

## Вступ

У сучасному будівництві не зважаючи на різні види будівельних матеріалів, бетон і залізобетон у вигляді конструкції займають ключову роль в галузі.

Широка його популярність обумовлюється такими чинниками як його високі експлуатаційні характеристики. Всі конструкції які виготовляються з цього матеріалу добре експлуатуються в довгий час, що є економічно вигідно, можуть витримувати безліч різних видів навантаження та стійко витримують різні агресивні або атмосферні види впливу за умови правильно підібраної та розрахованої підходящої добавки мінеральної або хімічної, що виводить характеристики експлуатаційні матеріалу і виробів з них на новий більш надійний рівень.

В Україні вся сировина яка потрібна для виготовлення залізобетонних і бетонних виробів не має важкодоступності добування по всій території країни. Це в свою чергу дуже сильно розширює номенклатуру різноманітних будівельних конструкцій.

Районом будівництва для підприємства: «Завод з виготовлення опор ЛЕП» було обрано місто Кривий Ріг яке розташовано в Україні.

Місто є одним з найдовших у світі, довжина якого становить 126 км. Це велике місто в якому проживає понад шістьсот тисяч осіб з дуже добре розвинутою гірничою та металургійною промисловістю. Для таких великих обсягів потрібна велика кількість електроенергії, передача якої також забезпечується через опори ЛЕП.

Підприємство яке розташовується в таких індустріально розвинених містах є дуже вигідним з таких точок зору як:

- Наявність великих обсягів різноманітних видів сировини та матеріалів, так як місто являється металургійним в підприємств є відходи з яких можна робити різноманітні мінеральні добавки, заповнювачі тощо.
- Економічно вигідно через великий попит на продукцію, що випускається підприємством як для важкої промисловості, так і для

міста в цілому за рахунок його розмірів, а також в цьому районі проектування підприємства має наявність великої кількості інфраструктури, що дає можливість без труднощів і зайвих економічних затрат підвозити сировину і матеріали на підприємство та відправляти готові вироби заводу шляхами залізничними та автотранспортними.

## **1. Загальна частина**

### **Характеристика й склад підприємства**

Опора ЛЕП-це конструкція з залізобетону представлена в готовому виді у вигляді стовпа який звужується від основи до верху конструкції. Це один з найважливіших елементів критичної інфраструктури для передачі електроенергії повітряним шляхом на великі відстані, що є у сучасному світі одним із найважливіших видів енергії. Основна функція і призначення цієї конструкції полягає в розміщенні на верхній її частині спеціального кріплення під електрокабелі різної ваги і напруги, які в свою чергу переправляють в постійному режимі великі постійні або не постійні обсяги напруги для передачі енергії живлення: промисловим підприємствам, житловим будинкам і інших критично важливим об'єктам в населених пунктах. Також такі конструкції паралельно застосовують для розміщення різних видів ліхтарів, щоб освітлювати міста в темну пору доби.

Підприємство вузької спеціалізації випускає опори ЛЕП Підприємство призначається для виробництва опор ЛЕП СВБ90-3.2 з розміром готової конструкції в вигляді: 9000x260(165)x430. Потужність підприємства становить 5000м<sup>3</sup>. Розташування підприємства знаходиться в місті Кривий Ріг.

Підприємство, котре було запроектовано, належить до спеціалізованого підприємства з виробництва залізобетонних виробів, яке обладнане сучасним оснащенням із застосуванням останніх світових досягнень у галузі технології бетону.


Підприємство складається з таких підрозділів:

- Бетонозмішувальний цех
- Арматурний цех
- Формувальний цех

- Склад в'язучої речовини
- Склад заповнювачів
- Склад арматури і арматурних виробів
- Склад готової продукції
- Склади допоміжних матеріалів, склади комплектуючих елементів та матеріально-технічні склади
- Лабораторія

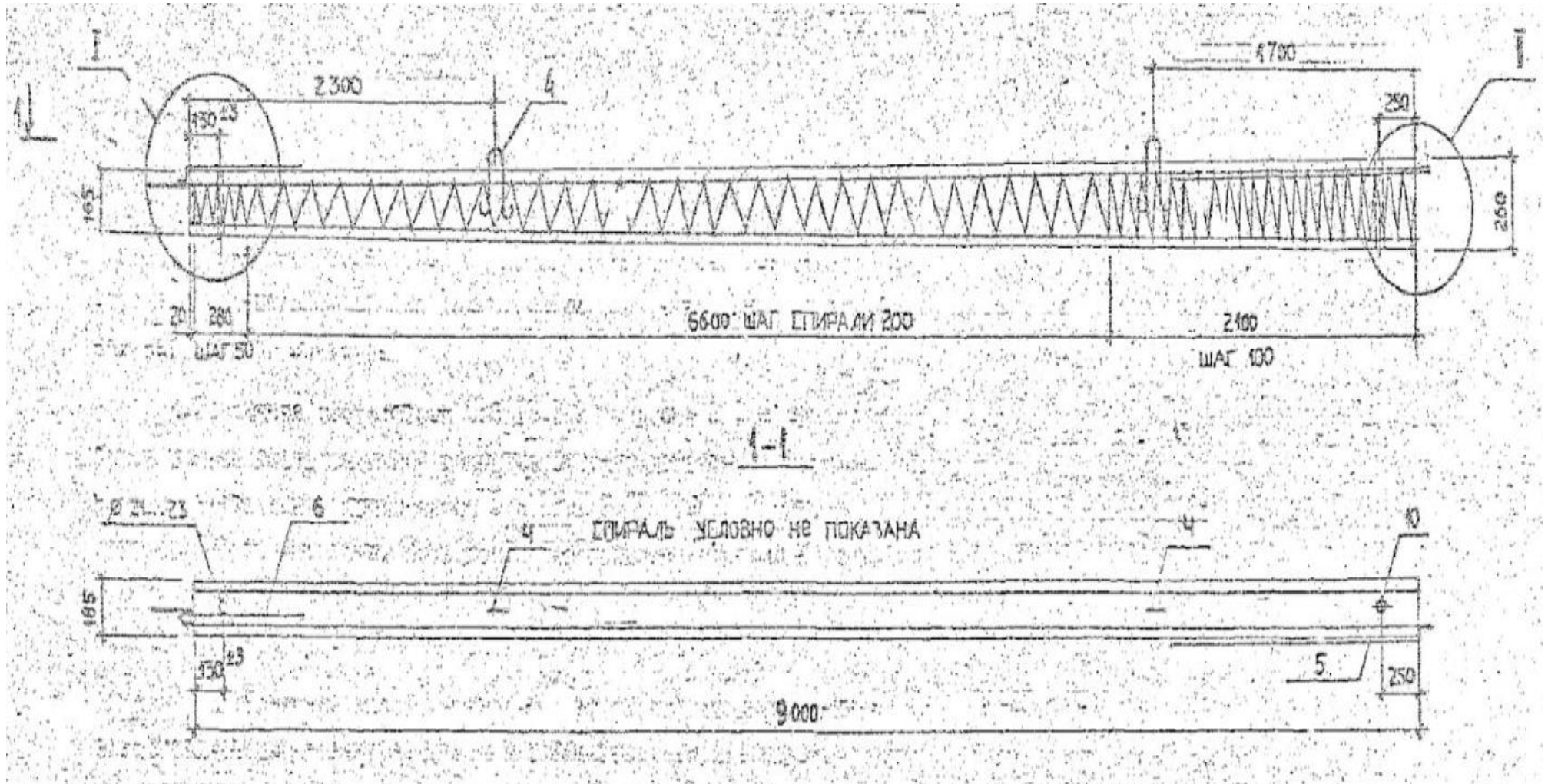
## Номенклатура і характеристика продукції, що випускається

**Таблиця 1**

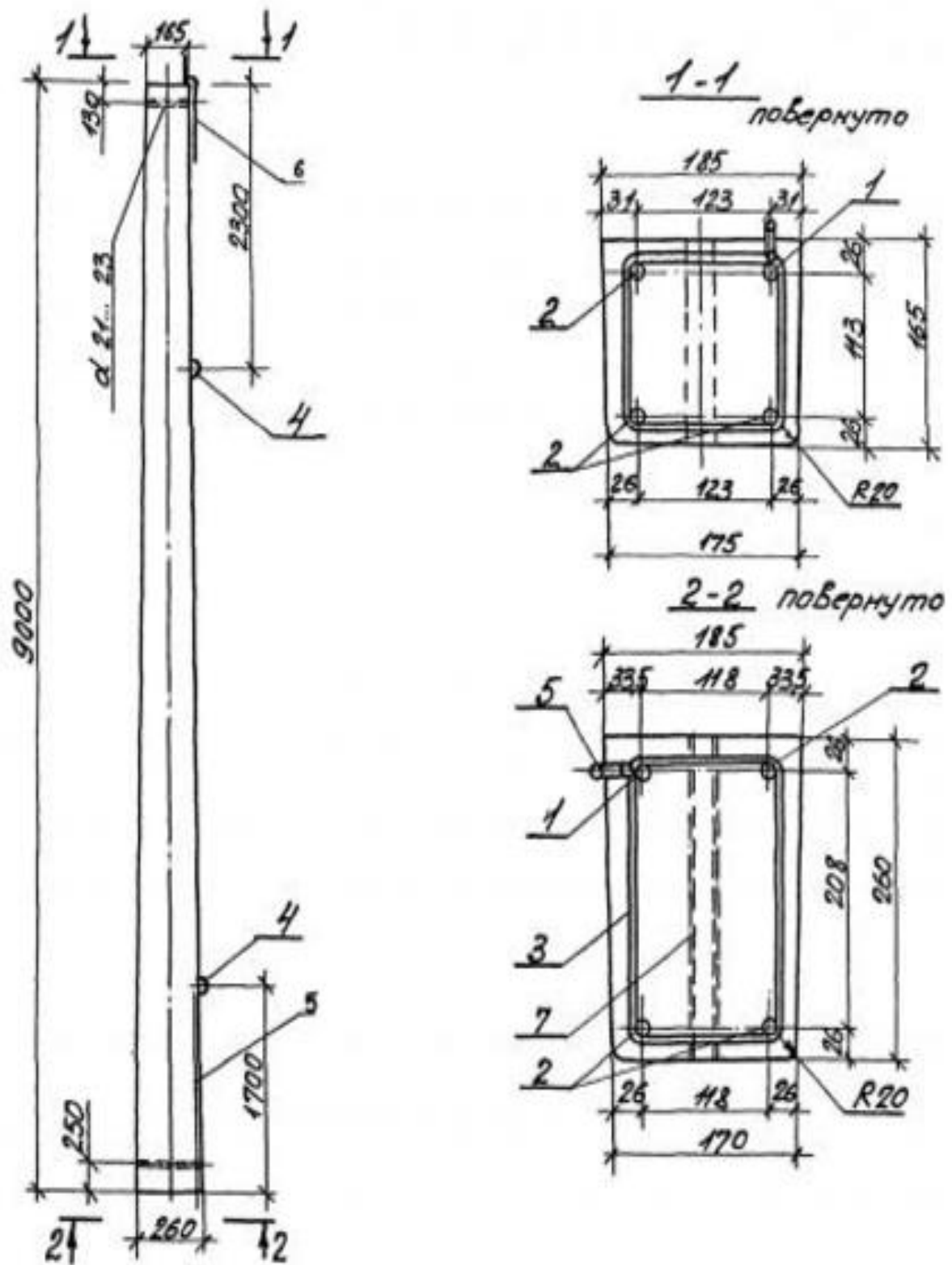
Найменування виробів	Ескіз виробів	Марка виробів	Відповідний ДСТУ	Доля, % в загальному випуску	Задана річна продуктивність	
					Куб. м	шт
Опора ЛЕП		СВБ90-3.2	ДСТУ Б В.2.6-2:2009	100	5000	13513

**Таблиця 2**

Марка виробу	Розміри виробу, мм	Клас бетону за міцністю	Маса виробу кг	Видаток матеріалів	
				бетон, м <sup>3</sup>	сталь, кг
СВБ90-3.2	9000·260(165)·430	С 30/35	890	0,37	40,68



Зображення 1 «Креслення армування Опори ЛЕП»



Зображення 2 «Опалубні креслення з показом арматури Опори ЛЕП»

## 2. Вибір і обґрунтування прийнятої технології виробництва

Слід зазначити, що існує три основні способи для організації виробництва конструкцій із залізобетону: конвеєрний, стендовий та агрегатний.

У таблиці наведеній нижче показано основні показники, що додатково обґрунтовує вибраний спосіб.

Таблиця 3

Показник	Метод виготовлення		
	<i>конвеєрний</i>	<i>агрегатний</i>	<i>стендовий</i>
Галузь застосування	Великий обсяг однотипових виробів	Виготовлення широкої номенклатури виробів при гнучкій технології	Виготовлення великогабаритних лінійних та об'ємних виробів у значному обсязі
Якість виробів	Найбільша	Висока якість не гарантується	Висока якість не гарантується завжди
Ступінь механізації та автоматизації	Усі операції можуть бути автоматизовані	Усі операції автоматизовані за виключенням переміщення форм	Операції розпалублювання та оздоблення поверхні не завжди автоматизовані та механізовані
Рівень організації праці	Висока	Знижена безпека праці	Знижена безпека праці
Рациональність вантажопотоків	Найбільша	Ускладнена	Ускладнена

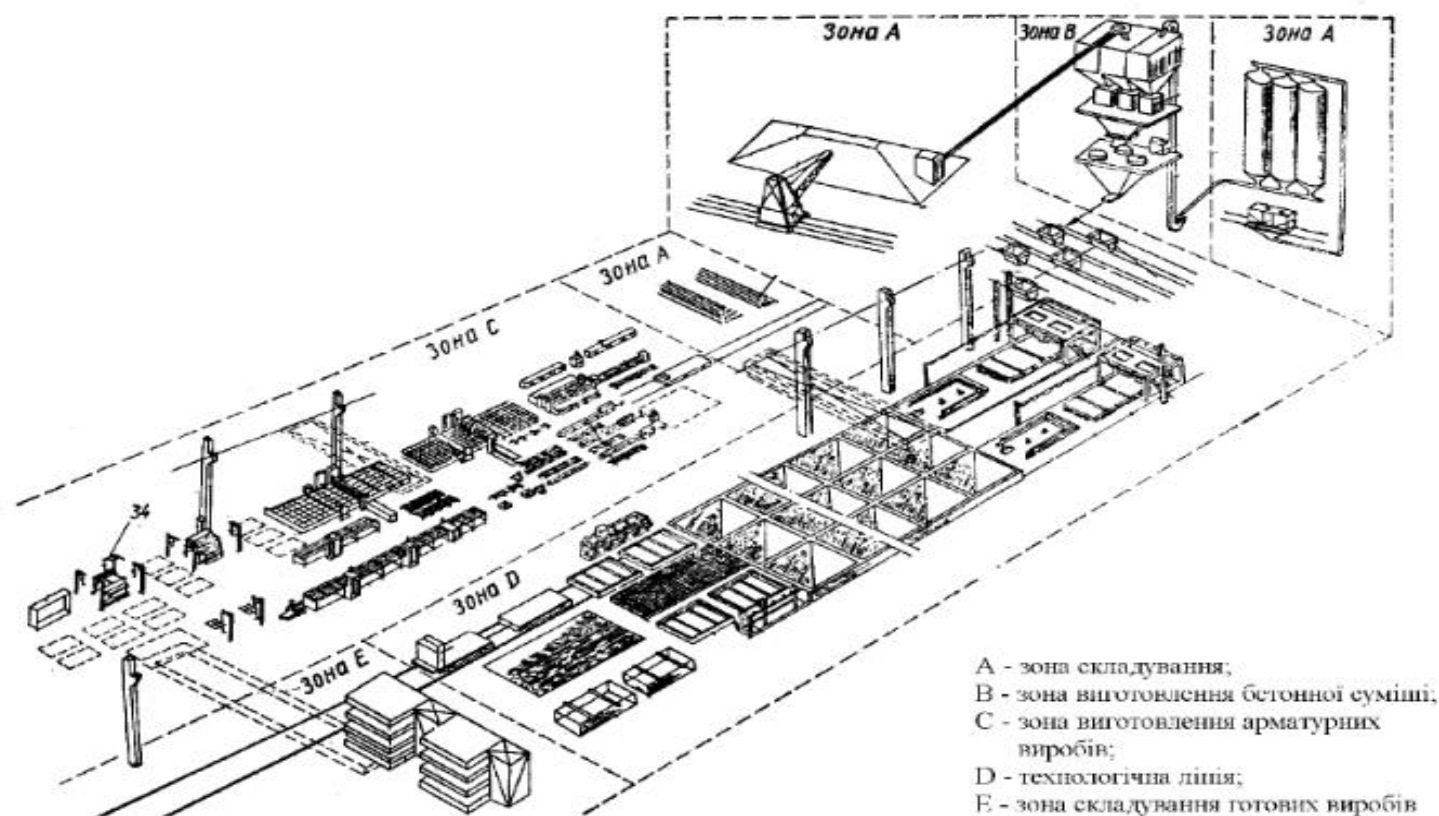
Під час вибору способу виготовлення конструкції для запроєктованого підприємства треба оцінити та врахувати такі показники як:

- Розміри виробу (усі геометричні розміри за проектом виробу)
- Технологічний ряд;
- Серійність виготовлення;
- Вага готового виробу;
- Необхідна кількість виготовлення;

# ТЕХНОЛОГІЧНА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПОТОКОВИМ МЕТОДОМ

# СХЕМА КОНСТРУКЦІЙ

# ВИГОТОВЛЕННЯ АГРЕГАТНО-



Зображення 3



- Чистота в обробках внутрішніх і зовнішніх поверхонь;
- Складність під час армування та формування виробу;
- Необхідні операції під час транспортування готових виробів.

Після перевірки наведених вище характеристик виготовлення виробів вони розподіляються на групи, за допомогою яких визначається метод виробництва для цих груп.

Конструкція, що планується для випуску на даному проектованому підприємстві – опора ЛЕП, не має складної технології укладання бетонної суміші та армування конструкційної частини. Представлене підприємство не має високої потужності виробництва виробів в виді опори ЛЕП.

Для виробництва опор ЛЕП СВБ90-3.2 було обрано: агрегатний спосіб організації виробництва.

При агрегатному способі всі частини процесу здійснюються на спеціалізованих постах, обладнаних машинами для виконання відповідної роботи. Форми з виробами для виконання всіх стадій обробки послідовно переміщуються від поста до поста.

Формують вироби на спеціально обладнаних установках - агрегатах, що складаються з формоукладача, бетоноукладача, віброплощадки чи центрифуги. Відформовані вироби піддають тепловій обробці в камерах прискореного твердіння періодичної дії. Завершальною стадією виробництва є видача виготовлених виробів та вивезення до складу готової продукції.

Агрегатна технологія дозволяє суміщувати операції в часі і значно підвищити продуктивність використаних машин і механізмів. Перехід з виробництва одного виду виробів на другий не потребує переналадки обладнання, а здійснюється за рахунок зміни форми. Агрегатне виробництво потребує відносно незначних капітальних вкладень.

Недоліками агрегатного способу є необхідність виконання значної кількості немеханізованих робіт, необхідність переміщення технологічного оснащення від поста до поста за допомогою вантажопідійомних механізмів. Це

вимагає посилення конструкцій форм, призводить до надмірного збільшення їхньої маси та є причиною утворення технологічних тріщини у затверділому бетоні. Але за рахунок своєї ефективності, швидкості та економічності для виготовлення виробу опора ЛЕП СВБ90-3.2 було обрано саме агрегатний спосіб для запроєктованого підприємства.

### 3. Розрахунок фондів часу роботи підприємства

Щоб мати можливість розрахувати режим роботи підприємства 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:

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

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

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

Виходячи з таблиць, приймаємо:

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

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

Таблиця 4

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

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

Тоді:

$$T_{річ} = 260 - 7 - 0 = 253 \text{ доби}$$

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

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

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

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

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

$q_i$  – тривалість внутрішніх регламентованих додаткових витрат часу, у відсотках від оперативного часу:

Підготовчо-завершальні роботи	– 4 % (480·0,04=20 хв.);
Обслуговування робочого місця	– 4% (480·0,04=20 хв.);
Перерви технологічні $t_m$	– 2% (480·0,02=10 хв.);
Відпочинок та особисті потреби $t_{від}$	– 10% (480·0,10=48 хв.);
Усього	– 20%.

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

Термін робочого часу у зміну:

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

Таблиця 5

Показники робочого фонду часу:

Період часу	Показники			
	Номінальні		Розрахункові	
	діб	годин	діб	годин
зміна	–	$t_{3M} = 8$	–	$t_{3MP} = 6,4$
доба	1	$T_{ДОБН} = t_{3M} \times n_{3M} = 8 \times 1 = 8$	1	$T_{ДОБ} = t_{3MP} \times n_{3M} = 6,4 \times 1 = 6,4$
місяць	$T_M = \frac{T_{річ}}{12} = \frac{260}{12} = 21,67$	$T_M \times t_{3M} \times n_{3M} = 21,67 \times 8 \times 1 = 173,44$	$T_M = \frac{T_{річ}}{12} = \frac{253}{12} = 21,08$	$T_{MP} \times t_{3MP} \times n_{3M} = 21,08 \times 6,4 = 134,91$
рік	$T_H = 260$	$T_H \times t_{3M} \times n_{3M} = 260 \times 8 \times 1 = 2080$	$T_{РІЧ} = 253$	$T_{РІЧ} \times t_{3MP} \times n_{3M} = 253 \times 6,4 \times 1 = 1619,2$

#### 4. Наукова частина

В умовах екстремальних температурних режимів, включаючи високі температури, стійкість опор ЛЕП стає критичною. Стійкість бетону до дії позитивних(високих) температур складає одну з найважливіших його властивостей, що в свою чергу забезпечує захист будівельних конструкцій і елементів від теплових впливів. Звичайні цементні суміші та бетони мають змогу витримувати без шкоди руйнування при підвищених температурах до 200°C. При створенні елементів для теплових конструкцій й агрегатів з метою зменшення в потребі у різних вогнетривких виробках, що потребують значної витрати енергії на їх виготовлення, а також з метою підвищення продуктивності будівельних робіт можуть застосовувати жаростійкі бетони.

Такий жаростійкий бетон ефективно застосовувати з метою виготовлення як збірних бетонних елементів, конструкцій, так і в монолітних конструкціях. При виготовленні жаростійких бетонів звичайно використовують в'язучі, гідравлічну тонкомолоту активну добавку, а також використовують жаростійкі крупний та дрібний заповнювачі [1].

Жаростійкість цих сировинних матеріалів, які застосовуються в таких бетонах, визначає в основному гранично допустимі температурні показники для їх використання. Залежно від цих показників жаростійкий бетон ділиться на класи: в класах від 3 до 17 гранично допустима температура для їх застосування становить відповідно, від 300 до 1700°C; для таких класів як 18 – більш ніж 1700°C.

Такі жаростійкі бетони мають здатність зберігати властивості як при короткочасній, так і при тривалих діях зазначених температур. Основною характеристикою для жаростійких бетонів є зниження міцності при стиску після його нагрівання та витримування зразків при температурі 800°C. Бетони жаростійкі мають звичайну міцність від 1,0 до 50 МПа та середню густину від 500 до 2500 кг/м<sup>3</sup>.

Для жаростійких бетонів в якості в'язучих використовують в основному портландцемент, швидкотвердіючий портландцемент, шлакопортландцемент, рідке скло, каустичний магнезит та глиноземистий цемент.

В жаростійких бетонах з метою необхідності підвищення стійкості в'язучого до дії високих температур використовують мінеральні добавки. За допомогою введення різних високодисперсних мінеральних добавок в цементний камінь, які мають стійкість до дії високих температур та мають змогу зв'язувати між собою вільний оксид кальцію, який в свою чергу утворюється впливом високих температур збільшує жаростійкість цементного каменю. Можуть бути такими добавками: цегла мелена, зола-виносу, андезит, зола-виносу, шлаки доменні або паливні та інші. Доменний гранульований мелений шлак в виді добавки дає забезпечення в стійкості гідратованого портландцементу під час нагрівання до 500...600°C і дає змогу запобігти пониженню міцності гідратованого глиноземистого цементу у інтервалах від 100...1000°C.

В таких бетонах, які експлуатуються в температурних рамках до 700°C, використовуватися можуть заповнювачі із андезиту, базальту, туфів та багато інших вулканічних вивержених порід які не мають містити вільного кварцу. Поліморфні перетворення які відбуваються в звичайних заповнювача які містять кварц, призводить до руйнування бетону. Карбонатні породи також не стійкі до високих температур. Бій шамотної цегли є найбільш поширеним заповнювачем для жаростійких бетонів за температури до 1300°C . Для отримання бетону з підвищеною термостійкістю використовуються хроміт, магнезит, шпінель, корунд, форстерит та інші види заповнювачів.

Підбирається склад жаростійких бетонів, на основі портландцементу, за загально прийнятою звичайною методикою, але враховуючи значне зниження міцності під час нагрівання, при визначенні складу бетону слід прагнути отримати більш високу марку бетону за рахунок мінімального вмісту води, коефіцієнт зв'язування [2]. При виборі оптимальної кількості в'язучого, крім міцності, слід враховувати також вогневу усадку бетону. Наведено приблизний

склад портландцементу і шлакопортландцементу для жаростійких бетонів в Таблиця 6 .

**Таблиця 6**

Склади жаростійких цементних бетонів						
Матеріали		Витрата компонентів бетонної суміші, кг/м <sup>3</sup>				Максимальна температура роботи бетону, °С
Мінеральна добавка	Заповнювач	в'язуче	мінеральна добавка	щебінь		
Портландцемент і шлакопортландцемент						
—	Андезитовий, діабазовий, діоритовий, базальтовий	350	—	950	950	350
—	Доменний шлак	350	—	1000	1000	350
—	Туф, керамічна цегла	350	—	600	600	350
Зола-виносу, керамічна цегла, пемза, доменний шлак	Андезитовий, діабазовий, діоритовий, базальтовий	350	120	900	850	700
-«-	Доменний шлак	350	120	1000	900	700
-«-	Туф	350	120	600	500	700
паливний шлак	Паливний шлак	350	120	600	500	800
Портландцемент						
Керамічна цегла	Керамічна цегла	350	120	600	500	900
Шамот	Шамот класу В, лес, зола-виносу	350	120	700	650	1000
-«-	Шамот класу Б	350	120	700	650	1100–1200

Температура нагрівання в інтервалах 200...400°С поступово призводить до зниження показників міцності бетону і цементного каменю головним чином через дегідратацію гідроалюмінатів в основному і через розпад і перекристалізацію гідросульфалюмінатів кальцію[2].

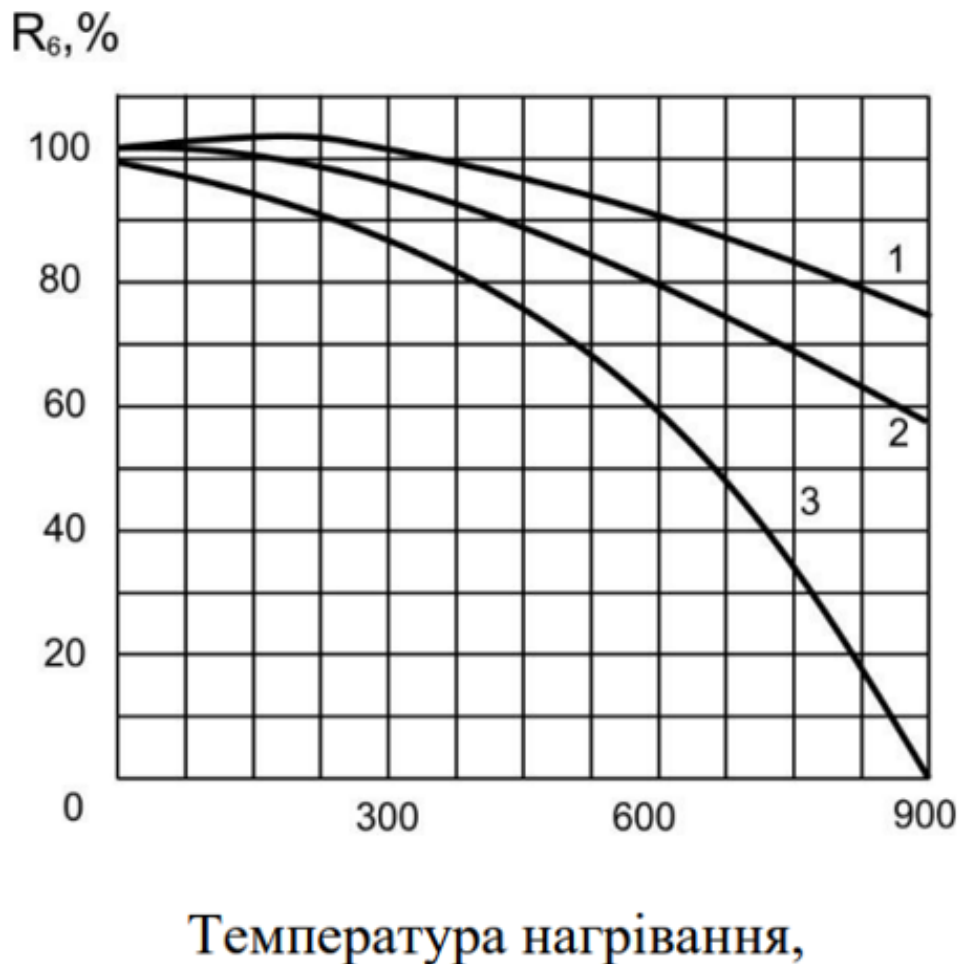


У випадках нагріву у понад  $300^{\circ}\text{C}$  такі температурні показники порушують структуру бетону і цементного каменю у виді непрогідратованих зерен цементу та розходженні деформації гідратних продуктів цементного каменю.

Коли температурні показники на рівні  $500\text{...}600^{\circ}\text{C}$  відбувається розпад гідратних новоутворень і дегідратація  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  продуктів гідролізу клінкерного матеріалу, який переважно являється трикальцієвим силікатом, що в подальшому сприяє зниженню міцності бетону і цементного каменю.

У інтервалі  $600\text{...}700^{\circ}\text{C}$  може бути модифікаційне перетворення —  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  в  $\gamma$  —  $2\text{CaO} \cdot \text{Si}_2$ , яке супроводжується невеликим об'ємним збільшенням. Зразки з портландцементу, що прогріті температурою до  $600\text{...}800^{\circ}\text{C}$ , і витримуванні у повітряно-сухих умовах руйнуються повністю, в основних випадках в результатах вторинної гідратації оксиду кальцію.

У випадку безперервного нагрівання при температурі до  $1200^{\circ}\text{C}$  міць зразків із цементного каменю має  $35\text{...}40\%$  від міцності контрольних зразків, а також розвивається усадка в розмірі до  $1\%$  і більше.



Вплив температури на міцність бетону:

1 – портландцемент 70% + трепел 30%;

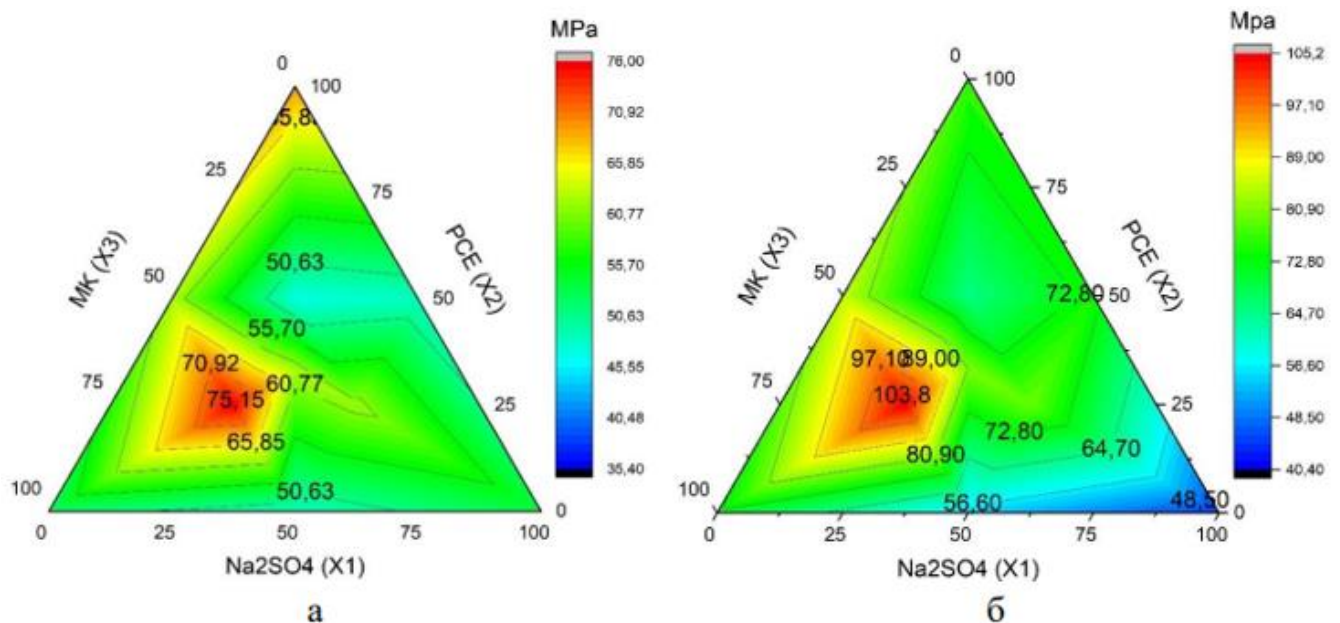
2 – портландцемент 70% + пемза 30%;

3 – портландцемент

**Зображення 4** «Графік впливу температури під час нагрівання бетону»

Бетон для підвищеної жаростійкості, що має високу функціональність розроблений на основі портландцементу СЕМ II/A-P 42,5 R з цеолітом, який при температурі до 5000°C характеризується здатністю в виді пониженого тріщинно утворення [3]. За допомогою багатофакторного експерименту було оптимізовано склад бетону на основі добавки мікрокремнезему і лужноактивованого СЕМ II/AP 42,5 R . Результати в вигляді графічної інтерпретації свідчать про те, що оптимальна кількість мікрокремнезему у

вигляді (8,0 мас.%), лужного активатора у вигляді (2,0 мас.%) і PCE у вигляді (1,0 мас.%) забезпечує підвищену міцність через 2 доби при нормальних умовах твердіння ( $f_{cm2}=75,15$  МПа); вслід обробки температурної ( $T=4000^{\circ}\text{C}$ ) міцність зростає в наслідку ефекту самозапарювання ( $f_{cmT} =103,8$  МПа). З використанням добавки лужного нанокompозиту N-C-S-H-PCE і корундового заповнювача за допомогою зміцнення контактної зони і покращення міжфазної взаємодії отримано наноінженерні композити, що мають вигляд ультрависокофункціональних бетонів із стиранністю на рівні  $0,02\dots 0,04$  г/см<sup>2</sup> та міцністю на згин/стиск 15/160 МПа [3]. Це дає можливість їх застосування в виробництві цементу у вигляді футерувального матеріалу в таких умовах як екстремального абразивного зносу при термічних показниках до  $400^{\circ}\text{C}$ .



**Зображення 5** Ізолінії міцності наномодифікованого високофункціонального бетону через 2 доби тверднення в нормальних умовах (а) та після температурної обробки при  $T=400^{\circ}\text{C}$

В дослідженнях за результатом клінкер-ефективного бетону з основою у вигляді лужноактивованого композиційного цементу наведено, що процес і технологія його виготовлення встановлює необхідність у дотриманні особливих

умов для того щоб забезпечити належну структуру цементуючої матриці і властивостей виробів експлуатаційних, до того гранично низьке водо-в'язуче відношення за допомогою полікарбоксилатних суперпластифікаторів і підбір компонентного співвідношення твердої фази у різних рівнях масштабних допомагають та сприяють отриманню гарної особливо щільної мікроструктури матеріалу. Такі високодисперсні добавки як суперцеоліт і мікрокремнезем покращують дрібнозернистість мікроструктури цементної матриці бетонної суміші й бетону та в поєднанні з наномодифікаторами покращують міжфазну взаємодію зі зміцненням контактної зони, що в свою чергу дозволяє виготовити і отримати наноінженерні композити.

За допомогою методів фізико-хімічного аналізу визначено вплив композиційного цеолітвмісного цементу у процеси твердіння бетону і фазову зміну складу цементного каменю у процесі нагрівання його до температурних показників 1000°C. У ході експериментів було встановлено, що присутність у складі композиційного цементу цеоліта і гранульованого доменного шлаку сприяє та призводить до підвищення показників міцності бетону при температурних впливах понад 700°C у наслідку утворення легкоплавких евтектичних розплавів, що заповнюють клінкерні складові пори виниклі в процесі дегідратації і мають змогу з'єднувати між собою окремі фрагменти бетону. Також підтверджено при температурах нагрівання 500–1000°C підвищення міцності бетону на 60–70 % і модуля пружності в 1,8–2,0 рази в порівнянні з бетоном на основі портландцементу. Було запропоновано склади для захисних покриттів з основою наповнених мінеральними матеріалами поліметилфенілсилоксану для того щоб підвищити вогнестійкість у будівельних конструкцій з бетону. За допомогою методу лакофарбової технології наносять це вогнезахисне покриття на поверхні бетонів. До особливостей такого покриття відноситься змога виконувати функції вогнезахисту при температурах нагріву до 1400°C у наслідку утворень високоміцних силоксан-оксидних та силоксан-силікатних зв'язків і низька температура для формування. Було

встановлено, що покриття вогнезахисне підвищує міцність бетонів у випадках нагрівання при температурних показниках 1000°C на 31 %.

Будівельні технології спрямовані на розробку нових більш ефективних матеріалів відбуваються у всіх технічно розвинених країнах, за допомогою яких можна виготовляти зі значною змогою скорочення затрат на матеріали та енергетичні потреби.

Виготовлення залізобетонних та бетонних конструкцій, що складають 48 визначними будівельними матеріалами, збільшується постійно. Внаслідок чого зміна частини клінкера в цементній суміші на відходи техногенно виробництва в яких підвищено вміст активних мінеральних добавок посприяє збереженню природних ресурсів. В врахуванні сучасних світових тенденцій, композиційні цементы набувають все більшого значення, який являє собою альтернативу традиційному портландцементу. Ці цементы згідно вимог мають містити мінімально два види різної природи активності мінеральних добавок. В сучасних тенденціях до збільшеної кількості пожеж і інших надзвичайних ситуацій, що призводить до їх виникнення, указують на важливість питання для визначення вогнестійкості залізобетонних та бетонних конструкцій будівельних, в особливості тих, які були отриманні на основі нових видів в'язучих матеріалів. Треба враховувати технологічні особливості при виготовленні бетонних конструкцій в яких основа являє собою композиційний цемент.

В висновку враховуючи наведенні дослідження було обрано мінеральну добавку для стійкості до дії високих температур для підприємства з виготовлення конструкції опори ЛЕП в виді золи виносу.

## 5. Організація виробництва конструкції

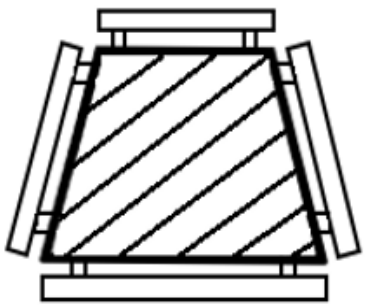
### 5.1 Технологічні процеси та операції

Тижнево-добовий і поопераційний графіки являють собою основу за допомогою яких відбувається організація виготовлення конструкції. Всі процеси виготовлення виробу для запроектованого підприємства можуть відбуватися виключно тільки за умов дотримання цих графіків, так як усі процеси виготовлення пов'язані між собою.

**Таблиця 7**

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

## Поопераційна нормаль №1

Найменування операцій – Розформування виробів із вилученням діафрагм, гребінок та їх елементів кріплення						
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	4	21	Гайковий ключ, кран	

Поопераційна нормаль №2

Найменування операцій - Вилучення виробів з форм з подачею в зону охолодження або на візок						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Вилучення та подача виробів з форм повинні відбуватися згідно з проектом та безпеки праці		
				III Умови безпеки праці		
				Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах, не знаходитися у зоні руху візка, крана.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Вилучення виробів з форм 2.Подача виробів на візок	2	Формувальник	4	9	Мостовий кран	Контроль за вилученням виробів з форм з подачею на візок



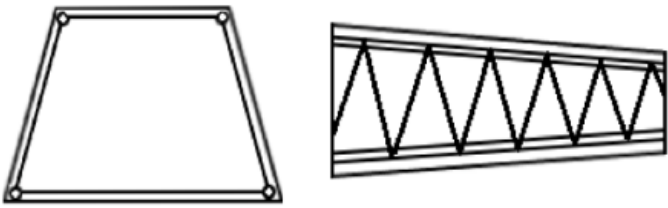
Поопераційна нормаль №3

Найменування операцій - Очищення форми						
I Схема організації робочого місця			II Технічні умови виконання			
			На поверхні форми не повинно бути залишків бетону			
			III Умови безпеки праці			
Працівники повинні бути одягнені у спец. одяг, спец. взуття та працювати у захисних окулярах.						
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Очистка форми вручну від залишків бетону 2.Збірка відходів у контейнер	2	Формувальник	3	13	Шкрепки, металеві щітки	Візуально перевіряють наявність залишків бетону

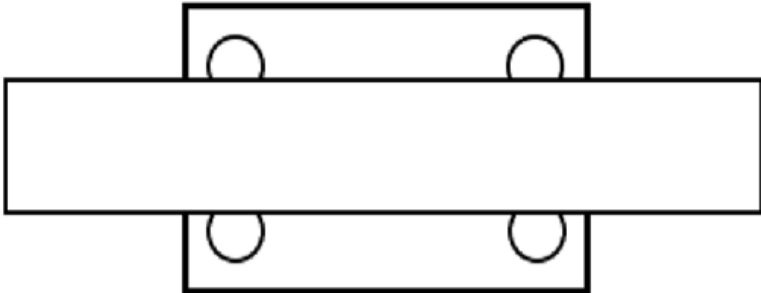
Поопераційна нормаль №4

Найменування операцій - Змащування форм						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				Форма має бути ретельно, повністю змащена		
				III Умови безпеки праці		
				Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1.Заправка розпилювача 2.Змащування форми	2	Формувальник	3	8	Розпилювач	Візуально перевіряють щоб не було ділянок поверхні не змащених маслом

Поопераційна нормаль №5

Найменування операцій - Армування каркасів та встановлення монтажних петель						
I Схема організації робочого місця			II Технічні умови виконання			
			Каркаси та монтажні петлі повинні встановлюватися згідно з проектом			
			III Умови безпеки праці			
			Робітники мають бути одягнені у спец. одяг, рукавиці, працювати у захисних окулярах.			
IV Елементи операції	Виконавці			Трудомісткість, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Установа каркасів	1	Формувальник	3	19	Мостовий кран	Контролюють розташування сіток
2. Установа монтажних петель	1		3			
3. Установа діафрагм гребінок	3		3 4			

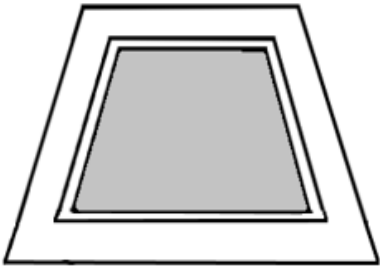
Поопераційна нормаль №6

Найменування операцій - Подача та встановлення форм на пост формування						
I Схема організації робочого місця				II Технічні умови виконання		
				II Технічні умови виконання Подача та встановлення форм на пост формування відбувається згідно з проектом		
				III Умови безпеки праці Працівники мають знаходитися на безпечній відстані, бути одягнені у спец. одяг, рукавиці.		
IV Елементи операції	Виконавці			Трудоємність, чол-хв.	Обладнання й інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
1. Подача форм 2. Встановлення на пост формування	2	Формувальник	3	7	Мостовий кран	Контроль за подачею та встановленням форм на пост формування

Поопераційна нормаль №7

Найменування операцій - Укладання бетонної суміші						
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. Укладання бетонної суміші у форму бетоноукладачем та розрівнювання її по формі 4. Установка бетоноукладача у вихідне положення	2 1	Формувальник	4 3	27	Бетоноукладач, гладилки	Контроль за розшаруванням бетонної суміші, за заповненням бетонною сумішшю форми.

Поопераційна нормаль № 8

Найменування операцій - Ущільнення та розрівнювання бетонної суміші						
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.Включення віброплощадки  2.ущільнення бетонної суміші вібрацією та розрівнювання по формі  3.Виключення віброплощадки	2	Формувальник	3	25	Віброплощадка, гладилки	Контроль ступеня ущільнення бетонної суміші, прийняттям нею форми виробу.

## 5.2 Характеристика матеріалів і комплектуючих

В цьому пункті наводиться детальна характеристика усіх матеріалів застосованих під час виготовлення конструкції опора ЛЕП на запроектованому підприємстві.

У якості заповнювача крупного буде використовуватися щебінь базальтовий високоміцний М1200-1400. Щебінь базальтовий має  $V_{щ}=4\%$ ,  $\rho_{щ}=2,75-3,1$  кг/л, розмір зерен щебеню 5...20мм, фракція: основна.

Вимогами є не більше 3% сторонніх часток розміром від 5мм до 1см, вид і густина щебеню повинна бути: щільний, має мати форму щебеня: пластинчата.

Також наявність домішок більшого розміру не допускається взагалі і має бути відсутність домішок органічного походження.

У виді дрібного заповнювача буде використано пісок кварцовий з дійсною щільністю –  $2550 \text{ кг/м}^3$  та насипною щільністю –  $1550 \text{ кг/м}^3$  : розмір зерен піску 0,25...0,5мм, кварцовий пісок  $V_{п}=9\%$ ,  $\rho_{п}=2,6$  кг/л .

До вимог належить наявність не більше 3% глини та пилу. Не більше 5% сторонніх часток розміром від 5мм до 1см .

В відповідності до умов експлуатації та призначення виготовленого виробу і за всіма вимогами згідно нормативній документації, прийнятих технологій виготовлення обирається марка і вид в'язучої речовини. Було обрано в'язуче згідно нормативної документації ДСТУ 9208:2022 .

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

Добавка прийнята мінеральна: зола виносу за ДСТУ Б В.2.7-205:2009 .

Під час виготовлення бетонної суміші буде використовуватися вода водопровідна питна та інша будь-яка з водневим показником (рН) не менше 4.

Для армування використовується сталь 35ГС різного діаметру. Ця сталь є низьколегованою конструкційною з хорошими властивостями пластичності і міцності.

### 5.3 Бетонозмішувальний цех

Вихідні дані:

Коефіцієнт виходу суміші бетонної  $K_v = 0,67$ .

Обираємо бетонозмішувач гравітаційної дії  $V_{\text{д}} - 500\text{л}$ . Визначаємо тривалість технологічної операції по виготовленню суміші бетонної:

- завантаження компонентів бетонної суміші у бетонозмішувач 2хв;
- перемішування компонентів бетонної суміші 2,5хв;
- вивантаження бетонної суміші 1хв;
- повернення змішувача у вихідне положення 1хв.

Годинний коефіцієнт нерівномірності видавання бетонної суміші 0,8.

Розрахунок необхідної кількості бетонозмішувачів:

а) тривалість готування одного циклу замісу змішувачем:

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

де  $t_1$  - задана тривалість перемішування, с;

$t_2$  - час завантаження матеріалів;

$t_3$  - час розвантаження суміші;

$t_{\text{ч}}$  - час, необхідний для повернення перекинутого барабана у вихідне положення.

$$t_{\text{ц}} = 2 + 2,5 + 1 + 1 = 6,5 \text{ хв}$$

б) кількість за годину роботи замісів змішувачем:

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

де  $K_n$  - коефіцієнт нерівномірності,  $K_n = 0,8$ .

$$n_{36} = 60 \cdot 0,8 / 6,5 = 7,38 \text{ шт}$$

в) годинна продуктивність бетонозмішувача:



$$P_{год} = V_б \cdot n_{зб} \cdot K_{\phi} / 1000, \text{ куб.м/ГОД,}$$

де  $V_б$  - ємність барабана змішувача по об'єму матеріалів, що завантажуються, м<sup>3</sup>;

$K_{\phi}$  - коефіцієнт виходу сумішей (у щільному тілі)

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

$$P_{год} = 500 \cdot 7,38 \cdot 0,67 / 1000 = 2,47 \text{ куб.м/год,}$$

г) число бетонозмішувачів у цеху:

$$n_з^q = \frac{P_{max} \cdot K_{и}}{T_{річ} \cdot P_{год}}$$

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

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

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

$$n_з^q = \frac{11000 \cdot 0,8}{253 \cdot 8 \cdot 2,47} = 1,76 \text{ шт}$$

Приймаємо число бетонозмішувачів:  $n_з = 2$  шт, та один запасний

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

$$P_{річ} = (2,47 \cdot 253 \cdot 8 \cdot 2) / 0,8 = 12498 \text{ куб.м}$$

Перевищення планового випуску:

$$(12498 - 11000) / 11000 \cdot 100 = 13,6\%$$

Для запроектованого підприємства з виготовлення опор ЛЕП обрано типовий проект 409-28-23/74.

Основні характеристики бетонозмішувальної секції:

- виробнича спроможність 24 м<sup>3</sup>/год
- потужність 153 кВт
- кількість працівників – 6
- площа в плані 108 кв.м

Поопераційний графік виготовлення бетонної суміші

Таблиця 8

Процес	Операція	Обладнання	Робочі		Терміни операцій, сек	Поточний час																			
			Професія	Кількість		1 - 20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220	221-240	241-260	261-280	281-300	301-320	321-340	341-360	361-380	381-400
Виготовлення бетонної суміші	Завантажування бетонної суміші у бетонодозувач	Дозатор	Оператор	1	120	-----																			
	Перемішування компонентів бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	150	-----																			
	Вивантаження бетонної суміші	Бетонозмішувач	Оператор	1	60	-----																			
	Перевірка перекинутого змішувача у вихідне положення	Бетонозмішувач	Оператор	1	60	-----																			
					390																				

## 5.4 Арматурний цех

Щоб виконати якісно армування запроектованої конструкції опори ЛЕП, треба спроектувати арматурний цех. В ньому відбуваються такі процеси як чищення, нарізання, правка та зварювання арматури для виробів, що виготовляються.

Зважаючи на попит та виробничу продуктивність запроектованого підприємства в виробках виконаних із арматури було обрано таке обладнання:

**Таблиця 9**

№	Назва обладнання	Марка	Потужність, кВт	Габарити, мм (ДхШ)	Кільсть працівників	Призначення
1	Станок для заготівлі арматурних стержнів	СМЖ 322	3,5	1540x1030	1	Різання арматурних стержнів на задану довжину
2	Станок для згинання арматури	СГА 405	3	760x790	1	Формування арматури необхідного профілю

Додаткова інформація про обладнання:

СМЖ 322, цей станок обслуговує один працівник, що відповідний за налаштування і подачу арматури.

СГА 405, станок має ручне керування, оператор контролює профіль готового виробу та згинання стержнів арматури.

Арматура для одного готового виробу:

**Таблиця 10**

Марка елемента	Арматурна сталь					Закладні деталі		Усього, кг
	12AtVI	4Bp-I	20-0-4	8AI	10AI	B22	Труба 30x1,8	
СВБ 90-3.2	32,10	4,51	0,11	0,35	1,98	1,29	0,325	40,68

Розташування обладнання в арматурному цеху:

Обладнання у арматурному цеху розташовано згідно урахування поділу приміщення на зони функціональні, які допомагають у ефективності під час робочого процесу.

Арматурний цех повинен мати зони на яких: перша під арматурну проволоку та стержні діаметром до 12 мм, що буде постачатися в бухтах, наступна для арматури стержневої. Арматурну проволоку в вигляді бухт складають на початку на підготовленому спеціально майданчику. Це все розташовано поруч складу для арматури для того щоб витрати часу на транспортування були мінімальні. Згідно чинних норм та стандартів безпеки відстань між проходами і обладнанням має бути не менше 1,5 м .

У межах 1 - 1,5м встановлюють вертушки (пристрої для розмотки), від цих пристроїв на відстані 2 - 2,5м встановлюють станок для різання арматури (СМЖ-322). Далі встановлюють станок для згинання арматури (СГА-405). Наступним арматура потрапляє до лінії формування виробу де закріплюється в формі для виробу перед чим на стрижні арматури надягається проволока і рівномірно згідно технології виготовлення розподіляється по арматурним стрижням. Коли все готово арматурні стержні натягують гідравлічним

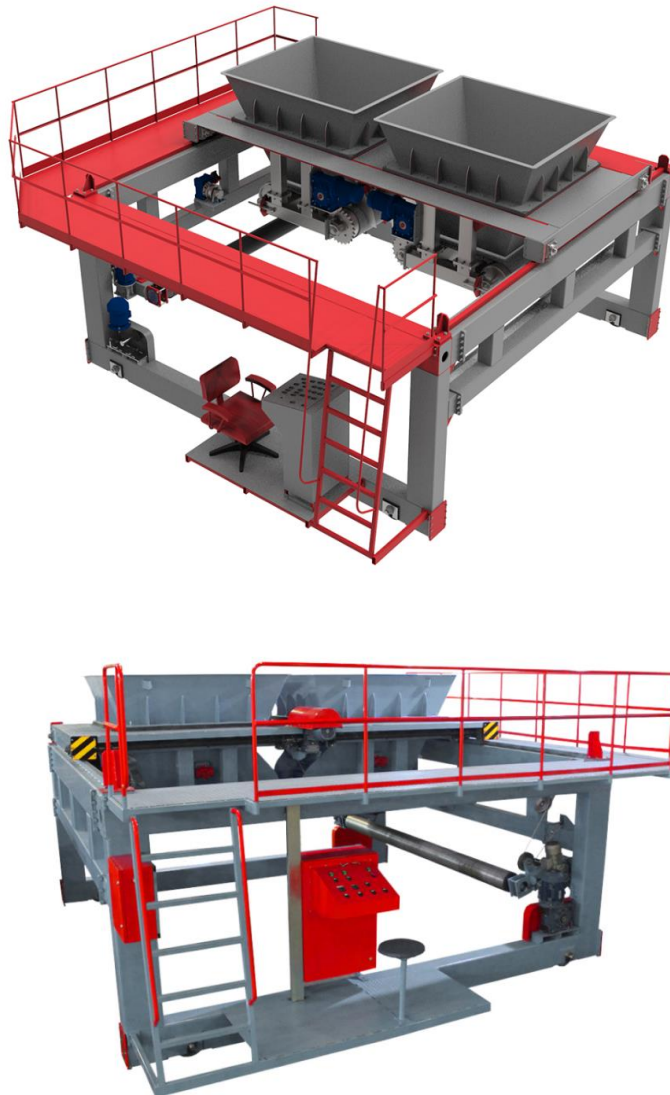
домкратом та закріплюють в такому положенні, що в свою чергу формує каркас для конструкції опори ЛЕП.

Характеристики складу: потужність 16,5 кВт;

кількість працюючих: 3 чол.



Для проектування формувального цеху потрібно розробити поопераційний графік, який створюється з усіх робіт та процесів під час виготовлення конструкції опори ЛЕП. Щоб забезпечити якісне і рівномірне укладання бетонної суміші у форми виробів на виробничих лініях застосовується обладнання СМЖ-166А.



**Зображення 6** СМЖ-166А (Обладнання для укладки бетонної суміші)  
Характеристика: потужність 20 кВт, розміри 5200 × 6300 × 2950 мм







### 5.5.3 Розрахунок загального часу виготовлення планового об'єму продукції

Згідно тижнево-добового графіка за зміну одна лінія виробнича може виробити 3 вироби. Було прийнято 9 ліній.

Розраховуємо за яку кількість змін буде виготовлена кількість опор ЛЕП фактично:

$$5000/0,37 = 13513 \text{ шт в рік}$$

$$T = 13513/9 \cdot 3 = 500,5 \text{ зміни}$$

$$\text{Приймається 2 зміни на добу: } 500,5/2 = 250,25 \text{ діб}$$

Фонд робочий розрахунковий – 253 діб. Плановий об'єм буде виготовлено на 0,99 в рік

### 5.5.4 Розрахунок потужності технологічної лінії

Кількість виробі, 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.

$$N^3_{\text{вир}} = 13513/253 \cdot 2 = 26,7 \text{ шт}$$

Кількість ліній технологічних визначається за формулою:

$$n_{\text{л}}^p = N^3_{\text{вир}} / N_{\text{вир}} = 26,7/3 = 8,90 \text{ шт}$$

Прийнято дев'ять ліній виробничих.

Фактична виробнича потужність однієї технологічної лінії з виробництва опори ЛЕП визначається за формулою:

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

$$N_{\text{іл}} = 27 \cdot 2 \cdot 253 \cdot 0,37 = 5054,94 \text{ м}^3$$

За такої фактичної потужності перевипуск складає 1,1% .

## 6. Складське господарство

### 6.1 Розрахунок потреби в компонентах й комплектуючих

Розрахунковий склад бетону:

$$\text{Ц} = 350 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{В} = 280 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{Щ} = 900 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{П} = 850 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{М} = 120 \text{ кг/м}^3.$$

Таблиця 14

Компонент	Одиниця виміру	Потреба			
		1 кг/м <sup>3</sup>	змiна	доба	Рiк
Цемент	кг	350	$\text{Ц}_3 = \text{Ц} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{Ц}_д = \text{Ц}_3 \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{Ц}_р = \text{Ц}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Пiсок	кг	850	$\text{П}_3 = \text{П} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{П}_д = \text{П}_3 \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{П}_р = \text{П}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Вода	кг	280	$\text{В}_3 = \text{В} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{В}_д = \text{В}_3 \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{В}_р = \text{В}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Щебiнь	кг	900	$\text{Щ}_3 = \text{Щ} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{Щ}_д = \text{Щ}_3 \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{Щ}_р = \text{Щ}_д \cdot T_{\text{рiч}}$
Мiнеральна добавка	кг	120	$\text{М}_3 = \text{М} \cdot P_{\text{год}} \cdot t_{\text{зм}}$	$\text{М}_д = \text{М}_3 \cdot n_{\text{зм}}$	$\text{М}_р = \text{М}_д \cdot T_{\text{рiч}}$

Розрахункові дані:

Зміна

Для цементу:

$$\text{Ц}_3 = 350 \cdot (3 \cdot 9) \cdot 0,37 = 3497 \text{ кг}$$

Для піску:

$$\text{П}_3 = 850 \cdot (3 \cdot 9) \cdot 0,37 = 8492 \text{ кг}$$

Для води:

$$\text{В}_3 = 280 \cdot (3 \cdot 9) \cdot 0,37 = 2797 \text{ кг}$$

Для щебню:

$$Щ_3 = 900 \cdot (3 \cdot 9) \cdot 0,37 = 8991 \text{ кг}$$

Для мінеральної добавки:

$$M_3 = 120 \cdot (3 \cdot 9) \cdot 0,37 = 1199 \text{ кг}$$

Потреба за формулами в комплектуючих і компонентах на добу:

Для цементу:

$$3497 \cdot 2 = 6994 \text{ кг}$$

Для піску:

$$8492 \cdot 2 = 16984 \text{ кг}$$

Для води:

$$2797 \cdot 2 = 5594 \text{ кг}$$

Для щебню:

$$8991 \cdot 2 = 17982 \text{ кг}$$

Для мінеральної добавки:

$$1199 \cdot 2 = 2398 \text{ кг}$$

Потреба за формулами в комплектуючих і компонентах на рік:

Для цементу:

$$6994 \cdot 253 = 1769482$$

Для піску:

$$16984 \cdot 253 = 4296952$$

Для води:

$$5594 \cdot 253 = 1415282$$

Для щебню:

$$17982 \cdot 253 = 4549446$$

Для мінеральної добавки:

$$2398 \cdot 253 = 606694$$

Отже виходять такі дані:

**Таблиця 15**

Компонент	Одиниця виміру	Потреба			
		1 кг/м <sup>3</sup>	змiна	Доба	Рiк
Цемент	кг	350	3497	6994	1769482
Пiсок	кг	850	8492	16984	4296952
Вода	кг	280	2797	5594	1415282
Щебiнь	кг	900	8991	17982	4549446
Мiнеральна добавка	кг	120	1199	2398	606694

Розрахунки для кожного виду сталi:

1. Арматурна сталь Ø 12 мм (12АгVI):

За змiну:  $32,10 \cdot 27 = 866,7$  кг.

За добу:  $866,7 \cdot 2 = 1733,4$  кг.

За рiк:  $1733,4 \cdot 253 = 438550,2$  кг.

2. Арматурна сталь Ø 4 мм (4Вр-I):

За змiну:  $4,51 \cdot 27 = 121,77$  кг

За добу:  $121,77 \cdot 2 = 243,54$  кг

За рiк:  $243,54 \cdot 253 = 61615,62$  кг

3. Арматурна сталь (20-0-4):

За змiну:  $0,11 \cdot 27 = 2,97$  кг

За добу:  $2,97 \cdot 2 = 5,94$  кг

За рік:  $5,94 \cdot 253 = 1502,82$  кг

4. Арматурна сталь Ø 8 мм (8АІ):

За зміну:  $0,35 \cdot 27 = 9,45$  кг

За добу:  $9,45 \cdot 2 = 18,9$  кг

За рік:  $18,9 \cdot 253 = 4781,7$  кг

5. Арматурна сталь Ø 10 мм (10АІ):

За зміну:  $1,98 \cdot 27 = 53,46$  кг

За добу:  $53,46 \cdot 2 = 106,92$  кг

За рік:  $106,92 \cdot 253 = 27050,76$  кг

6. Закладна деталь (В22):

За зміну:  $1,29 \cdot 27 = 34,83$  кг

За добу:  $34,83 \cdot 2 = 69,66$  кг

За рік:  $69,66 \cdot 253 = 17623,98$  кг

7. Закладна деталь (Труба 30x1,8):

За зміну:  $0,325 \cdot 27 = 8,77$  кг

За добу:  $8,77 \cdot 2 = 17,55$  кг

За рік:  $17,55 \cdot 253 = 4440,15$  кг

Таблиця 16

Сталь	Діаметр	Одиниця виміру	Потреба			
			На 1 виріб	Зміна	Доба	Рік
Арматурна сталь 12АгVІ	Ø 12 мм	Кг	32,10	866,7	1733,4	438550,2
Арматурна сталь 4Вр-I	Ø 4 мм	Кг	4,51	121,77	243,54	61615,62
Арматурна сталь 20-0-4		Кг	0,11	2,97	5,94	1502,82
Арматурна сталь 8АІ	Ø 8 мм	Кг	0,35	9,45	18,9	4781,7
Арматурна сталь 10АІ	Ø 10 мм	Кг	1,98	53,46	106,92	27050,76
Закладна деталь В22		Кг	1,29	34,83	69,66	17623,98
Закладна деталь Труба	30x1,8	Кг	0,325	8,77	17,55	4440,15

## 6.2 Склади в'яжучих

Склади з в'яжучими мають зберігатися з мінімальними втратами матеріалу, бути захищеними від зволоження або змішування з іншими видами матеріалу.

На склад матеріалу в вигляді в'яжучої речовини і мінеральної добавки для підприємства з виготовлення опори ЛЕП планується доправляти у вагонах цементовозах. Також не можна забувати про можливість зупинки постачання залізницею з різних видів причин, що в такому випадку призведе до подачі в'яжучої речовини автотранспортом. Через таку можливу обставину склад буде комбінованим. У питанні довговічності склад буде мати вигляд інвентарного, так як потужність підприємства не є великою.

Розрахунок складу цементу:

Визначаю місткість за формулою:

$$V_{\text{ц}} = \frac{Ц_{\text{ц}} \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}{P_{\text{в}}}, \text{ м}^3,$$

де Ц - витрата в'яжучого даного виду і марки на добу, кг;

n - нормативний запас збереження в'яжучого;

K<sub>1</sub> - коефіцієнт нерівномірності надходження в'яжучого на склад, рівний:

-1,3/1,5 для залізничного транспорту;

K<sub>2</sub> - коефіцієнт нерівномірності споживання в'яжучого, дорівнює 1,3-1,5;

K<sub>3</sub> - коефіцієнт можливих утрат в'яжучого при розвантаженні, рівний 1,04;

K<sub>4</sub> - коефіцієнт використання технологічного устаткування, рівний 0,943;

K<sub>5</sub> - коефіцієнт заповнення ємності складу, рівний 0,9;

P<sub>в</sub> - щільність в'яжучого в насипному стані, 1000 кг/м<sup>3</sup>.

$$V_{\text{ц}} = 6994 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1000 = 139 \text{ м}^3$$



$K_1=1,5$ ; (постачання залізницею)

$K_2=1,5$ ;

$K_3=1,04$

$K_4=0,943$

$K_5=0,9$

$\Pi_B=1000\text{кг/м}^3$

$n=10$ діб

$$V_M = M_D \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 / \Pi_B, \text{ м}^3$$

де  $M$  – витрата в'язучого мінеральної добавки даного виду і марки на добу, кг;

$n$  - нормативний запас збереження в'язучого;

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

-1,3/1,5 для залізничного транспорту;

$K_2$  - коефіцієнт нерівномірності споживання в'язучого, дорівнює 1,3-1,5;

$K_3$  - 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;

$\Pi_B$  - щільність в'язучого в насипному стані, 1000 кг/м<sup>3</sup>.

$$V_M = 2398 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1000 = 48 \text{ м}^3$$

$K_1=1,5$ ; (постачання залізницею)

$K_2=1,5$ ;

$K_3=1,04$

$K_4=0,943$

$K_5=0,9$

$\Pi_B=1000\text{кг/м}^3$

$n=10$ діб

На основі отриманих даних в ході розрахунків, було обрано по типовому проекту інвентарний цементний склад 409-29-62 з характеристикою в вигляді: потужність 42,8кВт, витрата стислого повітря 10,5м<sup>3</sup>/хв, місткість 240, робочих 6 чол.

### 6.3 Склади заповнювачів

Вибір складу для зберігання крупного і дрібного заповнювачів робиться за основою його техніко-економічних показників.

До параметрів за якими підбирається склад відносять:

- тривалість його експлуатації
- призначення
- ємність
- надійність
- спосіб зберігання та складування
- вид транспорту

Крупний і дрібний заповнювачі доставлятися будуть на запроектоване підприємство за допомогою залізниці в критих вагонах.

Розрахунок складу заповнювачів:

Розрахунок складу щебню:

$$V_{щ} = \text{Щ}_д \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 / \Pi_{щ},$$

де  $\text{Щ}_д$  - витрата заповнювача даного виду на добу, кг;

$n$  - запас збереження заповнювача, діб;

$K_1$  - коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад, рівний 1,3/1,5 - для залізничного транспорту;

$K_2$  - коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача, рівний 1,3/1,5;

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

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

$$V_{щ} = 17982 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1400 = 255 \text{ м}^3$$

Розрахунок складу піску:

$$V_n = \Pi_d \cdot n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 / \Pi_n,$$

де  $\Pi_d$  - витрата заповнювача даного виду на добу, кг;

$n$  - запас збереження заповнювача, діб;

$K_1$  - коефіцієнт нерівномірності надходження заповнювача на склад, рівний 1,3/1,5 - для залізничного транспорту;

$K_2$  - коефіцієнт нерівномірності споживання заповнювача, рівний 1,3/1,5;

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

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

$$V_n = 16984 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,04 \cdot 0,943 \cdot 0,9 / 1400 = 241 \text{ м}^3$$

Тож за довідковими даними обирається типовий проект 409-29-35 з характеристикою: потужність 91,8 кВт, витрата пара 1000т, робочих 5 чол.

#### 6.4 Склад арматури і арматурних виробів

Для розрахунку площі складу арматури кожного виду сталі, використовується формула:

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

де:

$Q_x$  – добова потреба сталі одного виду

$K_n = 1,5$  – 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 тонах).

1. Арматурна сталь Ø 12 мм (12АтVI):

$$Sa_1 = 1733,4 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 21,6 \text{ м}^2$$

2. Арматурна сталь Ø 4 мм (4Вр-I):

$$Sa_2 = 243,54 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 3,04 \text{ м}^2$$

3. Арматурна сталь (20-0-4):

$$Sa_3 = 5,94 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 0,074 \text{ м}^2$$

4. Арматурна сталь Ø 8 (8AI):

$$Sa_4 = 18,9 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 0,23 \text{ м}^2$$

5. Арматурна сталь Ø10 (10AI):

$$Sa_5 = 106,92 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 1,33 \text{ м}^2$$

6. Закладна деталь (B22):

$$Sa_6 = 69,66 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 0,87 \text{ м}^2$$

7. Закладна деталь (Труба 30x1,8):

$$Sa_7 = 17,55 \cdot 1,5 \cdot 10/1,2 = 0,22 \text{ м}^2$$

Площа складу в загальному:

$$Sa = Sa_1 + Sa_2 + Sa_3 + Sa_4 + Sa_5 + Sa_6 + Sa_7$$

$$Sa = 21,6 + 3,04 + 0,074 + 0,23 + 1,33 + 0,87 + 0,22 = 27,364 \text{ м}^2$$

Площа складу арматури становить 28 м<sup>2</sup>, потужність 27,2 кВт .

## **6.5 Склад готової продукції**

Щоб зберігати опори ЛЕП у вигляді 54 шт розміром 9000x260(165)x430 мм, треба розрахувати площу опори ЛЕП і їхню кількість виготовлених за добу. Одна опора ЛЕП має площу 1,665 м<sup>2</sup>.

Обсяг за добу:

$$54 \cdot 1,665 = 90 \text{ м}^2$$

Врахований запас на 10 діб:

$$90 \cdot 10 = 900 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт проїздів й проходів (1,5):

$$900 \cdot 1,5 = 1350 \text{ м}^2$$

Робота мостового крана (1,3):

$$1350 \cdot 1,3 = 1755 \text{ м}^2$$

Тож загальна площа складу готових опор ЛЕП буде: 1755 м<sup>2</sup>.

Характеристики типового складу: потужність 10,5 кВт ; персонал 2 чол.

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

Склад з мастильними матеріалами:

Постачаються мастильні матеріали в спеціальних ємностях яких об'єм становить 50 л .

Їхня норма зберігання становить: 14 діб.

Витрата на добу становить: 1,9 ємності (95 л).

Розраховуємо площу складу мастильних матеріалів:

Добовий обсяг споживання:

$$Q = 1,9 \cdot 50 = 95 \text{ л}$$

Нормативний запас:  $N=10$  діб

Загальний обсяг зберігання:

$$V_{\text{мастила}} = Q \cdot N = 95 \cdot 14 = 1330 \text{ л.}$$

Площа зберігання з урахуванням проходів:

$$S_{\text{мастила}} = V/30 \cdot K = 1330/50 \cdot 1.3 = 34,58 \text{ м}^2.$$

Організація складу:

Для підтримки підходящих термопоказників на рівні  $10-25^{\circ}\text{C}$  використано спеціальну примусову вентиляцію.

Встановлено спеціальне штучне вибухозахисне освітлення і систему аспірації.

Всі контейнери герметичні і встановлені на стелажі на висоті 1-1,5 м .

Характеристика складу: потужність 0,5кВт; персонал 2 чол.

## **7. Лабораторія і контроль якості**

Виробничий контроль якості має бути виконаний та задіяний лабораторією заводом, підприємством-виготовлювача відповідного до системи якості шляхом реалізації вхідного контролю матеріалів та комплектувальних елементів, що постачаються, виконання всіх технологічних процесів за допомогою операційного контролю, а також виконання приймального контролю якості товарної продукції виготовленої підприємством. Така товарна продукція являє собою розчинні та бетонні суміші.

Під час виготовлення конструкції з залізобетону, виробни обов'язково проходять такі основні види контролю як:

- вхідний;
- операційний;
- приймальний.

Відповідно до вимог та правил встановленої діючою чиною нормативною документацією згідно ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016 загальна площа лабораторії підприємства становить 100 м<sup>2</sup>.

Лабораторія здійснює весь комплекс робіт з контролю якості під час виробництва виробів, що наведені у таблиці 17.

**Таблиця 17**

Організація виробничого контролю якості

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

Вхідний контроль матеріалів та комплектуючих елементів які надходять на підприємство перевіряється за допомогою порівняння даних, що наведені в сертифікатах або паспортах на дані елементи, матеріали та в результаті їхнього зовнішнього огляду. Також за допомогою контрольних випробувань пробних вибірок, періодичність, вид та кількість для яких установлюються технічними умовами та стандартами для даних матеріалів й конструкцій. За дотриманням правил, термінів зберігання матеріалів та комплектувальних елементів проводять періодичний контроль.

Мають проводитися такі контрольні операції під час реалізації кожного технологічного процесу:

- Вхідний контроль матеріалів та комплектувальних елементів які використовують;

- контроль якості стану приладів, обладнання, пристроїв та інструментів;

- операційний контроль якості технологічних операцій.

З обладнання під час випробувань використовують гідравлічний прес ПГМ-500МГ4Ц, ваги для статичного зважування 150 ВП1.

**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 віброплощини 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. порівняння з еталоном 2. Вимірювання Рулеткою 3. Візуальні 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



**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. Візуальні 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

**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. Візуальні 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

Характеристика лабораторії: потужність 0,5 кВт, персонал 3 чол.

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

### **Розрахунок потреби в електроенергії:**

Бетонозмішувальний цех:

потужність: 153,0 кВт

Арматурний цех:

Станок СМЖ-322: потужність 3,5 кВт

Станок СГА-405: потужність 3,0 кВт

Мостовий кран : 10,0 кВт

Загальна потужність:

$$3,5+3,0+10 = 16,5 \text{ кВт}$$

Формувальний цех:

Мостовий кран: 10,0 кВт

Вібраційний стіл: 12,0 кВт

Обладнання для укладки бетонної суміші СМЖ-166А: 20,0 кВт

Загальна потужність:

$$10,0+12,0+20,0 = 42 \text{ кВт}$$

Склад в'язучих: 42,8 кВт

Склад заповнювача: 91,8 кВт кВт

Склад арматури і арматурних виробів: 27,2 кВт

Склад готової продукції: 10,5 кВт кВт

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

Лабораторія: 0,5 кВт

Загальна потужність:

$$42,8+91,8+27,2+10,5+0,5+0,5 = 173,3 \text{ кВт}$$

Адміністративна будівля(корпус):

Зважаючи на потребу для офісного інвентарного обладнання та на освітлення приміщень прийнято:

потужність: 10,0 кВт

Сумарна потреба в електроенергії:

$$153,0+16,5+42,0+173,3+10,0 = 394,8 \text{ кВт} .$$

Тож сумарна потужність у підприємства становить: 394,8 кВт .

### **Розрахунок потреби стислого повітря:**

Стиснуте повітря необхідне під час транспортування у бетонозмішувальний цех цементу і під час його розвантаження на склад в'язучих. Потрібний об'єм стислого повітря виходячи з характеристики складу в'язучих (цементу) становить  $10,5\text{м}^3/\text{хв}$ , що в свою чергу забезпечує надійну та ефективну подачу цементу до бетонозмішувального цеху.

### **Розрахунок потреби в парі:**

Пару використовують для того, щоб прибрати зайву вологу з заповнювачів у вигляді гравію та піску. Це допомагає забезпечити потрібну якість бетонної суміші. Тому, що мокрі, вологі матеріали заповнювачі можуть негативно впливати на такі показники готового продукту як його консистенція і міцність.

За технічними показниками характеристиками типового складу для заповнювачів об'єм необхідної пари становить: 1000 т .

### **Розрахунок потреби в воді:**

Технологічна потреба в воді

Нормативна витрата води:  $q = 280 \text{ л/м}^3$

Річний випуск продукції:  $5000 \text{ м}^3$

$$Q_{\text{техн}} = 280 \cdot 5000 = 1400000 \text{ л} = 1400 \text{ м}^3$$

Побутові потреби в воді

Приймається 20% від технологічної потреби

$$Q_{\text{побут}} = 0,2 \cdot Q_{\text{техн}}$$

$$Q_{\text{побут}} = 0,2 \cdot 1400000 = 280 \text{ м}^3$$

Протипожежна потреба в воді

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

$$Q_{\text{пож}} = 0,1 \cdot Q_{\text{техн}}$$

$$Q_{\text{пож}} = 0,1 \cdot 1400000 = 140 \text{ м}^3$$

Розрахункова загальна потреба в воді:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{техн}} + Q_{\text{побут}} + Q_{\text{пож}}$$

$$Q_{\text{заг}} = 1400 + 280 + 140 = 1820 \text{ м}^3$$

Отже потреба підприємства становить:

Технологічна потреба: 1400 м<sup>3</sup>

Побутова потреба: 280 м<sup>3</sup>

Протипожежна потреба: 140 м<sup>3</sup>

Сумарна потреба в воді підприємства на рік складає: 1820 м<sup>3</sup>

Усі розрахунки враховують типові використання води в побутових та виробничих цілях і специфіку даного виду підприємства.

## 9. Організація вантажопотоків

На запроєктованому підприємстві з виготовлення залізобетонної конструкції підвізний прийом необхідних матеріалів й сировини організовано здійснюється за використання транспорту залізничного. До цих матеріалів і сировини входять цемент, мінеральна добавка(зола виносу), заповнювачі(крупний та дрібний), елементи комплектуючі та арматура. Всі ці матеріали безпосередньо розвантажуються на спеціальні облаштовані склади для того, щоб мінімізувати витрати часу на їх переміщення.

Щоб транспортувати цемент зі складу в'яжучих до цеху бетонозмішувального використовується трубопровідна система це забезпечує герметичність, а саме переміщення відбувається з поміткою стислого повітря. До місця де відбувається виготовлення суміші бетонної заповнювач подають за поміткою похилого конвеєру. Ці всі переміщення мінімізують втрати сировини і забруднення.

Арматура переміщується за поміткою автотранспорту з складу у цех арматури. Для цього виду транспорту організовано прямування кільцеве. В цеху

арматурному переміщенню арматури відбувається мостовим краном та на візках самохідних.

Готова бетонна суміш переміщується до цеху формувального на конвеєрі одразу напряму у бункери для роздачі бетонної суміші для яких відведено спеціальне місце. Це в свою чергу забезпечує подачу в зручності та точності.

Після обробки теплової в формувальному цеху готові вироби в формах переміщуються за допомогою мостових кранів. Під час їх внутрішнього переміщення між цехового використовуються самохідні візки з рейковим шляхом та крани. Спеціальне обладнання, а саме кантователі можуть бути використанні для переміщення форм або їхньої зміни положення задля точнішого процесу та щоб убезпечити процес.

Готові вироби після успішного їхнього виготовлення в цеху формувальному відправляються на склад продукції готової з подачею крану мостового на візку з рейковим шляхом. У такому способі забезпечується надійне перевезення виробів без ризиків пошкодження конструкції під час їх транспортування.

Зі складу з готовими конструкціями їх вивезення передбачено і організовано за допомогою автотранспорту і залізничного транспорту.

З урахуванням таких видів транспорту передбачено для них два маршрути, а саме:

- кільцевий, що знижує необхідність в розворотах;
- тупиковий, спеціальні під'їзди для окремої зони яка має місце для маневру.
- 

За для безпеки і мінімізуючи ризики в виді нещасних випадків на території підприємства пішохідні зони маршрутів для робітників передбачені та організовані окремо від загальних транспортних шляхів на всій території підприємства. У цехах підприємства також мають наявність спеціальні пішохідні маршрути з організованими зонами переходу, поручнями і знаками.

Організація вантажопотоків має на меті забезпечити запроектованому підприємству високе ефективне транспортування, спроможність тримати максимально високу безпеку для працівників та обладнання підприємства.

## **10. Структура, організація і управління підприємством**

Структура підприємства з виготовлення залізобетонних і бетонних конструкцій розроблена і має на меті забезпечити ефективні процеси виробничі, дотримання спеціально розроблених стандартів таких як якість і безпека при їх виконанні. Ділиться структура запроектованого підприємства на виробничу і загальну.

Цю структура відображає співвідношення внутрішніх ланок заводу і його склад. У ці ланки входять апарат управління, різні ділянки заводу, цехи підприємства, лабораторія, різні відділи і підрозділи. Вся їх робота взаємопов'язана. Тому повинно, щоб їх робота була злагоджена.

Від потужності підприємства залежить напряму й кількість підрозділів. Виходячи з цих даних розраховується площа, що буде використовувати, займати завод та кількість робітників, яка потрібна для роботи запроектованого підприємства.

До підрозділів основних у підприємства відносять:

Логістичний відділ. Цей відділ має обов'язки і відповідає за всі процеси у сфері зберігання компонентів, матеріалів та готових вже виробів, їхнє організоване перевезення та транспортування до цехів підприємства та доставлення готових виробів замовникам.

Склади підприємства. Ці приміщення оснащені спеціальними системами для обліку, які використовуються під час виробництва для зберігання матеріалів, компонентів, комплектуючих та виготовлених на підприємстві виробів. Метою є підтримка продукції виробництва в належних для неї умовах і зниження витрат за допомогою чіткого підрахунку.

Цехи для виробництва продукції. Являють собою основні зони в яких ведуться всі роботи для виготовлення продукції в вигляді готових виробів. Вони складаються з бетонозмішувального, арматурного, формувального цехів, також має бути теплової обробки цех і допоміжні й основні складські приміщення.

Лабораторія. Це відділ який контролює й займається перевірками на якість усіх матеріалів, які використовуються під час виробництва конструкції. Готові вироби також перевіряються даним відділом. Щоб вироблені на підприємстві конструкції відповідали чинним технічним вимогам, лабораторія обладнана сучасним оснащенням для проведення відповідних випробувань.

Ремонтно-технічне відділення. Спеціалізується на підтримці і ремонті усього виробничо-технологічного обладнання, що в свою чергу мінімізує можливі ризики зупинки в процесі виробництва.

Адміністративно-господарське відділення. Головний відділ який відповідає за управління всього підприємства. Він займається контролем і організацією виробничих, кадрових, фінансових процесів, плануванням дій підприємства. Також ним забезпечується зв'язок між робітничим персоналом і керівництвом у вигляді координації дій всіх відділів.

Важливим є організація процесів виробничих для того щоб забезпечити високу якість для готових виробів і продуктивність підприємства. Ці процеси в виді їх етапів мають бути оптимізованими для зниження витрати ресурсів та часу підприємства.

До цих етапів належить:

початковий в якого основні функції це прийом і перевірка матеріалів, сировини з подальшим переправленням матеріалу у цех де виготовляється бетонна суміш.

На наступному етапі йде виготовлення продукту виробництва шляхом формування арматурних каркасів в формах з усіма необхідними вимогами, заливка готової бетонної суміші у форми з подальшою їхньою тепловою обробкою.



На останньому етапі готова продукція підприємства перевіряється лабораторією в вигляді контролю якості виробів із подальшим транспортуванням їх на склад для готових виробів де вони зберігаються та звідки вони відправляються замовникам.

Все управління заводом відбувається автоматизованими сучасними системами. Це забезпечує повний контроль над якістю виробів, усіма процесами етапів під час виробництва, витратами всіх економічних і сировинних ресурсів підприємства та інше.

Розклад та об'єм відділів підприємства визначає та формує кількість робітників, їх спеціалізацію. Все це залежить від обсягів виготовлення готового продукту підприємства його об'єму і процесів технологічних які потрібні для даного виробництва.

Організаційна структура управління апарату має складатися з керівників відділень і підрозділів функціональних які мають їм підпорядковуватися.

Розподілити управління можна в такий спосіб:

- Керівництво підприємства:

Директор підприємства, його заступники з економічних та виробничих напрямків.

- Адміністративно-господарське відділення:

Помічники директора, секретаря та офіс-менеджери

- Фінансове відділення підприємства:

Головний бухгалтер, економіст, бухгалтер для підрахунку і виплати заробітної плати.

- Відділення кадрів:

Менеджери з кадрів і навчання персоналу

- Відділення яке відповідає за виробництво:

Начальники цехів, інженер головний, майстри та бригадири, оператори-машиністи для обладнання.

- Лабораторія для контролю якості:

Начальник лабораторії його заступник та лаборанти.

- Логістичне відділення:

Спеціалізований логіст, складський робітничий персонал та водії.

- Ремонтно-технічне відділення:

Інженер-спеціаліст з ремонту, механік та слюсар.

Приклад в вигляді структурної схеми управління цеху з виготовлення виробів залізобетонних:

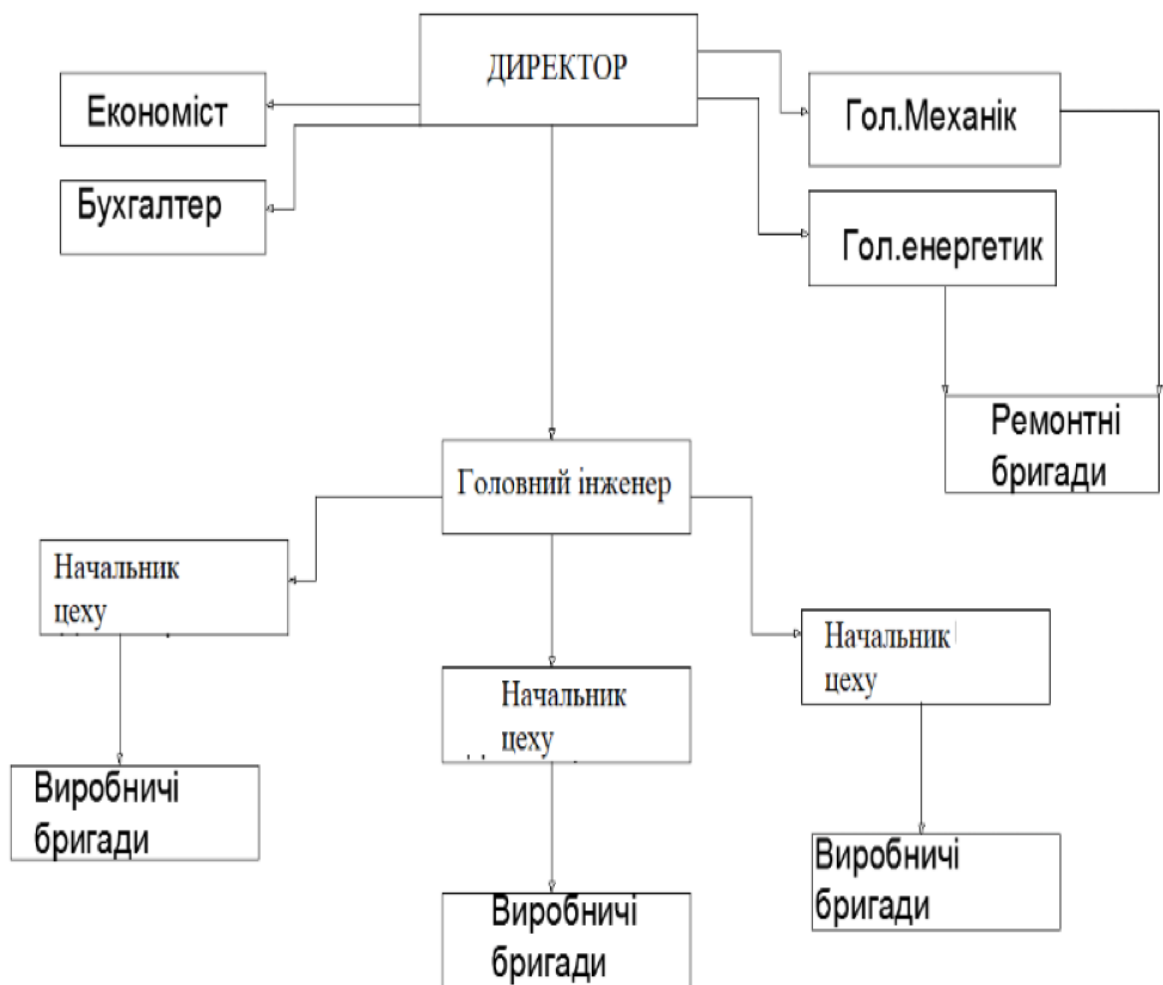


Схема управління цеху

Для всіх без винятку робітників підприємства має відбуватися навчання з охорони праці на виробництві.

Виходячи зі схеми стає зрозуміло, що на підприємстві з виготовлення залізобетонних та бетонних конструкцій структура підпорядкованості виглядає наступним чином, директор підприємства має вигляд центральної фігури з управління заводу. Він приймає усі стратегічні рішення на підприємстві та має заступників з напрямків економіки і виробничого процесу заводу, головного інженера.

Його заступник з напрямку економіки відповідає та координує діяльність усього фінансового відділу, до якого входять всі працівники бухгалтерії. В цьому відділі вираховують та контролюють витрати підприємства, його бюджет та роблять підготовку усіх фінансових звітів.

Заступник з виробничого процесу має задачі контролю та координації цехів виробництва, до такого цеху можна віднести: бетонозмішувальний, формувальний і арматурний. Весь процес виконання поставлених задач у цехах він контролює за поміччю начальників цехів. Також в його повноваження взаємодії входить логістичне відділення, а саме щодо питань постачання і транспортування готових виробів і матеріалів. Головний інженер має в підпорядкуванні ремонтно-технічне відділення, що займається всіма роботами з модернізації та ремонту на підприємстві. Йому також підпорядковується лабораторія, що займається перевітками та контролюми якості.

В лабораторії проходить контроль якості і перевірка усього матеріалу й сировини, що входить у виробництво залізобетонних конструкцій на даному підприємстві та самих готових виробів. Всім цим керує начальник лабораторії якому підпорядковані лаборанти, вони і перевіряють якість шляхом проведення досліджень. Для досліджень доставку необхідного матеріалу та готові вироби забезпечуються відділом логістичним.

Всі інші відділи і підрозділи також підпорядковуються директору підприємства через керівництво своїх відділів.

## 11. Розрахунок потреби робочих

На підприємстві з виготовлення опор ЛЕП робітники розподілені по підрозділах структурних, включаючи те, що весь процес виробництва опор ЛЕП відбувається на дев'яти технологічних лініях в дві зміни.

Бетонозмішувальний цех:

Оператори для бетонозмішувального обладнання: 4 робітника

Обслуговування дозаторів: 2 робітника

Всього: 6 робітників.

Арматурний цех:

Станок для різання СМЖ 322: 1 робітник

Станок для згинання СГА 405: 1 робітник

Мостовий кран: 1 робітник

Всього: 3 робітника.

Формувальний цех:

Формувальник: 3 робітника

Оператор для обладнання: 1 робітник

Розрахунок робітників на 9 ліній =  $9 \cdot 4 = 36$  робітників

Склади підприємства:

Склад в'язучих: 6 робітників

Склад заповнювачів: 5 робітників

Склад арматури і арматурних виробів: 2 робітника

Склад готової продукції: 2 робітника

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

Всього на складах: 17 робітників

Лабораторія контролю за якістю: 2 робітника

Розрахунок усього персоналу, що задіяний в виробництві:

$$N_{\text{виробн}} = 6 + 3 + 36 + 17 + 2 = 64 \text{ робітника в зміну}$$

Розрахунок персоналу на 2 зміни:

$$N_{\text{доб}} = 64 \cdot 2 = 128 \text{ робітників на добу}$$

Адміністрація включає 15% від загальної чисельності виробничих працівників:

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

Тоді:

$$N_{\text{адмін}} = 0.15 \cdot 128 = 20 \text{ робітників}$$

Вся чисельність підприємства:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{доб}} + N_{\text{адмін}}$$

$$128 + 20 = 148 \text{ робітників}$$

## 12. Об'ємно-планувальне рішення

Для того щоб запроектувати будівлі для підприємства передбачено виконання такого рішення як об'ємно-планувальне. До нього відносять висоту будівлі й визначають розміри її прольотів. Приймається воно за допомогою основи у вигляді прийнятого технологічного обладнання і його розташування у кожному з цехів будівель запроектованого підприємства. Все це надзвичайно важливо для того, щоб максимально ефективно організувати виробничі процеси, потоки.

Щоб забезпечити зручність для різної техніки, різного транспорту в приміщеннях з великим простором але які в своєму складі мають складне технологічне обладнання, використовують прольоти довжиною починаючи від вісімнадцяти та до двадцяти чотирьох метрів. Висоту у таких будівель обирають і визначають залежно від потреби технологічних процесів, що в них відбуваються та в необхідності цеху в достатньому природному освітленні. Використовується стандартно висота для них в розмірах десять-дванадцять

метрів, з використанням скляних ліхтарів на дахах цехів в залежності від потреби.

Що стосується зовнішнього виду, а саме фасадів цехи і інші будівлі підприємства формують за відповідними критеріями. Враховують кліматичні, функціональні, естетичні. Мають відповідати таким вимогам як теплоізоляція і безпека.

Щоб скласти ситуаційний план підприємства яке проектується треба враховувати та дотримуватися таких вимог: "СНиП Генеральні плани підприємств". Під час того як планується територія має бути визначено розташування всіх основних об'єктів заводу так, щоб зменшити кількість маршрутів, що перетинаються і підняти організацію транспорту максимально ефективно. До таких приміщень належать будівлі адміністративно-господарчі, цехи де відбувається саме виробництво продукції заводу(бетонозмішувальні, арматурні, формувальні та інші), склади і допоміжні будівлі та споруди. Дороги на підприємстві які являються основними розроблені в виді кільцевої системи дорожніх шляхів, щоб зменшити кількість розворотів за рахунок чого підвищується безпека транспортувань і зменшується часові витрати. Для залізничного транспорту розробляються спеціальні під'їзди.

При плануванні треба запроектувати підведення всіх критично важливих видів інфраструктури, а саме водопостачання, опалення та каналізації, електропостачання. За санітарними нормами важливим є місце розташування підприємства в окремій зоні яке має знаходитися у відповідній відстані від житлових районів. Для покращення таких умов як екологічні і зменшення шуму від заводу слід насамперед передбачити необхідність в озелененні.

Такі рішення і умови забезпечать для робітників гарні безпечні умови праці, для підприємства це змога використати максимально ефективно площу усього підприємства, що буде сприяти зниженню затрат під час його експлуатації і підвищенню продуктивності.

У сучасному будівництві важливу роль відіграють різні підходи до проектувань, що використовують різні системи ефективного використання

різних енергоресурсів., наприклад електроенергія. Це теж позитивно впливає на ефективність та продуктивність підприємства.

### **13. Охорона праці і техніка безпеки**

Усі вимоги, правила охорони праці та техніки безпеки мають суворо дотримуватися усіма робітниками та керівниками під час роботи на заводах з виготовлення будівельних виробів з бетону та залізобетону. Усі вимоги, правила обов'язкові для всіх підприємств та осіб в будівельній галузі.

Вимоги техніки безпеки для підприємства та його професійного обладнання:

Все обладнання підприємств яке залучено для виготовлення будівельних виробів повинно відповідати усім вимогам та стандартам які прописані в державних нормативній документації цієї галузі, а також робочі місця які мають відповідати всім нормам й вимогам.

Усе обладнання яке розміщено на підприємстві має бути цілковито безпечним для всього працюючого на ньому, або обслуговуючого персоналу.

Правила розміщення, експлуатації та устрій електроустановок на підприємстві мають відповідати вимогам державних стандартів які наведені в нормативній документації такій як НПАОП 40.1-1.01-97 та НПАОП 40.1-1.21-98

Зняття будь-яких знаків, табличок та запуск обладнання після того як були проведені роботи, відносно до яких техніка безпеки має підвищені вимоги , робляться тільки за дозволом відповідального керівника на даній ділянці виробництва.

Обладнання, технологічні лінії мають бути обладнані звуковою та зоровою сигналізацією, а також розміщатися таким способом в який їх буде добре чути і видно з усіх місць роботи працівників даних ліній й обладнань.

Все обладнання на підприємстві має проходити чистку спеціальними інструментами (щітками, крюками тощо).

Усе увімкнене працююче обладнання заборонено чистити та змащувати в такому стані.

Конвеєри-дозатори для запобігання присутності пилу мають бути повністю герметичними.

Мають бути підключені до аспіраційної мережі та обладнані витяжками бетонозмішувачі.

На обладнанні заборонено перебування будь яких сторонніх предметів.

Вібратори на бункерах повинні бути закриті звукоізоляційними кожухами.

Мають бути забезпеченні під час організації і технологічних процесів з виробництва конструкції опора ЛЕП наступні вимоги:

- в усіх цехах і зонах робочих виробництва метеорологічні умови відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007
- в повітрі робочої зони зміст пилу за ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007
- рівень шуму та звукового тиску ДСТУ EN ISO 11201:2016

Еквівалентні і допустимі рівні звуку на підприємстві на робочих місцях:

Розташування робочого обладнання на робочих місцях повинно бути безпечним для працівників, які там працюють.

Ширина проходів:

- при розміщенні обладнання не менше 0,7 м ;
- для загальних проходів 1,5 м ;
- для проходу між обладнанням 1,2 м ;
- для проходу між стінами та обладнання 1,0 м ;
- для проходження обладнання для його обслуговування та ремонту 0,7 м .

Всі проходи в яких передбачені поручні, ступанки і сходи мають бути забезпечені вимоги згідно нормам.



Вимоги від охорони праці до усіх технологічних процесів на виробництві:

В технологічних документаціях мають бути наявні вимоги до усіх виробничих технологічних процесів.

Забезпечені мають бути вимоги безпеки до технологічних процесів такі як:

- Навчання та професійний відбір для працівників;
- Присутністю та повним забезпеченням працівників ЗІЗ (засобами індивідуального захисту) та в цілому усім необхідним для роботи;
- Вибір приміщення та площ для виробництва;
- Вибір усього професійного обладнання, методів його роботи та розміщенням на підприємстві;
- Вибір розкладу та порядку методів, режиму праці для робітників, а також до всього обладнання підприємства;
- Вибір зберігання усіх матеріалів сировини та готової продукції;

Вимоги до зберігання та розміщення сировини, арматури, напівфабрикатів й готової продукції:

У кожного складу з сировиною чи готовою продукцією є свої вимоги до профілактичних та зберігаючих заходів які сформовані в спеціальних інструкціях які узгоджуються.

Для складування матеріалів згідно норм майданчики мають бути рівними і можуть мати скіс не більше ніж 5, якщо майданчик має відкритий тип в такому випадку мають бути проведенні спеціальні відводи для зливових та поверхневих вод, в зимовий період ці майданчики мають бути прибрані від льоду чи снігу та присипані шлаком чи піском, всі ці норми наведені у нормативній документації.

Пісок, щебінь та інші сипучі матеріали які зберігають на відкритих майданчиках мають мати скоси які відповідають за нормами скосу завданих зберігаючих матеріалів.

Цемент зберігається в закритих складах. Верхня частина силосів в якому зберігається цемент має бути повністю по периметру огорожена. Повинні мати обов'язково обладнання для вловлювання пилу під час вивантаження та розвантаження цементу згідно вимог.

Мінеральна добавка в вигляді золи виносу зберігається відповідно до норм і вимог ДСТУ EN 450-1:2019, та відповідно до норм, що стосуються охорони природного навколишнього середовища. Контролюються викиди шкідливих речовин, що потрапляють в атмосферу відповідно до прописаних норм.

Транспортують цю добавку за допомогою спеціальних вагонів-цементовозів згідно з правилами її перевезення. Це спеціальні вагони закритого типу, що виключає її можливість розпилення. Після того як добавка потрапила на підприємство вона за допомогою конвеєру потрапляє до силосу і складу де і зберігається. Звідти вона вже за допомогою пневмотранспорту потрапляє у бетонозмішувач де змішуються всі компоненти і готова суміш потрапляє у формувальний цех для заливки форм виробів, увесь цей процес має дотримуватися відповідно чинних норм.

В цементних складах керування розвантажувальними пристроями відбувається автоматизовано згідно ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016 .

Арматура зберігається відповідно до норм спеціалізованої документації ДСТУ 3760:2019 .

Під час стропування готової продукції на штабелях робітники повинні мати відповідний допоміжний інвентар (сходи інвентарні переносні та інше) відповідно вимогам ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016

Вимоги та правила до добавки мінеральної у вигляді золи виносу:

Відповідно до наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1596 рівень допустимого забруднення пилом мінеральним робочої зони під час застосунку мінеральної добавки має не перевищувати  $4 \text{ мг/м}^3$ , цей рівень має постійно перевірятися.

Щоб забезпечити пожежну безпеку та безпеку праці під час робіт з мінеральною добавкою робітникам слід пройти спеціальне навчання поводження з нею, проводити регулярні інструктажі і регулярно перевіряти працівників на знання з питань пожежної безпеки за стандартами які наявні в НАПБ А.01.001-2014, також перевіряти порядок експлуатації, обслуговування й організацію присутніх протипожежних технічних засобів. Всі ці перевірки проводяться інженером з охорони і безпеки праці.

Усі зони які утворюють пил на робочих машинах й механізмах мають бути зі спеціальними кожухами, що їх прикривають або бути герметизовані. Суворо забороняється рушіння або підняття цих кожухів під час робочого процесу.

Установки стаціонарні для змішування мають бути обладнанні спеціальними пиловловлювальними пристроями чи вентиляцією витяжною згідно стандартів.

Мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння та пожежною технікою виробничі зони в яких проводять роботи з використанням золи і золошлакових сумішей згідно вимог та норм за стандартами.

На підприємстві концентрація шкідливих речовин від добавки мінеральної в повітрі у робочих зонах повинна контролюватися і визначатися не рідше ніж один раз на виробничий квартал відповідно до методики.

**Вимоги щодо застосування засобів захисту працівників:**

Робочі та всі працівники в цілому на підприємстві повинні бути забезпечені ЗІЗ(засоби індивідуального захисту) відповідно до умов відділів в яких вони працюють згідно чинних норм та стандартів, що прописані відповідно.

Такі чинники як опалення, кондиціонування, вентиляція мають відповідати усім вимогам.

Всі стічні води підприємства перед тим як потрапити у зовнішню каналізацію мають пройти етап очищення від шкідливих домішок, речовин до санітарних норм які прописані.

Повинні бути фонтанчики для питної води, тільки з дозволу санітарної служби сиру воду можна використовувати для вживання.

Все штучне та природне освітлення підприємства має бути дотримано за нормами з.

Вимоги щодо працівників які можуть допускатися для виконання робіт:

Всі працівники які не пройшли попереднє навчання, перевірку на знання з охорони праці та інструктаж не мають права на допуск до праці.

Всі працівники мають проходити медичний огляд згідно порядку затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України.

## Список використаної літератури

[1] У. Д. Марущак, М. А. Саницький, Ю. В. Олевич ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР НА ВЛАСТИВОСТІ НАНОМОДИФІКОВАНИХ ДИСПЕРСНО-АРМОВАНИХ БЕТОНІВ. 2018

[2] Дворкін Л.Й. Стійкість бетону до температурно-вологісних впливів: навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2023. 180 с.

М. М. Гивлюд, В.-П. О. Пархоменко\*, С. П. Брайченко ТЕМПЕРАТУРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЦНІСНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕТОНУ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙНОГО ЦЕМЕНТУ 2016

<https://chemtech-bayern.com.ua/uk/statti/132, statti/38>

[3] Кропивницька Тетяна Павлівна ЛУЖНОАКТИВОВАНИ КОМПОЗИЦІЙНІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТИ З ВИСОКОЮ РАННЬОЮ МІЦНІСТЮ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИ БЕТОНИ НА ЇХ ОСНОВІ Львів – 2020

4. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні.

5. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.

6. Шишкін О.О., Іванов Є.Г., Хільченко О.П. Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів. Навчальний посібник для ВНЗ. Кривий Ріг: Вид-во “Мінерал”, 2002. – 115 с.

7. ДСТУ Б В.2.7-205:2009 Будівельні матеріали. Золи-виносу теплових електростанцій для бетонів

8. ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016 Настанова з проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів

9. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій

10. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)

11. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу

при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва

12. ДСТУ EN 450-1:2019 Зола виносу для бетону. Частина 1. Визначення, характеристики та критерії відповідності (EN 450-1:2012, IDT)

13. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні

14. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація

15. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

16. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення