

**В. М. КУРДЮМОВА**  
КГУСТА им. Н. Исанова,  
г. Бишкек, Кыргызская Республика  
e-mail: u\_medina91@mail.ru  
**V.M. KURDUYMOVA**  
KSUCTA n.a. N.Isanov,  
Bishkek, Kyrgyz Republic

**А. К. МАТЫЕВА**  
КГУСТА им. Н. Исанова,  
г. Бишкек, Кыргызская Республика  
e-mail: [matyeva59@mail.ru](mailto:matyeva59@mail.ru)  
**A.K. MATYEVA**  
KSUCTA n.a. N.Isanov,  
Bishkek, Kyrgyz Republic

**М.У. УРАНОВА**  
КГУСТА им. Н. Исанова,  
г. Бишкек, Кыргызская Республика  
e-mail: u\_medina91@mail.ru  
**M.U. URANOVNA**  
KSUCTA n.a. N.Isanov,  
Bishkek, Kyrgyz Republic  
[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЁГКОГО АРБОЛИТА ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

### METHODS FOR INCREASE THE TECHNICAL PROPERTIES OF THE LIGHT ARBOLIT THAT MADE FROM THE LOCAL RAW MATERIALS

*Макалада жергиликтүү чийки заттан (сырьедон) электромеханохимикалык активдештирүү ыкмасын колдонуу менен толтургуч иштеп чыгып, арболиттин техникалык сапатын жогорулатуу жолдору берилген.*

**Өзөктүү сөздөр:** активдештирүү, индукциялык жана полярдик заряддар, күл цемент, барботация, термодиффузия, кристаллды пайда кылуу.

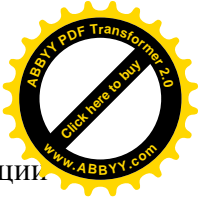
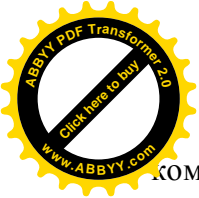
*Приведены способы повышения технических свойств арболита из местного сырья путем обработки наполнителя с применением электромеханохимической активации.*

**Ключевые слова:** активация, индукционные и поляризационные заряды, золоцемент, барботация, термодиффузия, кристаллообразование.

*Methods for increasing the arbolit's technical properties that made from the local raw material by treated with the fillers which use electro mechanic-chemical activating.*

**Key words:** activation, induction and polarization charges, cinder-cement, barbotage, thermal diffusion, crystal formation.

В настоящее время развиваются технологии с направленной предварительной подготовкой компонентов, включающие: технологии форсированного разогрева вяжущей смеси, механохимической активации компонентов смеси, ультразвуковой обработки



компонентов смеси и др. При электромеханохимическом (ЭМХ) способе активации происходит энергия активации, которая, в конечном счете, отражается в повышении прочности золоцементного камня.

При этом сущность явлений электрической природы (электризации) связана с понятием отделения или перенесения на тело электронов или ионов (т.е. электризация – это возникновение заряда). Как известно, заряды бывают индукционные и поляризационные. Индукционные заряды – это заряды противоположные по знаку и разделенные в различных частях тела, а поляризационные заряды возникают пределах каждой отдельной молекулы и не могут быть отделены друг от друга.

Подвергаемая обработке в барабанной электрополяризационной мельнице система «минеральное вяжущее + вода» со временем превращается в раствор «электролита – проводника II класса», который за счет электрического поля может разделяться на составные части, чему благоприятствует эффект измельчения при воздействии электрического тока. Прохождение тока через электролиты обусловлено движущимися ионами, т.е. последние являются носителями заряда.

В настоящее время установлено, что механизм химических реакций – электрический и что он заключается в переносе электронов и обобществлении электронных пар. Из современной физики следует, что под влиянием электрического поля электроны вырываются из атомов и, дрейфуя, постепенно заполняют дырки в диэлектрике. Из того же курса физики известно, что энергия электрического поля  $W$  пропорциональна диэлектрической проницаемости и квадрату напряженности электрического поля  $H$ :

$$W = \epsilon H^2 / 2, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$$

При этом  $\epsilon$  зависит от приложенных энерговоздействий. Поскольку прочность бетона пропорциональна усвоенной энергии, то прирост прочности  $\Delta R_3$  можно выразить:

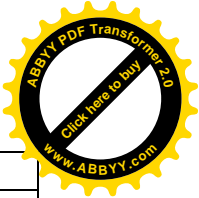
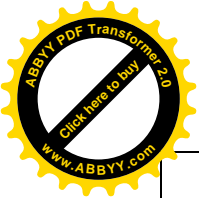
$$\Delta R_3 = k \cdot W, = k \epsilon \cdot H^2, \text{ МПа, где: } k \text{ равен } 0,4.$$

Необходимо отметить, что оптимальное электрическое поле достигается в подвижных смесях только до начала схватывания при комплексной обработке электрической и механической энергиями в барабанной электрополяризационной мельнице. При обработке таким способом электрические воздействия вызывают ионизацию, искрение, магнетизацию и электроиндукцию все это создает электрическое поле и повышает электрохимические связи, а следовательно, и прочность арболта. Параллельно происходят термодинамические воздействия – барботация, термодиффузия.

Таким образом, в барабанной электрополяризационной мельнице интенсивно и одновременно протекают 17 факторов, вызывающих соответствующие взаимоусиливающие воздействия, т.е. синергетические процессы, позволяющие таким образом максимально использовать энергию электрического поля и измельчения.

Таблица 1 - Виды воздействий и процессы при мокрой ЭМХ активации

Вид активации	Виды энерговоздействий при ЭМХ	Процесс	Результат
Мокрый электро-механохимический	электромагнитные воздействия	1.электризации;	электрическое поле
		2.ионизации;	электростатическое поле
		3. магнетизация;	магнитное поле
		4. электроиндукция;	индукционный ток
		5.термизация;	ускорение реакций
		6. термодиффузия;	сцепление частиц
		7. барботация;	углубление реакций
	измельчение	8. диспергирование;	эффект Ребиндера
		9. кавитация;	увеличение удельной поверхности
		10.вращательное	обнажение поверхности



		движение мелющих тел;	
		11. истирание;	увеличение удельной поверхности
		12. соударение мелющих тел;	увеличение удельной поверхности
		13. перемешивание;	адсорбция частиц
	химическое	14. смачивание;	ускорение гидратации
		15. растворение;	ускорение реакции
		16. химические реакции;	ускорение реакция
17. гомогенизация.		углубление реакций	

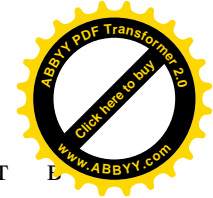
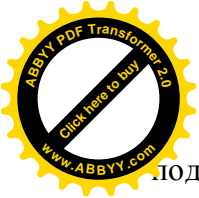
При ЭМХ воздействии на золоцементное вяжущее протекают структурные изменения, в частности частицы цемента, собирают вокруг себя раздробленные мелкодисперсные частицы золы. При ЭМХ активации происходит активирование вяжущего за счет сдирания пленки гидратных новообразований с его частиц и обнажения новой энергетически активной поверхности.

ЭМХ активация включает три совместно дополняющих фактора; мокрый домол + электрическое поле + химическая добавка. Кроме механохимической активации, в вяжущей смеси происходит направленное структообразование вяжущей смеси и позволяющие заменить до 50% цемента минеральными добавками. Также ЭМХ активация способствует большему вскрытию трехкальциевого алюмината и образованию с гипсом высокоосновной формы гидросульфалюмината, что резко повышает морозостойкость образцов. При предложенном способе активации происходит глубокая гидротация вяжущего.

Таблица 2 – Влияние ЭМХ активации золоцементного вяжущего на механические свойства арболита

Состав вяжущего	Вид электрического поля	Водо-твердое отношение	Удельная поверхность Вяжущего,	Продолжительность ЭМХ активации, мин	Напряжение тока, В	Предел прочности при Сжатии, арболита в возрасте 28,сут МПа
Цемент:зола: керамзитовая пыль 50:40:5 (% по массе)	-	0,55	3150	-	-	-
-	Переменный ток	0,55	4412	15	60	2,6
-	Переменный ток	0,55	4615	15	60	2,9
-						
-	Переменный ток	0,55	4625	15	70	2,72
-	Переменный ток	0,55	4720	15	70	3,0
-	Переменный ток	0,55	4810	15	80	2,65
-	Переменный ток	0,55	5210	15	80	2,8

Дальнейшим этапом явилось исследование и разработка способа облагораживания заполнителя. Как известно, на практике применяют вымачивание заполнителя в водной среде с добавлением химических добавок. Предел прочности при сжатии арболита, изготовленного по такому способу недостаточно высокий. В этой связи был разработан новый способ



подготовки заполнителя, отличающейся тем, что заполнитель обрабатывают в электрохимически активированной катодной воде с добавлением негашеной извести.

При изготовлении образцов фракцию рисовой соломы замачивали в электрохимически активированной катодной воде с добавлением негашеной извести в количестве 1-1,5% от массы воды и доведением pH жидкой среды до 14-16. Способ признан изобретением и по нему выдан пред. патент №16644.

Таблица 3 - Влияние щелочности среды выдерживания заполнителя на прочность арболита

pH жидкой среды	Время замачивания, мин	Предел прочности при сжатии (28 суточного твердения), МПа
14	10	2,93
15	10	3,12
16	10	3,30
7	10	2,2

Повышение качества арболита достигается путем введения комплексных минеральных добавок с целью упрочнения каркаса структуры арболита. Задача упрочнения каркаса структуры арболита достигнута введением уплотняющих минеральных добавок в виде тонкоизмельченных фракций комплексной добавки, состоящей из барханного песка, известняка в смеси с натриевым жидким стеклом.

Техническая новизна состава арболита с комплексной добавкой способствует образованию гидросиликата кальция в результате взаимодействия натриевого жидкого стекла и диспергированных частиц известняка, который ускоряет кристаллообразование твердеющего вяжущего вещества. В то же время дисперсная фракция известняка, барханного песка и жидкого стекла, образуя минеральный слой на поверхности заполнителя, уменьшает возможность диффундирования легкогидролизуемых сахаров из заполнителя в золоцементное тесто.

Дальнейшем была исследована причинно-следственная зависимость повышения прочности арболита от влияния синергетического эффекта, проявляющегося при комплексном применении разработанных способов. Синергизм – совокупность результатов суммы слагающих составляющих с различными факторами. На рисунке 3 приведена схема синергизма разработанных способах подготовки сырьевых компонентов арболита.

Повышение физико-механических свойства арболита достигается путем перемешивания сырьевых компонентов по следующему варианту: облагороженный заполнитель - комплексная минеральная добавка – ЭМХ активированное вяжущее. Такая технологическая последовательность совмещения компонентов позволила улучшить качество арболита. Необходимо отметить, что при такой постановке последовательности перемешивания максимально используется весь потенциал активированных компонентов арболита.

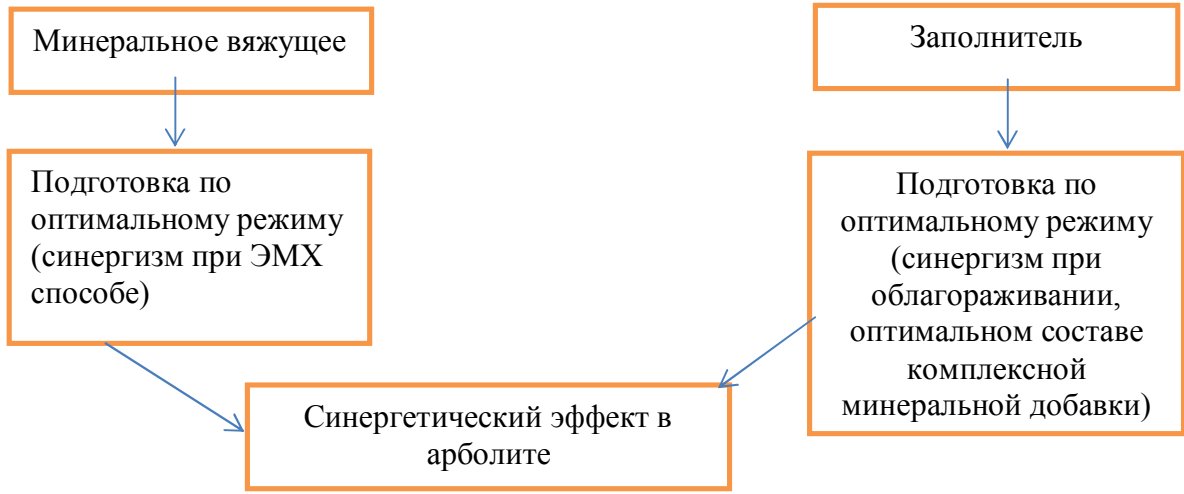


Рис. 3. Схема синергизма в разработанных способах подготовки сырьевых компонентов

Известно, что структурообразование вяжущих материалов представляет собой совокупность сложных физико - химических процессов, включающих такие явления, как адсорбция, растворение, диспергирование, массоперенос вещества и обмен ионами, формирование двойного электрического слоя на границе раздела фаз, гидратация, кристаллизация и другие.

В первоначальный момент времени гидратации взаимодействия вяжущего с водой (1-12 мин) на поверхности твердой фазы преимущественно образуются гидратированные ионы кальция, представляющие собой самостоятельные кинетические образования (агрегаты). Между ними через прослойку свободной воды осуществляется диполь-дипольное взаимодействие (рис.4.).

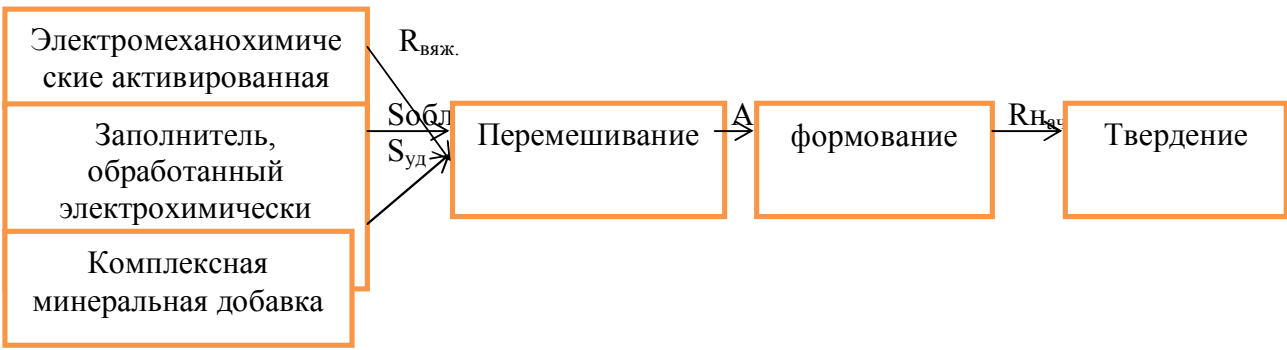
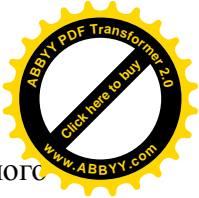
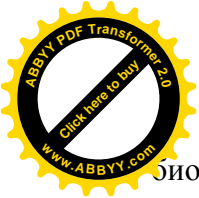


Рис. 4. Принципиальная схема последовательного формирования качества по технологическим стадиям производства арболита

В дальнейшем поданным автором [1,2,3,4] были изучены физико-механические свойства арболита, изготовленного по разработанной технологии. Для этого были проведены опыты по определению предела прочности при сжатии образцов-кубиков в различные сроки твердения. Установлено, что прочность при сжатии арболита на рисовой лузге составила 3,85 Мпа при плотности 900 кг/м<sup>3</sup>, на гуза-пае 3,63 Мпа, на древесной дробленке 4,10 МПа, сечке камыша и дробленой рисовой соломе 3,03 и 3,76 Мпа соответственно. Водопоглощение арболита на рисовой лузге составляет 24%, соответственно на сечке камыша – 26%, на основе древесной дробленки – 30%, на сечке камыша и дробленой рисовой соломе – 35 и 42%. Теплопроводность арболита составила  $\lambda=0,18-0,19$  Вт/(м<sup>0</sup>С). Полученные образцы арболита характеризуется высокой морозостойкостью – 35 циклов



биостойкостью. Результаты испытаний арболита на воздействие попеременного замораживания и оттаивания приведены в табл.4.

Таблица 4 - Морозостойкость арболита

Плотность арболита, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент морозостойкости при количестве циклов испытаний		
	15	25	35
700	0,92	0,83	0,80
800	0,94	0,87	0,83
900	0,95	0,90	0,85

**Выводы:** Результаты исследования позволяют использовать отходы сельскохозяйственного растительного сырья и местного минерального вяжущего для получения легких арболитобетонов и применения его в ограждающих конструкциях зданий.

### Список литературы

1. Курдюмова В.М. Влияние пластифицирующих добавок на технические свойства целлюлозосодержащего арболита [Текст] В.М. Курдюмова, А.К. Матыева. // Вестник КазАТК. –Алматы: 2007. - №4. - с.145-149.
2. Курдюмова В.М. Материалы и конструкции из отходов растительного сырья [Текст] / В.М. Курдюмова. –Фрунзе: Кыргызстан,1990. - 112с.
3. Логвиненко А. Г. Физико-механические основы получения твердения вяжущих материалов из рыхлых гипсовых пород [Текст] / А.Г. Логвиненко, М.А. Савинкова. - Новосибирск: Наука, 1994. - 109 с.
4. Удербает С.С. Эффективный строительный материал арболит на основе сельскохозяйственных отходов [Текст] / С.С.Удербает. - Алматы: 2008. - 192 с.