

# Кваліфікаційна робота

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

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

Виконав: студент групи ТБКВіМ-42

Павлов М.А.

Керівник: Пальчик П. П.

Київ 2023

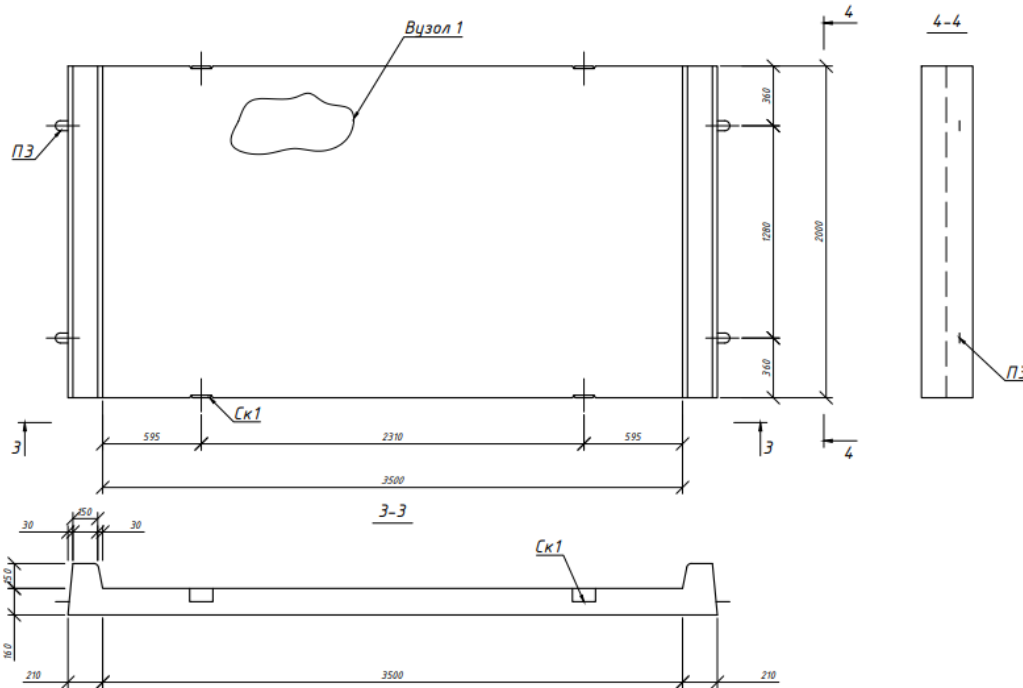
# Зміст роботи

1. Завдання на виконання атестаційної роботи
2. Розрахунково-пояснювальна записка
  - 2.1. Вступ
  - 2.2. Вибір і обґрунтування способів і технічних засобів виконання стадійних процесів теплової обробки і армування
  - 2.3. Обґрунтування вибору в'язучого і розрахунок складу бетонної суміші
  - 2.4. Складання функціональної транспортно-технологічної схеми армування з наведенням послідовності вкладання арматурних виробів
  - 2.5. Визначення режиму теплової обробки і розрахунок габаритів камери
  - 2.6. Побудова поопераційного графіка процесу армування, визначення мінімально необхідного складу робітників та визначення виробничої потужності технологічної лінії виготовлення плит
  - 2.7. Список літератури
3. Ілюстративний матеріал до розрахунково-пояснювальної записки
  - 3.1. Плакат №1 «Опалубне креслення залізобетонної дорожньої плити ПББ35.20»
  - 3.2. Плакат №2 «Армування залізобетонної дорожньої плити ПББ35.20»
  - 3.3. Плакат №3 «Транспортно-технологічна схема виготовлення бетонної суміші »
  - 3.4. Плакат №4 «Транспортно функціонально-технологічна схема створення арматурного каркасу при армуванні залізобетонної дорожньої плити ПББ35.20»
  - 3.5. Плакат №5 «Характеристика процесу тверднення»
  - 3.6. Плакат №6 «Поопераційний графік процесу армування»

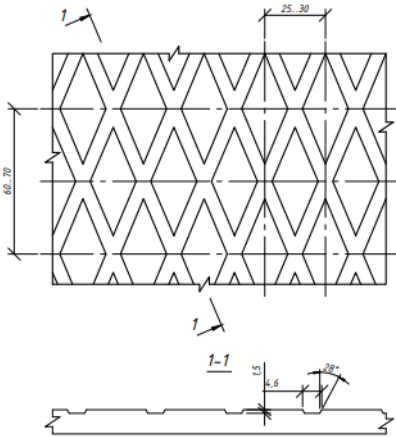
# Залізобетонна дорожня плита ПББ 35.20

## ДСТУ Б В.2.6-120:2010 "Плити залізобетонні для покриття міських доріг"

Нормативні вимоги до залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20  
ДСТУ Б В.2.6-120:2010 "Плити залізобетонні для покриття міських доріг"



Вузол 1



Характеристика залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20

№ п/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Значення
1	Довжина	мм	3920
2	Ширина	мм	2000
3	Висота	мм	160
4	Об'єм бетонної суміші	м <sup>3</sup>	1,35
5	Марка бетонної суміші	-	В30

Вид відхилення геометричного параметру	Геометричний параметр і його номінальне значення	Межі відхилення для плит, мм	
		постійних доріг	тимчасових доріг
Відхилення від лінійного розміру	Довжина і ширина плити:		
	до 2,5 м включно	±6	±10
	від 2,5 до 4,0 м включно	±8	±12
	більше 4,0 м	±10	±15
	Товщина плити	±4	±6
	Розміри вітток (монтажно-стиківі елементи)	±3	±5
Відхилення від прямолінійності	Розмір, що визначає положення закладних деталей:		
	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 включно	±4	±6
	від 2,5 до 4,0 м включно	±5	±8
Відхилення від перпендикулярності	Площинність поверхні плити (при вимірі від умовної площини, що проходить через три крайні точки) при довжині плити:		
	до 2,5 м включно	±4	±6
	від 2,5 до 4,0 м включно	±5	±8
Відхилення від рівності діагоналей	Перпендикулярність суміжних торцевих граней плит на ділянці довжиною:		
	400 мм	±2	±3
	1000 мм	±2,5	±4
Відхилення від різності діагоналей	Різниця довжин діагоналей поверхонь плит при їх найбільшому розмірі (довжині і ширині):		
	до 4,0 м включно	±8	±8
	більше 4,0 м	±10	±10

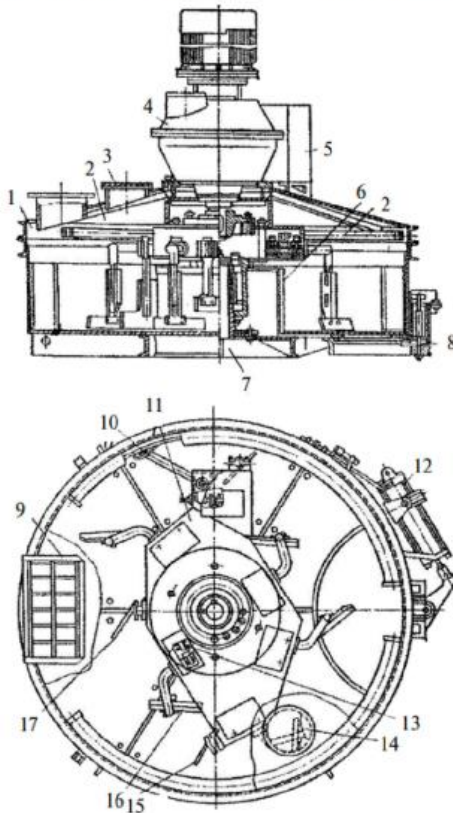
Кваліфікаційна робота бакалавра				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Павлов М.А.			
Керівник	Пальчик П.П.			
Зав. каф.	Гоц В.І.			
Об'єкт: Організаційні рішення виробництва залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20				
Опалубне креслення				
Стадія	Аркуш	Аркушів		
Н	1	6		
ТБКВМ-42				



# Приготування бетонної суміші

## ДСТУ Б В. 2.7-43-96 "Будівельні матеріали. Бетони важкі"

Схема бетонозмішувача СБ-3 примусової дії

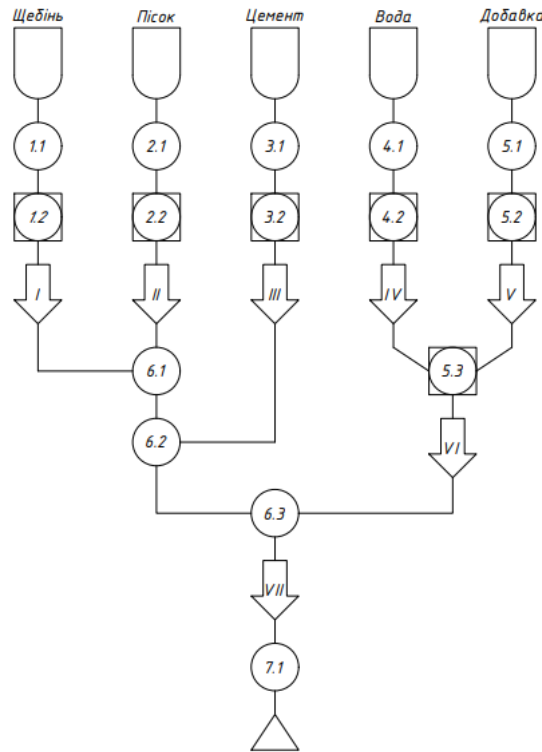


1-корпус-чаша; 2-кришка; 3-вітяжний патрубков; 4-мотор редуктор; 5-пульт керування; 6-центральный стакан; 7-злівна труба; 8-розвантажувальний затвор; 9-завантажувальний лок для заповнювачів; 10-зовнішній очисний скребков; 11-ротор; 12-пневматичний циліндр; 13-пружина; 14-завантажувальний патрубков для цементу; 15-верхня лопать; 16-нижня лопать; 17-внутрішній очисний скребков.

Технічні характеристики роторного змішувача

Найменування показників	Марка роторного змішувача
	СБ-3
Об'єм готового замісу, л	1600
Місткість по завантаженню, л	2400
Кількість циклів за годину	20
Найбільша крупність заповнювача, мм	120
Потужність електродвигуна, кВт	25

Функціональна транспортно-технологічна схема виготовлення бетонної суміші



1.1. Оперативний запас щебіню; 1.2. Дозування щебіню; 2.1. Оперативний запас піску; 2.2. Дозування піску; 3.1. Оперативний запас цементу; 3.2. Дозування цементу; 4.1. Оперативний запас води; 4.2. Дозування води; 5.1. Оперативний запас добавки; 5.2. Дозування добавки; 5.3. Приготування робочого розчину добавки; 6.1. Попереднє змішування щебіню і піску; 6.2. Змішування піску, щебіню і цементу; 6.3. Змішування заповнювачів, води і добавки; 7.1. Передача бетонної суміші на пост формування.

I - Передача щебіню до змішувача;  
II - Передача піску до змішувача;  
III - Передача цементу до змішувача;  
IV - Передача води в ємність для приготування робочого розчину добавки;  
V - Передача добавки в ємність для приготування робочого розчину добавки;  
VI - Передача робочого розчину добавки в змішувач;  
VII - Вивантаження готового бетонного розчину на транспортний засіб.

Розрахунок складу бетонної суміші

1. Легкоукладальність бетонної суміші - Ж1

2. Визначаємо водоцементне відношення за формулою ВНД1:

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

3. Визначаємо водопотребу "В" бетонної суміші з урахуванням використання суперпластифікатора CENTRAMENT N3:

$$B = 175 - 175 \cdot 0,15 = 149 \text{ л/м}^3$$

4. Визначаємо витрату цементу "Ц" на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

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

5. Визначаємо пористість щебіню  $V_{щ}$  в долях одиниці:

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

6. Визначаємо витрату щебіню "Щ" на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

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

7. Визначаємо витрату піску "П" на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

$$П = \left[ 1000 - \left( \frac{Щ}{\rho_{щ}} + \frac{Ц}{\rho_{ц}} + B \right) \right] \rho_{п} = \left( 1000 - \left( \frac{1557}{2,65} + \frac{324}{2,98} + 149 \right) \right) \cdot 2,56 = 398 \text{ кг/м}^3$$

8. Визначаємо витрату добавки "Д" від маси цементу:

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

9. Визначаємо коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{П}{\gamma_{п}} + \frac{Щ}{\gamma_{щ}} + \frac{Ц}{\gamma_{ц}}} = \frac{1000}{\frac{324}{1,4} + \frac{1557}{1,38} + \frac{1557}{1,65}} = 0,68$$

10. Визначаємо собівартість "С" матеріалів на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

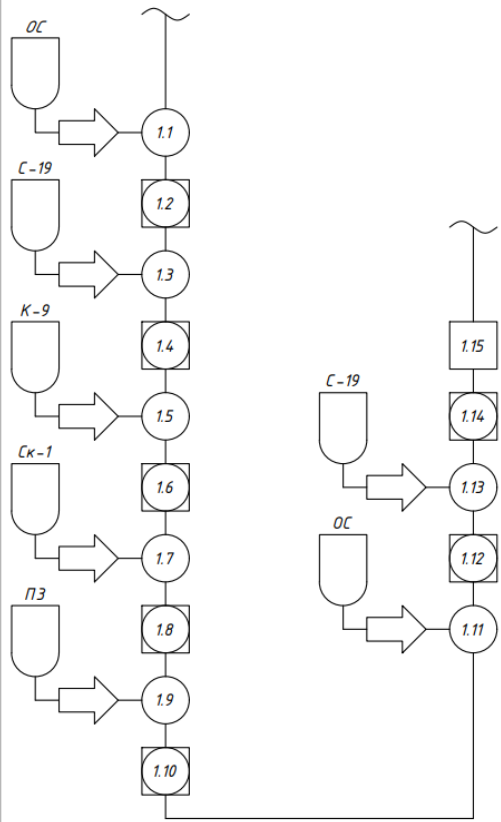
$$С = C_{щ} \cdot Ц + C_{п} \cdot П + C_{ц} \cdot Ц + C_{д} \cdot Д = 1,43 \cdot 324 + 0,061 \cdot 398 + 0,116 \cdot 1557 + 25 \cdot 3,24 = 749 \text{ грн.}$$

Склад бетонної суміші

Компоненти бетонної суміші	Витрати матеріалу на 1 м <sup>3</sup> бетонної суміші, кг
Портландцемент (ПЦ-I, М500)	324
Пісок	398
Щебінь гранітний (фракції 5-20)	1557
Вода	149
Додатка CENTRAMENT N3	3,24

Кваліфікаційна робота бакалавра				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Павлов М.А.			
Керівник	Пальчик П.П.			
Зав. каф.	Гоц В.І.			
Обґрунтування технологічних і організаційних рішень виробництва залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20				
Транспортно-технологічна схема виготовлення бетонної суміші				
Стадія	Аркуш	Аркушів		
Н	3	6		
ТБКВМ-42				

# Функціональна транспортно-технологічна схема створення арматурного каркасу при армуванні дорожньої плити ПББ35.20



## Вимоги до арматурного прокату для армування дорожньої плити

1. Арматурний прокат виготовляють згідно з вимогами ДСТУ 3760:2019 за технологічним регламентом затвердженим у встановленому порядку. Спосіб виготовлення арматурного прокату визначає виробник. На вимогу покупця виробник зазначає спосіб виготовлення у супроводжувальній документації.
2. Масові частки хімічних елементів у сталі за ковшевою пробною та вуглецевий еквівалент ( $C_e$ ) мають відповідати нормам, наведеним у таблиці 1.

Клас арматурного прокату	Масова частка елементів, % не більше ніж						$C_e$ не більше ніж
	Вуглець	кремені	марганець	фосфор	сірка	азот	
A240С	0,22	0,50	-	0,045	0,045	-	0,50
A400С, A500С	0,22	0,50	-	0,045	0,050	0,012	0,08

3. Граничні відхилення за хімічним складом у готовому прокаті від норм, установлених в таблиці 1, мають відповідати значенням, наведеним у таблиці 2.

Хімічний елемент	Граничний відхил, %
Вуглець	+0,02
Марганець	+0,10
Кремені	+0,10
Сірка	+0,005
Фосфор	+0,005
Азот	+0,001

4. Зварюваність арматурного прокату забезпечують хімічним складом і технологією виготовлення, установленою відповідним регламентом виробника.
5. Механічні властивості арматурного прокату і результати випробування на згин в стані постачання або після штучного старіння мають відповідати нормам, наведеним у таблиці 3.

Клас арматурного прокату	Гранична температура експлуатації, °С	Механічні характеристики					Випробування на згин в холодному стані	Діаметр опроби, мм	Діаметр арматури, мм (номінальний) / номер прокату
		Границя плинності, фланець (угодки), Н/мм <sup>2</sup>	Тічасовий опір, Н/мм <sup>2</sup>	Відношення тимчасового опору до границі плинності	Відношення в'язкості після розробки, %	Повна відносна видовження за максимального навантаження, %			
A240С	-	240	370	1,25	25	-	80	0,5 ді	
A400С	-	400	500	1,10	16	5,0	90	3 ді	

- 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 С 19 (нижній шар);
- 1.4. Фіксація сітки С 19 в проектному положенні;
- 1.5. Встановлення каркасів К 9;
- 1.6. Фіксація каркасів К 9 в проектному положенні;
- 1.7. Встановлення скоб Ск 1;
- 1.8. Фіксація скоб Ск 1 в проектному положенні;
- 1.9. Встановлення монтажних петель ПЗ;
- 1.10. Фіксація монтажних петель ПЗ 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 С 19 (верхній шар);
- 1.14. Фіксація сітки С 19 в проектному положенні;
- 1.15. Фіксація елементів арматурного каркасу в проектному положенні.

6. Для арматурного прокату класів А400С, А500С, А600С в прутках тимчасовий опір не повинен перевищувати значень, наведених у таблиці 3, більше ніж на 250 Н/мм<sup>2</sup>.
7. На поверхні прокату не повинно бути тріщин, пелен, закатів, раковин та інших дефектів, які можуть спричинити невідповідність нормованих характеристик.

## Експлуатаційні якості зварних з'єднань при статичному і динамічному навантаженні

Позначення з'єднання	Температура експлуатації	Арматурні сталі, класи, марки, діаметри, мм					
		А-III			25Г2С		
		35ГС		25Г2С		25Г2С	
		до 18	до 28	до 40	до 18	до 28	до 40
К1-Кт	до зварювання	5		4	5	5	4
	після зварювання	4		3	4	3	3
	Вище 0	НД		3		НД	
К3-Рр	Вище 0	НД		3		НД	
	Нижче 0	НД					

### Оцінка експлуатаційних якостей зварних з'єднань

Комплексна оцінка в балах експлуатаційних якостей зварних з'єднань (міцність, пластичність, ударна в'язкість, металографічні фактори та ін.) залежно від типу з'єднання та способу зварювання, марки сталі та діаметра арматури, а також температури експлуатації (виготовлення) при статичних навантаженнях наведено у таблиці. При оцінці експлуатаційних якостей при багаторазово повторюваних навантаженнях значення балів слід орієнтовно знижувати на один порівняно із прийнятими значеннями при статичних навантаженнях. Додатково слід користуватися нормативними документами на проектування залізобетонних конструкцій будівель та споруд різного призначення. Бали для зварних з'єднань арматури призначені за умови дотримання регламентованої технології виготовлення арматурних та заставних виробів.

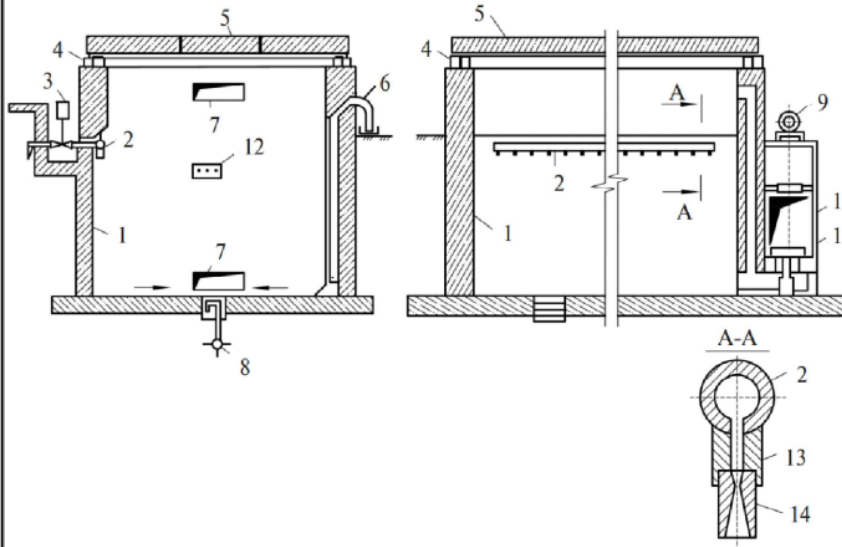
Для зварних з'єднань гарячекатаної арматурної сталі:

- 5 - гарантується рівномірність вихідного металу та пластичне руйнування;
  - 4 - зварне з'єднання задовольняє вимогам ГОСТ 5781, що висуваються до сталі у вихідному стані;
  - 3 - зварне з'єднання задовольняє вимог ГОСТ 10922, що пред'являються до зварних з'єднань.
- Для зварних з'єднань термомеханічно зміцненої арматурної сталі:
- 5 - зварне з'єднання задовольняє вимогам ГОСТ 10884, що висуваються до сталі у вихідному стані, і характеризується пластичним руйнуванням;
  - 4 - тимчасовий опір розриву зварної сполуки може бути нижчим за нормований за ГОСТ 10884 до 5%;
  - 3 - тимчасовий опір розриву зварної сполуки може бути нижчим від нормованого за ГОСТ 10884 до 10%;
  - НД - з'єднання до застосування не допускаються.

Кваліфікаційна робота бакалавра								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Об'єкт організації рішення виробництва залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20	Сталі	Аркуш	Аркушів
Розробив	Павлов М.А.						Н	4
Керівник	Пальчик П.П.							
Зав. каф.	Гоц В.І.				Транспортно-технологічна схема армування	ТБКВМ-42		

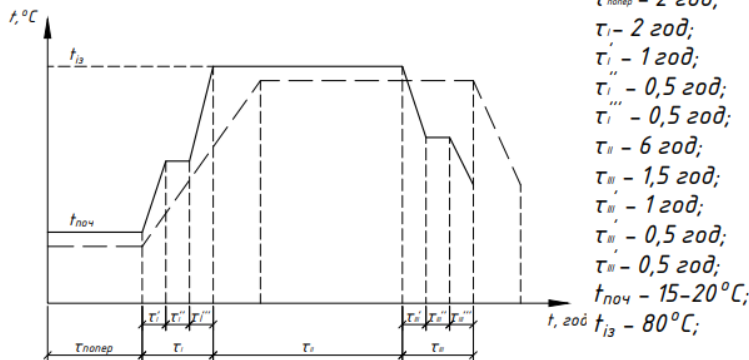
# Характеристика процесу тверднення

Схема ямної камери конструкції ПДК КІБІ



1 – огороження камери; 2 – колектор з паровипускними соплами; 3 – виконавчий механізм системи автоматичного регулювання подачі пари; 4 – гідрозатвор; 5 – теплоізолювана кришка камери; 6 – зворотна труба з клапаном; 7 – вентиляційні вікна; 8 – конденсатопровід; 9 – електропривід вентиляційного клапана; 10 – магістральний вентиляційний канал; 11 – гідрозатвор клапана; 12 – датчики САР; 13 – міфта; 14 – сопло.

## Режим теплової обробки



## Нормативні вимоги до ТВО

1. Рациональне витрачання теплової енергії забезпечується застосуванням сучасних малоенергоємних способів ТВО, удосконаленням конструкцій теплових агрегатів, вибором режимів ТВО на основі системного підходу до процесу виробництва виробів, використанням хімічних добавок прискорювачів тверднення, швидкотверднучих в'язучих, а також застосування засобів автоматичного керування ТВО.
2. Вид теплового агрегату та теплоносія належить визначати залежно від типу технологічної лінії (конвеєрна, агрегатно-потокова, касетна, стендова), до складу якої входить агрегат, конструкції та матеріали виробів, що прогріваються, кліматичних умов і ряду інших вимог за критеріями техніко-економічної ефективності та екологічної безпеки відповідно до діючої нормативної документації.
3. ТВО виробів з важкого бетону допускається проводити у будь-яких теплових агрегатах, прогрівання конструкційно-теплоізоляційного легкого бетону звичайно провадять в камерах сухого прогрівання або термоформах.
4. Теплові агрегати повинні бути обладнані надійною запіррегулюючою арматурою, а також приладами автоматичного обліку витрат теплової енергії і автоматизованими системами керування ТВО.
5. Режим ТВО може бути реалізований шляхом автоматичного керування процесом за жорсткими або адаптивними програмами чи шляхом ручного регулювання.
6. Максимальна температура ізотермічного прогрівання не повинна перевищувати 80-85 °С для виробів з важкого, дрібнозернистого та легкого конструкційного бетонів на порландцементі та швидкотверднучому цементі.
7. Швидкість зниження температури середовища в теплових установках (ячні, щільні, тунельні камери) після ізотермічного прогрівання в період остигання виробів з важкого і легкого конструкційного бетонів повинна бути не більше 30 °С / год.

## Розрахунок габаритів камери

1) Визначаємо габарити форми:

$$\text{Довжина форми: } l_f = 2t_6 + l_6 = 2 \cdot 0,2 + 3,92 = 4,32 \text{ м}$$

$$\text{Ширину форми: } b_f = 2t_6 + b_6 = 2 \cdot 0,2 + 2 = 2,4 \text{ м}$$

$$\text{Висота форми: } h_f = h_6 + h_8 = 0,2 + 0,31 = 0,51 \text{ м}$$

2) Визначаємо довжину камери:

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

де  $n_1$  - кількість виробів по довжині камери, шт;  $l_f$  - довжина форми, м;

$l_1$  - відстань між формами або між формою і стінкою, м ( $l_1 = 0,2 \dots 0,3$  м).

3) Визначаємо ширину камери:

$$B_K = n_2 \cdot b_f + (n_2 + 1) \cdot l_1 = 2 \cdot 2,4 + (2 + 1) \cdot 0,2 = 5,4 \text{ м.}$$

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

4) Визначаємо висоту камери:

$$H_K = h_1 + (h_6 + h_2) \cdot n_3 - h_2 + h_3 = 0,2 + (0,51 + 0,1) \cdot 4 - 0,1 + 0,3 = 2,84 \text{ м.}$$

де  $n_3$  - кількість виробів, укладених по висоті одного ряду, шт;  $h_6$  -

висота форми, м;  $h_1$  - відстань від підлоги камери до дна форми, м;  $h_3$  -

відстань від поверхні верхнього виробу до кришки камери, м ( $h_1 =$

$h_3 = 0,15 \dots 0,3$  м);  $h_2$  - відстань між формами з виробами, що визначається

установкою кронштейнів або спеціальних прокладок, м; ( $h_2 = 0,05 \dots 0,5$  м).

					Кваліфікаційна робота бакалавра			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Обґрунтування технологічних і організаційних рішень виробництва залізобетонної дорожньої плити ПББ 35.20	Старий	Архив	Архив
Розробив		Павлов М.А.					Н	5
Керівник		Пальчик П.П.						
Зав. каф.		Гоц В.І.			Характеристика процесу тверднення	ТБКВМ-42		



Дякую за увагу