

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.5.535

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ШЛАМА ВОДООЧИСТКИ НА СВОЙСТВА КЛАДОЧНЫХ РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ И РАСТВОРОВ

канд. техн. наук, доц. А.А. БАКАТОВИЧ, Ю.В. ВИШНЯКОВА
(Полоцкий государственный университет)

Рассмотрен опыт использования карбонатных наполнителей в строительных растворах. Приведены результаты исследования кладочных растворных смесей и растворов, содержащих в качестве компонента тонкодисперсный порошок шлама водоочистки. Определены основные показатели качества растворных смесей и растворов с добавкой шлама: прочность, расслаиваемость, водоудерживающая способность, водопоглощение и т.д. Установлены зависимости расслаиваемости, водоудерживающей способности растворных смесей и прочности растворов от расхода и фракции шлама. Проведено исследование изменения подвижности растворных смесей с течением времени. По результатам исследований сделан вывод о том, что цементные составы с добавкой шлама соответствуют требованиям СТБ 1307 и являются полноценной заменой цементно-известковым растворам. Внедрение экспериментальных составов в промышленное производство дает возможность решить экологическую проблему по утилизации шлама, а также получить экономический эффект.

Введение. На сегодняшний день в ряде стран Европы и Америки все большее применение в практике изготовления бетонов и строительных растворов находят карбонатосодержащие добавки. Известны разработки российских и белорусских ученых, предлагающих использовать в качестве таких добавок отход камнепиления и камнедробления известняка – известняковую муку [1], отход производства доломитового щебня – доломитовый утяжелитель [2], отход промывки известняка – флюсовый известняк [3].

В Полоцком государственном университете проводятся исследования по изучению свойств строительных растворных смесей и растворов, содержащих в качестве добавки порошок шлама водоочистки.

На Новополоцкой и Полоцкой ТЭЦ шлам водоочистки, содержащий CaCO_3 в количестве 63 – 68 % и MgCO_3 до 11 %, является многотоннажным отходом (более 10 тыс. тонн в год).

Шлам водоочистки представляет собой вторичный продукт, получаемый в результате устранения карбонатной и некарбонатной жёсткости воды на тепловых электроцентралях и котельных [4]. Для умягчения в воду добавляют известковое молоко, которое переводит растворимые бикарбонаты кальция и магния в нерастворимые карбонаты. Затем воду обрабатывают сульфатом железа, которое, являясь коагулянтом, осаждает все взвеси и примеси в виде коллоидной массы – шлама водоочистки [5].

Вопрос утилизации шлама остается открытым до настоящего времени. Ряд электроцентралей, в том числе и Новополоцкая ТЭЦ, шлам после накопления на осветлителях сбрасывают в шламонакопители. Такой способ хранения ведет к постепенному отторжению земель под новые шламонакопители и ухудшению экологической обстановки в регионах. На отдельных тепловых электроцентралях, в том числе и на Полоцкой ТЭЦ, шлам поступает на вакуум-фильтры, где он обезвоживается, а затем вывозится на городские свалки.

Исследовательская часть. В процессе подготовки к эксперименту 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.

В качестве контрольного принят состав цементно-известкового кладочного раствора марки 75 при подвижности 8 см.

В экспериментальных составах вместо извести использовали шлам в виде порошка. Шлам водоочистки фракций не более 80, 100, 140, 315 и 630 мкм вводили в количестве 100 % от массы извести, необходимой по расчету. Результаты определения прочности растворов и водоудерживающей способности растворных смесей с добавкой шлама представлены в таблице 1.

Рисунки 1 и 2 иллюстрируют зависимости водоудерживающей способности растворных смесей и прочности растворов от фракции шлама (графики построены на основании полученных данных).

Таблица 1

Зависимость прочности раствора от фракции шлама

Фракция шлама (не более), мкм	Прочность, МПа	Водоудерживающая способность, %
80	7,4	96,6
100	7,1	95,9
140	6,7	95,5
315	5,9	94,6
630	5,7	94,1

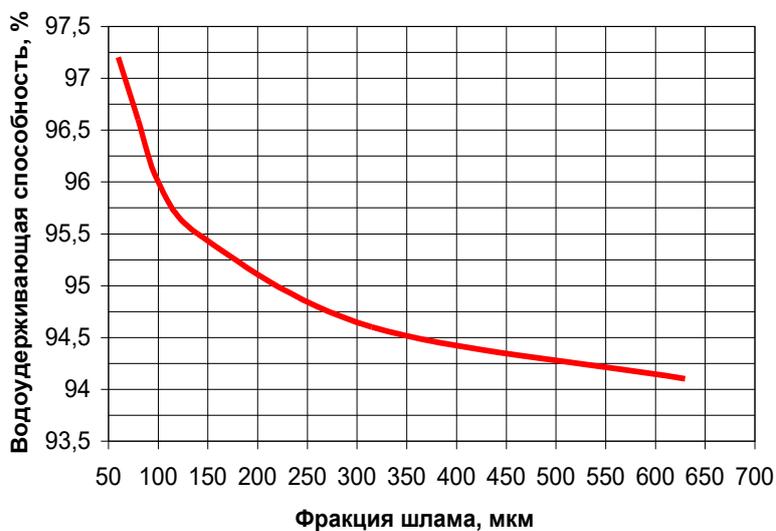


Рис. 1. Зависимость водоудерживающей способности растворной смеси от фракции порошка шлама

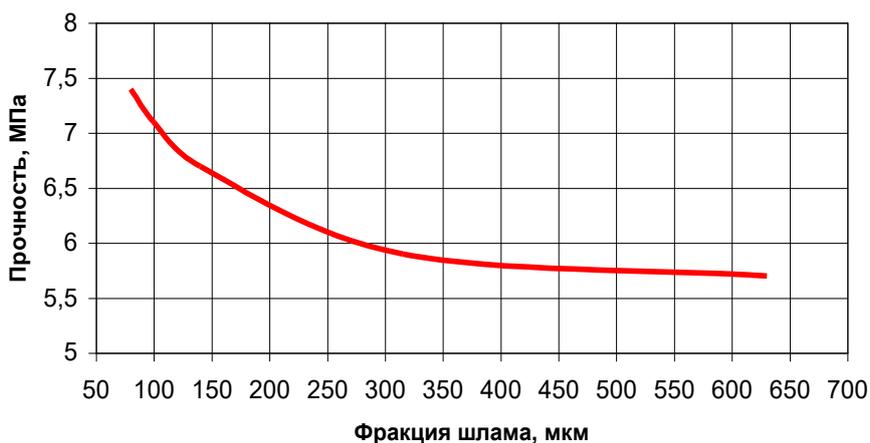


Рис. 2. Зависимость прочности раствора от фракции порошка шлама

Учитывая, что прочность контрольного состава составляет 7,6 МПа, а водоудерживающая способность – 96 %, анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что наиболее оптимальным является применение порошка шлама с размером частиц не более 80 мкм.

Для определения оптимальной дозировки порошка шлама фракции 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 извести, необходимой по расчету.

Подвижность растворов составляла 8 см.

Результаты определения основных показателей качества растворов с добавками извести и шлама представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные показатели качества кладочных растворов 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	96,4
5	–	81,2 (100 %)	2,02	5,0	7,2	8,0	96,6

* – процент ввода порошка шлама от расчетной массы извести.

Примечание. В данной таблице дозировки добавок извести и шлама приведены по сухому веществу.

На основании полученных данных построены графики зависимости прочности, расслаиваемости и водоудерживающей способности от расхода шлама (рис. 3 – 5).

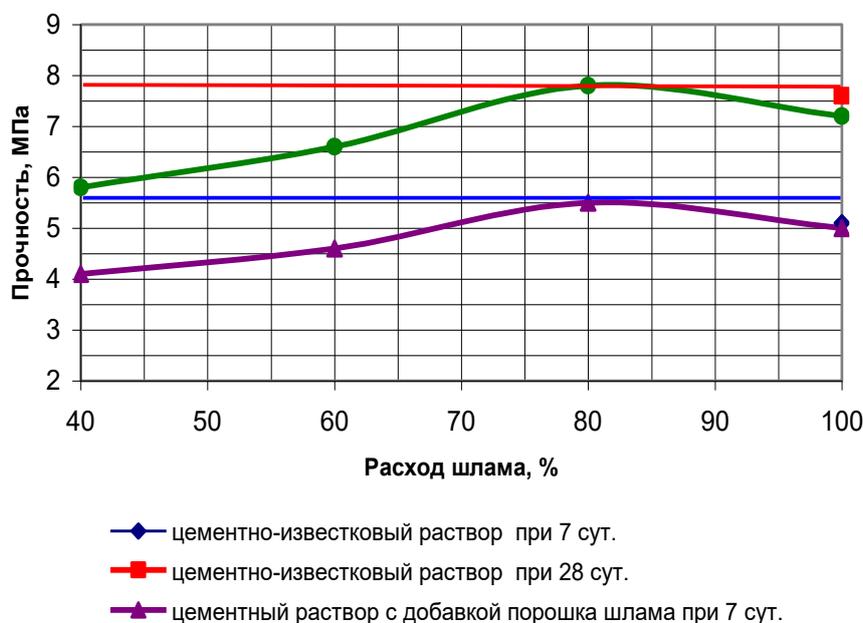


Рис. 3. Зависимость прочности раствора от расхода шлама

Расслаиваемость составов 2 и 3 превышает контрольный показатель на 20 и 9 % соответственно. Значения расслаиваемости составов 4 и 5 ниже показателя контрольного состава.

При введении шлама водоочистки в количестве 40 и 60 % от необходимого расхода извести водоудерживающая способность ниже контрольного показателя, а при дозировке 80 и 100 % – этот показатель качества находится на уровне значения контрольного состава.

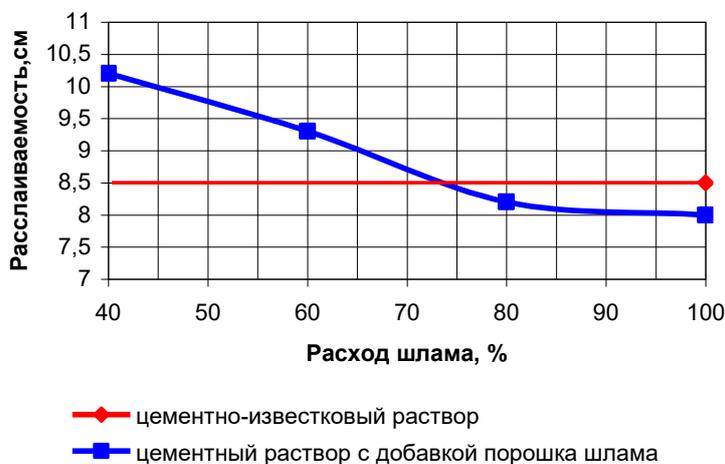


Рис. 4. Зависимость распадаемости растворной смеси от расхода шлама

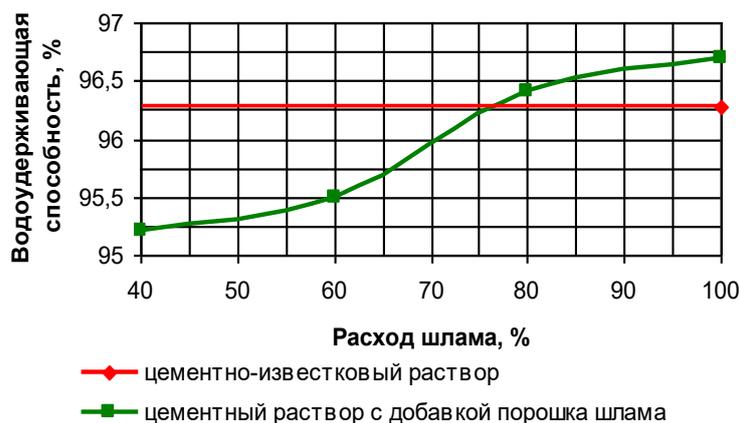


Рис. 5. Зависимость водоудерживающей способности от расхода шлама

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что оптимальной является добавка порошка шлама фракцией не более 80 мкм в количестве 80 % от расчетной массы извести (состав 4).

Одно из важных условий возможного практического применения порошка шлама в виде добавки – соответствие требованию по обеспечению эксплуатационных свойств кладочных растворов во влажных условиях. Для этого исследовалось водопоглощение и прочность растворов в водонасыщенном состоянии.

Водопоглощение и прочность в водонасыщенном состоянии определяли по ГОСТ 5802 на растворах составов 1 – 5 (см. табл. 2). Полученные данные приведены в таблице 3.

На основании данных построены графики зависимости водопоглощения по массе и объему от расхода порошка шлама (рис. 6).

Показатели водопоглощения по массе и объему составов 1 и 4 практически идентичны.

В водонасыщенном состоянии прочность состава 4 на 0,6 МПа выше контрольного состава 1. Следовательно, введение порошка шлама позволяет снизить величину падения прочности раствора в водонасыщенном состоянии по сравнению с цементно-известковым раствором.

С целью выяснения срока возможного применения растворной смеси с добавкой порошка шлама оценивалось изменение подвижности растворных смесей с течением времени.

Исследования проводились на растворах составов 1,4 и 5 (см. табл. 2).

Начальная подвижность принята равной 9 см. Изменение подвижности исследовалось на протяжении 10 часов.

Определение подвижности растворов смесей проводили согласно требованиям ГОСТ 5802.

Таблица 3

Изменение водопоглощения и прочности растворов в зависимости от расхода шлама

№ состава	Прочность, МПа		Водопоглощение, %	
	в сухом состоянии	в водонасыщенном состоянии	по массе	по объему
1	7,7	4,3 (44 %)*	6,78	12,22
2	5,8	3,8 (34 %)	7,32	13,33
3	6,7	4 (40 %)	7,2	13,19
4	7,8	4,9 (37 %)	6,59	11,95
5	7,1	3,7 (48 %)	7,07	12,79

* – в скобках приведена разность между прочностями растворов в нормально-влажностных условиях и в водонасыщенном состоянии.

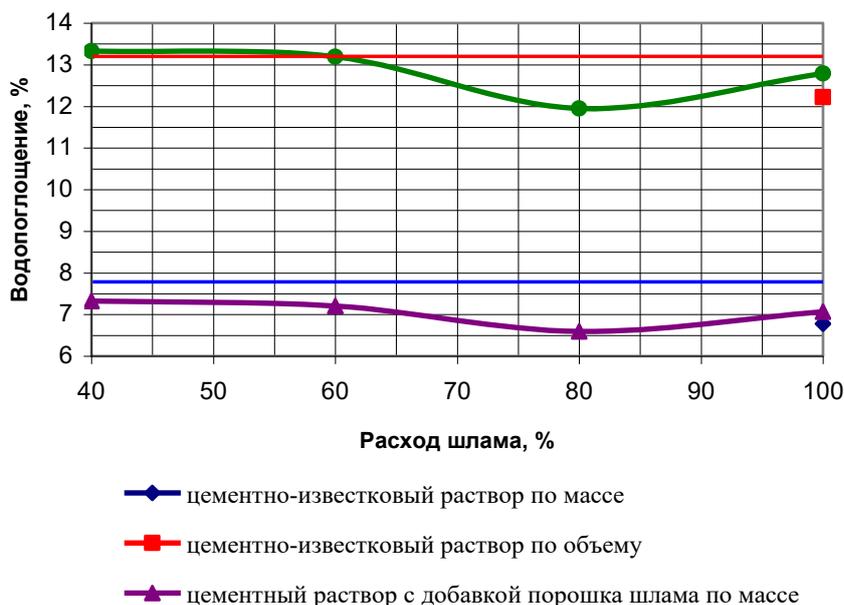


Рис. 6. Зависимость водопоглощения от расхода шлама

Рисунок 7 на основании полученных данных иллюстрирует изменения подвижности растворов смесей с течением времени.

Резкое падение подвижности *контрольного состава* с 9 до 7,5 см происходило в течение первого часа. При этом подвижность *экспериментальных составов* уменьшилась незначительно.

Подвижность *контрольного состава* снизилась до 7 см через 2,5 часа, а *экспериментальных с добавкой порошка шлама* фракцией не более 80 мкм в количестве 100 и 80 % – через 4 и 6 часов соответственно.

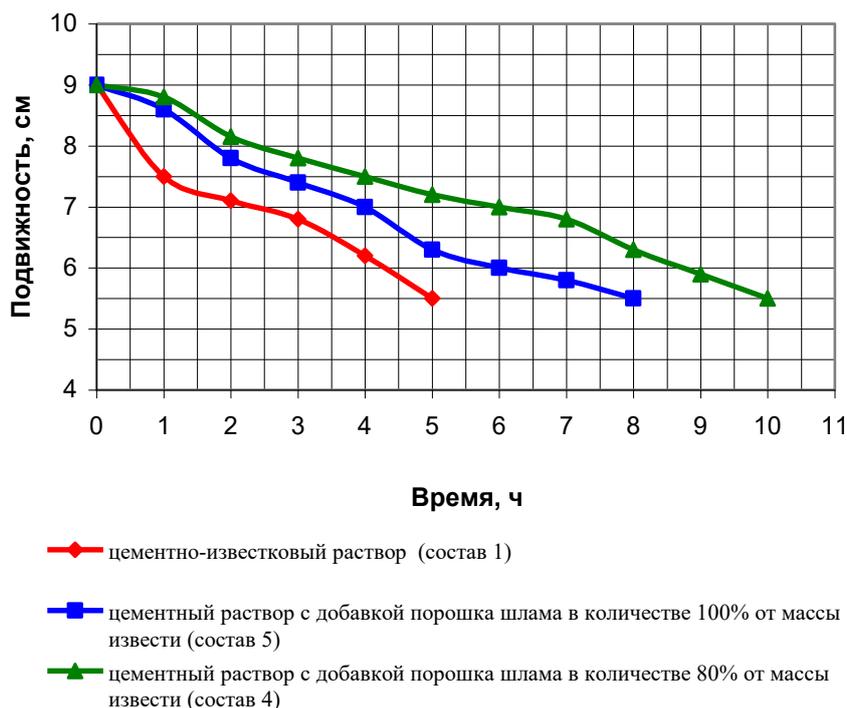


Рис. 7. Изменение подвижности растворов смесей с течением времени

Анализ полученных результатов позволяет сделать **вывод** о том, что применение порошка шлама в цементных кладочных растворах позволяет увеличить время использования растворной смеси и сократить количество завозов раствора на объект в течение смены, что в свою очередь снижает затраты на транспортировку.

Применение шлама в виде тонкодисперсного порошка в кладочных растворах позволит полностью проводить его утилизацию и получить дополнительно экономический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тулупов, И.И. Применение тонкодисперсных минеральных продуктов газоочистки в качестве микро-наполнителей в цементных бетонах / И.И. Тулупов, В.А. Борвонов // Перспективы развития новых технологий в строительстве и педагогике инженерных кадров Республики Беларусь: материалы VI Междунар. науч.-метод. семинара, Минск, 17 – 20 окт. 2000 г. / Бел. гос. политех. акад.; Респ. образоват. центр. – Минск, 2000. – С. 97 – 106.
2. Мальсагова, Е.М. Влияние тонкодисперсных наполнителей на технологические свойства растворов / Е.М. Мальсагова // Перспективы развития новых технологий в строительстве и педагогике инженерных кадров Республики Беларусь: материалы VI Междунар. науч.-метод. семинара, Минск, 17 – 20 окт. 2000 г. / Бел. гос. политех. акад.; Респ. образоват. центр. – Минск, 2000. – С. 61 – 67.
3. Гридчин, В.В. Применение отходов добычи и переработки известняка / В.В. Гридчин // Строительные материалы. – 1968. – № 9. – С. 23.
4. Водоподготовка: процессы и аппараты / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.П. Пильщиков; под ред. О.И. Мартыновой. – М.: Энергоиздат, 1990. – 272 с.
5. Hammer, Mark J. Water and waste-water technology / Mark J. Hammer. – New York: John Wiley and Sons, inc. – 1975. – 400 p.

Поступила 28.11.2008