



*Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”*

**Дипломна робота:
“Модифікований портландцемент
будівельного призначення”**

Виконав студент гр. Н-30 Лігезін Станіслав Леонідович

Керівник: доцент, КТН Тараненкова Вікторія Віталіївна

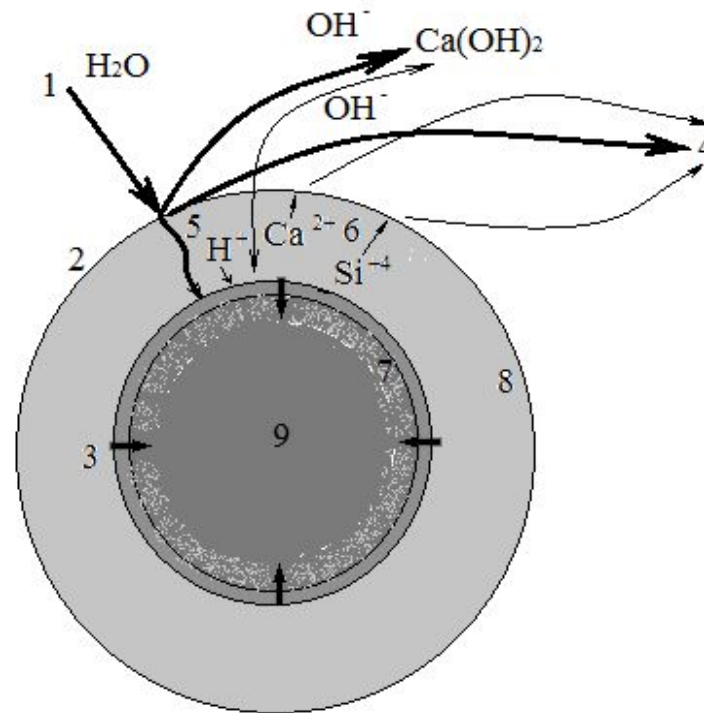
Актуальність дипломної роботи

- Модифікуючі добавки для портландцементів широко застосовуються в будівельній галузі, і дозволяють отримувати цементи з підвищеними експлуатаційними властивостями при мінімальних затратах

Мета:

- ❑ Метою даної роботи є розробка комплексної добавки для портландцементу будівельного призначення для збільшення міцності при стиску

Механізм гідратації C_3S на останньому періоді реакції



1 – розчин; 2 – вихідна поверхня C_3S ; 3 – розповсюдження зони на границі розділу; 4 – «поверхневий продукт» CSH; 5 – отримання H^+ ; 6 – втрати Ca^{2+} s SiO_2 ; 7 – перегрупування атомів; 8 – «внутрішній продукт» CSH; 9 – не взаємодіявший C_3S

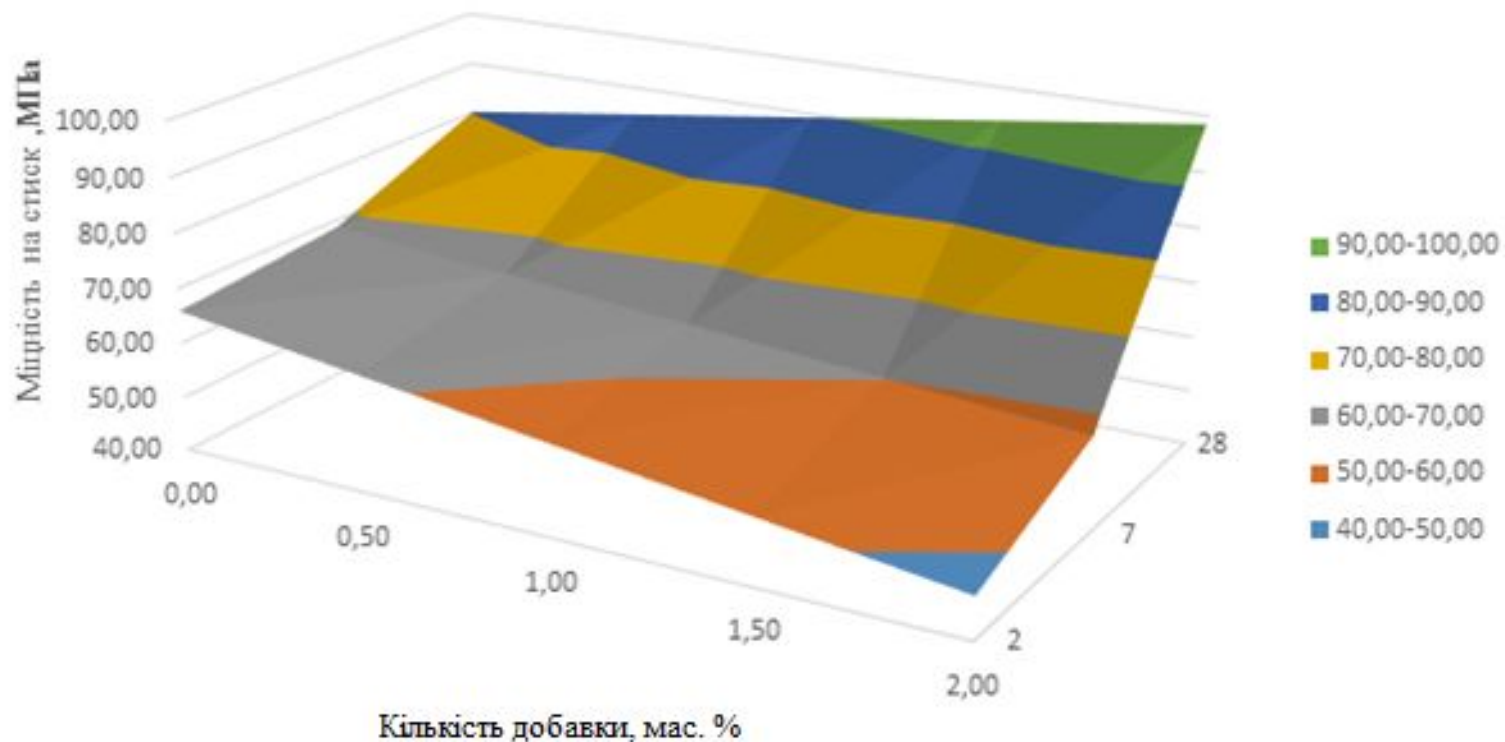
ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕМЕНТУ ПАТ “ЄВРОЦЕМЕНТ-УКРАЇНА”

Характеристика	Марка цементу
	ПЦІ – 500 Н
Межа міцності на стиск у віці :	
2 діб, н/мм ²	24,0
28 діб, н/мм ²	52,0
Активність при пропарюванні, МПа	35,0
Тонина помелу цементу, мас. %	91,0
Термін тужавіння, хв.:	
Початок	200
Кінець	260
Масова доля шлаку, %	Не має
Ознаки хибного тужавіння	Не має
Рівномірність змінень об'єму	Витриманий

Вплив хлориду кальцію на міцність при стиску

Кількість добавки, мас. %	В/Ц, %	Міцність при стискуванні МПа , у віці, діб			
		2		28	
0	26,50	75,28	63,60	62,30	77,88
		59,70		80,47	
		55,81		90,86	
2,00	26,50	45,43	49,76	114,22	100,81
		45,43		77,88	
		58,41		110,33	

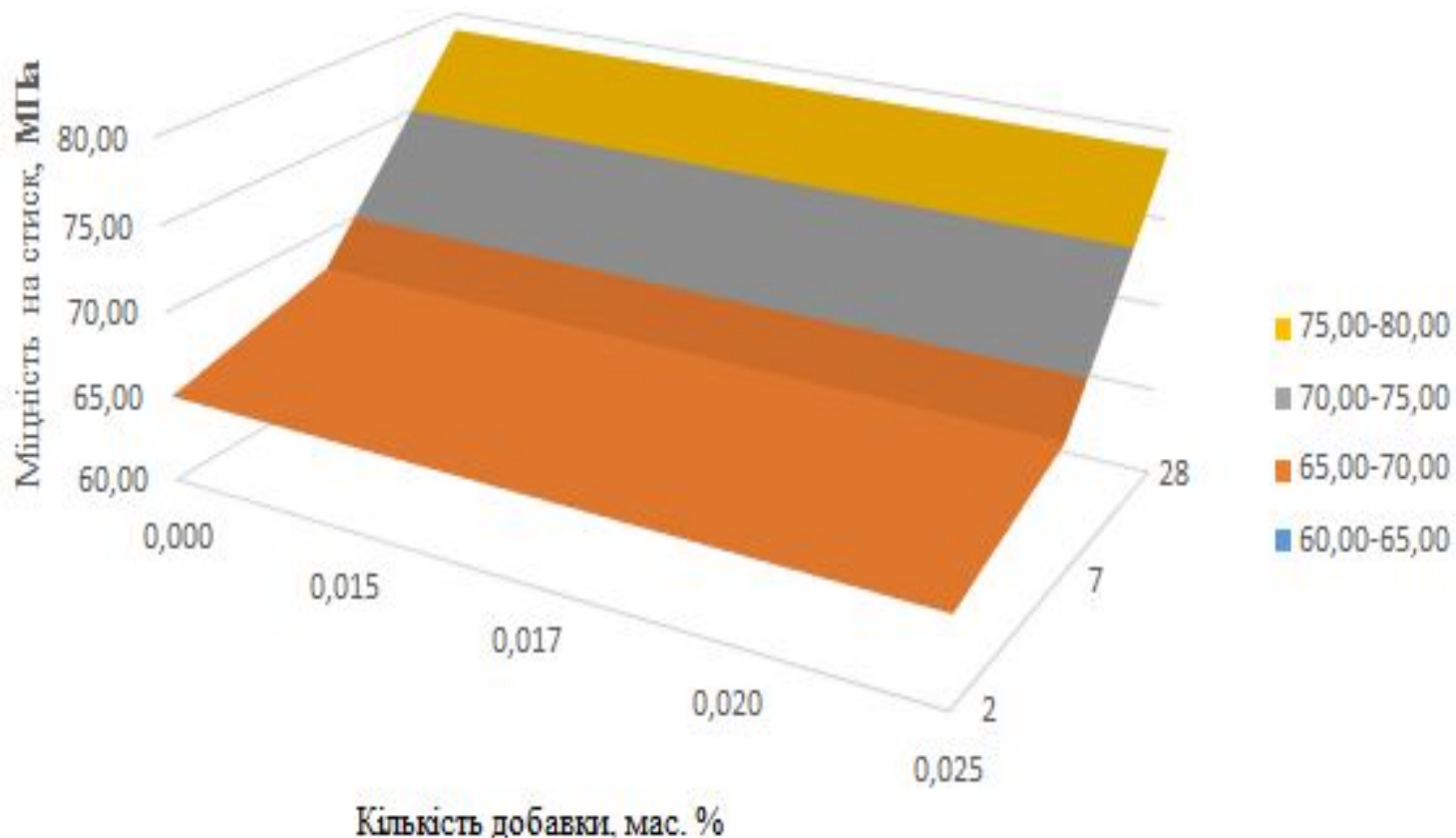
Вплив хлориду кальцію на міцність при стиску



Міцність при стиску експериментальних зразків ПЦ з добавкою $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Кількість добавки, %	В/Ц, %	Міцність при стискуванні МПа , у віці, діб			
		2		28	
0	27,00	75,28	63,60	62,30	77,88
		59,70		80,47	
		55,81		90,86	
0,025	27,00	64	65,77	103,84	80,01
		71,3		64,90	
		60		71,30	

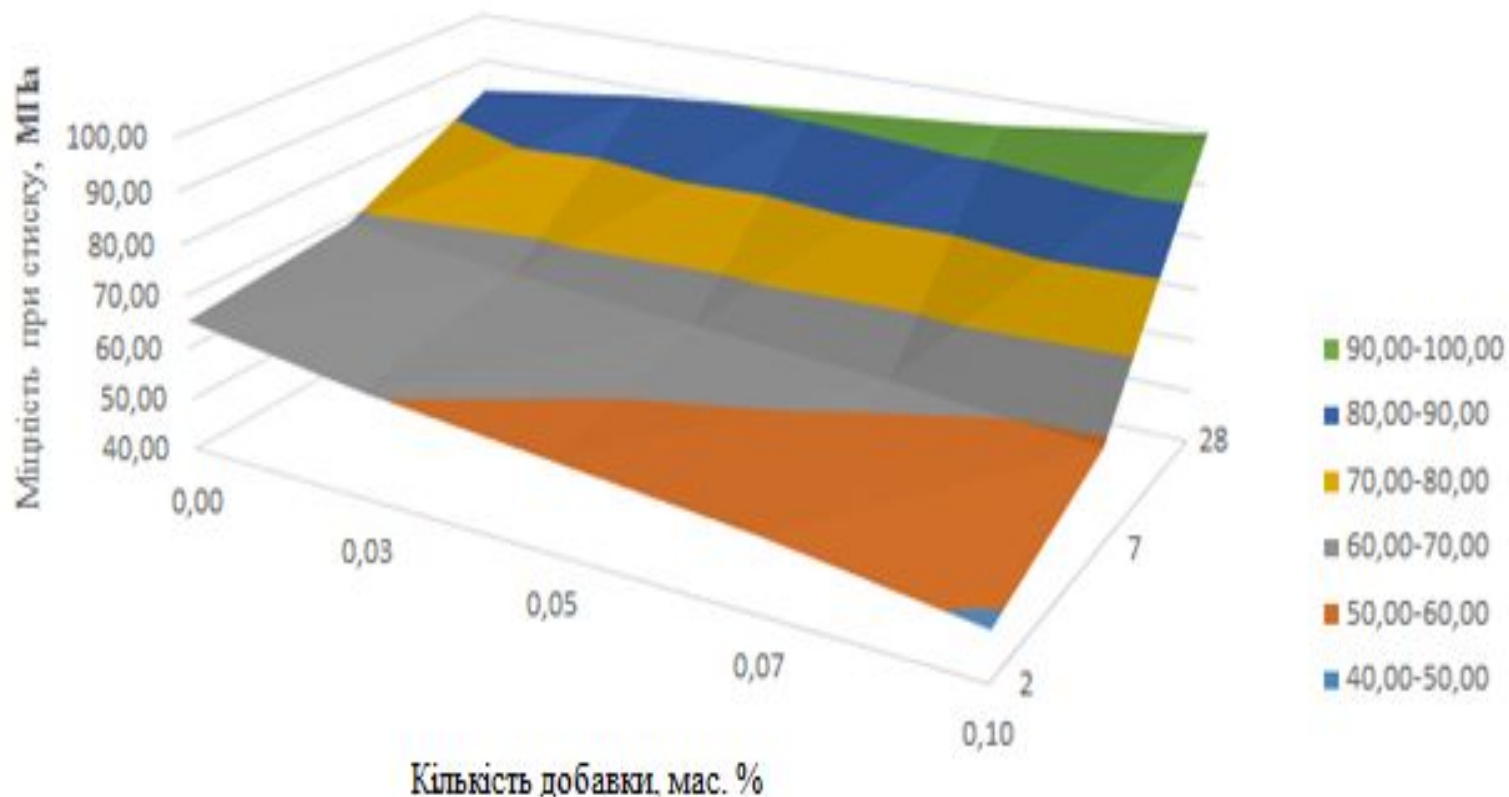
Вплив нітрату кальцію на міцність при стиску



Міцність при стиску експериментальних зразків ПЦ з добавкою $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$

Кількість добавки, мас. %	В/Ц, %	Міцність при стискуванні МПа , у віці, діб			
		2		28	
0	27,00	59,70	58,40	62,30	77,88
		59,70		80,47	
		55,81		90,86	
0,1	26,50	55,81	54,51	101,24	105,14
		45,43		84,37	
		62,30		129,80	

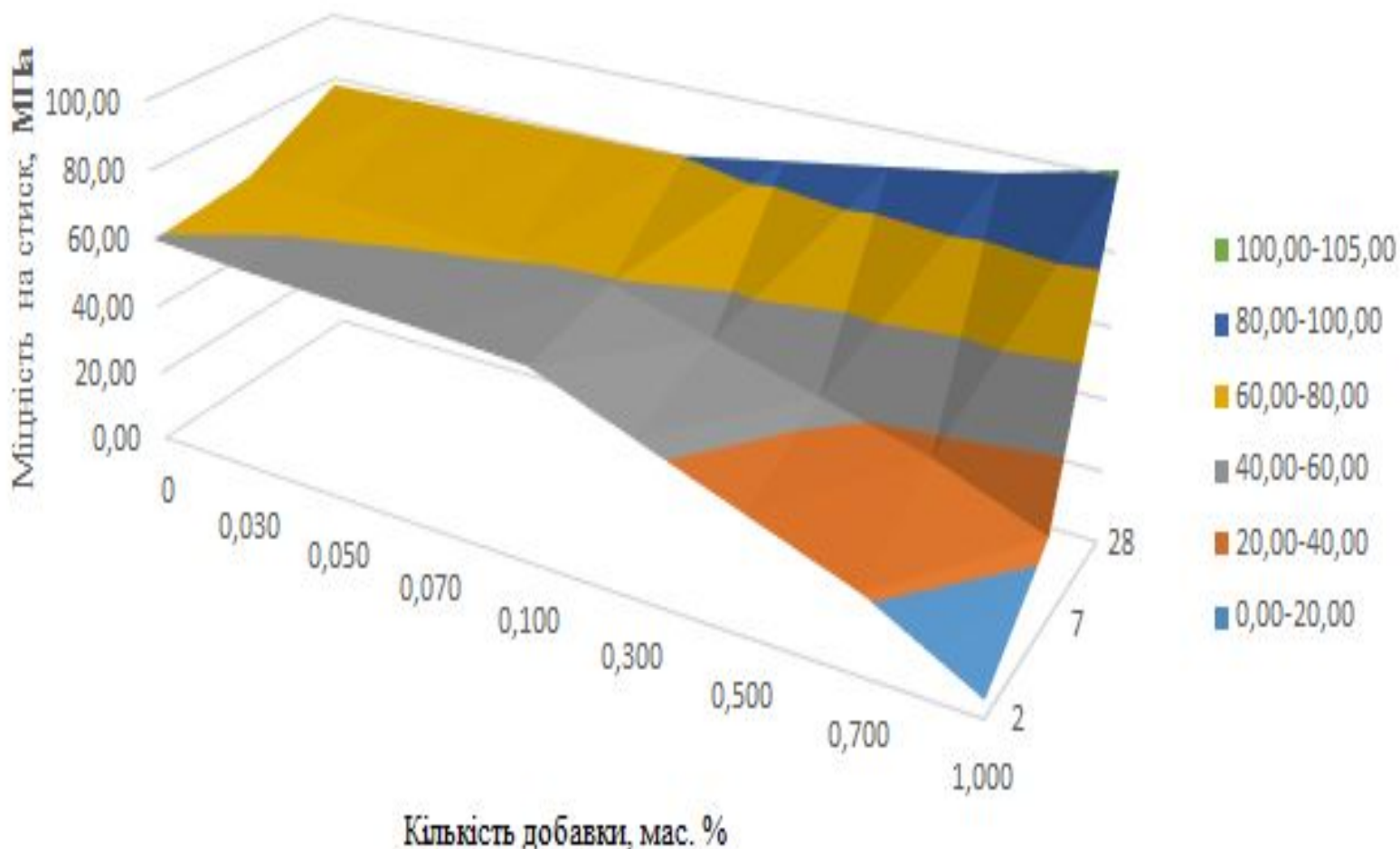
Вплив триполіфосфату натрію на міцність при стиску



Міцність при стиску експериментальних зразків ПЦ з добавкою $(\text{Na}(\text{PO}_3))_6$

Кількість добавки, мас. %	В/Ц, %	Міцність при стиску у віці, МПа			
		2 доби		28 діб	
0	27,00	59,70	58,40	62,30	77,88
		59,70		80,47	
		55,81		90,86	
1	26,50	6,49	4,76	90,86	101,68
		3,89		90,86	
		3,89		123,31	

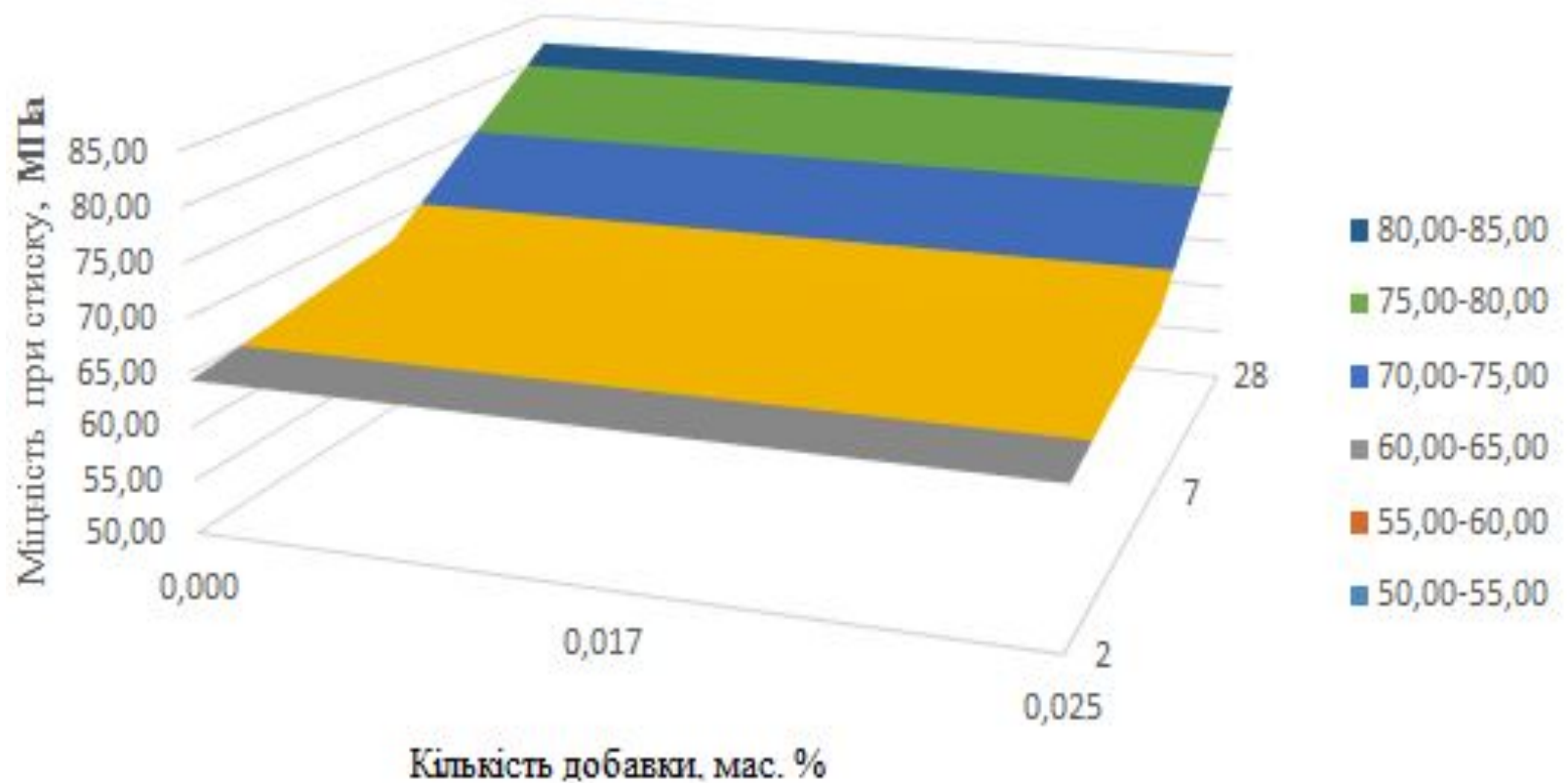
Вплив гексаметафосфату натрію на міцність при стиску



Міцність при стиску експериментальних зразків ПЦ з добавкою $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{CaCl}_2$

Кіл. доб., мас. %	В/Ц, %	Міцність при стискуванні МПа , у віці, діб			
		2		28	
0	-	75,28	63,60	62,30	77,88
		59,70		80,47	
		55,81		90,86	
0,025-2	-	71,39	64,90	94,75	85,67
		51,92		58,41	
		71,39		103,84	

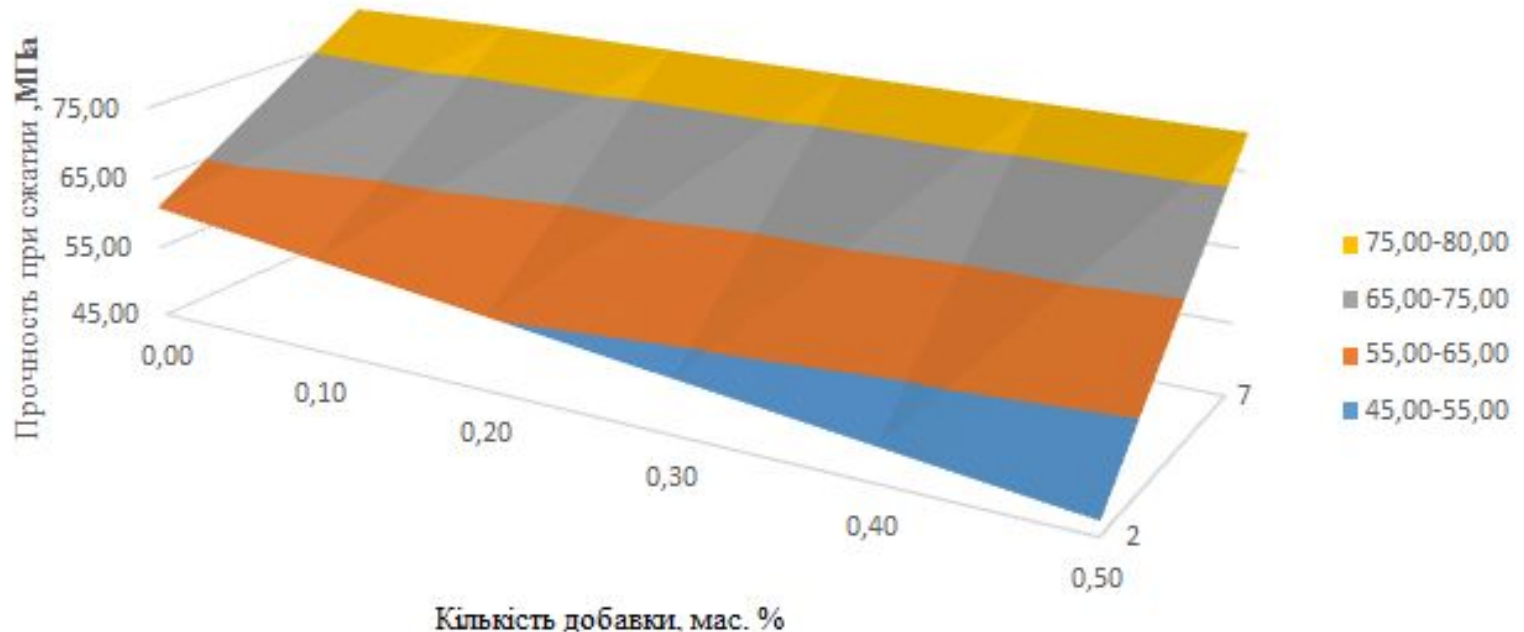
Вплив на міцність при стиску суміші хлориду кальцію та нітрату кальцію



Міцність при стиску експериментальних зразків ПЦ з добавкою $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}:\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$ (1 : 2)

Кількість добавки, мас. %	В/Ц, %	Міцність при стиску у віці, МПа			
		2 доби		7 діб	
0	-	60,28	59,7	88,26	78,31
		59,70		75,28	
		55,81		71,39	
0,5	-	49,32	48,02	88,26	94,32
		49,32		103,84	
		45,43		90,86	

Вплив на міцність при стиску суміші триполіфосфату натрію та гексаметафосфату натрію

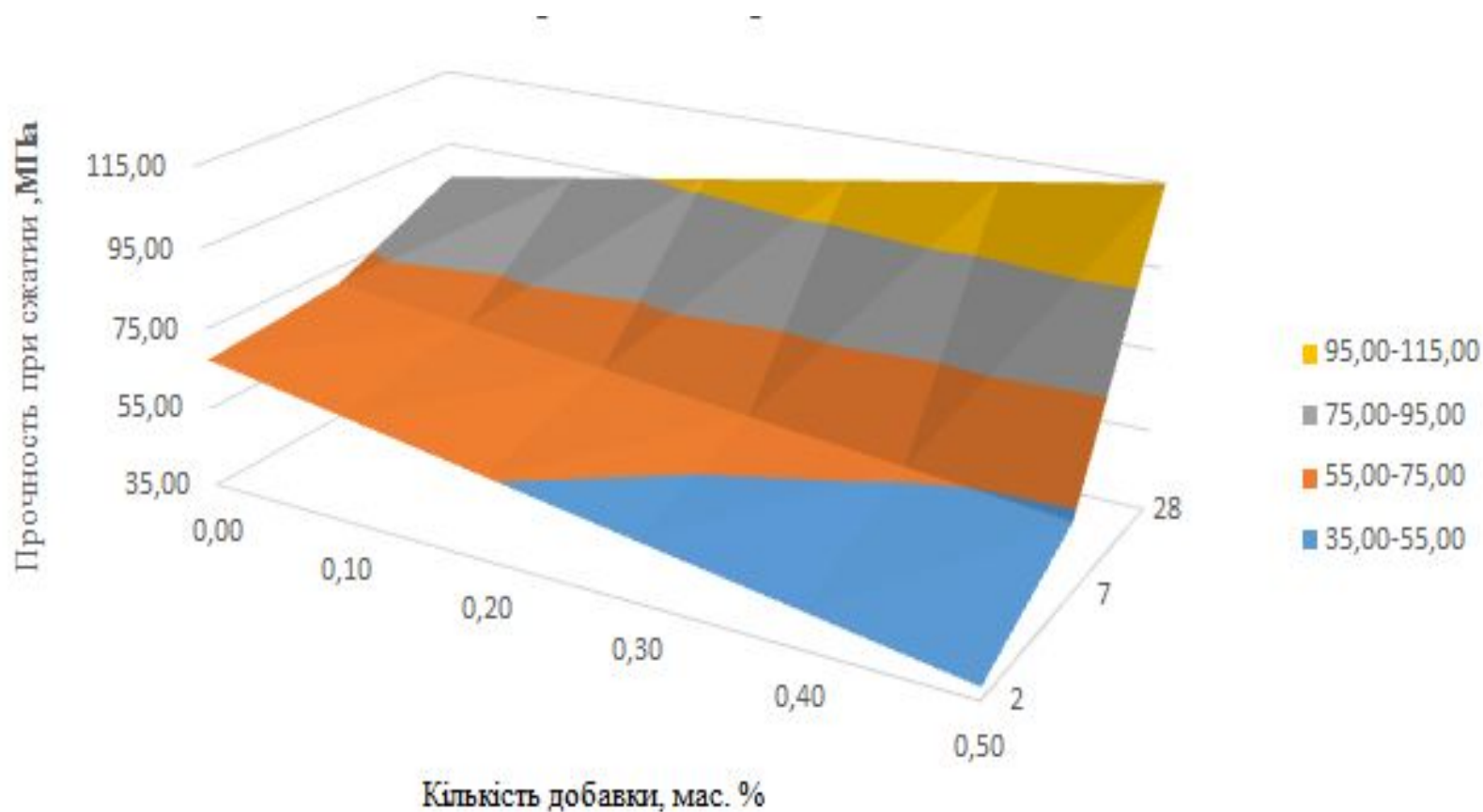


Рівняння залежності, має наступний вигляд: $Y = 70,1 + 16,23((X_1 - 4,5)/2,5) + 6,92((X_1 - 4,5)/2,5)((X_2 - 0,25)/0,25)$.

Міцність при стиску експериментальних зразків ПЦ з добавкою $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}:\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$ (1 : 2) + 0,025 мас. % нітрату кальцію

Кількість добавки, мас. %	В/Ц, %	Міцність при стиску у віці, МПа			
		2 доби		7 діб	
0	-	75,28	63,90	88,26	77,87
		59,70		75,28	
		55,81		71,39	
0,5	-	58,41	45,43	127,20	122,44
		32,45		103,84	
		45,43		136,29	

Вплив на міцність при стиску суміші триполіфосфату натрію та гексаметафосфату натрію і нітрату кальцію



Математичні моделі

Добавка	Математична модель
CaCl_2	$Y = 73,01 + 16,33((X_1 - 15)/13) + 9,13((X_1 - 15)/13)((X_2 - 1)/1)$
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$Y = 73,97 + 6,97((X_1 - 15)/13)$
$(\text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$	$Y = 73,01 + 8,76((X_1 - 15)/13)$
$(\text{Na}(\text{PO}_3))_6$	$Y = 61,01 + 28,78 ((X_1 - 15)/13) - 7,785((X_2 - 0,5)/0,5) + 19,69((X_1 - 15)/13)((X_2 - 0,5)/0,5)$
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	$Y = 74,31 + 17,20((X_1 - 15)/13) + 8,11((X_1 - 15)/13)((X_2 - 0,05)/0,05).$
$(\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} : \text{Na}_6(\text{PO}_3)_6 (1 : 2))$	$Y = 70,1 + 16,23((X_1 - 4,5)/2,5) + 6,92((X_1 - 4,5)/2,5)((X_2 - 0,25)/0,25)$
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} : \text{Na}_6(\text{PO}_3)_6 (1 : 2) + 0,025 \text{ мас. \% Ca}(\text{NO}_3)_2$	$Y = 76,47 + 23,91((X_1 - 15)/13) + 14,06((X_1 - 4,5)/2,5)((X_2 - 0,25)/0,25)$

Висновок

- Результатом експериментальної роботи стало знаходження залежностей впливів різноманітних добавок на міцність при стиску цементного каменю
- Було отримано математичні моделі, для таких добавок, як: хлорид кальцію, нітрат кальцію, суміш нітрату та хлориду кальцію, гексаметафосфат натрію, триполіфосфат натрію, суміш гекса- та метафосфатів натрію, і потрійна суміш – гекса- та метафосфатів натрію з нітратом кальцію.