

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗОБЖИГОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

З.Б.Кочкорова, Ч.К.Жолдошева,  
 Б.Б. Маразыкова, Б.М.Мурзубраимов  
*E.mail. ksucta@elcat.kg*

*Ар түрдүү пластификаторлордун жана электрдик жылуулук берүүчү борбордон чыккан күлдүн күйгүзүлбөгөн кыштын физика-химиялык касиетине тийгизген таасири изилденген. Топурактуу породанын негизинде күлдү колдонуу менен сырьелук арашманын оптималдык курамы аныкталган.*

*Изучено влияние различных пластифицирующих добавок и золы ТЭЦ на физико-механические свойства безобжигового изделия. Установлен оптимальный состав сырьевой смеси на основе глинистых пород с использованием золы ТЭЦ для изготовления безобжиговых изделий.*

*Different plastificated additives and TEC ashes influence on physical-mechanical properties of unbaking wares was studied. Optimum composition of ran material mixture on the base of clay rocks with use of TEC ashes for producing of unbaking wares was established.*

С целью выявления перспектив использования безобжиговых изделий проведены исследования по выяснению возможности их изготовления на основе глинистых грунтов с использованием пластифицирующих добавок поливинилацетата (ПВА) и полиакриламида (ПАА), насыщенного раствора извести и золы Бишкекской ТЭЦ. В качестве объектов исследования взяты лессовидные суглинки Сары-Булакского и Сузакского месторождений, глина Наукатского месторождения, лессовая порода Кочкор-Атинского месторождения и зола Бишкекской ТЭЦ /1/. Химический состав сырьевых материалов приведен в табл.1.

Из таблицы видно, что глины содержат значительное количество кремнезема и глинозема, содержание красящих оксидов, представленных в виде оксидов железа, колеблется от 6,09 до 10,59 %. Лессовая порода Кочкор-Атинского месторождения в отличие от глин характеризуется значительным содержанием карбонатов, представленных в виде оксидов кальция и магния. Содержание их достигает 14 %, содержание красящих оксидов составляет 3,9 %.

Результаты химического анализа золы Бишкекской ТЭЦ показывают (табл. 1), что в золе преобладают кремнезем (53,31 %), глинозем (24,89 %). В небольших количествах присутствуют оксиды железа, кальция и магния. Коксовые остатки составляют 12,41 %. Таким образом, по своему химическому составу зола ТЭЦ близка к лессовым породам и в связи с этим может быть использована в качестве минеральной добавки при изготовлении безобжиговых изделий.

Таблица 1

Химический состав сырьевых материалов

Компоненты, %	Глина Сары-Булак	Глина Сузак	Кочкор-Атинский лесс	Глина Наукат	Зола ТЭЦ
SiO <sub>2</sub>	56,34	54,57	55,45	58,21	53,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,40	22,42	11,88	17,45	24,89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,09	10,59	3,9	6,68	3,61
CaO	2,59	0,82	11,69	0,87	2,90

MgO	1,12	0,92	3,27	1,83	1,37
SO <sub>3</sub>	0,34	0,47	0,58	0,12	0,40
ППП	5,83	10,14	8,40	5,56	12,41

Основные физико-механические свойства: предел прочности на сжатие, объемная масса и воздушная усадка исследуемых образцов на основе Сары-Булакского лессовидной глины приведены в табл.2.

Из таблицы видно, что прочность на сжатие образца, изготовленного на основе лессовидной глины и извести, введенной в количестве до 1,5 %, практически не меняется по сравнению с образцом из исходной глины. Некоторое повышение прочности образца происходит при содержании извести 2 %, при этом получен образец с прочностью на сжатие 3,61 МПа. Добавление гидравлической извести в малых количествах (от 1 до 3 %) в состав лессовидной глины позволяет получить изделие с меньшей плотностью (от 1651 до 1549 кг/м<sup>3</sup> соответственно), при этом воздушная усадка не изменяется. Следует отметить, что образцы, изготовленные на основе лессовидной глины с добавкой извести в количестве 1-2,5 %, по своим технологическим показателям соответствуют требованиям, предъявляемым к изделиям этого вида.

Добавка песка (2-6 %) и цемента (2-6 %) по отдельности в керамическую массу, состоящую из смеси лессовидной глины и извести, не улучшают прочностных свойств образцов изделий. Совместное введение в сырьевую массу извести, цемента и песка привело к возрастанию прочности на сжатие (4,17 МПа) и уменьшению плотности (1554 кг/м<sup>3</sup>) образца безобжигового изделия. Заметное возрастание прочностных свойств лессовидной глины происходит при применении насыщенного раствора гидроксида кальция. Предел прочности на сжатие образца изменяется от 3,31 до 5,64 МПа.

Таблица 2

Физико-химические показатели образцов безобжигового изделия

Состав шихты, %	Прочность на сжатие, МПа	Воздушная усадка, %	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4
Лесс-100	3,31	6,5	1819
Лесс-99,0+известь-1,0	3,35	6,2	1681
Лесс-98,5+известь-1,5	3,39	6,2	1656
Лесс-98,0+известь-2,0	3,61	6,2	1627
Лесс-97,5+известь-2,5	2,96	6,3	1583
Лесс-97,0+известь-3,0	2,16	6,3	1549
Лесс-96,0+известь-2,0+песок-2,0	2,64	6,3	1670
Лесс-94,0+известь-2,0+песок-4,0	2,84	6,4	1639
Лесс-92,0+известь-2,0+песок-6,0	2,32	6,4	1657
Лесс-96,0+известь-2,0+цемент-2,0	2,48	6,3	1664
Лесс-94,0+известь-2,0+цемент-4,0	2,40	6,4	1625
Лесс-96,0+известь-2,0+цемент-6,0	2,08	6,5	1672
Лесс-94,0+известь-2,0+песок-2,0+цемент-2,0	2,64	6,4	1615
Лесс-96,0+известь-1,0+песок-1,0+цемент-1,0	4,17	6,3	1554
Лесс+насыщенный раствор извести	5,64	6,4	1604

Определение физико-механических свойств безобжиговых изделий из лессовидной глины и насыщенного раствора гидроксида кальция с введением добавок ПВА и ПАА (табл. 3) показывает, что содержание ПВА и ПАА в керамической массе должно составлять не более 0,05 %, так как при более высоком содержании наблюдается снижение прочности образца по сравнению с образцами без добавок. Введение ПВА и ПАА в состав шихты приводит к уменьшению значения такого важного показателя безобжиговых изделий, как объемная масса образцов, что дает возможность исключить растрескивание изделий при сушке.

Таблица 3

Физико-механические свойства образцов безобжигового изделия, изготовленного на основе сары-булакской лессовидной глины с добавлением ПВА и ПАА

Содержание компонентов, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
Глина Сары-Булак (СБ)	5,64	1658
Глина СБ + ПВА -0,02	6,09	1658
Глина СБ + ПВА -0,05	5,77	1647
Глина СБ + ПВА -0,12	5,23	1613
Глина СБ + ПВА -0,21	5,15	1641
Глина СБ + ПАА -0,01	4,69	1672
Глина СБ + ПАА -0,02	4,55	1657
Глина СБ + ПАА -0,05	4,48	1581
Глина СБ + ПАА -0,07	3,93	1581
Глина СБ + ПАА -0,09	3,84	1575

Изменение физико-механических свойств образцов, изготовленных на основе Сузакской лессовидной глины и Кочкор-Атинского лесса с введением в качестве пластифицирующей добавки глины Наукатского месторождения, происходило следующим образом (табл. 4). При содержании Наукатской глины от 10 до 30 % предел прочности на сжатие образцов на основе лессовидной глины Сузак изменяется от 4,81 до 5,86 МПа, на основе лесса Кочкор-Ата – от 2,24 до 5,32 МПа. Последующее увеличение содержания пластичной глины приводит к незначительному изменению прочности. При этом наблюдается постепенное снижение объемной массы образца.

Следует отметить, что пластичная глина оказывает наиболее существенное влияние на технологические свойства образцов на основе кочкор-атинского лесса. Так, если при введении 30 % пластичной глины предел прочности на сжатие образца на основе кочкор-атинского лесса увеличивается в 2,4 раза, то на основе сузакской лессовидной глины – в 1,2 раза. Это, по-видимому, связано с различием минералогического состава и дисперсностью исследуемых дисперсных минералов.

Таблица 4

Физико-механические свойства образцов, изготовленных на основе лессов с введением наукатской глины

Состав шихты, %	Формовочная влажность, %	Предел прочности на сжатие, МПа	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
Сузакская лессовидная глина			
Лесс-100	24,6	4,81	2031
Лесс-90+Наукат-10	27,1	5,54	1930
Лесс-80+Наукат-20	27,9	5,77	1847
Лесс-70+Наукат-30	30,1	5,86	1827
Лесс-60+Наукат-40	31,5	5,34	1750

Лесс-50+Наукат-50	32,3	5,44	1693
Кочкор-Атинский лесс			
Лесс-100	24,5	2,24	1988
Лесс-80+Наукат-20	27,9	4,89	1839
Лесс-70+Наукат-30	28,4	5,32	1890
Лесс-60+Наукат-40	32,9	5,13	1795
Лесс-50+Наукат-50	31,3	4,87	1755

Результаты исследований золы ТЭЦ как компонента безобжигового изделия приведены в табл. 5.

Из таблицы видно, что при изготовлении безобжигового изделия из полужесткой смеси (формовочная влажность 23-27 %) на основе наукатской глины добавление золы в сырьевую смесь возможно до 50 %, на основе кочкор-атинского лесса – до 30 %, на основе сары-булакского и сузакского суглинка – до 25 %. Увеличение содержания добавки – золы ТЭЦ нецелесообразно в связи с заметным снижением прочностных показателей. Введение в сырьевую смесь золы ТЭЦ позволило уменьшить воздушную усадку образцов, тем самым исключить растрескивание образцов при сушке. После сушки были получены образцы безобжигового изделия с объемной массой 1600-1800 кг/м<sup>3</sup> и прочностью на сжатие

3,0-4,5 МПа. Следует отметить тот факт, что образцы безобжиговых изделий на основе пластичной наукатской глины имели наибольшую усадку (до 13 %), обусловленную высокодисперсностью сырьевого материала, что может отрицательно сказаться на качестве безобжигового изделия.

Таблица 5

Физико-механические свойства безобжиговых изделий  
в зависимости от содержания золы ТЭЦ

Физико-механические свойства	Содержание золы ТЭЦ, %							
	0	10	15	20	25	30	40	50
Сары-Булакский суглинок								
Прочность на сжатие, МПа	3,6	5,1	4,9	4,7	4,6	4,2	4,0	3,3
Воздушная усадка, %	10,0	10,0	9,5	8,5	8,2	8,0	7,0	7,0
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	2100	2000	1800	1800	1800	1800	1700	1700
Сузакский суглинок								
Прочность на сжатие, МПа	2,3	3,0	3,1	3,0	3,0	2,9	2,5	1,9
Воздушная усадка, %	7,3	7,0	5,0	5,0	5,0	4,5	4,0	4,0
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	2300	2300	2000	1900	1800	1800	1700	1700
Наукатская глина								
Прочность на сжатие, МПа	3,0	3,2	3,6	3,9	4,1	4,4	4,5	4,6
Воздушная усадка, %	7,0	6,5	7,2	9,0	11,0	13,0	10,0	10,0

Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	1700	1700	1700	1600	1600	1500	1500	1400
Кочкор-Атинский лесс								
Прочность на сжатие, МПа	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,1	2,7	2,4
Воздушная усадка, %	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	3,5	3,5	3,5
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	2100	2100	2000	1800	1700	1600	1600	1600

Из-за малого содержания силикатов и алюмосиликатов кальция зола ТЭЦ не обладает самостоятельными вяжущими свойствами, вследствие этого такой важный показатель, как водостойкость изделия не соответствует нормам для безобжигового изделия. Для получения водостойкого безобжигового изделия были изготовлены опытные образцы на основе кочкор-атинского лесса с добавлением оптимального количества золы ТЭЦ (30 %) и портландцемента марки 400 (табл. 6).

Процесс твердения глинозольной смеси разделяется на три периода: растворения, коллоидации и кристаллизации. На протяжении этих периодов и происходит схватывание, а затем и твердение смеси. Следует отметить, что при твердении на воздухе безобжиговое изделие, изготовленное с использованием цемента, дает большую усадку (5,1 %), что может повлечь за собой трещинообразование в изделиях. Особенно велика усадка в начальный период твердения. Объясняется это тем, что в этот период особенно интенсивно происходит обезвоживание теста за счет испарения и поглощения влаги гидратирующимися зёрнами

Таблица 6

Физико-механические свойства безобжиговых изделий

Состав сырьевой смеси, %	Формовочная влажность, %	Остаточная влажность, %	Прочность на сжатие, МПа	Воздушная усадка, %	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
Лесс – 60 + зола ТЭЦ - 30 + цемент – 10	24,8	5,4	5,2	5,1	2090
Лесс – 55 + зола ТЭЦ - 30 + гипс – 10 + цемент – 5	25,3	5,2	6,5	4,0	1800

цемента. В результате обезвоживания частицы сближаются, и изделие дает усадку. Кроме того, изделие имеет наибольшую объемную массу, которая составляет 2090 кг/м<sup>3</sup>, что является нежелательным фактором для безобжигового изделия. В связи с этим в целях снижения объемной массы и экономии цемента были продолжены исследования с использованием комбинированного вяжущего: гипс + портландцемент. На основании результатов этих исследований для изготовления безобжигового изделия предлагается оптимальный состав глинозольной смеси, включающей в себя, в %: лесс – 55; зола ТЭЦ – 30 (в виде гидравлической добавки); полуводный гипс – 10 (в виде воздушного вяжущего) и портландцемент – 5 (в виде гидравлического вяжущего). В отвердевшем материале со временем, особенно во влажной среде, может образоваться гидросульфат алюминат кальция, который вызывает большие механические напряжения, способные повлечь за собой разрушение изделий. При введении же гидравлической добавки – золы ТЭЦ, которая связывает выделяющуюся во время гидратации портландцемента свободную известь, уменьшается концентрация гидроксида кальция, но увеличивается содержание

глинозема, при этом создаются благоприятные условия для образования гидросульфоалюмината кальция, а именно он образуется в еще пластичном материале. В этих условиях роль гидросульфоалюмината кальция оказывается полезной, и свойства изделий, в частности, водостойкость, заметно улучшаются. Полученное комбинированное вяжущее характеризуется быстрыми сроками схватывания и начального твердения подобно полуводному гипсу, и обладает способностью к гидравлическому твердению, как цементы. Образцы, изготовленные из полужесткой смеси на основе кочкор-атинского лесса с использованием комбинированного вяжущего, после твердения характеризовались высокой прочностью на сжатие (6,5 МПа), небольшой воздушной усадкой (4 %), небольшой объемной массой (1800 кг/м<sup>3</sup>), при этом коэффициент размягчения составлял 0,6.

Таким образом, показана возможность заметного улучшения технологических свойств изделий на основе лессовидной глины Сары-Булакского и Сузакского месторождений, а также суглинка Кочкор-Атинского месторождения в присутствии насыщенного раствора гидроксида кальция с добавкой пластичной глины Наукатского месторождения. Выяснено, что содержание вводимых добавок ПВА и ПАА не должно превышать 0,05 %, причем введение их в сырьевую массу приводит к уменьшению объемной массы изделия, что дает возможность исключить растрескивание изделий при сушке. Установлена возможность использования золы Бишкекской ТЭЦ при изготовлении безобжиговых изделий с улучшенными физико-механическими свойствами.

### **Список литературы**

1. Кочкорова З.Б., Маразыкова Б.Б., Каракеев Б.К. Природные дисперсные минералы и их применение в народном хозяйстве// Проблемы и перспективы развития химии и химической технологии в Кыргызстане. – Бишкек: Илим, 2003. – С. 74-81.