

ПРОБЛЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИЦЕВОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ НИЗКОСОРТНЫХ СУГЛИНКОВ

¹Сарбаева Н.М.¹, Жумагулов Б.М.²

¹И.Раззаков атындагы КМТУнин алдындагы Н.Исанов атындагы Кыргыз инженердик-курулуш институтунун “Курулуш материалдарын, буюмдарын жана конструкцияларын ондуруу жана экспертоо” кафедрасынын доцентинин м.а., nadir12sm@mail.ru

²И.Раззаков атындагы КМТУнин алдындагы Н.Исанов атындагы Кыргыз инженердик-курулуш институтунун “Курулуш материалдарын, буюмдарын жана конструкцияларын ондуруу жана экспертоо” кафедрасынын магистранты

Аннотация: Бул жумушта жергиликтүү томонку сорттогу чополордун негизинде беттуу керамикалык кышты алуу маселелери каралган. Физико-механикалык муноздомолору жакшыртылган беттуу керамикалык кышты алууга мумкундук беруучу суглинок, сиенит тектеринин калдыктарынан жана ийкемдуу чопо менен бирдикте тузулгон курамдар изилденген. Эксперименталдык изилдөөлөр көрсөткөндөй, сиенит тоо тектерини ийкемдуу эмес бүртүкчөлүү материал болгондуктан суглинок менен аралашканда «өзөк-кабык» матрицанын пайда кылуу менен бекем каркас структурасын камсыз кыла алат, себеби бышыруу учурунда суюк фазасы пайда болушу менен татаал физикалык-химиялык процесстерден өтүп 900 °С эле керамикалык материалдын жогорку бышыктыгын камсыз кылат. Топурак, ийкемдүү чопо жана сиенит таши менен үч компоненттүү аралашмадан жасалган үлгүлөрдүн бышыктыгы эки компоненттүү аралашмадан жасалган үлгүлөргө караганда 20-22 % жогору экендиги аныкталган.

Негизги сөздөр: бетүү керамикалык кирпич, ийкемдүү чопо, сиенит тоо тектери, бышыктык, сууну сиңирүү, туздарды жок кылуу.

Аннотация: В работе рассматривается проблемы получения лицевого керамического кирпича на основе местных низкосортных суглинков. Исследованы составы шихты, состоящей из суглинка с использованием отходов сиенитовой породы, в том числе шихты из суглинка, сиенита и пластичной глины, позволяющие получить лицевой керамический кирпич с улучшенными физико-механическими характеристиками. Экспериментальные исследования показали, что сиенитовая порода, являющаяся непластичным грубозернистым компонентом в смеси с суглинком обеспечивает прочную каркасную структуру черепка за счет образования матрицы «ядро-оболочка», которая при термической обработке, претерпевая сложные физико-химические процессы с участием жидкостного спекания обеспечивает при 900 °С высокую прочность и улучшенную спекаемость керамического материала. Установлено, что прочность образцов трехкомпонентной шихты, содержащий суглинок, глину и сиенит, на 20-22 % выше, чем образцов из двухкомпонентной шихты без глины.

Ключевые слова: лицевой керамический кирпич, суглинок, пластичная глина, сиенитовая порода, прочность, спекание, водопоглощение, устранение высолообразования.

Abstract: The paper deals with the problems of obtaining facing ceramic bricks based on local low-grade loams. The compositions of the charge consisting of loam with the use of syenite rock waste, including charge from loam, syenite and plastic clay, have been studied, which make it possible to obtain facing ceramic bricks with improved physical and mechanical characteristics. Experimental studies have shown that syenite rock, which is a non-plastic coarse-grained component in a mixture with loam, provides a strong frame structure of the shard due to the formation of a "core-shell" matrix, which, during heat treatment, undergoing complex

physical and chemical processes with the participation of liquid sintering, provides at 900 ° C high strength and improved sinterability of the ceramic material. It has been established that the strength of samples of a three-component mixture containing loam, clay and syenite is 20-22% higher than that of samples from a two-component mixture without clay.

Key words: facing ceramic brick, loam, plastic clay, syenite rock, strength, sintering, water absorption, elimination of efflorescence.

Введение. Повышение качества керамических материалов, снижение энергетических и материальных затрат на их производство, расширение номенклатуры изделий, увеличение объемов производства остаются на сегодняшний день важнейшими задачами для многих предприятий керамической отрасли. Выпускаемые предприятиями КР продукции не полностью удовлетворяет запросам современного строительства, в результате мы по-прежнему значительно отстаем от передовых стран.

Сегодня средняя марка обыкновенного кирпича поступающего на рынок нашими заводами составляет всего лишь М100-125, что не может по прочности и морозостойкости обеспечить достаточную долговечность. А если говорить о лицевом кирпиче, то такой кирпич практически не выпускается, а как известно, к его качеству предъявляются еще более повышенные требования. Эти требования предъявляются не только к его стабильности прочностных показателей, но и к размерам, четкости формы, цветовым оттенкам.

Одной из главных проблем является низкий уровень технического оснащения предприятий, другая важная причина - низкое качество применяемого глинистого сырья, которое характеризуется малым количеством глинозема, высоким содержанием кристаллического кварца, карбонатов и водорастворимых солей.

Наиболее распространенные в Кыргызстане суглинки как правило, относятся к группе неспекающегося, полиминерального сырья с преобладанием минералов группы гидрослюд, монтмориллонита и менее – каолинита, умеренно- или малопластичного, средне- или высокочувствительного к сушке [1].

Химический состав некоторых месторождений глинистого сырья, нашедших применение в производстве керамического кирпича, представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав глинистого сырья, %

Месторождение	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	R ₂ O	ппп
Орокское	54,5	13,2	4,8	13,7	3,6	8,0
Алаарчинское	54,3	12,8	5,6	14,4	4,1	6,4
Широкое	52,9	13,2	5,5	14,0	3,3	7,0
Джалалабадское	53,5	13,3	4,2	16,0	6,1	5,9
Тюлейкенское	52,3	10,9	5,1	18,0	3,7	11
Кандьянское	51,6	11,0	4,1	14,8	4,2	12,3
Шорбулакское	50,8	12,2	4,3	15,4	4,2	12,9
Пржевальское	55,3	14,3	4,8	14,8	3,8	7,0

Как видно из таблицы 1, суглинки по химическому составу характеризуются высоким содержанием SiO₂ (52,0-55,36 %) и низким содержанием Al₂O₃ (10,90–14,33 %), что указывает на наличие в сырье свободного кремнезема, не связанного с Al₂O₃, который при обжиге не обеспечивает образования достаточного количества кристаллизационных связей, определяющих качество керамических изделий.

А высокое содержание карбонатов CaO+MgO (13,7-18,0 %) уменьшает интервал спекания, увеличивает усадку при обжиге и пористость, что, в свою очередь, снижает прочность и морозостойкость изделий.

Физико-химические и технологические характеристики некоторых суглинков приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-химические и технологические характеристики суглинков

Месторождение	Число пластичности	Растворимые соли, %	Гранулометрический состав, %		
			глинистые 0,001 мм	пылеватые 0,25-0,01 мм	включения 0,5 мм
1	2	3	4	5	6
Буденовское	6,5	0,63	37,9	-	3,96
Ничке	4,9-5,7	0,3-2,7	22,6	31,48	0,71
Отгукское	5,84	0,57	27,72	32,4	0,66
Тонское	2,0-3,6	0,98	6,35-16,2	50,77-59,02	0,62-1,52
Достук	4,1	0,47	26,53	40,38	0,83
Дюрбельжин	6,12	1,31	41,78	-	0,46
Чукурское	7,79	3,78	26,23	18,38	2,42
Ала-Бука	3,1-4,5	0,53	12,51	59,72	1,31

При указанных характеристиках глинистого сырья и изношенности технологического оборудования получение конкурентоспособного лицевого кирпича практически невозможно. Поэтому определяется необходимость в изыскании путей и способов создания качественной керамики из низкосортного минерального сырья.

Цель работы - получение высококачественного лицевого керамического кирпича из низкосортного глинистого сырья. Для достижения поставленной цели поставлена следующие задачи:

- исследование химико-минералогического состава и технологические свойства суглинка месторождения Каракол;
- исследование влияния добавки сиенитовых горных пород на качество суглинка;
- изучение влияния добавок на процессы фазовые превращения и спекание керамического материала, а также на физико-механические свойства получаемого изделия.

Методы исследования

Экспериментальная часть работы выполнена с использованием комплексных методов исследований, включающих стандартные методики определения технологических свойств сырья и физико-механических характеристик исходного сырья и получаемого конечного продукта. Применены методы химического и рентгенофазового анализов.

Результаты исследования.

Важная роль отводится подбору оптимального состава шихты, скорректированного с соответствующими компонентами при использовании недефицитных местных сырьевых материалов, в частности нетрадиционных видов сырья и отходов промышленности, которые представляются весьма актуальной задачей.

На территории Кыргызстана имеются отходы ряд месторождений горных пород и их отходы, которые могут с успехом применяться в качестве модифицирующих добавок [1,2]. К числу таких добавок относятся отходы сиенитовых, гранитовых, базальтовых и других горных пород, характеризующиеся повышенным содержанием оксидов железа, щелочей, обуславливающих протекание обжига с участием жидкостного спекания. То есть, эти добавки могут выполнять одновременно функции интенсификатора процесса спекания черепка и регулятора гранулометрического состава суглинков при выпуске лицевого керамического кирпича методом полусухого прессования

Исследованиями Абдыкалыкова А.А., Ассакунова Б.Т., Болотова Т.Т. [2] было выявлено, что использование гранитных отсеков в составе суглинков способствуют интенсификации процесса жидкостного спекания керамических изделий. Установлено, что введение до 30 % гранитных отсеков в состав сырьевых смесей из суглинка и пластичной глины способствовало повышению прочности керамических изделий в 1,3-1,5 раза.

Исходя из этих соображений, в работе исследовалось влияние отхода сиенитовых пород Ак-Уленского месторождения на процесс спекания и свойства керамического материала из суглинка месторождения Широкое.

Сиенитовая порода Ак-Уленского месторождения характеризуется следующим минеральным составом (в %): калиевый шпат 68-87; нефелин 8-32; биотит 2-6; авгит 2-3; роговая обманка 0,6-1,0.

Были составлены сырьевые шихты из суглинка с различным содержанием сиенита в количестве от 5 до 30 %. Прессование образцов производилось полусухим способом при одинаковом давлении 20 МПа. После подсушки образцов до остаточной влажности 2-3 %, образцы обжигались в пределах температур 900-1050 °С с выдержкой в течение 1,5 ч.

Результаты испытаний показали, что введение в состав суглинка (5-30) % сиенита значительно повышает прочность керамического материала из суглинка. Так, образцы при содержании 30 % сиенита и температуре обжига 900 °С, имели прочность при сжатии – 31,5 МПа, а водопоглощение 13,9 % (рисунок 1). С повышением температуры обжига свыше 900 °С прочность образцов заметно не изменяются. Это говорит о том, что повышение температуры обжига изделий свыше 900 °С нецелесообразно. Следовательно, создается

возможность разработать энергосберегающей технологии получения керамического кирпича на основе высококарбонатных суглинков с использованием отходов сиенитовой породы.

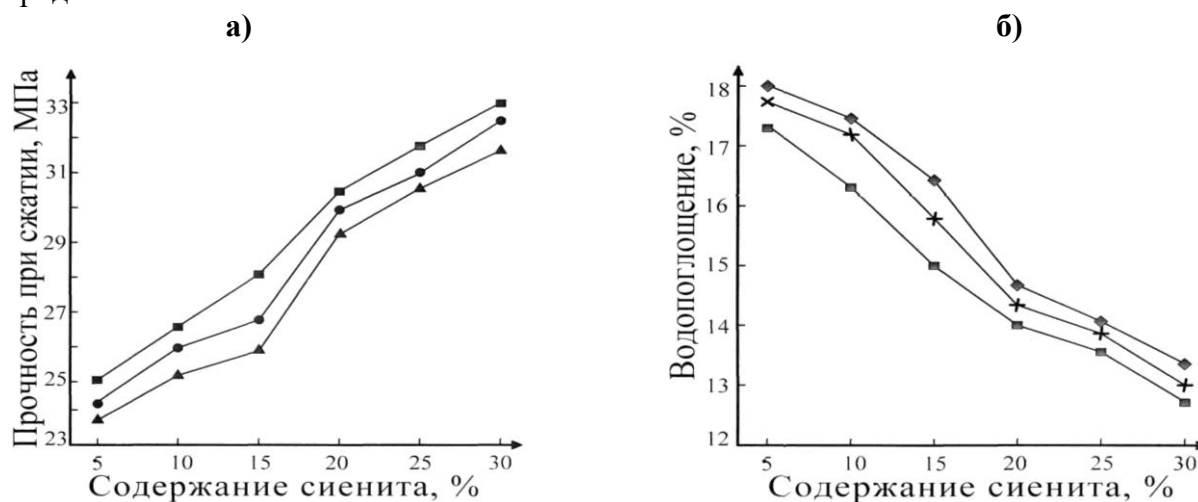


Рисунок 1. Влияние сиенита на прочность и спекаемость черепка из суглинка в зависимости от температуры обжига:

а) прочность при сжатии, МПа:

- при 1000 °С;
- при 950 °С;
- ▲ при 900 °С;

б) водопоглощение, %:

- ◆ при 900 °С;
- × при 950 °С;
- при 1000 °С

Повышение прочностных свойств керамического черепка из указанных шихт объясняется протеканием физико-химических процессов с участием жидкостного спекания, благодаря высокому содержанию в сиенитовой породе калиевополевых шпатов (68-87) %. Более того сиенитовая порода содержит большое количество оксида железа и щелочей, которые способствуют интенсификации процесса спекания черепка.

Однако, в ходе исследований, при прессовании образцов было обнаружено на поверхности образцах видимые микротрещины. Это факт, по-видимому, происходит вследствие низкой пластичностью суглинка Широкое (П=4,8-5).

Поэтому в работе в шихту из суглинка с сиенитом дополнительно вводилась пластичная глина Согутинского месторождения для повышения коллоидной фракции в составе смеси, которая может надежно связывать спрессованные частицы друг с другом и обеспечить связность и целостность сформованных изделий. При получении стеновых блоков из арболита, в качестве глинистой составляющей использовались суглинки Толуйконского месторождения, которая обеспечила достаточную пластичность сырьевой массы [3].

Результаты физико-механических исследований образцов показали (таблица 3), что образцы из шихт, содержащих суглинков, глину и сиенит, обладают относительно высокой прочностью при сжатии (выше на 20-22 %), чем образцы из шихт без глины.

Таблица 3 - Влияние добавки сиенита совместно с глиной на свойства керамического черепка

№ п/п	Состав шихты, %			Водопоглощение, %			Прочность при сжатии, МПа		
	суглинок	глина	сиенит	900	950	1000	900	950	1000

1	90	5	5	15,2	14,8	14,4	28,0	28,9	29,3
2	80	10	10	14,2	13,5	13,0	30,9	31,5	32,0
3	70	15	15	12,8	12,1	11,9	35,0	35,8	36,0
4	60	20	20	12,0	11,8	11,0	36,0	38,0	39,1
5	50	25	25	11,5	11,0	10,7	39,2	40,5	40,9
6	60	30	30	10,9	10,4	10,0	40,8	41,0	41,7

Сравнительные данные по прочности керамического черепка из сиенитсодержащих смесей, обожженных при 900 °С указаны на рисунках 2,3.

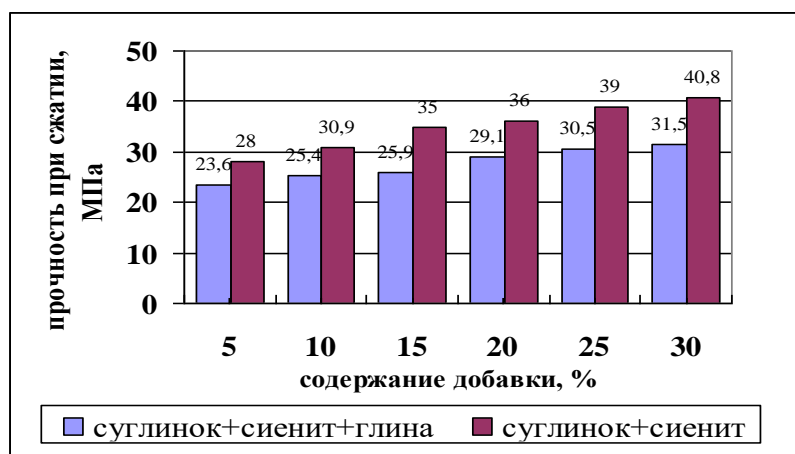


Рисунок 2. Сравнительные данные по прочности керамического материала из сиенитсодержащих смесей, обожженных при 900 °С

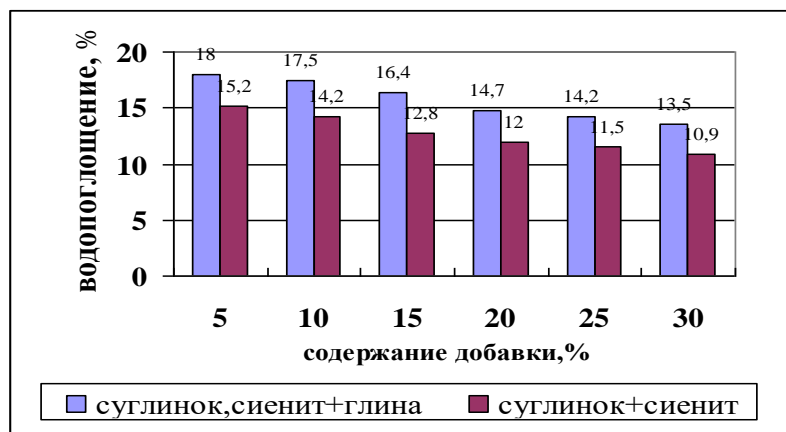


Рисунок 3. Сравнительные данные спекаемости керамического материала из сиенитсодержащих смесей, обожженных при 900 °С

Эти результаты исследования обуславливается тем, что пластичная глина способствует повышению в составе смеси коллоидных глинистых частиц и образованию более плотной оболочки вокруг сиенита, которая не просто заполняет пустоты между зернами грубозернистого компонента, но и при образовании жидкой фазы стягивает ядра сиенита, создавая их наиболее удачное размещение [3,4,5]. В результате это приводит образованию более плотной оболочки вокруг зерен сиенита, следовательно, увеличению плотности сырца и образованию прочной структуры черепка. Это подтверждается

микрофотографическим исследованием. Представленная на рисунке 4 микрофотография полученного керамического материала позволяет судить об образовании переходной зоны вокруг зерен компонентов, обуславливающая согласованность материала с цементирующим веществом. Результат этого взаимодействия проявляется в образовании хорошо видимых тончайших каемок 3 вокруг зерен кварца 1 и переходных зон вокруг зерен полевого шпата 2. При этом цементирующее вещество (связка) имеет сложный фазовый состав, а измененное состояние поверхности зерна полевого шпата свидетельствует о взаимодействии материалов зерна и связки в зоне контакта 4, что в результате обеспечена прочная структура материала.

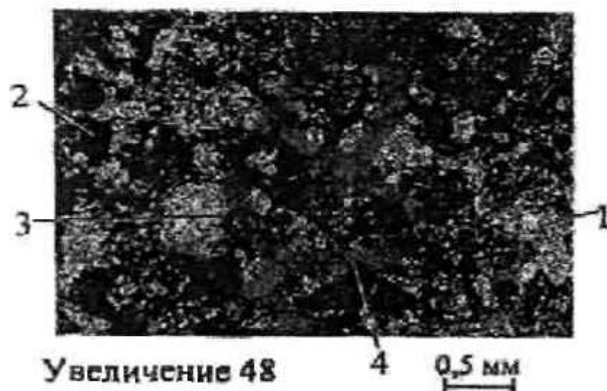


Рисунок 4. Микрофотография структуры керамики из композиции суглинок (60 %) с глиной (20 %) и полевошпатовой породой (20 %) после обжига при температуре 900 °С: 1 – кварц; 2 – полево шпат; 3 – каемка вокруг ядра; 4 – контактная зона

На дифрактограммах спеков (рис.3), обожженных при 900 °С, зафиксированы гематит (2,70; 2,71; 2,52; 2,32; 1,71 Å), кварц (4,29; 4,28; 2,13; 1,98; 1,82; 1,67; 1,57 Å), полево шпат (4,07; 3,73; 3,83; 3,22; 3,21; 3,01; 2,88 Å), кварц (3,83; 2,97; 1,71 Å) и анортит (2,13; 2,29; 2,47; 2,45 Å), которые свидетельствуют о сохранении красного цвета и повышение прочности керамического материала [4].



Поскольку для лицевого кирпича важна чистая поверхность без высолов, то в работе также готовые образцы были выдержаны во влажной среде в течение 24 часа. В результате на поверхности образцов не обнаружены высолы.

Выводы:

- При получении качественного лицевого керамического кирпича методом полусухого прессования, добавка сиенитовой породы в составе смеси из суглинка выполняет роль регулятора гранулометрического состава шихты и интенсификатора спекания;
- Установлено, что введение в состав шихты из суглинка сиенитовой породы обуславливает при температуре 900 °С высокую прочность (31,5 МПа) и улучшенную спекаемость (13,9 %);
- Выявлено снижение температуры обжига образцов с содержанием сиенита на 100-150 °С в сравнении с температурой обжига образцов из чистого суглинка;
- Установлено, что прочность образцов трехкомпонентной шихты, содержащей суглинок, глину и сиенит, на 20-22 % выше, чем образцов из двухкомпонентной шихты без глины;

- Структура керамического материала из композиции глинистых пород с грубозернистым компонентом, представлена зернами, связанными с цементирующим веществом. Это обусловлено проявлением хорошо видимых тончайших каемок вокруг зерен кварца и переходных зон вокруг зерен сиенита, свидетельствующие о взаимодействии материалов и связи в зоне контакта;

- Выявлено отсутствие высолов на поверхности образцов, так как образованная стеклофаза покрывает алюминатные частицы тонкой пленкой стекла и предотвращает миграцию солей на поверхность изделий.

Литература

1. Сырьевые ресурсы и перспективы развития основных строительных материалов в Кыргызской Республике [А.А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова, Б.Т. Абдылдаев и др.] – Бишкек, 1996. – 48 с.
2. Абдыкалыков А.А., Ассакунова Б.Т., Болотов Т.Т. Эффективные стеновые керамические материалы. Бишкек, 2011. – 141.
3. Матыева А.К. Оптимизация состава и свойств сырьевых компонентов в производстве модифицированного арболита из местного сырья // Вестник Сибади «THE RUSSIAN AUTOMOBILE AND HIGHWAY INDUSTRY JOURNAL», том 16, №3, 2019, сквозной номер выпуска – 67, Омск, 2019. – С.352-365.
4. Сарбаева Н.М. Модели структур керамики с ядром из полевошпатовых пород Вестник КГУСТА. №3. – Бишкек, 2014. - С.43-46.
5. Сарбаева Н.М. Улучшение качества керамических стеновых материалов на основе местных суглинков. Сборник трудов III межд. научно-практ. конф. «Качество и безопасность среды жизнедеятельности: Проектно-строительная деятельность в новых условиях. - Алматы, 2015. - С. 45-49.