

УДК 544.7 + 548.3
DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-30-38

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЛИНЫ МОЛОКОВСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

EXPERIMENT ON THE USE OF MOLOKOVSKY CLAY MINERALIZATION



A. A. Яковлева, Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск
ayakov@istu.edu

A. Yakovleva, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk

«Посвящаю памяти своих родителей»

Статья посвящена оценке возможности практического использования глины Молоковского рудопроявления (Забайкальский край). Проведено исследование коллоидно-химических и физико-механических свойств глины, материалов и изделий из нее. Установлен геохимический состав, дано гранулометрическое описание глинистого минерала, оценена его удельная поверхность в зависимости от степени дисперсности, определены вязкость суспензий, анизотропия частиц и заряд их поверхности.

Расшифровка рентгенограмм от порошкового и ориентированного образцов показала, что основные составляющие глины SiO_2 (61,14 %) и Al_2O_3 (18,15 %). Минералогический состав представлен кварцем, полевыми шпатами, слюдой, кальцитом, следами глинистых минералов. Присутствующие в составе глины слоистые минералы (смешанослойная фаза слюда-смектит и чистый смектит) придают ей в состоянии пасты важные технологические свойства – набухаемость, связывающую способность, пластичность, спекаемость, прочность керамического черепка и др.

По своим свойствам исследуемая глина относится к среднепластичным (число пластичности определено равным 18,3) и оgneупорным (исходя из состава). Природные качества глины Молоковского рудопроявления позволяют использовать ее в различных областях. Проведенные эксперименты свидетельствуют, что паста из глины на основе силиката натрия, использованная как связующее для скрепления оgneупорных пластин из шамота, после обжига обладает механическими качествами, сопоставимыми с характеристиками традиционного раствора из шамотной крошки. Паста из глины на водной основе пластична, хорошо формуется, отзывчива на декорирование. После обжига изделия из глины имеют удовлетворительную механическую прочность и неповторимый терракотовый цвет с проблесками вкраплений слюды. Эти доводы важны для рекомендаций по использованию глины в ручном творчестве и изготовлении декоративных керамических изделий

Ключевые слова: глина; глинистые минералы; суспензия; паста; пластичность; оgneупорность; гранулометрический состав; вязкость; электрокинетический потенциал; рельеф поверхности; дисперсность

The article is devoted to the assessment of the possibility of practical use of Molokovsky clay mineralization (Transbaikal region). Colloidal-chemical and physical-mechanical properties of clay, materials and articles from it have been studied. Geochemical composition is established, granulometric description of clay mineral is given, its specific surface is estimated depending on the degree of dispersion, viscosity of suspensions, anisotropy of particles and charge of their surface are determined.

X-ray diffraction from powder and oriented samples showed that the main components of clay SiO_2 (61,14 %) and Al_2O_3 (18,15 %). Mineralogical composition is represented by quartz, field spats, mica, calcite, traces of clay minerals. Laminar minerals present in clay composition (mixed-layer phase of mica-smectite and pure smectite) give it in paste state important technological properties – swellability, binding capacity, plasticity, sinkability, strength of ceramic skull, etc.

In terms of its properties, the clay under study refers to medium-plastic (the number of plasticity is determined to be 18,3) and refractory (based on the composition). Natural qualities of Molokovsky clay mineralization allow to use it in various fields. Experiments have shown that the sodium silicate clay paste used as a binder for

binding the chamotte refractory plates after firing has mechanical properties comparable to those of a traditional chamotte crumb solution. The water-based clay paste is plastic, well moulded, responsive to decoration. After burning, clay articles have satisfactory mechanical strength and unique terracotta colour with mica insertion flashing. These arguments are important for recommendations on the use of clay in manual work and the manufacture of decorative ceramic products

Key words: clay; clay minerals; suspension; paste; plasticity; fire resistance; granulometric composition; viscosity; electro-kinetic potential; surface relief; dispersion

Ведение. Разнообразные свойства глин определяют области их применения. Изучению этих полезных ископаемых уделяется особое внимание, в частности, особенностям глины как сырью и использованию ее в конкретных процессах и технологиях. Вблизи месторождения со временем формируется экономически освоенный район, также градообразующими могут стать предприятия металлургической, нефтеперерабатывающей или другой промышленности. Когда вблизи таких мест разведаны рудные точки или промышленные проявления глины, отсутствует необходимость доставлять ее издалека. Такой принцип лежит в основе формирования ряда горнoperерабатывающих предприятий Забайкальского края, которые в конце XX – начале XXI вв. стали примерами экономически депрессивных территорий [2].

Завитинское месторождение редкometаллических руд отрабатывалось Забайкальским горно-обогатительным комбинатом (ГОК) в 1942–1995 гг. [13]. Сложности для населенного пункта наступили в 1990-е гг., когда производство на градообразующем предприятии пос. Первомайский начало стремительно сокращаться. В настоящее время населенный пункт находится в ситуации самовыживания. В этой связи целесообразным представляется проведение комплекса технолого-экономических и маркетинговых исследований по изысканию иных сфер применения минерально-сырьевых ресурсов [1; 12; 14]. Существует потенциал восстановления и развития забайкальских населенных пунктов, находящихся в экономически нестабильном состоянии. С этой точки зрения перспективным материалом для развития малого и среднего предпринимательства является глина – дешевый и доступный сырьевой ресурс.

Кирпичный завод, состоявший ранее в структуре Забайкальского ГОК, работал на местном сырье [13], в этой связи для нас представляют интерес глина Молоковского

рудопроявления и оценка перспективы ее использования. В определении экономической целесообразности участвуют известные свойства глины – пластичность, огнеупорность и т. п.

В исследовании представлены результаты изучения ряда физико-химических свойств глины Молоковского рудопроявления. После установления геохимического состава выбраны два направления, в связи с которыми рассмотрены:

– возможность использования глины в качестве футеровочного материала при решении теплотехнических задач, возникающих в металлургической практике;

– возможность использования глины для ручного творчества, изготовления предметов быта, сувениров и поделок, детского творчества и т. п.

Цель исследования – оценка возможности практического использования глины Молоковского рудопроявления.

Объектом исследования явилась глина Молоковского рудопроявления (Забайкальский край).

Материалы и методы исследования. Первоначально глина представлена кусками крупных размеров, по внешнему виду имеет буро-желтый цвет, пористую структуру, полидисперсна, степень запесоченности средняя, видны крупные минеральные включения в виде камешков размером до 3 мм, впрессованных в пылевидную основу.

Исследования физико-химических свойств глины проводили без предварительной очистки сырья от темных прожилок, оксидов железа, мусора, так как куски глины изначально являлись чистыми и однородными. После визуального осмотра камнеобразные куски глины измельчали до порошкообразного состояния в агатовой ступке.

Плотность исследуемой глины определяли пикнометрически, она составила 1672 кг/м³. Число пластичности, выявленное в опытах с изготовлением густого «теста», не прилипа-

ящего к рукам, оказалось равным 18,3. По величине числа пластичности исследуемая глина отнесена к классу среднепластичных.

Диагностику вещественного состава осуществляли методом рентгеновской дифрактометрии.

Гранулометрический состав исходной глины определяли ситовым анализом после тройного квартования представительной пробы на аппарате, состоящем из шести сит со стандартными размерами ячеек 2...0,0625 мм. Для фракций «-0,25/+0,125» и «-0,125/+0,0625» проводили седиментационный анализ в гравитационном поле, для фракции «-0,0625/+0» – в центробежном поле в лабораторной центрифуге ЦЛ 1/3. Осаждение частиц глины осуществляли из водной суспензии (Ж:Т = 9:1) с помощью торсионных весов, оценивая изменение массы осадка на чашечке весов во времени.

Электрокинетический потенциал частиц глины определяли методом электрофореза в U-образном сосуде, в нижней части которого находилась суспензия глины, в верхней – контактная (боковая) жидкость – раствор 0,01М KCl. В экспериментах использована 4 %-ная суспензия глины из осадка после центрифугирования. Наблюдая за изменением уровня суспензии в коленах трубы, по скорости перемещения определили линейную скорость электрофореза, затем с учетом поправочного коэффициента рассчитали электрокинетический потенциал, поскольку частицы глинистых систем имеют различную форму, сложный рельеф поверхности и неравномерное распределение поверхностных зарядов [6; 10].

Определение анизотропии частиц основано на том, что коэффициент формы частиц α в уравнении Эйнштейна для вязкости разбавленных суспензий η известен для геометрически правильных частиц. Так, для сферических частиц коэффициент составляет 2,5

$$\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \alpha\varphi \quad \text{или} \quad \eta = \eta_0(1 + \alpha\varphi), \quad (1)$$

где η_0 – вязкость дисперсионной среды;

φ – объемная доля дисперсной фазы (концентрация) [3; 6; 8].

Вязкость суспензий определяли вискозиметром ВПЖ-1 по времени истечения тонкодисперсной взвеси между контрольными точками.

Обработка глины раствором поверхностно-активного вещества (ПАВ) преследовала две цели. Во-первых, такая обработка является основой метода определения удельной поверхности порошкообразного материала важной для характеристики порового пространства и возможных несплошностей в изделиях, во-вторых, исследован эффект модификации поверхности и его влияние на свойства изделий из глины. В качестве ПАВ использовали растворы *n*-бутилового спирта разной концентрации (0,5...0,03125 М).

Удельную поверхность глины определяли по адсорбции молекулярно растворимого ПАВ, адсорбирующегося по мономолекулярному механизму [9; 15].

Исследовали реологические свойства (предел прочности на разрыв, изгиб, сжатие и растяжение) и проводили тесты по контролю механических качеств изделий из глины на экстензометре Shimadzu Autograph серии AGS-X.

Методические подходы экспериментов не предполагали новизны при создании изделий из глины, использованы традиционные и известные приемы, так как новизна работы связана с оценкой поведения исследуемой глины в технологиях, устоявшихся веками (гончарные технологии, кладка из огнеупорных кирпичей).

В экспериментах по созданию керамических изделий для приготовления пасты («теста») и формования образцов определены воздушная влажность глины $W_{\text{отн}}$ и ее водозатворяемость B_n , затем рассчитано среднее количество воды согласно ГОСТ 21216.1-93 Сыре глинистое. Метод определения пластичности

$$G = P \cdot \frac{(B_n - W_{\text{отн}})}{(100 - B_n)} = \frac{99,44 \cdot (14,79 - 0,6)}{(100 - 14,79)} = 17 \text{ г.} \quad (2)$$

Подготовленную пробу глины залили необходимым количеством воды в 2–3 приема с промежутком 20...30 мин. После перемешивания пасты до равномерной пластичной консистенции изготовили образцы несложной формы, которые прошли две стадии: сушки при комнатной температуре в течение 1 сут и обжига в муфельной печи при температуре 950 °C в течение 1 ч. В работе также использованы образцы глины после обработки (модификации) ПАВ, спрессованные в единый кусок, из которого созданы небольшие изделия – чашечки.

Эксперименты по использованию глины в теплотехнических задачах основаны на известных технологиях и заключаются в изготовлении образцов паст с различными связующими [3; 4].

При изготовлении паст для скрепляющего материала огнеупорной футеровки использовали глину фракции 1...0,5 мм. Связующим являлись обычная водопроводная вода и водный раствор силиката натрия («жидкое стекло»). Пастами попарно склеивали небольшие бруски из шамотного кирпича. Для оценки особенностей пасты из глины и сравнения их с известными результатами, проводили аналогичные опыты, где пасты готовили из шамотной крошки той же крупности и с теми же жидкими основами.

Раствор выкладывали слоем 1...2 мм на шамотные бруски, сверху помещали другие бруски и оставляли на 1 сут для высушивания под нагрузкой 100 г/см². В результате исследования определены потери при прокаливании и соблюдены другие условия, регламентируемые ГОСТ 1995-01-01. Для оценки достоверности результатов проводили эксперименты с несколькими образцами, отклонения данных не превышали 1,5 %.

Для обжига шамотные бруски с испытуемыми прослойками помещали в муфельную печь, разогретую до 400...500 °C, нагревали до 1000 ± 50 °C и первоначально выдерживали приблизительно в течение 1 ч. В последующем контролировали постоянство массы образцов после обжига, при необходимости повторяя прокаливание. После обжига образцы протестированы на экстензометре.

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) в образцах глины обнаружено присутствие кварца, полевых шпатов, слюды, кальцита, глинистых минералов – смектита и смешанослойного минерала слюда-смектит, присутствие которых возможно в силу достаточно высокой пластичности глины. Диагностика химического состава глины показывает, что до 80 % (масс.) глина представлена оксидами алюминия и кремния (рис. 1). На рис. 2 приведена диаграмма состояния названных оксидов.

На диаграмме фигуративная точка исследуемой глины находится в поле кристаллизации муллита – минерала переменного состава $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ до $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ с температурой плавления более 1800 °C. Структура

муллита относится к ромбической сингонии, однако отличается значительной разупорядоченностью атомов Si и Al. Названное свойство кристаллической решетки минерала представляется важным при использовании его в составе фарфора, глиноземистого огнеупора (шамота) и др. [11].

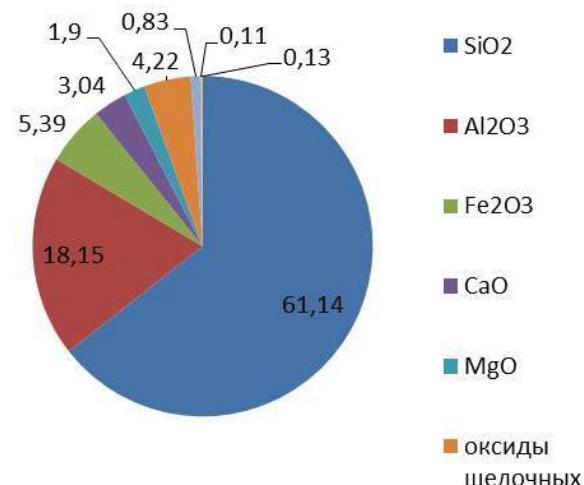


Рис. 1. Результаты РФА молоковской глины, % / Fig. 1. XRF Results of Molokovsky clay, %

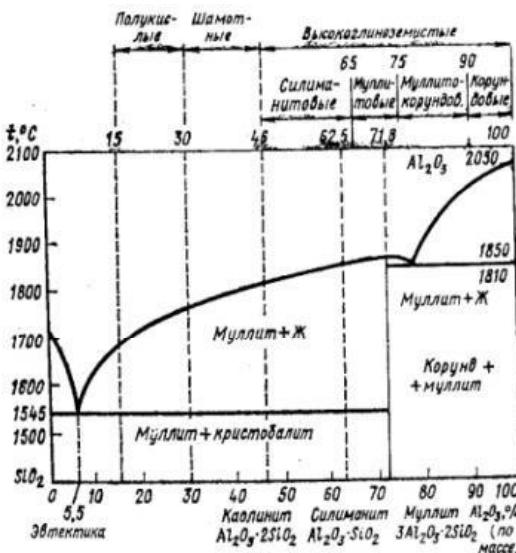


Рис. 2. Диаграмма состояния системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ [12] / Fig. 2. State chart $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ systems [12]

На основании полученных данных глина Молоковского рудопроявления относится к огнеупорным.

Проведение ситового анализа показало, что в исходной глине присутствуют крупные

зерна песка. Количество их не превышает 2,5 % (масс.), однако даже в таком объеме они могут представлять существенную проблему для обеспечения механической прочности изделий из глины, в связи с чем перед использованием глина нуждается в предварительном просеивании.

Выявленные показатели геохимического и гранулометрического характера обусловливают особенности выбора области применения глины, которая была бы доступна без высоких капиталовложений. В связи с названными обстоятельствами возможно использование глины в качестве футеровочного материала в теплотехнических устройствах и для ручного творчества. В обоих случаях проблема прочности оказывается важнейшей, в этой связи углубленно проанализировано качество глины тонких фракций – проведена седиментация в гравитационном и центробежном полях.

Результаты определения удельной поверхности показали, что ее значения многократно возрастают при переходе от суспензий глинистых фракций после ситового рассеи-

вания к взвесям, полученным отмучиванием осадка центрифugирования. Если в первом случае удельная поверхность составляет $0,595 \text{ м}^{-1}$, то увеличение дисперсности приводит к значениям до $2,47 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$. Последнее значение, определенное экспериментально, входит в диапазон размеров, характерных для микро- и мезопористых тел.

Выявляется зависимость механической прочности изделий из глины от таких характеристик сырья, как степень полидисперсности, форма частиц и микрография их поверхности. Анизотропия является характерным свойством и способствует упорядоченному расположению частиц, определяя микроструктуру поверхности.

Объемная доля дисперской фазы ϕ составила 0,00214. С помощью данной величины рассчитаны коэффициенты формы частиц глины α , которые изменялись в диапазоне 2,58...11,1 в суспензиях различной концентрации. Для объяснения изменений сделаны микрофотографии образцов глины и установлена разница в размерах частиц исходных суспензий (рис. 3).

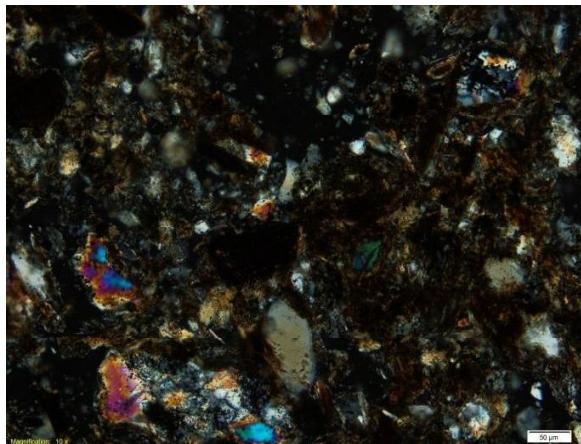
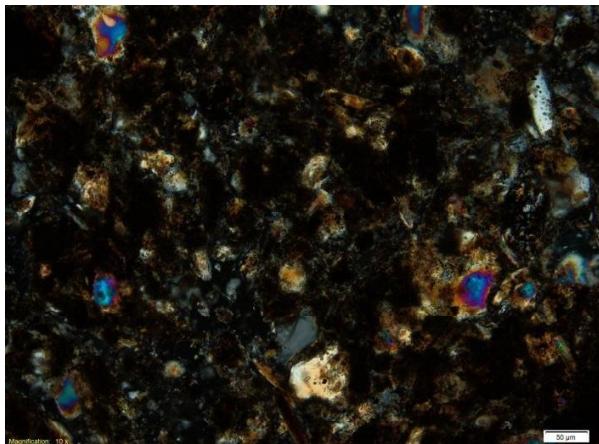


Рис. 3. Микрофотографии шлифов Молоковской глины /
Fig. 3. Microphotographs of thin sections of Molokovsky clay

Микрофотографии, полученные с помощью бинокулярного микроскопа, подтверждают анизотропию, несовершенство форм и сложный рельеф частиц глины и объясняют наблюдалемую ярко выраженную пластичность.

Образцы, изготовленные для имитации изделий ручного труда, после обжига приоб-

рели красно-терракотовый цвет, на поверхности наблюдаются проблески небольших вкраплений слюды (рис. 4).

В табл. 1 представлены некоторые результаты испытаний на прочность гончарных изделий из Молоковской глины.

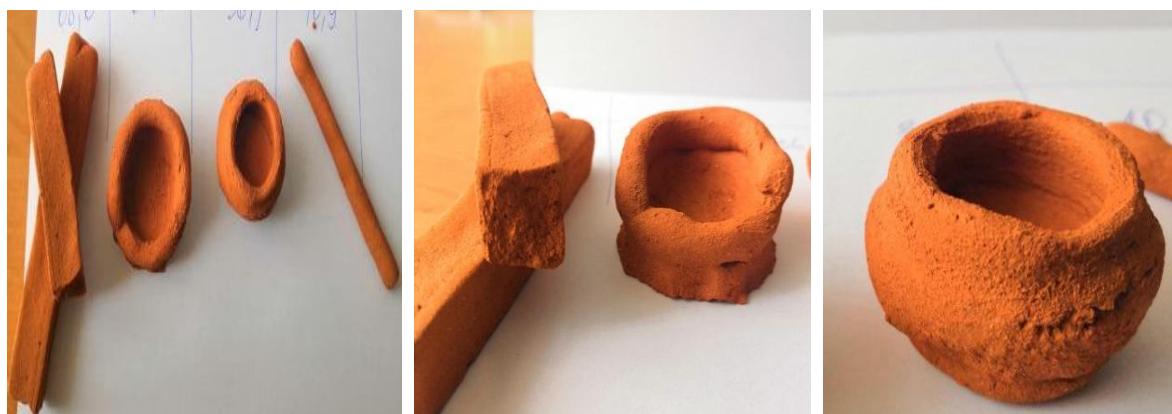


Рис. 4. Обожженные изделия из молоковской глины / Fig. 4. Calcined Molokovsky clay products

Таблица 1 / Table 1

Результаты испытаний глиняных образцов на прочность / Clay strength test results

Образец / The sample	Максимальная сила, Н / Maximum power, N	Максимальное напряжение, Н/мм ² / Maximum voltage, N/mm ²	Максимальная деформирующая сила, Н / Maximum strain deforming force, N	Максимальное деформирующее напряжение, Н/мм ² / Maximum strain deforming voltage, N/mm ²	Нагрузка, Н / The load, N
1	1198,86	8,71	21,09	0,14	8,44
2	1438,25	10,38	18,96	0,14	10,28

Из данных таблицы следует, что максимальная сила для разрушения изделий из глины Молоковского рудопроявления, как и напряжение на разрушение, невысоки, т. е. изготовленные по данной методике пасты вполне пригодны для художественных изделий.

Дефектных образцов в работе не выявлено, однако образец модифицированной глины в виде палочки длиной приблизительно 4,5 см и диаметром до 6 мм показал лучшие механические качества. Расчет пределов прочности при изгибе и изломе дал превышение на 10 %, при расчете предела при растяжении/сжатии – на 8 %. Эти результаты свидетельствуют о благоприятном воздействии модификации глинистой смеси ПАВ на пластичность и могут служить основанием для предположения о возможности получения шликера с заданными свойствами за счет подбора подходящих добавок.

Механизм влияния ПАВ на реологические свойства глинистой смеси заключается в создании адсорбционных слоев на частичках слоистых минералов типа смектита и их способности к упорядоченному переориентированию минеральных частиц [11], что также подтверждается экспериментально определенной величиной электрокинетического потенциала, равной -0,06 В.

На рис. 5 представлены некоторые эпизоды теплотехнического эксперимента.

Испытания проводили по набору реологических свойств, которые можно было определить с помощью испытательной машины. Из распечаток протоколов испытаний экстензометра скомпонована матрица для анализа многопараметрического эксперимента, при котором рассмотрены максимальные значения деформационного хода s , деформирующего напряжения U и деформирующей силы F (табл. 2).

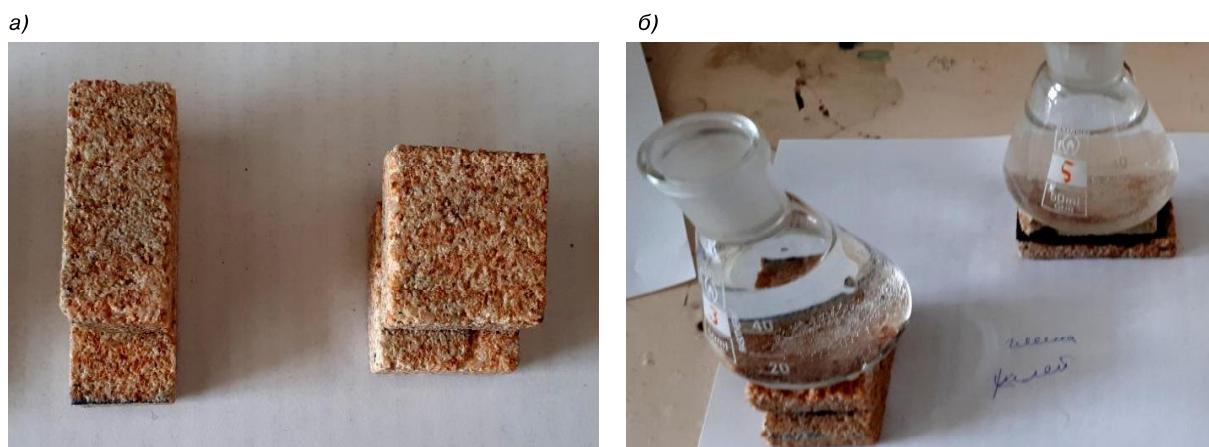


Рис. 5. Эпизоды теплотехнического эксперимента:
а) исходный вид образцов; б) высушивание образцов перед обжигом /
Fig. 5. Episodes of a heat engineering experiment: a) initial view of some samples; б) drying of samples before baking

Таблица 2 / Table 2

Реологические свойства образцов / Rheological properties of samples

Система / System		Деформационный ход, мм / Strain, mm	Деформирующее напряжение, Н/м ² / Strain stress, N/m ²	Деформирующая сила, Н / Strain force, N
Твердое / Solid	Жидкость / Liquid			
Глина / The clay	Жидкое стекло / Liquid glass	2,85	8,25	3011,4
	Вода / Water	1,16	0,31	275,4
Шамотная крошка / The fireclay chips	Жидкое стекло / Liquid glass	2,08	8,91	5738,9
	Вода / Water	1,12	0,28	304,9

Данные табл. 2 свидетельствуют, что образцы имеют различные характеристики, близость значений которых связана с видом жидкости, использованной для приготовления пасты. Если рассматривать образцы попарно, то при использовании воды разница между анализируемыми величинами несущественна. Для образцов, в которых раствор приготовлен на основе силиката натрия, разница оказывается в пользу шамотной крошки. Так, максимальная деформирующая сила для этого образца почти в два раза превышает значение силы, вызывающей деформацию образца с прослойкой из глины, замешанной на жидким стекле.

Различие связано со способностью силиката натрия внедряться и встраиваться в кристаллическое пространство каркаса, молекулы же воды, смачивая сухие частицы гли-

ны, обволакивают поверхность кристалликов пленкой, вызывают разбухание и послойную деформацию, однако при прокаливании выводятся из системы [5; 10; 11].

Заключение. Как показывают примеры, исследованная глинистая порода, отобранная в карьере Молоковского рудопроявления, в должной степени может быть пригодной и конкурентной. Характерный набор физико-механических и коллоидно-химических свойств глины позволяет рекомендовать ее для использования при организации предприятий малого бизнеса, например, творческих мастерских по изготовлению керамических изделий. Глина Молоковского рудопроявления хорошо формуется, отзывчива на декорирование и способна придать изделию специфический терракотовый цвет.

Исследованная глина – экологически чистый материал с особыми природными свойствами, что делает ее пригодной для использования при решении некоторых теплотехнических задач. Так, глина огнеу-

порна и может использоваться при футеровке металлургического оборудования, других высокотемпературных агрегатов и реакторов, для скрепления кирпичей в кладке при строительстве и сооружении различных печей.

Список литературы

1. Авдеев П. Б., Овешников Ю. М. Минерально-сырьевая база Забайкальского края и ее освоение в современных условиях // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАН. 2014. № 5. С. 50–57.
2. Быбин Ф. Ф. Забайкальский горно-обогатительный комбинат. Текст: электронный // Энциклопедия Забайкалья. URL: <http://encycl.chita.ru/encycl/person/?id=4320> (дата обращения: 12.01.2020).
3. Исагулов А. З., Ибатов М. К., Квон С. С., Ковалева Т. В., Аринова С. К., Достаева А. М. Влияние пористости на прочность огнеупорных изделий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2019. Т. 23, № 3. С. 594–601.
4. Квон С. С., Куликов В. Ю., Достаева А. М., Щербакова Е. П., Аринова С. К., Ковалева Т. В. Выбор глинистой связки огнеупорной массы для футеровки разливочных ковшей // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22, № 8. С. 131–142.
5. Медведева Н. А., Ситева О. С., Середин В. В. Сорбционная способность глин, подверженных сжатию // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. 2018. Т. 18, № 2. С. 118–128.
6. Середин В. В., Красильников П. А., Медведева Н. А. Изменение электроинергетического потенциала глинистых коллоидов в водной и углеводородной средах // Геоэкология, инженерная геология, гидро-геология, геокриология. 2017. № 1. С. 66–74.
7. Середин В. В., Паршина Т. Ю. Изменение масс связанный воды в глинах при сжатии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. 2017. Т. 16, № 1. С. 23–32.
8. Середин В. В., Федоров М. В., Лунегов И. В., Медведева Н. А. Закономерности изменения сил адгезии на поверхности частиц каолинитовой глины, подверженной сжатию // Инженерная геология. 2018. Т. 13, № 3. С. 8–18.
9. Столярова А. И., Столяров М. Е., Сенчакова И. Н. Влияние органоминерального модификатора на реологические свойства глинистых суспензий и керамических шликеров // Актуальные проблемы естественнонаучного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. 2016. Т. 4, № 4. С. 347–351.
10. Товбин Ю. К. Деформируемость адсорбентов при адсорбции и основы термодинамики твердофазных систем // Журнал физической химии. 2017. Т. 91, № 9. С. 1453–1467.
11. Товбин Ю. К., Зайцева Е. С., Рабинович А. Б. Влияние внутренних движений адсорбата на характеристики адсорбции в случае структурно-неоднородных поверхностей щелевидных пор // Журнал физической химии. 2016. Т. 90, № 1. С. 138–146.
12. Трубачев А. И. Минерально-сырьевая база и экономика Забайкальского края // Вестник Читинского государственного университета. 2010. № 2. С. 23–28.
13. Шилкинский район Забайкальского края: природа, история, экономика, инфраструктура и краеведение / под ред. Г. А. Юргенсона. Новосибирск: Наука, 2009. 308 с.
14. Friedman B., Terry D., Wilkins D., Spedding T., Grac S., Snape I., Stevens G., Mumford K. Permeable bio-reactive barriers to address petroleum hydrocarbon contamination at subantarctic Macquarie Island // Chemosphere. 2017. Vol. 174. P. 408–420.
15. Taskin M. B., Ozbek S., Demirhan E., Ozbek B. The effect of microwave treatment of clinoptilolite on its ion-exchange kinetic properties // Bulgarian Chemical Communications. 2016. Vol. 48, No. 2. P. 261–268.

References

1. Avdeev P. B., Ovoshnikov Yu. M. *Izvestiya Sibirskogo otdeleniya Sektsii nauk o Zemle RAYEN* (Bulletin of the Siberian Branch of the Earth Sciences Section of the Russian Academy of Natural Sciences), 2014, no. 5, pp. 50–57.
2. Bibin F. F. *Entsiklopediya Zabaykaliya* (Encyclopedia of Transbaikalia). URL: <http://encycl.chita.ru/encycl/person/?id=4320> (Date of access: 12.01.2020). Text: electronic.

3. Isagulov A. Z., Ibatov M. K., Kwon S. S., Kovaleva T. V., Arinova S. K., Dostaeva A. M. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* (Bulletin of the Irkutsk State Technical University), 2019, vol. 23, no. 3, pp. 594–601.
4. Kwon S. S., Kulikov V. Yu., Dostaeva A. M., Scherbakova E. P., Arinova S. K., Kovaleva T. V. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* (Bulletin of the Irkutsk State Technical University), 2018, vol. 22, no. 8, pp. 131–142.
5. Medvedeva N. A., Siteva O. S., Seredin V. V. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya, neftegazovoye i gornoye delo* (Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology, oil, gas and mining), 2018, vol. 18, no. 2, pp. 118–128.
6. Seredin V. V., Krasilnikov P. A., Medvedeva N. A. *Geoekologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya* (Geoecology, engineering geology, hydrogeology, geocryology), 2017, no. 1, pp. 66–74.
7. Seredin V. V., Parshina T. Yu. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya, neftegazovoye i gornoye delo* (Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology, oil, gas and mining), 2017, vol. 16, no. 1, pp. 23–32.
8. Seredin V. V., Fedorov M. V., Lunegov I. V., Medvedeva N. A. *Inzhenernaya geologiya* (Engineering Geology), 2018, vol. 13, no. 3, pp. 8–18.
9. Stolyarova A. I., Stolyarov M. E., Senchakova I. N. *Aktualnyye problemy yestestvennoauchnogo obrazovaniya, zashchity okruzhayushchey sredy i zdoroviya cheloveka* (Actual problems of natural science education, environmental protection and human health), 2016, vol. 4, no. 4, pp. 347–351.
10. Tovbin Yu. K. *Zhurnal fizicheskoy khimii* (Journal of Physical Chemistry), 2017, vol. 91, no. 9, pp. 1453–1467.
11. Tovbin Yu. K., Zaitseva E. S., Rabinovich A. B. *Zhurnal fizicheskoy khimii* (Journal of Physical Chemistry), 2016, vol. 90, no. 1, pp. 138–146.
12. Trubachev A. I. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta* (Bulletin of the Chita State University), 2010, no. 2, pp. 23–28.
13. *Shilkinskiy rayon Zabaykalskogo kraja: priroda, istoriya, ekonomika, infrastruktura i krayevedeniye* (Shilkinsky district of the Transbaikal Territory: nature, history, economics, infrastructure and local history) / ed. G. A. Jurgenson. Novosibirsk: Nauka, 2009. 308 p.
14. Friedman B., Terry D., Wilkins D., Spedding T., Grac S., Snape I., Stevens G., Mumford K. *Chemosphere* (Chemosphere), 2017, vol. 174, pp. 408–420.
15. Taskin M. B., Ozbek S., Demirhan E., Ozbek B. *Bulgarian Chemical Communications* (Bulgarian Chemical Communications), 2016, vol. 48, no. 2, pp. 261–268.

Коротко об авторе**Briefly about the author**

Яковлева Ариадна Алексеевна, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры химии и пищевой технологии им. профессора В. В. Тутуриной, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия. Область научных интересов: исследование коллоидно-химических свойств дисперсных систем на основе нерудных минералов Прибайкалья
ayakovistu@mail.ru

Yakovleva Ariadna, doctor of technical sciences, professor, professor of the Chemistry and Food Technology department named after professor V. V. Tuturina, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia. Sphere of scientific interests: research of colloidal-chemical properties of dispersed systems based on non-metallic minerals of the Baikal region

Образец цитирования

Яковлева А. А. Эксперименты по использованию глины Молоковского рудопроявления // Вестник Забайкальского государственного университета 2020. Т. 26, № 3. С. 30–38. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-30-38.

Yakovleva A. Experiment on the use of Molokovsky clay mineralization // Transbaikal State University Journal, 2020, vol. 26, no. 3, pp. 30–38. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-30-38.

Статья поступила в редакцию: 03.02.2020 г.
Статья принята к публикации: 24.03.2020 г.