

Завдання

Вступ

Характеристика продукції

- 1 Обрати і обґрунтувати способи і технічні засоби виконання стадійних процесів формування і теплової обробки плит
  - 2 Обґрунтувати вибір заповнювачів бетону для бетону і розрахувати склад бетонної суміші
  - 3 Розробити функціональну транспортно-технологічну схему процесу формування
  - 4 Обґрунтувати режим теплової обробки плит і обчислити габарити камер
  - 5 Побудувати поопераційний графік процесу формування та встановити професійний і кількісний склад робітників зайнятих в процесі. Визначити число постів формування
- Перелік використаної літератури

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Вступ.

Дорожні плити (рис.1.) – це залізобетонні вироби, які використовують для влаштування постійного і тимчасового дорожнього полотна (при будівництві нового об'єкта до якого необхідно влаштувати під'їзді шляхи для вантажного транспорту), розраховані на проїзд автотранспорту вагою 10 і 30 тон. Основна відмінність плит тимчасових доріг від інших, це відсутність монтажних скоб та відповідна відсутність ніш під монтажні скоби.



Рис. 1. Загальний вигляд дорожніх плит

Використання дорожніх плит є оптимальним рішенням для швидкого і в той же час надійного будівництва автомобільних майданчиків, доріг, магістралей, постійних і тимчасових дорожніх покриттів і інших транспортних шляхів.

Дорожні плити використовують при мінімальних витратах на укладання доріг, а також для дорожніх покриттів, що вимагають особливої міцності з розрахунку на автотранспорт особливо великої ваги (трактори, вантажні автомобілі і т.і.). Одной з переваг дорожніх плит є їх багаторазове використання, плити, які були в використанні не втрачають своїх експлуатаційних характеристик.

Популярність ПД пояснюється не тільки відмінними експлуатаційними характеристиками, а також зручністю і простотою укладання, при цьому умови місцевості не відіграють істотної ролі. При будівництві нових трас використання ПД дозволяє оперативно змінити маршрут в разі виникнення непередбачених обставин, що є величезним плюсом даного типу покриття в порівнянні, наприклад, з асфальтовим, коли потрібні більш серйозні підготовчі роботи.

Швидкість зведення і надійність доріг з використання плит забезпечується різноманіттям форм і експлуатаційними характеристиками.

Дорожні плити мають різну конфігурацію: прямокутну (П), прямокутну з одним суміщеним бортом (ПБ), прямокутну з двома суміщеними бортами (ПББ), трапецієвидну (ПТ), шестикутну (ПШ), шестикутну осьову діагональну (ПШД), шестикутну осьову поперечну (ПШД), діагональну половину шестикутної плити (ДПШ), поперечну половину шестикутної плити (ППШ).

Довжина плит знаходиться в межах 1750-6000 мм, ширина – 1000-3570 мм, товщина плит – 140-180 мм.

Плити виготовляють з важкого бетону класів В22,5 і В30 з середньою густиною 2200-2500 кг/м<sup>3</sup> включно. Марка бетону за морозостійкістю і водонепрониклівістю залежить від розрахункової температури експлуатації найбільш холодного місяця:

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	плити постійних доріг	плити тимчасових доріг
до мінус 5 °С включно	F100 и W2	F75 и W2
нижче мінус 5°С і до мінус 15 °С включно	F150 и W4;	F100 и W2
Нижче мінус 15°С	F200 и W4.	F150 и W2

Плити виготовляють попередньо-напруженими і ненапруженими. Армування попередньо-напружених плит передбачається в повздовжньому напрямі в два ряди, та одночасно, в повздовжньому та поперечному напрямі, відповідно з розміщенням арматури в 3 ряди.

Для забезпечення необхідного зчеплення транспорту з дорожніми плитами, поверхня останніх повинна мати ромбічне рифлення без відколів граней канавок, або шорстку поверхню.

Крім того, дороги, побудовані за допомогою ПД, можливо піддати швидкому демонтажу, що особливо цінно в разі обладнання тимчасових під'їзних шляхів (до будівельного об'єкту і т.д.). Звідси випливає наступна безумовна перевага дорожніх плит перед іншими видами дорожніх покриттів – можливість їх повторного використання, що значно здешевлює вартість будівельних об'єктів в цілому.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Характеристика продукції

### Вимоги нормативних документів до залізобетонних конструкцій

Плити виготовляють у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.6-120:2010. Плити виготовляють з монтажними петлями і отворами для цангового захвату або пазами для безпетлевого монтажу. Петлі не повинні виступати за робочу поверхню грані плити.

Плити виготовляють з бетону з середньою густиною більше 2200 до 2500 кг/м<sup>3</sup>

Значення нормованої відпускної міцності бетону приймають рівним 70% класу бетону за міцністю на стиск і марки бетону за міцністю на розтяг. При постачанні плит в холодний період року значення нормованої відпускної міцності бетону може бути підвищено, але не більше 90 %, а для плит призначених для тимчасових доріг – до 100 %.

Нормована передавальна міцність бетону попередньо напружених плит становить 70 % класу бетону за міцністю на стиск. Передача зусилля обтискання на бетон (передача напруги на бетон) повинна здійснюватись після досягнення бетоном передавальної міцності.

Бетон плит не повинен мати водопоглинання більше 5% за масою.

Температура ізотермічного витримування при тепло вологій обробці не повинна перевищувати 70°C.

Крупність зерен крупного заповнювача не повинна перевищувати 20 мм.

Пластифікуючі і повітровтягуючі добавки, що використовують для бетону плит повинні відповідати вимогам діючих нормативних документів.

Значення фактичних відхилень геометричних параметрів не повинні перевищувати граничні наведені нижче:

Вид відхилення геометричного параметру	Геометричний параметр і його номінальне значення	Граничні відхилення, мм, для плит	
		Постійних доріг	Тимчасових доріг
Відхилення від лінійного розміру	Довжина і ширина плити до 2,5 м включ.	±6	±10
	понад. 2,5 до 4,0 м включ.	±8	±12
	понад. 4,0 м	±10	±15
	Толщина плити	±4	±6
	Разміри виїмок (монтажно-стиківі елементи)	±3	±5
Відхилення від прямолінійності	Размір, що визначає положення закладних виробів:		
	в площині плити	10	10
	з площини плити	3	3
Відхилення від площинності	Прямолінійність профілю верхньої поверхні плити в будь-якому перерізі по всій довжині або ширині до 2,5 м включ.	4	6
	понад 2,5 до 4,0 м включ.	5	8
	понад 4,0 м	6	10

						<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

площинності	плити (при вимірюванні від умовної площині, Що проходить крізь три крайні точки) при Довжині плити:		
	до 2,5 м включ	4	6
	понад. 2,5 до 4,0 м включ. понад. 4,0 м	5 6	8 10
Відхилення від перпендикулярності	Перпендикулярність суміжних торцевих граней плит на ділянках довжиною:	400 мм	3
		1000 мм	2,5 4
Відхилення від рівності діагоналей	Різниця довжин діагоналей лицьових Поверхонь плит при їх найбільшому розмірі (довжині і ширині):	до 4,0 м включ.	8 8
		понад. 4,0 м	10 10

Вимоги до якості поверхонь і зовнішньому вигляді плит.

Для забезпечення необхідного зчеплення транспорту з дорожніми плитами, поверхня останніх повинна мати ромбічне рифлення (рис.2) без відколів граней канавок, або шорстку поверхню.

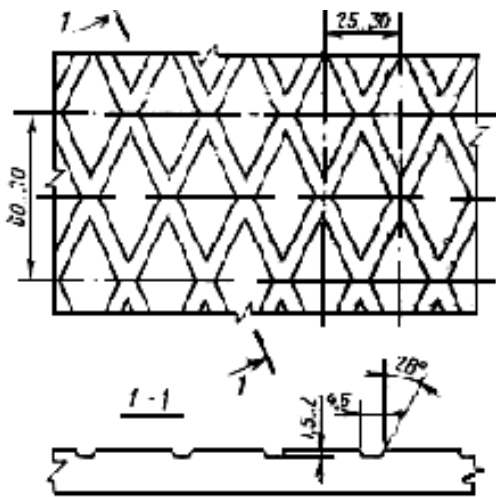


Рис. 2. Деталь рифлення на робочій поверхні плит

Рифлення поверхонь плити утворюють шляхом використання в якості дна форми листової рифленої сталі за ГОСТ 8568-77 з ромбічним рифленням. Глибина рифа – не менше 1,0 мм. Рифлена поверхня плити повинна мати чіткий малюнок рифлення без околів граней канавок.

Шорсткість робочої поверхні плит, що виготовляється цією поверхнею «до гори» отримують за рахунок обробки поверхні (після ущільнення бетонної суміші) капроновими щітками або брезентовою стрічкою.

Розміри раковин і місцевих напливів на робочій поверхні плити не повинна перевищувати:

за діаметру або найбільшому розміру раковин ..... 15 мм

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за глибиною раковин і висоті місцевих напливів ..... 10 мм.

Розміри раковин на не робочій поверхні і бічних гранях плити не повинні перевищувати за діаметром або найбільшому розміру 20 мм.

Околи бетону ребра (при їх сумарній довжині на 1 м ребра до 100 мм) не повинні перевищувати 10 мм за глибиною, що вимірюється по робочій поверхні плити, і 20 мм – по неробочій поверхні плити.

Тріщини на поверхнях плит не допускають, за виключенням поверхневих усадкових і технологічних шириною не більше 0,1 мм і довжиною не більше 50 мм в кількості не більше п'яти на 1,5 м<sup>2</sup> поверхні плити.

Марка бетону за морозостійкістю і водонепрониклівістю - F200 и W4.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Характеристика напруженої дорожньої плити ПТ-55

№	Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру	Примітка
1	Геометричні параметри:			
	- довжина	мм	5500	Рис.3
	- ширина min	мм	1500	
	- ширина max	мм	2000	
	- висота	мм	140	
2	Вид бетону	важкий		
3	Марка або клас бетону	В	В25	
4	Об'єм бетону	м <sup>3</sup>	1,34	
5	Кількість і маса ненапружених арматурних виробів	кг	6/68,68*	Табл. 2 і 3
6	Кількість і маса напружених арматурних виробів	кг	10/34,0	
7	Маса виробу	т	3,5	

\* Спіралі Сп1 не враховані, т.я є частиною напружуваних елементів

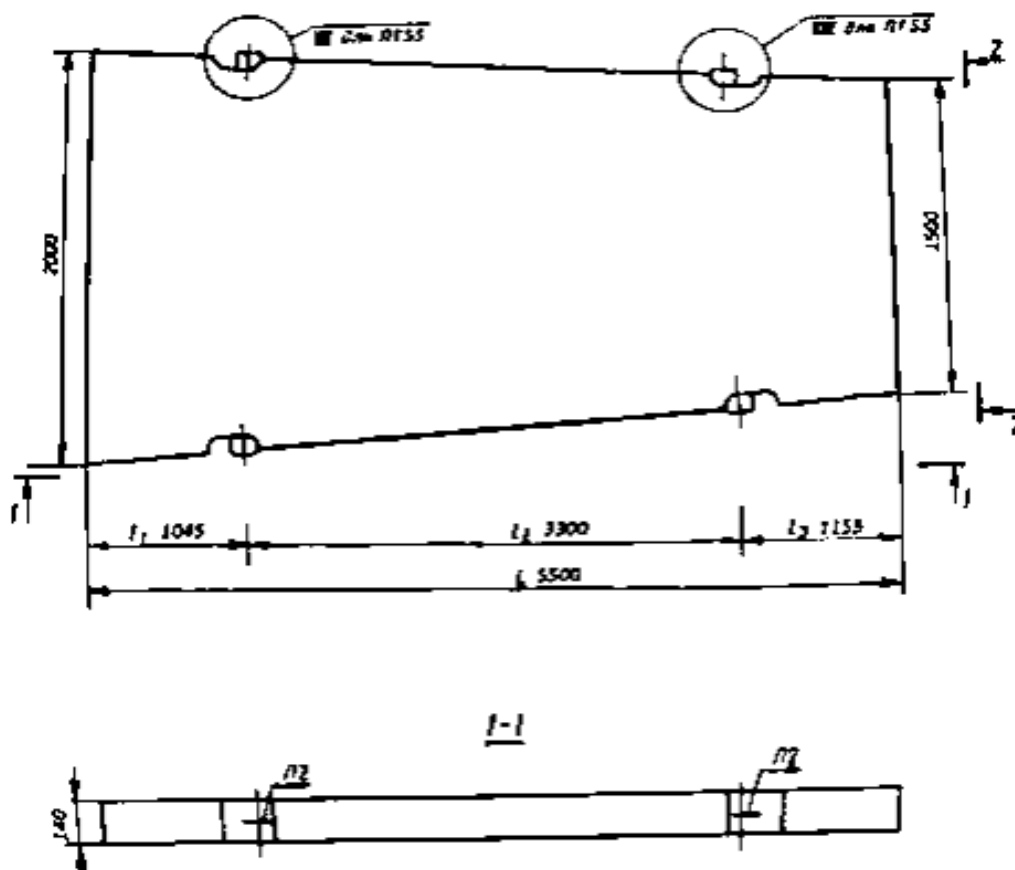


Рис. 3. Загальний вигляд дорожньої попередньо-напруженої плити ПТ55

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

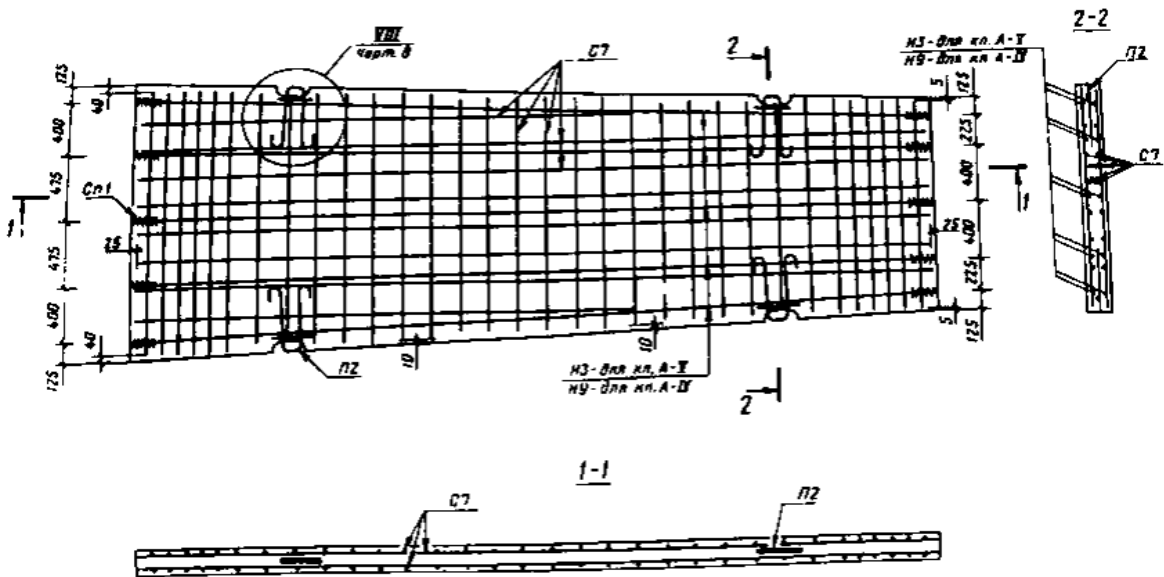


Рис.4. Схема армування трапецеєвидної дорожньої плити ПТ55

Таблиця 2

Специфікація арматурних виробів

Марка арматурного виробу	Найменування арматурного виробу	Кількість, шт
Н1	Напружена арматура	10
С7	Арматурна сітка	2
П2	Монтажні петлі	4
Сп1	Спіраль	20

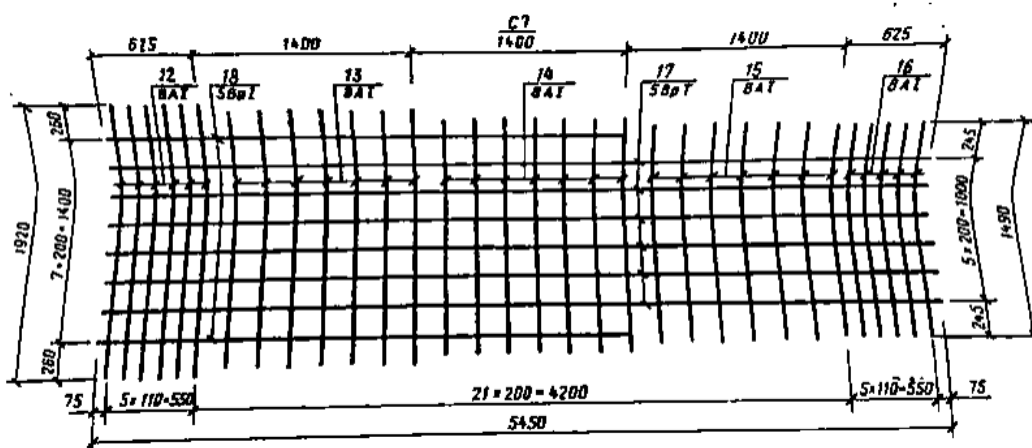


Рис.5. Арматурна сітка С7

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

Дорожні плити можливо виготовляти агрегатно-поточним, конвеєрним та стендовим способом.

Залежно від способу виробництва розрізняється обладнання для укладання і ущільнення бетонної суміші і спосіб здійснення тверднення (теплової обробки).

Однак для всіх способів організації виробничого процесу характерно використання вібраційного формування. З врахуванням виробництва плит з напруженою арматурою використання безвібраційних способів є нераціональним і недопустимим.

Способи віброформування бетонних і залізобетонних виробів класифікують за певними характерними ознаками: спосіб передавання коливань на бетонну суміш; спосіб розподілення бетонної суміші; сумісність процесу укладання, ущільнення суміші і формоутворення виробу; можливість переналагодження на виготовлення різних виробів; періодичність процесу формування

Вибір раціонального способу формування визначається конструктивними особливостями виробів, що формують, технологічною схемою виробництва, ступенем і видом армування виробів, їх масою та габаритами, вимогами до якості ущільнення бетонної суміші і якості поверхні виробів.

За характером передачі коливань на бетонну суміш способи віброформування поділяються на об'ємне, поверхнєве віброформування, вібропротягування, глибинне, контактне віброформування, вібровакуумування, комбіноване віброформування

Об'ємне віброформування характеризується тим, що бетонна суміш в усьому об'ємі виробу вібрується одночасно з формою. Основна перевага способу – універсальність і конструктивна простота формувального обладнання.

Об'ємне віброущільнення - здійснюють на вібромайданчиках, на вібропоршневих установках, на ударних і ударно-вібраційних площадках (рис. 1.1). Використовують такий спосіб ущільнення на конвеєрних та потоково-агрегатних лініях. Створюються коливання: гармонійно кругові, вертикальні та горизонтальні спрямовані, просторові та негармонічні ударно-вібраційні.

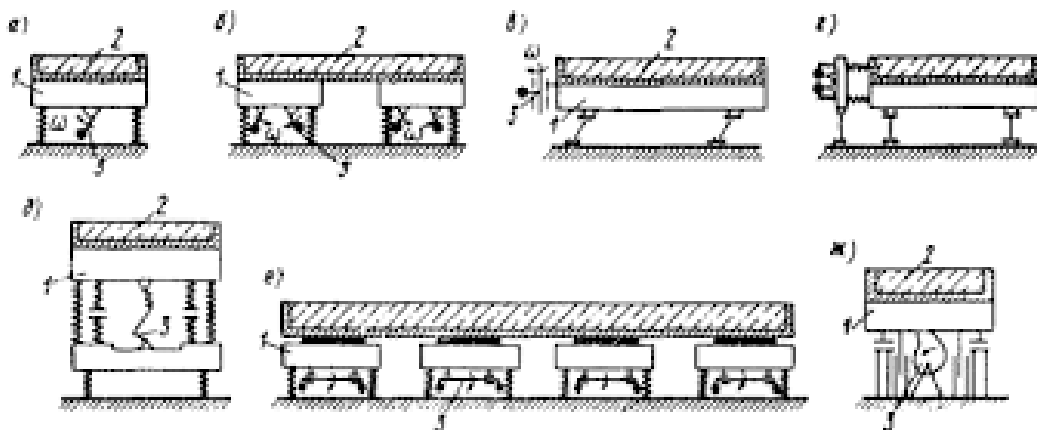


Рис. 1.1. Схеми віброплощадок для об'ємного віброущільнення

Об'ємне віброформування здійснюється головним чином на віброплощадках з вантажопідйомністю до 30 т.

Поверхнєве віброформування характеризується передачею коливань на бетонну суміш з боку відкритої поверхні виробу: вібрація на форму передається крізь бетонну суміш (рис.1.2). Поверхнєве віброформування здійснюється за допомогою віброштампів або

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вібропривантажень. Система може працювати в відривному та в невідривному режимах. Поверхнєве віброформування, як правило, використовується в поєднанні з об'ємним, як сумісна або наступна формоутворююча операція при виготовленні плит перекриттів, шпал, лотків і інших виробів складної конфігурації вільної поверхні

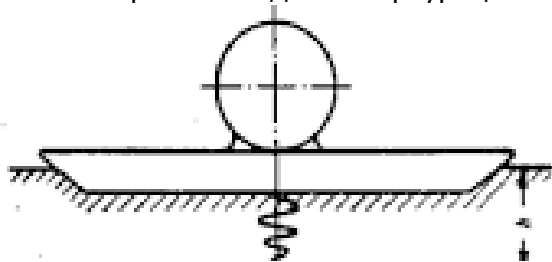
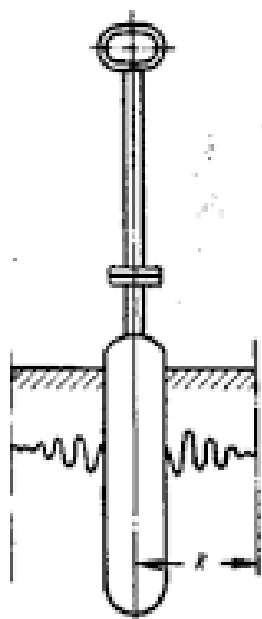


Рис. 1.2. Принципова схема поверхневого віброформування

Вібропротягування – спосіб поверхневого віброформування, в якому формувальний агрегат і форма в процесі формування виробів переміщуються один відносно іншого. Вібропротяжне формування здійснюється за допомогою вібронасадків і рухомих щитів, використовується для формування плоских виробів і конструкцій з криволінійним поперечним перерізом.

Глибинне формування характеризується тим, що вібробудувач розміщується всередині бетонної суміші і вилучається з неї в процесі або після завершення процесу ущільнення (рис.1.3).



Глибинне віброформування здійснюють за допомогою глибинних вібраторів або вібровкладишів і використовується при формуванні пустотних настилів або густоармованих крупногабаритних виробів. Глибинні вібратори застосовують в основному при немеханізованому виробництві та як допоміжний засіб для ущільнення густоармованих виробів.

Рис.1.3. схема ущільнення бетонної суміші глибинним вібратором

Зовнішнє вібрування використовується головним чином для ущільнення бетонної суміші в окремих стаціонарних формах за допомогою прикріплених до їх стінок вібраторів та у відсіках касет. У деяких випадках ущільнення відбувається в рухомих формах, забезпечених вібробудувачами.

С врахуванням того, що формування плит найчастіше здійснюють на агрегатних лініях, вибираємо об'ємне віброформування з використанням вібромайданчиків. Розміри підбираємо з врахуванням вантажопідйомності площадки і її розмірів, що прив'язуємо до розмірів форми з виробом.

Технологічна схема лінії виробництва плит за агрегатною технологією наведена на рис. 1.4

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

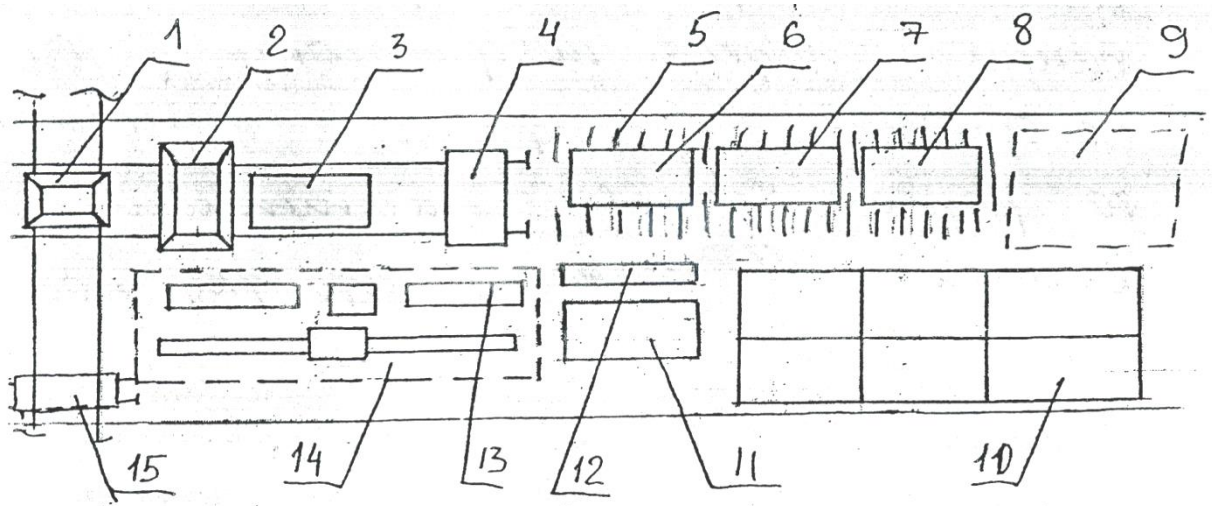


Рис. 1.4. Агрегатна лінія виготовлення дорожніх плит.

1 – естакада подавання бетонної суміші, 2 – бетоноукладач, 3 – віброплощадка, 4 – пристрій для створення шорсткості поверхні (портал на якому закріплено брезентова стрічка або капронові щітки), 5 - неприводний рольганг, 6 – пост армування, 7 – пост чищення, змашення і збирання форми, 8 – пост розпалублення, 9 – площадка для витримування готових виробів в цеху, 10 – ямні камери тверднення, 11 – оперативний запас ненапружених арматурних елементів, 12 – устаткування для електротермічного нагрівання стержнів, 13 – запас попередньо напружуваних арматурних елементів, 14 – ділянка заготовки попередньо напружуваних елементів, 15 – арматурний візок

На наведеній агрегатній лінії встановлено операційний трьох постовий рольганг, присутність якого на лінії необов'язкова. Вироби після теплової обробки мостовим краном подають на рольганг, де відкривають борти форми, передають напругу на бетон, шляхом обрізання кінців попередньо-напружених стержнів, краном знімають плиту з форми. Нормована передавальна міцність бетону плит повинна складати 70% класу бетону за міцністю на стиск. На наступному посту відбувається очищення форми від залишків бетону і змашення бортів і дна.

Останній пост на рольгану призначений для армування виробів. При виробництві ненапружених плит в форму встановлюють і фіксують необхідні арматурні елементи (сітки, петлі, скоби), при виробництві попередньо-напружених плит, окрім сіток і петель, встановлюють і напружувати арматурні елемент, які електротермічним способом нагрівають і укладають в упори форми.

В цеху розміщено ділянку виробництва попередньо-напружених елементів. Особливістю напружуваних елементів є наявність спіралей, які збільшують площу зчеплення арматури та бетону і забезпечують цілісність припорних ділянок. Тому, перед висадженням анкерних головок, на стержні спочатку одягають дві спіралі, які встановлюють в проектне положення по закінченню процесу висадження.

Далі форму з встановленою арматурою переміщують краном на пост формування, обладнаний віброплощадкою, бетоноукладачем і порталом на якому закріплено брезентова стрічка.

Формування плит можливо „лицем до низу” і „лицем до гори”. В першому випадку рифлення поверхонь дорожніх плит утворюють шляхом використання в якості дна форми листової рифленої сталі, з глибиною рифу не менш 1,0 мм. При виробництві плит з робочою

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по верхню „догори” шорсткість поверхні отримують за рахунок оброблення поверхні свіжовідформованого виробу капроновими щітками або брезентовою стрічкою.

Укладання і ущільнення бетонної суміші виконують за два проходи бетоноукладача, за необхідності опоряджують відкриту поверхню виробу.

Відформовані вироби краном встановлюють в пропарювальні камери ямного типу. Тепло-волога обробка виробів відбувається при температурі ізотермічного витримування 70 °С, швидкість піднімання температури становить 10<sup>0</sup> С/год, попереднє витримування повинно бути не менше 2-х годин.

Дорожні плити можливо виготовляти і на конвеєрних лініях – горизонтально чи вертикально-замкненому конвеєрі, однак для використання такого способу виробництво повинно мати дуже високу потужність. Можливо використання і роторного (кругового) конвеєра. Однак такий конвеєр (рис. 1.5) призначено для виробництва виключно ненапружених дорожніх плит.

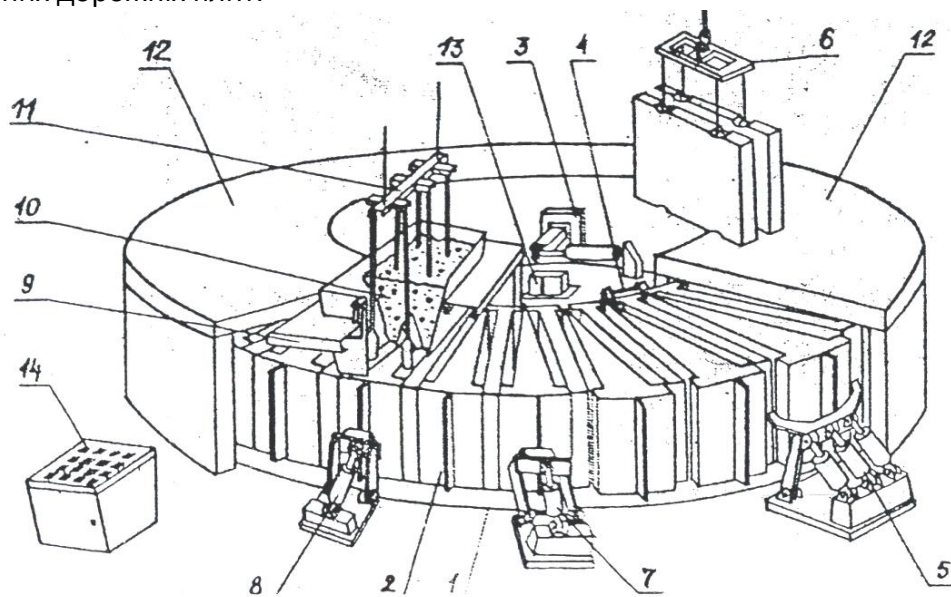


Рис. 1.5. Загальний вигляд роторного конвеєра виробництва ненапружених дорожніх плит.

1 – кільцевий поворотний піддон, 2 – клинова опалубка, 3 – важільний прилад повороту піддону, 4 - механізм розпалублення, 5 – упор, 6 – вантажопідйомний механізм, 7 – механізм збирання опалубки, 8 – механізм фіксації опалубки, 9 – рама, 10 – накопичувальний бункер, 11 – вібропакет, 12 – кільцева камера теплової обробки, 13 – гідростанція, 14 – пульт керування

За цією технологією виготовляють плити з сталими розмірами 3x1,75 м. На установці використовують клинову опалубку, з двох боків якої розміщено по виробу. Для чищення і змащення бортоснастку висувають. Армування передбачає одночасне встановлення двох арматурних каркасів. Бетонну суміш укладають одночасно в два вироби і ущільнюють за допомогою гребінки глибинних вібраторів або вібраторами бортоснащення. Теплова обробка виробів – контактним прогріванням.

Виробництво дорожніх плит можливо організувати за стандовою технологією, тоді для ущільнення бетонної суміші будуть використовуватись навісні вібратори, що розміщено під дном форми (рис.1.6). Зараз такий спосіб виробництва доволі широко застосовується для виробництва ненапружених дорожніх виробів, для напружених – є потреба в використанні підсилених конструкцій установок.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.6. Стенд для виробництва дорожньої плити

При виробництві збірних залізобетонних конструкцій з метою прискорення тверднення бетону виробів використовують теплову обробку. Використовують різні способи інтенсифікації тверднення бетонів, що відрізняються видом теплоносія: водяний пар, електроенергія, продукти згоряння природного газу, сонячна енергія і інше. Також розрізняють умови теплопередачі бетону, що твердне.

Насичений водяний пар, до недавніх пір, один з найрозповсюдженіших теплоносіїв, що широко використовується при виробництві бетонних і залізобетонних конструкцій в заводських умовах.

Тепло-волога обробка (парою) виробів здійснюється в пропарювальних камерах періодичної і безперервної дії, під переносними ковпаками або в спеціальних термоформах тощо.

Вибір теплового агрегату залежить від технології виробництва збірних залізобетонних виробів. На агрегатних лініях використовують камери періодичної дії ямного типу та термоформи, що можуть бути встановлені на підлозі цеху або в спеціальні стелажі (на таких лініях використовують пакетувальники для зменшення площі відведеної для тверднення виробів).

На конвеєрних лініях використовують камери безперервної дії – щілинні, тунельні, вертикальні. Серед таких камер найбільше розповсюдження отримали щілинні і тунельні камери тверднення. Вертикальні камери не набули широкого використання, через ненадійність механізмів (підйомників) які в них використовували.

На стендових лініях досить розповсюдженим є використання термоформ. Для обігріву термоформ використовують різні теплоносії, що забезпечують рівномірний прогрів поверхонь, які контактують з бетоном: водяний пар, гаряче повітря і відпрацьовані димові гази, різні рідини, електрична енергія тощо. Однак в більшості випадків використовується пар. Термоформи мають спеціальні «сорочки» для подачі в них теплоносія в піддоні і бортах форми. Також досить розповсюдженим способом є використання ковпаків, що встановлюють над формою з виробами.

Отже, як відмічалось вище, для виробництва дорожніх плит використовуємо агрегатну лінію й відповідно тверднення виробів здійснюємо в періодичних камерах ямного типу.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Обґрунтувати вибір заповнювачів для бетону і розрахувати склад бетонної суміші.

### Обґрунтування вибору сировинних матеріалів

Сировинні матеріали для виготовлення бетонної суміші підбирають виходячи з умов експлуатації конструкцій (за завданням – попереми́нне зволоження і висихання, заморожування і відтавання) і з врахуванням умов діючих нормативних документів.

Згідно даних табл. А.1 ДСТУ Б В.2.7-281:2011 «Цементи. Класифікація» для виробів, що експлуатуються в умовах попереми́нного зволоження і висихання та замороження і відтавання можливо використання портландцементу.

Згідно ДСТУ Б В.2.7-46-96 для бетону дорожніх і аеродромних покриттів рекомендовано використовувати цемент, що виготовляється на основі клінкеру нормованого складу зі вмістом трикальцієвого алюмінату ( $C_3A$ ) у кількості не більше 8% за масою. Для таких бетонів використовують наступні види цементу: ПЦ I-400-Н, ПЦ I-500-Н, а також ПЦ II/A-Ш-400-Н і ПЦ II/A-Ш-500-Н при застосуванні добавки гранульованого шлаку в кількості не більше 15%. Питома поверхня портландцементу з добавкою шлаку для бетону дорожніх і аеродромних покриттів повинна бути не менше  $2800 \text{ см}^2/\text{г}$ .

Марку цементу підбирають в залежності від проектного класу бетону, так для бетону класу В25 рекомендовано використовувати в'язуче марки М400.

Отже для виробництва плити використовуємо ПЦ I-400-Н.

Як дрібний заповнювач для дорожніх бетонів рекомендується застосовувати природні або штучні піски з  $M_{кр}$  не менше 2. Вміст глинистих і пилюватих часток у природному піску не більше 2%, у штучному – не більше 5%. Обираємо природний пісок з модулем крупності  $M_{кр} = 2$ .

В якості крупного заповнювача, для бетону класу В25 застосовуємо щебінь. Міцність щебня з вивержених порід, що застосовують для дорожніх і аеродромних покриттів повинна бути не менше 120 МПа, з осадових порід – не менше 80 МПа. При виборі найбільшої крупності зерен заповнювача враховуємо, що найбільша крупність зерен заповнювача повинна бути меншою  $1/3$  найменшої товщини виробу і  $3/4$  відстані між стержнями арматури; а також враховуємо вимоги нормативної документації.

Найвужче місце в конструкції становить 140 мм, тоді найбільша крупність зерен заповнювача становить  $140/3 = 46,7$  мм. Найменша відстань між арматурними елементами становить 50 мм, з врахуванням вимоги  $3/4$  відстані між стержнями, крупність становить – 37,5 мм.

Відповідно до вимог ДСТУ Б В 2.6-135:2010 (ГОСТ 25912.0-91, MOD) крупний заповнювач, що використовують для виробництва плит – щебінь з максимальним розміром 20 мм.

Отже приймаємо максимальний розмір заповнювача – 20 мм, фракції заповнювача – 5-10 і 10-20 мм.

При виробництві дорожніх і аеродромних конструкцій і покриттів використовують комплексні добавки: пластифікуюча в поєднанні з повітровтягуючою або газотворючою чи пластифікуюче-повітровтягуючою. Витрата добавок повинна бути такою, щоб забезпечити втягування в бетонну суміш необхідного об'єму повітря. Рекомендовано такій вміст залученого повітря (за об'ємом): при найбільшому розмірі заповнювача 10-20 мм –  $(5,5 \pm 1)\%$ . (при розмірі заповнювача 40-70 мм –  $(4,5 \pm 1)\%$ ).

До повітряно-втягуючих добавок гідрофобного типу, що мають широке застосування, відноситься добавка СНВ (смола нейтралізована повітровтягуюча), така добавка має невеличкий пластифікуючий ефект, вводиться в бетонну суміш з водою зачинення в кількості 0,005-0,03% від маси в'язучого (в розрахунку на суху речовину). Повітровтягуючі добавки не тільки гідрофобізують пори і капіляри бетону, а й сприяють утворенню пор,

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміром 50-250 мкм. Такі пори не заповнюються водою при загальному водопоглинанні, але можуть слугувати «резервними ємностями» для гашення внутрішніх напружень, що виникають при замерзанні води. Повітровтягуючі добавки також зменшують розшарування суміші при транспортуванні, укладанні і ущільненні. Згідно рекомендацій використовувати добавку СНВ необхідно в поєднанні з пластифікуючою добавкою ЛСТ або ЛСТМ. Добавку ЛСТ (лигносульфонат техніческий) вводять в бетонну суміш в межах 0,2-0,35 % від маси в'язучого.

Отже приймаємо для виробництва дорожньої плити комплексну добавку – СНВ+ЛСТ (0,02+0,2 %).

ЛСТ вводять в вигляді розчину концентрацією 10%, густина розчину 1,043 г/см<sup>3</sup>, СНВ вводять в бетонну суміш у вигляді розчину з концентрацією 5%, густиною 1,035 г/см<sup>3</sup>.

Характеристика сировинних матеріалів наведена в табл. 2.1

Легкоукладальність бетонної суміші – становить Р2.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Розрахунок складу бетонної суміші.

Розрахунок складу бетонної суміші виконуємо у відповідності з вимогами ДСТУ Б.2.7-215:2009 « Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу»

1. Легкоукладальність бетонної суміші (приймаємо з врахуванням особливостей формування – вібромайданчик і армування) – Р2.

2. З врахуванням виду заповнювача (щебінь) і його максимального розміру (20 мм) визначаємо орієнтовну витрату води на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші 200 л.

Добавка СНВ скорочує вміст води без зміни рухливості – 10%, тоді витрата води становить – 200-20 = 180 л.

3. Визначаємо водо-цементне співвідношення.

- визначаємо потрібне В/Ц, виходячи з міцності бетону при вигині за формулою Баженова Ю.М.:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{0,36 R_{ц}^1}{R_{згин} + 0,36 \cdot 0,2 R_{ц}^1}$$

де  $R_{ц}^1$  – міцність цементу при вигині, МПа;  $R_{згин}$  – міцність бетону при вигині, МПа

$$\frac{В}{Ц} = \frac{0,36 R_{ц}^1}{R_{згин} + 0,36 \cdot 0,2 R_{ц}^1} = \frac{0,36 \times 6}{3,6 + 0,36 \times 0,2 \times 6} = 0,35$$

- визначаємо В/Ц, виходячи з міцності бетону при стиску:

В залежності від класу бетону і активності в'язучого:

$$R_б \leq 1,2 \cdot R_{ц}; 350 \leq 1,2 \cdot 400 = 480,$$

де  $R_{ц}$  – активність в'язучого;  $R_б$  – проектна міцність бетону;

Тоді

$$\frac{В}{Ц} = \frac{A \cdot R_{ц}}{R_б + A \cdot 0,5 \cdot R_{ц}} = \frac{0,6 \cdot 400}{350 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 400} = 0,51$$

А- коефіцієнт, що залежить від якості вихідних матеріалів, приймаємо  $A = 0,6$ .

- визначають, яке потрібно В/Ц з врахуванням вимог нормативних документів –  $В/Ц=0,5$ .

Для подальшого розрахунку приймаємо найменше з одержаних значень  $В/Ц= 0,3$ .

4. Витрата цементу на 1 куб бетону :

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{180}{0,35} = 514,3 \text{ кг (кг)}$$

5. Витрата крупного заповнювач в кг на 1м<sup>3</sup> бетону визначається з умови, що сума абсолютних об'ємів всіх компонентів бетону дорівнює 1000л:

$$\Pi_{ц} = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{н.ц}} + V_{пуст} \frac{\alpha}{\rho_{н}}} = \frac{1000}{\frac{1}{2,6} + 0,38 \frac{1,6}{1,6}} = 1308,9 \text{ кг}$$

$\rho_{н}^Г$  – об'ємна густина щебеню; 2,6 кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{н}^Г$  – об'ємна насипна густина щебеню; 1,6 кг/м<sup>3</sup>,  $V_{пуст}$  – пустотність щебеню; 38%.  $\alpha$  – коефіцієнт розсунення зерен; 1,6.

6. Витрати піску на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші, з врахуванням втягнутого повітря (орієнтовно 50 л):

$$П = [1000 - (\frac{Ц}{\rho_{ц}} + В + ПОВ + \frac{\Pi_{ц}}{\rho_{г}})] \cdot \rho_{п} = [1000 - (\frac{514,3}{3,1} + 180 + 50 + \frac{1308,9}{2,6})] \cdot 2,65 = 269,5 \text{ кг}$$

7. Витрата добавок на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

- витрата добавки на суху речовину:

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{\text{СНВ}} = \frac{C \cdot \text{Ц}}{100} = \frac{0,02 \times 514,3}{100} = 0,103 \text{ кг}$$

$$D_{\text{ЛСТ}} = \frac{C \cdot \text{Ц}}{100} = \frac{0,2 \times 514,3}{100} = 1,03 \text{ кг}$$

де С- кількість добавки у відсотках від маси в'язучого, Ц – витрата в'язучого на 1 м<sup>3</sup> бетону.

- витрата добавок з врахуванням введення розчинів робочих концентрацій:

ЛСТ вводять в вигляді розчину концентрацією 10%, густина розчину 1,043 г/см<sup>3</sup>, СНВ вводять в бетонну суміш у вигляді розчину з концентрацією 5%, густиною 1,035 г/см<sup>3</sup>

$$D_{\text{СНВ}} = \frac{C \cdot \text{Ц}}{K \cdot \rho} = \frac{0,02 \times 514,3}{5 \times 1,035} = 1,99 \text{ л}$$

$$D_{\text{ЛСТ}} = \frac{C \cdot \text{Ц}}{K \cdot \rho} = \frac{0,2 \times 514,3}{10 \times 1,043} = 9,86 \text{ л}$$

Добавки містять воду:

$V_{\text{СНВ}} = 1,99 - 0,103 = 1,89 \text{ л}$ ;  $V_{\text{ЛСТ}} = 9,86 - 1,03 = 8,83 \text{ л}$ ; сумарна вода, що міститься в добавках –  $V_{\text{д}} = 2,2 + 10,3 = 12,5 \text{ л}$

8. Перерахунок номінального складу бетону на виробничий з урахуванням вологості крупного і дрібного заповнювачів та вмісту води у робочих розчинах хімічних добавок:

$$\text{Ц}_p = \text{Ц} = 514,3 \text{ кг}$$

$$\text{П}_p = \text{П} + \frac{\text{П} \cdot W_{\text{п}}}{100} = 269,5 + \frac{269,5 \times 3}{100} = 277,6 \text{ кг}$$

$$\text{Щ}_p = \text{Щ} + \frac{\text{Щ} \cdot W_{\text{г}}}{100} = 1308,9 + \frac{1308,9 \times 2}{100} = 1335,1 \text{ кг}$$

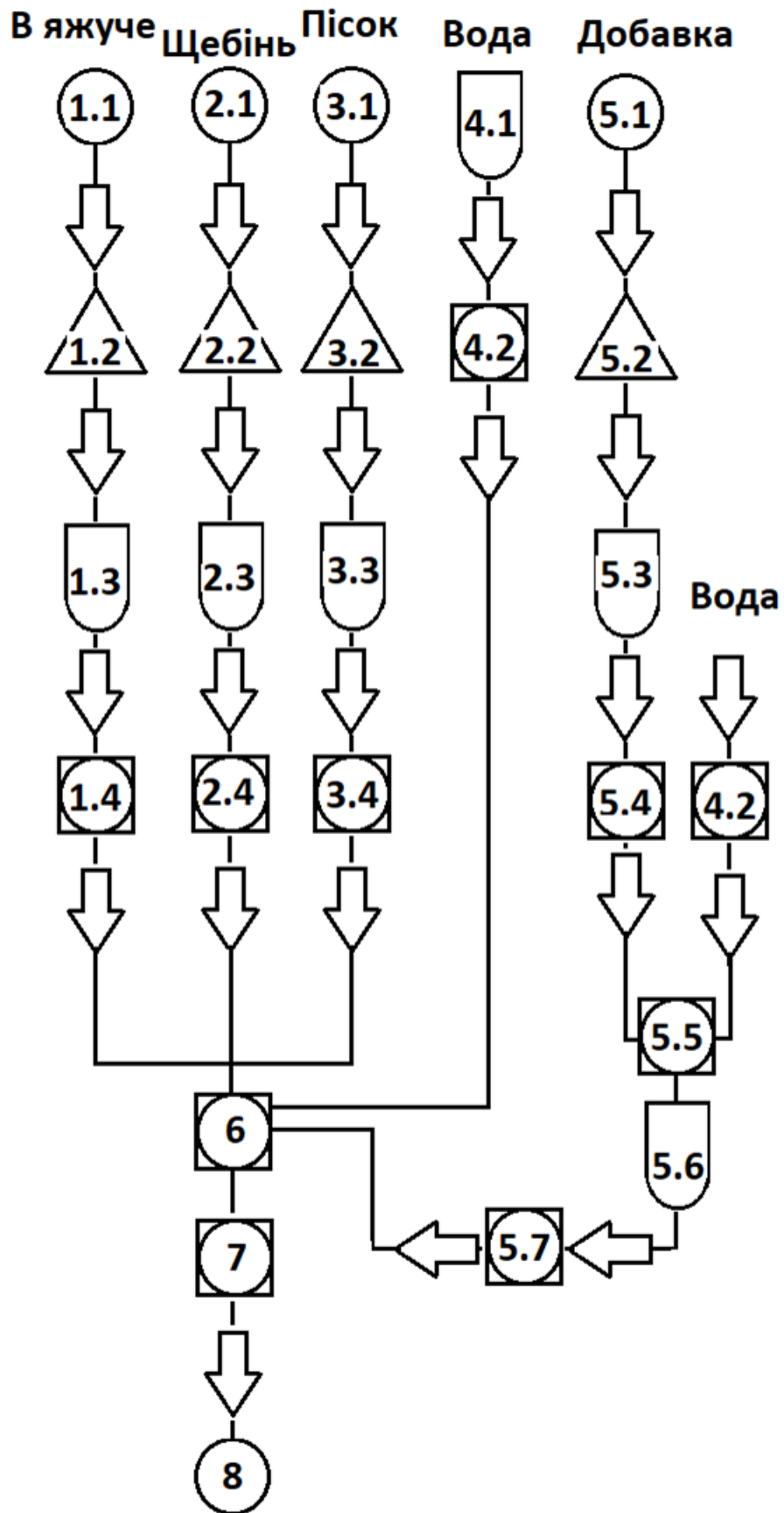
$$V_p = V - \left[ \left( \frac{\text{П} \cdot W_{\text{п}}}{100} + \frac{\text{Щ} \cdot W_{\text{г}}}{100} \right) \right] - V_{\text{д}} = 180 - \left( \frac{269,5 \times 3}{100} + \frac{1308,9 \times 2}{100} \right) - 10,72 = 135 \text{ л}$$

Склад бетонної суміші

Компонент	Витрата матеріалу на 1 м <sup>3</sup> бетонної суміші
Цемент	514,3
Пісок	277,6
Щебінь	1335,1
Вода	135
Добавки (на суху речовину)	
СНВ	0,103
ЛСТ	1,03

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Транспортно-технологічна схема виготовлення бетонної суміші



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

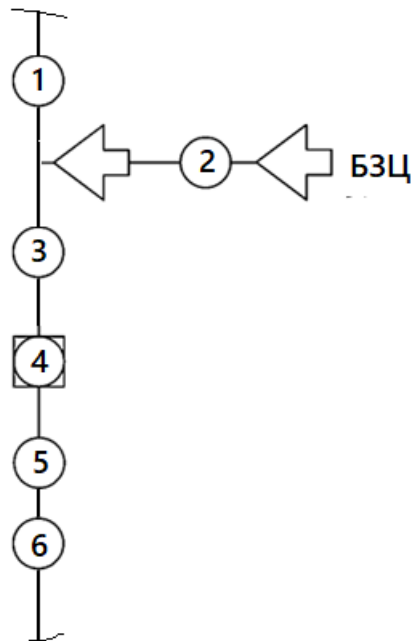
Арк.

Характеристика операцій технологічного процесу:

- 1.1 Розвантаження цементу з вагонів і/або автоцементовозів
- 1.2 Зберігання цементу в силосах (склад в'язучого)
- 1.3 Накопичення в'язучого у витратному бункері БЗЦ
- 1.4 Дозування цементу
- 2.1 Розвантаження щебню з вагонів
- 2.2 Зберігання щебню на складі
- 2.3 Накопичення щебню у витратному бункері бетонозмішувального відділення
- 2.4 Дозування щебню
- 3.1 Розвантаження піску з машини
- 3.2 Зберігання піску на складі
- 3.3 Накопичення піску у витратному бункері бетонозмішувального відділення
- 3.4 Дозування піску
- 4.1 Накопичення води у витратному бункері
- 4.2 Дозування води
- 5.1 Розвантаження хімічної добавки
- 5.2 Зберігання добавки на складі
- 5.3 Накопичування добавки в відділенні приготування розчинів хімічних добавок
- 5.4 Дозування добавки
- 5.5 Перемішування розчину (з підігрівом за потреби)
- 5.6 Накопичення розчину добавки робочої концентрації в витратному бункері бетонозмішувального відділення
- 5.7 Дозування добавки робочої концентрації
- 6 Завантаження компонентів в бетонозмішувач
- 7 Перемішування бетонної суміші
- 8 Видача бетонної суміші

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Розробити функціональну транспортно-технологічну схему процесу формування



Код	Операції і елементи операцій
1.	Встановлення форми на віброплощадку
2.	Заповнення бетоноукладача бетонною сумішшю
3.	Укладання бетонної суміші
4.	Ущільнення бетонної суміші на віброплощадці
5.	Оброблення відкритої поверхні вручну
6.	Знімання форми з виробом з віброплощадки

Формування здійснюють в положенні «лицем до гори» - згідно до завдання. Для отримання необхідної шорсткості поверхні поверхню свіжовідформованого виробу обробляємо щітками. Операція створення шорсткості може бути виконана вручну, щітку можливо прикріпити на бетоноукладач або використати спеціальні пристрій на який буде змонтовано щітки для оброблення поверхні.

Характеристика процесу формування наведена нижче, в табл.3.1, обладнання поста формування і його характеристики наведені в табл.3.2. схема поста формування – рис.3.1.

Параметри і характеристика процесу формування

Таблиця 3.1

Операції стадійного процесу	Параметри конструкції				Режими ущільнення бетонної суміші			
	Довжина, L, мм	Ширина, B, мм	Висота, H, мм	Об'єм, V, м <sup>3</sup>	Амплітуда, A, мм	Частота коливань, f,	Тривалість ущільнення, τ, сек	Тиск, P, МПа
Встановлення форми на віброплощадку	$m_{\phi}^* = 2,65 \text{ т}$							
Заповнення бетоноукладача бетонною сумішшю				1,34				
Укладання бетонної суміші за кілька проходів бетоноукладача.	5500	1500-2000	140	1,34				
Ущільнення бетонної суміші на віброплощадці				1,34	0,4-0,6	47,5-50	180-240	
Опорядження відкритої поверхні.	5500	1500-2000						
Знімання форми з віброплощадки	$m_{\phi} + m_{\text{в}} = 2,65 + 3,5 \text{ т}$							

\* Маса форми визначається за формулою  $m_{\phi} = V_{\phi} \cdot q_{\phi}$ , де  $V_{\phi}$  – об'єм бетону виробів в одній формі;  $q_{\phi}$  – металомісткість форми, яка залежить від виду виробу і технології виробництва, приймаємо за даними довідників «Справочник по технологии сборного железобетона» под ред.. Б.В.Стефанова.

$$m_{\phi} = V_{\phi} \cdot q_{\phi} = 1,34 \cdot 1,8 = 2,41 \text{ т,}$$

Для отримання необхідного окреслення виробу можливо використовувати форму, що повторює зовнішній вигляд виробу – трапецеєвидну. Найюльш доцільно використовувати прямокутну форму в якій можливо виготовляти і інші вироби, а для створення необхідного окреслення виробу використовуємо вкладиші.

Тоді, приймаємо, що маса вкладишів близько 10 відсотків й маса форми з вкладишами –  $m_{\phi} = 2,41 = 0,12 \times 2 = 2,65 \text{ т}$

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Обладнання поста формування

Таблиця 3.2

Найменування обладнання	Марка	Геометричні характеристики, мм			Потужність двигуна, кВт	Маса, т	Характеристика
		L	B	H			
Віброплощадка	СМ-476Б	7000	2500	970	28	12,4	Максимальна вантажопідйомність – 5 т; максимальний розмір виробу, що формують – 2х6 м; спосіб кріплення форм – клиновий; часта коливань 49 Гц; амплітуда коливань 0,3-0,75 мм;
Бетоноукладач	6563/1 М	2800	2300	2500	7,3	4,3	Максимальна ширина виробів, що формується – 2,5 м; швидкість руху – 0,17-0,26 м/сек; кількість бункерів – 1 шт; об'єм бункеру – 1,7 м <sup>3</sup> ; вид живильника – стрічковий; ширина колії 2,8 м
Форма		6000	2400	390		2,65	Одинарна, силова, розбірна, переносна, маса форми – 2,41т, комплектується 2 вкладишами вагою по 120 кг

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

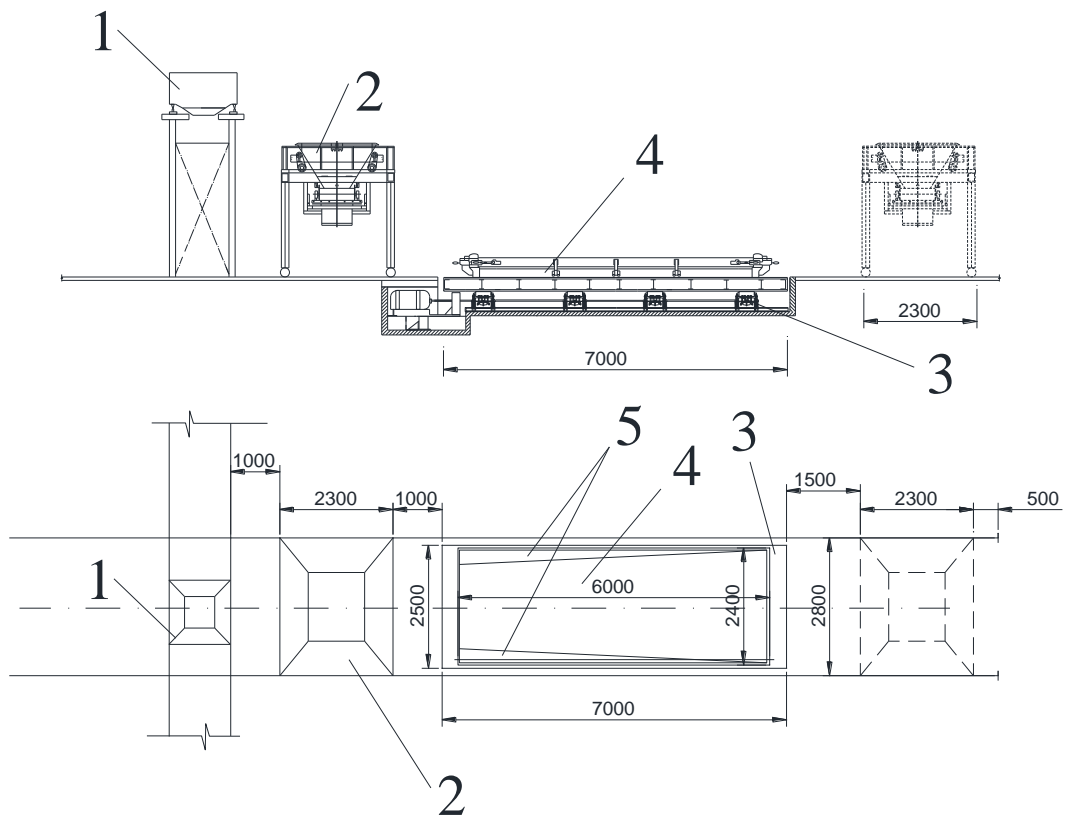


Рис. Схема поста формування попередньо-напруженої плити дорожньої плити:  
 1 – лінія подачі бетонної суміші; 2 – бетоноукладач; 3 – вібромайданчик; 4 – силова переносна одинарна форма; 5 - вкладиши

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. Обґрунтувати режим теплової обробки плит і обрахувати габарити камери

Теплова обробка виробів здійснюється в камерах періодичної дії ямного типу, які є найбільш простими і найбільш розповсюдженими агрегатами періодичної дії. Загальний вигляд камери тверднення наведено на рис. 4.1.

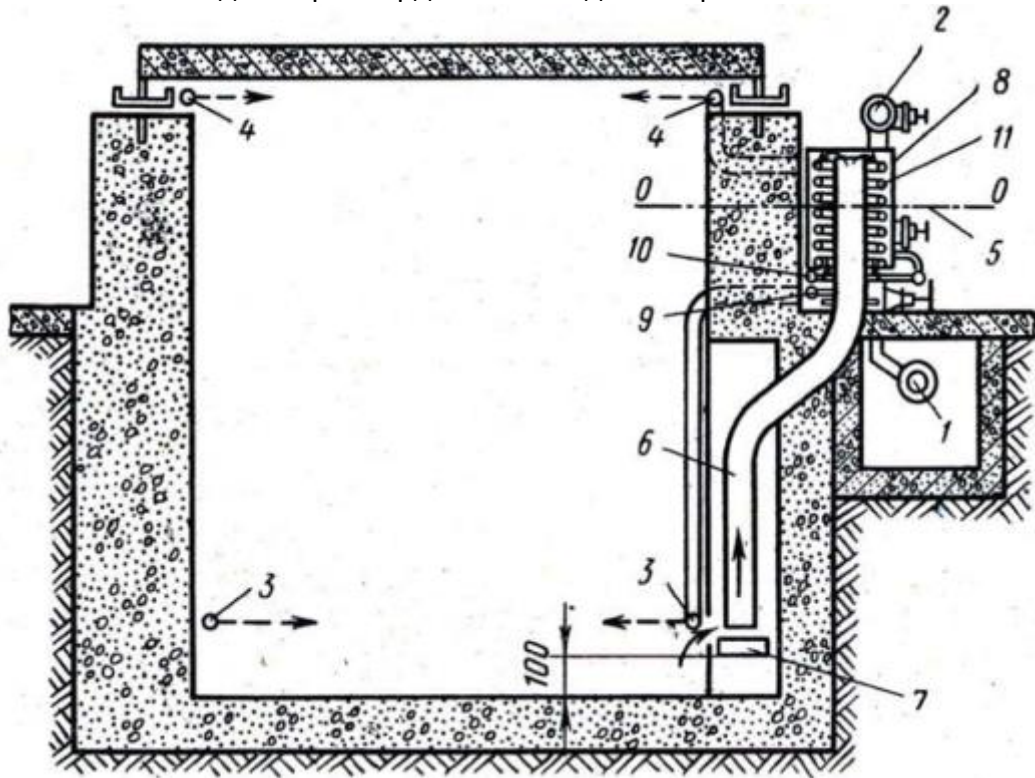


Рис. 4.1. Періодична камера ямного типу:

1 – магістральний паропровід; 2 – регулятор РПД-С; 3 – нижні перфоровані труби; 4 – верхні перфоровані труби; 5 – нижня границя парової зони в конденсаторі; 6 – зворотна труба; 7 – гідравлічний клапан; 8 - контрольний конденсатор; 9 – холодна вода з водогону; 10 – підігріта вода з контрольного конденсатора; 11 – товста мідна труба РПД-С

Режим тверднення підбираємо з врахуванням класу бетону (В25) і товщини виробу (140 мм). Також враховуємо вимогу діючого стандарту на дорожні плити - максимальна температура ізотермічного прогрівання не повинна перевищувати 70 °С.

Тривалість попереднього витримування становить 4 години, Режим – 5 + 8,5 + 3 години, з температурою ізотермічного витримування – 70 °С (табл. 4.1, рис.4.2). Режим підбрано за довідником «Производство сборных железобетонных изделий» під ред. К.В. Міхайлова.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режим тверднення

Таблиця 4.1

Періоди процесу тверднення	Режим			
	Температура, °C	Тривалість, год	Вологість, %	Швидкість нагрівання, °C/год
Попереднє витримування	20 ± 2°C (в умовах цеху)	4		
Піднімання температури	20-70	5		10
Ізотермічне витримування	70	8,5	98	
Охолодження	70-40	3		

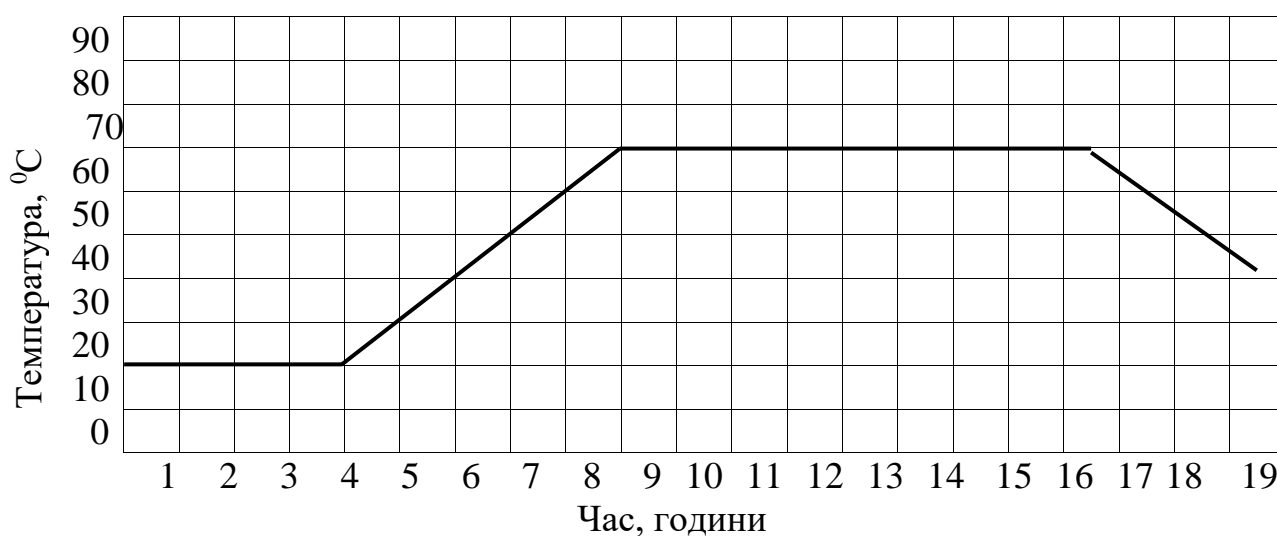
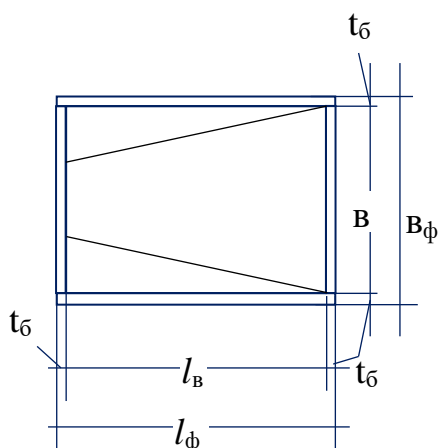


Рис.4.2. Режим тверднення (тепло-вологої обробки) дорожньої плити ПТ-55

*Технологічні параметри ямних камер*

Технологічні параметри ямних камер включають визначення кількості форм, які розміщують в камері, їх розміри та тривалість процесу теплової обробки.

Для розрахунку камери спочатку визначаємо габарити форми:



$$l\phi = 2t_{\delta} + l_b = 2 \times 0,25 + 5,5 = 6,0 \text{ м}$$

$$b\phi = 2 t_{\delta} + b_b = 2 \times 0,2 + 2 = 2,4 \text{ м}$$

$$h\phi = h_b + h_n = 0,14 + 0,25 = 0,39 \text{ м}$$

Довжина камери визначається за формулою:

$$L_k = n_{\phi}^d \cdot l_{\phi} + (n_{\phi}^d + 1) \cdot l_1 = 1 \cdot 6,0 + (1+1) \cdot 0,2 = 6,4 \text{ м,}$$

де  $n_{\phi}^d$  – кількість форм, які укладають по довжині камери, шт.;  $l_{\phi}$  – довжина форми, м;  $l_1$  – відстань між формами або між формою і стінкою, м ( $l_1 = 0,1-0,3$  м).

Ширина камери визначається за формулою:

$$B_k = n_{\phi}^w \cdot b_{\phi} + (n_{\phi}^w + 1) \cdot b_1 = 2 \cdot 2,4 + (2+1) \cdot 0,2 = 5,4 \text{ м,}$$

де  $n_{\phi}^w$  – кількість форм, які укладають по довжині камери, шт.;  $b_{\phi}$  – ширина форми, м;  $b_1$  – відстань між формами або між формою і стінкою, м ( $l_1 = 0,1-0,3$  м).

Висота камери визначається за формулою:

$$H_k = (h_{\phi} + h_2) \cdot n_2 + h_1 + h_3 = (0,39 + 0,05) \cdot 5 + 0,2 + 0,3 = 2,7 \text{ м}$$

$h_{\phi}$  – висота форми з виробом, м;  $h_2$  – проміжок між формами, м,  $h_2 = 0,05$  м;  $n_2$  – кількість форм по висоті камери, шт.;  $h_1$  – відстань між нижньою формою і дном камери, м,  $h_1 = 0,15 - 0,3$  м;  $h_3$  – відстань між верхнім виробом і кришкою камери, м,  $h_3 = 0,05 - 0,5$  м.

Тривалість зайнятості ямної камери (тривалість циклу):

$$T_k = t_3 + t_b + t_n + t_{iz} + t_o + t_p = 250 + 240 + (5+8,5+3) \cdot 60 + 250 = 1730 \text{ хв} = 28,83 \text{ год,}$$

де  $t_b$ ,  $t_n$ ,  $t_{iz}$ ,  $t_o$  – тривалості відповідно попереднього витримування, нагрівання, ізоітермічного прогрівання і остигання, год;  $t_3$  та  $t_p$  – відповідно тривалість завантаження і розвантаження камери, год:

$$t_3 = t_p = n_B^K \cdot t_{\phi} = 10 \cdot 25 = 268,4 \text{ хв,}$$

де  $n_B^K$  – місткість ямної камери, шт., кількість виробів у ямній камері (приймається кратною кількості виробів, які формують за добу;  $t_{\phi}$  – тривалість формування (згідно завдання), хв.

Коефіцієнт оборотності камери:

$$K_o^K = \frac{24}{T_k} = \frac{24}{28,83} = 0,83$$

де  $T_k$  – тривалість зайнятості камери, год.

Кількість секцій ямних камер визначається:

$$N_k = \frac{n_B^d}{n_B^K \cdot K_o^K} = \frac{39}{10 \cdot 0,81} = 4,7 \approx 5 \text{ шт}$$

де  $n_B^d$  – кількість виробів, що формують за добу, шт.;  $n_B^K$  – кількість виробів у ямній камері, шт.

Кількість виробів, що формують протягом доби, шт, визначається за формулою:

$$n_B^d = \frac{n_{zm} \cdot t_{zm} \cdot 60}{t_{\phi}} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 60}{25} = 39 \text{ шт}$$

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**5. Побудувати поопераційний графік процесу формування та встановити професійний і кількісний склад робітників зайнятих в процесі. Визначити число постів формування.**

Для побудови поопераційного графіку процесу формування необхідно визначити перелік операцій, що здійснюються на посту (розглядалось вище) та визначити трудомісткість процесу (табл. 5.1). Тривалість стадійного процесу формування наведена в табл. 5.2.

Трудомісткість процесу формування дорожніх напружених плит

Таблиця 5.1

Стадійний процес	Операції і елементи операцій	Одиниця виміру	Об'єм робіт на виріб	Норма на одиницю			Витрати праці на один виріб,
				Проф., розряд	Кількість робітників	Трудомісткість, люд.хв	
1	2	3	4	5	6	7	8
Формування	Встановлення форми на віброплощадку.	1	форма	Кранівник, формув-строп III	2	1,7	1,7
	Заповнення бетоноукладача бетонною сумішшю	м <sup>3</sup>	1,34 м <sup>3</sup>	формувальник, IV	1	1,7	2,28
	Укладання бетонної суміші за кілька проходів бетоноукладача.	до 1,5 м <sup>3</sup>	1,34 м <sup>3</sup>	формувальник, IV	1	3,5	3,5
	Ущільнення бетонної суміші на віброплощадці	до 10 м <sup>2</sup>	9,625 м <sup>2</sup>	формувальник, IV	1	13,4	13,4
	Опорядження відкритої поверхні (створення шорсткості)	10 м <sup>2</sup>	9,625 м <sup>2</sup>	формувальник, IV	1	11,2	11,2
	Знімання форми з виробом з віброплощадки	1	форма	Кранівник, формув-строп III	2	1,03	1,03

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Кількість постів формування.

Число постів формування (як і інших постів) визначають, як відношення розрахункової тривалості виконання операцій стадійного процесу, що зазначена в поопераційному графіку процесу, до планового такту випуску продукції:

$$N_i = \frac{T_{ci}}{\bar{R}},$$

де  $T_{ci}$  – розрахункова тривалість  $i$ -ого стадійного процесу, хв.;  $\bar{R}$  – плановий такт випуску продукції, хв.

Згідно з побудованого в табл.5.2 графіка тривалість процесу формування становить –  $T_{\phi} = 26,84$  хв.

Плановий такт випуску продукції (інтервал часу, через який періодично виконують випуск виробів) визначається із співвідношення:

$$\bar{R} = \frac{B_p}{N_B} \cdot q,$$

де  $B_p$  – розрахунковий фонд робочого часу, год, ( $B_p = T_{\text{річ}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot R$ , де  $T_{\text{річ}}$  – річний фонд роботи технологічного обладнання, діб (260-7-1=252);  $n_{\text{зм}}$  – кількість робочих змін на добу;  $t_{\text{зм}}$  – тривалість робочої зміни, год;  $R$  – коефіцієнт використання обладнання);

$$B_p = T_{\text{річ}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot R = 252 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,89 = 3588,48 \text{ год} = 215\,308,8 \text{ хв}$$

$N_B$  – програма випуску продукції в виробах, що виготовляють протягом року, шт.

$$N_B = \left[ \frac{P_p}{V} \right] = \left[ \frac{20000}{1,34} \right] = 14\,926 \text{ шт},$$

де  $P_p$  – річна продуктивність лінії, м<sup>3</sup> (20000 м<sup>3</sup> згідно завдання);  $V$  – об'єм бетону виробу, м<sup>3</sup>,  $V = 1,34$  м<sup>3</sup>; значення  $N_B$  округлюють до цілого числа в більший бік;  $q$  – кількість виробів, що одночасно виготовляють в одній формі, шт,  $q=1$ .

$$\bar{R} = \frac{B_p}{N_B} = \frac{215\,308,8}{14926} \cdot 1 = 14,42 \text{ хв/виріб}$$

Кількість постів формування становить:

$$N_{\phi} = 26,84 / 14,42 = 1,86 \approx 2.$$

Згідно з проведеними розрахунками для забезпечення планової програми річного випуску дорожніх попередньо-напружених плит необхідно 2 пости формування.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Перелік використаної літератури

1. ДСТУ Б В.2.6-120:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні для покриття міських доріг. Технічні умови (ГОСТ 21924.0-84, MOD)
2. ДСТУ Б В.2.7-281:2011 Цементи. Класифікація (ГОСТ 23464-79, MOD)
3. ДСТУ Б В.2.7-46-96 Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови
4. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник/ під заг. Редакцією Гоца В.І.-К.:Основа, 2019.-464с.
5. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій. Частина 2. Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій. Підручник для вищих технічних закладів. Київ : Вища школа, 1994. – 334 с.
6. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник под ред. К.В.Михайлова и К.М.Королева. – М.:Вища школа, 1989 г.
7. ДСТУ-Н Б А.3.1-35:2016. Настанова з проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів, Київ: УкрНДНЦ, 2017 - 34 с
8. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів, Київ: УкрНДНЦ, 2017 – 21 с.
9. Нормативи часу на виробництво залізобетонних виробів і конструкцій на заводах збірного залізобетону (роботи, що виконуються на агрегатно-потоківих і конвеєрних лініях)

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		