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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Звідувач кафедри
_____
_____
«_____» _____ 20__ р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

«Обґрунтування технологічних і організаційних рішень виробництва залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20»

Галузь знань:
19 «Архітектура та будівництво»
Спеціальність:
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Освітньо-професійна програма:
«Промислове і цивільне будівництво»

IV курс, група ТБКВіМ-42
Здобувач:
_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник:
_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент:
_____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Київ 2023

ЗМІСТ

1. Вступ

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

3. Обґрунтування вибору в’яжучого і розрахунок складу бетонної суміші

4. Складання функціональної транспортно-технологічної схеми армування з наведенням послідовності вкладання арматурних виробів

5. Визначення режиму теплової обробки і розрахунок габаритів камери

6. Побудова пооопераційного графіка процесу армування, визначення мінімально необхідного складу робітників та визначення виробничої потужності технологічної лінії виготовлення плит

7. Список літератури

ВСТУП

Консультант _____ / _____

Здобувач _____ / _____

Згідно завдання на кваліфікаційну роботу передбачено виготовлення залізобетонної плити для дорожнього покриття. Залізобетонні попередньо напружені плити та плити з ненапруженою арматурою, виготовлені з важкого бетону та призначені для влаштування складальних покриттів постійних та тимчасових міських доріг під автомобільне навантаження Н-30 та Н-10.

Плити застосовують для доріг у районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря (середньої найбільш холодної п'ятиденки району будівництва по СНиП 2.01.01) до мінус 40 ° С включно.

При застосуванні плит у кліматичному підрайоні IVA мають враховуватись додаткові вимоги СНиП 2.03.01 до конструкцій, призначених для експлуатації у цьому районі.

Допускається застосування цих плит для доріг у районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря нижче мінус 40 ° С при дотриманні вимог, що висуваються СНиП 2.03.01 до конструкцій, призначених для експлуатації в цих умовах.

Робоча поверхня плит (верхня поверхня дорожнього покриття) повинна мати рифлення згідно робочих креслень.

Плити розраховані на проїзд автомобілів масою 30 та 10 т. При цьому коефіцієнт динамічності прийнято рівним 1,2, а модуль деформації підстави при розрахунку плит:

- для постійних доріг – 50 МПа (500 кгс/см²)
- для тимчасових доріг – 25 МПа (250 кгс/см²)

ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБУ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИКОНАННЯ СТАДІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ І АРМУВАННЯ

Консультант _____ / _____

Здобувач _____ / _____

Армування залізобетонних конструкцій – це відповідальна стадія технологічного процесу виготовлення збірних залізобетонних конструкцій, від якості виконання якої залежать їхні несуча здатність і довговічність.

При виготовленні збірних конструкцій застосовують такі види армування:

- ненапруженою арматурою – каркасами і сітками;
- напруженими арматурними елементами – окремими стержнями, пучками, пакетами з високоміцного дроту, безперервним намотуванням дроту;
- дисперсне армування металевими та неметалевими (скляними, базальтовими, поліпропіленовими та ін..) волокнами у вигляді коротких відрізків чи безперервних ниток, рівномірно розподілених по перерізу виробів;
- зовнішнє армування листовою та профільованою сталлю, що дає змогу використовувати арматурні елементи для опалубки при формуванні.

Зараз майже 70% вироблюваних збірних залізобетонних конструкцій армується ненапруженою арматурою, яка виконує роль робочої, конструктивної та монтажної арматури.

Армуючи залізобетонні вироби сітками та каркасами, потрібно забезпечити проектне розміщення їх у формі з урахуванням передбаченої товщини захисного шару бетону.

Під час проектування конструкцій звертають увагу на встановлення розмірів, які визначають розміщення арматури у виробі. Відстань між арматурними елементами беруть таку, щоб між ними добре проходила і ущільнювалась бетонна суміш. Особливу увагу звертають на правильне визначення товщини захисного шару бетону, який створює навколо арматури лужне середовище, що перешкоджає корозії сталі під час дії на неї шкідливих реагентів. Захисний шар бетону також підвищує вогнестійкість конструкції.

Для поздовжньої робочої ненапруженої і напруженої арматури товщина захисного шару бетону повинна бути, як правило, не меншою від діаметра стержня чи канату, але й не меншою ніж: у плитах завтовшки до 100 мм – 10 мм, понад 100 мм – 15 мм.

Для поперечної, розподільної та конструктивної арматури товщину захисного шару беруть також не меншою від діаметра зазначеної арматури і не меншою ніж 10 мм при висоті перерізу <250 мм та не меншою ніж 15 мм при висоті перерізу >250 мм.

Правильне розміщення арматури у бетоні забезпечується фіксацією її у формі перед бетонуванням.

Основні способи фіксації арматури у формі можна розділити умовно на дві групи:

- закріплення арматури інвентарними пристроями, які вилучаються для повторного використання;
- закріплення арматури за допомогою пристроїв одноразового використання.

Фіксатори одноразового використання виготовляють з металу, цементного розчину, азбестоцементу і пластмас. Металеві фіксатори можуть бути штампованими і дротяними гнутими.

Зварні сітки можна фіксувати у горизонтальному або вертикальному положенні перерізанням у кількох місцях розподільних стержнів сіток і вигинанням відрізаних кінців так, щоб вони упиралися в форму.

Фіксатори з цементно-піщаного розчину можуть використовуватись без прикріплення до арматури (у вигляді підкладок) і з прикріпленням до арматури в’язальним дротом, закладеним у фіксатор. Недоліком цементно-піщаних фіксаторів є відносно мала щільність, що призводить до всмоктування мастил з поверхні форм і до виникнення плям на виробах, а також недостатня механізація їх масового виготовлення.

Азбестоцементні фіксатори не мають зазначених недоліків, виготовляють їх у вигляді брусків, пластинок і підкладок різної форми з отворами для нанизування на арматуру.

Пластмасові фіксатори виготовляють у вигляді вільних підкладок, підкладок-кілець, підкладок з замками. Найпоширеніші пластмасові фіксатори з замками, що мають форму колеса.

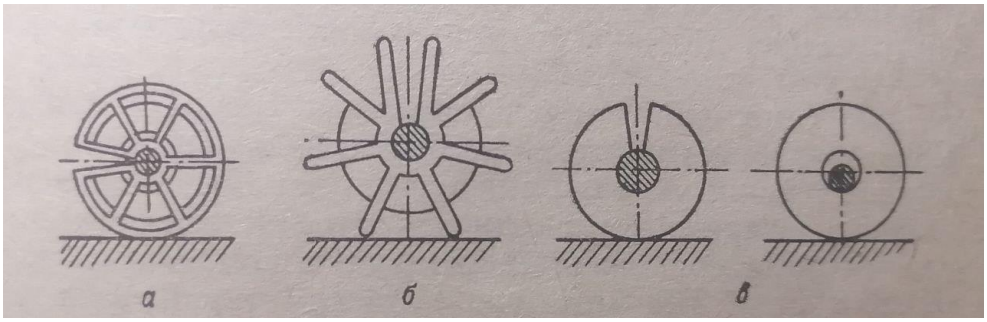

Рис.1. Пластмасові фіксатори, виготовлені:

а, б – литтям під тиском; в - екструзією

Арматурні сітки і каркаси масою до 10 кг встановлюють у форму вручну, більш важкі арматурні елементи повинні укладатися у форми за допомогою механізмів. Для установки в горизонтальні форми об’ємних каркасів і сіток використовують мостові крани із спеціальними траверсами. Доцільно для установки арматурних елементів обладнувати пости армування консольно-поворотними кранами, в радіусі дії яких розміщують оперативні запаси арматури.

Заготівля арматурних сталей. Арматурні канати, холодно тягнутий дріт, гарячекатану арматуру поставляють у мотках, випрямляють і очищують багатократним послідовним пластичним вигином. Для цього використовують багатороликові, барабанні або комбіновані механізми.

Сталь, що постачається в прутках (стержнях) ріжуть на ножицях. Для різання арматурних стержнів у готових сітках і каркасах використовують ручні переносні й механізовані ножиці.

Існують установки, в яких суміщені операції подавання арматури до ножиць, різання арматури на мірні прутки, накопичення їх і транспортування в цех (рис.2).

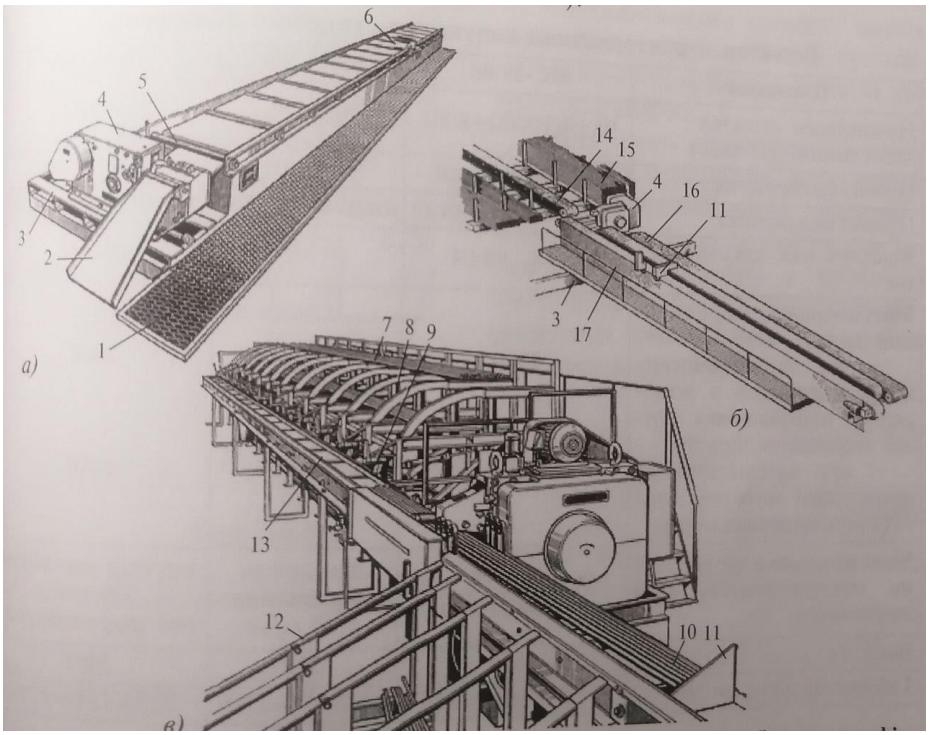

Рис.2.Установки для заготовлення і транспортування стержньової арматури: а – різально-вимірювальний візок; б – пересувна установка; в – стаціонарна установка;

1- площадка обслуговування; 2 – приймальний лоток; 3 – рама; 4 – ножиці; 5 – роликовий конвеєр; 6 – відмірю вальний пристрій; 7 – стержньова арматура; 8 – двоярусний стелаж; 9 – рахунковий жолоб; 10 – відрізані стержні; 11 – відкидний і вимірювальний упори; 12 – накопичувач прутків; 13 – роликовий конвеєр подавання; 14 – стрічковий конвеєр подавання стержнів зі складу; 15 – прутки на складі; 16 – стрічковий конвеєр; 17 – рейковий шлях

Гнуття арматурних стержнів виконують стаціонарними або переносними машинами різної конструкції. Гнуття арматурних стержнів виконують згинальними пальцями, які розташовані на поворотному диску, навкруги центрального пальця, встановленого по осі диска (рис.).

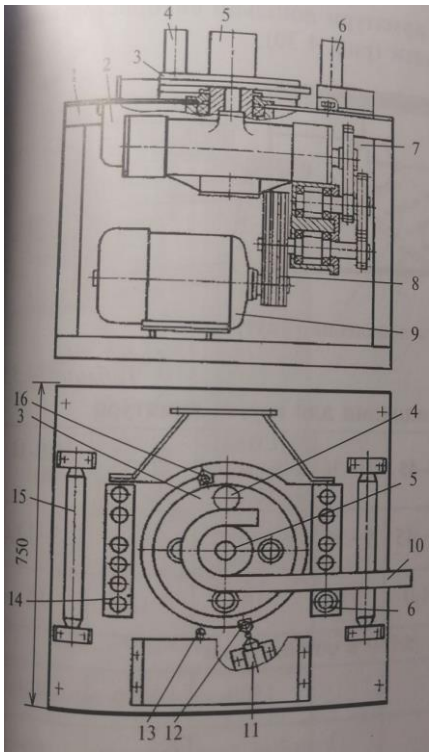

Рис.3. Універсальний станок для гнуття арматурних прутків (СМЖ-173А):
1- зварна рама; 2 – черв'ячний редуктор; 3 – диск; 4 – палець для гнуття; 5 – центральний палець; 6 – опорний палець; 7 – шестерні; 8 – клино-пасова передача; 9 – електродвигун; 10 – арматурний пруток; 11, 13 – кінцеві вимикачі; 12, 16 – командні кулачки; 14 – бруски з отворами; 15 – ролики

При гнутті арматурних прутків необхідно враховувати допустимі мінімальний діаметр і максимальний кут їх гнуття, що залежать від діаметра і матеріалу прутків.

Виробництво каркасів і сіток полягає у з'єднанні перетинів стержнів контактно-точковим зварюванням. Основним масовим типом машин для точкового зварювання є стаціонарні одно точкові машини (рис.4).

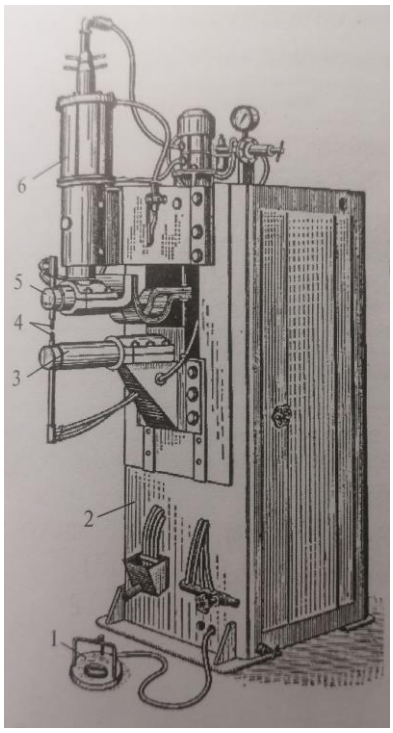

Рис.4. Загальний вигляд машини для контактного одно точкового зварювання:
1 – педаль керування; 2 – корпус; 3 – нерухомий хобот; 4 – електроди; 5 – рухомий хобот; 6 – пневмоциліндр

Висновок: виходячи з характеристик вихідних умов робимо висновок, що основними стадійними процесами армування дорожньої плити будуть: розвантаження арматурної сталі з транспортних засобів, її складування і зберігання, чищення і правка, різання по довжині, гнуття стержньової арматури, зварювання арматурних плоских сіток і каркасів на багатоточкових або одноточкових зварювальних машинах і лініях, гнуття каркасів, транспортування у формувальні цехи. Оскільки попередньо-напружувана арматура не використовується в даному типі плит, напруження стержнів не розгядаємо.

Теплова обробка дозволяє скоротити цикл виробництва продукції при одночасному наданні виробам необхідних технологічних і експлуатаційних якостей.

Основні вимоги, які висуваються до будь-якої теплової установки, незалежно від її виду та призначення:

- забезпечення високої якості продукції;
- забезпечення необхідного теплового режиму обробки;
- створення умов рівномірної обробки усього матеріалу або виробів;
- невелика питома витрата на одиницю продукції, високий ККД установки;
- механізація, автоматизація, контроль, гнучке регулювання.

Умови прискореного тверднення бетону за рахунок підвищення його температури можуть бути створені в теплових установках періодичної або безперервної дії при використанні різних способів теплової обробки.

Прогрівання бетону при атмосферному тиску в разі безпосереднього контакту теплоносія з матеріалом проводять гарячим повітрям, пароповітряною сумішшю або продуктами згоряння газу в ямних камерах, пропарювальних стендах і в тунельних, щілинних камерах безперервної дії. Цей спосіб теплової обробки досить поширений завдяки порівняно спрощеній системі теплопостачання та низькій металоємності.

Теплова обробка в середовищі з надлишковим тиском здійснюється в пропарювальних камерах або автоклав них установках у середовищі чистої насиченої пари.

Контактне нагрівання виробів (через металеву стінку) здійснюють в індивідуальних термоформах або пакетах термоформ, а також у вертикальних термоформах касетних установок або формувальних установках при виготовленні просторових блоків.

Для того щоб правильно обрати процес та технічні засоби теплової обробки я вирішив порівняти два методи пропарювання: в ямних камерах та в щілинних.

Камери ямного типу застосовують в агрегатно-потоковій та напівконвеєрній технологіях виготовлення збірних залізобетонних виробів. Ямні камери зводять на рівні підлоги цеху, напівзаглибленими або заглибленими залежно від рівня грунтових вод.

Ямні камери ПДК-КІБІ обладнані наступними системами (рис.5):

розподілу пари (2), що складається з паро розвідного колектора та парових сопел;

видалення з камери холодного повітря (6) в період розігріву та надлишкової пароповітряної суміші;

вентиляції, через вентиляційні вікна (7), які сполучають камеру з магістральним вентиляційним каналом (10) за допомогою клапана (11), керованого електроприводом (9);

видалення конденсату (8).

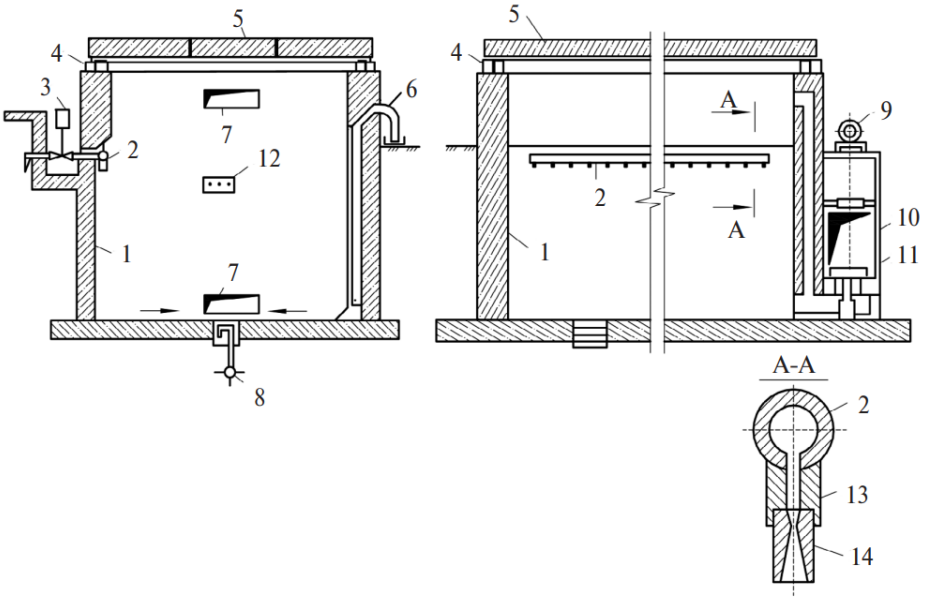

Рис.5. Ямні камери конструкції ПДК КІБІ:

1 – огородження камери; 2 – колектор з паровипускними соплами; 3 – виконавчий механізм системи автоматичного регулювання подачі пари; 4 – гідрозатвор; 5 – теплоізольована кришка камери; 6 – зворотна труба з клапаном; 7 – вентиляційні вікна; 8 – конденсатопровід; 9 – електропривод вентиляційного клапана; 10 – магістральний вентиляційний канал; 11 – гідрозатвор клапана; 12 – датчик САР; 13 – муфта; 14 – сопло

Внутрішні габарити камер у плані враховують зазори вздовж стін для проходу захватів автоматичної траверси. Більш економічні однорядні камери, оскільки в них скорочується загальна тривалість циклу тепловологої обробки, збільшується оборотність установок і форм, знижується металоємність процесу.

Проміжки для проходження теплоносія повинні бути мінімально допустимі, що підвищує корисне завантаження камери (коефіцієнт заповнення). Камери розташовують блоками по 6…8 шт., що також зменшує питомі витрати теплоти за рахунок зменшення тепловтрат у навколишнє середовище. Висота камери залежить від типу системи пароздавання і складає 3…4 м. Вироби по висоті укладають на інвентарні стійки з фіксованими кронштейнами, що автоматично висуваються.

Для запобігання видалення пари в проміжку між стінами і кришкою встановлюють гідрозатвор, що складається із заповненого водою металевого швелера, який встановлюється по верхньому периметру стін камери.

Кришка ямної камери – це жорстка металева конструкція завтовшки 150…200 мм, паро- і гідро ізольована по відношенню до парового середовища камери та теплоізольована зовні. Стіни камери виконують із ефективних теплоізоляційних конструкцій з підвищеними теплозахисними властивостями, завтовшки 0,25…0,35; внутрішні поверхні покривають гідроізоляцією. Підлога камери має нахил (0,01 %) для стікання конденсату в каналізацію.

Система паропостачання в камерах ПДК-КІБІ заснована на турбулентній та ежектуючій дії швидкісного струменя пари, що витікає з великорозмірних (звужених або розширених на торцях, циліндричних) сопел та залучає пароповітряну суміш у камеру до циркуляції: це дозволяє зменшити тривалість прогрівання та питому витрату теплоносія та покращити рівномірність обробки виробів.

Пароподільну гребінку встановлюють з одного боку на відстані 2/3 висоти камери, а в глибоких камерах – з двох сторін так, щоб рух струменів

пари створив замкнутий циркуляційний контур. Парові сопла вмонтовують у шаховому порядку на відстані 0,5…1,0 м один від одного. Їх кількість, діаметр та довжина визначаються за розрахунками.

Для видалення повітря з камери ПДК-КІБІ в період піднімання температури передбачена зворотна труба з гідро затвором або клапаном у камерах, що експлуатуються на відкритому повітрі, замість клапанів з гідрозатворами, зворотну трубу прикривають клапаном-хлопавкою, що виконує ті ж самі функції.

Для організації керованого зниження температури виробів у період охолодження і видалення пароповітряної суміші з камери застосовують систему вентиляції, в якій витяжний вентилятор з'єднаний з магістральним вентиляційним каналом, що об'єднує блок 4…6 камер.

Щілинні одноярусні камери (рис.6) висотою 0,7…1,2 м з метою економії виробничих площ розташовують нижче рівня підлоги цеху по одній вісі з формувальною лінією (вертикально-замкнений конвеєр або зсунутими вбік (горизонтально-замкнений конвеєр, похило-замкнений конвеєр). При одному формувальному конвеєрі можливе розташування паралельно декількох щілинних камер. Існують технологічні лінії, де щілинні камери розташовані під складом готової продукції (похило-замкнений конвеєр).

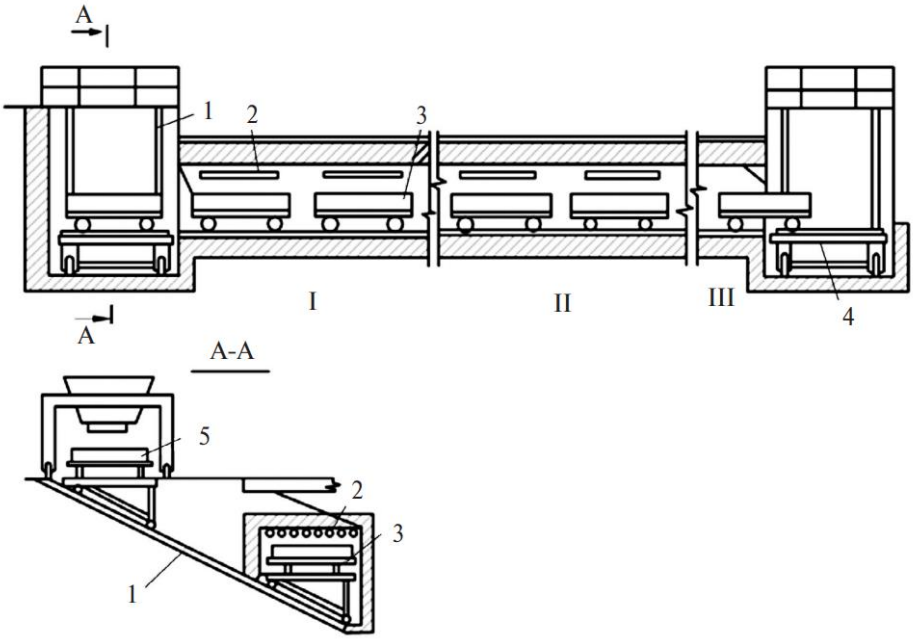

Рис.6. Щілинна камера теплової обробки:

I, II, III – зона нагріву, ізотермічної витримки, охолодження; 1 – похилий знижувач; 2 – парові регістри (або ТЕНи); 3 – пересувна форма з виробом; 4 – підйомник; 5 – формувальний конвеєр

При обігріванні виробів «гострою» парою її подають у двосторонні стояки з кроком 2…6 м, а потім через перфоровані труби або гребінки з установленими на них соплами випускають у камеру.

Для прогрівання виробів у щілинних камерах застосовують:

- «гостру» пару, тобто безпосередній контакт пари з поверхнею бетону виробів;
- «глуху» пару – обігрівання паровими регістрами;
- електронагрівачі.

При тепловій обробці виробів з легких бетонів застосовують «глуху» пару, оскільки осідаючий конденсат підвищує вологість виробу. Кількість регістрів, необхідних для зони нагріву, визначають із розрахунку теплового балансу і тепловіддачі одного регістра. Регістри зазвичай виготовляють із гладких труб діаметром 76 мм і завдовжки 5 м, кількість труб у регістрі становить від 5 до 15 шт. і залежить від розмірів камери і місця їх розташування. Для обрахування тепловіддачі регістра підраховують поверхню всіх труб у регістрі. За тепловим балансом визначають потребу

теплової енергії, а потім розраховують необхідну кількість регістрів. Витрата пари під час такої обробки бетону складає 200…250 кг/м³ бетону.

Щілинні камери можуть мати обігрів за допомогою теплоелектронагрівачів (ТЕНів). Трубчасті електронагрівачі довжиною 0,4…2,0 м і діаметром 6…18 мм мають потужність 0,5…6 кВт та температуру поверхні 400…800ºС. Живлення ТЕНів забезпечується від електромережі напругою 380 В. ТЕНи встановлюють на підлозі камери під вагонетками в зоні нагріву або на стелі, починаючи з 5…10 м від завантажувального торця щілинної камери, також їх монтують у зоні ізотермічного витримування. Для гнучкого регулювання температури ТЕНи з'єднують у блоки по декілька штук. Загальна потужність ТЕНів камери складає близько 1000 кВт.

Теплову обробку з використанням ТЕНів застосовують для виробів з легкого і конструктивно-теплоізоляційного бетону.

Температура середовища в зонах установки блоку ТЕНів досягає 130…190ºС, але виріб прогрівається повільно (2…5ºС/год). При увімкненні ТЕНів відносна вологість середовища знижується з 90…100 мас.% до 5…8 мас.%, що призводить до інтенсивного сушіння виробів. Вироби після обробки за допомогою ТЕНів мають вологість 10…11 мас.% порівняно з 18…20 мас.% після пропарювання.

Висновок: оскільки дорожні плити виготовляються із важкого бетону і , у моєму випадку, на агрегатно-потоковій лінії, я обираю виконання процесу ТВО у ямних камерах.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВЯЖУЧОГО І РОЗРАХУНОК СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Консультант _____ / _____

Здобувач _____ / _____

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі в’яжучої речовини для дорожніх плит слід звернути особливу увагу на декілька основних факторів:

Міцність: для дорожніх плит необхідне в'яжуче, яке забезпечить високу міцність і стійкість плити до навантажень. Портландцемент є одним з поширених виборів, оскільки він забезпечує високу міцність бетону.

Довговічність: дорожні плити піддаються постійним навантаженням і зносу. Вибір в'яжучого матеріалу повинен враховувати його стійкість до зносу, впливу ультрафіолетового випромінювання, хімічних речовин та інших несприятливих факторів.

Адгезія: в'яжучий матеріал повинен мати високу адгезію між цементом і арматурою, щоб забезпечити ефективне передавання навантаження між ними. Це допомагає запобігти зсуву арматури та забезпечує стабільність дорожніх плит.

Кліматичні умови: кліматичні умови, такі як температура, вологість, цикли заморожування та відтавання, можуть впливати на в'яжучий матеріал та його здатність забезпечувати необхідну міцність та стійкість. Важливо вибрати в'яжуче, яке відповідає конкретним кліматичним умовам місцевості, де будуть використовуватись дорожні плити.

Вартість та доступність: в'яжучий матеріал повинен бути доступним та відповідати бюджету проекту.

Портландцемент для виготовлення дорожніх плит отримують на основі клінкеру, що містить не більше 8 % C_3A та підвищену кількість C_3S і C_4AF. До складу цементу не дозволяється вводити інертні та активні мінеральні добавки за винятком доменного гранульованого шлаку в кількості не більше 15 %. Бетон на основі такого цементу повинен мати підвищену морозостійкість, стійкість проти стирання та ударної дії, малу усадку, підвищену міцність при розтягу та згині, а також відповідну границю стомлюваності (витривалість до дії циклічних навантажень). Для досягнення цих властивостей під час помелу в цемент вводять пластифікуючи або

гідрофобно-пластифікуючі добавки, які знижують водоцементне відношення та позитивно впливають на експлуатаційні властивості бетону.

В якості в'яжучих для виготовлення дорожніх плит можна використати звичайний портландцемент ПЦ-І або портландцемент з мінеральними добавками, у даному випадку ПЦ-ІІ/ А-Ш, маркою не нижче М500.

Висновок: Відповідно до вихідних умов наведених у завданні можна припустити, що виріб буде експлуатуватись на відкритому середовищі, тому основними вимогами до виробу будуть міцність, морозостійкість, та стійкість до дії агресивних природніх чинників. Також слід врахувати, що на дорожні плити будуть впливати агресивні речовини та гази унаслідок руху транспорту. Вибираючи між ПЦ-І і ПЦ-ІІ/А-Ш я обираю ПЦ-І М500 так як він відповідає більшості вищеперерахованим критеріям.

Розрахунок складу бетонної суміші

Вибір сировинних матеріалів:

1. В'яжуче – портландцемент ПЦ-І М500

Середня густина – 3000 кг/м³;

Насипна густина – 1400 кг/м³;

Нормальна густина цементного тіста – 26 %;

Активність – 500 кг/см².

2. Крупний заповнювач – щебінь гранітний

Середня густина – 2650 кг/м³;

Насипна густина – 1650 кг/м³;

Вологість – 2 % .

3. Дрібний заповнювач – пісок кварцовий

Істина густина – 2560 кг/м³;

Насипна густина – 1380 кг/м³;

Модуль крупності – 1,54;

Вологість – 3 % .

4. Добавка – суперпластифікатор

CENTRAMENT N3

Марка суміші за жорсткістю – Ж1.

1) Визначення величини водоцементного відношення - В/Ц, як головної умови, при якій буде забезпечена задана міцність (марка) бетону $R_Б$ в даній конкретній ситуації:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{0{,}23 \cdot R_Ц + 100}{f_{cm} + 80} = \frac{0{,}23 \cdot 500 + 100}{392{,}6 + 80} = 0{,}46$$

2) Визначення водопотреби В бетонної суміші, як головного фактору її легкоукладальності (рухливості або жорсткості), здійснюють за таблицею 2, в якій для кожної марки бетонної суміші наведено орієнтовну витрату води на 1,0 м^3 суміші з урахуванням виду і розміру крупного заповнювача, модуля крупності піску та водопотреби для тіста нормальної густоти цементу.

Таблиця 1

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
Р4 (S4)	16…20	-	227	218	203	192	237	227	213	202
	10…15	-	215	205	190	180	225	215	200	190
Р2 (S2)	5…9	-	205	190	175	170	215	205	190	185
Р1 (S1)	2…4	-	190	175	160	155	200	190	175	170
Ж1 (V3)	-	5…10	180	166	150	145	190	175	165	160
Ж2(V2)	-	10…15	175	160	145	140	185	170	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

Приймаємо кількість $В_0$ = 175 л/м^3. Враховуючи використання пластифікуючої добавки у кількості 1 % від маси цементу, це сприяє зменшенню водопотреби на 15 %. В = 175-175·0,15 =149 л/м^3.

3) Витрату цементу Ц на 1,0 м^3 бетонної суміші визначають за формулою:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{149}{0,46} = 324\ {}^{кг}/_{м^3}$$

4) Визначаємо пустотність щебеню $V_{ПЩ}$ в долях одиниці:

$$V_{ПЩ} = 1 - \frac{\gamma_{щ}}{\rho_{щ}} = 1 - \frac{1,65}{2,65} = 0,38$$

5) Методом інтерполяції із таблиці 2 визначаємо коефіцієнт α. Його значення залежить від значення В/Ц, витрати цементу і заданої рухливості (жорсткості) бетонної суміші.

Таблиця 2

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	5…30
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

α = 1,15

6) Визначаємо витрату щебеню Щ в кг на 1,0 м^3 бетонної суміші:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{\alpha V_{п.щ}}{\gamma_{щ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{1,15 \cdot 0,38}{1,65} + \frac{1}{2,65}} = 1557\ {}^{кг}/_{м^3}$$

7) Визначаємо витрату піску П в кг на 1,0 м^3 бетонної суміші:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + В\right)\right]\rho_{п} = (1000 - \left(\frac{324}{3,0} + \frac{1557}{2,65} + 149)\right) \cdot 2,56 =$$

$$= 398\ {}^{кг}/_{м^3}$$

8) Визначаємо витрату добавки Д від маси цементу:

$$Д = 324 \cdot 0{,}01 = 3{,}24\ {}^{кг}/_{м^3}$$

9) Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\gamma_ц} + \frac{П}{\gamma_п} + \frac{Щ}{\gamma_щ}} = \frac{1000}{\frac{324}{1{,}4} + \frac{398}{1{,}38} + \frac{1557}{1{,}65}} = 0{,}68$$

10) Розрахунок собівартості С матеріалів на 1,0 м^3 бетонної суміші:

$$С = С_ц \cdot Ц + С_п \cdot П + С_щ \cdot Щ + С_д \cdot Д = 1{,}43 \cdot 324 + 0{,}061 \cdot 398 + 0{,}116 \cdot 1557 + 25 \cdot 3{,}24$$

$$= 749\ грн.$$

СКЛАДАННЯ ФІНКЦІОНАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ АРМУВАННЯ З НАВЕДЕННЯМ ПОСЛІДОВНОСТІ ВКЛАДАННЯ АРМАТУРНИХ ВИРОБІВ

Консультант _____ / _____

Здобувач _____ / _____

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	*Арк.*
					здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	
Змн.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*		

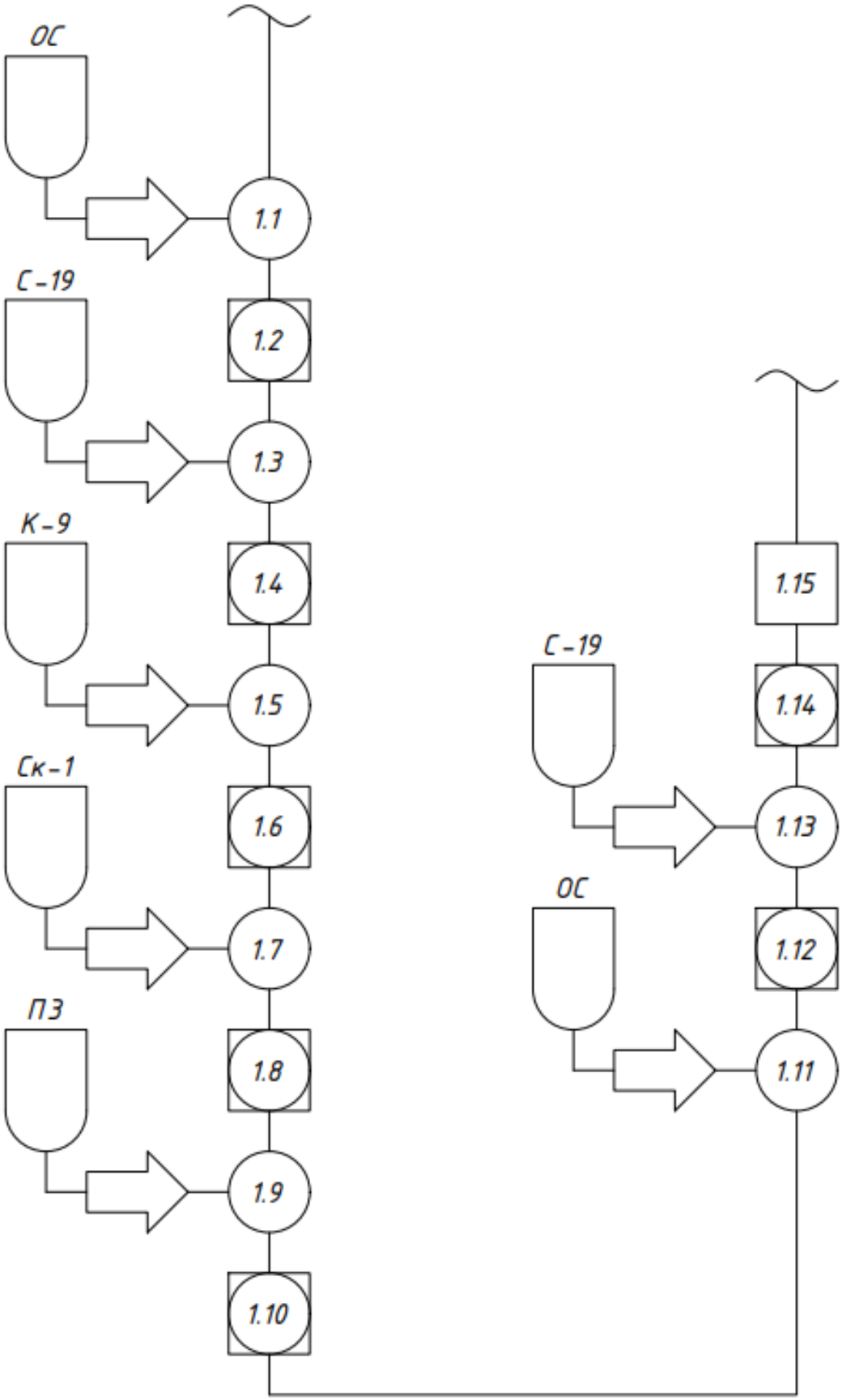

Рис.7. Транспортно-технологічна схема армування

1.1. Встановлення окремих стержнів ОС (позиція 33) (нижній шар);

1.2. Фіксація окремих стержнів ОС (позиція 33) в проектному положенні;

1.3.Встановлення сітки С19 (нижній шар);

1.4. Фіксація сітки С19 в проектному положенні;

1.5. Встановлення каркасів К9;

1.6. Фіксація каркасів К9 в проектному положенні;

1.7. Встановлення скоб Ск1;

1.8. Фіксація скоб Ск1 в проектному положенні;

1.9. Встановлення монтажних петель П3;

1.10. Фіксація монтажних петель П3 в проектному положенні;

1.11. Встановлення окремих стержнів ОС (позиція 33) (верхній шар);

1.12. Фіксація окремих стержнів ОС (позиція 33) в проектному положенні;

1.13. Встановлення сітки С19 (верхній шар);

1.14. Фіксація сітки С19 в проектному положенні;

1.15. Фіксація елементів арматурного каркасу в проектному положенні.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ І РОЗРАХУНОК ГАБАРИТІВ КАМЕРИ

Консультант _____ / _____

Здобувач _____ / _____

Повний цикл теплової обробки бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій складається з попереднього витримування в нормальних умовах, нагрівання виробів, ізотермічного витримування, охолодження.

Вибір раціональних режимів тепловологої обробки ґрунтується на повному узгодженні безлічі технологічних і теплотехнічних факторів. Тривалість попереднього витримування, швидкість нагрівання, температура і тривалість ізотермічного витримування тощо залежать від характеристик матеріалу, умов експлуатації виробу, конструкцій теплових установок.

При виборі виду і режиму тепловологої обробки необхідно враховувати вид в'яжучої речовини, на основі якої виготовлено бетонний виріб. Так, для бетонів на високоактивних в'яжучих речовинах марки М400 і вище рекомендується паропрогрівання при температурі 60…85ºС та відносній вологості середовища 90…100 %.

На тривалість теплової обробки також впливає масивність виробів. Із збільшенням масивності зростає температурний перепад між зовнішніми і внутрішніми шарами бетону, збільшується величина температурних напружень та вірогідність виникнення температурних деформацій.

Для сприйняття теплового впливу без порушення структури бетон повинен мати початкову міцність, для чого його попередньо витримують при температурі навколишнього середовища. Швидке нагрівання виробів після формування призводить до передчасного ущільнення оболонки навколо зерен цементу, припиненню дифузії розчину, що уповільнює процеси розвитку реакцій внутрішніх шарів зерен цементу.

Попереднє витримування обов'язкове для виробів складної конфігурації, з великим модулем відкритої поверхні, при негайному розпалубленні. Воно необхідне для бетонів на пластифікованих, гідрофобних, пуцоланових та шлакових портландцементах. Тривалість витримування залежить від активності в'яжучої речовини і складає 2…4 год.

Час попереднього витримування зменшується при підвищенні марки цементу, температури навколишнього середовища та зниженні

водоцементного відношення. Від попереднього витримування можливо відмовитись при використанні прискорювачів тужавлення, жорстких сумішей, герметичних форм, при тепловій обробці з тривалим періодом прогрівання.

Швидкість прогрівання бетонних виробів (таблиця 3) залежить від початкової міцності бетону, рухливості бетонної суміші, розмірів і модуля відкритої поверхні виробів.

Таблиця 3

Залежність швидкості нагрівання виробів від початкової міцності бетону

Початкова міцність бетону, МПа	0,1…0,2	0,2…0,4	0,4…0,5	0,5…0,6	>0,6
Швидкість підйому температури середовища в камерах, ºС/год	10…15	15…25	25…35	35…45	45…60

Швидкість підйому температури при прогріванні виробів, виготовлених з помірно жорстких бетонних сумішей, потрібно приймати у відповідності з таблицею 4.

Таблиця 4

Залежність швидкості нагрівання виробів від їх товщини

Товщина залізобетонних виробів, см	$\Delta t/\Delta\tau$, ºС/год
До 10	30
До 25	25
>25	15…20

При тепловій обробці виробів у формах з великим модулем відкритої поверхні та розпалублених виробів піднімати температуру середовища рекомендується у прогресивно зростаючому темпі. Незалежно від товщини виробу в першу годину підігрівання швидкість підйому температури призначають 10…15, другу 15…25, третю 25…35 ºС/год.

Підвищені характеристики бетону забезпечуються застосуванням ступеневих режимів: підйом температури протягом 1 год. на 15…20ºС, витримування при цій температурі (1…2 год.), потім подальше підіймання температури (1…1,5 год.) до максимальної температури, прийнятої при прогріванні.

Тривалість ізотермічного витримування в основному залежить від жорсткості бетонної суміші та від температури витримування. При атмосферному тиску і невисоких температурах (до 60ºС) та використанні пластичних рухливих сумішей час ізотермічного витримування доходить до 18…20 год. Для жорстких сумішей цей час скорочується удвічі, підвищення температури від 60 до 100 ºС зменшує цей період ще в 4…5 разів, доводячи його до 2 год.

Максимальна температура ізотермічного прогрівання залежить від виду в'яжучої речовини: для портландцементів першого типу вона становить 80…85 ºС.

При охолодженні виробів, як і при нагріванні, виникає нестаціонарне температурне поле, але потік теплоти направлений з виробу до його поверхні. Тому необхідно враховувати вимоги до допустимих температурних перепадів, регулювати тривалість охолодження, а для масивних виробів застосовувати ступінчасті режими охолодження. Швидке зниження температури викликає значні температурні градієнти, при яких температура всередині виробу значно вища, ніж на його поверхні. При цьому спостерігається також інтенсивна міграція вологи з утворенням у матеріалі довгих відкритих пор і капілярів. Швидкість охолодження виробів зростає із підвищенням жорсткості бетонної суміші і зменшується із збільшенням товщини виробу. Найбільша швидкість (60 ºС/год) характерна для виробів з особливо жорстких сумішей товщиною до 200 мм, найменша (25 ºС/год) – для виробів товщиною більше 400 мм виготовлених із рухливих сумішей.

Таблиця 5

Розрахункові режими теплової обробки виробів із важкого бетону при 1,5-2 оборотах теплових установок на добу

Проектний клас бетону	Режим теплової обробки, год при $t_{із}$=85 ºС, залежно від товщини виробу, мм		
	до 160	160…300	300…400
В15	3,5+5,5+2	3,5+6,5+2	3,5+6,5+6,5+3
В25	3+4+2	3+5+2	3+6,5+2,5
В30	3+3,5+2	3+4,5+2	3+5+2,5
В40	3+3+2	3+4+2	3+4,5+2,5
В45	3+2+2	3+3+2	3+3,5+2,5

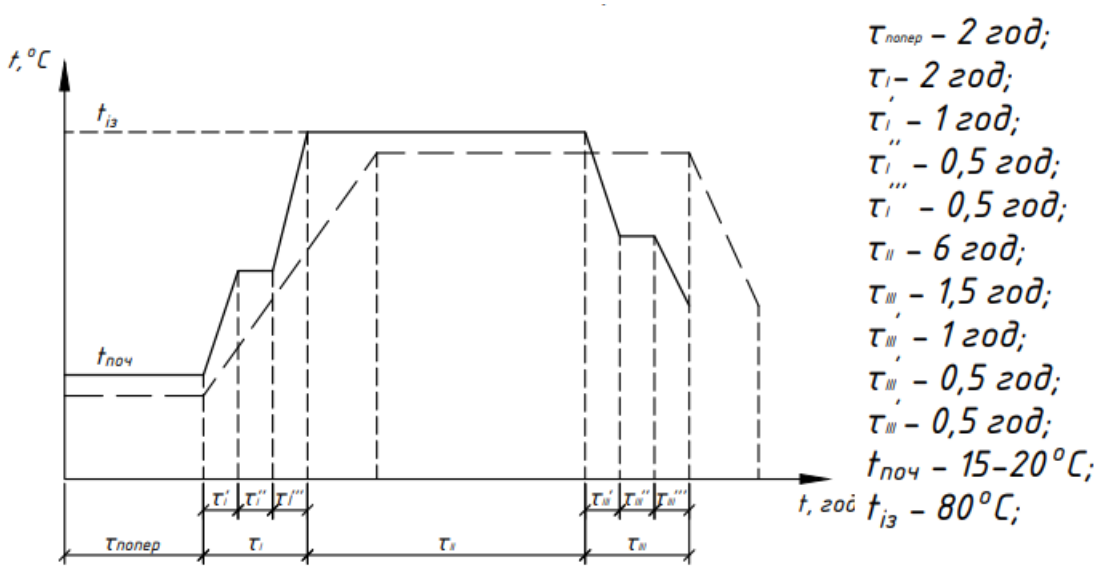

Рис.8. Режим тепловологої обробки

Розрахунок габаритів камери

1) Визначаємо габарити форми:

Довжина форми: $l_ф = 2t_б + l_в = 2 \cdot 0{,}2 + 3{,}92 = 4{,}32$ м

Ширина форми: $b_ф = 2t_б + b_в = 2 \cdot 0{,}2 + 2 = 2{,}4$ м

Висота форми: $h_ф = h_б + h_в = 0{,}2 + 0{,}31 = 0{,}51$ м

2) Визначаємо довжину камери:

$$L_К = n_1 \cdot l_ф + (n_1 + 1) \cdot l_1 = 2 \cdot 4{,}32 + (2 + 1) \cdot 0{,}2 = 9{,}24 \text{ м},$$

де n_1- кількість виробів по довжині камери, шт; $l_ф$- довжина форми, м; l_1- відстань між формами або між формою і стінкою, м (l_1=0,2…0,3 м).

3) Визначаємо ширину камери:

$$B_К = n_2 \cdot b_ф + (n_2 + 1) \cdot l_1 = 2 \cdot 2{,}4 + (2 + 1) \cdot 0{,}2 = 5{,}4 \text{ м},$$

де n_2- кількість виробів по ширині камери, шт; $b_ф$- ширина форми, м;

4) Визначаємо висоту камери:

$$H_К = h_1 + \left(h_ф + h_2\right) \cdot n_3 - h_2 + h_3 = 0{,}2 + (0{,}51 + 0{,}1) \cdot 4 - 0{,}1 + 0{,}3 = 2{,}84 \text{ м},$$

де де n_3- кількість виробів, укладених по висоті одного ряду, шт; $h_ф$- висота форми, м; h_1- відстань від підлоги камери до днища форми, м; h_3- відстань від поверхні верхнього виробу до кришки камери, м ($h_1 = h_3$ =0,15…0,3 м); h_2- відстань між формами з виробами,що визначається установкою кронштейнів або спеціальних прокладок, м; (h_2=0,05…0,5 м).

Висновок: враховуючи відсутність попередньо напруженої арматури ТВО дорожньої плити може бути проведена по стандартному режиму. Критерієм вибору режиму ТВО в даному випадку буде виступати економічна доцільність. Тому вибраний режим ТВО з ступеневим підніманням температури до величини ізотермічного прогрівання та також ступеневий режим охолодження. Це дає можливість зменшення тривалості ТВО на 15 %. Враховуючи, що витрати на ТВО становлять переважну частину собівартості виготовлення дорожніх плит це приведе до зниження економічних витрат при їх виробництві.

ПОБУДОВА ПООПЕРАЦІЙНОГО ГРАФІКА ПРОЦЕСУ АРМУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОГО СКЛАДУ РОБІТНИКІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛИТ

Консультант _____ / _____

Здобувач _____ / _____

Перелік операцій процесу армування (з транспортно-технологічної схеми):

1.1. Встановлення окремих стержнів ОС (позиція 33) (нижній шар);

1.2. Фіксація окремих стержнів ОС (позиція 33) в проектному положенні;

1.3.Встановлення сітки С19 (нижній шар);

1.4. Фіксація сітки С19 в проектному положенні;

1.5. Встановлення каркасів К9;

1.6. Фіксація каркасів К9 в проектному положенні;

1.7. Встановлення скоб Ск1;

1.8. Фіксація скоб Ск1 в проектному положенні;

1.9. Встановлення монтажних петель П3;

1.10. Фіксація монтажних петель П3 в проектному положенні;

1.11. Встановлення окремих стержнів ОС (позиція 33) (верхній шар);

1.12. Фіксація окремих стержнів ОС (позиція 33) в проектному положенні;

1.13. Встановлення сітки С19 (верхній шар);

1.14. Фіксація сітки С19 в проектному положенні;

1.15. Фіксація елементів арматурного каркасу в проектному положенні.

Стадійний процес	№ операції	Операція	Обладнання та інструмент	Професія, розряд	Норма на одиницю вимірюв.			Поточний час, хв $T_п = 13,75$ хв
					Кільк. робітн.	Трудоміст., люд.-хв.	Трив. виконання, хв	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Процес армування	1.1	Встановлення окремих стержнів ОС з подальшою фіксацією (позиція 33) (нижній шар)	Вручну	Форм., 4го розряду	2	1,1	1,1	
	1.2	Встановлення сітки С19 з подальшою фіксацією (нижній шар)	Кран консольно-поворотний	Кран. 4го розр. Форм., 4го розр.	2	2,8	2,8	
	1.3	Встановлення каркасів К9 з подальшою фіксацією	Вручну	Форм., 4го розряду	2	0,7	1,05	
	1.4	Встановлення скоб Ск1 з подальшою фіксацією	Вручну	Форм., 4го розряду	2	0,95	1,9	
	1.5	Встановлення монтажних петель П3 з подальшою фіксацією	Вручну	Форм., 4го розряду	2	1	2	
	1.6	Встановлення окремих стержнів ОС з подальшою фіксацією (позиція 33) (верхній шар)	Вручну	Форм., 4го розряду	2	1,1	1,1	
	1.7	Встановлення сітки С19 з подальшою фіксацією (верхній шар)	Кран консольно-поворотний	Кран. 4го розр. Форм., 4го розр.	2	1	2,8	
	1.8	Фіксація елементів арматурного каркасу в проектному положенні	Вручну	Форм., 4го розряду	1	1	1	
Зайнятість робітників			Формувальник 4 розряду					1 2 3 4 5
			Кранівник 4 розряду					1 2 3 4 5

Рис.9. Пооопераційний графік процесу армування

Визначення виробничої потужності технологічної (агрегатно-потокової) лінії виготовлення плит

$$П_а = \frac{В_р}{Т_ф} \cdot О_в \cdot q_ф = \frac{242880}{14,7} \cdot 1,35 \cdot 1 = 22305,31 \ \frac{м^3}{рік},$$

де $Т_ф$ – тривалість циклу формування, $Т_ф = 14,7$ хв;

$О_в$ – об'єм виробу, $О_в = 1,35$ м^3;

$q_ф$ – кількість виробів, що одночасно формуються, $q_ф = 1$;

$В_р$ – розрахунковий фонд робочого часу

$$В_р = (260 - 7) \cdot 2 \cdot 8 \cdot 60 = 242880 \ \frac{хв}{рік},$$

де розрахункова кількість робочих днів за рік – 260 дні, зупинок на ППР за цей час для агрегатно-потокової лінії – 7, кількість змін – 2, робочих годин за зміну – 8 год.

Висновок: в результаті побудови пооопераційного графіка фактична потреба в робітниках для процесу армування складає три людини: двоє формувальників 4го розряду і один кранівник 4го розряду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.2.6-120:2010 «Плити залізобетонні для покриття міських доріг. Технічні умови»

2. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 «Цементи загально будівельного призначення. Технічні умови»

3. ДСТУ Б В.2.7-43-96 «Бетони важкі»

4. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини :/ навчальний посібник / В. І. Гоц, В. В. Павлюк, П. С. Шилюк; КНУБА. – [2-ге вид., допов. і перероб.]. – Київ: Основа, 2016

5. Русанова Н.Г., Пальчик П.П.., Рижанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій-К: Вища школа 1994р.

6. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник / під загальною редакцією зав. кафедри, д-р техн. наук, проф. Гоца В.І. – К. :Основа,2019