



УДК 691:699

М.А. ДЖУСУПОВА

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ ИМЕНИ Н. ИСАНОВА, Г. БИШКЕК,
КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: DZMAHAVAT@GMAIL.COM

M.A. DZHUSUPOVA

KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF CONSTRUCTION,
TRANSPORT AND ARCHITECTURE NAMED AFTER N. ISANOV, BISHKEK, KYRGYZ
REPUBLIC
E-MAIL: DZMAHAVAT@GMAIL.COM

С. Т. БАЙМЕНОВА

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ ИМЕНИ Н. ИСАНОВА, Г. БИШКЕК,
КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: SAULE.KULSHIKOVA@MAIL.RU

S. T. BAYMENOVA

KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF CONSTRUCTION,
TRANSPORT AND ARCHITECTURE NAMED AFTER N. ISANOV, BISHKEK, KYRGYZ
REPUBLIC
E-MAIL: SAULE.KULSHIKOVA@MAIL.RU

E.mail. ksucta@elcat.kg

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ASH-SLAG MIXTURE ON THE MAIN PROPERTIES COMPOSITE BINDER

Күл шлак аралашмаларынын негизинде цементтик курама чапташтыргычтарды алуунун принциптери келтирилген. Күл шлак аралашмаларынын курамына химиялык талдоо жасалган. Чапташтыргычтардын негизги физика механикалык касиеттерине изилдөөлөр жүргүзүлгөн. Чапташтыргычтарга күл шлак аралашмаларын кошунун ар кандай ыкмалар каралды жана курама чапташтыргычтардын негизги касиеттеринин тасирлери изилденген.

Чечүүчү сөздөр: *Техногендик чийки зат, күл шлак аралашмасы, майдалоо, курама чапташтыргыч, стеклофаза, гидравликалык активдүүлүк, химиялык-минералдык курам, дисперстүүлүк, сууга болгон талап, бышыктык.*

Приведены принципы создания цементных композиционных вяжущих на основе отвальных золошлаковых смесей. Проведен анализ химического состава проб золошлаковой смеси. Выполнены исследования по определению основных физико-механических свойств вяжущих. Рассмотрены различные способы введения золошлаковой смеси в вяжущее и изучено их влияние на основные свойства композиционного вяжущего.

Ключевые слова: *техногенное сырье; золошлаковая смесь; смешение; измельчение; композиционное вяжущее; стеклофаза; гидравлическая активность; химико-минералогический состав; дисперсность, водопотребность, прочность.*

Principles of creation of cement composite binders on the basis of dump ash-slag mixtures were given. The chemical composition of samples of ash - slag mixture were analyzed.



Studies to determine the basic physic-mechanical properties of astringents were carried out. Various methods of introducing the ash - slag mixture to the dump were considered, and their effect on the basic properties of the composite binder were studied.

Key words: *technogenic raw materials; ash and slag mixture; mixing; splitting up; fillers; portland cement; composite binder; hydration; glass phase; ulic activity; chemical and mineralogical composition; dispersion, water demand, strength.*

Производство основного «конструкционного» вяжущего в мире - портландцемента для изготовления строительных материалов, изделий и конструкций постоянно растет и к сожалению его используют крайне не рационально. Лишь 6-10 % потребляется для изготовления высококонструкционных высокопрочных бетонов, а огромное количество - для низкомарочных растворов и бетонов. Наращивание темпов производства портландцемента усугубляет негативную экологическую ситуацию в мире в связи с обжиговой карбонатной технологией получения портландцемента и с большими выбросами в атмосферу. Научные школы озадачены проблемой создания вяжущих и строительных материалов по энерго- и ресурсосберегающим технологиям, хотя бы в тех сферах строительства, где не нужны его высокие технические функциональные свойства. Эффективность и рациональность производства современных строительных материалов рассматривается по степени использования природных ресурсов, степени утилизации техногенного сырья и степени загрязнения окружающей среды.

Проблема утилизации отходов производств в Кыргызской Республике до сих пор стоит очень остро и одним из приоритетных направлений развития науки является рациональное использование природных ресурсов.

В результате деятельности предприятий топливно – энергетического комплекса Кыргызстана образуются крупнотоннажные отходы (вскрышные, горелые породы, золошлаковые отходы), которые являются неиссякаемыми источниками сырья.

В развитых странах золошлаки называются побочным продуктом ТЭС и электростанции осуществляют предпродажную подготовку продукта, доводя его характеристики до требований официальных строительных нормативных документов. В странах СНГ золошлаки официально называются отходами и электростанции предлагают потребителям именно отходы, а не технологически доработанный продукт с соответствием его характеристик требованиям строительных нормативных документов. При значительных объемах техногенных скоплений уровень их утилизации невысокий. Основным потребителем промышленных отходов может быть строительная индустрия.

На кафедре «ПЭСМИК» КГУСТА им. Н. Исанова проводились и проводятся исследования в данном направлении. По республике все ТЭС работают на угле и соответственно накоплены большие запасы золошлаковых отходов.

Зола включает в себя продукты обжига глинистых минералов, которые занимают промежуточное положение между кристаллической и стекловидной фазами. Анализ химического состава проб золошлаковой смеси и золы гидроудаления по содержанию кремнезема (SiO_2), глинозема (Al_2O_3) и оксидов железа ($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) идентичны, в них практически отсутствует свободная известь. Зольные материалы характеризуются содержанием потерь при прокаливании (12,13...15,30); достаточно высоким содержанием глинозема (Al_2O_3) -20,00..21,58%. По содержанию несгоревшего топлива (11-12%) и водорастворимых сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 (0,17-0,72%) золы соответствуют техническим требованиям. По фазовому составу золы характеризуются сродством к портландцементному клинкеру и характеризуются содержанием аморфизированного обжигом глинистого вещества, кварца, муллита, моноалюмината кальция, полевого шпата, двукальциевого силиката. Содержание стеклофазы в золошлаковых отходах, оказывающей положительное влияние на их гидравлическую активность, колеблется в пределах 20..30%. Поверхность частиц



негладкая, шероховатая, по окружности имеются многочисленные выступы и впадины, благодаря которым частички иногда слипаются в довольно компактные агрегаты.

Целью данных исследований является оценка влияния количества и способов введения ЗШС на основные свойства цементно-зольно-шлакового вяжущего (ЦЗШВ).

Рассмотрены 2 способа введения ЗШС: механическое перемешивание предварительно измельченной ЗШС с ПЦ и совместное измельчение 1 час ЗШС с ПЦ.

Известно, что при измельчении ЗШС нарушается стекловидная поверхность зольных частиц, увеличивается их активность и соответственно прочность цемента повышается. Не совсем обязательно осуществлять тонкое измельчение золы. Более существенным является разрушение или нарушение стекловидной оболочки частиц и получение необходимой поверхности для максимальной скорости и степени взаимодействия с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [1].

В таблице 1 представлены свойства портландцемента при механическом перемешивании его с измельченной золошлаковой смесью. Количество ЗШС изменялось от 0 до 50% в вяжущем. Можно отметить, что водопотребность (НГ) вяжущих с добавкой 10-50 % из золошлаковой смеси при механическом перемешивании повышается с 27 до 32 %, а тонкость помола повышается незначительно.

По современным представлениям, пуццолановая реакция золы с цементом начинается довольно рано, но сказывается это на повышении прочности не сразу.

Исследования ученых [1] показали, что пропаривание обуславливает заметную коррозию поверхности частиц золы через 7-8 часов, при твердении в нормальных условиях лишь на 28 суток.

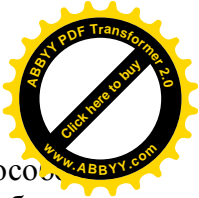
Проведенные испытания свойств композиционного вяжущего подтвердили, что показатели прочности вяжущего, твердеющего в нормальных и условиях ТВО отличаются значительно при малых концентрациях золы и выравниваются при ее максимальном содержании (рис. 1, 2).

Таблица 1 - Влияние добавки золошлаковой смеси на свойства портландцемента при механическом перемешивании (ЦЗШВм)

№ состава	Соотнош-е компонентов Ц : ЗШС, %	Норм. густота, %	Тонкость помола в %, сито 008	Сроки схватывания час, мин.		Предел прочности, МПа			
						После ТВО		28 суток норм. твердения	
				нач.	кон	$R_{изг}$	$R_{сж}$	$R_{изг}$	$R_{сж}$
1	100:0	24	87,0	1ч. 36мин	7ч. 27мин	4,12	19,32	6,88	33,46
2	90:10	27	87,0	2ч. 58мин	5ч. 12мин	5,15	21,7	6,3	33,04
3	70:30	28	88,3	3ч. 32мин	6ч. 12мин	4,18	19,4	5,4	27,8
4	50:50	32	89,0	3ч. 24мин	6ч. 4мин	4,63	17,1	4,47	16,6

Прочность на сжатие ($R_{сж}$) образцов нормального твердения 28 суточного возраста при добавке 10% золошлаковой смеси остаются в пределах прочности взятого цемента как у ЦЗШВм, так и ЦЗШВи (33,04МПа и 34,4 МПа, соответственно). Дальнейшее повышение содержания золы до 50% снижает прочность вяжущего в два раза.

Как известно, кинетика химических реакций зависит от температуры среды и соответственно в условиях ТВО создаются благоприятные условия для процессов гидратации клинкерных минералов и взаимодействия ЗШС с продуктами гидратации.



Механохимическая обработка наполнителей одно из эффективных способов активации вяжущего. Новые свежесформированные поверхности имеют значительно более высокую адгезионную активность [2].

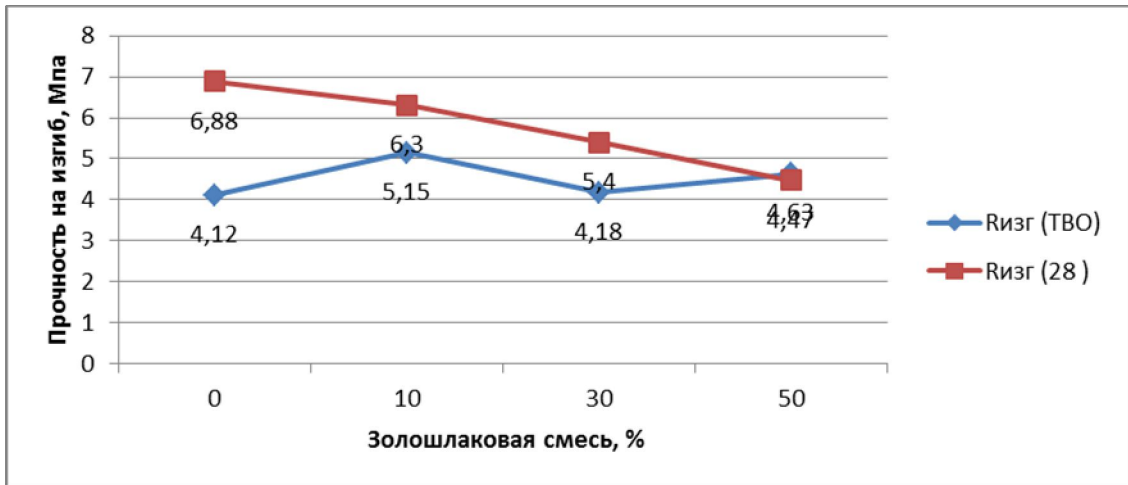


Рис. 1. Прочность при изгибе при механическом смешивании ПЦ + ЗШС

Отметим, что особое энергетическое состояние новых поверхностей измельченных минеральных материалов обусловлено образованием большого количества ненасыщенных валентных связей.

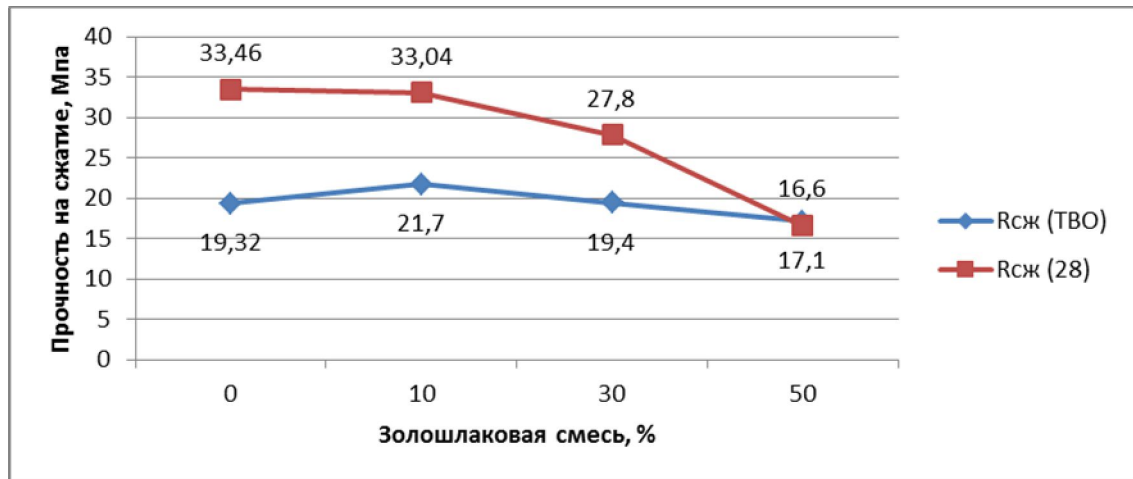


Рис. 2. Прочность на сжатие при механическом смешивании ПЦ + ЗШС

Следующий этап исследований заключался в оценке свойств вяжущего, полученного совместным измельчением цемента с ЗШС в шаровой мельнице в течение 1 часа (таблица 2).

Таблица 2 - Влияние золошлаковой смеси на свойства портландцемент при совместном измельчении (ЦЗШВи)

№ состава	Соотношение компонентов Ц:ЗШС, %	Норм. густота, %	Тонк. помола, % прошло ч/з сито 008	Сроки схватывания час, мин.		Предел прочности, МПа			
				нач.	кон.	ПослеТВО		В 28 сут. при твердении НУ	
						Р _{изг}	Р _{сж}	Р _{изг}	Р _{сж}
1	100:0	24	87	1ч. 36мин	7ч. 27мин	4,12	19,32	6,88	33,46
2	90:10	26,8	87,6	2ч.	4ч.	4,4	20,1	6,4	34,44

				25мин	40мин				
3	70:30	29	89	2ч. 25мин	5ч. 20мин	5,08	19,8	7,95	28,86
4	50:50	29	89,3	2ч. 50мин	5ч. 30мин	4,8	18,4	5,9	28,16

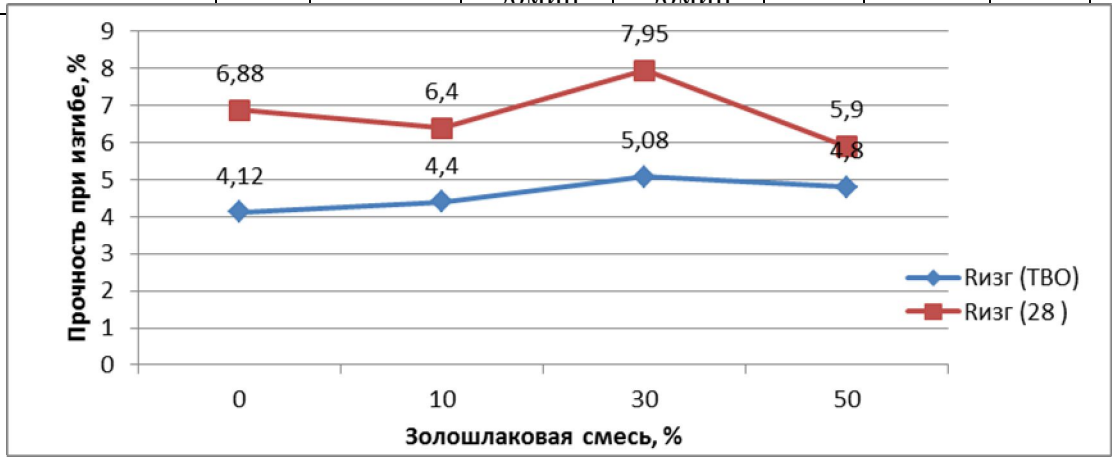


Рис. 3. Прочность при изгибе совместно измельченного вяжущего (ПЦ + ЗШС)

При добавке 30% тонкомолотой золошлаковой смеси получены прочностные показатели 27,8 МПа и ЦЗШВи и 28,86 МПа у ЦЗШВм, а при добавке 50% золошлаковой смеси прочность измельченных ЦЗШВи гораздо выше (28,16 МПа), чем у ЦЗШВм (16,6 МПа).

Для обоих видов цемента характерна повышенная прочность на изгиб ($R_{изг}$) как при твердении в нормальных условиях, так и при ТВО. Причины изменения прочности этих цементов обусловлены теми же факторами, что у цементов с использованием золы гидроудаления.

Установлено, что водопотребность ЦЗШВи ниже, чем у ЦЗШВм и изменяется в пределах 26,8% до 29% при количестве добавки 10-50%.

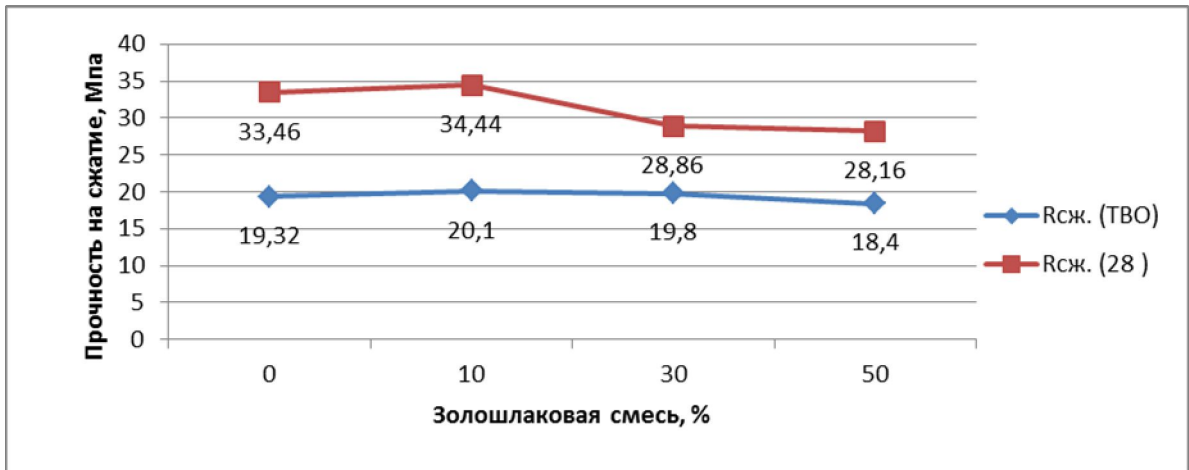


Рис. 4. Прочность на сжатие совместно измельченного вяжущего (ПЦ + ЗШС)

Механоактивация золошлаковой смеси при совместном помоле ЗШС с цементом (10- 50 %) способствует снижению водопотребности композиционных вяжущих за счет повышения дисперсности шлакозольной составляющей в цементе, что соответственно повышает ее пластифицирующее воздействие.

Прочность активированного золоцементного камня повышается за счет совместного измельчения в сравнении с механически перемешанными смесями, что показывает на действенный эффект механической активации золы.

Список литературы

1. Волженский А. В. Применение зол и топливных шлаков в производстве



строительных материалов [Текст] / А. В. Волженский, И. А. Иванов, Ю. Н. Виноградов.
М.: Стройиздат, 1984. - 198 с.

2. Дворкин Л. И. Физико-механические свойства активированных цементно-зольных вяжущих [Текст] / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин // Технологии бетонов. - 2010. - № 11-12. - с. 35-37.