

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА С КАРБОНАТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

Даниленко А.В., аспирант

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

В климатических условиях Украины действие попеременного замораживания и оттаивания является одной из основных причин повреждений и разрушения строительных материалов, эксплуатируемых вне помещения. Морозное разрушение объясняется, прежде всего, высоким кристаллизационным давлением льда, а также гидравлическим давлением, проявлением капиллярных эффектов, осмосом и различными по величине коэффициентами температурного расширения составляющих строительных композитов [1]. Эти факторы заставляют ученых искать новые возможности повышения эффективности использования вяжущих. Одним из решений данной задачи является рациональное применение минеральных добавок в вяжущих. Как показано [2] применение минеральных добавок, позволяет изменить в требуемых направлениях свойства цементных систем и материалов на их основе. Известняк достаточно широко применяется в технологии приготовления растворных и бетонных смесей в качестве заполнителя [3-4]. Являясь относительно малопрочным материалом, он легко подвергается помолу, что позволяет использовать его в качестве тонкомолотой минеральной добавки к портландцементу. Известно, что тонкодисперсные частицы известняка могут выполнять роль смазки, располагаясь между зернами цемента и тем самым улучшать удобоукладываемость и плотность бетонной смеси и раствора [3]. Кроме того, установлено, что молотый известняк химически взаимодействует с минералами цемента, способствуя увеличению прочности контакта между заполнителем и матрицей [5].

Представлял интерес выяснить влияние молотого известняка в портландцементе на морозостойкость строительного раствора. Для этой цели был проведен эксперимент по оптимальному плану типа «треугольники на квадрате» с пятнадцатью опытными точками [6]. При построении диаграмм уровни смесевых факторов, как относительно несущественных в данном случае, приняты равными ($V_1 - V_2 - V_3 = 0.333$).

В качестве смесевых 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.

В эксперименте 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 [7], вторая – по традиционной технологии (контроль).

В каждой строчке плана заданная подвижность достигалась корректированием воды затворения. Морозостойкость определялась ускоренным методом согласно ДСТУ Б В. 2.7-239:2010. «Розчини будівельні. Методи випробувань».

ЭС-модели отображающие влияние варьируемых факторов состава на морозостойкость известнякового раствора (активированного и контрольного) приведены ниже:

$$F_m \text{ (циклы)} = 102.7 \cdot v_1 - 83.4 \cdot v_1 \cdot v_2 \pm 0 \cdot v_1 \cdot v_3 - 19.8 \cdot v_1 \cdot x_4 - 10.5 \cdot v_1 \cdot x_5 - 25.6 \cdot x_4^2 + 8.1 \cdot x_4 \cdot x_5 + 131.1 \cdot v_2 - 144.4 \cdot v_2 \cdot v_3 - 42.4 \cdot v_2 \cdot x_4 \pm 0 \cdot v_1 \cdot v_3 - 32.4 \cdot x_5^2 + 105.6 \cdot v_3 - 18.5 \cdot v_3 \cdot x_4 \quad (1)$$

$$F_k \text{ (циклы)} = 99.1 \cdot v_1 - 95.3 \cdot v_1 \cdot v_2 \pm 0 \cdot v_1 \cdot v_3 - 11.2 \cdot v_1 \cdot x_4 - 8.2 \cdot v_1 \cdot x_5 - 36.4 \cdot x_4^2 + 8.3 \cdot x_4 \cdot x_5 + 130.1 \cdot v_2 - 122.9 \cdot v_2 \cdot v_3 - 41.2 \cdot v_2 \cdot x_4 - 9.0 \cdot v_2 \cdot x_5 - 27.2 \cdot x_5^2 + 99.3 \cdot v_3 - 11.4 \cdot v_3 \cdot x_4 - 6.8 \cdot v_3 \cdot x_5 \quad (2)$$

Необходимо отметить, что поскольку методика испытаний и соответственно нормативы предусматривают только дискретные марки по морозостойкости материала с шагом в 25 циклов, точность оценки влияния варьируемых факторов состава на величину F в значительной степени обусловлена такой дискретностью. Это необходимо учитывать при анализе как самого показателя F , так и ЭС-моделей, построенных

по результатам определения данного показателя для отдельных растворов, изготовленных в процессе выполнения эксперимента. При построении диаграмм уровни смесевых факторов, как относительно несущественных в данном случае, приняты равными ($V_1 - V_2 - V_3 = 0.333$).

Соответственно, анализ данных о морозостойкости исследованных композитов ЭС-моделей (1) и (2) показал, что варьирование удельной поверхности (дискретности) известнякового наполнителя вызывает изменение уровня морозостойкости как активированных, так и контрольных растворов не более чем на 25 циклов. По этой причине некорректно оценивать влияние смесевых факторов ($V_1 - V_2$) на величину F , несмотря на присутствие данных переменных в моделях. На рис. 1 показаны построенные по (1) и (2) диаграммы в виде квадратов, отображающие влияние количества известнякового наполнителя и суперпластификатора С-3 на морозостойкость растворов.

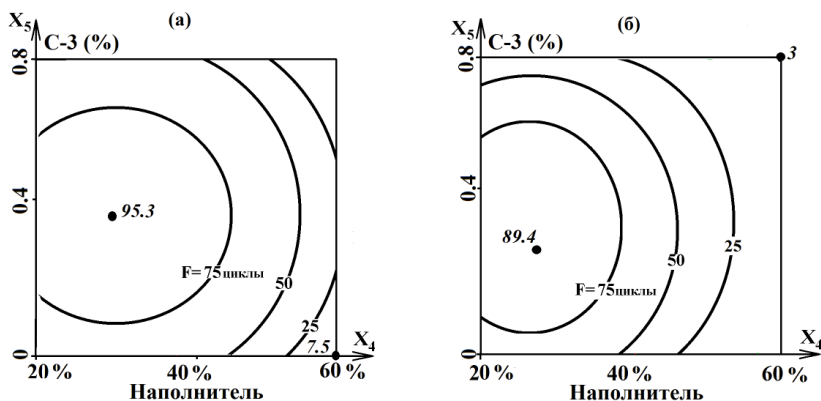


Рис. 1. Влияние количества молотого известняка и суперпластификатора С-3 на морозостойкость раствора (а - механоактивированное вяжущее, б - контроль)

Анализ показанных на рис. 1 диаграмм позволяет сделать вывод, что варьируемые факторы состава оказывают сходное влияние на морозостойкость как активированных, так и контрольных растворов.

По мере увеличения доли известнякового наполнителя от 20 до 40% величина F практически не изменяется. Прослеживается некоторый рост уровня F при увеличении количества известняка от 20 до 25...32%, однако величина данных изменений незначительна с учетом низкой точности определения морозостойкости. Максимальная моро-

зостойкость, около 100 циклов для растворов на активированном вяжущем и около 75 циклов для контрольных растворов достигается при введении 25 и 32 % минеральной добавки соответственно. Такое изменение показателя F при варьировании фактора X_4 вероятно обусловлено тем, что относительно малопрочные частицы известняка играют роль компенсаторов напряжений, возникающих в цементном композите при замерзании. Последующие увеличение молотого известняка в вяжущем (выше 40%) ощутимо снижает морозостойкость строительных растворов.

Введение суперпластификатора С-3 вызывает нелинейное изменение морозостойкости исследованных строительных растворов. При введении 0.4% добавки морозостойкость повышается приблизительно на 25 циклов независимо от количества наполнителя. Дальнейшее увеличение дозировки С-3, до 0.8%, уже снижает морозостойкость. При этом для составов с максимальным количеством добавки и бездобавочных уровень F приблизительно равен.

Установлено положительное влияние механоактивации на морозостойкость строительных растворов с известняковым наполнителем. При количестве молотого известняка до 40% независимо от дозировки суперпластификатора С-3 морозостойкость растворов на активированном вяжущем приблизительно на 25 циклов выше, чем контрольных. Однако необходимо отметить, что для составов с количеством молотого известняка, близким к максимальному, активация в меньшей мере способствует повышению морозостойкости, что можно объяснить низким количеством клинкерной составляющей.

Вывод

Установлено, что механоактивация вяжущего с добавкой молотого известняка в количестве 40% в сочетании суперпластификатора С-3, позволяет получать строительные растворы для наружных работ с количеством циклов от 50 до 75, что удовлетворяет требованиям ДСТУ Б В. 2.7-239:2010. «Розчини будівельні. Методи випробувань».

Summary

Shown the possibility of the use from fine limestone as carbonate filler in mortars. Mechanical activation of the binder, carbonate filler in an amount of 40% in the presence of superplasticizer C-3

allows you to get building mortars with a sufficient level of frost resistance.

Литература

1. Подвальный А.М. Механизм морозного разрушения бетонных и железобетонных конструкций / А.М. Подвальный // Бетон и железобетон – пути развития. Том 3. Технология бетона. Сборник трудов 2 всероссийской конференции. – М. 2005. – С.171-177.
2. Дворкин Л.И. Цементные бетонные с минеральными наполнителями / Л.И. Дворкин, В.И Соломатов, В.С. Выровой, С.М. Чудновский// – К.: Будівельник, 1991. – 136 с.
3. Маилян Р.Л. Бетон на карбонатных заполнителях / Р.Л. Маилян // Изд-во Ростовского университета, 1967. – 276с., ил.
4. 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.
5. Будников П.П. О гидратации алюмосодержащих минералов портландцемента в присутствии карбонатных микронаполнителей/ П.П. Будников., В.М. Колбасов, А.С. Пантелеев // Цемент, 1961, №1. С. 5-9.
6. 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.
7. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин / І.В. Барабаш // Навч. посібник. — Одеса: Астропрінт, 2002. — 100 с.