

Ломаченко Д. В., канд. техн. наук, ст. преп.,
Яшуркаева Л. И., канд. техн. наук, доц.,
Кудеярова Н. П., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ СЫРЬЕВЫХ ШЛАМОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА КМА

dsubway1@yandex.ru

В работе рассматривается влияние добавок-разжижителей на свойства композиционного шлама, изготовленного с использованием отходами Лебединского ГОКа КМА. Изучены свойства композиционных сырьевых смесей с различной влажностью. Исследовано влияние добавок на растекаемость сырьевых шламов с различной влажностью. Установлена зависимость между реологическими свойствами суспензий и оптимальной дозировкой разжижителей.

Ключевые слова: сырьевой шлам, добавка-разжижитель, реологические свойства.

Процесс получения портландцемента является в значительной степени энергозатратным по сравнению с процессами получения некоторых других строительных материалов. Основная составляющая энергозатрат приходится на этап обжига цементного клинкера. В настоящее время перед большинством мировых производителей цемента стоит задача по снижению издержек и повышению энергоэффективности использования ресурсов[1]. Одним из наиболее очевидных вариантов является переход на «сухой» способ производства. Однако большинство заводов в Российской Федерации работают по «мокрому» способу производства, применение которого является менее эффективным в расчете на единицу продукции [2-3]. При этом на предприятиях с «мокрой» технологией производства более простой задачей могло бы быть эффек-

тивное использование разжижителей шлама, что позволило бы снизить его влажность, и тем самым уменьшить затраты при его обжиге.

Еще одним важным направлением является вторичное использование и рециклинг сырья, поскольку это целесообразно как с точки зрения себестоимости полученной продукции, так и в аспекте улучшения экологической ситуации [4-6].

В работе производилась оценка влияния добавок-разжижителей для шлама, который был изготовлен с использованием отходов обогащения железистых кварцитов Лебединского горно-обогатительного комбината Курской магнитной аномалии. При этом основным сырьем для получаемого шлама, являлись мел и глина белгородского месторождения. Состав сырьевой смеси представлен в таблице 1.

Таблица 1

Вещественный состав сырьевого цементного шлама, содержащего отходы обогащения железистых кварцитов Лебединского ГОКа КМА в качестве железосодержащего компонента

Состав сырьевого цементного шлама, %					
Мел		Глина		Отходы ЛГОКа	
73,37		12,01		8,62	
Химический состав сырьевой смеси, масс. %					
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	п.п.п
14,83	2,88	2,62	43,86	0,82	34,94
КН=0,92		n=2,69		p=1,1	

Помимо этого в работе оценивалось влияние добавок, которые могут использоваться в качестве разжижителя шлама: адипинат натрия, лигносульфонат технический (ЛСТ) и углещелочной реагент (УЩР). При этом если две последние добавки используются как разжижители шлама, то адипинат натрия применяется в качестве пластификатора бетонных смесей. Указанные добавки вводились в количестве 0,1%, 0,2%, и 0,3% соответственно. При этом используемые

влажности сырьевого шлама составляли 34%, 37% и 40% соответственно.

Помол указанной сырьевой смеси проводился в шаровых мельницах в условиях БГТУ им. Шухова. Эффективность влияния добавок на разжижение полученной сырьевой смеси оценивалась с помощью ротационного вискозиметра «Реотест». Исследование реологических характеристик полученных шламов с влажностью 37% и с использованием различных добавок позволило сделать вывод о том, что данные сы-

рьевые смеси являются типичными вязкопластичными суспензиями с достаточно высокими значениями предельного динамического напряжения сдвига и взаимозависимостью скорости деформации и пластической вязкости. На основе данных, полученных на вискозиметре, была по-

строена реологическая кривая, исходя из которой, затем были рассчитаны значения предельного динамического напряжения сдвига и пластической вязкости, используя уравнение Бингама-Шведова и уравнение Оствальда (рис. 1-2).

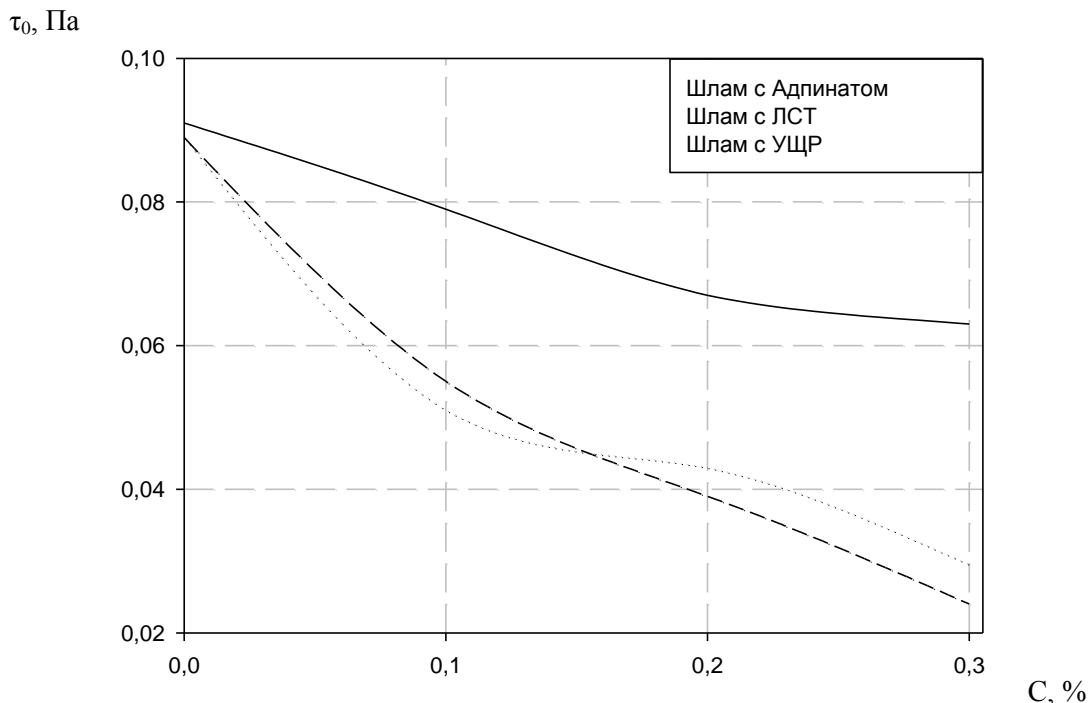


Рис. 1. Изменение предельного динамического напряжения сдвига для исследуемого шлама с различными добавками

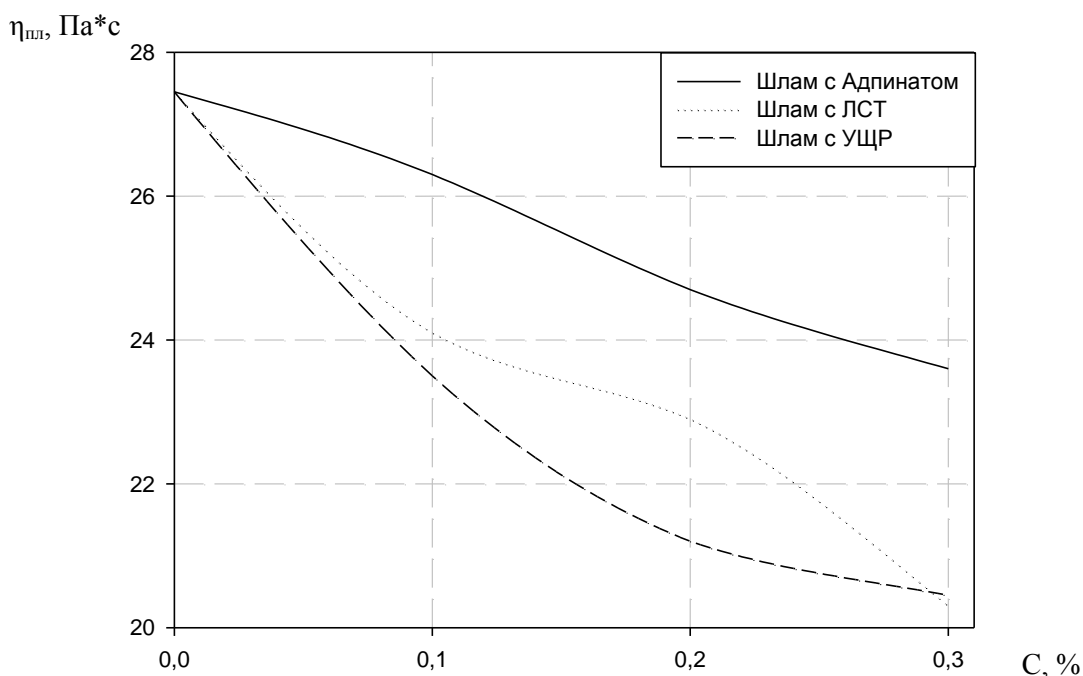


Рис. 2. Изменение пластической вязкости для исследуемого шлама с различными добавками

Из данных рисунков видно, что предельное динамическое напряжение сдвига при введении добавок разжижителей значительно снижается при введении добавок ЛСТ и УЦР, и в меньшей степени для адипината натрия. При этом уже

при введении добавок ЛСТ и УЦР в количестве 0,1% значение предельного динамического напряжения сдвига, отвечающего за взаимодействие между частицами в суспензии, снижается,

а при дальнейшем увеличении количества обеих добавок интенсивность падения τ_0 снижается.

Пластическая вязкость также значительно уменьшается при введении добавок ЛСТ и УЩР, и практически не меняется при использовании добавки на основе адипината натрия. При этом вязкость шлама с добавкой ЛСТ значительно уменьшается при ее использовании в количествах 0,1% и 0,2%, а при дальнейшем увеличении количества добавки до 0,3%, значение пластической вязкости меняются незначительно. Использование в качестве разжижающей добавки УЩР последовательно снижает пластическую вязкость при увеличении концентрации добавки от 0,1% до 0,3%. Указанные значения вязкости позволяют сделать предположение о том, что в данных композиционных шламах оп-

тимальное количество добавки, обеспечивающее максимальное разжижение шлама при концентрации ЛСТ порядка 0,2%, а для УЩР оптимальное количество добавки составляет 0,3%. Уменьшение пластической вязкости, может быть связано с высвобождением иммобилизованной воды и увеличением в связи с этим относительного содержания дисперсионной среды [7,8]. Это позволяет с достаточной долей вероятности говорить о том, что такие суспензии обладают значительной агрегативной устойчивостью [9].

В дальнейшем с помощью текучестемера МХТИ измерялась растекаемость шламов с различными количествами добавок и разной влажностью шлама (34%, 37 % и 40%).

Таблица 3

Растекаемость композиционного шлама с отходами Лебединского ГОК с использованием исследуемых добавок

№	W шлама, %	R, мм	Растекаемость шлама с добавками, (R мм)								
			Адипинат натрия, %			ЛСТ, %			УЩР, %		
			0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
1	34	50	50	52	52	72	85	90	57	67	100
2	37	68	70	72	74	85	105	110	82	100	115
3	40	70	75	78	80	95	105	115	90	110	120

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что добавка на основе адипината натрия практически не влияет на растекаемость композиционного шлама с отходами обогащения железистых кварцитов Лебединского ГОКа при его влажности 34% и 37% и незначительно влияет при увеличении влажности шлама до 40%.

Использование двух других добавок приводит к более эффективному результату: так использование добавок на основе ЛСТ и УЩР при влажности 34% приводят к увеличению растекаемости с 50 мм до значений 90 мм при использовании добавки ЛСТ, и 100 мм при использовании УЩР в количествах 0,3% масс. При этом использование этих двух добавок.

Увеличение влажности шлама до 37% и 40% приводит к значительному повышению эффективности использования добавок, при этом увеличение влажности композиционного шлама с 34% до 37% не приводит к значительному повышению эффективности использования добавки на основе адипината натрия. В этом случае растекаемость шлама изменяется от 68 мм до 74 мм что не позволяет говорить об эффективности использования этой добавки для композиционного шлама в данных условиях.

Использование добавок ЛСТ и УЩР в данном случае является более обоснованным, поскольку их использование позволяет значительно увеличить растекаемость шлама в случае ис-

пользования ЛСТ при всех трех исследуемых влажностях шлама, начиная с концентрации 0,1% и выше, а разжижающее действие УЩР при влажности шлама 34% эффективно только при использовании его в количестве более 0,1%. При этом данные измерений реологических характеристик, практически полностью коррелируют с данными по растекаемости, что позволяет уже на этом этапе с достаточной долей вероятности прогнозировать эффективность той или иной добавки при использовании ее в качестве разжижающего агента для сырьевого шлама.

Предварительные экономические расчеты показывают, что использование добавок-разжижителей в количестве, превышающем 0,1%, лишь в отдельных случаях будет являться целесообразным, поэтому в данных условиях более эффективным разжижителем для композиционного шлама, содержащего отходы обогащения железистых кварцитов Лебединского ГОКа КМА в качестве железосодержащего компонента, будет добавка на основе ЛСТ. В то же время проведенные исследования показали возможность использования данных отходов для формирования композиционного шлама с необходимыми модульными характеристиками.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве

цемента / Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 10. С. 80-81.

2. Рахимбаев Ш.М. О перспективах повышения качества и экономических показателей строительных материалов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2008. №7. С. 16-17.

3. Некоторые направления энергосбережения в производстве цемента /П.В. Беседин, П.А. Трубаев, О.А. Панова, Б.М. Гришко // Цемент и его применение. 2011. №2. С. 130-134.

4. Классен В.К. Энерго-ресурсосбережение в производстве цемента // Современные наукоемкие технологии. 2004. №1. С. 31.

5. Энерго- и ресурсосбережение при использовании техногенных материалов в технологии цемента / В.К. Классен, И.А. Шилова, Е.В. Текучева, В.В. Степанов// Строительные материалы. 2007. №8. С. 18-19.

6. Рахимбаев Ш.М. Отходы обогащения железных руд КМА – сырье для производства

цемента: монография / Ш.М. Рахимбаев, Л.И. Яшуркаева, В.И. Мосьпан. – Белгород:изд-во БГТУ, 2012. – 164с.

7. Ломаченко Д.В, Кудеярова Н.П., Ломаченко В.А. Диспергация цементного клинкера при помоле с новой органической добавкой // Строительные материалы. 2009. №7. С. 62-63.

8. Ломаченко Д.В., Шаповалов Н.А. Регулирование реологических свойств цементных шламов с использованием отходов горнообогатительных производств // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №2. с. 141-143.

9. Влияние СБ-3 и комплексных добавок на агрегативную и седиментационную устойчивость цементных суспензий / Н.А. Шаповалов, В.А. Ломаченко, Д.В. Ломаченко, Л.И. Яшуркаева, А.А. Гребенюк // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 156-158