

Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/141TVN316.pdf>

Статья опубликована 27.06.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Акулова М.В., Исакулов Б.Р., Джумабаев М.Д., Иманбекова А.М. Получение цементнозольношламового вяжущего состава, активированного методом комплексной электромеханической активации, для применения в составе легких арболитобетонов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/141TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК:666.972.16

Акулова Марина Владимировна

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный политехнический университет», Россия, Иваново
Заведующая кафедрой «Строительное материаловедение, специальные технологии и технологические комплексы»
Доктор технических наук, профессор
Советник РААСН
E-mail: m-akulova@mail.ru

Исакулов Баизак Раззакович

Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Республика Казахстан, Актюбинск¹
Заведующий кафедрой «Общетехнические дисциплины»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: mr.Baizak@mail.ru

Джумабаев Мурат Давлетович

Актюбинский университет имени Сактагана Баишева, Республика Казахстан, Актюбинск
Старший преподаватель кафедры «Строительство и организация эксплуатации транспорта»
E-mail: murat.Dzhumabaev.54@mail.ru

Иманбекова Асима Мусаевна

Казахско-русский международный университет, Республика Казахстан, Актюбинск
Старший преподаватель кафедры «Технические и естественнонаучные дисциплины»
E-mail: Akkete86@mail.ru

**Получение цементнозольношламового вяжущего
состава, активированного методом комплексной
электромеханической активации, для применения
в составе легких арболитобетонов**

Аннотация. В статье приведены источники сырьевых ресурсов Центрально-Азиатского региона для получения вяжущих составов для приготовления легких бетонов, состав комплексной электромеханически активированной вяжущей смеси, марка барабанной электрополяризационной мельницы. Также описаны механизм активации цементнозольношламового вяжущего при комплексной электромеханической активации вяжущего и влияние химических добавок на прочность при сжатии цементнозольношламового вяжущего при различных видах активации, влияние процесса комплексной электромеханической активации на повышение прочности вяжущих составов,

¹ 030000, Республика Казахстан, город Актобе, проспект Алии Молдагуловой, дом 34

приведены результаты проведенных экспериментов и выводы по проведенным опытам. Авторами в экспериментальных исследованиях определены прочностные характеристики на сжатие цементнозольношламовой композиционной вяжущей смеси при различных видах активации; получены прочностные характеристики испытания цементнозольношламовых образцов, домолотых предлагаемым способом в барабанной электрополяризационной мельнице; подтверждено, что в процессе электрокоагуляции происходит поляризация дисперсных частиц вяжущего и взаимное притяжение между собой, что усиливает процесс структурообразования вяжущей системы; установлено, что повышение реакционной способности компонентов вяжущего при мокром домоле достигается не только за счет повышения дисперсности в жидкой фазе, но и изменением кристаллической структуры, формы частиц, что является предпосылкой интенсификаций процесса коагуляции цементнозольношламовой смеси.

Ключевые слова: отходы различных отраслей промышленности и сельского хозяйства; активация; вяжущее; прочность при сжатии; состав композиционного вяжущего; химические добавки; барабанная электрополяризационная мельница

В настоящее время в республиках Центральной Азии в связи с ростом строительства ощущается большая потребность в строительных материалах и изделиях, в частности бетона. В свою очередь это требует большого объема экспорта дорогостоящего цемента. Поэтому в странах этого региона остро стоит вопрос снижения расхода цемента за счет применения отходов различных отраслей промышленности и сельского хозяйства в виде наполнителей и добавок [1, 11].

Эти отходы обладают рядом физико-механических и технико-эксплуатационных характеристик, значительно превышающих аналогичные свойства многих других минеральных вяжущих и композитов на их основе [2]. К таким источникам сырьевых ресурсов Центрально-Азиатского региона для получения вяжущих составов для приготовления легких бетонов относятся:

- золошлаки Павлодарского тракторного и Бекабадского электросталеплавильного заводов;
- зола-унос Экибастузской и Нукусской ТЭЦ, Ангренской ГРЭС;
- бокситовый шлам Кустанайского горнорудного месторождения.

Одним из факторов, которые определяют прочность легких бетонов, является применение активированного вяжущего. Это способствует улучшению условий адгезии в системе «органический наполнитель – минеральное вяжущее», то есть упрочнение зоны их контакта [1]. Работа [1] посвящена комплексной электромеханической активации золошламовых вяжущих для получения легких арболитобетонов.

Для повышения прочности легких бетонов различные отходы с портландцементом подвергаются механохимической активации, т.е. совместному помолу в различных измельчителях [3, 4, 5, 12].

Было установлено, что при одновременном процессе измельчения и прохождении электрического поля через жидкую фазу вяжущей смеси происходит эффект дополнительной активации частицы вяжущего. Разработанный таким образом принцип получил название: «принцип комплексной электромеханической активации (принцип КЭМА) [1, 5].

Для проверки этого принципа нами была проведена экспериментальная работа упрощенным способом по технологической последовательности измельчения и домола компонентов вяжущего (рисунок) [1].

Состав комплексной электромеханической активированной вяжущей смеси включает в себя портландцемент марки 400 в количестве 50 - 60%, золу-унос в количестве 30 - 40%, бокситовый шлам в количестве 5 - 15% и хлорида бария в количестве 1% от общей массы вяжущего.

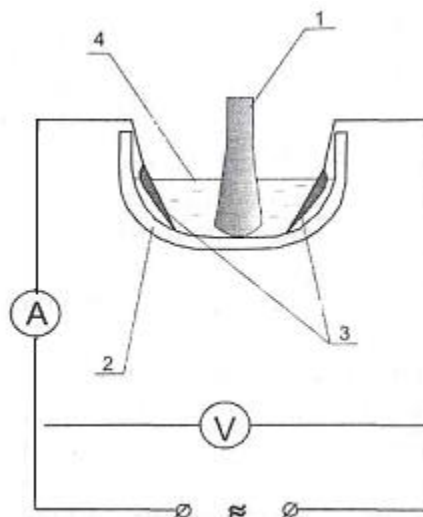


Рисунок. Электрическая схема цепи для КЭМА вяжущего ручным способом.
Составлено автором Исакуловым Б.Р. 1 - фарфоровый пестик; 2 - фарфоровая ступка;
3 - электроды; 4 - цементное тесто

Предел прочности на сжатие определяли на образцах-кубах с ребрами 10 см по стандартной методике и в соответствии с ГОСТ 10180-90. Образцы изготовлены в технологической последовательности, приведенной в [1, 10, 11]. Для повышения прочности камня вяжущего различных составов использована традиционная методика и для сравнения метод комплексной электромеханической активации. Результаты испытаний образцов различного состава при разных сроках твердения и технологических методах активации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Прочность при сжатии ЦЗШВ (цементнозоленношламового вяжущего) различного состава при разных технологических методах

№ состава	Состав материала, %	Вид активации	Прочность при сжатии, МПа
1	Цемент : зола : шлам (60 : 40 : 0)	без обработки	29,8
2	Цемент : зола : шлам (60 : 35 : 5)	мокрый домол	44,2
3	Цемент : зола : шлам (60 : 30 : 10)	КЭМА	49,4
4	Цемент : зола : шлам (55 : 40 : 5)	без обработки	28,5
5	Цемент : зола : шлам (55 : 35 : 10)	мокрый домол	43,72

№ состава	Состав материала, %	Вид активации	Прочность при сжатии, МПа
6	Цемент : зола : шлам (55 : 35 : 10)	КЭМА	50,1
7	Цемент : зола : шлам (50 : 45 : 5)	без обработки	28,2
8	Цемент : зола : шлам (50 : 40 : 10)	мокрый домол	40,4
9	Цемент : зола : шлам (50 : 35 : 15)	КЭМА	48,5

Примечание: КЭМА – комплексная электромеханическая активация

Комплексная электромеханическая активация вяжущих составов производилось следующим образом по стандартной методике [1, 3, 4, 6]:

- подготовка и дозирование цементнозольношламового вяжущего;
- приготовление и перемешивание определенного количества воды с массой, соответствующей массе золы и шлама, с хлоридом бария в количестве 1% от общей массы вяжущего;
- загрузка в барабанную электромеханическую мельницу отдозированного количества воды с химической добавкой (электролитом), золы и шлама при отношении воды к золошламовой добавке В/ЗШ = 1,0;
- процесс мокрого домол с пропуском электрического тока напряжением от 30 до 60 В через вяжущую смесь через каждые 5 минут с общей продолжительностью процесса активации 20 минут;
- после 20 минут активации к смеси золы и шлама добавляем 55% цемента от общей массы вяжущего и недостающее количество воды до достижения В/Ц = 0,6;
- совместный помол в течение 10 минут с одновременным пропуском через цементнозольношламовую (ЦЗШ) смесь электрического тока с интервалом в 2 минуты.

Для дальнейших исследований нами принято ЦЗЦВ состава №6 с меньшим расходом КЭМА вяжущего и более лучшей прочностной характеристикой (табл. 1).

При комплексной электромеханической обработке ручным способом для оценки влияния химических добавок на прочность вяжущего камня использовались хлориды натрия, кальция и бария.

Авторами установлено, что процесс комплексной электромеханической активации протекает наиболее эффективно при добавлении хлористого бария (табл. 2), который является инициатором физико-химического процесса коагуляции вяжущей смеси. В результате электрокоагуляции дисперсные частицы вяжущей смеси поляризуются, и происходит их взаимное притяжение между собой. А это усиливает структурообразование вяжущей системы [1, 6, 7]. Также установлено, что добавка хлорида бария в количестве 1% от общей массы вяжущего в состав №6 увеличивает прочность при сжатии композитного камня до 50,6 МПа при переменном токе и 51,4 МПа при постоянном токе активации (табл. 2).

Нами также установлено, что при комплексной электромеханической активации наблюдается увеличение электропроводности цементного теста от 200 до 400 мА [1].

Таблица 2

Влияние химических добавок при способе КЭМА на механические свойства ЦЗШВ состава 55:35:10, %

Химические добавки в % от массы вяжущего	В/Ц	Время помола	Вид электрического поля	Напряжение, В	Результаты испытаний образцов ЦЗШ камня на прочность при сжатии, МПа, через сут.		
					7	14	28
Без химических добавок	0,6	10	-	-	8,1	11,1	28,7
	0,6	10	Постоянный	25	9,8	12,1	31,1
	0,6	10	Переменный	25	9,3	11,3	30,2
	0,6	10	-	-	9,9	19,6	30,7
Хлорид натрия 1%	0,6	10	Постоянный	25	11,7	22,8	37,9
	0,6	10	Переменный	25	10,6	21,4	37,1
	0,6	10	-	-	9,9	20,5	31,4
Хлорид кальция 1%	0,6	10	Постоянный	25	12,0	23,9	40,8
	0,6	10	Переменный	25	11,4	23,2	39,5
	0,6	10	-	-	11,1	21,3	33,2
Хлорид бария 1%	0,6	10	Постоянный	25	15,7	31,2	51,4
	0,6	10	Переменный	25	14,2	26,4	50,6

В таблице 3 приведены прочностные характеристики испытания цементнозольношламовых образцов, домолотых предлагаемым способом в лабораторной шаровой мельнице МШЛ-1П.

Авторами установлено, что при комплексной электромеханической активации наблюдается повышение прочности вяжущих составов на 50-60% соответственно при создаваемом напряжении в массе вяжущей смеси 30-40 В. Установлено, что процесс КЭМА частиц композитного вяжущего в электрическом поле постоянного тока происходит эффективнее, чем при переменном токе (табл. 3) [1].

Таблица 3

Влияние электрического поля во время мокрого домола цементнозольношламового вяжущего

Состав ЦЗШВ (цемент : зола: бокс. шлам), % по массе	Количество химической добавки (В _α Сl ₂), %, от массы вяжущего	Вид электрического поля	Водо твердое отношение, В/Т	Удельная поверхность ЦЗШВ, см ² /г	Продолжительность мокрого помола, минут	Напряжение тока, В	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте 28 суток
55:40:5%	1%	пер. ток	0,6	4220	-	-	28,5
55:38:7%	1%	пер. ток	0,6	4425	30	-	43,7
55:35:10%	1%	пер. ток	0,6	4820	30	30	50,6
55:35:10%	1%	пост. ток	0,6	4820	30	30	51,4
55:32:18%	1%	пер. ток	0,6	4905	30	40	49,6

При мокром домоле реакционная способность компонентов вяжущего увеличивается как за счет повышения дисперсности в жидкой фазе, так и за счет изменения кристаллической структуры и формы частиц вяжущей смеси. Это является предпосылкой интенсификаций процесса коагуляции вяжущей смеси. При этом химический и минералогический состав исходного вяжущего остаются неизменными. Процесс коагуляции вяжущего интенсифицируется путем совмещения роста удельной поверхности частиц и эффекта

уменьшения электрокинетического потенциала, а также гомогенизации зарядов ДЭС. При комплексном электромеханическом воздействии механизм активации композитной смеси осуществляется вследствие того, что с эффектом роста удельной поверхности и одновременным пропусканием электрического тока на внутренние участки измельчаемых частиц происходит эффективное вскрытие потенциальных свойств частиц вяжущего. Это усиливает процесс помола и увеличивает реакционную способность и активность вяжущего [1, 4, 6, 7].

Нами установлено, что при мокром домоле вновь обнажающиеся поверхности частиц вяжущей смеси электрически взаимодействуют друг с другом и происходит придание электрического заряда каждой частице. Анализируя вышесказанное можно отметить, что при комплексной электромеханической активации повышаются силы ионных притяжений за счет электрических зарядов и при их сближении возникают поверхностные валентные силы. Эти обстоятельства в образовании коагуляционной структуры цементно-зольного геля и упрочнении системы являются одними из решающих факторов. Связано это с постепенным увеличением сил взаимодействия (сцепления) структурных элементов, входящих в состав новообразований активизированного цементнозольношламового вяжущего [1].

В результате проведенных экспериментов:

1. Нами установлено, что при мокром домоле вновь обнажающиеся поверхности частиц вяжущей смеси электрически взаимодействуют друг с другом и происходит придание электрического заряда каждой частице.
2. Установлено, что при комплексной электромеханической активации повышаются силы ионных притяжений за счет электрических зарядов и при их сближении возникают поверхностные валентные силы.
3. Подтверждено, что эти обстоятельства в образовании коагуляционной структуры цементно-зольного геля и упрочнении системы являются одними из решающих факторов. Связано это с постепенным увеличением сил взаимодействия (сцепления) структурных элементов, входящих в состав новообразований активизированного цементнозольношламового вяжущего [1].

Данные экспериментов позволяют авторам сделать вывод о возможности применения полученного цементнозольношламового вяжущего для получения легких арболитобетонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.В. Акулова, Б.Р. Исакулов, М.Д. Джумабаев, А.М. Сартова. Комплексная электромеханическая активация золошламовых вяжущих для получения легких арболитобетонов. – Казань: Научно-технический вестник Поволжья №1, 2014.- с. 49-52.
2. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона / И.Н. Ахвердов. - М.: Стройиздат, 1981. - с. 464.
3. Исакулов Б.Р. Исследование золошламовых вяжущих на основе отходов топливно-энергетического комплекса Казахстана / Б.Р. Исакулов, А.С. Жив // Научный вестник ВГАСУ. Воронеж, 2012. №3 (27). - с. 66-74.
4. Акулова М.В. Механохимическая активация и детоксикация промышленных отходов для получения вяжущих легких бетонов / М.В. Акулова, Б.Р. Исакулов // Вестник ВолГАСУ. Серия: строительство и архитектура. Выпуск 31 (50), часть 2. Строительные науки. – Волгоград, 2013. - с. 75-80.
5. Технология ротационно - пульсационной активации зол / А.В. Акимов [и др.] // Экологические проблемы переработки вторичных ресурсов в строительные материалы и изделия: тезисы доклада всесоюзного научно-практического совещания (15–17 окт. 1990 г.). Часть II. Чимкент, 1990. - с. 64–65.
6. Акчабаев А.А., Бисенов К.А., Удербает С.С. Активация вяжущего поляризацией как способ повышения прочности арболита / А.А. Акчабаев, К.А. Бисенов, С.С. Удербает // Доклады Министерства науки и высшего образования. Алматы: НАН РК, 1999. №4. - с. 57-60.
7. Сулейменов С.Т. Физико – химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности. - М.: Манускрипт, 1996. - с. 128, 133-138.
8. Акулова М.В. Разработка состава и исследование свойств поризованного арболита / Приволжский научный журнал, 2013, №2. – Н. Новгород, ННГАСУ, 2013. - с. 41-45.
9. Акчабаев, А.А. Основы прогрессивной технологии прессуемого арболита: диссертация доктора технических наук: 05.23.05 / А.А. Акчабаев. - СПб.: ЛИСИ, 1992. – с. 297.
10. Исакулов Б.Р. Исследование золошламовых вяжущих на основе отходов топливно-энергетического комплекса Казахстана / Б.Р. Исакулов, А.С. Жив // Научный вестник ВГАСУ. Воронеж, 2012. №3 (27). - с. 66-74.
11. Исакулов Б.Р. Получение высокопрочных арболитобетонов на основе композиционных шлакощелочных и серосодержащих вяжущих. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Иваново: ИВГПУ, 2015. – с. 36.
12. Акчабаев А.А. Исследование влияния некоторых технологических факторов на интенсификацию твердения арболита: автореферат кандидата технических наук: 05.23.05 / А.А. Акчабаев. - М., 1977. – с. 19.

Akulova Marina Vladimirovna

Ivanovo state university of civil engineering, Russia, Ivanovo
E-mail: m-akulova@mail.ru

Isakulov Baizak Razakovich

Aktobe regional state university of the name K. Zhubanov, Republic Kazakhstan, Aktobe
E-mail: mr.Baizak@mail.ru

Dzhumabaev Murat Davletovich

Aktobe university of the name S. Baishev, Republic Kazakhstan, Aktobe
E-mail: murat.Dzhumabaev.54@mail.ru

Imanbekova Asima Musaevna

Kazakh-Russian international university, Republic Kazakhstan, Aktobe
E-mail: Akkete86@mail.ru

Getting binder of cement, fly ash and sludge, activated by the method of complex electromechanical activation for use in light arbolit concrete

Abstract. The paper presents the sources of raw resources in the Central Asian region to obtain binder compositions for the preparation of lightweight concrete, the composition of a complex mixture of the activated elektromekhanichal astringent, brand of drum electropolarization mill. Also describes the mechanism of activation of the binder of cement, ash and slag with a complex Electromechanical activation of the binder and the influence of chemical additives on the compressive strength of the binder of cement, ash and slag with different types of activation, the influence of the process of complex Electromechanical activation to increase the strength of cementitious compositions, the results of the experiments and conclusions according to the conducted experiments. Defined the limit of the compressive strength of binder composition of from cement, fly ash and sludge at the various types of activation; defined strength characteristics of samples of from cement, fly ash and sludge by the proposed method threshing in the drum mill electro polarization; is confirmed that in the process of electro coagulation is the process of polarization of dispersed particles of the binder and the mutual attraction between them, which intensifies the process of formation of the binder system. Established that increase the reactivity of the binder components during wet grinding is achieved not only by increasing the dispersion in the liquid phase, but also the change of the crystal structure, particle shape, which is a necessary condition for the intensification of the process of coagulation of a mixture of cement, ash and silt. Pilot studies have described the mechanism of activation of the binder of cement, fly ash and sludge at an integrated Electromechanical activation of the binder, influence of chemical additives on the compressive strength of the binder of cement, fly ash and sludge at the various types of activation.

Keywords: waste of various industries and agriculture; activation; binder; compressive strength; the composition of the binder; chemical additives; drum electropolarization mill

REFERENCES

1. M.V. Akulova, B.R. Isakulov, M.D. Dzhumabaev, A.M. Sartova. Complex electrochemical activation of the binder from ash and sludge for producing light concrete arbolit. – Kazan: Scientific technical Bulletin of the Volga region № 1, 2014. – p. 49-52.
2. Akhverdov I.N. Fundamentals of physics concrete / I.N. Akhverdov. - M.: Stroiizdat, 1981. - p. 464.
3. Isakulov B.R. The research binders from the ash and sludge based waste fuel and energy complex of Kazakhstan / B.R. Isakulov, A.S. Jiv // Scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Voronezh, 2012. Issue №3 (27). - p. 66-74.
4. Akulova M.V. Mechanochemical activation and detoxication of industrial waste with the aim of producing a binder for light weight concrete / M.V. Akulova, B.R. Isakulov // Bulletin of Volgograd state University of architecture and construction. Series: construction and architecture. Issue 31 (50), part 2. Construction of science. – Volgograd, 2013. - p. 75-80.
5. The technology of rotary-pulsation activation angry / A.V. Akimov [et al.] // Ecological problems of processing of secondary resources in construction materials and products: abstracts all-Union scientific-practical meeting (15-17 October 1990). Part II. Chimkent, 1990. - p. 64-65.
6. Akhabaev A.A., Bisenov K.A., Uderbayev S.S. Activation of the binder of the polarization as a way of increasing the strength of concrete arbolit / Akhabaev A.K., A. Bisenov, S.S. Uderbayev // Reports of the Ministry of science and higher education. Almaty: National Academy of Sciences of the Republic Of Kazakhstan, 1999. №4. - p. 57-60.
7. Suleimenov S.T. Physico-chemical processes of structure formation in building materials from mineral waste industry. - M.: Manuscript, 1996. - p. 128, 133-138.
8. Akulova M.V. Formulation development and investigation of properties of arbolit concrete with pores / Privolzhsky scientific journal, 2013, №2. – Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod state University of architecture and construction, 2013. - p. 41-45.
9. Akhabaev A.A. Fundamentals of advanced technology pressed arbolita: dissertatsiya of doctor of technical Sciences: 05.23.05 / A.A. Akhabaev. - St. Petersburg.: Leningrad engineering-construction Institute, 1992. – p. 297.
10. Isakulov B.R. Investigation of binders from ash and sludge waste-based fuel and energy complex of Kazakhstan / Isakulov B.R., A.S. Jiv // scientific Herald of the Voronezh state University of architecture and construction. Voronezh, 2012. Issue №3 (27). - p. 66-74.
11. Isakulov B.R. Obtaining high strength of abolition of on the basis of knitting from the slag, alkali and sulfur composite. Dissertation for the degree of doctor of technical Sciences. - Ivanovo: Ivanovo state Polytechnic University, 2015 – p. 22.
12. Akhabaev A.A. Investigation of the influence of some technological factors on the intensification of curing arbolita: the dissertation of the candidate of technical sciences: 05.23.05 / A.A. Akhabaev. - M., 1977. – p. 19.