

УДК 691.555

РАССЛАИВАЕМОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА НА МЕХАНОАКТИВИРОВАННОМ ВЯЖУЩЕМ С ДОБАВКОЙ МОЛОТОГО ИЗВЕСТНЯКА

Барабаш И.В. *д.т.н., проф.*, Даниленко А.В., *аспирант*

*Одесская Государственная Академия Строительства и Архитектуры,
г. Одесса*

Расслаиваемость является важной технологической характеристикой для смесей большинства композиционных строительных материалов, а для строительных растворов сохранение однородности смеси является одним из основных показателей качества [1,2]. Эти требования заставляют ученых искать новые возможности повышения эффективности использования вяжущих. Одним из решений данной задачи является рациональное применение минеральных наполнителей. Как показано в работе [3] применение наполнителей, позволяет изменить в требуемых направлениях свойства цементных систем и материалов на их основе. На данный момент накоплен достаточно существенный опыт по применению молотого известняка в строительных материалах и конструкциях в качестве заполнителя [4,5,6]. Кроме того, что молотый известняк снижает расслаиваемость растворной смеси, он также повышает степень гидратации портландцемента за счет химического взаимодействия с продуктами его новообразований. Известно, что молотый известняк химически взаимодействует с минералами цемента, способствуя увеличению прочности контакта между заполнителем и матрицей [4]. Представлял интерес выяснить влияние молотого известняка на свойства строительных растворов на механоактивированном портландцементе с добавкой суперпластификатора С-3.

Для этой цели был проведен эксперимент по оптимальному плану типа «треугольники на квадрате» с пятнадцатью опытными точками [7]. Выбор смесового плана позволяет исследовать влияние на строительный раствор не только количества наполнителя, но и его удельной поверхности, что существенно расширяет область возможных положительных результатов.

В качестве смесовых факторов принята удельная поверхность известняка: $v_1 - 200 \text{ (м}^2/\text{кг)}$, $v_2 - 400 \text{ (м}^2/\text{кг)}$, $v_3 - 600 \text{ (м}^2/\text{кг)}$ при условии суммы уровней факторов, равной единице.

Независимыми факторами были приняты:

- X_4 – количество молотого известняка, $40 \pm 20\%$;

- X_5 – количество суперпластификатора С-3, $0.4 \pm 0.4\%$ от массы вяжущего. Помимо 15-ти составов исследовались три контрольных состава на портландцементе без известняка.

Использовался портландцемент марки 500 Каменец-Подольского цементного завода и песок Никитовского карьера ($M_{кр}=2.2$). Соотношение вяжущего, в том числе наполненного, с песком 1:1.2 по массе. Исследования проводились на двух аналогичных сериях образцов: первая – с применением механоактивации вяжущего в трибоактиваторе [8], вторая – по традиционной технологии (контроль).

С технологической точки зрения важно проанализировать изменение водовяжущего (В/В) отношения в данных смесях при варьировании смесевых и независимых технологических факторов. Подвижность раствора определялась по глубине погружения стандартного эталонного конуса, и составляла от 6 до 7 см [1].

Анализ полученных результатов показал, что в рамках факторного пространства эксперимента в наибольшей степени на В/В растворных смесей влияет количество добавки С-3. Составы без суперпластификатора в зависимости от вида и количества молотого известняка показали уровень В/В контрольных составов от 0.58 до 0.68, активированных составов от 0.54 до 0.66. Введение добавки С-3 приводит к снижению В/В соответственно до 0.48-0.57 на контрольных составах, а на активированном вяжущем - до 0.43-0.47.

Увеличение доли молотого известняка в вяжущем с 20 до 40% снижает В/В на 8-15%, причем более ощутимо для составов без суперпластификатора. Механоактивация позволяет существенно снизить В/В растворных смесей, а именно, при сохранении технологичности активированные смеси имели на 8..15% меньшую водопотребность, чем аналогичные контрольные составы.

Показатель расслаиваемости (Π) исследованных строительных растворов определялся согласно ДСТУ Б В.2.7-239:2010 (Розчини будівельні. Методи випробувань).

По результатам полученных экспериментальных данных были построены экспериментально-статистические (ЭС) модели со всеми значимыми оценками коэффициентов, отображающая влияние состава известнякового раствора на расслаиваемость смеси:

$$\begin{aligned} \Pi_m = & 2.92 \cdot v_1 - 0.21 \cdot v_1 \cdot v_2 & - 0.6 \cdot v_1 \cdot x_4 - 0.2 \cdot v_1 \cdot x_5 + 0.8 \cdot x_4^2 - 0.1 \cdot x_4 \cdot x_5 \\ & + 3.02 \cdot v_2 & + 0.605 \cdot v_2 \cdot v_3 - 0.436 \cdot v_2 \cdot x_4 - 0.3 \cdot v_2 \cdot x_5 - 0.06 \cdot x_5^2 \end{aligned}$$

$$(1) \quad +3.1 \cdot v_3 \quad - 0.55 \cdot v_3 \cdot x_4$$

$$\begin{aligned} \Pi_K = & 3.4 \cdot v_1 - 0.8 \cdot v_1 \cdot v_2 - 0.3 \cdot v_1 \cdot v_3 - 0.35 \cdot v_1 \cdot x_4 - 0.065 \cdot v_1 \cdot x_5 + 0.7x_4^2 - 0.1x_4 \cdot x_5 \\ & + 3.7 \cdot v_2 \quad - 0.6 \cdot v_2 \cdot v_3 - 0.55 \cdot v_2 \cdot x_4 - 0.065 \cdot v_2 \cdot x_5 - 0.24 \cdot x_5^2 \\ & + 3.71 \cdot v_3 \quad - 0.5 \cdot v_3 \cdot x_4 \end{aligned}$$

$$(2)$$

По моделям Π_M и Π_K расслаиваемости были построены диаграммы в виде «треугольники на квадрате» [7] (а – механоактивация, б – контроль), показанные соответственно на рис. 1

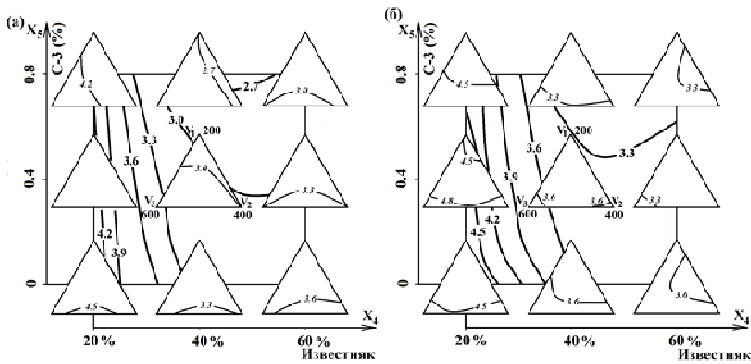


Рис.1. Влияние варьируемых факторов состава на расслаиваемость, %

Анализ полученных ЭС-моделей и построенных по ним диаграмм позволяет отметить, что в рамках факторного пространства эксперимента в наибольшей степени на расслаиваемость растворных смесей влияет количество молотого известняка в вяжущем. Основной эффект наблюдается при увеличении количества известняка от 20 до 40% – расслаиваемость механоактивированных составов снижается на 20..25%, а контрольных составов на 30..35%. Величина удельной поверхности известняка оказывает влияния на значение расслаиваемости в пределах 5..9%, однако есть некоторая тенденция меньшей расслаиваемости смесей при использовании известняка с удельной поверхностью 200 м²/кг.

Полученные экспериментальные данные по расслаиваемости растворной смеси позволяет сделать вывод о том, что наличие в смеси уже 20..25% молотого известняка практически вдвое снижает расслаиваемость (при аналогичном количестве пластификатора). При

этом данная тенденция прослеживается как для активированных, так и для контрольных составов – в первом случае величина Π_k снижается с 7.1..8.8% до 4.0..4.5%, а во втором с 7.9..9.8% до 4.5..5.0%.

За счет введения 0.8% добавки С-3 (при содержании молотого известняка в вяжущем 20..35%) расслаиваемость снижается на 4..6%, а при количестве известняка 40% и более – на 6..10%. Растворные смеси на активированном вяжущем в целом показали меньшую расслаиваемость по сравнению с контрольными. Данный эффект объясняется, прежде всего, более низкой водопотребностью смесей за счет применения активации.

Заключение

В целом можно сделать вывод о положительном влиянии примененных технологических решений, для повышения однородности смеси. К тому же, введение в вяжущее до 40% известнякового наполнителя и 0.8% добавки С-3, при дополнительном использовании механоактивации, позволяет значительно улучшить однородность растворных смесей, и тем самым, повысить их технологичность. Наибольшую роль в снижении расслаиваемости смеси играет применение известняка в вяжущем. При этом удельная поверхность использованного известняка не оказывает существенного влияния на эффективность его применения как стабилизирующего компонента.

Summary

It was shown the possibility of improving the quality of the mortar through the use production from waste of limestone in a mechanically activated binder. Were optimized factors (number of limestone and superplasticizer C-3) that regulate layering mortar.

Литература

1. Строительное материаловедение/ [П.В. Кривенко, Е.К. Пушкарева, В.Б. Барановский, М.А. Кочевых и др.] — Киев: Основа, 2007. — 698с.

2. Тенденции и направления внедрения бетонов нового поколения в Украине / [Ю.И. Немчинов, П.В. Попруга, Л.А. Шейнич, Г.Б. Гириштель] // Будівельні конструкції. Випуск 72. Сучасні технології бетону. — Київ: НДІБК, 2009. — С. 3-7.

3. Аспекты формирования высокопрочных и долговечных цементных связок в технологии бетонов/ Бабков В.В., Каримов И.Ш., Комохов П.Г.// Известия ВУЗов. Стр.-во. — 1996. -№4. —С.41-48

4. Маилян Р.Л. Бетон на карбонатных заполнителях / Р.Л. Маилян // Изд-во Ростовского университета, 1967. — 276с., ил.

5. Еременок П.Л. Использование известняковых песков из низкопрочных пород в конструкционных бетонах / П.Л. Еременок, Ю.А. Басый // Изд-во Киевской ВА ВПВО — К.: 1981. — 59с.

6. Федоркин С.И. Новые направления переработки известняковых отходов камнедобычи / С.И. Федоркин // Труды Крымской Академии наук: научно-практический сборник. Вып. 1. — Симферополь: Таврия, 1998. — С. 83–86.

7. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков // — К.: Вища школа, 1989. — 327 с.

8. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин / І.В. Барабаш // Навч. посібник. — Одеса: Астропрінт, 2002. — 100 с.

