

Ю. С. Бікс, асп.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ БОКОВОГО ТИСКУ В ПРОЦЕСІ ПРЕСУВАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Розглянуто методику і результати експериментальних досліджень впливу тривалості попереднього вібрування, та складу бетонної суміші на розподіл бокового тиску, що виникає в процесі пресування бетонного зразка. Досліджено вплив пластифікуювальних добавок на характер розподілу бокового тиску по висоті, а також опір стисканню для різних складів з різною тривалістю попереднього вібрування. Встановлено, що найбільший опір стисканню чинять попередньо-вібровані суміші з низьким водоцементним співвідношенням

Вступ

Аналіз сучасних публікацій в галузі бетонознавства показав, що характер розподілу бокового тиску, який виникає в стовпі бетонного виробу на стадії виготовлення за різних режимів пресування попередньо-віброваних бетонних сумішей досліджений не достатньо. Оскільки відсутні дані щодо розподілу бокового тиску в сумішах з додаванням пластифікаторів перед вібруванням, що передують ущільненню, існує потреба цього дослідження. Особливо в сучасних умовах, для повного та ефективного використання ресурсу бетонного виробу, з використанням енергоощадних технологій у виробництві бетонних виробів.

Аналіз теоретичних даних з розподілу бокового тиску в бетонній суміші в процесі статичного пресування [1–4], а також дані, отримані в результаті експерименту, дозволяють зробити припущення про те, що подібний розподіл буде спостерігатися і в суміші, яка пресується після вібрування.

Метою роботи є експериментальне визначення величини бокового тиску у попередньо-віброваних зпресовуваних бетонних сумішах.

Постановка експерименту

Для проведення експерименту була запропонована дослідна установка для визначення бокового тиску в масиві бетонної суміші [5, 6]. Габарити установки: висота — 600 мм, відстань до першого манометра — 120 мм, від першого до другого — 140 мм; від другого до третього — 140 мм; від третього до четвертого — 140 мм. Переріз Пуансона 100 × 100 мм. Експериментальні дані отримані для бетонних сумішей з додаванням сучасних пластифікаторів Поліпласт СП-3 та Релаксол СУПЕР ПК максимальної концентрації (0,5 % та 1,5 % відповідно, від маси цементу). Також був випробуваний склад суміші без пластифікатора для врахування впливу пластифікатора на розподіл бокового тиску. Склади всіх сумішей наведені у табл. 1–7. Режим вібропресування передбачав вібрування на вібростолі суміші у прес-формі протягом 40 с, 80 с та 120 с після чого відбувалось пресування на лабораторному випробувальному пресі П-125. Параметри коливача вібростола — амплітуда 0,5 мм, частота 50 Гц.

Таблиця 1

Склад В (без пластифікаторів)

№	Назва компонента	Витрата на 1м 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	193	1,16		+0,15 кг

Склад Г (дисперсно-армована суміш+пластифікатор)

№	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		—
5	Суперпластифікатор Релаксол СУПЕР ПК	3,75 л	0,0225 л		+1,1 кг
6	Базальтова мука	374	2,244		—

Примітка. * — з урахуванням впливу суперпластифікатора.

Таблиця 3

Склад Д (дисперсно-армована суміш + пластифікатор)

№	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		—

Примітка. * — з урахуванням впливу суперпластифікатора.

Таблиця 4

Склад Е (з пластифікатором)

№ п/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	0,007 л		—

Примітка. * — з урахуванням впливу суперпластифікатора.

Таблиця 5

Склад К (без пластифікаторів)

№	Назва компонента	Витрата на 1м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	400	2,40	Вібрування на вібростолі 120 с	—
2	Пісок	833	5,00		—
3	Щебінь (фракція 5–10)	1000	6,00		—
4	Вода	200	1,20		—

Таблиця 6

Склад Л (з пластифікатором)

№	Назва компонента	Витрата на 1м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	600	3,6	Вібрування на вібростолі 80 с	—
2	Пісок	500	3,00		—
3	Щебінь (фракція 5–20)	1078	6,47		—
4	Вода*	258	1,55		—
5	Суперпластифікатор Релаксол СУПЕР ПК	3,75 л	0,0225 л		—

Примітка. * — з урахуванням впливу суперпластифікатора.

Склад М (з пластифікатором)

№ п/п	Назва компонента	Витрата на 1м ³ , кг	Витрата на 0,006 м ³ , кг	Тип ущільнення	Примітка
1	Цемент	322	1,93	Вібрування на вібростолі 40 с	—
2	Пісок	665	3,99		—
3	Щебінь (фракція 5–20)	1295	7,77		—
4	Вода*	148	0,89		—
5	Суперпластифікатор Релаксол СУПЕР ПК	3,75 л	0,0225 л		—

Примітка. * – з урахуванням впливу суперпластифікатора.

Розподіл тиску вимірювався як по висоті суміші, так і в часі для кожного з реєструвальних манометрів.

Експериментальна установка із заповненою бетонною сумішшю перед вібруванням на вібростолі показана на рис. 1. На рис. 2 показана розпалублена форма після зняття тиску.



Рис. 1. Вібрууцільнення бетонної суміші на лабораторному вібростолі



Рис. 2. Структура вібропресованого бетону складу К після розпалублення форми

Для вібропресованих сумішей спостерігається мала відносна деформація $\Delta h = h_{\text{п}} - h_{\text{к}}$, де $h_{\text{п}}$ – висота прес-форми, $h_{\text{к}}$ – висота суміші після пресування. Для складу без пластифікатора $\Delta h = 65$ мм, що не перевищує 11 %. У пресуванні без вібрування відносна деформація складала більше 16 %. Це можна пояснити щільнішою структурою цементного каменю після вібрування, під час якого видаляється затиснуте в суміш повітря. У випадку без попереднього вібрування цементний камінь має пористу структуру, зі значною кількістю втягнутого повітря.

Графіки розподілу тиску в бетонних сумішах різних складів під час вібропресування виробу, в залежності від величини тиску пресування показано на рис. 3–4.

Аналіз наведених закономірностей розподілу бокового тиску у вібропресованих сумішах складів К, Л, М (рис. 3) свідчить про його згасальний характер по висоті виробу.

Так, для складу К (табл. 5) без пластифікатора, як і для складів Л, М (табл. 6, 7) з суперпластифікатором Релаксол СУПЕР ПК характерно суттєве падіння тиску по висоті, незалежно від вмісту пластифікатора.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що незалежно від складу суміші та типу пластифікатора в процесі вібропресування величини бокового тиску та характер його зміни по висоті є величинами одного порядку і залежать лише від абсолютної величини пресуючого тиску, що діє на пуансон установки. Аналіз рис. 3 показав, що зі зростанням пресуючого тиску на пуансон, боковий тиск, який виникає під час пресування, загасає швидше, ніж у разі дії на пуансон тиску меншого значення (рис. 3–1, 3–3).

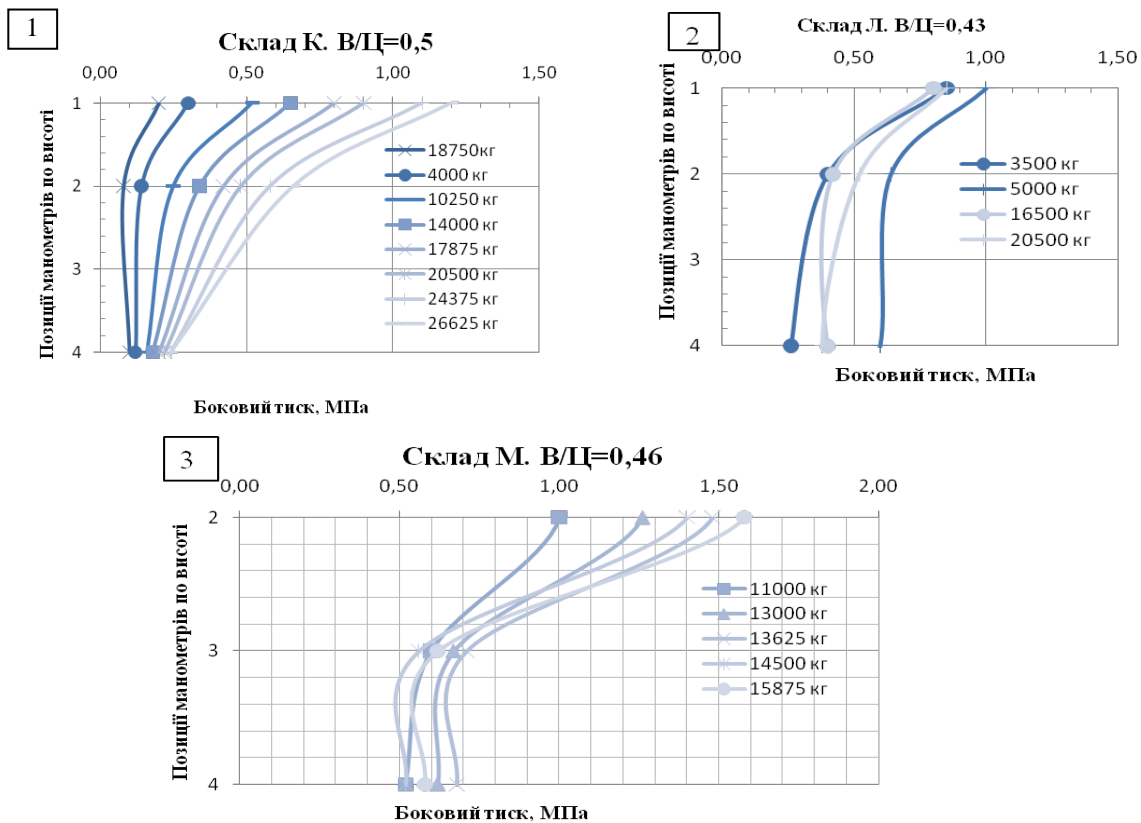


Рис. 3. Розподіл тиску по висоті бетонного зразка після вібропресування для складів суміші: 1 – К, 2 – Л, 3 – М

На рис. 4 показано графік опорів пресування віброваних (склад суміші К,М) та невіброваних (склад сумішей В, Г, Д, Е).

Характер опору пресуючому тиску для всіх складів бетонних сумішей (рис. 4) апроксимований кубічним поліномом з високою величиною достовірності апроксимації R^2 . Порівняння апроксимуючих рівнянь опору пресуючому тиску в часі для складів сумішей В, Г, Д, Е, К, М (табл. 1–6) показано у табл. 7.

Аналізуючи рис. 4, можна помітити, що В/Ц фактор однозначно впливає на характер зміни опору пресуючому тиску. Чим більший В/Ц, тим повільніше зростає пресуючий тиск на бетонну суміш в часі і навпаки.

Фізичний зміст коефіцієнтів при аргументах полінома (табл. 7) може бути приведений в результаті регресійного аналізу щодо розподілу бокового тиску в пресформі наведено у табл. 7.

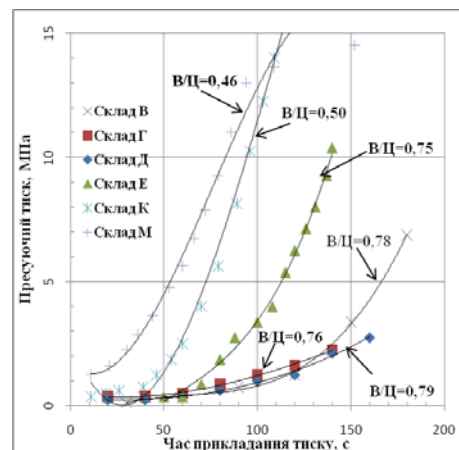


Рис. 4. Характер опору пресуючому тиску для невіброваних та віброваних звичайних та дисперсно-армованих бетонних сумішей

Таблиця 8

Рівняння апроксимацій інтенсивності деформацій для складів бетонних сумішей для різного значення В/Ц

Склад	В/Ц	Апроксимація	Достовірність апроксимації R^2
В	0,78	$y = 0,0037x^3 - 0,7x^2 + 49,493x - 833,33$	$R^2 = 0,9987$
Г	0,76	$y = -0,0004x^3 + 0,2344x^2 - 12,103x + 517,86$	$R^2 = 0,9967$
Д	0,79	$y = 0,0003x^3 + 0,0798x^2 - 4,3177x + 294,64$	$R^2 = 0,993$
Е	0,75	$y = 0,0084x^3 - 1,2798x^2 + 110,13x - 3175,3$	$R^2 = 0,9954$
К	0,50	$y = -0,011x^3 + 3,9319x^2 - 194,63x + 2639,7$	$R^2 = 0,9987$
М	0,46	$y = -0,014x^3 + 3,188x^2 - 67,776x + 1669,4$	$R^2 = 0,9882$

Висновки

1. Вібропресовані суміші створюють більший опір пресуючому тиску, ніж ущільнені штикуванням.
2. Криві опору пресуючому тиску всіх складів сумішей достатньо точно апроксимуються поліномом третього степеня, з високою величиною достовірності апроксимації R^2 .
3. Крутість графіка опору пресуючому тиску однозначно залежить від В/Ц фактора. Це можна пояснити меншою кількістю вільної води й відповідно втягнутого повітря у суміш з меншим значенням В/Ц, тобто жорсткістю суміші.
4. Незалежно від складу суміші та типу пластифікатора при пресуванні або вібропресуванні, швидкість загасання бокового тиску в процесі пресування суміші збільшується зі зростанням прикладеного тиску.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона / И. Н. Ахвердов. — М. : Стойиздат, 1981. — 464 с.
2. Блещик Н. П. Структурно-механические свойства и реология бетонной смеси и прессвакуумбетона / Н. П. Блещик. — Мн. : Наука и техника, 1977. — 232 с.
3. Дудар І. Н. Теоретичні основи технології виробів із пресованих бетонів : моног. / І. Н. Дудар. — Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2006. — 89 с. — ISBN 966-641-163-6.
4. Дворкин Л. И. Основы бетоноведения / Л. Дворкин, О. Дворкин. — СПб : ООО «Строй-Бетон», 2006. — 692 с. — ISBN 590319702-7.
5. 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.
6. 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. — ISBN 5-256-00380-1.

Рекомендована кафедрою містобудування та архітектури

Стаття надійшла до редакції 12.04.12
Рекомендована до друку 26.04.12

Бікс Юрій Семенович — аспірант кафедри містобудування та архітектури.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця