

В.В. Коваленко

**ВПЛИВ В'ЯЗКОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ
НА ВТРАТИ СУМІШІ В ПРОЦЕСІ НАБРИЗКУВАННЯ****EFFECT OF VISCOSITY OF FINE-GRAINED CONCRETE
ON MIXTURE'S LOSSES DURING A SPRAYING**

Досліджено вплив в'язкості дрібнозернистого бетону на величину відскоку при набризкуванні бетону. Для досліджень використано фізичне моделювання процесу набризкування частинки. Як еквівалентний матеріал використаний пінополістирол, як матеріал перешкоди – набризкбетон. Набризкування частки здійснювалося з використанням пневматичної установки. Визначено залежності зміни показника поглинання енергії набризкування частки заповнювача від товщини шару розчину при різному водоцементному співвідношенні. Визначена величина втрат суміші при відскоку, а також глибина проникнення частинки залежно від показника В / Ц.

Ключові слова: *дрібнозернистий бетон, набризкування, втрати суміші.*

Вступ. Технологія набризкбетонування є найбільш перспективною з позицій механізації робіт. Вона отримала поширення на шахтах Центрального й Західного Донбасу. У процесі набризкування бетону значна кількість суміші йде у відскік. Питанню дослідження технологічних факторів процесу набризкбетонування з метою зниження відскоку суміші присвячена значна кількість робіт. Серед них слід зазначити роботи О.М. Шашенка [1], І.Ю. Заславського, О.В. Бикова і В.Ф. Компанця.

У роботі професора Шашенка О.М. [1] наведено результати досліджень взаємодії частинки заповнювача з породним контуром. Досліджено коефіцієнт відновлення в результаті відскакування частинки заповнювача від перешкоди залежно від об'ємної ваги матеріалу заповнювача. Відносно велика кількість легких цементних частинок у суміші знижує ефект трамбування матеріалу при нанесенні набризкбетону. Ущільнення суміші й збільшення міцності матеріалу досягається використанням заповнювача більшої фракції (підсилюється трамбувальний ефект). Однак зі збільшенням вмісту великого заповнювача у вихідній суміші зростають втрати на відскік, погіршується робота набризкмашини, частіше утворюються пробки в шлангах. На підставі промислових експериментів О.М. Шашенко встановив, що для досягнення найбільш раціональних параметрів процесу набризкування бетону варто використати заповнювач крупністю 4...8 мм за умови використання складу (цемент-граншлак) 1:2,5-1:3 із водоцементним відношенням В / Ц = 0,6...0,7.

Актуальність проблеми. Зниження втрат суміші є можливим шляхом регулювання технологічних параметрів готування й нанесення суміші. Велике значення має визначення впливу термінів тужавлення суміші, а також товщини розчину, що наноситься за один прохід, на досягнення мінімального відскакування суміші.

Під час експерименту проводилися випробування з визначення впливу в'язкості суміші на величину втрат при її відскакуванні.

Для одержання даних про вплив основних параметрів процесу набризкбетонування на величину відскоку були виконані спеціальні дослідження, що дозволяють змодельовати процес руху частинки заповнювача. У ході досліджень визначався шлях, що проходить частинка заповнювача після взаємодії з перешкодою. Процес набризкування бетону моделювався з використанням пневматичного пістолета МР-654К (швидкість вильоту кулі 60 м/с). За допомогою пневматичного заряду моделювалася частинка заповнювача. Заповненням внутрішнього простору заряду епоксидним клеєм змінювалася об'ємна вага заповнювача, що моделюється.

У ході експерименту були досліджені відстані, які проходить частинка після взаємодії з перешкодою в покриттях різної товщини і покриттях із прискорювачами тужавлення, а також розмір втрат суміші як результат відскакування.

Хід експерименту. На плиту вязкопластичного матеріалу наносили покриття необхідної товщини й густоти. Як матеріал перешкоди були використані плити з пінополістиролу ПСБ-С-15 ДСТУ Б В.2.7-8-94.

Шлях, що проходить частинка заповнювача після удару об перешкоду, визначався на підставі виміру глибини занурення пневматичного заряду в плиту з пінополістиролу.

Моделювалися частинки заповнювача діаметром 5 мм, масою $2 \pm 0,1$ г.

Як ємність для розчину використані пластмасові чаші з розмірами: діаметр верхній 100 мм, діаметр нижній 85 мм, висота 85 мм.

Залежно від товщини шару набризкбетону змінюється залишкова сила, що діє на частинку заповнювача після контакту з перешкодою, відповідно змінюється шлях, який проходить частинка у зворотному напрямку по шару набризкбетону.

Для вивчення можливості мінімізації втрат при використанні заповнювача крупністю 5 мм залежно від основних параметрів технології нанесення набризкбетону (товщина шару набризкбетону, водоцементне відношення, швидкість тужавлення суміші) автором запропоноване проведення досліджень, які більш детально вивчають поведінку частинки заповнювача після удару об

перешкоду й фактично є продовженням досліджень професора О.М. Шашенка. На рис. 1 представлена схема моделі для вивчення довжини шляху, що проходить частка заповнювача як непрямої характеристики фактора дії сили, залишкове значення якої визначається параметрами набризкбетонного шару.

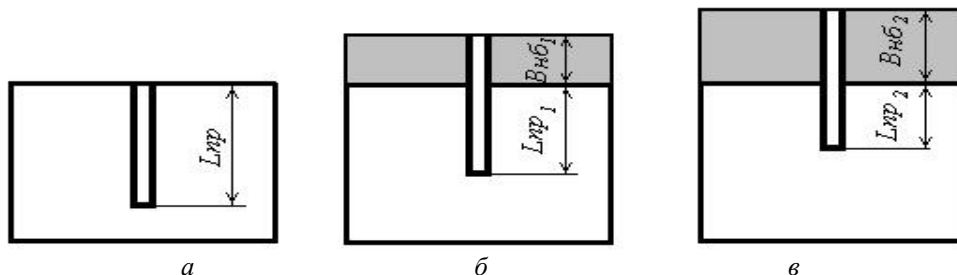


Рис. 1. Схема моделі для вивчення шляху, що пройдений часткою заповнювача по еквівалентному матеріалу при різній товщині шару набризкбетону: а – контрольний зразок без набризкбетону, б – зразок з набризкбетоном товщиною $V_{нб1}$, в – зразок з набризкбетоном товщиною $V_{нб2}$

На основі фізичного моделювання руху частинки у в'язкопластичному середовищі після проходження шару цементно-піщаного розчину досліджується кілька завдань, пов'язаних з розміром витрат при відскакуванні.

Одним із завдань експерименту було визначення впливу товщини шару набризкбетону, що наноситься за один прохід на величину витрат при відскакуванні.

Використання прискорювачів тужавлення забезпечує прискорення процесу тужавлення суміші, у результаті чого досягається зниження відскоку.

На зображених графіках (рис. 2) можна відзначити вплив часу тужавлення суміші на глибину проникнення частинки. При товщині розчину 10 мм, при $V / Ц = 0,4$, тужавлення відбувається в діапазоні

5...10 хв, частинка проходить шлях на 50 мм менший. При збільшенні товщини розчину процеси гідратації вповільнюються й тужавлення суміші відбувається в діапазоні 10...15 хв.

На рис. 3 наведений зведений графік глибини проникнення частинки заповнювача і втрат суміші при підскакуванні в результаті набризкбетонування. Із графіка видно глибину проникнення у цементно-піщаний розчин частки заповнювача і наведено емпіричну залежність витрат суміші від водоцементного показника. Отримані дані співпадають з результатами, отриманими проф. О.М. Шашенком, але для інших умов експерименту.

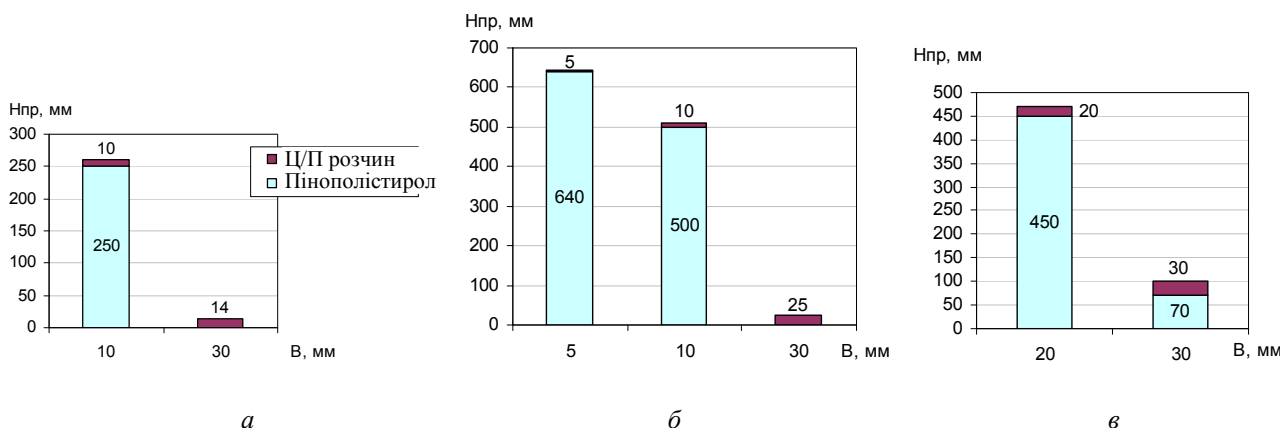


Рис. 2. Діаграма зміни глибини проникнення частинки від товщини шару: а – при $V / Ц = 0,4$; б – при $V / Ц = 0,5$; в – при $V / Ц = 0,6$

З метою виявлення закономірностей впливу параметрів суміші на зниження енергії руху частинки в результаті відскакування використаємо показник

поглинання енергії набризкування частинки після умовного контакту з перешкодою. Даний параметр визначається за формулою:

$$P_{10} = \frac{L_{np} - L_{10}}{L_{np}}, \quad (1)$$

де P_{10} – показник, що характеризує відносний шлях, який проходить частинка по еквівалентному матеріалу після перетинання цементно-піщаного шару, у цьому випадку товщиною 10 мм; L_{np} – максимальна відстань, яку проходить частинка тільки

по еквівалентному матеріалу, мм; L_{10} – шлях, що проходить частинка по еквівалентному матеріалу після перетинання цементно-піщаного шару, товщиною 10 мм.

Підставивши експериментальні дані у формулу (1), одержимо залежності зміни коефіцієнта поглинання енергії набризування частинки від товщини шару розчину.

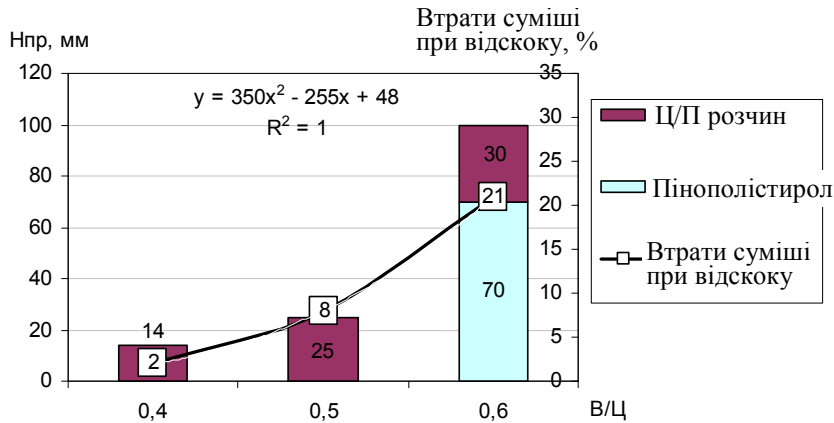


Рис. 3. Графік зміни глибини проникнення частинки й величини втрат суміші при відскоку від В/Ц

На графіках рис. 4 видно вплив співвідношення В / Ц на характер зміни кривої дисипації енергії набризування частинки заповнювача. Зі збільшенням В / Ц спостерігається виположування

кривої убік горизонтальної осі, відповідно для гасіння надлишкової енергії часток заповнювача потрібне використання більшої товщини набризкбетону.

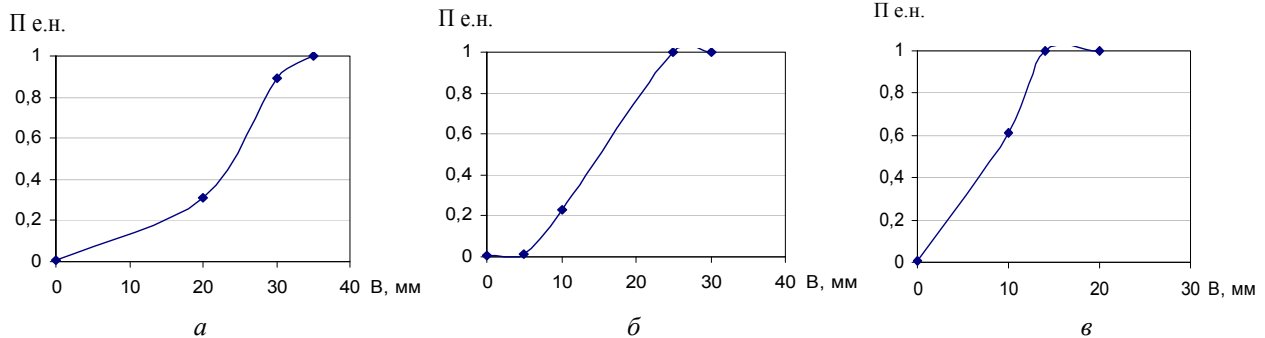


Рис. 4. Залежність зміни показника поглинання енергії набризка частинки від товщини шару розчину: а – при В / Ц = 0,6; б – при В / Ц = 0,5; в – при В / Ц = 0,4

Розглядаючи отримані графіки, слід зазначити, що при В / Ц = 0,6 показник гасіння енергії набризку при товщині розчину 20 мм становить $P = 0,3$, а при В = 30 мм показник, що є мірою дисипації енергії досягає 0,89 (рис. 4, а). Зменшення кількості води в розчині позитивно позначається на показнику P . Так, при зміні товщини розчину від 10 до 25 мм величина P змінюється від 0,23 до 1 (див. рис. 4, б). Найбільш інтенсивно показник гасіння енергії набризування P змінюється при В / Ц = 0,4 (рис. 4, в). При зміні товщини цементно-піщаного розчину від 10 до 14 мм дисипативні сили забезпечують гасіння від 61,5 до

100% енергії, повідомлюваній частинці на початку її руху.

Висновки. Результати лабораторних випробувань показали, що зі збільшенням товщини шару набризкбетону зменшується шлях, що проходить частинка по еквівалентному матеріалу. Варіюючи технологічними параметрами набризкбетону, можна домогтися умов, при яких відстань, що буде проходити частинка, буде менше деякого критичного значення, і сили зчеплення будуть утримувати частинку після її взаємодії з перешкодою. Таким чином, впливаючи на строки тужавлення суміші, процес її твердіння в ході

набризкування можна керувати процесом формування покриття й регулювати втрати при відскакуванні. На стадії готування суміші це може здійснюватися за рахунок зміни водоцементного співвідношення, використання прискорювачів тужавлення й пластифікаторів.

При водоцементному відношенні 0,6 у відскоку спостерігається значна кількість цементного розчину й дрібних фракцій заповнювача, при зниженні вмісту води в розчині до значення $B / Ц = 0,5$ зменшуються втрати суміші при відскакуванні, і як наслідок, зміст цементуючих часток у відскоку. При $B / Ц = 0,6$ спостерігалось повне відновлення поверхні суміші у емкості після проходження частинки, при $B / Ц = 0,5$ відновлення суміші має задовільний характер – на поверхні спостерігається слід від проходження частинки у вигляді поглиблення розміром до 3...5 мм. Експерименти із цементно-піщаними розчинами, що мають $B / Ц = 0,4$, свідчать про значне зниження величини відскакування суміші, втрат цементу. Як недоліки слід зазначити збільшення вмісту частинок заповнювача у відскоку, а також незадовільний характер відновлення суміші після проходження частинки – на поверхні утворюється слід у вигляді лійки, глибиною 5..7 мм.

Наведені результати свідчать про можливість зниження втрат при відскакуванні в процесі набризкування бетонної суміші при використанні розчинів з $B / Ц = 0,4...0,5$. У разі необхідності збільшення пластичності суміші раціональним є використання добавок у виді суперпластифікаторів і прискорювачів тужавлення.

Список літератури

1. Шашенко А.Н. Устойчивость подземных выработок в неоднородном породном массиве: Дисс. ... докт. техн. наук. – 05.15.09. – Днепропетровск, 1988. – 507 с.

2. Будівельне матеріалознавство: Підручник. – К.: ТОВ УВПК “ЕксОб”, 2008. – 704 с.

Исследовано влияние вязкости мелкозернистого бетона на величину отскока при набрызге бетона. Для исследований использовано физическое моделирование процесса набрызга частицы. В качестве эквивалентного материала использован пенополистирол, в качестве материала преграды – набрызгбетон. Набрызг частицы осуществлялся с использованием пневматической установки. Определены зависимости изменения показателя поглощения энергии набрызга частицы заполнителя от толщины слоя раствора при разном водоцементном соотношении. Определена величина потерь смеси при отскоке, а также глубина проникновения частицы в зависимости от показателя $B / Ц$.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, набрызг, потери смеси.

The effect of viscosity on the value of fine-grained concrete rebound during spraying concrete is studied. There was used the physical modeling of the spray particles. As an equivalent material there was used polystyrene foam, as a material barrier – shotcrete. Spray particles was carried out using a pneumatic installation. The dependences of the variation in the absorption of energy by spraying the particles of filler on the thickness of the solution at different water-cement ratio are determined. The magnitude of the losses of the mixture at rebound, as well as the penetration depth of particles in dependence on water-cement ratio is determined.

Key words: Fine-grained concrete, sprayed, the loss of the mixture.

Рекомендовано до публікації д.т.н. А.М. Роєнком 01.03.10