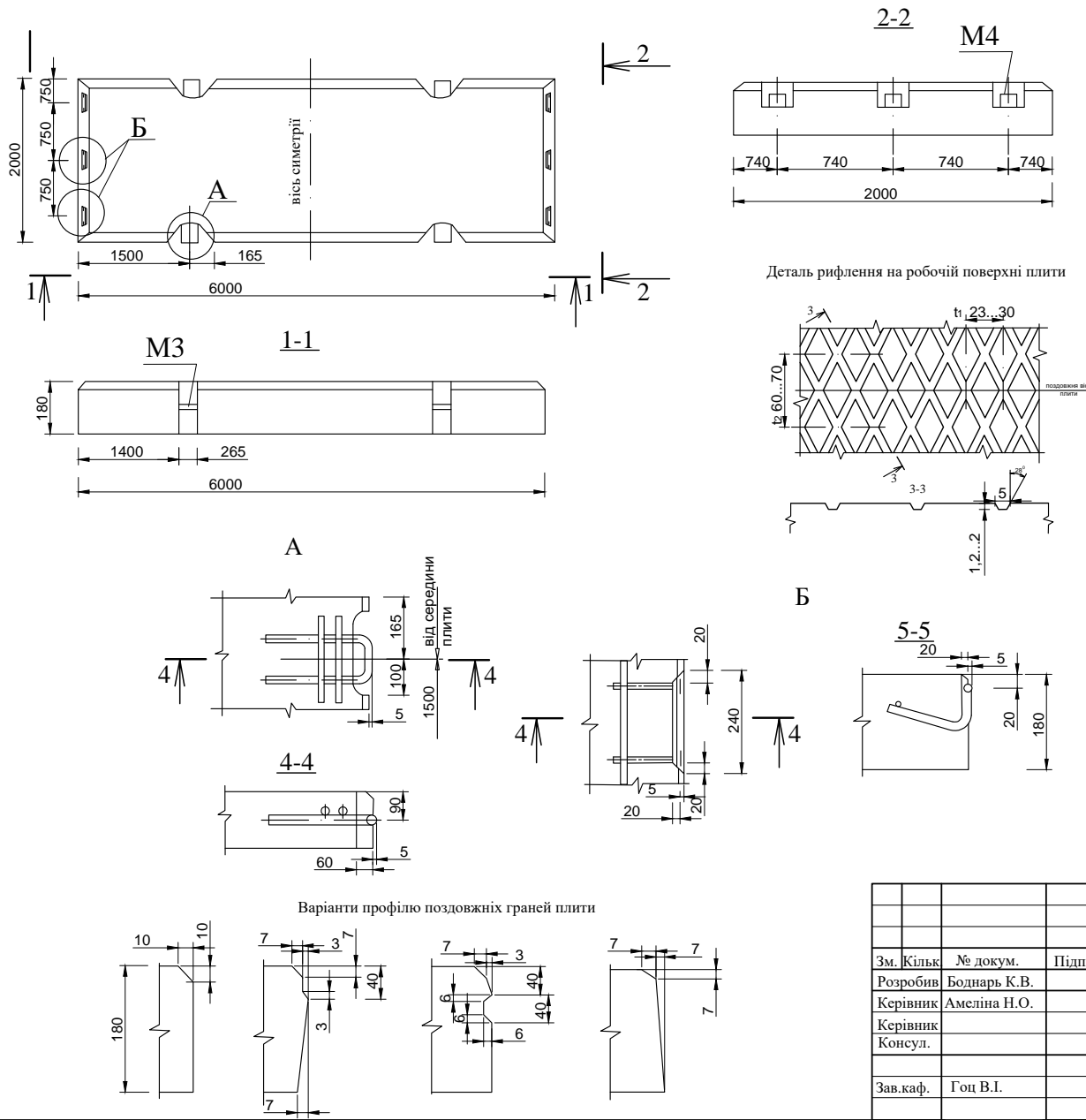


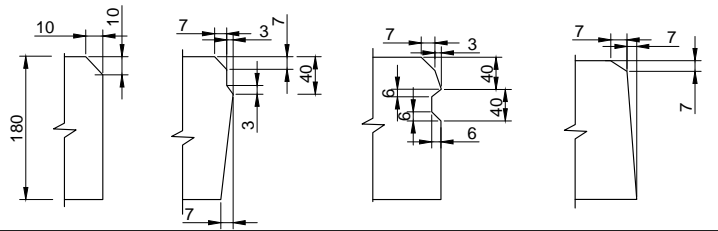
Плита аеродромного покриття ПАГ-18



Характеристика плити аеродромного покриття

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Допустиме значення
1	Геометричні розміри:		
	- довжина	мм	6000
	- ширина	мм	2000
2	Відхилення від лінійного розміру		
	фактичних розмірів панелі від номінальних	мм	
	- по довжині	мм	± 6
	- по ширині	мм	± 5
3	Зміщення монтажно-стиків		
	- вздовж грані плити	мм	5
	- перпендикулярно до грані плити	мм	2
4	Відхилення від прямолінійності		
	прямолінійності профілю поверхні та бічних граней		
5	Перпендикулярність суміжних торцевих граней плит на ділянці довжиною:		
	400 мм	мм	2
6	Різниця довжин діагоналей робочої поверхні плити	мм	2,5
	1000 мм	мм	10
7	Вид бетону	Важкий	
8	Клас бетону	B	B25
9	Об'єм бетону на виріб	м ³	2,16
10	Маса панелі	кг	5500
11	Марка бетону за морозостійкістю	F	F200
12	Марка бетону за водонепроникністю	W	W4
13	Ширина усадкових та інших поверхневих технологічних тріщин	мм	не більше 0,05
14	Нормована передавальна міцність бетону	%	не менше 70

Варіанти профілю поздовжніх граней плити



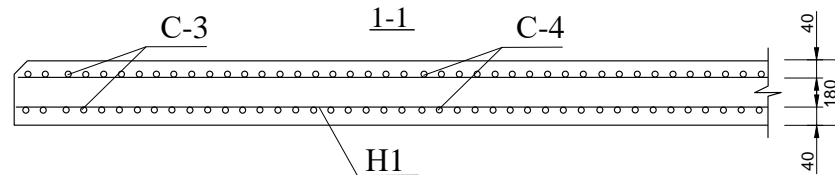
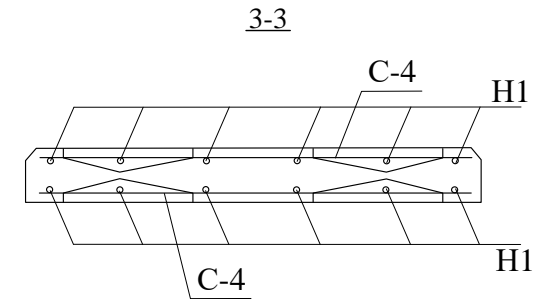
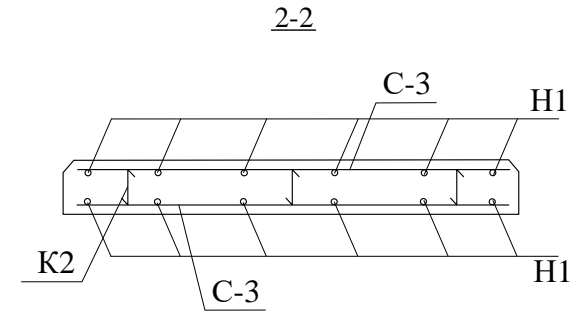
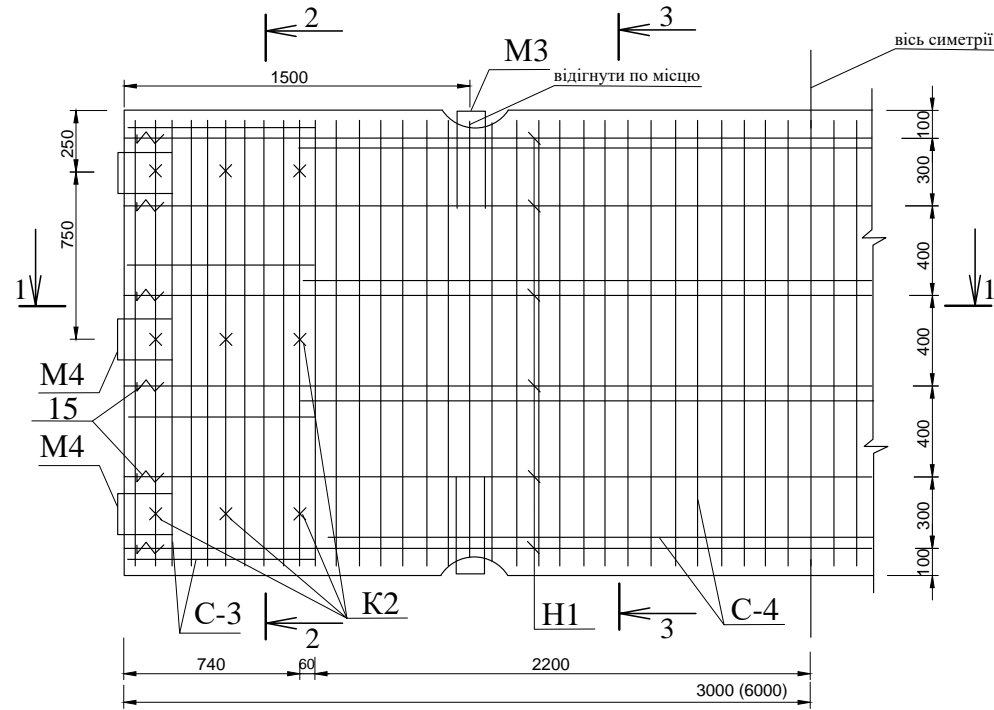
Кваліфікаційна робота бакалавра

Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Розробив		Боднар К.В.			БР		
Керівник		Амеліна Н.О.					
Керівник					Арк. 1	Аркушів 6	
Консул.							
Зав.каф.		Гоц В.І.			зТБКВМ- 51		

Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва плити аеродромного покриття ПАГ-18

Плита аеродромного покриття ПАГ-18

Схема армування плити аеродромного покриття ПАГ-18



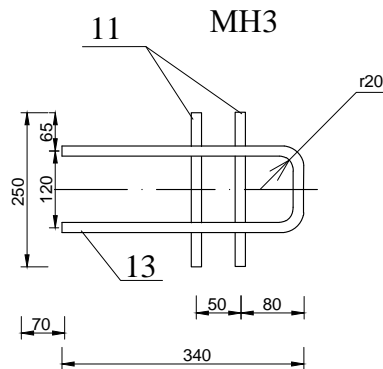
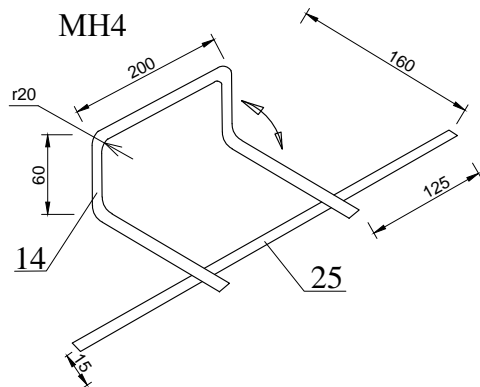
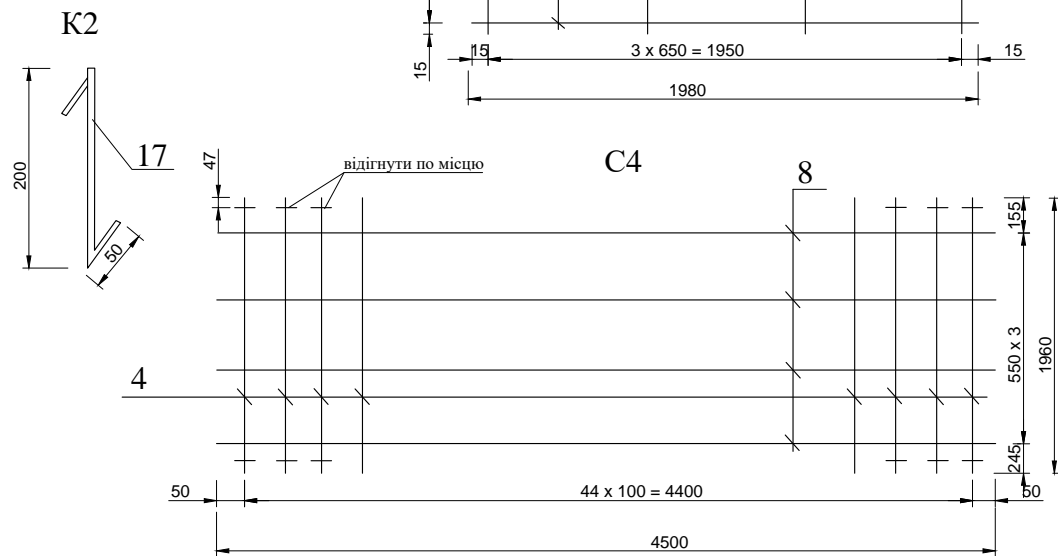
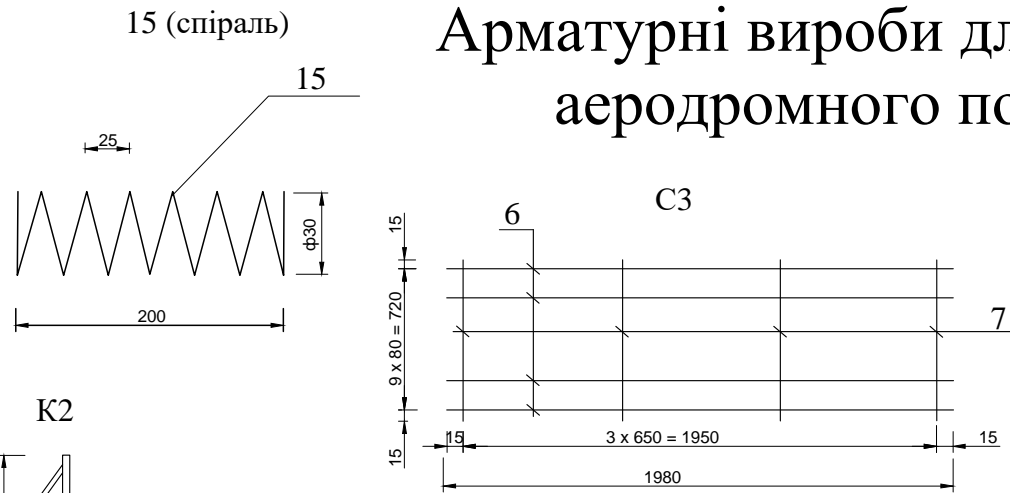
Марка арматурного виробу	Найменування	Кількість, шт
C3	Арматурна сітка	4
C4	Арматурна сітка	2
H1	Напружена арматура	12
M3	Монтажно-стиковий виріб	4
M4	Монтажно-стиковий виріб	6
15	Спіраль	24
K2	Скоба	18

Кваліфікаційна робота бакалавра				Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР	Арк. 2 Аркушів 6
Розробив	Боднар К.В.					
Керівник	Амеліна Н.О.					
Керівник Консул.						
Зав.каф.	Гоц В.І.				3ТБКВМ- 51	

Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва плити аеродромного покриття ПАГ-18

Схема армування дорожньої плити аеродромного покриття ПАГ-18

Арматурні вироби для армування плити аеродромного покриття ПАГ-18



Специфікація арматури

Марка арматурного виробу	Позначення	Діаметр і клас	Кількість	Вибірка арматури				Загальна маса арматурного виробу, кг
				за довжиною		за масою, кг		
				елементу, мм	на виріб, м	елементу	на виріб	
C3	6	10A-II (A300)	10	1980	19,8	1,22	12,22	12,65
	7	5ВрI	4	750	3,0	0,108	0,43	
C4	4	5ВрI	45	1960	88,0	0,3	13,58	16,38
	8	5ВрI	4	4500	18,0	0,69	2,8	
15	70	3Вр-I	1	1250	1,25	0,065	0,065	0,065
K2	17	5Вр-I	1	260	0,26	0,037	0,037	0,037
M3	13	22A-I (A240)	1	800	0,8	2,38	2,38	2,69
	11	10A-I (A240)	2	250	0,5	0,154	0,31	
M4	14	18A-I (A240)	1	730	0,73	1,46	1,46	1,53
	25	5ВрI	1	450	0,45	0,065	0,065	
H1	-	140ArV (Ar800)	1	6000	6,0	7,26	7,26	7,26

Кваліфікаційна робота бакалавра

Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Розробив		Боднар К.В.			БР		
Керівник		Амеліна Н.О.					
Керівник							
Консул.							
Зав.каф.		Гоц В.І.			Арк. 3	Аркушів 6	
Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва плити аеродромного покриття ПАГ-18					зТБКВМ- 51		
Арматурні вироби для армування плити аеродромного покриття ПАГ-18							

Вибір в'язучого і заповнювачів та розрахунок складу бетонної суміші

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 (згідно з завданням) – Ж1.
2. З врахуванням виду заповнювача (щебінь) і його максимального розміру (20 мм) визначаємо орієнтовну витрату води на 1 м³ бетонної суміші 175 л.

Добавка MICROPORAN скорочує вміст води без зміни рухливості – 10%, тоді витрата води становить – 175-17,5 = 157,5 л.

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

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

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

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

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

В залежності від класу бетону і активності в'язучого:

$$R_6 \leq 1,2 \cdot R_n; 350 \leq 1,2 \cdot 500 = 480,$$

де R_n – активність в'язучого; R_6 – проектна міцність бетону;

Тоді

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_n}{R_6 + A \cdot 0,5 \cdot R_n} = \frac{0,6 \cdot 500}{350 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 500} = 0,51$$

A- 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 :

$$Ц = \frac{B}{B/Ц} = \frac{157,5}{0,3} = 525 \text{ кг (кг)}$$

Введення добавки STACHEMENT NN1 дозволяє скоротити витрату в'язучого на 15% без втрати міцності бетону. Тоді витрата цементу становить 525 – 78,8 = 446,2 кг

5. Витрата крупного заповнювач в кг на 1м³ бетону визначається з умови, що сума абсолютних об'ємів всіх компонентів бетону дорівнює 1000л:

$$Ц = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{нц}} + V_{пуст} \frac{\alpha}{\rho_n}} = \frac{1000}{\frac{1}{2,6} + 0,38 \frac{1,3}{1,6}} = 1442,2 \text{ кг}$$

ρ_n^1 – об'ємна густина щебню; 2,6 кг/м³; ρ_n^1 – об'ємна насинна густина щебню; 1,6 кг/м³; $V_{пуст}$ – пористість щебню; 38%. α – коефіцієнт розсушення зерен; 1,3.

6. Витрати піску на 1 м³ бетонної суміші, з врахуванням витягнутого повітря (орієнтовно 40 л):

$$П = [1000 \cdot (\frac{Ц}{\rho_n} + B + ПОВ + \frac{Ш}{\rho_c})] \cdot \rho_n = [1000 \cdot (\frac{446,2}{3,1} + 157,5 + 40 + \frac{1442,2}{2,6})] \cdot 2,6 = 270 \text{ кг}$$

7. Витрата добавок на 1 м³ бетонної суміші:

- витрата добавки:

$$D_{STACHEMENT NN1} = \frac{C \cdot Ц}{100} = \frac{0,4 \times 446,2}{100} = 1,8 \text{ л}$$

$$D_{MICROPORAN} = \frac{C \cdot Ц}{100} = \frac{0,2 \times 446,2}{100} = 0,9 \text{ л}$$

де C- кількість добавки у відсотках від маси в'язучого, Ц – витрата в'язучого на 1 м³ бетону.

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

$$\begin{aligned} Ц_p &= Ц = 446,2 \text{ кг} \\ П_p &= П + \frac{П \cdot W_n}{100} = 270 + \frac{270 \times 3}{100} = 278,1 \text{ кг} \\ Ш_p &= Ш + \frac{Ш \cdot W_c}{100} = 1442,2 + \frac{1442,2 \times 2}{100} = 1471 \text{ кг} \\ B_p &= B - [(\frac{П \cdot W_n}{100} + \frac{Ш \cdot W_c}{100})] \cdot B_d = 157,5 - (\frac{270 \times 3}{100} + \frac{1442,2 \times 2}{100}) = 120,6 \text{ л} \end{aligned}$$

Вибір в'язучого і заповнювачів

Сировинні матеріали для виготовлення бетонної суміші підбирають виходячи з умов експлуатації конструкцій (за завданням – поперемінне зволоження і висихання, заморозування і розморозування) 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 поперемінного зволоження і висихання та заморозування і відтавання можливо використання поргладцементу.

Згідно ДСТУ Б.В.2.7-46:96 для бетону аеродромних покриттів рекомендовано використовувати цемент, що виготовляється на основі клінкеру нормованого складу з вмістом тривалентного алюмінію (С₃A) у кількості не більше 8% за масою. Для таких бетонів використовують наступні види цементу: ПЦ І-400-Н, ПЦ І-500-Н, а також ПЦ ІІА-ІІІ-400-Н і ПЦ ІІА-ІІІ-500-Н при застосуванні добавки гранульованого шлаку в кількості не більше 15%. Питома поверхня поргладцементу з добавкою шлаку для бетону дорозових і аеродромних покриттів повинна бути не менше 2800 см²/т.

Марку цементу підбирають в залежності від проектного класу бетону. Для бетону класу В25, що використовується для аеродромних плит використовуємо цемент марки М500 ПЦ 500 РН

Як дрібний заповнювач для дорозових бетонів рекомендується застосовувати природий або штучний пісок з M_p не менше 2. Вміст глинистих і пилуватих часток у природному піску не більше 2%, у штучному – не більше 5%. Об'ємом природий пісок з модулем крупності $M_p = 2$.

В якості крупного заповнювача, для бетону класу В25 застосовуємо щебінь. Міцність щебіня з вищезазначених порід, що застосовують для дорозових і аеродромних покриттів повинна бути не менше 120 МПа з осевих 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 сферичними арматурами, а також враховуємо вимоги нормативної документації.

Найвище місце в конструкції становить 180 мм, тоді найбільша крупність зерен заповнювача становить 180/3 = 60 мм. Найменша відстань між арматурними елементами становить 50 мм, з врахуванням вимоги 3/4 відстані між сферами, крупність становить – 37,5 мм.

Відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.6-135:2010 (ГОСТ 2592-01, МОН) крупний заповнювач, що використовується для виробництва плит – щебінь з максимальним розміром 20 мм.

Стає прийнятною максимальний розмір заповнювача – 20 мм, фракції заповнювача – 5-10 і 10-20 мм.

Характеристика сировинних матеріалів

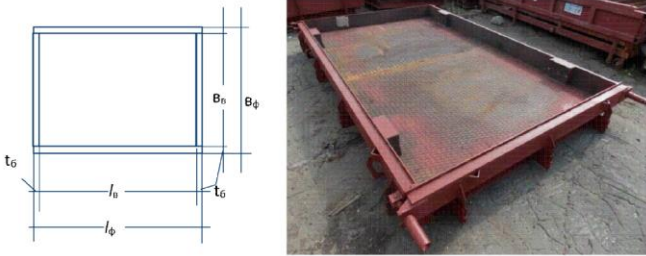
Найменування сировини, матеріалу	Позначення нормативного документа	Технічна характеристика сировини
Поргладцемент ПЦ 500 РН	ДСТУ Б В.2.7-46-96, ДСТУ Б В.2.7-112	Тісто нормальності густини 27 %, початок тузавлення не раніше 60 хв., а закінч не пізніше 10 год. від початку замішування, при випробуванні за ДСТУ Б В.2.7-185:2009 цемент повинен забезпечувати рівномірність заповнювача при стиску у вані 7 діб – не менше 18 МПа, 28 діб – не менше 38 МПа, товщина пласту – 85 % проби повинна проходити крізь сито №008, середня активність при протравленні більше 27Мпа, вміст оксиду сіркової кислоти, SO ₃ , – не більше 4,0%, вміст сульфату не більше 3%. Насипна густина цементу 1,3 г/см ³ густина цементу 3,1 г/см ³
Пісок	ДСТУ Б В.2.7-32	Модуль крупності Мр 2, щільність зерен 2,6 г/см ³ , насипна густина 1550 кг/м ³ , вміст пилуватих, глинистих, мунистих частинок і імплодних фракцій не більше 2%, у тому числі глини в грудках – 0,25%, вологість піску 3%, вміст в піску сірих, сірчаних, сірчанокислих з'єднань в перерахунок – не більш 1% за вагою, вміст зерен розміром від 5,0 до 10 мм не більше 10% за вагою, вміст зерен, що проходять крізь сито №016 не більше 15% за вагою, вологість 3 %
Щебінь	ДСТУ Б В.2.7-75	Фракція 5-10 і 10-20 мм. Насипна густина 1,60 кг/м ³ , щільність зерен щебню 2800 г/см ³ , пористість 38%, вміст в щебні зерен пластичності (опалювані і голчасті форми) 8%, марка по дробимості 1200 (втрати маси при випробуванні в сухому і насиченому водою стані – до 11% включно); вміст зерен слабкої порід до 5% за масою; вміст в щебні пилуватих і глинистих часток до 1 %, вміст глини в грудках до 0,25%; морозостійкість не менше F200. Щебінь не повинен містити сторонніх забруднювачів домішок, марка щебню по стирковості - ІІ-І (втрати маси до 25% вкл), вологість 2%.

Кваліфікаційна робота бакалавра								
Зм.	Кільк	№ докум	Підпис	Дата	Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва плити аеродромного покриття ПАГ-18	Літера	Маса	Масштаб
Розробив		Боднар К.В.				БР		
Керівник		Амеліна Н.О.			Аркуш 4		Аркушів 7	
Зав.каф.		Гоц В.І.			Вибір в'язучого і заповнювачів та розрахунок складу бетонної суміші	зТБКВМ 51		

Характеристика режиму тверднення і розрахунок камери

Технологічні параметри ямних камер

Для розрахунку камери спочатку визначасмо габарити форми:



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

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

$$h_{\phi} = h_b + h_n = 0,18 + 0,25 = 0,43 \text{ м}$$

Довжина камери визначається за формулою:

$$L_k = n_{\phi}^A \cdot l_{\phi} + (n_{\phi}^A + 1) \cdot l_1 = 1 \cdot 6,5 + (1+1) \cdot 0,2 = 6,9 \text{ м,}$$

де n_{ϕ}^A – кількість форм, які укладають по довжині камери, шт.; l_{ϕ} – 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:

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

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

Висота камери визначається за формулою:

$$H_k = (h_{\phi} + h_2) \cdot n_2 + h_1 + h_3 = (0,43 + 0,05) \times 5 + 0,2 + 0,3 = 2,9 \text{ м}$$

h_{ϕ} – 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):

$$T_k = t_3 + t_n + t_{iz} + t_0 + t_p = 238,3 + 240 + (6+8+3) \times 60 + 238,3 = 1736,6 \text{ хв} = 28,94 \text{ год,}$$

де t_n , t_{iz} , t_0 – тривалості відповідно попереднього витримання, нагрівання, ізотермічного прогрівання і остигання, год; t_3 та t_p – відповідно тривалість завантаження і розвантаження камери, год:

$$t_3 = t_p = n_{\phi}^K \cdot t_{\phi} = 10 \times 23,83 = 238,3 \text{ хв,}$$

де n_{ϕ}^K – місткість ямної камери, шт., кількість виробів у ямній камері (приймається кратною кількості виробів, які формують за добу; t_{ϕ} – тривалість формування (тривалість ритму), хв.

Коефіцієнт оборотності камери:

$$K_0^K = \frac{24}{T_k} = \frac{24}{28,94} = 0,83$$

де T_k – тривалість зайнятості камери, год.

Кількість секцій ямних камер визначається:

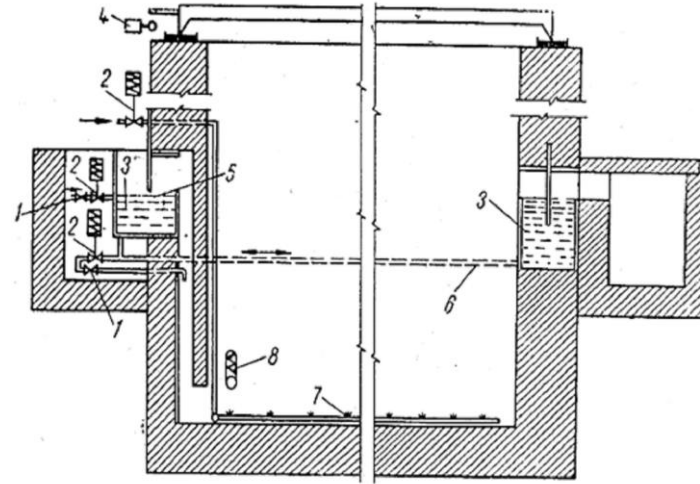
$$N_k = \frac{n_{\phi}^A}{n_{\phi}^K \cdot K_0^K} = \frac{41}{10 \cdot 0,83} = 4,94 \approx 5 \text{ шт}$$

де n_{ϕ}^A – кількість виробів, що формують за добу, шт.; n_{ϕ}^K – кількість виробів у ямній камері, шт.

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

$$n_{\phi}^A = \frac{n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot 60}{t_{\phi}} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 60}{23,83} = 41 \text{ шт}$$

Періодична камера тверднення ямного типу



- 1 - вентелі для регулювання зливу і подавання води в затвори; 2 - електромагнітні вентелі; 3 - водні затвори; 4 - кінцевий вимикач; 5 - повітряний зазор; 6 - з'єднувальна труба; 7 - подавання пари в камеру; 8 - термометр опору

Режим тверднення (тепло-вологої обробки)

Періоди процесу тверднення	Режим			Швидкість нагрівання, °С/год
	Температура, °С	Тривалість, год	Вологість, %	
Попереднє витримання	20 ± 2°С (в умовах цеху)	4		
Підняття температури	20-70	6		10
Ізотермічне витримання	70	8	98	
Охолодження	70-40	3		

				Кваліфікаційна робота бакалавра			
Зм.	Кільк	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Розробив		Боднар К.В.			БР		
Керівник		Амеліна Н.О.					
Керівник							
Консул.							
					Арк. 5	Аркушів 6	
Зав.каф.		Гоц В.І.			Характеристика режиму тверднення і розрахунок камери		
					зТБКВМ- 51		

