



Рисунок 3 – Влияние показателя В/Ц на эффективность вспучивания

Полученные результаты обеспечивают возможность дальнейшего понижения значения В/Ц до величины 0,34 для способа с ударами вверх, при котором эффективность вспучивания даже превышает эталонное значение.

Заключение. Выполненные исследования подтвердили достижение заявленной цели – обеспечение равномерности вспучивания ячеистобетонной смеси. В результате доказана эффективность разработанного способа и возможность снижения значений В/Ц в сравнении с ударной технологией с ударами, направленными вниз. Следовательно, внедрение новой технологии обеспечивает дополнительный эффект повышения эффективности вспучивания ячеистых бетонов и является резервом увеличения прочности при переходе на выпуск стеновых блоков плотностью 400 кг/м³.

Список цитированных источников

- 1 Голубева, Т.Г., Сажнев, Н.П., Галкин, С.Л., Сажнев, Н.Н. Опыт производства и применения ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь. [Электронный ресурс], режим доступа: www.ais.by, дата доступа 10.02.09.
- 2 А с 802026 (СССР). Способ изготовления изделий из ячеистобетонных смесей / Риж. политехн. ин-т; авт. изобрет. Э.А. Курносоев – Опубл. БИ 07.02.1981. – № 5.
- 3 Сажнев, Н.П., Сажнев, Н.Н. Технич.-экономические показатели ячеистого бетона, изготовленного по литевой технологии. [Электронный ресурс], режим доступа: www.ais.by, дата доступа 10.10.08.
4. Установка для вспучивания ячеистобетонных смесей: решение о выдаче патента, МПК 2006) В 25В 1/50 / В.В. Бозылев, Е.В. Рядчиков, Д.Н. Шабанов, заявитель Полоц. гос. ун-т. – № 020080861, заявл. 20.11.08

УДК 691.5.535

МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПРОДУКТА ПРОИЗВОДСТВА

Бакатович А.А., Вишнякова Ю.В.

Введение. В последнее время в Беларуси значительно увеличились объемы использования побочных продуктов и отходов промышленности в производстве строительных материалов, и этот путь является перспективным и актуальным, так как позволяет решать острые технико-экономические вопросы.

Внимание многих исследователей привлекают твердые и пастообразные отходы в виде шламов, образующихся после обезвреживания заводских стоков предприятий химической, машиностроительной, энергетической, микробиологической, фармацевтической, стекольной и других отраслей промышленности [1]. Значительные территории вблизи подобных предприятий заняты отходами производства, что неблагоприятно отражается на экологической обстановке.

В настоящее время минеральные шламы широко используются в производстве строительных растворов. Известны работы по исследованию кладочных растворов, содержащих иловый шлам в качестве пластифицирующей добавки [2]. При введении в растворную смесь шлам улучшал подвижность и водоудерживающую способность. Однако введение илового шлама несколько снижало прочность раствора.

Опубликованы результаты применения в кладочных растворах известкового шлама Кемеровского азототукового завода [3, 4]. Введение добавки шлама повышало удобоукладываемость растворной смеси по сравнению с чисто цементной, но не позволяло достичь показателя цементно-известковых смесей.

В работах [5, 6] предложено использовать в качестве заменителя известки в кладочных растворах гидроксидный шлам. Гидроксидный шлам несколько замедляет процессы схватывания и твердения в начальные сроки, но конечная прочность цементно-шламовых растворов оказывалась такой же, как и чисто цементных. При этом значения раскраиваемости и водоудерживающей способности находятся на уровне показателей цементно-известкового раствора.

Перспективной является разработка, предложенная И.И. Проскуриной и С.В. Свергузовой, об использовании гальванических шламов. Полученные результаты позволяют говорить об использовании шлама в качестве фунгицидной добавки при изготовлении низкотемпературных бетонов и растворов [7].

Экспериментальные исследования, анализ результатов. На кафедре строительного производства проводятся исследования кладочных растворных смесей и растворов с добавкой шлама водоочистки, получаемого в результате устранения карбонатной и некарбонатной жесткости воды на тепловых электроцентралях [8]. Основными соединениями в шламе являются карбонат кальция (CaCO_3) в количестве 62,8–68,2% и основной карбонат магния ($3\text{MgCO} \cdot \text{MgOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 5,8–10,6%.

В процессе подготовки шлам высушивали, измельчали и просеивали через сито с требуемым размером ячейки. Необходимо отметить, что шлам в высушенном состоянии имеет незначительную прочность – 0,03 МПа и измельчается без особых усилий.

Для определения оптимальной фракции в экспериментальных составах вместо известки использовали шлам в виде порошка фракций не более 80, 100, 140, 315 и 630 мкм. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что наилучший показатель прочности с учетом водоудерживающей способности имеет состав с добавкой порошка шлама при размере частиц не более 80 мкм.

Для определения оптимальной дозировки порошка шлама фракцией не более 80 мкм проведены дополнительные исследования. В экспериментальных составах расход цемента составлял 160 кг, соотношение цемента и песка принято постоянным (1:9,7). Шлам вводили в количестве от 100 до 40 % от массы известки, необходимой по расчету. Подвижность растворных смесей составляла 8 см. Результаты определения основных показателей качества растворов с добавками известки и шлама представлены в таблице 1. В данной таблице дозировки добавок известки и шлама приведены по сухому веществу.

Таблица 1 – Основные показатели качества кладочных растворов смесей и растворов

| № состава | Расход добавок, кг | | В/Ц | Прочность, МПа | | Расслаиваемость, % | Водоудерживающая способность, % |
|-----------|--------------------|--------------------------------|------|----------------|---------|--------------------|---------------------------------|
| | известь | шлам (фракция не более 80 мкм) | | 7 сут. | 28 сут. | | |
| 1 | 81,2 | - | 1,93 | 5,1 | 7,6 | 8,5 | 96,3 |
| 2 | - | 32,5 (40 %)* | 1,85 | 4,1 | 5,8 | 10,2 | 95,2 |
| 3 | - | 48,7 (60 %) | 1,88 | 4,6 | 6,6 | 9,3 | 95,5 |
| 4 | - | 65 (80 %) | 1,96 | 5,5 | 7,8 | 8,2 | 96,3 |
| 5 | - | 81,2 (100 %) | 2,02 | 5,0 | 7,4 | 8,0 | 96,6 |

* – процент ввода порошка шлама от расчетной массы извести

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что оптимальная дозировка порошка шлама фракцией не более 80 мкм составляет 80 % от расчетной массы извести (состав 4).

Определение морозостойкости проведено на кладочных растворах марок М50 и М75. Шлам водоочистки фракцией не более 80 мкм вводили в количестве 80 % от расчетной массы извести.

Согласно требованиям СНиП II-22-81 (Изменение №1) марка по морозостойкости кладочных растворов для наружных стен - не менее F50. Таким образом, исходя из требований ГОСТ 5802 потеря прочности образцов контрольного состава, а также составов с добавкой порошка шлама после 50 и 75 циклов соответственно попеременного замораживания и оттаивания должна составлять не более 25%.

Испытания на морозостойкость показали, что изменений прочности растворов марок М50 и М75 и потери массы не наблюдалось после 50 и 75 циклов соответственно (табл. 2 и табл. 3).

Основываясь на данных таблиц 2 и 3, важно отметить, что показатель прочности цементно-шламового раствора в водонасыщенном состоянии превышает прочность цементно-известкового раствора на 9% для марки М50 и на 11% для марки М75.

Падение прочности цементно-известкового и цементно-шламового растворов марки М50 через 60 циклов попеременного замораживания и оттаивания составило 8 и 4% соответственно (табл. 3). Осмотр поверхности после 85 циклов выявил на поверхности как контрольных, так и образцов с добавкой порошка шлама шелушение. При этом значение падения прочности контрольного состава приблизилось к предельно допустимому и составило 24%, а исследуемого – только 19%.

Падение прочности контрольного и исследуемого растворов марки М75 произошло только через 85 циклов попеременного замораживания и оттаивания и составило 7 и 4 % соответственно (табл. 3). По истечении 105 циклов осмотр выявил на поверхности образцов как цементно-известкового, так и цементно-шламового раствора шелушение. Значение падения прочности контрольного раствора составило 25 %, что является предельно допустимым. Прочность раствора с добавкой порошка шлама по истечении 105 циклов снизилась только на 17%.

Полученные результаты по динамике падения прочности свидетельствуют о том, что величины падения прочности образцов с добавкой порошка шлама несколько ниже показателей контрольных составов.

Таблица 2 – Определение морозостойкости растворов марки М50

| № состава | Расход добавки | | | | Прочность при сжатии, МПа, в состоянии | | | Прочность основных образцов после | | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------------------|----|--------|--|-----------------|-----|-----------------------------------|-----|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| | извест-ти, кг | Шлам водо-очистки | | сухом | | водона-сыщенном | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | |
| | | % | кг | 7 сут. | 28 сут. | | | | | | | | | | | циклов, МПа |
| 1 | 87,5 | - | - | 3,11 | 5,32 | 3,9 | 3,8 | 3,9 | 3,7 | $\frac{3,6}{8}$ | $\frac{3,4}{11}$ | $\frac{3,3}{13}$ | $\frac{3,0}{20}$ | $\frac{2,9}{21}$ | $\frac{2,7}{24}$ | |
| 2 | - | 80 | 70 | 3,71 | 5,64 | 4,3 | 4,2 | 4,3 | 4,2 | $\frac{4,1}{4}$ | $\frac{4,0}{7}$ | $\frac{4,0}{10}$ | $\frac{3,8}{12}$ | $\frac{3,6}{16}$ | $\frac{3,5}{19}$ | |

* – величина падения прочности, выраженная в процентах относительно контрольного показателя

Таблица 3 – Определение морозостойкости растворов марки М75

| № состава | Расход добавки | | | | Прочность при сжатии, МПа, в состоянии | | | Прочность основных образцов после | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------------------|----|--------|--|-----------------|-----|-----------------------------------|-----|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|--|
| | извест-ти, кг | Шлам водо-очистки | | сухом | | водона-сыщенном | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | | |
| | | % | кг | 7 сут. | 28 сут. | | | | | | | | | циклов, МПа | |
| 1 | 81,2 | - | - | 5,1 | 7,6 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,1 | $\frac{3,9}{7^*}$ | $\frac{3,8}{11}$ | $\frac{3,5}{19}$ | $\frac{3,3}{25}$ | | |
| 2 | - | 80 | 65 | 5,5 | 7,7 | 4,7 | 4,6 | 4,7 | 4,6 | $\frac{4,5}{4}$ | $\frac{4,3}{7}$ | $\frac{4,2}{12}$ | $\frac{3,9}{17}$ | | |

* – величина падения прочности, выраженная в процентах относительно контрольного показателя

Марка по морозостойкости кладочных цементных растворов с добавкой порошка шлама не ниже показателей цементно-известковых растворов и соответствует требованиям СНиП II-22-81.

Заключение. Основываясь на экспериментальных данных проведенных исследований по определению раскраиваемости, водоудерживающей способности растворных смесей, а также прочности и морозостойкости растворов позволяет сделать вывод, что применение шлама в виде тонкодисперсного порошка в кладочных растворах позволит полностью проводить его утилизацию, изготавливать растворы, соответствующие требованиям СТБ 1307, и получить дополнительно экономический эффект.

Список цитированных источников

1. Тараканов, О.В. Сухие строительные смеси / О.В. Тараканов // Строй-профиль – 2005. – № 7 – С. 51–52

2. Иманов, А.М., Иманова, О.М. Исследование алунитового шлама кировобадского глиноземного комбината в производстве строительных материалов // Промышленные отходы – резерв строительного производства: тез. докл. науч. конф., Севастополь, 9-10 апр 1990 г.: в 2 ч. / Крымское обл. правление ВНТО стройиндустрии – Севастополь, 1990. – Ч. I. – С. 104–105

3. Исхакова, Н.Ш. Применение известковых отходов азотной промышленности в строительных растворах / Н.Ш. Исхакова, А.Ф. Журавель // Строительные материалы – 1971. – № 7. – С. 16

4. Ефименко, Н.А. Использование известкового шлама в строительных растворах // Сб научных трудов № 27 Кузбасского политехнического института – Кемерово, 1970 – С. 25–30

5. Сухов, Ю.В. Заменитель извести в строительных растворах / Ю.В. Сухов, С.Ф. Коренькова, Т.В. Шейна // Строительные материалы – 1989 – № 1. – С. 14–15

6. Коренькова, С.Ф. Шламы гальванических производств – добавка в цементные материалы / С.Ф. Коренькова, Ю.В. Сухов, Т.В. Шейна // Строительные материалы и конструкции – 1992 – № 2. – С. 12–14.

7. Проскурина, И.И. Использование шламов водоочистки / И.И. Проскурина, С.В. Свергузова // Строительные материалы. – 2006. – № 4 – С. 66–67.

8. Водоподготовка: процессы и аппараты / Громогласов А.А., Копылов А.С., Пильщиков А.П., под ред. О.И. Мартиновой. – М.: Энергоиздат, 1990 – 272 с

УДК 666.972

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Суходоева Н.В., Бибик М.С., Бабицкий В.В.

Введение. Что должен сделать инженер-технолог после тепловой обработки изделий для обеспечения заданных характеристик бетона? Во-первых, рассчитать состав бетона, а, во-вторых, уже основываясь на особенностях состава, назначить соответствующий режим тепловой обработки.

Какими при этом общими принципами технолог руководствуется? При проектировании состава бетона должны быть обеспечены проектные требования к бетону, марка бетонной смеси по удобоукладываемости. Реже учитывается цена получаемого бетона. А при назначении режима тепловой обработки бетона основная задача – обеспечить его заданную отпускную прочность. Для этого можно воспользоваться опытом производства изделий на данном предприятии, графиками, таблицами, текстовым материалом, содержащимися в различных источниках, например в [1-3] или в ТКП 45-5.03-13-2005 «Изделия бетонные и железобетонные сборные. Правила тепловлажностной обработки». О расходах же теплоносителя обычно речь идет только из общих соображений, например, что термосный режим более экономичен, чем традиционный. Конкретные же стоимостные расчеты не ведутся.

Можно ли такой назначенный режим тепловлажностной обработки бетона назвать оптимальным, то есть наилучшим (от латинского «optimus»)? Безусловно нет. Отрасль сборного железобетона сможет выжить только существенно сократив достаточно существенные энергетические затраты. А выполнить это, не считая каждый килограмм цемента и каждую калорию теплоты, невозможно. Следовательно, остро назрела разработка новых методов проектирования как состава бетона, так и режима тепловлажностной обработки изделий, позволяющих учесть все многообразие влияющих факторов.

Оптимизация режима тепловой обработки. Представленная на рис. 1 схема расчета показывает, каким образом поставленная задача может быть решена. Схема на рис. 2 конкретизирует последовательность расчетов прочности бетона в процессе тепловой обработки. Естественно, реализация предположенного алгоритма, основанного на сложной математической модели потребовала разработки соответствующего программного обеспечения. Варьируя многочисленные влияющие факторы, инженер-технолог оптимизирует как состав бетона, так и режим тепловлажностной обработки изделий, добываясь обеспечения не только проектных характеристик бетона, но и минимально возможной суммарной цены на бетонную смесь и расход пара.