

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЕ АКТИВИРОВАННОЙ ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

ТУРСУНОВ З. Р, МУХИТДИНОВА Г. У, ТУРСУНОВА Д.У.

Навоийский Государственный горно-технологический университет

В соответствии с Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-4335 от 23 мая 2019 г «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», в республике ведутся широкомасштабные работы по строительству образовательных и детских дошкольных учреждений, развитию сети автомобильных дорог и увеличиваются капитальные средства, направляемые на строительство доступного и комфортабельного жилья для населения и социальных объектов. Это в свою очередь повлекло за собой повышение спроса на все виды строительных материалов и, в первую очередь, на цемент и на материалы с его использованием [1]. За годы работы энергосистемы на золоотвалах ТЭС «Ангренский» накоплено около 18 млн. тонн золошлаков гидроудаления и вопрос их утилизации является актуальным в плане обеспечения экологического равновесия в регионе. С целью повышения эффективности работы энергоблоков, в 2018г году на Ангренской ТЭС установлена система сухого удаления. При этом, образующиеся при совместном сжигании угольного топлива и известняка в топках котлов тепловых ТЭС с последующим сухим удалением смеси золы и шлака удаляется через трубопровод, охлаждаемого путем орошения в трубопроводе, внутри которого он находится. Разработка и внедрение новых технологий, обеспечивающих существенное снижение расхода энергоресурсов при промышленном производстве, реализация экономически обоснованной политики импортозамещения. Концепцией предусмотрена также реализация инвестиционных проектов с внедрением

передовых инновационных энергоэффективных технологий получения строительных материалов, частности, высокомарочных и специальных видов цемента [2]. При этом, особое внимание уделяется вопросу экономии топливно-энергетических ресурсов и утилизация отходы. Одним из энерго-экономичных направлений увеличения объема выпуска многих видов вяжущих материалов, в том числе и цемента, является комплексное применение активных минеральных добавок и техногенного генезиса. В связи с этим изыскание простых в технологическом исполнении и сравнительно дешевых способов повышения эффективности композиционных вяжущих и бетонов на их основе, каждый компонент которых играет определенную роль в процессах гидратации и структурообразовании, является актуальной задачей [3]. Замена части клинкера в цементе минеральной добавкой способствует более рациональному потреблению природных ресурсов, увеличению объема производства, а также снижает затраты на производство продукции, при сохранении высокой гидравлической активности цемента [4]. Объектами исследования служили активированными золошлаковыми отходами Ангренской ТЭС. В качестве матрицы для получения добавочных портландцементов использован портландцементный клинкер АО «Кизилкумцемент» и гипсовый камень Курганчинского месторождения. Химический состав компонентов определен по ГОСТ 5382-2019 «Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа». Пригодность активированного золошлакового смеси в качестве добавки в цемент определена по ее способности поглощать известь по методу Чапеля и по значению критерия Стьюдента в соответствии с методикой ГОСТ 25094-2015 «Добавки активные минеральные для цементов. Методы испытаний». Физико-механические показатели портландцементов оценили в соответствии с требованиями ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия». С целью определения возможности использования активированными золошлаковыми отходами Ангренской ТЭС в качестве активной минеральной добавки в цемент,

проводились исследования по определению их химико-минералогического состава, химической и гидравлической активности. Химический состав активированной золошлаковой смеси и других компонентов, использованных в качестве объектов исследования, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химические составы исходных компонентов

Наименование материала	Содержание массовой доли оксидов, %								
	п.п.п	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	Прочие
Портландцементный клинкер	0,41	20,62	5,05	4,15	63,76	3,34	0,41	0,89	
Гипсовый камень	При 400 ⁰ C 19,57	1,59	0,49	сл.	31,45	0,49	44,00	-	2,41
Активированная золошлаковая смесь Ангренской ТЭС	0,61	64,79	20,64	3,99	3,36	0,80	1,64	4,12	0,05

Исследуемая проба АЗШС по химическому составу относится к типу кислых (содержание SiO₂ более 45%, CaO - менее 10 % по массе), по содержанию горючих, определяемых величиной потерь при прокаливании - к ЗШМ с низким содержанием (не более 5%). По химическому составу активированный золошлаковый смесь Ангренской ТЭС соответствует требованиям

государственного стандарта на золошлаковой смеси О'z DSt 2912:2014. Следовательно, по содержанию основных оксидов активированный золошлаковый смесь Ангренской ТЭС, обладает достаточной пуццолановой способностью. Химическая активность активированного золошлакового смеси по поглощению извести составляет 242 mg/g, а гидравлическая активность на сжатие по значению критерия Стьюдента (t) составляет 51,47 что больше его регламентируемого значения 2,07 по О'z DSt 901-98 «Добавки для цементов. Активные минеральные добавки и добавки - наполнители. Технические условия». Исходя из полученных данных сделано заключение о том, что, активированный золошлаковый смесь соответствует требованиям нормативных документов и может быть использована в качестве активной минеральной добавки в цемент.

Согласно требованиям ГОСТ 31110-2020 п.4.3.3 активированные золошлаковые смеси можно отнести пуццоланы, так как доля реакционно способного диоксида кремния составляет 39,25 т.с, не менее 25 % , значение t критерий определенное по ГОСТ 25094, составляет 51,47 %.

Для изучения влияния исследуемых активированной золошлаковой смеси на физико-механические свойства портландцемента, в аккредитованной лаборатории АО «Кизилкумцемент» осуществляли совместный помол (70,79)% клинкера, (21,30) % активированного золошлакового смеси в присутствии 5% гипсового камня. При этом установлено, что при введении в шихту «клинкер + гипс» (21-30%) активированной золошлаковой смеси, процесс помола протекает также, как при помоле бездобавочного цемента: тонкость помола, определяемая по остатку на сите № 008 цементов с добавкой активированной золошлаковой смеси и без него, составила 10-12%. Водоцементное отношение теста нормальной густоты (ТНГ) опытных цементов с добавкой активированной золошлаковой смеси, в зависимости от ее содержания в цементе, на (0,7-8,5)% превышает водопотребности контрольного цемента, что связано с более высоким содержанием в них массовой доли оксидов глинистых минералов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), чем в бездобавочном

цементе. В зависимости от содержания добавки начало схватывания опытных цементов находится в пределах 125 мин – 155 мин. причем, чем больше количество вводимой активированной золошлаковой смеси. Это объясняется тем, что с повышением содержания добавки в цементе увеличивается также ее глинистой части, которая быстро размокает в воде и обволакивает цементные частицы, замедляя процесс гидратации и гидролиза клинкерных минералов, тормозя процесс выделения и перехода ионов кальция в жидкую фазу, что удлиняет период схватывания цементного теста. Так как, при взаимодействии цементов с водой реакции гидратации алюминатных и алюмоферритных структур происходят именно в начальные сроки и определяют наступление начала схватывания цементов, а время начала взаимодействия с водой высокоосновных силикатов кальция – конец схватывания. Несмотря на замедленное протекание процесса гидратации, сроки схватывания всех опытных портландцементов соответствуют требованиям ГОСТ 31108.

Результаты определения физико-механических свойств цементов с активированной золошлаковой смеси приведены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение физико-механических свойств портландцемента в зависимости от содержания активированной золошлаковой смеси

№	Состав и обозначение цементов, масс.%				Предел прочности при сжатии, МПа			Начало схватывания, мин
	Обозначение	Клинкер	Гипс	АЗШС	2	7	28	
1	ЦЕМ 0	95	5	-	18,3	25,1	47,5	108
2	ЦЕМ II/В-А3	79	5	21	14,5	23,5	43,9	125
3	ЦЕМ II/В-А3	70	5	30	16,2	20,8	41,5	130
4	ЦЕМ II/В-А3	79	5	21	15,8	22,4	43,2	120
5	ЦЕМ II/В-А3	70	5	30	16,1	20,5	41,9	125

В соответствии с данными таблицы 2, портландцементы с активированной золошлаковой смеси в 28-суточном возрасте имеют прочность при сжатии в пределах (41,5-43,5 МПа, что характеризует их как цементы общестроительные цементы классов 32,5 и 42,5.

Таким образом, установлено положительное влияние активированной золошлаковой смеси Ангренской ТЭС на процесс гидратации и структурообразования при твердении портландцемента, которое проявляется в интенсификации процесса гидролиза клинкерных минералов, ускоренном связывании $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ускоренной кристаллизации продуктов новообразований, заполняющих поры и микротрещины цементного камня, и тем самым, способствующим формированию искусственного конгломерата, показатели прочности которого находятся на уровне бездобавочного портландцемента.

Для организации выпуска портландцементов с активированной золошлаковой смеси с целью последующего их использования для производства цементов широкого ассортимента на АО «Ахангаранцемент» разработан и зарегистрирован в Агентстве «Узстандарт» TS 18388312-01: 2019 «Смесь золошлаковая активированная. Технические условия»

Заключение

Благоприятный химико-минералогический состав активированной золошлаковой смеси способствует созданию оптимальных условий физико-химического превращения в системе «молотый клинкер - двуводный гипс - активированной золошлаковой смеси - вода», что проявляется в интенсификации процесса гидролиза клинкерных минералов и интенсивной кристаллизации продуктов новообразований, заполняющих поры и микротрещины цементного камня, и тем самым, обеспечивает синтез оптимальной структуры искусственного конгломерата.

В отличие от традиционного бездобавочного портландцемента, в портландцементе, содержащем 21, 30% активированной золошлаковой смеси,

процесс гидролиза трехкальциевого силиката начинается в более ранние сроки твердения. В результате уменьшения размеров макропор и суммарной пористости за счет заполнения их кристаллами и кристаллоагрегатами из игольчатых кристаллов этtringита, волокнистыми и пластинчатыми кристаллами гидросиликатов кальция, формируется цементный камень, прочность которого находится на уровне бездобавочного портландцемента.

Литература

1. [Постановление Президента РУз № ПП-4335](#) от 23 мая 2019 г «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов». Источник: <http://lex.uz/ru/docs/4351740>
2. Постановление Президента РУз «Концепция развития промышленности строительных материалов на период до 2025 года». – Ташкент. 11.07.2019 г. Источник: <https://regulation.gov.uz/ru/document/4086>
3. Кучеров Д.Е. Композиционные вяжущие с минеральными добавками различного генезиса и бетоны на их основе // Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Белгород. 2011. – 23 с.
4. Зырянова М.С., Ахметжанов А.С., Манушина А.С., Потапова Е.Н. Определение пуццолановой активности метакаолина // Успехи в химии и химической технологии. Том XXX. 2016. № 7. - С. 44-46.
5. Махлуф М. Повышение основных технических свойств цементов на основе управляемого структурообразования // Дисс... канд. техн. наук. – М.1984. – 191 с.