

УДК 693.546.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ РОЗПОДІЛУ БОКОВОГО ТИСКУ ПО ВИСОТІ ПРЕС-ФОРМИ ПРИ ПРЕСУВАННІ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Ю. С. Бікс

Наведено експериментальні дослідження впливу пресуючого тиску на характер розподілу бокового тиску по висоті в бетонних сумішах, що пресуються в прес-формі. Досліджено вплив пластифікуючих добавок на характер розподілу бокового тиску по висоті, а також з'ясовано характер опору пресуючому тиску бетонних сумішей, залежно від їхнього складу. Показано, що суміші з меншим водоцементним співвідношенням мають більший опір при пресуванні.

Приведены экспериментальные исследования влияния прессующего давления на характер распределения бокового давления по высоте в бетонных смесях, которые прессуются в пресс-форме. Исследовано влияние пластифицирующих добавок на характер распределения бокового давления по высоте, а также выяснены характер сопротивления прессующему давлению бетонных смесей в зависимости от их состава. Показано, что смеси с меньшим водоцементным соотношением имеют большее сопротивление при прессовании.

The experimental investigation of pressure influence on the height lateral pressure's distribution character of concrete mixtures that are pressed in the mold has been presented. The effect of plasticizing additives on the nature of the height lateral pressure distribution as well as nature of resistance to pressing pressure of concrete mix, depending on their composition is researched. It is shown that mixtures with lower water-cement ratio have a greater resistance to compression.

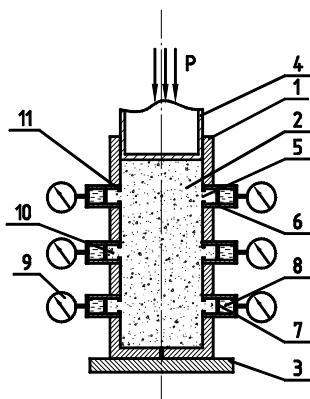
Вступ

У теперішній час існують деякі розбіжності щодо визначення коефіцієнта бокового тиску та відповідно характеру розподілу тиску по висоті під час пресування бетонної суміші [1-3]. Характер залежностей, запропонованих у працях вищезазначених авторів, не повною мірою відображає вплив пластифікуючих добавок, а тому існує потреба щодо визначення особливостей розподілу бокового тиску в бетонній суміші при її пресуванні.

Метою роботи є експериментальне визначення розподілу бокового тиску в масиві бетонної суміші при пресуванні по висоті прес-форми, а також вплив пластифікаторів на характер розподілу тиску.

Результати досліджень

Для знаходження параметрів розподілу тиску, а саме, коефіцієнта бокового тиску та величини його затухання запропоновано дослідну установку [4, 5]. Загальну схему установки наведено на рис. 1.



(1-корпус, 2 - бетонна суміш, що ущільнюється, 3- станина, 4- пуансон прикладання навантаження, 5- отвір, 6 - робочий гідроциліндр, 7- мембрана, 8- піддіафрагменна порожнина, 9- реєструючий манометр, 10- наддіафрагменна порожнина, 11- обмежувальне кільце руху)

Рис. 1. Схема установки для вимірювання тиску в масиві бетонної суміші, що ущільнюється

З метою удосконалення початкової конструкції був додатково встановлений нижній торцевий корпус гідроциліндра для вимірювання тиску в нормальній площині знизу прес-форми. Для визначення залежностей розподілу тиску було проведено серію експериментів з різними складами звичайного та дисперсно-армованого бетону з додаванням хімічних добавок широкого спектра дії (Релаксол СУПЕР ПК, Полипласт СП-3 відповідно 1,5 % та 0,5 % по масі цементу). Причому бетонна суміш ущільнювалась штикуванням. Розподіл тиску вимірювався як по висоті суміші, так і в часі для кожного з реєструючих манометрів. Склади сумішей наведено у табл. 1-6. Дослідження відбувалось із застосуванням форми, габарити якої становили: висота – 600 мм, поперечний переріз пуансона – 100×100 мм.

Таблиця 1

Склад А (без пластифікаторів)

№ з/п	Назва компонента	Витрата на 1 м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення
1	Цемент	400	2,40	штикування
2	Пісок	833	5,00	
3	Щебінь (фракція 10-20)	1000	6,00	
4	Вода	200	1,20	

Таблиця 2

Склад Б (без пластифікаторів)

№ з/п	Назва компонента	Витрата на 1 м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення
1	Цемент	600	3,6	штикування
2	Пісок	500	3,00	
3	Щебінь (фракція 10-20)	1120	6,72	
4	Вода	212	1,27	

Таблиця 3

Склад В (без пластифікаторів)

№ з/п	Назва компонента	Витрата на 1 м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	278	1,67	штикування	
2	Пісок	922	5,53		
3	Щебінь (фракція 10-20)	1022	6,13		
4	Вода	218	1,16		+0,15 кг

Таблиця 4

Склад Г (дисперсно-армована суміш+пластифікатор)

№ з/п	Назва компонента	Витрата на 1 м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	502	3,012	штикування	
2	Пісок	944	5,664		
3	Мікрокремнезем	140	0,840		
4	Вода*	199	1,194		+1,1 кг
5	Суперпластифікатор Релаксол СУПЕР ПК	3,75 л	0,0225 л		
6	Базальтова мука	374	2,244		

*-з урахуванням впливу суперпластифікатора

Характер руйнування бетону після розпалублення (рис. 2, 3) та кількість видаленої води після пресування (рис. 4) залежить від початкового водоцементного співвідношення, типу заповнювача (щебінь, базальтова мука), режиму пресування. На рис. 5 показано процес передачі бокового тиску на реєструючі манометри. Показання манометрів фіксуються в часі цифровим секундоміром.

Таблиця 5

Склад Д (дисперсно-армована суміш+пластифікатор)

№ з/п	Назва компонента	Витрата на 1м ³ ,кг	Витрата на 0,006 м ³ ,кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	502	3,012	штикування	
2	Пісок	944	5,664		
3	Мікрокремнезем	140	0,840		
4	Вода*	199	1,194		+1,2 кг
5	Суперпластифікатор Полипласт СП-3	1,25 л	0,007 л		
6	Базальтова мука	374	2,244		

*-з урахуванням впливу суперпластифікатора

Таблиця 6

Склад Е (з пластифікатором)

№ з/п	Назва компонента	Витрата на 1м ³ ,кг	Витрата на 0,006 м ³ ,кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	400	2,40	штикування	
2	Пісок	833	5,00		
3	Щебінь (фракція 5-10)	1000	6,00		
4	Вода*	200	1,20		+0,6 кг
5	Суперпластифікатор Полипласт СП-3	1,25 л	0,007л		

*-з урахуванням впливу суперпластифікатора



Рис. 2. Характер ущільненої структури дисперсно-армованого бетону після розпалублення



Рис. 3. Характер ущільненої структури спресованого бетону після розпалублення

В результаті обробки експериментальних даних отримано закономірності розподілу тиску по висоті бетонної суміші в часі по кожному з манометрів, а також характер падіння тиску по висоті прес-форми від заданого пресуючого тиску (рис. 6, 7) для дисперсно-армованих бетонних сумішей (склад Г, Д, табл. 4, 5) а також для бетонних сумішей з різним значенням В/Ц (склади А, Б, Е, табл. 1, 2, 6) при застосуванні пластифікуючих добавок Релаксол СУПЕР ПК, Полипласт СП-3, без попереднього вібрування суміші.

Аналізуючи рис. 6 спостерігається закономірність розподілу бокового тиску, а саме, зменшення В/Ц збільшує інтенсивність падіння тиску по висоті. Для дисперсно-армованих сумішей, за умови майже рівного значення В/Ц (склад Г, Д рис. 7), така закономірність не спостерігається.

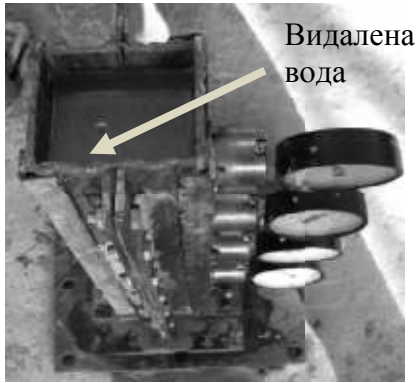


Рис. 4. Видалена вода ущільненої статичним пресуванням суміші

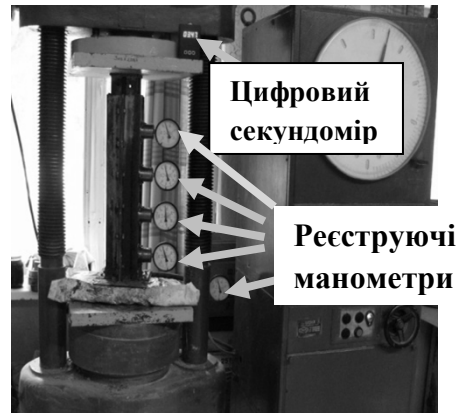


Рис. 5. Фіксація розподілу бокового тиску в часі по висоті прес-форми

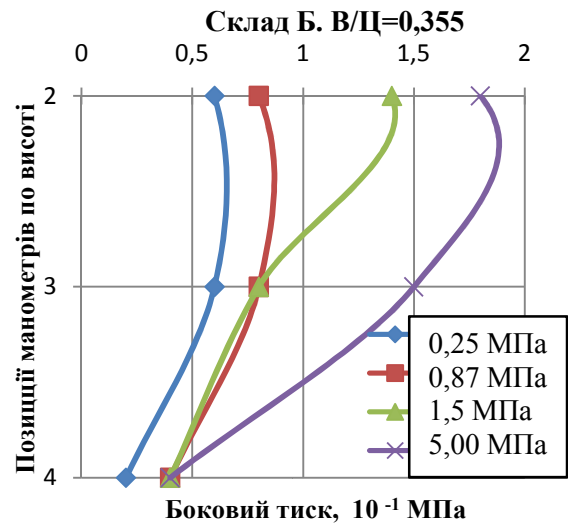
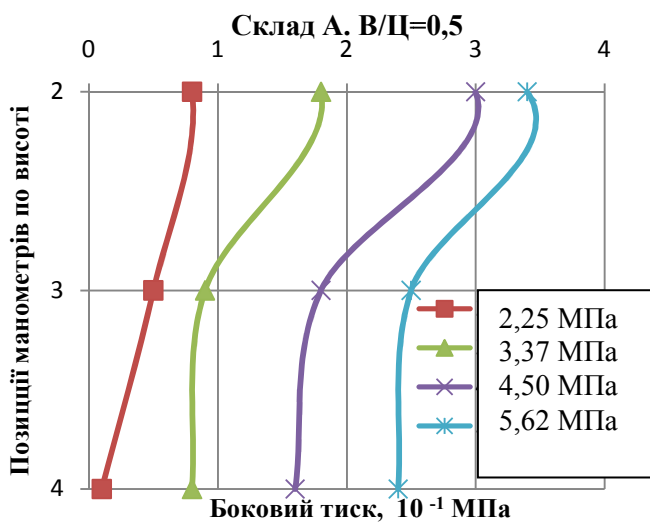


Рис. 6. Розподіл тиску в сумішах, без додавання пластифікуючих добавок в залежності від тиску пресування

Порівнюючи графіки розподілу бокового тиску в сумішах (рис. 6, 7) не можна зробити висновку про вплив пластифікаторів на характер розподілу тиску в суміші. Характерним є те, що інтенсивність затухання тиску по висоті бетонних сумішей залежить від величини тиску прикладання на пуансон прес-форми. Так, із зростанням тиску на пуансон прес-форми інтенсивність затухання бокового тиску зростає.

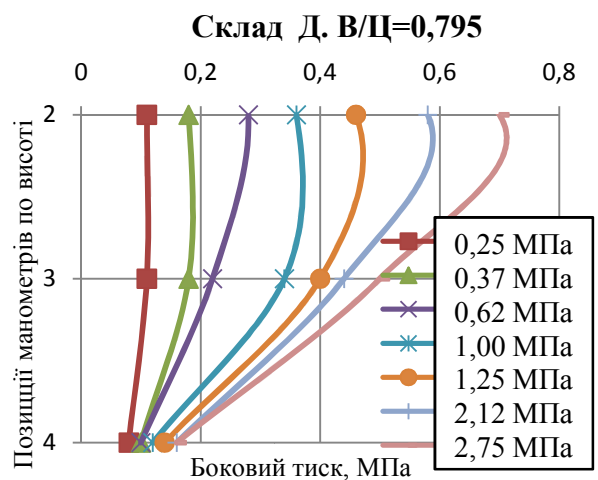
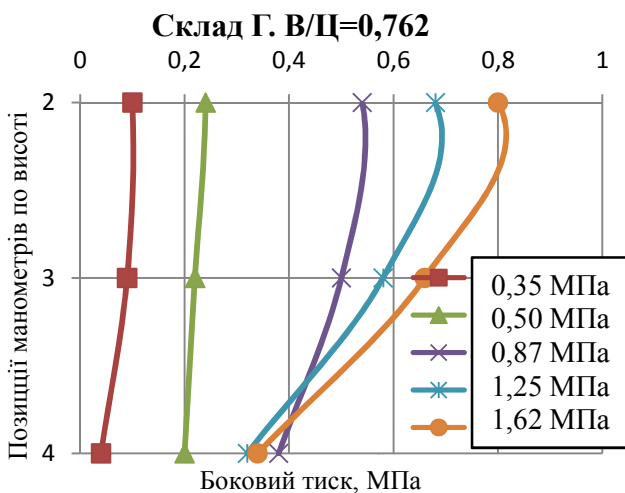


Рис. 7. Розподіл тиску в дисперсно-армованих сумішах з впливом пластифікаторів

Це можна пояснити більш міцною консолідацією частинок бетонної суміші, внаслідок чого відбуваються значні втрати пресуючого тиску на подолання сил внутрішнього тертя та тертя по боковій стінці прес-форми.

На рис. 8 поданий графік зростання інтенсивності деформацій для дисперсно-армованих сумішей залежності від часу прикладання пресуючого тиску. Показано, що вміст 1 % пластифікатора майже не впливає на інтенсивність деформацій(мінімальний розрив між двома кривими по осі ординат). Причому для складу Г (табл. 4, В/Ц = 0,762) опір стисканню більший, ніж для суміші складу Д (табл. 5, В/Ц = 0,795), що логічно пояснюється законом водоцементного співвідношення [1]. Характер швидкості деформацій для цих сумішей добре апроксимується кубічним поліномом. Так для складу Г, з величиною достовірності апроксимації $R^2 = 0,997$ функція зусилля на пуансон установки у залежить від аргументу часу прикладання тиску x як

$$y = 0,0004x^3 + 0,234x^2 - 12,10x + 517,8, \quad (1)$$

а для складу Д з величиною достовірності апроксимації $R^2 = 0,993$ функція зусилля на пуансон установки y залежить від аргументу часу прикладання тиску x як

$$y = 0,0003x^3 + 0,0798x^2 - 4,3177x + 294,64. \quad (2)$$

На рис. 9 зображено зведений графік опору пресуючому тиску для дисперсно-армованих сумішей складів В, Г, Д, Е. Аналіз даних рис. 8, 9 свідчить про те, що опір пресуючому тиску всіх складів бетонних сумішей добре апроксимується поліномом третього ступеня, причому величина достовірності апроксимації майже для всіх складів відрізняється лише після другого знаку після коми, що говорить про високий ступінь апроксимації. Склади бетонної суміші В та Е (табл. 3, 6) мають більший в 3-4 рази опір пресуючому тиску, ніж дисперсно-армовані склади Г, Д (табл. 4, 5), що можна пояснити пластичною структурою останніх. Аналогічно до рис. 8, склад Е з меншим значенням В/Ц (рис. 9) має більший опір стисканню, що також підкоряється уявленням про деформативність більш щільної структури.

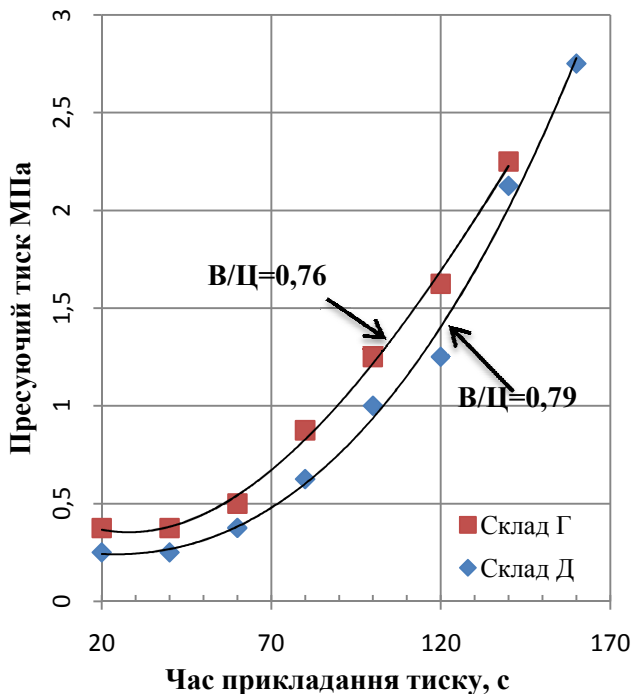


Рис. 8. Характер опору пресуючому тиску дисперсно-армованих бетонних сумішей

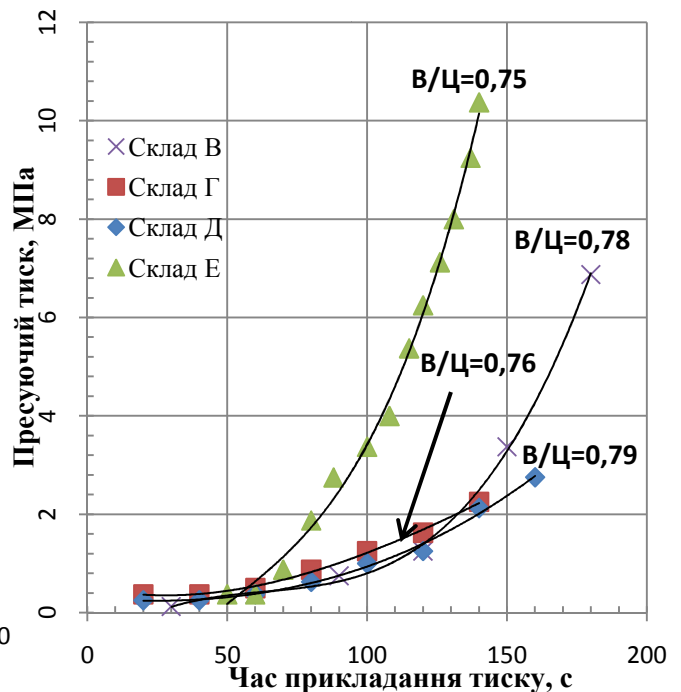


Рис. 9. Характер опору пресуючому тиску невіброваних звичайних та дисперсно-армованих бетонних сумішей

Для сумішей складів В, Е характер опору пресуючому тиску також можна описати кубічним поліномом третього степеня, причому величина достовірності апроксимації близька до одиниці, що свідчить про адекватність апроксимації. Так, для складу В, з величиною достовірності

апроксимації $R^2 = 0,9987$, функція зусилля на пуансон установки у залежить від аргументу часу прикладання тиску x як

$$y = 0,0037x^3 - 0,7x^2 + 49,493x - 833,33, \quad (3)$$

для складу Е з величиною достовірності апроксимації $R^2 = 0,9954$ функція зусилля на пуансон установки у залежить від аргументу часу прикладання тиску x як

$$y = 0,0084x^3 - 1,2798x^2 + 110,13x - 3175,3. \quad (4)$$

Дослідження різних режимів пресування в запропонованій установці дозволяє отримати кількісні та якісні реологічні та фізико-механічні характеристики звичайних та дисперсно-армованих бетонних сумішей.

Висновки

Аналіз результатів проведених дослідів з різним водоцементним співвідношенням, вмістом пластифікуючих добавок Релаксол СУПЕР ПК, Полипласт СП-3, для різних складів показав, що:

- для дисперсно-армованих бетонних сумішей вміст пластифікуючої добавки не впливає на опір пресуючому тиску;
- фактор В/Ц однозначно впливає на опір пресуючому тиску. Тобто чим менше В/Ц – тим більший опір пресуванню суміші;
- опір пресуванню звичайних бетонних сумішей значно вищий ніж дисперсно-армованих. Це можна пояснити дисперсністю наповнювачів, і як наслідок, високою пластичністю дисперсно-армованих сумішей;
- затухання бокового тиску по висоті звичайних та дисперсно-армованих бетонних сумішей носить криволінійний характер та залежить від прикладеного тиску на пуансон прес-форми. Чим більший прикладений тиск, тим інтенсивніше відбувається його затухання на бокових стінках форми по висоті;
- чим менше В/Ц, тим інтенсивніше відбувається затухання бокового тиску в прес-формі.

Література

1. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона/ Ахвердов И. Н. – М.: Стойиздат, 1981. – 464с.
2. Блещик Н.П. Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и пресвакуумбетона / Блещик Н.П. – Минск.: Наука и техника, 1977. – 232 с.
3. Дудар І. Н. Теоретичні основи технології виробів із пресованих бетонів / Дудар І.Н. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – 89 с. – (Монографія).
4. Пат. 53612 Україна, МПК G01N 3/10 Установка для вимірювання тиску в масиві бетонної суміші / Дудар І. Н., Бікс Ю. С.; заявник та власник Вінницький нац. техн. уні-т. – № 201004690; заявл.20.04.2010; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19/2010.
5. Бікс Ю. Закономірності розподілення тиску по висоті бетонної суміші, що ущільнюється /Юрій Бікс, Ігор Дудар //Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві – 2010 – № 2, С.134-138.
6. Дворкин Л. И. Основы бетоноведения / Л. Дворкин, О. Дворкин. – СПб.: ООО “Строй- Бетон”, 2006. – 692 с.
7. Баженов Ю. М. Технология бетона: уч. Пособие для технолог. спец. строит. вузов / Баженов Ю. М. – М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.
8. Ратушняк Г. С. Моделювання взаємодії бетонної суміші, що ущільнюється, з прес-формою / Г. С. Ратушняк, І. В. Коц, Ю. С.Бікс // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2012. – № 1 – С. 95-99.

Бікс Юрій Семенович – аспірант кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.