачів. Необхідно мати щонайменше одну ємність для кожної фракції та виду заповнювача.

При виборі складу заповнювачів слід керуватися їх техніко-економічними характеристиками.

Важливим параметром складу є його місткість, яку визначаємо за допомогою наступної формули:

$$V = \frac{P_d(Щ_d) \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4}{P_3}, \text{ м}^3$$

де $P_d(Щ_d)$ – витрата заповнювача на добу,

$$P_d = 3698,4 \text{ кг}, \quad Щ_d = 6734,4 \text{ кг (з табл. 19);}$$

n - нормативний запас збереження заповнювача, 10 діб;

K_1 - коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад, рівний:

- 1.15 для автомобільного транспорту;

K_2 - коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача, дорівнює 1.4;

K_3 - коефіцієнт можливих утрат заповнювача при розвантаженні, рівний 1,04 ;

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

P_3 - щільність заповнювача в насипному стані,
для піску 1550 кг/м^3 , для щебеню 1400 кг/м^3 .

Розраховуємо місткість складу заповнювачів:

для піску:

$$V_{\text{ПІСКУ}} = 3698,4 \cdot 10 \cdot 1.15 \cdot 1.4 \cdot 1.04 \cdot 0.943 / 1550 = 37,6 \text{ м}^3$$

для щебеню:

$$V_{\text{ЩЕБЕНЮ}} = 6734,4 \cdot 10 \cdot 1.15 \cdot 1.4 \cdot 1.04 \cdot 0.943 / 1400 = 76 \text{ м}^3$$

Приймаємо для проєктованого складу в'язучих підприємства типовий проєкт 409-29-35.

Характеристики складу :

- Потужність: 91,8 кВт
- Витрата пара: 1000 тонн
- Кількість працюючих: 5 осіб

6.4 Склад арматури і арматурних виробів

Щоб розрахувати площу складу арматури для кожного виду сталі, використовуємо надану формулу:

$$S_a = Q_x \cdot K_n \cdot N_x / P_i$$

де:

Q_x — добова потреба сталі одного виду (беремо з таблиці 20).

$K_n = 1.5$ — коефіцієнт на проходи й проїзди.

$N_x = 10$ — нормативний запас арматури (в днях).

$P_i = 1.2$ — маса сталі, яка розміщується на 1 кв.м складу (в тоннах).

1. Гаряче-катана арматурна сталь марки 35ГС (\varnothing 18 мм):

$$S_{a1} = 2688 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 33,6 \text{ м}^2$$

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

$$S_{a2} = 672 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 8,4 \text{ м}^2$$

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

$$S_{a3} = 2060,8 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 25,76 \text{ м}^2$$

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

$$S_{a4} = 224 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 2,8 \text{ м}^2$$

5. Гаряче-катана арматурна кругла сталь ст-3 (Ø 12 мм):

$$S_{a5} = 403,2 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 5,04 \text{ м}^2$$

6. Холоднотянута проволока (Ø 5 мм):

$$S_{a6} = 1870,4 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 23,38 \text{ м}^2$$

7. Холоднотянута проволока (Ø 3 мм):

$$S_{a7} = 44,8 \cdot 1.5 \cdot 10 / 1.2 = 0,56 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу:

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

$$S_a = 33,6 + 8,4 + 25,76 + 2,8 + 5,04 + 23,38 + 0,56 + 3,36 + 3,92 = 99,52 \text{ м}^2$$

Отже, площа складу арматури становить 106,8 м²

Відповідно до ДБН А.3.1-8-96, норма зберігання арматурної сталі приймаємо за норму 120 тон .

Характеристики складу :

- Потужність: 10,5 квт
- Кількість працюючих: 2 осіб

6.5 Склад готової продукції

Для зберігання 112 плит ребристих розміром 1500×6000 мм, потрібно розрахувати площу плити та кількість виробів за добу, площа однієї плити 9м²

Добовий обсяг:

$$112 \times 9 = 1008 \text{ м}^2$$

Врахування запасу (10 діб):

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

Коефіцієнт на проходи і проїзди (1.5):

$$10080 \text{ м}^2 \times 1.5 = 15120 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт для роботи мостового крана (1.3):

$$15120 \text{ м}^2 \times 1.3 = 19656 \text{ м}^2$$

Остаточна площа складу для зберігання плит становить 19656 м².

Характеристики складу:

- Потужність: 10,5 квт
- Кількість працюючих: 2 осіб

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

Склад хімічних добавок:

Хімічні добавки постачаються в контейнерах об'ємом 200 л кожен.

Норма зберігання — 14 діб.

Добове споживання: 0,5 контейнера (100 л).

Коефіцієнт на проходи та проїзди: $K=1.3$

Розрахунок площі складу хімічних добавок:

$$Q=0.5 \times 200=100.$$

Нормативний запас: $N=10$ діб

Загальний обсяг зберігання:

$$V_{\text{добавки}}=Q \times N=100 \times 14=1400 \text{ л.}$$

Площа зберігання з урахуванням проходів:

$$S_{\text{добавки}}=V/200 \times K=1400/200 \times 1.3=9.1 \text{ м}^2.$$

Склад мастильних матеріалів:

Мастильні матеріали постачаються в ємностях об'ємом 50 л кожна.

Норма зберігання — 14 діб.

Добове споживання: 4 ємності (200 л)

Розрахунок площі складу мастильних матеріалів:

Добовий обсяг споживання:

$$Q=4 \times 50=200 \text{ л}$$

Нормативний запас: $N=10$ діб

Загальний обсяг зберігання:

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

Площа зберігання з урахуванням проходів:

$$S_{\text{мастила}} = V/50 \times K = 2800/50 \times 1.3 = 72.8 \text{ м}^2.$$

Загальна площа складів:

Площа для хімічних добавок: 9.1 м²

Площа для мастильних матеріалів: 72.8 м²

$$S_{\text{загальна}} = 9.1 + 72.8 = 81.9 \text{ м}^2.$$

Організація складів:

Герметичні контейнери розташовуються у два ряди для оптимального використання площі.

Забезпечено примусову вентиляцію для підтримки належного температурного режиму (10–25°C).

Ємності зберігаються на металевих стелажах висотою до 1,5 м.

Приміщення обладнане системою аспірації та вибухозахисним освітленням.

Характеристики складу:

- Потужність: 0,5 квт
- Кількість працюючих: 2 особи

7. Лабораторія і контроль якості

Згідно ДБН А.3.1-8-96 площа лабораторії становить 100 м²

Лабораторія, що належить підприємству-виробнику, має виконувати контроль якості виробництва згідно з системою якості. Цей контроль передбачає проведення вхідного контролю матеріалів та комплектуючих елементів, які надходять на підприємство, операційного контролю під час виконання всіх технологічних процесів, а також приймального контролю якості готової товарної продукції. Товарна продукція включає в себе бетонні та розчинні суміші.

Лабораторія виконує повний комплекс робіт з контролю якості під час виробництва продукції. Детальний перелік цих робіт наведений у Таблиці №21

Таблиця №21

Показники матеріалів, процесів і продукції, що контролюються	Хто здійснює контроль
Перевірка відповідності вимогам нормативних документів сировини, матеріалів і напівфабрикатів, що надходять на завод	Лабораторія
Контроль якості при приготуванні бетонних і розчинних сумішей, мастик, мастил, добавок та інших складів	Лабораторія

Вхідний контроль матеріалів та комплектуючих елементів, які надходять на підприємство, здійснюється шляхом порівняння інформації, що міститься в паспортах або сертифікатах цих матеріалів і елементів, з результатами їх зовнішнього огляду та проведення контрольних випробувань на пробних зразках. Вид, періодичність та обсяг контрольних випробувань встановлюються стандартами та технічними умовами, що стосуються цих матеріалів. Крім того, проводиться періодичний контроль зберігання матеріалів та комплектуючих елементів для забезпечення дотримання вимог щодо правил та термінів їх зберігання.

Для випробування використовуються таке обладнання як гідравлічний прес ПГМ-500МГ4Ц.

Карта контролю якості виробництва

Основні операції, що підлягають контролю	Комплектація робочих креслень, НД, карт	Стан формувального устаткування, вібраторів	Арматурні роботи
Склад контролю	Наявність технічної документації (НД, робочі креслення й ін.)	1. Коливання віброплощадки 2. Технічний стан устаткування	1. Марка сталі 2. Відповідність розмірів арматури робочим кресленням 3. Зварювання стрижнів 4. Антікорозійний захист
Місце контролю	Цех	Пости формування й натягу. Лабораторія	Арматурний цех
Метод і засоби контролю	Порівняння із проектом	Віброграф. Паспорт	1. порівня з еталоном 2. Вимірювання Рулеткою 3. Візуальни відбір проб
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць і при виготовленні нової партії виробів	1. Щомісяця 2. Через 6 місяців кожний прилад	2 рази на зміни, вибіркам
Особа, що контролює операцію	Інженер ВТВ	1. Майстер ВТК. 2. механік, Енергетик	1-2. Майстер
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал обліку документації	Журнали перевірки встаткування	Журнал арматурних робіт
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник ВТВ	Начальник ВТК	Начальник арматурного цеху

Основні операції, що підлягають контролю	Зварювальні роботи	Установка й закріплення сіток, строповочних петель, фіксаторів	Виготовлення бетонної суміші
Склад контролю	1.Механічна міцність 2.Розмір швів 3.Співвісність стрижнів 4.наявність дефектів	1.Відповідність робочім кресленням 2.Захисний шар 3.Укладання лицювального шару 4.положення арматурного каркасу	1 Точність дозування 2. Час перемішування 3. Консистенція 4. Температура
Місце контролю	Зварювальний пост	Пост формування	Дозатори Бетонозмішувачі
Метод і засоби контролю	Відбір проб випробування	Вимірювання сталевую рулеткою	1. Спостереження за приладами 2.Перевірка, тарування приладів 3. Відбір проб і випробування 4.Термометр
Періодичність і обсяг контролю	Раз на місяць 2-4.Постійно 1-4. Вибірка	раз на зміни, вибіркам	1. Раз у зміну 2. Кожний заміс 3.4,2 рази в зміну й при новому складі суміші
Особа, що контролює операцію	1,Лаборант 2-4.Майстер	Майстер	1-4 Лаборант 2 оператор
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал зварювальних робіт	Акт на сховані роботи	Журнал лабораторних випробувань
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник цеху	Начальник цеху	Начальник бетонозмішувального цеху

Основні операції, що підлягають контролю	Підготовка й змащення форм	Укладання бетонної суміші	Розпалубка. Підготовка до здачі продукції, складування
Склад контролю	1.Відповідність форм проектним розмірам. 2.Якість очищення й змащення форм 3.Якість емульсії	1.Час віброущільнення 3.Щільність укладання 4. Міцність бетону 5. Об'ємна маса	1. Зовнішній вигляд 2. Наявність дефектів
Місце контролю	1.Пост розпалубки 2.Місце збірки перед укладанням бетонної суміші 3.Ємність	1—3.Пост формування 4—5. Лабораторія	Пост розпалубки, склад готової продукції
Метод і засоби контролю	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	1, 2. Візуальний Сталева рулетка
Періодичність і обсяг контролю	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	1,2. Поштучно 3, 2 рази в зміну. Партія
Особа, що контролює операцію	1.Майстер. 2.Лаборант	1.Майстер. 2.Лаборант	Майстер бригади
Документ, у якому реєструються результати контролю	Журнал стану форм	Журнал лабораторних випробувань	Журнал здачі готової продукції
Особа, відповідальна за забезпечення технології	Начальник цеху	Начальник цеху	Начальник цеху

Характеристики складу:

- Потужність: 0,5 кВт
- Кількість працюючих: 3 особи

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

Розрахунок потреби в електроенергії

Бетонозмішувальний

цех

Потужність: 83 кВт

Арматурний цех

- Станок СМЖ-322: 3,5 кВт
- Станок СГА-405: 3,0 кВт
- Станок ПДГ-601 (2 шт): $3,5 \text{ кВт} \times 2 = 7,0 \text{ кВт}$
- Мостовий кран (5 т): 10,0 кВт

Сумарна потужність:

$$3,5 + 3,0 + 7,0 + 10,0 = 23,5 \text{ кВт}$$

Формувальний цех:

- Роликовий конвеєр: 20,0 кВт
- Мостовий кран (10 т): 10,0 кВт
- Вібраційний стіл: 12,0 кВт
- Бетоноукладчик СМЖ-166А: 20,0 кВт

Сумарна потужність:

$$20,0 + 10,0 + 12,0 + 20,0 = 62,0 \text{ кВт}$$

Склад в'язучих: 42,8 кВт

Склад заповнювача: 91,8 кВт

Склад арматури і арматурних виробів: 10,5 кВт

Склад готової продукції: 10,5 кВт

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

Лабораторія: 0,5 кВт

Сумарна потужність складів і лабораторій:

$$42,8 + 91,8 + 10,5 + 10,5 + 0,5 + 0,5 = 156,6 \text{ кВт}$$

Адміністративний корпус

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

Загальна потреба в електроенергії

Складаємо всі значення:

$$83,0+23,5+62,0+156,6+10,0=313,1$$

Загальна встановлена потужність підприємства: 335,1 кВт.

Розрахунок потреби стислого повітря

Стиснене повітря необхідне для розвантаження та транспортування цементу. Відповідно до технічних характеристик складу цементу, необхідний об'єм стисненого повітря становить 2 593,5 м³. Це забезпечує ефективну подачу цементу через пневмотранспортні системи до бетоносмісильного вузла.

Розрахунок потреби в воді

Технологічна потреба у воді

Норма витрати води: $q=175$ л/м³.

Річний випуск продукції: 15,000 м³.

$$Q_{\text{техн}}=175 \cdot 15,000=2625000\text{л(або}2625\text{м}^3\text{)}$$

Побутова потреба у воді

Приймається як 20% від технологічної:

$$Q_{\text{побут}}=0,2 \cdot Q_{\text{техн}}=0,2 \cdot 2625000=525 \text{ м}^3$$

Протипожежна потреба

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

$$Q_{\text{пож}}=0,1 \cdot Q_{\text{техн}}=0,1 \cdot 2625000=262500\text{л(або}262,5\text{м}^3\text{)}$$

Загальна потреба у воді

Підсумуємо всі складові:

$$Q_{\text{заг}}=Q_{\text{техн}}+Q_{\text{побут}}+Q_{\text{пож}}=2625+525+262,5=3412500\text{л(або}3412,5\text{м}^3\text{)}$$

Підсумок

Технологічна потреба: 2625 м³

Побутова потреба: 525 м³

Протипожежна потреба: 262,5 м³

Загальна потреба у воді на рік становить 3412,5 м³.

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

Розрахунок потреби пара

Пар використовують для видалення зайвої вологи із заповнювачів, таких як пісок чи гравій, щоб забезпечити оптимальну якість бетонної суміші. Вологі заповнювачі можуть впливати на міцність та консистенцію готового продукту.

Відповідно до технічних характеристик складу заповнювачів, необхідний об'єм пара становить 1000 тон.

9. Організація вантажопотоків

Прийом сировини та матеріалів на підприємстві організовано з використанням залізничного транспорту, який забезпечує доставку цементу, заповнювачів, арматури та комплектуючих елементів. Розвантаження матеріалів здійснюється безпосередньо на облаштовані склади, що мінімізує час переміщення сировини. Для транспортування цементу зі складу до бетоносмісного цеху використовуються трубопроводи, де переміщення здійснюється за допомогою стисненого повітря, що забезпечує герметичність процесу.

Подача заповнювачів до бетоносмісного вузла організована через стрічкові транспортери, які прокладені у спеціальних галереях. Ця система дозволяє безперервно транспортувати матеріали, знижуючи ризик забруднення та втрат. У самому бетоносмісному вузлі компоненти бетонної суміші переміщуються гравітаційним методом, що зменшує енерговитрати та прискорює процес підготовки суміші.

Переміщення готової бетонної суміші до формувальних цехів виконується за допомогою стрічкових конвеєрів, розташованих у галереях. Суміш безпосередньо завантажується у приймальні бункери бетонораздатчиків, що забезпечує точність і зручність подачі.

У формувальних цехах форми з виробами після теплової обробки переміщуються за допомогою підйомників. Для внутрішньо цехового

транспортування форм між постами використовуються роликові конвеєри. Для зміни положення форм під час обробки або переміщення використовується спеціальне обладнання — кантователі, які забезпечують безпечний і точний процес.

Готова продукція транспортується з формувального цеху на склад готових виробів за допомогою спеціальних вагонеток, що рухаються рейковими шляхами. Така система дозволяє уникнути пошкодження продукції під час перевезення.

Вивезення готових виробів зі складу організовано з використанням залізничного та автомобільного транспорту. Для цього передбачено два типи транспортних маршрутів: кільцевий, який мінімізує необхідність розворотів, та тупикові під'їзди до окремих зон із місцями для маневрування.

Пішохідні маршрути на території заводу організовані окремо від транспортних шляхів. В середині цехів передбачено спеціальні доріжки, що дозволяють працівникам безпечно пересуватися між робочими зонами, мінімізуючи ризик нещасних випадків.

Організація вантажопотоків спрямована на забезпечення максимальної ефективності транспортування, зниження ризиків перетину потоків на одному рівні та підтримання високого рівня безпеки для працівників і обладнання.

10. Структура, організація і управління підприємством

Структура заводу з виробництва бетонних і залізобетонних виробів розроблена для забезпечення ефективності виробничих процесів і дотримання стандартів якості та безпеки.

Основні підрозділи підприємства включають:

- Адміністративно-господарський відділ відповідає за загальне управління підприємством. Основними завданнями є планування, організація фінансових і кадрових процесів та контроль за виконанням виробничих завдань. Відділ координує діяльність усіх структурних підрозділів, забезпечуючи зв'язок між керівництвом і персоналом.

- Виробничі цехи — це основні ділянки, де відбувається виготовлення продукції, включаючи бетоносмесильний, арматурний, формувальний цехи, цех теплової обробки та складські приміщення. Кожен цех обладнаний відповідним технічним оснащенням і має спеціалізований штат працівників для забезпечення безперебійного виробничого процесу.

- Лабораторія контролю якості перевіряє всі матеріали, що надходять на підприємство, а також готову продукцію. Лабораторія оснащена сучасним обладнанням для проведення випробувань, що забезпечує відповідність продукції технічним вимогам.

- Ремонтно-технічний відділ проводить обслуговування та ремонт виробничого обладнання, що дозволяє підтримувати його у належному стані і знижує ризик зупинок виробництва.

- Складські приміщення мають окремі зони для зберігання сировини, матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції. Оснащені системами зберігання та обліку, що дозволяють знизити витрати та підтримувати продукцію у належних умовах.

- Відділ логістики відповідає за організацію перевезень та зберігання матеріалів і готової продукції, включаючи транспортування сировини до цехів і доставку готової продукції замовникам.

Організація виробничих процесів є важливою для забезпечення високої продуктивності та якості продукції. Всі етапи виробництва повинні бути оптимізованими для зменшення витрат часу та ресурсів. Початковий етап — отримання та перевірка сировини, після чого матеріали передаються до цеху для виготовлення бетонної суміші. Далі відбувається формування арматури, заливка бетону у форми, а потім теплової обробки. Після завершення процесу готові вироби проходять контроль якості у лабораторії та передаються на склад готової продукції для подальшого зберігання або відправки.

Управління підприємством здійснюється за допомогою сучасних автоматизованих систем управління, що дозволить контролювати всі етапи виробництва, якість продукції, витрати та інші важливі параметри. Дані про

виробничий процес збираються у системі для моніторингу ефективності та прогнозування потреб підприємства

Штатний розклад визначає кількість та спеціалізацію працівників у кожному підрозділі заводу. Він залежить від розмірів підприємства, обсягів виробництва та технологічних процесів. Структура розподілу працівників може виглядати наступним чином:

- Керівництво заводу включає директора, заступника директора з виробництва та заступника директора з економіки та фінансів.
- Виробничий відділ складається з головного інженера, майстрів цехів (3–5 осіб на кожен цех) і операторів обладнання.
- Контроль якості включає лаборантів (3–4 особи) і заступника начальника лабораторії.
- Фінансовий відділ має головного бухгалтера, бухгалтера по зарплаті і економіста.
- Відділ кадрів складається зі спеціаліста з кадрів і менеджера з навчання персоналу.
- Відділ логістики включає логіста, водіїв (4–6 осіб) і складських робітників (5–10 осіб).
- Технічний відділ — інженер з ремонту, слюсарі (2–3 особи) і механік.
- Адміністративний персонал включає офіс-менеджера, помічника керівника і секретаря.

Навчання з охорони праці та безпеки виробництва є обов'язковим для всіх працівників. Програми навчання включають правила роботи з обладнанням, процедури дій у разі надзвичайних ситуацій та дотримання нормативних вимог.

На виробництві бетонних і залізобетонних виробів структура підпорядкованості розроблена таким чином директор заводу є центральною фігурою управління підприємством, приймає стратегічні рішення та безпосередньо підпорядковує собі заступників директора з виробництва та

економіки, головного інженера та керівників основних підрозділів. Заступник директора з виробництва відповідає за координацію роботи виробничих цехів, таких як бетоносмесильний, арматурний, формувальний та інші, забезпечуючи виконання виробничих планів через майстрів цехів. Він також взаємодіє з відділом логістики щодо транспортування сировини та готової продукції.

Заступник директора з економіки та фінансів координує діяльність фінансового відділу, що включає головного бухгалтера, бухгалтера по зарплаті та економіста. Цей відділ відповідає за підготовку фінансових звітів, контроль витрат і дотримання бюджету підприємства. Головний інженер здійснює технічне керівництво, підпорядковує ремонтно-технічний відділ, який займається обслуговуванням і модернізацією обладнання. Керівники цехів організовують роботу своїх підрозділів, взаємодіють з операторами обладнання та забезпечують виконання технологічних вимог.

Лабораторія контролю якості підпорядковується головному інженеру. Начальник лабораторії керує роботою лаборантів, які перевіряють матеріали й готову продукцію. Відділ логістики організовує перевезення матеріалів і готової продукції, керує роботою водіїв та складських працівників. Він підпорядковується заступнику директора з виробництва. Відділ кадрів, у складі якого спеціаліст з кадрів та менеджер з навчання персоналу, підпорядковується директору заводу. Вони забезпечують підбір, навчання та розвиток персоналу, ведуть кадрову документацію. Адміністративний персонал, що включає офіс-менеджера, секретаря і помічника керівника, також звітує безпосередньо перед директором.

11. Розрахунок потреби робітників

Арматурний цех:

Станок для різання арматури СМЖ 322: 1 працівник.

Станок для згинання арматури СГА 405: 1 працівник.

Зварювальні станки ПДГ 601 (2 шт.): 2 працівники.

Мостовий кран (5 т): 1 працівник.

Разом: 5 працівників.

Бетонозмішувальний цех:

Оператори бетонозмішувальних установок: 4 працівники.

Обслуговування дозаторів: 2 працівник.

Разом: 6 працівники.

Формувальний цех:

Формувальник: 3 працівник.

Оператор обладнання: 1 працівник

Розраховуємо на 4 поточні лінії: $4 \times 4 = 16$

Склади:

Склад в'язучих матеріалів: 6 працівник.

Склад заповнювачів: 5 працівники.

Склад арматури і арматурних виробів: 2 працівника

Склад готової продукції: 2 працівника

Матеріально-технічні склади, склади комплектуючих елементів і допоміжних матеріалів: 2 працівника

Разом: 17 працівників.

Лабораторія: 2 працівника

Розраховуємо весь виробничий персонал:

$$N_{\text{виробн}} = 5 + 6 + 16 + 17 + 2 = 46 \text{ працівників на 1 зміну}$$

А так як виробництво працюватиме в 2 зміни приймаємо:

$$N_{\text{доб}} = 46 \cdot 2 = 92 \text{ особи працюють в добу}$$

Адміністрація включає 15% від загальної чисельності виробничих працівників:

$$N_{\text{адмін}}=0.15 \cdot N_{\text{виробн}}$$

Підраховуємо:

$$N_{\text{адмін}}=0.15 \cdot 92 = 14 \text{ працівників}$$

Загальна чисельність

Підсумкова кількість працівників:

$$N_{\text{заг}}= N_{\text{доб}} + N_{\text{адмін}} = 92+14 = 106 \text{ працівників}$$

Розподіл працівників за професіями

Оператори виробничого обладнання, формувальники і т.д : 27 осіб.

Працівники складу: 17 осіб.

Працівники лабораторії 2 особи.

Адміністративний персонал 14 осіб.

12. Об'ємна - планувальне рішення підприємства

Для проектування будівлі заводу передбачаємо виконання об'ємно - планувального рішення, яке включає визначення розмірів прольотів та висоти будівлі. Це важливо для забезпечення ефективного розташування технологічного обладнання та організації виробничих потоків. Зокрема, для просторих виробничих приміщень, які включають складне обладнання, прольоти можуть становити від 18 до 24 метрів, що забезпечує зручність для розташування машин і техніки. Висота будівлі визначається в залежності від технологічних потреб і необхідності забезпечення достатнього природного освітлення, зазвичай у межах 10–12 метрів для стандартних цехів.

Фасади будівлі формуються відповідно до функціональних вимог і естетичних критеріїв, з урахуванням кліматичних умов та енергозбереження. Вони мають бути спроектовані так, щоб забезпечити достатнє освітлення, теплоізоляцію та відповідний рівень безпеки.

Для складання ситуаційного плану заводу враховуємо вимоги СНиП "Генеральні плани промислових підприємств". Планування території повинно передбачати розташування основних об'єктів, таких як виробничі приміщення, склади, адміністративні будівлі та допоміжні споруди, так щоб мінімізувати перетин маршрутів та забезпечити ефективну організацію транспорту. Основні дороги заводу проектуються у вигляді кільцевої системи для уникнення розворотів, що сприяє зменшенню витрат часу та підвищенню безпеки транспортування.

Особливу увагу слід приділяти санітарно-захисним зонам, які повинні дотримуватись відповідних відстаней від житлових і громадських зон відповідно до санітарних норм. На території заводу необхідно передбачити озеленення для зменшення шумового впливу та поліпшення екологічних умов. Крім того, планування повинно включати підведення всіх необхідних комунікацій — електропостачання, водопостачання, каналізації та інших інженерних мереж.

Дотримання цих принципів дозволить забезпечити ефективне використання простору заводу, створити безпечні та комфортні умови для роботи персоналу та відповідати сучасним стандартам промислового будівництва. Це, у свою чергу, сприятиме підвищенню продуктивності праці та зниженню витрат на експлуатацію заводу завдяки оптимальному розташуванню технологічних зон, раціональному плануванню робочих місць і наявності необхідних інженерних комунікацій.

Сучасні підходи до проектування включають використання енергоефективних рішень, таких як системи автоматизованого освітлення, які адаптуються до зовнішнього середовища, і системи вентиляції, що регулюють повітрообмін залежно від навантаження у приміщенні. Це допомагає підтримувати оптимальні температурні та вологості показники, що важливо для безпеки та комфорту персоналу.

Екологічні аспекти також грають важливу роль у сучасному будівництві, тому необхідно враховувати впровадження технологій, які

знижують викиди вуглецю та інші шкідливі викиди. Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі чи геотермальні системи опалення, дозволяє зменшити залежність від традиційних джерел енергії та сприяє підвищенню енергоефективності.

Створення комфортних умов також включає відповідне оснащення робочих зон засобами індивідуального захисту, зручним обладнанням і ергономічними робочими місцями. Це допомагає знизити ризики травм і професійних захворювань, сприяє покращенню здоров'я та загального самопочуття працівників. У підсумку, дотримання всіх цих аспектів не тільки відповідає нормам безпеки і санітарії, але й підвищує репутацію підприємства як соціально відповідального і стійкого до змін у середовищі виробника.

13. Охорона праці та техніка безпеки

Загальні положення

На підприємстві суворо дотримуються всі норми охорони праці та промислової безпеки. Усі виробничі будівлі й споруди обладнані первинними засобами пожежогасіння, включаючи вогнегасники, протипожежні щити, лопати, багри та ящики з піском, які розміщуються в легкодоступних місцях. Регулярно виконуються роботи з очищення дахів та конструкцій від пилу, снігу та льоду. Для мінімізації ризиків під час роботи обладнання, пульти управління розташовуються в ізольованих кабінах. Усі обертові механізми та рухомі частини оснащуються захисними кожухами.

Санітарно-гігієнічні умови

Робочий мікроклімат підтримується на оптимальному рівні: температура в приміщеннях коливається в межах 16–22°C залежно від сезону, вологість повітря становить 40–60%. Це досягається завдяки вентиляційним і опалювальним системам. Для уникнення впливу пилу на здоров'я працівників на підприємстві використовуються системи аспірації, а регулярне прибирання проводиться вологим способом. Освітлення відповідає нормативам: загальне — не менше 300 лк, локальне на робочих місцях — 500 лк.

Склади та зберігання матеріалів

Цемент зберігається в герметичних силосах, обладнаних фільтрами для запобігання пиловиділенню, а їхні кришки герметизуються. Склади арматурної сталі обладнані мостовими кранами для зручності завантаження та розвантаження. Матеріали сортуються за марками й розмірами, а для кожного виду продукції передбачені окремі зони зберігання відповідно до санітарних вимог.

Обробка матеріалів

Процеси обробки арматури відбуваються на обладнанні, оснащеному захисними екранами. Металеві сітки забезпечують захист працівників, а кожухи блокують роботу обладнання у разі порушення правил експлуатації.

Бетон змішується у герметичних змішувачах із мінімізацією пиловиділення, а подача бетонної суміші до виробничих ліній здійснюється через закриті конвеєрні системи, оснащені аварійними вимикачами.

Формування виробів

Форми для заливки бетону оснащуються строповими пристроями та обмежувачами руху. Вібраційне обладнання захищене шумоізоляційними панелями, що сприяє зниженню рівня шуму на виробництві.

Хімічні добавки

Робота з хімічними добавками на підприємстві передбачає суворе дотримання правил охорони праці та техніки безпеки, спрямованих на мінімізацію ризиків для здоров'я працівників. Зберігання хімічних добавок організовується у спеціально обладнаних приміщеннях, що забезпечують герметичність контейнерів та захист від впливу вологи й високих температур. Вентиляційні системи приміщень підтримують належну якість повітря, запобігаючи накопиченню шкідливих парів, а температурний режим регулюється відповідно до технічних характеристик речовин.

Працівники, які працюють з хімічними добавками, забезпечуються засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), такими як респіратори, рукавиці, окуляри та спеціальний одяг. Перед початком роботи проводяться обов'язкові інструктажі щодо безпечного поводження з речовинами, включаючи дії у разі надзвичайних ситуацій. Забороняється використання пошкоджених контейнерів або ємностей для зберігання, а також ігнорування правил техніки безпеки.

Для транспортування хімічних добавок використовуються герметичні контейнери та спеціалізовані транспортні засоби, що запобігають витіканню чи випаровуванню речовин. Внутрішньоцехове переміщення організоване за допомогою візків і навантажувачів із системами фіксації, що гарантує стабільність вантажу під час руху.

Приміщення, де зберігаються чи використовуються хімічні добавки, обладнуються аварійними душами та станціями для промивання очей, які

необхідні для швидкої допомоги у разі контакту з речовинами. На випадок розливу хімікатів передбачені набори абсорбуючих матеріалів для оперативної ліквідації наслідків. Усі приміщення оснащуються засобами пожежогасіння, враховуючи специфіку хімічних речовин.

Теплова обробка продукції

Для цього використовуються камери теплової обробки, обладнані системами подачі пари, які дозволяють підтримувати оптимальну температуру та вологість упродовж усього циклу. Процес теплової обробки дозволяє пришвидшити твердження бетону, що значно скорочує виробничий цикл.

Камери теплової обробки оснащуються автоматизованими системами регулювання параметрів, такими як температура, час обробки та вологість. Це забезпечує високу точність і стабільність процесу, що сприяє отриманню продукції високої якості. Для відведення конденсату передбачені системи дренажу, які запобігають накопиченню води всередині камер та підтримують чистоту і функціональність обладнання.

Важливим аспектом є безпека під час завантаження та розвантаження камер. Задіяні автоматизовані траверси з захоплювальними пристроями, що дозволяють безпечно переміщувати продукцію. Також дотримуються вимоги щодо температурного режиму: вхід до камер допускається лише після зниження температури до безпечного рівня (не більше 40 °C).

Для запобігання виходу пари в робочі зони, кришки камер герметизуються за допомогою спеціальних ущільнювачів, а самі камери облаштовуються стаціонарними металевими майданчиками для обслуговування. На випадок ремонту чи огляду внутрішніх стінок камер передбачені спеціальні скоби й додаткові засоби безпеки для працівників.

Організація процесу теплової обробки дозволяє суттєво підвищити ефективність виробництва та забезпечити стабільну якість залізобетонних виробів. Чітке дотримання технологічних параметрів і заходів безпеки

мінімізує ризики, пов'язані з роботою обладнання, та забезпечує відповідність продукції нормативним вимогам

Транспорт і логістика

Основні транспортні потоки охоплюють постачання сировини, переміщення напівфабрикатів у межах виробничих цехів, зберігання та відвантаження готової продукції.

Сировина, зокрема цемент, арматура, заповнювачі та хімічні добавки, доставляється на підприємство автомобільним і залізничним транспортом. Розвантаження матеріалів проводиться за допомогою автоматизованих систем, таких як конвеєри для заповнювачів, пневмотранспорт для цементу та кранове обладнання для арматури. Це дозволяє мінімізувати час завантаження-розвантаження та уникати ручної праці.

У межах заводу переміщення матеріалів і напівфабрикатів здійснюється конвеєрними системами та рольгангами. Наприклад, бетонна суміш транспортується через галереї до формувального цеху спеціальними бункерами або конвеєрами, що забезпечує точність подачі та зниження втрат сировини. Для переміщення форм і готової продукції використовуються рейкові транспортні візки та кран-балки.

Готова продукція зберігається на складі, звідки здійснюється її відвантаження споживачам. Для цього передбачено два види транспортування: автомобільний і залізничний. На складі використовуються механізовані системи для завантаження плит, блоків та інших виробів, що прискорює процес і зменшує витрати часу.

Логістика підприємства спрямована на оптимізацію транспортних потоків і уникнення їх перетину. Це досягається раціональним плануванням внутрішньозаводських доріг і складських зон, що дозволяє зменшити ризики транспортних затримок та забезпечити безпеку працівників. Інтеграція автоматизованих систем управління складами й транспортуванням сприяє ефективному моніторингу й контролю логістичних процесів.

Засоби індивідуального захисту

Засоби захисту органів дихання Для роботи у виробничих приміщеннях із підвищеною запиленістю або шкідливими випарами використовуються респіратори або протигази. Наприклад, у зонах зберігання цементу та хімічних добавок рекомендується застосовувати фільтруючі респіратори класу FFP2 або FFP3, що забезпечують ефективний захист від дрібнодисперсного пилю.

Засоби захисту очей та обличчя Під час виконання зварювальних робіт, обробки арматури або роботи з хімічними речовинами необхідно використовувати захисні окуляри чи екрани. Вони забезпечують захист від механічних частинок, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, а також хімічних бризок.

Засоби захисту шкіри та рук працівники, що контактують із бетоном, мастилами чи хімічними речовинами, використовують гумові, нітрилові або комбіновані рукавички. Для зварювальних робіт передбачені жаростійкі рукавички. Захисний одяг виготовляється з матеріалів, стійких до механічних і хімічних впливів.

Засоби захисту голови та ніг Для запобігання травмам голови під час роботи на будівельному майданчику використовуються захисні каски. Працівники на виробництві також забезпечуються спеціальним взуттям із металевим носком для захисту ніг від падіння важких предметів.

Інші засоби захисту У разі підвищеного рівня шуму застосовуються навушники або вкладиші для захисту органів слуху. У зонах із вібрацією, наприклад, під час роботи з важким обладнанням, використовуються спеціальні віброізоляційні рукавички.

Забезпечення працівників ЗІЗ проводиться згідно з вимогами ДБН А.3.2-2:2009. Регулярні інструктажі та перевірка придатності ЗІЗ гарантують їх ефективність і тривалу експлуатацію.

Навчання та аудит

Постійно проводяться інструктажі та навчання з охорони праці, які включають використання обладнання, ЗІЗ та дії у надзвичайних ситуаціях. Регулярно виконується аудит безпеки для виявлення та усунення ризиків.

Навчання працівників здійснюється регулярно і включає теоретичні заняття та практичні інструктажі, які сприяють підвищенню кваліфікації співробітників і їхній готовності до роботи в умовах, що можуть бути небезпечними для здоров'я і життя. Працівники повинні бути ознайомлені з правилами безпечної експлуатації обладнання, методами попередження нещасних випадків і аварій, а також правильним використанням засобів індивідуального захисту. Окрім цього, проводяться інструктажі на робочому місці щодо специфічних небезпек, пов'язаних з конкретним видом діяльності.

Аудит охорони праці на підприємстві включає регулярну перевірку стану техніки безпеки, відповідність робочих процесів нормативним вимогам і наявність всіх необхідних ЗІЗ. Оцінка ризиків проводиться на всіх етапах виробництва, від планування до випуску продукції, для виявлення можливих небезпек і своєчасного вжиття заходів для їх усунення. Аудит охоплює також перевірку результатів навчання працівників, тестування їхніх знань з техніки безпеки та готовності до надзвичайних ситуацій.

Для підвищення ефективності системи безпеки на підприємстві важливо впроваджувати сучасні методи контролю і моніторингу, такі як автоматизовані системи управління, що дозволяють стежити за умовами праці в реальному часі. Результати аудиту і навчання повинні регулярно

аналізуватися керівництвом для коригування робочих процесів та поліпшення безпеки.

Підприємство дотримується принципів сталого розвитку, впроваджуючи екологічно безпечні практики. Основними заходами є мінімізація впливу на довкілля шляхом використання технологій, що зменшують викиди в повітря, воду та ґрунт. Важливе значення має система утилізації відходів, яка включає сортування, переробку або безпечно видалення промислових і побутових відходів. Додатково впроваджуються заходи з енергоефективності, такі як використання відновлюваних джерел енергії (сонячні панелі чи вітрові генератори).

На підприємстві функціонує система управління ризиками, яка відповідає міжнародним стандартам (наприклад, ISO 45001). Вона базується на трьох ключових аспектах: ідентифікація ризиків через регулярний аналіз, оцінка небезпек за рівнем їх впливу та ймовірності виникнення, а також розробка профілактичних заходів для мінімізації можливих загроз.

Інноваційні технології значно підвищують ефективність контролю умов праці. На підприємстві використовуються автоматизовані системи моніторингу, що в реальному часі аналізують параметри якості повітря, шуму, температури тощо. Також застосовуються VR/AR-технології, які дозволяють моделювати небезпечні ситуації та навчати працівників правильних дій у таких обставинах.

Підприємство приділяє увагу психологічному здоров'ю співробітників. Впроваджуються програми підтримки, які включають семінари з боротьби зі стресом та надання доступу до професійної психологічної допомоги. Крім того, забезпечуються регулярні перерви та організація ротації для зниження ризику професійного вигорання.

Для підвищення безпеки працівників використовуються сучасні інновації. Зокрема, це індивідуальні засоби захисту, такі як каски з вбудованими датчиками для моніторингу стану здоров'я. Також

застосовуються роботизовані системи для виконання небезпечних виробничих завдань, що мінімізує ризик травмування людей.