

**ВПЛИВ ДИСКРЕТНИХ ВОЛОКОН НА РЕОЛОГІЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ
В'ЯЖУЧИХ**

Кондратьєва Н.В.¹, к.т.н., доц., Мороз Л.В.² к.т.н., доц.,

Дзюбан³ О.В., к.т.н., доц., Мороз В.Ю.⁴ аспірант

¹ ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м.
Дніпро, Україна

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет

^{3,4} ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та
архітектури», м. Дніпро, Україна

Актуальність. Штучні кам'яні матеріали, у силу своїх особливостей, мають міцність на розрив при вигині практично на порядок нижче міцності при стиску, а також характеризуються утворенням усадочних тріщин при твердненні.

Дисперсне армування змінює поведження штучних каменів, надаючи їм підвищену стійкість до розтріскування, згину і розривному навантаженню, дозволяє створити необхідний запас міцності, зберігаючи цілісність конструкції, навіть після появи наскрізних тріщин.

Застосування в якості армуючих компонентів - металевих і поліпропіленових волокон при виготовленні сумішей не сприяє зниженню собівартості. Це пов'язане з тим, що застосування поліпропіленового волокна є додатковим засобом для контролю за пластичним осіданням та усуненням усадочних тріщин [1]. Поліпропіленове волокно в силу своїх недоліків (деформації при невеликих навантаженнях, розтяганню, старінню і т.п.) може бути застосоване тільки, як вторинне армування і не заміняє конструктивну арматуру, тим самим, впливаючи лише на процес твердіння суміші, але не на всі властивості затверділого матеріалу [2-3]. Використовувати металеву фібри для армування сухих будівельних сумішей досить важко, у силу її конструктивних особливостей [4].

Мета роботи. Визначити вплив базальтового волокна на реологічні властивості цементно-пісчаної суміші на основі мінеральних в'язучих.

Методика проведення досліджень. Введення базальтових волокон здійснювалося в суху суміш, після чого суміш перемішувалася до максимально однорідного стану, з подальшим додаванням води. Рухливість (занурення стандартного конуса) визначають для сумішей,

які застосовують при облаштуванні стяжки підлоги. Розтікання - для сумішей, які застосовують при облаштуванні покриттів і прошарків підлоги. При застосуванні для облаштування елементів підлоги цементно-пісчаних розчинів дисперсно-армованих волокнами визначити рухливість суміші по зануренню стандартного конуса досить важко. Дана методика може давати значну похибку в результатах досліджень. Тому рухливість розчинної суміші визначалася по величині розтікання [5]. Для визначення стандартної - контрольної величини розтікання спочатку була визначена величина рухливості цементно-піщаного розчину неармованого дискретними волокнами [6]. Після чого дана рухливість приведена до величини розтікання і взята за контрольну. З огляду на високу рухливість даних розчинових сумішей, вібрування форм із сумішшю не проводилось. Розпалубка зразків здійснювалася на наступну добу після формування. Зразки зберігалися у ванні з гідравлічним затвором протягом 28 діб.

Основний матеріал. У відповідності до розробленої матриці планування проведено ряд експериментів. Для кожного складу суміші визначено показники основних властивостей розчинових сумішей: В/Ц співвідношення, міцність при вигині та міцність при стиску у віці 3 і 28 діб. Після статистичної обробки результатів досліджень були отримані рівняння регресії і побудовані діаграми взаємного впливу компонентів на властивості цементно-піщаного розчину (рис. 1).

Основними факторами, які впливають на показник В/Ц співвідношення є: вміст компонентів у суміші, модуль крупності піску або його гранулометричний склад, вологість заповнювача, а також питома поверхня матеріалів.

Сухі будівельні суміші на основі мінеральних в'язучих, після додавання води або інших затворювачів, являють собою складні багатокомпонентні системи, що складаються із дрібнозернистих часток в'язучого, заповнювача, води, залученого повітря та добавок.

Розчини являють собою мезоструктуру двохкомпонентної системи, що складається із цементного тіста і заповнювача [7-8] і займають проміжне положення між густими рідинами і твердими тілами.

Вміст часток заповнювача значно впливає на в'язкість системи. При збільшенні вмісту заповнювача частки стикаються і перекривають один одного, у результаті в'язкість системи збільшується і тоді консистенція розчину залежить від насичення його твердою фазою.

У розчині мінеральне в'язуче у вигляді тіста покриває поверхню заповнювача і тоді зрушення системи відбувається через прошарки між зернами, товщина яких визначається розміром заповнювача і шаром цементної пасти. Зі збільшенням В/Ц в'язкість розчину

зменшується за рахунок збільшення товщини шару між зернами, що призводить до зниження тертя між шарами.

Розглядаючи двофазну систему «цементна паста – заповнювач» можна констатувати, що параметри заповнювача впливають на вміст цементної пасти і відповідно В/Ц співвідношення розчину. Нестача в'язучого у певних умовах збільшує в'язкість і знижує міцність затверділої системи. Збільшення кількості в'язучого відповідно підвищує В/Ц співвідношення та міцнісні характеристики, але до певної межі. Для піщаних сумішей теоретично потрібне максимально-щільне пакування зерен заповнювача і мінімальна кількість пасти для обволікання зерен піску і надалі їх міцному з'єднанні в єдиний каркас. Пластичність при цьому залежить від форми і поверхні зерен. Пластична деформація системи можлива завдяки зрушенню рідкого середовища.

Напруга зрушення τ , при швидкості деформації u буде пропорційна відносній відстані між твердими частками:

$$\tau = h / h_0, \quad (1)$$

де h – товщина прошарку; h_0 - товщина контактного шару.

Отже, співвідношення обсягу твердої і рідкої фази визначає ступінь в'язкості розчину і відповідно В/Ц відношення. Напруга зрушення може бути представлена реологічним рівнянням ньютонівської рідини:

$$\tau = \eta \frac{du}{dr}, \quad (2)$$

де τ – напруга зрушення;

$\frac{du}{dr}$ – градієнт швидкості по перетині потоку.

Введення волокон приводить до збільшення деформації напруги, відповідно в'язкості, тому для підвищення пластичності потрібне підвищення В/Ц співвідношення.

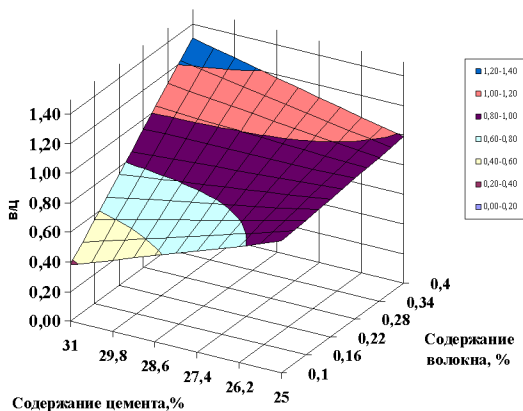
Структура суміші дисперсно-армованої волокнами являє собою двофазну систему «рідка + тверда фаза». Але систему можна розглядати, як двофазну тільки у випадку якщо довжина волокон не перевищує 1,5-2 діаметра заповнювача. Подальше збільшення довжини волокон переводить систему в трифазну, тобто суміш по своїх властивостях подібна бетонним [7-8].

Таким чином, залежність в'язкості розчину можна розглядати як функцію параметрів волокон:

$$\eta = f(l, d, \mu), \quad (3)$$

где l – довжина волокна; d – діаметр волокна; μ - вміст волокна.

А)



б)

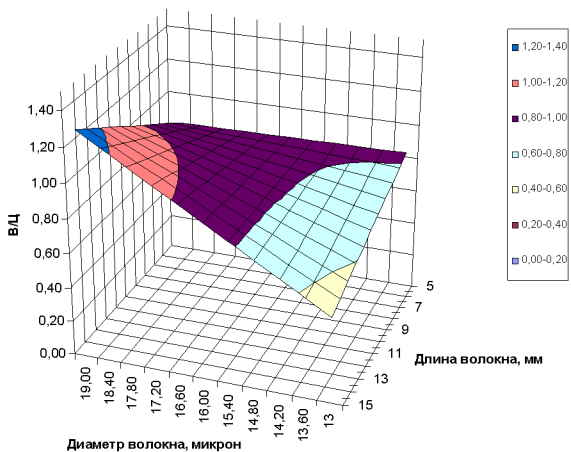


Рис.1. Залежність В/Ц співвідношення розчину суміші від вмісту цементу і вмісту базальтового волокна (а), довжини і діаметра (б) базальтового волокна.

Висновок. Збільшення кількості базальтового волокна з 0,1 до 0,4% у розчинній суміші призводить до збільшення В/Ц співвідношення. Вплив кількості дискретних волокон на в'язкість розчину підвищується при вмісті цементу більше 28%. Максимальної

величини В/Ц досягає при максимальному вмісті волокна 0,4%. Слід також зазначити, що при вмісті волокна менш 0,25% зміна довжини волокна незначно впливає на В/Ц. Збільшення довжини базальтового волокна призводить до більш різкого збільшення В/Ц співвідношення цементно-піщаного розчину, при діаметрі волокна більше 16 мікронів. Збільшення діаметра волокна призводить до збільшення В/Ц співвідношення, у зв'язку зі збільшенням жорсткості волокон, що призводить до росту сил тертя між зернами матеріалу. А також збільшується тертя між шарами розчину. Більш різкий приріст показників В/Ц, внаслідок збільшення діаметра армуючого компонента, спостерігається при вмісті волокна більше 0,2%. Чим менше довжина волокна, що вводиться, тим менше вплив діаметра волокна на В/Ц співвідношення цементно-піщаного розчину.

SUMMARY

The article discusses issues related to the influence of the parameters of discrete basalt fibers on the rheological properties of solutions obtained from dry building mixtures.

ЛІТЕРАТУРА

1. Удачкин И. Б. Ключевые проблемы развития производства пенобетона / И. Б. Удачкин // Строительные материалы. - 2002. - № 23. - С. 8 – 9.
2. Лаукайтис А. А. Прогнозирование некоторых свойств ячеистого бетона низкой плотности / А. А. Лаукайтис // Строительные материалы. – 2001. - №4. С. 27 – 29.
3. Удовенко Р. П. Проблемы энергосбережения в Украине / Р. П. Удовенко // Будівництво України. – 1997.– № 1. – С. 26–28.
4. Макаричев В. В., Краснова Г. В., Кривицкий М. Я. Современное производство ячеистых бетонов и их применение в строительстве / В. В. Макаричев, Г. В. Краснова, М. Я. Кривицкий // Обзор. информ. – М.: ВНИИЭСМ, сер.8. – Вып.3. – 1981. – 38с.
5. ДСТУ П Б. В. 2.7 - 126:2011 "Сумішні будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови". – К: 2010
6. ДСТУ Б В.2.7-239:2010 «Розчини будівельні. Методи випробувань.»
7. Моргун Л. В. Эффективность применения фибропенобетона в современном строительстве / Л. В. Моргун // Строительные материалы. - 2002. - №3. - С.16-17.
8. Волженский А. В., Бабкина И. И. Структурная пористость и теплофизические показатели неавтоклавного микропорита / А. В. Волженский, И. И. Бабкина // Строительные материалы. – 1983. - №11.