

УДК 691.421 + 553.611

*КОТЛЯР АНТОН ВЛАДИМИРОВИЧ, аспирант,
79282797581@ya.ru
Ростовский государственный строительный университет,
344022, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРГИЛЛИТОПОДОБНЫХ ГЛИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА

Приведены физико-технические характеристики различных видов клинкерного кирпича. Дано сравнение с другими подобными материалами и изделиями. Представлена характеристика сырьевой базы для производства клинкерного кирпича. Показана высокая перспективность использования аргиллитоподобных глин. Дана характеристика их химико-минералогического состава, технологических свойств и полученных изделий. Предложена технология производства клинкерного кирпича на основе аргиллитоподобных глин.

Ключевые слова: клинкерный кирпич; аргиллиты; аргиллитоподобные глины; прочность; водопоглощение; морозостойкость; технология.

*ANTON V. KOTLYAR, Research Assistant,
79282797581@ya.ru
Rostov State University of Civil Engineering,
162, Sotsialisticheskaya Str., 344022, Rostov-On-Don, Russia*

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CLAYSTONE-LIKE CLAYS IN CLINKER PRODUCTION

The paper presents physicotchnical properties of different types of clinker. A comparison is given for other similar materials and products. The raw material supplies basis is described for the linker production. It is shown than the use of claystone-like clays is prospective for clinker production. The chemical and mineralogical composition of the structure is described as well as the technological properties of obtained products. The production technology is suggested for clinker production on the basis of claystone-like clays.

Keywords: clinker; argillaceous-like clays; durability; water absorption; frost resistance; technology.

В последние годы всё большее применение в строительстве находит клинкерный кирпич, спрос на который постоянно возрастает. В 2012 г. введены в действие нормативные документы, регламентирующие требования к его свойствам и областям применения, – ГОСТ 530–2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» и ГОСТ 32311–2012 «Кирпич керамический клинкерный для мощения. Технические условия».

Поставщиками клинкерный кирпич позиционируется как новый вид керамики, обладающей особыми свойствами. Связано это с тем, что в нашей стране данный вид кирпича в период с 20-х гг. XIX в. и до начала XXI в. практически не производился. Однако такой вид кирпича известен достаточно давно [1]. Популярность и востребованность клинкерного кирпича обусловле-

ны его долговечностью, высокой прочностью, устойчивостью к химической и биологической коррозии, неприхотливостью в уходе в процессе эксплуатации, хорошими шумозащитными характеристиками (показатель изоляционной способности 40–50 дБ) и т. д. Благодаря многообразию формы, цвета, вида поверхности он придает неповторимый вид и индивидуальность конструкциям стен, цоколей, тротуаров и т. д. [2].

Условно клинкерный кирпич по назначению и применению в строительстве подразделяется на 3 вида: стеновой или строительный клинкерный кирпич, дорожный (мостовой) и технический клинкерный кирпич. Первый применяется для кладки стен, архитектурных элементов, цоколей, фундаментов, сводов, стен, подверженных большой нагрузке, и т. д. Дорожный клинкерный кирпич используется для устройства дорог, тротуаров, пешеходных дорожек, архитектурно-декоративных ландшафтных элементов и т. д. Технический клинкерный кирпич применяется для кладки дымовых труб, промышленных и бытовых печей, для строительства гидротехнических сооружений, устройства полов промышленных зданий с высокой эксплуатационной нагрузкой, для футеровки резервуаров и отделки хранилищ в производствах с агрессивными условиями и т. д. В соответствии с назначением к различному виду клинкерного кирпича предъявляются и различные требования. Основные свойства клинкерного кирпича различных видов и производителей, а также силикатного кирпича и плит бетонных тротуарных приведены в таблице.

В настоящее время в России работают лишь три технологические линии по производству клинкерного кирпича мощностью до 30 млн шт. в год каждая. Поэтому одной из важнейших задач, стоящих перед промышленностью строительной керамики России, является скорейшая организация производств по выпуску клинкерного кирпича. Это достаточно сложная и многогранная задача, и здесь одними из самых узких мест являются сырьевые материалы и максимальное использование российских технологических наработок и оборудования для его производства.

Для клинкерного кирпича наиболее пригодными, согласно ГОСТ 9169–75 «Сырьё глинистое для керамической промышленности. Классификация», являются глины сильно- и среднеспекающиеся, низкотемпературного или хотя бы среднетемпературного спекания, без наличия вредных примесей. Такие глины являются достаточно дефицитными. В связи с этим актуальной задачей становится поиск нового доступного вида сырья для производства клинкерного кирпича высокого качества и с учётом его технологических особенностей разработка отечественных технологических линий с максимальным импортозамещением по оборудованию и минимальными производственными затратами.

Работы, проводимые нами в последние годы, позволили выявить весьма перспективное сырьё для производства клинкерного кирпича. Это аргиллитоподобные глины, которые ранее мало привлекали внимание геологов и технологов керамических производств. Это глинистое сырьё имеет распространение во многих регионах России и обладает особенными технологическими свойствами [3–5]. На юге России аргиллитоподобные глины имеют достаточно широкое распространение.

Сравнительные основные свойства клинкерного кирпича

Свойства	Строительный клинкерный кирпич. ГОСТ 530–2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия»	Дорожный клинкерный кирпич. ГОСТ 32311–2012 «Кирпич керамический клинкерный для мощения»	Клинкерный кирпич. EN 771-1–2009. СТБ 1787–2007 «Кирпич керамический клинкерный. Технические условия»	Дорожный клинкерный кирпич. ТУ, открытые источники по клинкерному кирпичу	Кирпич кислотостойкий. ГОСТ 474–90 «Кирпич кислотостойкий. Технические условия»	Кирпич силикатный. ГОСТ 379–95 «Кирпич и камни силикатные. Технические условия» (для лицевого изделия)	Плиты бетонные тротуарные. ГОСТ 17608–91 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия»
$R_{сжатия}$, МПа	30–100	–	Класс А – 30–70 Класс Б – 20–35	80–250	> 30–55	10–30	Класс бетона: В22,5; В25; В30; В35
$R_{изгиба}$, МПа	> 4,4	> 7,5	Класс А – 3,9–7,0 Класс Б – 2,5–3,9	12–32	–	2,0–4,0	Класс бетона: В _{в1в} 3,2–В _{в1в} 4,4
Водопоглощение, %	< 6	< 2,5	Класс А < 4 Класс Б < 6	1–4	6–10	> 6	< 5–6
Плотность, кг/м ³	1900–2000	> 2100	Класс А > 2000 Класс Б > 1950	2100–2300 (для дорожного)	–	> 1500 (плотные изделия)	> 2200
Морозостойкость, марка	> F75	> F200	Класс А > F150 Класс Б > F100	> F200	–	F25–50	F100–F300
Кислотостойкость, %	> 95	> 95	–	> 97,5	> 95–97,5	–	–
Истираемость, г/см ²	–	< 1,5	< 0,7	0,2–0,4	–	–	< 0,7–0,9 (ГОСТ 13015)

В Ростовской области это районы Восточного Донбасса. В Краснодарском крае и Северо-Кавказском федеральном округе это предгорные и горные районы. Выходы данного вида литифицированных глинистых пород наблюдаются в субширотном направлении. Мощность часто достигает многих десятков метров [4–7].

Аргиллитоподобные глины по своим свойствам занимают промежуточное положение между собственно глинами и аргиллитами. К сожалению, в основном документе геологов-поисковиков и геологов-разведчиков, изучающих месторождения глин, «Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Глинистые породы» (Москва, 2007 г.) термин «аргиллитоподобные глины» отсутствует, хотя в инженерной геологии, геологии нефти и газа, научно-геологической литературе этот термин широко распространён. В этом документе даётся характеристика только глин и аргиллитов:

– глины – нецементированные связные пластичные осадочные породы, обладающие свойством образовывать с водой вязкую массу, способную формоваться и сохранять приданную ей форму. Обожженная в огне глина приобретает каменную твердость и крепость;

– аргиллиты – камнеподобные породы, не размокающие в воде, образующиеся в результате уплотнения и эпигенеза глин. По минеральному составу аргиллиты практически не отличаются от глин.

Данный момент является одним из сдерживающих факторов использования аргиллитоподобных глин при производстве стеновой керамики. По нашему мнению, в этом вопросе необходимо руководствоваться указаниями ГОСТ 21216–2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний», где в п. 3.3 даётся характеристика камнеподобного глинистого сырья: «Сырье глинистое камнеподобное: плотные и хрупкие глинистые породы влажностью 3–9 %, не размокающие или плохо размокающие в воде». Таким образом, в технологическом аспекте аргиллитоподобные глины – это камневидное глинистое сырьё, плотные глинистые породы, плохо размокающие в воде. Под термином «плохо размокающие в воде» следует понимать – размокают очень медленно, размокают при механическом воздействии и распускаются при многократном увлажнении и высыхании. Это подтверждается нашими многочисленными испытаниями и указывалось в наших предыдущих публикациях и публикациях других авторов [8–12].

Технологические свойства аргиллитоподобных глин обусловлены их генезисом, химико-минералогическим составом и структурными особенностями. Формирование аргиллитоподобных глин происходило при погружении первичных глинистых пород на глубины в среднем 1000–3000 м, что соответствует раннему этапу катагенетических преобразований, при воздействии высокого геостатического давления (20–50 МПа) и повышенных температур. При этом между частицами формируются переходные контакты ионно-электростатической природы, а фазовые контакты цементационного, более прочного типа в них окончательно ещё не сформировались. В отличие от цементационных, характерных для этой стадии литогенетических преобразований глинистых пород, ионно-электростатические связи в переходных контактах

тах являются обратимыми [9–12]. Поэтому при механическом воздействии и гидратации аргиллитоподобных глин переходные ионно-электростатические контакты преобразуются в точечные, затем в коагуляционные разной степени пропорциональности. В некотором смысле, по аналогии с технологическими процессами в керамике, можно говорить, что аргиллитоподобные глины – это отпрессованные природой глины, при этом удельные давления «природного и технологического» прессования примерно совпадают.

Минеральный состав аргиллитоподобных глин достаточно разнообразен. Наибольшим распространением пользуются гидрослюдистые и гидрослюдисто-каолинитовые разновидности. Это связано с воздействием высоких давлений и повышенных температур на первичные глины, в результате чего происходит иллитизация (гидрослюдизация) смектитов – переход монтмориллонитового компонента глин в гидрослюды. Глинистые породы литифицируются и теряют полностью или частично пластичность. В среднем глинистая составляющая аргиллитоподобных глин представлена в большей мере гидрослюдами (в среднем 50–70 %), каолинитом (20–30 %), хлоритом (5–15 %), и в небольшом количестве могут присутствовать смешанослойные глинистые минералы и монтмориллонит (рис. 1). Помимо глинистых минералов в аргиллитоподобных глинах всегда присутствуют кварц, полевые шпаты, слюды, глауконит, опал, халцедон, оксиды железа и целый ряд акцессорных минералов. Практически всегда аргиллитоподобные глины обогащены углефицированным органическим веществом.

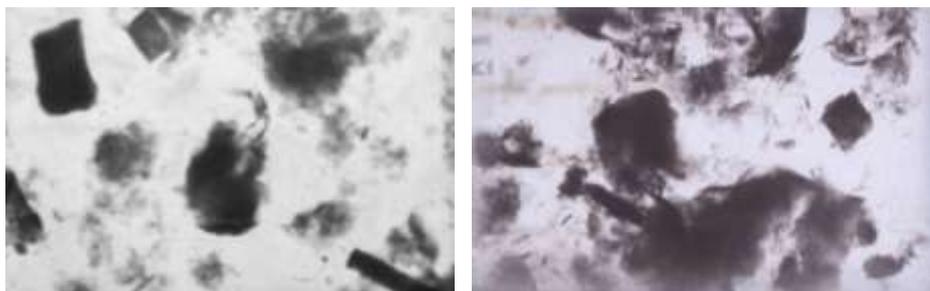


Рис. 1. Микрофотографии гидрослюдов в аргиллитоподобных глинах под электронным просвечивающим микроскопом. $\times 20\,000$

По химическому составу аргиллитоподобные глины не имеют принципиальных отличий от гидрослюдистых и гидрослюдисто-каолинитовых глин. Усреднённый химический состав характеризуется содержанием, % по массе: SiO_2 52,0–64,0; Al_2O_3 15,0–24,0; Fe_2O_3 4,0–7,0; CaO 0,5–7,0; MgO 1,0–3,0; K_2O 2,5–4,5; Na_2O 1,0–2,0. Особенностью является повышенное содержание оксида алюминия, в сравнении с суглинками, и оксидов калия и магния, что согласуется с минералогическим составом.

Для аргиллитоподобных глин характерны ориентированные структуры – параллельное расположение чешуек глинистых минералов и слюд. Текстура скорлуповатая, часто с характерными тонкоплитчатыми отдельностями. При длительном увлажнении распадаются преимущественно по микротрещи-

нам и плоскостям напластования на отдельные частички. При попеременном увлажнении и высыхании медленно диспергируются на листоватые чешуйки. Месторождения аргиллитоподобных глин условно можно разделить на несколько типов:

– первый тип – это традиционные природные месторождения, которые целенаправленно изучаются и разведываются для производства того или иного вида керамики;

– второй тип – это техногенные месторождения шахтных отвалов неглубокой разработки (терриконы и побочные продукты их переработки), сформировавшиеся при добыче угля;

– третий тип месторождений – это попутное сырье и отвалы при разработке месторождений других полезных ископаемых, с которыми они генетически связаны. Учитывая масштабы разработок, можно утверждать, что это наиболее интересный тип месторождений, т. к. они уже разрабатываются и затраты на добычу минимальны.

Приведённый выше химико-минералогический состав и структурные особенности аргиллитоподобных глин обуславливают и специфические свойства данного вида сырья. Для них характерна пониженная формовочная влажность. Они отличаются пониженной воздушной усадкой – в среднем 2,5–5,0 % при измельчении менее 0,5–2 мм. Данный показатель, помимо свойств самой глины, существенно зависит от степени измельчения – чем более тонко измельчена глина, тем выше воздушная усадка. Обусловлено это тем, что плотные, относительно крупные не распустившиеся частички глины выполняют роль отощителя, а тонкодисперсные частицы – роль связующего компонента. От их соотношения и зависит воздушная усадка. На рис. 2 для примера приведена зависимость воздушной усадки от степени измельчения аргиллитоподобной глины Горняцкого месторождения.

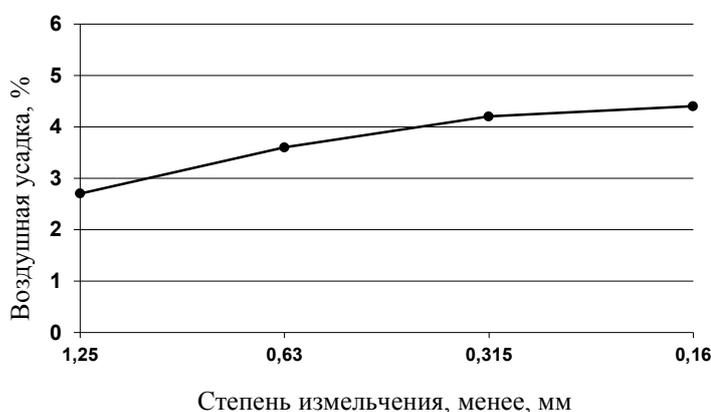


Рис. 2. Зависимость воздушной усадки аргиллитоподобной глины Горняцкого месторождения от степени измельчения

По содержанию тонкодисперсных фракций аргиллитоподобные глины относятся в большинстве случаев к группе низкодисперсного сырья, хотя

встречаются средне- и грубодисперсные. Они отличаются от большинства глин и суглинков малой чувствительностью к сушке и низкой связностью. В зависимости от механической прочности на изгиб в сухом состоянии аргиллитоподобные глины относятся к группе с умеренной механической прочностью. Этот показатель также зависит от степени переработки.

В отличие от обычных глин, пластичность которых практически не меняется, особенностью аргиллитоподобных глин является увеличение их пластичности при увеличении диспергации. Это их также отличает от глинистых сланцев, пластичность которых с увеличением степени диспергации изменяется совершенно незначительно, т. к. в них уже практически отсутствуют собственно глинистые минералы. Аргиллитоподобные глины относятся к группам малопластичного и умереннопластичного сырья, однако число пластичности для них редко превышает 11–12 единиц. При этом надо учитывать, что пластичность данного сырья во многом зависит от степени его переработки и диспергации, которая может достигаться различными способами.

Особенности дообжиговых свойств аргиллитоподобных глин предполагают, что на их основе можно производить изделия различными способами – пластическим и компрессионным (полусухое прессование) формованием, а также способом жёсткой экструзии. Однако следует учитывать, что способом компрессионного формования можно достичь большей плотности сырца и обожжённых изделий, а соответственно и прочности, и нами это подтверждено, и, кроме того, такая технология является более простой – требуется меньше основного, вспомогательного и транспортного оборудования, имеется возможность совместить подсушку и обжиг изделий, а топливно-энергетические затраты существенно меньше в сравнении с пластическим способом. Аргиллитоподобные глины имеют свои особенности по обжиговым свойствам в отличие от глин и суглинков.

Во-первых, они являются спекающимся сырьём и в зависимости от степени переработки и температуры обжига могут быть как среднеспекающимися, т. е. «давать» керамические образцы с водопоглощением 2–5 % без признаков пережога, так и сильноспекающимися – с водопоглощением менее 2 % без признаков пережога. На рис. 3 показана зависимость водопоглощения от степени измельчения исходного сырья и температуры обжига образцов пластического формования на примере аргиллитоподобной глины Горняцкого месторождения.

Во-вторых, ввиду повышенного содержания плавней (оксиды калия, натрия, железа), аргиллитоподобные глины в большинстве случаев относятся к группе сырья с низкотемпературным спеканием (< 1100 °С).

В-третьих, керамические образцы на основе аргиллитоподобных глин отличаются достаточно высоким пределом прочности при сжатии и очень высоким пределом прочности при изгибе. Причём эти показатели во многом зависят от степени измельчения сырья и температуры обжига (рис. 4, 5).

Следует отметить, что данные показатели могут быть и выше при производстве изделий способом компрессионного формования. Среди особенностей аргиллитоподобных глин можно также отметить достаточно высокую плотность черепка. Все вышеперечисленные особенности делают аргиллитоподобные глины весьма перспективным сырьём для производства клинкерного кирпича различного назначения.

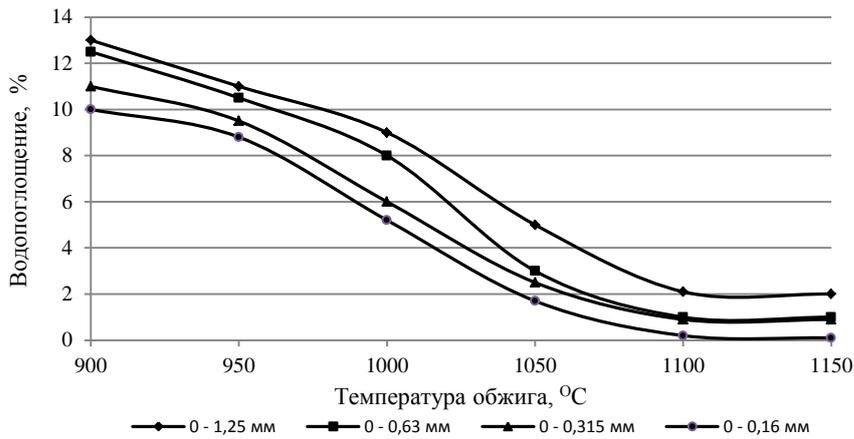


Рис. 3. Зависимость водопоглощения обожжённых образцов от степени измельчения и температуры обжига

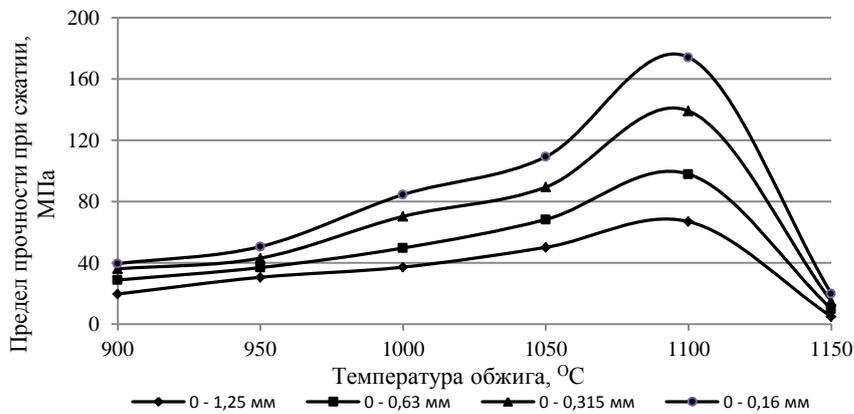


Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии обожжённых образцов от степени измельчения и температуры обжига

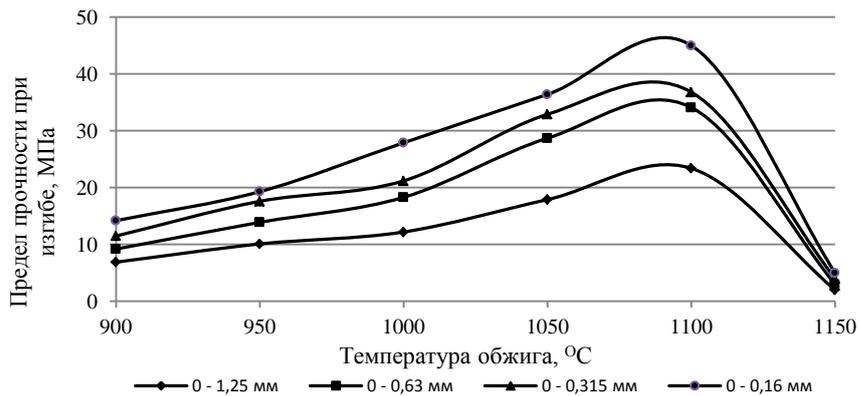


Рис. 5. Зависимость предела прочности при изгибе обожжённых образцов от степени измельчения и температуры обжига

Данные особенности аргиллитоподобных глин обусловлены несколькими взаимосвязанными факторами. Наличие гидрослюдистых и слюдястых минералов предусматривает повышенное содержание оксида калия, который является сильным плавнем и существенно расширяет интервал спекания. Изначально плотная структура аргиллитоподобных глин предопределяет хорошее спекание отдельных зёрен второго порядка. Особенности химико-минералогического состава предопределяют формирование особого фазового состава черепка (рис. 6).

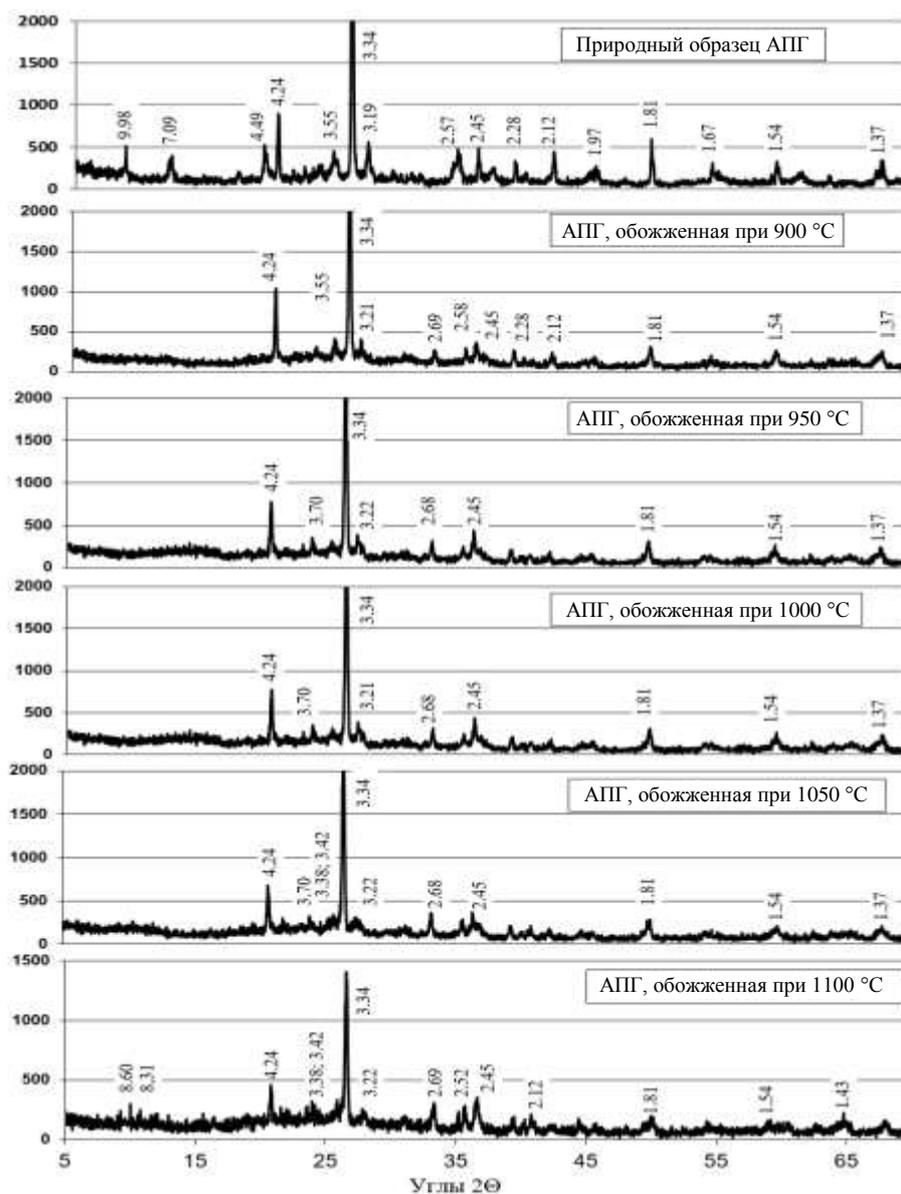


Рис. 6. Рентгенограммы природной и обожжённой аргиллитоподобной глины

Как показали рентгенофазовые исследования, за счёт глинистых минералов и кварца, интенсивность пиков которого существенно снижается с повышением температуры (3,34; 1,813; 1,539; 4,24; 2,45; 2,28 Å), формируются новые минеральные фазы – железистые разновидности силлиманита, муллита, кордиерита (3,70; 3,42; 3,38 Å), полевые шпаты (3,18–3,22 Å). Данные минералы в силу своей морфологии существенно увеличивают предел прочности при изгибе образцов. Гидрослюды и слюды, аморфизируясь и оплавляясь при обжиге, до определённой температуры сохраняют форму своих кристаллов, что также способствует увеличению прочности обожжённых образцов на основе аргиллитоподобных глин.

Наблюдения под электронным и оптическим микроскопами показали, что отдельные зерна аргиллитоподобной глины, выполняющие роль отощителя на стадии сушки, хорошо спекаются без трещин и дефектов (рис. 7), которые образуются в основном в межзерновом пространстве. Данный факт говорит о том, что при оптимально подобранных технологических параметрах, позволяющих получить максимально плотную бездефектную структуру черепка, на основе аргиллитоподобных глин можно получать изделия с ещё более высокими прочностными характеристиками.



Рис. 7. Микрофотография скола поверхности зёрен обожжённой при 1050 °С аргиллитоподобной глины (электронный микроскоп. × 3000)

Таким образом, проведённые нами исследования показали, что аргиллитоподобные глины являются весьма перспективным сырьём для производства клинкерного кирпича различного назначения. Однако ввиду своих особенностей они являются достаточно сложным объектом для изучения, начиная с поисков и испытаний сырья, определения оптимальных технологических параметров и заканчивая разработкой оптимальной технологической линии производства на основе отечественного оборудования. Вовлечение аргиллитоподобных глин в производство будет способствовать развитию отрасли строительной керамики и увеличению выпуска доступного по цене клинкерного кирпича в нашей стране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лысенко, Е.И. Технология керамических материалов и изделий / Е.И. Лысенко. – Ростов н/Д : РГСУ, 1998. – С. 126.

2. *Езерский, В.А.* Клинкер. Технология и свойства / В.А. Езерский // Строительные материалы. – 2011. – № 4. – С. 79–81.
3. *Осипов, В.И.* Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств / В.И. Осипов, В.Н. Соколов. – М. : ГЕОС, 2013. – С. 576.
4. *Котляр, А.В.* Камневидные глинистые породы Восточного Донбасса – перспективное сырьё для производства стеновой керамики / А.В. Котляр, Б.В. Талпа // Актуальные проблемы наук о Земле : сб. трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием. – Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2015. – С. 49–51.
5. *Котляр, А.В.* Особенности аргиллитоподобных глин юга России как сырья для производства клинкерного кирпича / А.В. Котляр, Б.В. Талпа // Актуальные проблемы наук о Земле : сб. трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием. – Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2015. – С. 51–53.
6. *Особенности камневидных глинистых пород* Восточного Донбасса как сырья для производства стеновой керамики / В.Д. Котляр, А.В. Козлов, А.В. Котляр, Ю.В. Терёхина // Вестник МГСУ. – 2014. – № 10. – С. 95–105.
7. *Талпа, Б.В.* Минерально-сырьевая база литифицированных глинистых пород Юга России для производства строительной керамики / Б.В. Талпа, А.В. Котляр // Строительные материалы. – 2015. – № 4. – С. 31–33.
8. *Котляр, В.Д.* Методика испытаний камневидного сырья для производства стеновых изделий компрессионного формования / В.Д. Котляр, Ю.В. Терехина, А.В. Котляр // Строительные материалы. – 2014. – № 4. – С. 24–27.
9. *Хмелевцов, А.А.* Условия формирования и специфические свойства аргиллитоподобных глин района г. Большой Сочи / А.А. Хмелевцов // Инженерный вестник Дона. – 2010. – № 3. – Условия доступа : <http://www.ivdon.ru> (дата обращения: 11.11.2015).
10. *Кара-сал, Б.К.* Получение керамического стенового материала из вскрышных пород углеобогащения / Б.К. Кара-сал, В.И. Котельников, Т.В. Сапелкина // Естественные и технические науки. – 2015. – № 2. – С. 160–163.
11. *Столбоушкин, А.Ю.* Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов / А.В. Столбоушкин, Г.И. Стороженко // Строительные материалы. – 2011. – № 4. – С. 43–46.
12. *Столбоушкин, А.Ю.* Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе обогащения отходов углистых аргиллитов / А.Ю. Столбоушкин // Известия вузов. Строительство. – 2013. – № 2–3. – С. 28–36.

REFERENCES

1. *Lysenko E.I.* Tehnologija keramicheskikh materialov i izdelii [Technology of ceramic materials and products]. Rostov-on-Don : RSUCE Publ., 1998. P. 126. (rus)
2. *Ezerskij V. A.* Klinker. Tehnologija i svojstva [Clinker. Technology and properties]. *Construction Materials*. 2011. No. 4. Pp. 79–81. (rus)
3. *Osipov V.I., Sokolov V.N.* Glinyih svojstva. Sostav, stroenie i formirovanie svojstva [Clays and their properties. Structural composition and formation of properties]. Moscow : GEOS Publ., 2013. Pp. 576. (rus)
4. *Kotljars A.V., Talpa B.V.* Kamnevidnye glinistyje porody Vostochnogo Donbassa - perspektivnoe syr'io dlja proizvodstva stenovoi keramiki [Claystone breeds of East Donbass is perspective raw materials production of wall ceramics]. *Proc. 10th Int. Sci. Conf. of Students and Young Scientists 'Actual Problems of Earth Sciences'*. Rostov-on-Don : SFU Publ., 2015. Pp. 49–51. (rus)
5. *Kotljars A.V., Talpa B.V.* Osobennosti argillitopodobnyh glin iuga Rossii kak syr'ia dlja proizvodstva klinkernogo kirpicha [Argillaceous-like clays of the South of Russia as raw materials for brick production] *Proc. 10th Int. Sci. Conf. of Students and Young Scientists 'Actual Problems of Earth Sciences'*. Rostov-on-Don : SFU Publ., 2015. Pp. 51–53. (rus)
6. *Kotljars V.D., Kozlov A.V., Kotljars A.V., Teriohina U.V.* Osobennosti kamnevidnyh glinistyh porod Vostochnogo Donbassa kak syr'ia dlja proizvodstva stenovoi keramiki [Argillaceous-like clays of East Donbass as raw materials for production of wall ceramics]. *Scientific and Technical Journal on Construction and Architecture*. 2014. No. 10. Pp. 95–105. (rus)

7. Talpa B.V., Kotljars A.V. Mineral'no-syr'evaia baza litificirovannykh glinistykh porod Iuga Rossii dlia proizvodstva stroitel'noi keramiki [Mineral resources the of clay breeds of the South Russia for production of construction ceramics]. *Construction Materials*. 2015. No. 4. Pp. 31–33. (rus)
8. Kotljars V.D., Teriohina U.V., Kotljars A.V. Metodika ispytaniia kamnevidnogo syr'ja dlia proizvodstva stenovykh izdelij kompressionnogo formovania [Tests of stone-like raw materials for wall production]. *Construction materials*. 2014. No. 4. Pp. 24–27. (rus)
9. Hmelevcov A.A. Usloviia formirovaniia i specificheskie svoystva argillitopodobnykh glin rajona g. Bol'shoi Sochi [Conditions of formation and specific properties of claystone in Bol'shoi Sochi]. *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2010. No. 3. Available at: www.ivdon.ru/ Last visited in Nov. 2015. (rus)
10. Kara-sal B.K., Kotel'nikov V.I., Sapelkina T.V. Poluchenie keramicheskogo stenovogo materiala iz vskryshnykh porod ugleobogashheniia [Ceramic wall material obtained from overburden breeds of coal preparation]. *Natural and Technical Sciences*. 2015. No. 2. Pp. 160–163. (rus)
11. Stolboushkin A.U., Storozhenko G.I. Othody ugleobogashheniia kak syr'evaiai i energeticheskaia baza zavodov keramicheskikh stenovykh materialov [Coal preparation waste as raw and power supply sources for wall ceramics plants]. *Construction Materials*. 2011. No. 4. Pp. 43–46. (rus)
12. Stolboushkin A.U. Stenovye keramicheskie materialy matrichnoi struktury na osnove obogasheniia othodov uglistykh argillitov [Wall ceramic materials of matrix structure based on enrichment of carbonaceous claystone waste]. *News of Higher Education Institutions. Construction*. 2013. No. 2–3. Pp. 28–36. (rus)