

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Будівельно-технологічний факультет
Кафедра технології будівельних конструкцій і виробів

Пояснювальна записка
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

«Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва залізобетонної попередньо-напруженої палі суцільного квадратного перерізу СН 9-30»

Виконав: студент 4 курсу, групи ТБКВМ-41

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
за ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник _____

(прізвище та ініціали)

(вчене звання, науковий ступінь)

Київ - 2023

Зміст

1. Обрати і обґрунтувати способи і технічні засоби виконання стадійних процесів армування і теплової обробки.....	4
2. Обґрунтувати вибір заповнювачів для бетону та розрахувати склад бетонної суміші.	12
3. Розробити транспортно-технологічну схему процесу армування.	21
4. Обґрунтувати режим теплової обробки і розрахувати габарити камери.	22
5. Визначити такт випуску палів, побудувати поопераційний графік процесу армування, визначити оптимальну кількість робітників, зайнятих на його виконання.....	28
6. Список джерел.....	32

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Вибір і обґрунтування способів і технічних
засобів виконання стадійних процесів
армування і теплової обробки**

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Обрати і обґрунтувати способи і технічні засоби виконання стадійних процесів армування і теплової обробки.

Під час армування і теплової обробки залізобетонних попередньо-напружених палів суцільного квадратного перерізу СН 9-30, спосіб виробництва може бути базований на конвеєрній технології або агрегатно-поточної технології.

Конвеєрна технологія використовує безперервний потік матеріалів та компонентів, які пересуваються по конвеєрній стрічці через послідовні стадії виробництва. Цей підхід часто застосовується для великосерійного виробництва з однотипними деталями. При конвеєрній технології виготовлення палів може бути автоматизовано та оптимізовано для досягнення високої продуктивності та швидкості виробництва.

Агрегатно-потокова технологія базується на роздільному виробництві компонентів, які потім комбінуються в кінцевий виріб. Цей підхід часто використовується для виробництва великого спектру продукції з різними конфігураціями та варіантами. В агрегатно-потоковій технології може бути більша гнучкість та ефективність у виробництві невеликих партій продукції з різноманітними варіаціями.

Окрім конвеєрної та агрегатно-потокової технологій, існують й інші способи виробництва, які можуть бути використані для армування і теплової обробки залізобетонних попередньо-напружених палів. Однак використання таких не є раціональним, адже ми маємо високий річний випуск продукції - 36 тис.м³ /рік.

Перейдемо до способів і технічних засобів виконання стадійних процесів армування і теплової обробки.

1.1. Армування залізобетонної попередньо-напруженої палі

Армування є важливим етапом виготовлення залізобетонних конструкцій, включаючи попередньо-напружені палі.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для досягнення необхідної міцності та довговічності палі необхідно застосовуватись арматурна сталь наступних видів і класів.

- Як напружена поздовжня арматура застосовуються:
 - термомеханічно зміцнена класів Ат800, Ат600СК, Ат600, Ат600ОС та Ат600К, гарячекатана стрижньова класів А800, А800СК, А600С та А600К, гарячекатана стрижньова класів А800 та А600;
 - арматурні канати класу К-7;
 - високоміцний дріт періодичного профілю класу Вр-II
- Як ненапружена поздовжня арматура застосовується:
 - стрижньова гарячекатана періодичного профілю класу А400С;
 - класів А300 та А400;
 - термомеханічне зміцнена Ат400С та А500С.
- Як конструктивна арматура (спіралі, сітки, хомути) застосовується:
 - дріт звичайний періодичного профілю класу Вр-I
 - стрижньова гарячекатана гладка класу А240.
- Допускається як ненапружену поздовжню арматуру застосовувати
 - арматурну сталь класу А240.

Для забезпечення якісного зчеплення арматури з бетоном, доцільно використовувати гіллясту арматуру. Цей метод передбачає встановлення металевих гіллястих прутів в бетон, які створюють додаткову адгезію між арматурою та бетоном.

Перед встановленням арматуру повинні очистити та перевірити.

Очищення арматури

- Механічний спосіб: Використання щіток, струменів води під високим тиском або інструментів, таких як дротяні щітки або шліфувальні диски, для видалення бруду, ржавчини та іржі з поверхні арматури. Цей спосіб

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може бути виконаний вручну або за допомогою автоматизованих механізмів.

- Хімічний спосіб: Застосування хімічних розчинів або кислот для розчинення ржавчини та іржі. Ці розчини наносять на поверхню арматури за допомогою щіток або розпилювачів. Після нанесення хімічного розчину арматуру змивають водою та промивають, щоб видалити залишки хімічних розчинів.

Перевірка арматури

- Якість: Арматура перевіряється на відповідність вимогам щодо якості. Це включає перевірку наявності тріщин, деформацій, розмірів та геометричних параметрів, таких як діаметр, довжина та форма.
- Маркування: На арматурі роблять позначення або маркування, яке вказує на її тип, розмір та положення в опалубці. Це допомагає забезпечити правильне розміщення арматури під час армування.

Напруження арматури

Натягування арматури класів Вр-II і К-7 слід здійснювати механічним способом, а арматури класів А600, А800, Ат600 та Ат800 – ДСТУ Б В.2.6-65:2008 18 електротермічним (для паль завдовжки до 12 м включно) або механічним способами. Допускається використовувати електротермічний спосіб натягування дротяної арматури класу Вр-II.

Гранична величина попереднього напруження арматури σ_0 прийнята:

а) при механічному способі натягування $\sigma_0 = 0,95R_{all}$ кгс/см²

б) при електротермічному способі натягування

$$\sigma_0 = (R_{all} - 300 - 3000/l) \text{ кгс/см}^2,$$

де R_{all} – розрахунковий опір арматури розтягуванню для граничних станів другої групи, кгс/см²; l – довжина стрижня, що натягується, м

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після підготовки арматури виконується процес розміщення її в опалубці. Цей етап включає наступні кроки:

- Розташування арматури в опалубці: Арматура розміщується у відповідності з проектними вимогами та кресленнями. Кожен арматурний елемент, такий як стержень або сітка, розміщується у встановленому порядку та позиції відповідно до конструктивних вимог.

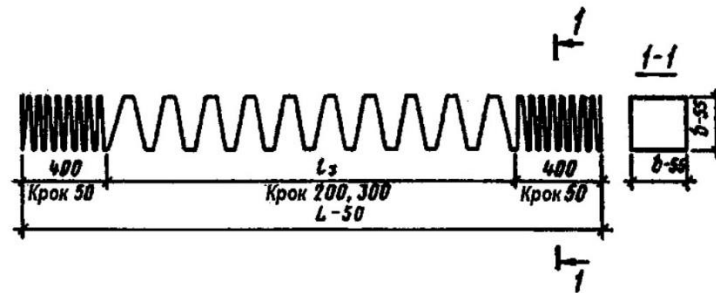


Рис. 1.1 – спіраль для армування паль

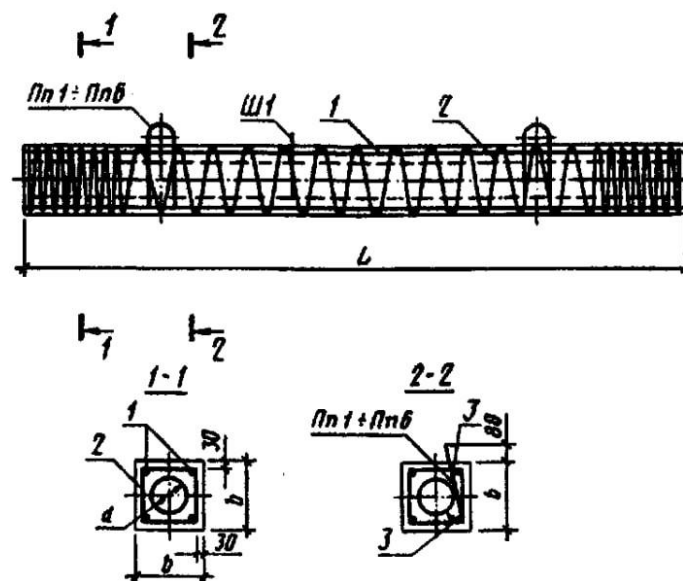


Рис. 1.2 – армування паль.

1 – повздовжня арматура; 2 – поперечна арматура (спіраль); 3 – окремі стрижні

- Закріплення арматури в опалубці: Після розміщення арматури в опалубці вона закріплюється за допомогою спеціальних тримачів, скоб, кронштейнів чи інших кріпильних елементів. Це забезпечує стабільність та правильне положення арматурних виробів під час бетонування.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виконання сполучень та зварювання арматурних вузлів: У разі потреби робляться сполучення між арматурними елементами для створення міцних з'єднань. Це може включати зварювання арматурних стержнів або використання спеціальних з'єднувальних елементів, таких як кільця, гачки або гвинти.

Важливо забезпечити правильне розташування, закріплення та сполучення арматури, оскільки це визначає міцність, стійкість та поведінку залізобетонної конструкції під навантаженням. Дотримання проектних вимог та стандартів є ключовим аспектом цього процесу.

Для виконання цих кроків можуть використовуватись різноманітні інструменти та обладнання, такі як кріпильні засоби, зварювальне обладнання, розміткові пристрої тощо.

Нижче наведено докладніші відомості про деякі з інструментів і обладнання, які можуть використовуватись під час розміщення арматури:



Мал. 1.2. Приклади тримачів для арматури

- Тримачі арматури: Це спеціальні пристрої, які використовуються для утримання арматури у потрібному положенні в опалубці. Тримачі можуть бути зроблені зі сталі або інших міцних матеріалів і мають форму, що відповідає конкретному типу арматурного виробу.
- Скоби: Вони використовуються для закріплення арматури в опалубці. Скоби мають форму петлі та кріпляться до опалубки, утримуючи арматуру на місці.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зварювальне обладнання: Якщо потрібно виконати зварювання арматури, використовується зварювальне обладнання, таке як електроди, сварочні апарати та інше обладнання для зварювання. Зварювальний процес вимагає досвідчених операторів та дотримання відповідних технічних норм і стандартів.
- Розміткові пристрої: Для забезпечення точного розміщення арматури в опалубці використовуються розміткові пристрої. Це можуть бути лазерні нівеліри, рейки, шнури або інші інструменти, які допомагають визначити правильне положення арматури з точністю до міліметрів.

1.2. Теплова обробка залізобетонної попередньо-напруженої палі

Теплова обробка є необхідним етапом виготовлення попередньо-напружених палі, оскільки дозволяє досягти потрібних властивостей матеріалів та підвищити їх міцність. Одним зі способів теплової обробки є використання пару або гарячої води.

Процес теплової обробки передбачає підвищення температури попередньо-напруженої палі до певного режиму та утримання його протягом певного часу. Це сприяє зміні структури матеріалу та його зміцненню.

Загалом процес теплової обробки передбачає виконання таких етапів:

- Контроль температури: Під час теплової обробки важливо контролювати температуру, щоб уникнути недоліків, таких як тріщини або неоднорідність. Зазвичай використовуються спеціальні системи нагріву та охолодження, які забезпечують постійну та однорідну температуру в процесі обробки:
 - Нагрівання: Під час теплової обробки можуть використовуватись різні методи нагрівання, такі як пар, гаряча вода або електричні обігрівачі. Температура підвищується поступово до заданого рівня, забезпечуючи рівномірне прогрівання палів. Системи нагріву зазвичай контролюються за допомогою датчиків

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температури, щоб забезпечити точне підтримання потрібного режиму нагрівання.

- Охолодження: Після досягнення заданої температури палів процес охолодження розпочинається. Це може включати застосування води або холодного повітря, щоб знизити температуру поступово. Контрольоване охолодження дозволяє бетону міцніти та набувати необхідних фізичних властивостей.
- Часовий режим: Тривалість теплової обробки залежить від типу та розмірів палів, а також від вимог проекту та стандартів. Зазвичай цей процес може тривати від кількох днів до кількох тижнів.
 - Протягом цього періоду теплова обробка здійснюється зі строго контрольованими параметрами, які включають температуру, час нагріву, тривалість утримання при заданій температурі та темп охолодження. Всі ці параметри підбираються з урахуванням вимог проекту, щоб досягти оптимальних фізичних властивостей бетону та забезпечити його довговічність та стійкість.

Висновок

Отже, для виготовлення палів потрібно використовувати арматуру гарячекатану стрижньову класу А600, так як вона відповідає всім вимогам, також використовувати спеціальні апарати для її напруження. Під час теплової обробки потрібно витримувати палів в певній температурі для надання міцності.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір заповнювачів для бетону та розрахунок складу бетонної суміші

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

2. Обґрунтувати вибір заповнювачів для бетону та розрахувати склад бетонної суміші.

Вибір заповнювачів для бетону та складу бетонної суміші для палі суцільного квадратного перерізу зазвичай базується на таких факторах:

- Вимоги проекту: Перш за все, необхідно врахувати вимоги проекту щодо міцності, довговічності та інших характеристик бетону для палі. Вимоги проекту можуть бути визначені відповідно до місцевих будівельних норм та стандартів.
- Розмір палі: Розмір палі також має вплив на вибір заповнювачів та склад бетонної суміші. Великі палі можуть вимагати використання заповнювачів з більшою гранулярністю для забезпечення належної компактності.
- Умови експлуатації: Якщо палі будуть піддаватись агресивному середовищу, наприклад, хімічному впливу або високим температурам, можуть бути вимоги до вибору особливих заповнювачів або добавок для покращення стійкості бетону.
- Місцеві умови: Місцеві умови, такі як наявність відпрацьованого матеріалу або доступність заповнювачів, також можуть вплинути на вибір заповнювачів для бетону

Крупний заповнювач

Для бетону палі суцільного квадратного перерізу можна вибрати різні типи заповнювачів, залежно від вимог проекту та наявних матеріалів. Основні заповнювачі, які використовуються в бетоні, включають:

- Пісок забезпечує міцність і стійкість бетону, а також допомагає забезпечити оптимальну градацію заповнювачів.
- Гравій має більшу фракцію, ніж пісок, і забезпечує додаткову стійкість та жорсткість бетону.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Щебінь є грубим заповнювачем, який використовується для отримання великої міцності в бетоні і також додає додаткову стійкість та в'язкість до бетонної суміші.

Як крупний заповнювач для бетону палець повинен використовуватись фракціонований щебінь із природного каменю або гравію згідно з ДСТУ Б В.2.6-43, при цьому розмір фракції не повинен бути більше 40 мм.

Вміст окремих фракцій у крупному заповнювачі в складі бетону повинен відповідати зазначеному у таблиці 1.

Таблиця 1

Найбільша крупність заповнювача, мм	Вміст фракцій в крупному заповнювачі, %		
	Від 5(3) до 10мм	Понад 10 до 20 мм	Понад 20 до 40 мм
10	100	-	-
20	35	65	-
40	45-60		40-55

Для палі суцільного квадратного перерізу важливо враховувати наступні параметри заповнювачів для бетону:

Вміст пиловидних та глинистих часток у щебені з вивержених та метаморфічних порід, у щебені з гравію та в гравії не повинен перевищувати 1% по масі. Це забезпечує чистоту заповнювача та запобігає негативному впливу домішок на якість бетону.

Вміст глини в грудках не повинен перевищувати 0,25%. Глина може призводити до недостатньої адгезії між заповнювачем та цементом, що впливає на міцність та якість бетону.

Вміст зерен пластинчастої (лещадної) та голчастої форми в крупному заповнювачі не повинен перевищувати 35% по масі. Велика кількість таких зерен може створювати незадовільне зчеплення з цементом та негативно впливати на міцність бетону.

Марка щебеню з природного каменю за міцністю повинна бути не нижче 800 для бетонів класу В20-В30 і нижче. Це гарантує достатню міцність заповнювача і сприяє отриманню бетону відповідної якості.

					Палець суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вміст зерен слабких порід у щебені з природнього каменю не повинен перевищувати певний відсоток по масі, наприклад, 10% для бетонів класу В20, В25 та В30. Це забезпечує стабільність та якість бетону, оскільки зерна слабких порід можуть впливати на його міцність та стійкість.

Таблиця 2

Вид випробування	Марка по морозостійкості								
	F15	F25	F35	F50	F100	F150	F200	F300	F400
Заморожування-відтавання:									
число циклів	15	25	35	50	100	150	200	300	400
втрати маси після випробування у відсотках, не більше	10	10	5	5	5	5	5	5	5
Насичення в розчині сірчаноокислого натрію - висушування:									
число циклів	3	5	8	10	15	15	15	15	15
втрати маси після випробування у відсотках, не більше	10	10	10	10	5	5	3	2	1

Висновок

Оскільки палі суцільного квадратного перерізу будуть використовуватися у звичайних умовах, рекомендується обрати заповнювач та інші характеристики відповідно до вимог ДСТУ та умов експлуатації. Морозостійкість не менше F200 для нашої зони. Вибір заповнювача: гранітний щебінь фракцією 5-40 мм, який відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-75-98, марка щебня по дробимості: 800, середня густина: 2500 кг/м³, істинна густина: 2500 кг/м³, насипна густина: 1400 кг/м³.

Дрібний заповнювач

Дрібний заповнювач в залежності від вимог до бетону вибирають за такими показниками, які повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-32-95:

1. Густина

1.1 Піски, що випускаються за цим стандартом, повинні мати густину зерен більше 2,0 г/см³ до 2,8 г/см³

1.2 Насипна густина пісків повинна бути не менше 1100 кг/м³.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Зерновий склад

2.1. Піски для бетонів.

2.1.1 Як дрібний заповнювач для бетонів можуть використовуватись піски з модулем крупності (Мк) від 1,0 до 4 0.

2.1.2 Доцільність використання пісків з Мк 1,0 - 1,5 а також з Мк 3 2,5 - 4,0 визначається після проведення технологічних випробувань і техніко-економічного обґрунтування.

2.1.3 Наявність зерен розміром від 5,0 мм до 10,0 мм у пісках для бетонів не повинна перевищувати у відсотках за масою:

- у рядовому піску - 10;
- у піску з відсівів подрібнення - 15;
- у збагачених пісках – 5.

2.1.4 Вміст зерен розміром більш 10,0 мм у пісках всіх видів не повинен перевищувати 0,5% за масою:

2.1.5 Вміст у піску зерен, що проходять крізь сито N 016, не повинен перевищувати у відсотках за масою:

- у пісках рядовому та із відсівів подрібнення 15;
- у збагачених пісках 10.

2.1.6 Для бетонів і розчинів можуть використовуватись піски з дуже низьким і низьким вмістом органічних домішок.

3. Вміст у заповнювачах порід і мінералів, які віднесені до шкідливих домішок, не повинен перевищувати:

- аморфних різновидів диоксиду кремнію, розчинного у лугах (халцедон, опал, кремній та інші) - 50 ммоль/л;

- сірки, сульфідів, окрім піриту (марказит, пиротин та інші) та сульфатів (гіпс, ангідрит та інші) у перерахунку на SO₃-1,5% по масі для крупного заповнювача і 1,0 % по масі для дрібного заповнювача;

- піритів у перерахунку на SO₃ - 4% по масі;

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- шаруватих силікатів (слюди, гідрослюди, хлорити та інші, які є породоутворюючими мінералами) - 15 % по об'єму для крупного заповнювача і 2 % по масі - для дрібного заповнювача;

- магнетитів, гідроксидів заліза (гетит та інші), апатитів, нефелінів, фосфоритів, які є породоутворюючими мінералами, -окремо один від одного 10 %, а у сумі - 15 % по об'єму;

- галоїдів наліт, силівін та інші), які включають водорозчинні хлориди, у перерахунку на іон хлору - 0,1 % по масі для крупного заповнювача і 0,15 % по масі - для дрібного заповнювача;

- вільного волокна азбесту - 0,25 % по масі;

- вугілля - 1 % по масі.

Висновок

Отже, я обираю річковий пісок, який відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-32-95. З найбільш ефективним модулем крупності 1,16. Насипна густина 1400 кг/м³. Істинна густина 2,6 г/см³.

Розрахунок складу бетонної суміші

В якості сировинних матеріалів ПЦЦ І 400 має:

Портландцемент:

1. істинна густина $\rho_{щ}=3150$ кг/м³;
2. насипна густина $\gamma_{щ}=1250$ кг/м³.
3. Нормальна густина цементного тіста $H_r = 26\%$

Гранітний щебінь високої якості:

1. істинна густина $\rho_{щ}=2500$ кг/м³;
2. насипна густина $\gamma_{щ}=1400$ кг/м³.

Пісок кварцовий:

1. модуль крупності $M_{кр}=1,16$;
2. істинна густина $\rho=2,6$ г/см³;
3. насипна густина $\gamma=1400$ кг/м³

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3

Рекомендовані значення В/Ц

Марка за водонепроникністю	Марка за морозостійкістю	В/Ц не більше
W2	—	0,70
W4	F100	0,60
W6	F200	0,55
W8	F300	0,50
W10	F400	0,45
W12	F500	0,40

Приймаємо марку F200, і В/Ц = 0,55

Таблиця 4

Витрати води на 1 м³ бетонної суміші

Марка суміші	Показник легкоукладальності бетонної суміші		Втрата води, л/м ³ при крупності, мм							
	Рухливість О.К., см	жорсткість, с	гравію				щебеню			
			10	20	40	70	10	20	40	70
P4 (S4)	16...20	-	227	218	203	192	237	227	213	202
P3 (S3)	12...16	-	220	210	203	185	230	220	207	195
	10...12	-	215	205	190	180	225	215	200	190
P2 (S2)	8...10	-	205	190	175	170	215	205	190	185
	5...7	-	200	185	170	165	210	200	185	180
P1 (S1)	2...4	-	190	175	160	155	200	190	175	170
Ж2(V2)	-	10...15	175	160	145	140	185	175	160	155
	-	15...20	160	150	135	130	175	165	150	145
Ж3(V1)	-	25...35	160	145	130	125	170	160	145	140
Ж4(V0)	-	40...50	150	135	125	120	160	150	135	130

Примітка. Втрата води замішування наведена для бетонних сумішей, виготовлених на цементі з $H_g = 26...28$ і піску з $M_k = 1,0$.

Приймаємо кількість води так як легкоукладальність суміші P1:

$$V_0 = 175 \text{ л/м}^3.$$

Використання високоякісного заповнювача з $M_{кр} = 2,0$ зменшить водопотребу на 5 л.

$$V = 170 \text{ л}$$

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання добавки ЛСТ (1%) а також водовідштовхуючої добавки (0,5%) зменшить водопотребу на 10%

$$170 \cdot 0,1 = 17$$

$$B = 153 \text{ л.}$$

Визначаємо витрату цементу на $1,0\text{м}^3$:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц} = \frac{153}{0,55} = 278,2 \text{ кг/м}^3$$

Визначаємо пустотність щебеню:

$$V_{п.щ} = 1 - \frac{\gamma_{щ}}{\rho_{щ}} = 1 - \frac{1400}{2500} = 0,56$$

Визначаємо кількість щебеню:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot V_{п.щ}}{\gamma_{щ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{1,253 \cdot 0,56}{1,4} + \frac{1}{2,5}} = 1109,6 \text{ кг/м}^3$$

Коефіцієнт α визначають за таблицею.

Таблиця 5

Коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача при відповідній витраті цементу

Витрата цементу, кг/м ³ суміші	Показник легкоукладальності			
	Осадка конуса, см			Жорсткість, с
	10 і більше	5...9	1...4	
200	1,26	1,22	1,18	1,1
250	1,34	1,28	1,22	1,12
300	1,40	1,34	1,28	1,14
350	1,46	1,40	1,34	1,16
400	1,56	1,48	1,40	1,18
500	1,72	1,60	1,48	1,2

За допомогою інтерполяції визначаємо коефіцієнт α .

Таблиця 6

Витрата цементу	В/Ц
250	1.22
278,2	1.253
300	1.28

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

$$\alpha = 1.28 + (278,2 - 300) \frac{1.22 - 1.28}{250 - 300} = 1,253 ;$$

Витрата піску П вираховуємо за формулою абсолютних об'ємів:

$$P = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{Ц}} + \frac{Щ}{\rho_{Щ}} + B \right) \right] \cdot \rho_{П} = \left[1000 - \left(\frac{278,2}{3,15} + \frac{1109,6}{2,5} + 153 \right) \right] \cdot 2,6$$

$$= 818,6 \text{ кг/м}^3$$

Витрати ЛСТ:

$$Ц \cdot 0.01 = 278,2 \cdot 0.01 = 2,782 \text{ кг/м}^3$$

Витрати водовідштовхуючої добавки CORAL MASTER GIDRO:

$$Ц \cdot 0.005 = 278,2 \cdot 0.01 = 1,391 \text{ кг/м}^3$$

Таблиця 7

Склад бетонної суміші

Компоненти бетонних суміші	Витрата матеріалу на 1м ³ бетонної суміші, кг
Цемент (портландцемент М400)	278,2
Пісок	818.6
Щебінь (фракції 10-20 і 20-40 мм)	1109.6
Вода	153
Добавка ЛСТ	2,782
водовідштовхуюча добавка	1,391

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

Транспортно-технологічна схема процесу армування

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

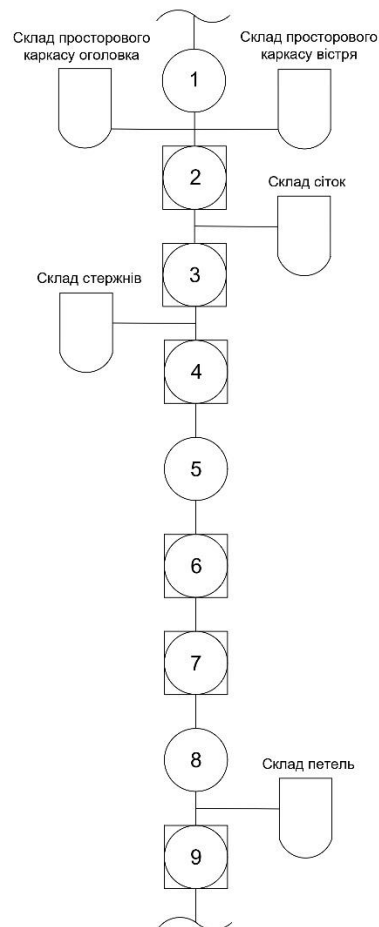
Арк.

3. Розробити транспортно-технологічну схему процесу армування.

Пост армування:

1. Встановлення форми на пост
2. Вкладання просторових каркасів – оголовка і вістря
3. Вкладання спіралі
4. Вкладання напружуваних стержнів
5. Приєднання домкрату
6. Напруження стержнів
7. Розтягування спіралі
8. Від'єднання домкрату
9. Встановлення петель

Транспортно-технологічна схема



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

Режим теплової обробки і розрахунок габаритів камери

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

4. Обґрунтувати режим теплової обробки і розрахувати габарити камери.

Основні переваги теплової обробки попередньо-напруженої палі включають:

1. **Покращення міцності:** Теплова обробка може підвищити міцність бетону шляхом активізації хімічних процесів гідратації цементу. Це може бути особливо корисним для пал, які піддаються великому навантаженню або працюють у складних умовах.
2. **Зменшення напружень:** Теплова обробка може зменшити внутрішні напруження в палі, які можуть виникати внаслідок різниці температур під час затвердіння бетону. Це допомагає покращити довговічність та стійкість палі, особливо у вимогливих умовах.
3. **Контроль якості:** Теплова обробка може бути використана для контролю якості палі, дозволяючи виявити можливі дефекти або недоліки. Це може сприяти покращенню процесу виробництва та забезпеченню високої якості готових пал.

Є декілька методів теплової обробки, які можуть бути використані для попередньо-напружених палі:

Парова обробка: Цей метод використовує нагріті пари для нагрівання палі. Парова обробка може забезпечити швидке і рівномірне нагрівання палі, а також дозволяє забезпечити вологість для запобігання висиханню бетону. Тривалість обробки може бути відносно короткою, зазвичай кілька годин.

Електрична обробка: Цей метод використовує електричні нагрівальні елементи для нагрівання палі. Електрична обробка може бути ефективною та контрольованою, забезпечуючи рівномірне розподілення тепла. Час обробки може бути залежний від розміру та товщини палі.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гаряче повітря: Цей метод використовує гаряче повітря для нагрівання палі. Він може бути економічно вигідним та простим у використанні. Проте, варто враховувати, що гаряче повітря може бути менш контрольованим, що може впливати на рівномірність температурного розподілу.

Так як в нас за завданням використовується важкий бетон, використовувати теплову обробку гарячим повітрям не доцільно, так як бетон почне передчасно тріскатись і руйнуватись.

Тому ми будемо використовувати тепловологісну обробку в ямній камері.

Технічні харектиристики які повинні зберігатися при використанні цього методу:

- Температура попереднього витримування 20-25°C - 1 година.
- Час нагрівання з 20°C до 80°C 3 години.
- Температура ізотермічного прогрівання 80-90°C - 5 годин.
- Час остигання 2 години.

Габарити камери

Так як розміри форми відомі 9600×1650×570 мм і кількість виробів в одній формі – 4 шт, можемо провести розрахунки:

1. Внутрішні габаритні розміри установки в мм:

Довжина камери:

$$L_k = L_\phi + 2l_1 = 9600 + 2 \cdot 200 = 10\ 000 \text{ мм}$$

L_ϕ - довжина форми з виробом; l_1 – відстань між формою та стінкою камери ($l_1 = 0,1 \dots 0,3$ м)

Ширина камери:

$$B_k = b_\phi \cdot n_1 + (n_1 + 1) l_1 = 1650 \cdot 3 + (3 + 1) \cdot 200 = 5750 \text{ мм}$$

b_ϕ – ширина форми з виробом = 1650 мм; n_1 - кількість форм по ширині камери = 3 шт.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота камери: $H_k=(h_\phi+h_2) \cdot n_2+h_1+h_3=(570+50) \cdot 6+200+250 = 4170$ мм.

h_ϕ - висота форми з виробом, м $h_\phi= 570$ мм; h_2 – відстань між формами, $h_2=0,05$ м; n_2 - кількість форм по висоті камери, $n_2=6$; h_1 – відстань між нижньою формою та дном камери, $h_1=0,15 \dots 0,3$ м; h_3 – відстань між верхнім виробом і кришкою камери, $0,25$ м;

2. Загальна тривалість циклу теплової обробки:

$$\tau_{\text{ц}}=t_3+ t_{\text{в}}+t_{\text{н}}+t_{\text{із}}+t_{\text{о}} +t_{\text{р}}= 309,24+60+(3+5+2) \times 60+309,24=1278,48 \text{ хв} = 21,308 \text{ год.}$$

Де $t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$, $t_{\text{із}}$, $t_{\text{о}}$ – тривалості відповідно попереднього витримання, нагрівання, ізотермічного прогрівання і остигання, год; t_3 , $t_{\text{р}}$ – відповідно тривалість завантаження і розвантаження камери, год;

$$t_3 = t_3 = n_k \times t_\phi = 18 \times 17,18 = 309,24 \text{ хв}$$

Де n_k – місткість ямної камери, шт; t_ϕ – тривалість формування, хв;

3. Добова обертовість установки:

$$K_{\text{о.}}=24/\tau_{\text{ц}}=24/21,308 = 1,12 \text{ цикл/доб.}$$

Необхідна кількість установок:

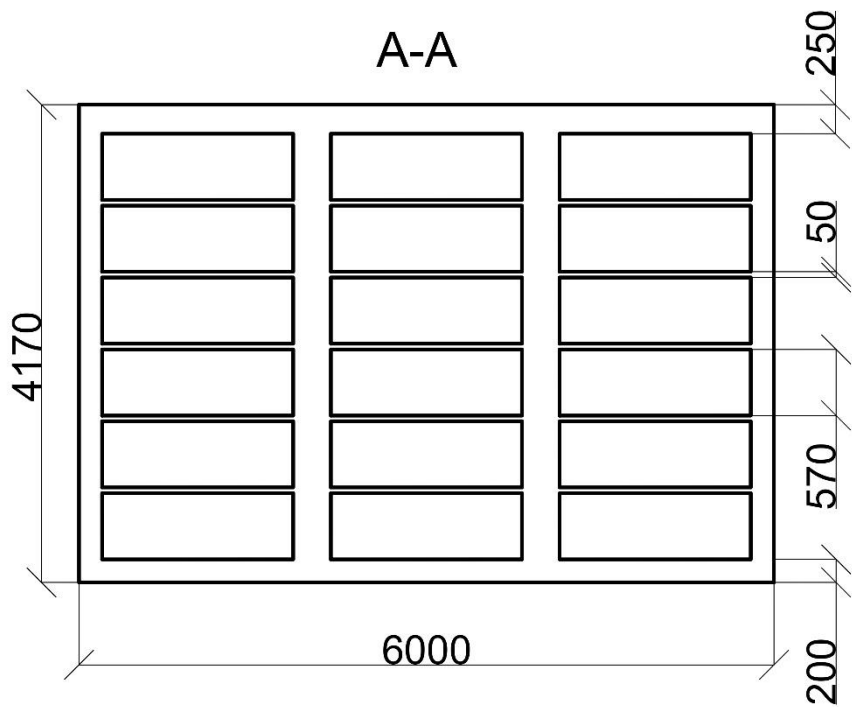
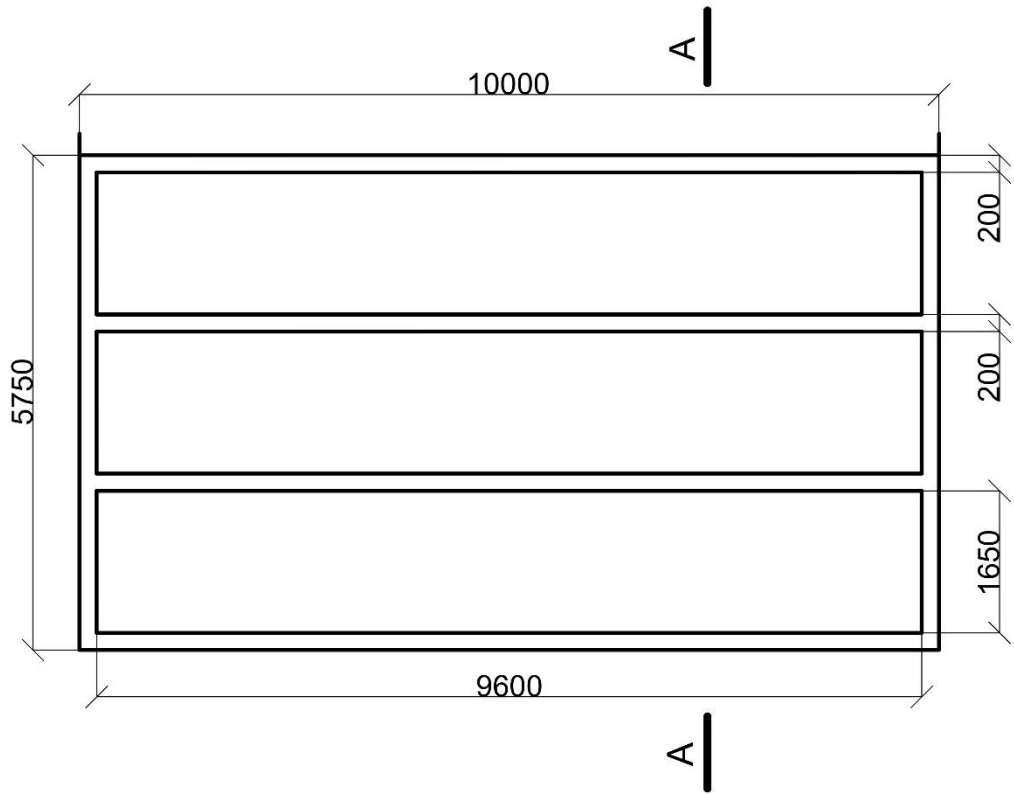
$$n_k = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{в}} \cdot K_{\text{о}}} = \frac{115}{72 \cdot 1,12} = 1,42 = 2 \text{ камери.}$$

Де $n_{\text{д}}$ – кількість виробів, що формують за добу, шт; $n_{\text{в}}$ – кількість виробів у ямній камері, шт;

Приймаємо 2 ямних камери.

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема ямної камери



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

Такт випуску палів, побудова поопераційного графіку процесу армування, визначення оптимальної кількості робітників, зайнятих на його виконання

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Визначити такт випуску паль, побудувати поопераційний графік процесу армування, визначити оптимальну кількість робітників, зайнятих на його виконання.

Такт випуску

Річна продуктивність:

$$P_p = 36000 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$$

Річний фонд робочого часу:

$$R = \frac{B_p}{N},$$

Де B_p – фонд робочого часу, N – об'єм виробництва.

Розрахункова кількість робочих днів за рік становить 260 днів. Зупинок на ППР за цей час для конвеєрної лінії – 13. Кількість змін – 2, робочих годин за зміну – 8 год.

$$B_p = (260 - 13) \times 2 \times 8 \times 60 = 237120 \frac{\text{хв}}{\text{рік}}$$

Згідно конструкції, на один виріб витрачається 0,85 м³ бетону та 0,35 м³ розчину, разом – 1,2 м³.

Поштучна продуктивність заводу:

$$N = \frac{P_p}{V_B} = \frac{36000}{1,2} = 30\,000 \text{ паль на рік.}$$

Такт випуску продукції:

$$R = \frac{B_p}{N} = \frac{237120}{30000} = 7,9 \approx 8 \frac{\text{хв}}{\text{виріб}}$$

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поопераційна трудомісткість виготовлення виробу

№п/п	Операції	Вимірювач об'єму робіт	Об'єм робіт на один виріб	Норма на одиницю вимір			Витрати праці на 1 виріб, люд.-хв
				Професія, розряд	Кількість робітників, чол.	Трудоміст., люд.хв.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Встановлення форми на пост	Форма 9600x1650x570 мм	1 шт	Кранівщик 4го розряду, Оператор 3го розряду	2	0,8	0,8
2.	Вкладання просторових каркасів	Просторовий каркас До 25 кг До 10 кг	1 шт 1 шт	Формувальник 4го розряду	1	1,0 0,7	1,0 0,7
3.	Вкладання спіралі	Спіраль до 10 кг	1 шт	Формувальник 4го розряду	1	1,2	1,2
4.	Вкладання напружуваних стержнів	Стержні до 10 кг	4 шт	Формувальник 4го розряду	1	1,1	4,4
5.	Приєднання домкрату	Стержні довжиною 9,25 м	16 шт	Оператор 4го розряду	1	0,3	4,8
6.	Напруження стержнів	16 стержнів довжиною 9,25 м	1 шт	Оператор 4го розряду	1	4,88	4,88
7.	Розтягування спіралі	Спіраль довжиною 8,7м	8,7 м	Оператор 3го розряду	1	1,6	1,6
8.	Від'єднання домкрату	Стержні довжиною 9,25 м	16 шт	Оператор 4го розряду	1	0,3	4,8
9.	Встановлення петель	Петля стропувальна	2 шт	Формувальник 4го розряду	1	1,0	2

Загальна трудомісткість виробництва одного виробу – 26,18 люд.-хв.

$$\bar{P} = \frac{\sum H_{ij}}{\bar{R}} = \frac{26,18}{8} = 3,27 \sim 4.$$

$$\bar{P}_{K4} = \frac{\sum H_{03}}{\bar{R}} = \frac{0,8}{8} = 0,1 \sim 1.$$

$$\bar{P}_{03} = \frac{\sum H_{K4}}{\bar{R}} = \frac{2,4}{8} = 0,3 \sim 1.$$

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\overline{P_{04}} = \frac{\sum H_{K4}}{\overline{R}} = \frac{14,48}{8} = 1,81 \sim 2.$$

$$\overline{P_{\Phi 4}} = \frac{\sum H_{K4}}{\overline{R}} = \frac{9,3}{8} = 1,16 \sim 2.$$

Мін кількість робітників 4 роб.

Професія	Розряд	Трудомісткість, люд.-хв	Мінімальна кількість робітників
Кранівник	4	0,8	1
Оператор	3	2,4	1
Оператор	4	28,88	2
Формувальник	4	9,3	2

Сум. кількість робітників: 6 роб.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30

Арк.

6. Список джерел

1. ДСТУ Б В.2.7-75-98
2. ДСТУ Б В.2.7-32-95
3. ДСТУ Б В.2.7-43-96
4. МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ (В. Б. ЯКОВЕНКО, М.П. КУЗЬМІНЕЦЬ, М.О. КЛИМЕНКО).- ст.137.
5. Організація вироб. (А.А. Майстренко, Л.М. Рижанкова, О.Ю. Бердник)

					Паль суцільного квадратного перерізу СН 9-30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		