

УДК 666.71:691+691.3

**МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА И ТЕХНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛЬНЫХ КИРПИЧЕЙ***Шоева Т.Е., Каминский Ю.Д., Дадар А.Х.**Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
Кызыл**Тувинский государственный университет, Кызыл***TECHNIQUE OF PRODUCTION AND TECHNICAL
CHARACTERISTICS OF ASH BRICKS***Shoeva I.E., Kaminsky Y.D., Dadar A.X.**Tuvan Institute of complex natural resources development of the SB RAS, Kyzyl
Tuvan state University, Kyzyl*

Описан способ получения механически активированного вяжущего материала путем совместного измельчения кислой золы, извести и гипса. Показано, что при давлении прессования 24 МПа, давлении в автоклаве 1,0 МПа и твердении в течение 8 ч из данной смеси можно получить зольные кирпичи с улучшенными характеристиками.

Ключевые слова: механически активированная вяжущая смесь, кислая зола, давление прессования, автоклавное твердение.

Describes a method for mechanically activated binder material by co-milling acidic ash, lime and gypsum. It is shown that at a compression pressure of 24 MPa, pressure in the autoclave was 1.0 MPa and hardening within 8 h of the mixture can be ash bricks with improved characteristics.

Keywords: mechanical activated binder mix, acidic ash, compression pressure autoclave hardening.

В настоящее время строительная индустрия Республики Тыва ориентирована на кирпичное и малоэтажное (мелкоштучное) строительство. В республике нет цементного производства, его транспортирование автодорожным транспортом приводит к значительному удорожанию строительных изделий. Для снижения расхода цемента актуальной является разработка смешанных вяжущих веществ с использованием местного сырья и техногенных отходов различных производств. При производстве таких вяжущих веществ можно применять различные способы активации процессов их твердения, в том числе механический за счет тонкого измельчения компонентов и повышения дефектности их структуры. Механоактивация вяжущих веществ позволяет эффективно использовать природные и техногенные силикатные и алюмосиликатные материалы.

Основным сырьем для производства кирпича в предлагаемой работе являются отвальные золошлаки Кызылской ТЭЦ, прошедшие процесс гидроудаления, относящиеся к группе кислых зол. Представленные золы по химическому составу относятся к группе кислых зол, мас. %: SiO_2 – 43.77; Al_2O_3 –

14.51; Fe_2O_3 – 9.86; CaO – 9.51; MgO – 3.45; K_2O – 1.42; Na_2O – 1.21; P_2O_5 – 0.097; TiO_2 – 0.684; MnO – 0.134; BaO – 0.097; п.п.п. – 15.1. Потери при прокаливании золы увеличены, что связано с присутствием гидратированных соединений и несгоревшего топлива. По данным рентгенофазового анализа, исходная зола представлена β -кварцем, магнетитом, кальцитом, анортитом, ортоклазом и пиррофиллитом. Преобладающей же является рентгеноаморфная фаза. Для увеличения реакционной способности золы ее подвергли одновременно механической и химической активации, проведя активацию смеси золы и щелочных реагентов (извести от известняка Хайыраканского месторождения, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в центробежной мельнице ЦЭМ-7. В результате получили механоактивированную вяжущую смесь (МВС), в составе которой появляются рефлексы, относящиеся к островным и цепочным силикатам (ранкинит $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$, ларнит $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$, псевдоволластонит $\alpha\text{-CaSiO}_3$). В составе смеси также идентифицируются $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, исчезает ряд линий малой интенсивности и снижается интенсивность основных линий β -кварца, кальцита, анортита и ортоклаза (рис. 1).

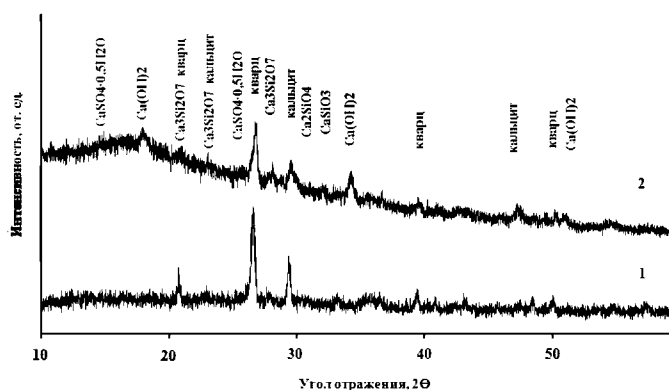


Рис. 1. Дифрактограммы: 1 – отвалной золошлаковой смеси Кызылской ТЭЦ; 2 – механоактивированной вяжущей смеси

Для островных и цепочных силикатов характерно твердение при автоклавной обработке [1], поэтому сырец золного кирпича готовили методом полусухого прессования, влажность смеси составила 12 %. Определение оптимальных режимов прессования и термовлажностной обработки осуществляли на образцах-кубиках размером 5х5х5 см. Были приняты следующие режимы: давление пресса 12,0; 18,0 и 24,0 МПа, выдержка под давлением – 10 с; давление автоклава 0,8 и 1,0 МПа. Режим обработки: подъем давления 2 ч, длительность изотермической выдержки составляла 8 ч, охлаждение автоклава происходило при естественных условиях. Результаты определения плотности и прочности при сжатии полученных образцов представлены в таблице 1.

Состав образца	Давление прессования, МПа	Давление в автоклаве			
		0,8 МПа		1,0 МПа	
		ρ , г/см ³	$R_{сж}$, МПа	ρ , г/см ³	$R_{сж}$, МПа
МАВС	12	1,53	18,9	1,44	20,9
	18	1,54	21,8	1,54	21,9
	24	1,55	23,2	1,62	35,1

Как видно из результатов исследования, увеличение давления прессования и давления в автоклаве ведет к росту плотности и прочности изделий. Характер изменения данных физических величин показывает, что большее влияние на рост оказывает давление в автоклаве. При давлении в автоклаве 0,8 МПа наблюдается плавный постепенный прирост плотности и прочности. Для образцов, выдержанных при 1,0 МПа, характерно резкое увеличение данных показателей. Известно, что прочность материала определяется его структурой: размером и объемом пор, а так же их распределением. Определение пористости проводилось на установке ASAP-2400 фирмы Micromeritics (США) после тренировки образцов в вакууме при 150 °С. На рисунке 2 представлены графики, показывающие распределение пор по размерам у образцов зольного кирпича, полученных при разном давлении прессования и выдержанных в различных гидротермальных условиях. Как видно из графиков, для всех образцов характерно уменьшение объема пор с увеличением давления пресса, что свидетельствует о создании более плотной упаковки частиц. Однако характер распределения пор для образцов, выдержанных при разном давлении автоклава, различен.

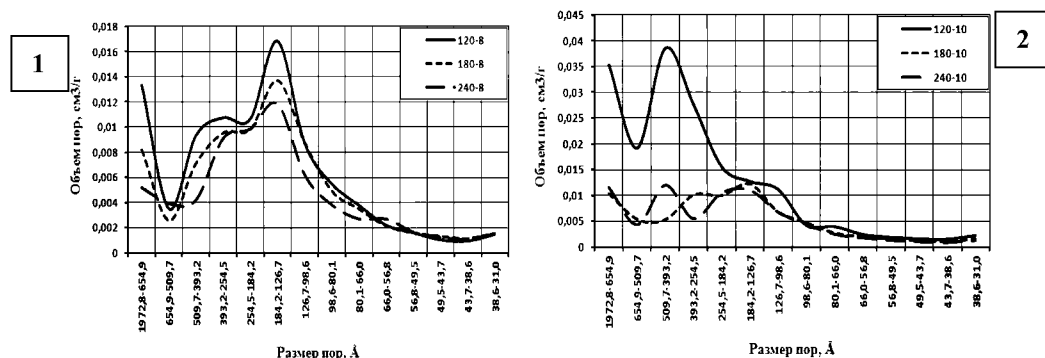


Рис. 2. Характер распределения пор от давления в автоклаве: 1- 0,8 МПа; 2- 1,0 МПа

Для образцов зольного кирпича, выдержанных при давлении в автоклаве 0,8 МПа, независимо от давления пресса наблюдается идентичный характер распределения кривой, что подтверждает плавное изменение величин физических показателей (рис. 2а). Для образцов, выдержанных при давлении в автоклаве 1,0 МПа, наблюдается другая картина (рис. 2б). Так, для кирпичей, полученных при давлении пресса 12,0 МПа, согласно кривой наибольшее количество пор имеет размер лежащий в диапазоне 509,7 – 393,2 Å. Для образцов, полученных при давлении пресса 24,0 МПа, характерно более

равномерное распределение пор, имеющих размеры 509,7 – 393,2 и 254,5 – 126,7 Å. Увеличение плотности камня при давлении прессы 240 кг/см² приводит к более компактной упаковке материала, что усиливает массообмен за счет увеличения площади контактирования частиц. Увеличение массообмена приводит к более интенсивному взаимодействию между компонентами смеси в гидротермальных условиях, реализуемых в автоклаве при давлении 1,0 МПа. Об этом свидетельствуют дифрактограммы материала зольных кирпичей (рис. 3): с увеличением давления прессования и давления в автоклаве интенсивность рефлексов кварца и кальцита уменьшается, что свидетельствует об увеличении их взаимодействия с компонентами смеси. Увеличивается количество новообразований, которые в свою очередь заполняют поры и создают плотную структуру материала. Изучение морфологии поверхности материалов образцов осуществлялось на сканирующем электронном микроскопе НІТАСНІТМ-1000. Съемка проводилась в режиме низкого вакуума, разрешение – 30 нм. На электронных снимках показана структура поверхности кирпичей, полученных при давлении прессы 24,0 МПа и выдержанных при разных гидротермальных условиях (рис. 4).

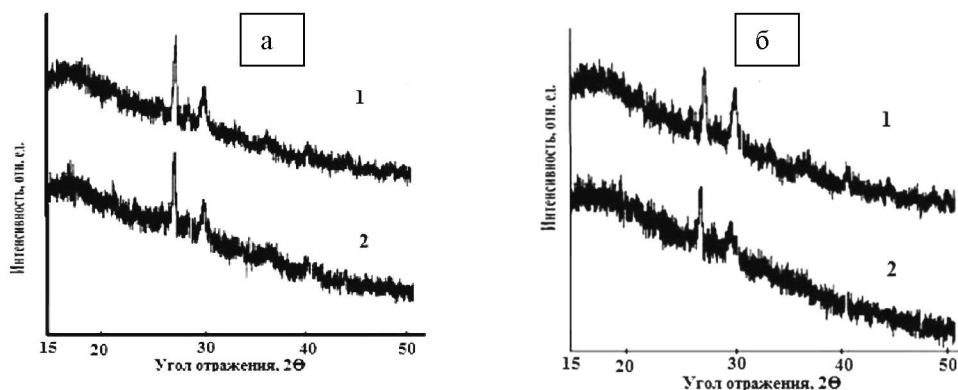


Рис. 3. Дифрактограммы зольных кирпичей, выдержанных: а - при 0,8 МПа, б - при 1,0 МПа; 1- давление прессы 12,0 МПа, 2- давление прессы 24,0 МПа.

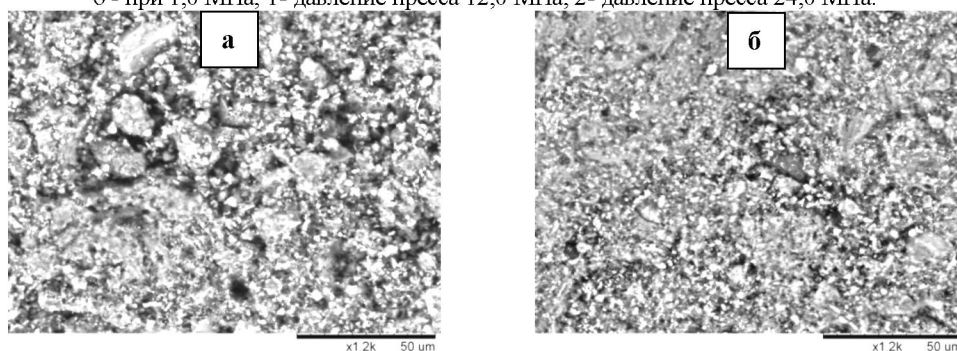


Рис. 4. Структура поверхности зольных кирпичей, выдержанных: а- при 0,8 МПа, б- при 1,0 МПа

Однако данные результаты получены на лабораторных образцах-кубах размером 5×5×5 см, в связи с чем их прочность может быть несколько завышенной по сравнению с промышленными аналогами. Поэтому были приготовлены образцы полнотелых зольных кирпичей размером 65x12x25 см при давлении прессования 24,0 МПа, давлении в автоклаве 1,0 МПа и времени изотермической выдержки – 8 часов. Результаты испытания данных кирпичей показали следующие характеристики: плотность – 1600 кг/м³, прочность при сжатии – 35 МПа, теплопроводность – 0,5 Вт/м·°С, морозостойкость – не менее 15 циклов.

На основании полученных результатов была разработана технологическая схема получения зольного кирпича (рис. 5), включающая подготовку исходного сырья, подготовку смеси, ее механическую активацию, формование зольных кирпичей при оптимальном давлении прессы 24,0 МПа и оптимальных режимах автоклавной обработки: давление автоклава 1,0 МПа, температура 179 °С и изотермическая выдержка 8 ч.

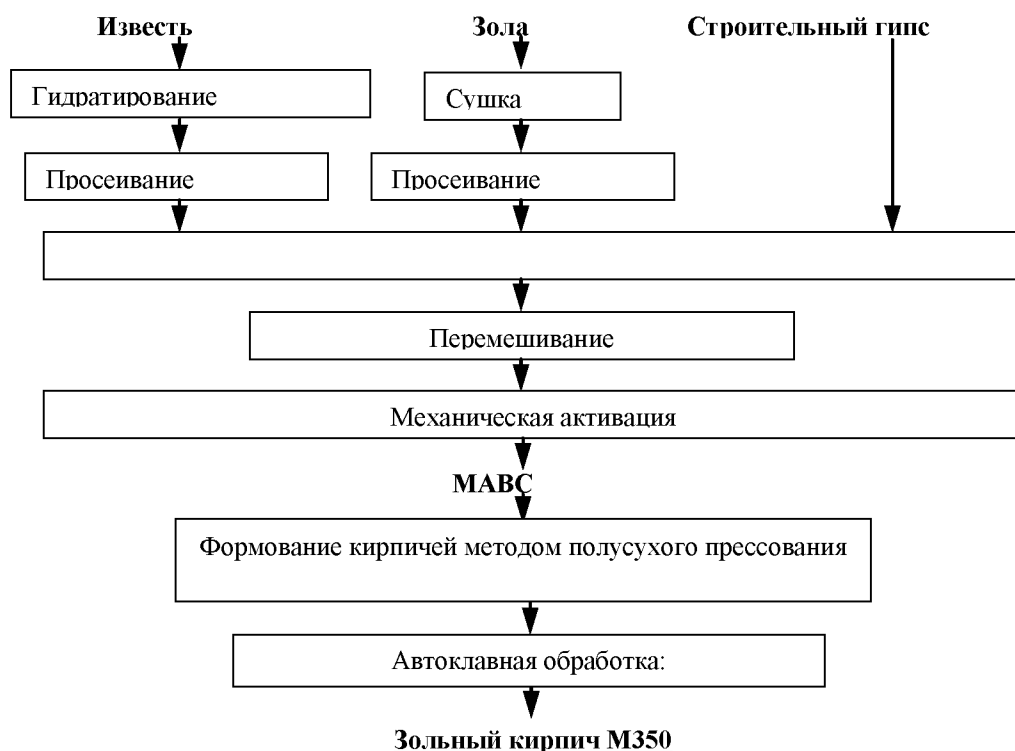


Рис. 5. Технологическая схема производства зольного кирпича

Таким образом, с помощью извести, золы можно получить зольный кирпич.



Библиографический список

1. Волженский А. В., Буров Ю. С., Виноградов Б. Н., Гладких К.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов (при твердении в пропарочных камерах и автоклавах). – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. 392 с.

Bibliograficheskij spisok

1. Volzhenskij A. V., Burov YU. S., Vinogradov B. N., Gladkikh K.V. Betony i izdeliya iz shlakovykh i zolnykh materialov (pri tverdenii v proparochnykh kamerakh i avtoklavakh). - M.: Izd-vo literatury po stroitelstvu, 1969. 392 s.

Шоева Татьяна Евгеньевна – кандидат технических наук, заместитель директора по технологиям ООО «Лаборатория ТЕХНО», г. Новосибирск, E-mail: Shoevageotom@mail.ru

Каминский Юрий Дмитриевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Федеральное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск, E-mail: ydraminskiye@yandex.ru

Дадар Алдын-Кыс Хунаевна – кандидат технических наук, заведующая кафедрой «Городское хозяйство», Тувинский государственный университет, г.Кызыл, E-mail: daryi@mail.ru

Shoeva Tatiana – Tuvan Institute of complex natural resources development of the SB RAS, Kyzyl, E-mail: Shoevageotom@mail.ru

Kaminsky Yuri – Tuvan Institute of complex natural resources development of the SB RAS, Kyzyl Mechanochemistry, E-mail: ydraminskiye@yandex.ru

Dadar Aldyn-Kys – Ph.D., head of the "City Services", E-mail: daryi@mail.ru