

УДК 553.623(470.324)

**КЕРАМИЧЕСКИЕ ГЛИНЫ КАЙНОЗОЯ  
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА**

**А. В. Крайнов, Д. А. Дмитриев**

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 15 апреля 2019 г

**Аннотация:** керамические глины кайнозоя Воронежской антеклизы формировались в эоценовую, миоценовую и плиоценовую эпохи. Глины накапливались в мелководно-морских или аллювиальных фациях. Качество у них ниже, чем у керамических глин аптского яруса, но при внесении добавок, возможно их использование для изготовления керамических изделий. В статье рассмотрен вещественный состав керамических глин кайнозоя, который определяет технологические свойства исследуемого сырья. В минеральном составе отмечаются иллит, смектит и каолинит. Это кислые и полукислые глины, как правило, с высоким содержанием красящих оксидов. На электронно-микроскопических снимках преобладают чешуйки терригенного каолинита неправильной формы с изменением псевдогексагональных пластинок. В миоценовых глинах, помимо каолинита неправильной формы, отмечаются вермикулярные кристаллы, что может свидетельствовать о дозревании глин в условиях проточного диагенеза. По совокупности вещественного состава и технологических свойств эоценовые отложения наименее перспективные из рассматриваемых для выявления в них месторождений керамических глин. Наиболее перспективные – аллювиальные образования миоцена и плиоцена.

**Ключевые слова:** керамические глины, огнеупорные глины, эоцен, миоцен, плиоцен.

**CENOZOIC CERAMIC CLAY OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION**

**Abstract:** the ceramic clays of the Cenozoic Voronezh antecline were formed in the Eocene, Miocene, and Pliocene epochs. These clays accumulated in shallow-water or alluvial facies. Their quality is lower than that of the ceramic clays of the Aptian tier, but when adding additives, they can be used for the manufacture of ceramic products. The article discusses the material composition of Cenozoic ceramic clays, which determines the technological properties of the studied raw materials. In the mineral composition, illite, smectite and kaolin are noted. These are acidic and semi-acidic clay, usually with a high content of coloring oxides. The electron microscopic images are dominated by irregularly shaped terrigenous kaolinite pups with a change in pseudo-hexagonal plates. In Miocene clays, in addition to kaolinite of irregular shape, vermicular crystals are noted, which may indicate ripening of clays under conditions of flow diagenesis. By the totality of the material composition and technological properties, the Eocene sediments are the least promising among the ceramic clay clays considered to reveal in them. The most promising are the alluvial formations of the Miocene and Pliocene.

**Keywords:** ceramic clay, refractory clay, eocene, oligocene-miocene, Miocene, pliocene.

**Введение**

На территории Центрально-Черноземного района разрабатываются керамические глины аптского яруса. Они являются наиболее качественными и перспективными для наращивания запасов. Однако в качестве керамического сырья могут быть также использованы кайнозойские. В кайнозой выделяется 3 уровня развития керамических глин: эоценовый, миоценовый,

плиоценовый [1]. К первому уровню приурочено Сергиевское месторождение и Горшеченское проявление керамических глин, ко второму – Шрамовское (Россошанское) и Краснояржское месторождения, к третьему – Байгоровское (рис. 1). Государственным балансом запасов учтены два месторождения – Краснояржское и Шрамовское, которые находятся в нераспределенном фонде недр [2].



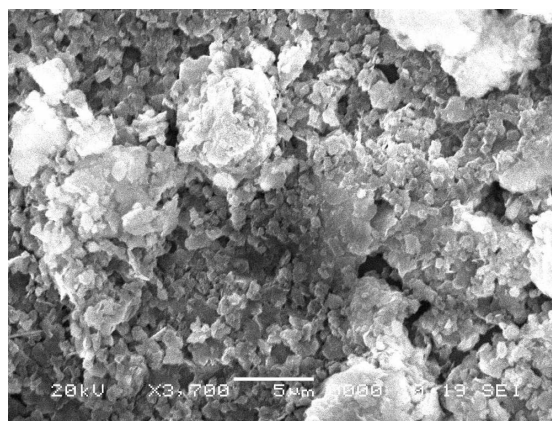
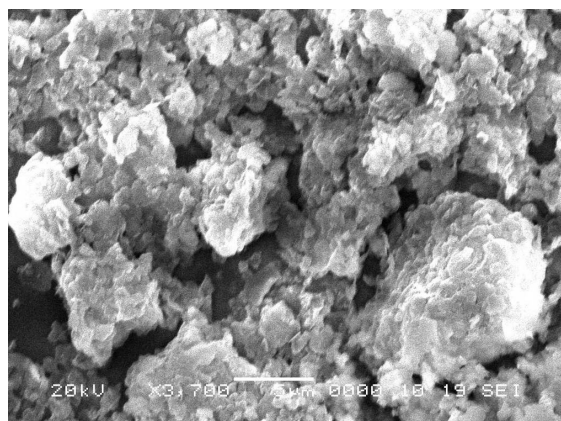


Рис. 4. Каолиниты из глин Горшеченского месторождения. РЭМ JSM 6380 LV, аналитик к. г.-м. н. Н.С. Базиков.

венно, менее 5 мкм, неправильной формы с изменением псевдогексагональных пластинок, что выражается в расплывчатости их контуров, появлении зазубрин. Редко встречается каолинит в округлых формах со слабо выраженными псевдогексагональными очертаниями (рис. 4).

**Миоценовый уровень.** *Шрамовское (Росошанское) месторождение (3)* расположено в Воронежской области, в 25 км южнее г. Россошь. Полезная толща приурочена к отложениям новопетровской свиты миоцена. Средняя мощность полезной толщи – 2,53 м. Вскрыша сложена песками берекской свиты, глинами и суглинками четвертичной системы

общей мощностью от 1,8 до 19,8 м. Средняя мощность вскрышных пород – 11,6 м. Подстилается полезная толща глинистыми песками берекской свиты и песками кантемировской свиты олигоцена [3]. Глина охристо-желтого цвета, слюдистая, алевритистая, пластичная, жирная на ощупь. Цвет обусловлен ожелезнением.

По данным рентгеноструктурного анализа глина имеет смектит-иллит-каолинитовый состав. Смектит характеризуется межплоскостным расстоянием 13,93–14,33 Å; иллит – 9,94 Å, 5,0 Å, 3,34 Å; каолинит – 7,18 Å, 4,47 Å, 3,58 Å. В пробе также присутствует кварц (рис. 5).

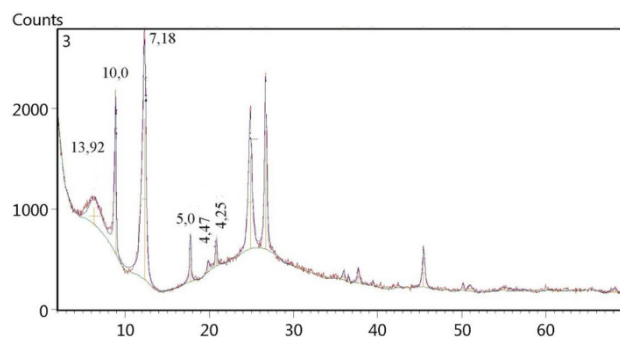
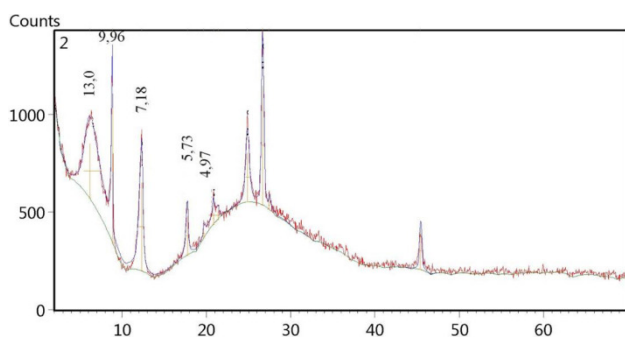


Рис. 5. Дифрактограммы фракции менее 0,005 мм глин Шрамовского месторождения.

По данным растровой электронной микроскопии в глинах Шрамовского месторождения встречаются 2 генерации кристаллов каолинита. Первая генерация представлена вермикулярными кристаллами размером от 10 до 40 мкм (рис. 6 а, б). Так же на снимках можно видеть изометричные кристаллы. Каолинит второй генерации плохо окристаллизован, чешуйки имеют размер, преимущественно менее 1 мкм (рис. 6 в, г). Наблюдается полное отсутствие гексагональных хорошо окристаллизованных пластинок. Такая форма чешуек типична для аллотигенного каолинита.

По содержанию глинозема глины Шрамовского месторождения относятся к группам полукислых и кислых тугоплавких (с показателем огнеупорности 1400–1560°C), с высоким и средним содержанием красящих оксидов (табл. 1), средне- и высокопластичным (число пластичности 18,7–28,9). При обжиге

кислые разновидности дают кирпичный, полукислые – светло-коричневый цвет черепка.

Минеральный состав глины Шрамовского месторождения определяет благоприятные свойства керамического сырья. Однако высокое содержание кремнезема ухудшает качество керамических изделий. Получать различную керамическую продукцию высокого качества возможно путем введения корректирующих добавок. Так, например, добавление нефелинового концентрата приводит к улучшению спекаемости; доломита или мела – регулирует влажностное расширение; кварцевого песка – уменьшает термический коэффициент линейного расширения и термической стойкости изделий.

*Краснояружское месторождение (4)* расположено на юго-западе Белгородской области, в 4 км юго-восточнее крайних домов райцентра Красная Яруга.

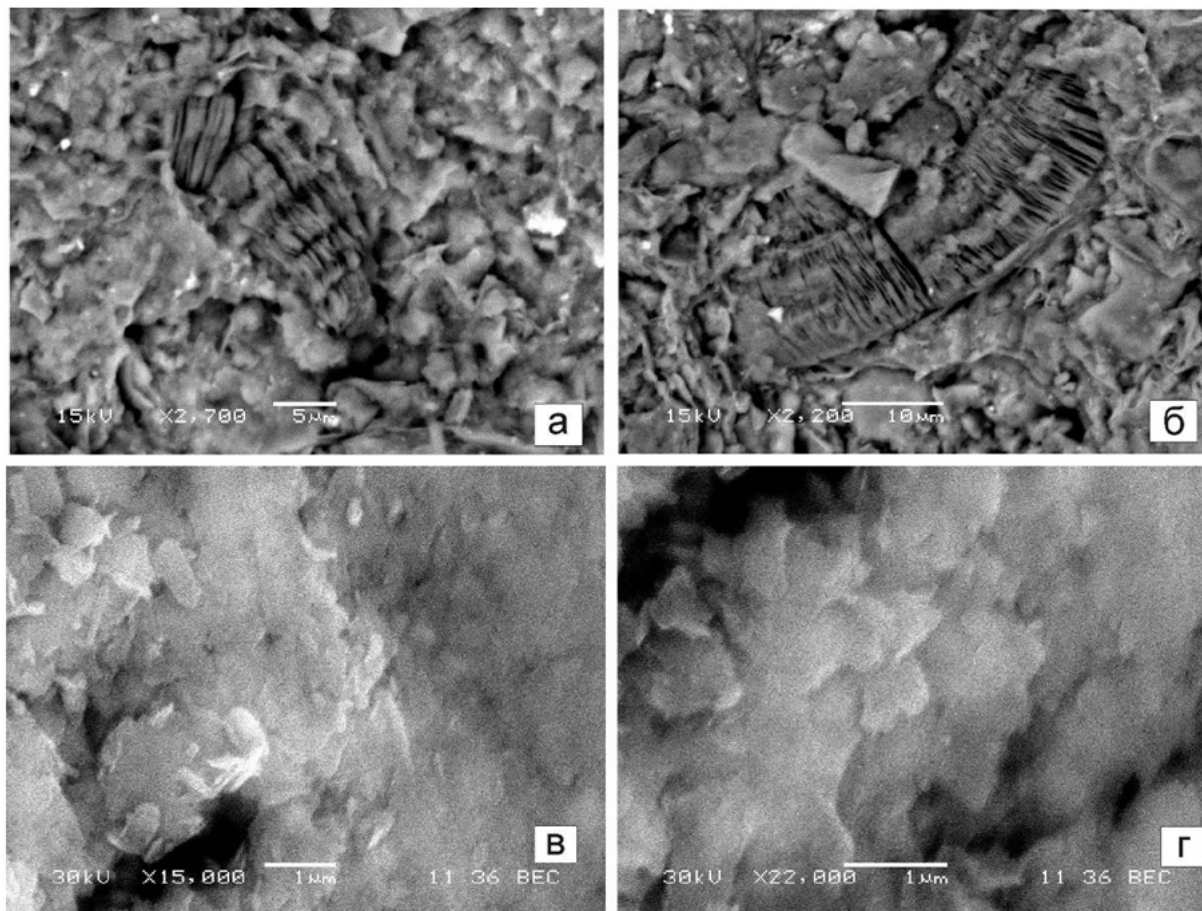


Рис. 6. Каолиниты из глин Шрамовского месторождения. РЭМ JSM 6380 LV, аналитик к. г.-м. н. С. М. Пилюгин.

Таблица 1

Сокращенный химический анализ и определение показателя огнеупорности керамических глин кайнозойского возраста

№№ пп	№№ пробы	Содержание в%					Показатель огнеупорности, °С
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ппп	
1	ШР 2-1	76,58	9,92	0,58	6,31	4,21	1400
2	ШР 2-2	81,04	9,20	0,59	2,68	4,26	1430
3	ВШ 1	59,57	22,58	1,22	4,63	8,56	1560
4	КЯ 1-1	66,80	15,20	1,41	6,99	7,87	1480
5	КЯ 1-2	68,05	15,80	1,40	5,95	7,30	1480

Полезная толща приурочена к красноярской толще миоцена и состоит из двух горизонтов: нижний – горизонт огнеупорных глин, мощностью до 5,3 м; верхний – горизонт тугоплавких глин, мощностью до 11,9 м, средняя мощность полезной толщи 7,22 м. Полезная толща представлена глиной светло-серой со слабым желтоватым или зеленоватым оттенками, неслоистой, жирной на ощупь, средне- и высокопластичной, пятнами ожелезненной.

По данным рентгеноструктурного анализа глина имеет смектит-каолинитовый состав. Смектит характеризуется межплоскостным расстоянием 13,98 Å, каолинит – 7,22 Å, 4,47 Å, 3,54 Å. В пробе отмечаются кварц и следы иллита (рис. 7).

По данным растровой электронной микроскопии для каолинита из глин Красноярского месторождения (рис. 8) размер частиц каолинита колеблется от 0,1 до 1,5–2,0 мкм, обычно менее 0,5 мкм. Гексагональные грани, характерные для неизменного (первичного) каолинита коры выветривания, отсутствуют. Пластинчатые частички минерала имеют сглаженные (обломанные) в процессе переноса и вторичного перетолжения формы. Грани пластинок обычно имеют неровные контуры, часто с волнистыми корродированными краями. По данным [5] на электронномикроскопических снимках каолинит отмечается в непрозрачных изометрично-пластинчатых образованиях, лишь изредка присутствуют хорошо ограниченные кристаллы.

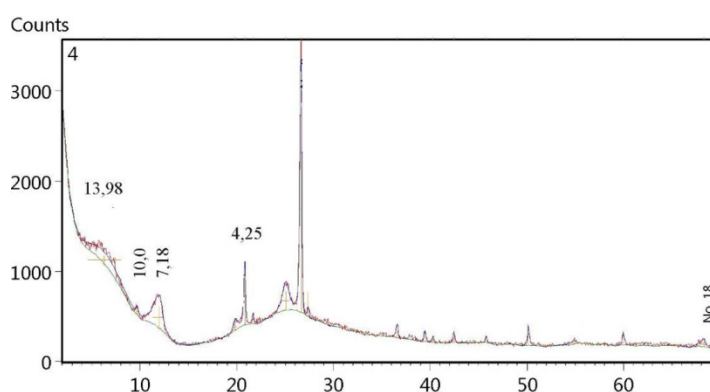


Рис. 7. Дифрактограммы фракции менее 0,005 мм глин Краснояружского месторождения.

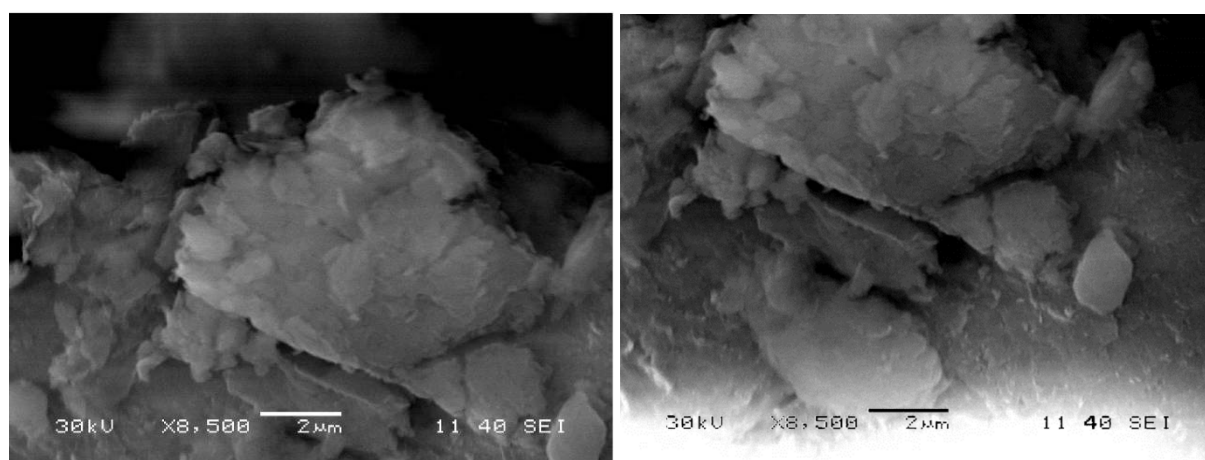


Рис. 8. Каолиниты из глин Краснояружского месторождения. РЭМ JSM 6380 LV, аналитик к. г.-м. н. С. М. Пилюгин.

По классификации сырья для керамической промышленности эти глины относятся к группам полукислых тугоплавких (с температурой плавления 1480°C), с высоким содержанием красящих оксидов (табл. 1), средне- и высокопластичным (число пластичности 16,6–31,3). При обжиге дают кирпичный цвет черепка.

Полиминеральный состав глин Краснояружского месторождения обуславливает их хорошие керамические свойства. Наличие каолинита препятствует вспучиванию, водопоглощению и большой усадке черепка при обжиге. Присутствие монтмориллонита обеспечивает пластификаторские свойства глинистой массы, однако этот же минерал определяет формовочную влажность (до 25,07%) и высокую чувствительность к сушке (воздушная линейная усадка 9,80–13,20%). Обычное суммарное преобладание иллита и монтмориллонита при наличии каолинита дает возможность отнести это сырье к группе среднетемпературного спекания (1200–1250 °С).

По результатам испытаний глин Краснояружского месторождения полузаводских проб, произведенных НИИСТРОЙКЕРАМИКА, огнеупорные глины пригодны: для изготовления огнеупорного кирпича марок Б и В, при условии добавки в шихту не менее 20% каолинита; для облицовочных плиток, при условии

обогащения на сите 01 и соблюдении состава шихт и параметров; для получения художественного литья, по методике, разработанной НИИХИП для Борисовского керамического завода. Тугоплавкие глины могут применяться для изготовления тугоплавкого кирпича, при условии введения эффективных отошающих добавок.

**Плиоценовый уровень.** Байгоровское месторождение (5) расположено в Верхнехавском районе Воронежской области в 7–10 км к северу и северо-западу от районного центра Верхняя Хава.

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения неогеновой и четвертичной систем, представленные аллювиально-озерными отложениями нижнего плиоцена и суглинками разнообразными как по генезису, так и по литологическому составу. Глины продуктивного горизонта слагают верхнюю часть отложений усманской свиты. Глины бледно-зеленые с сероватым, желтоватым и коричневым оттенками, с охристо-бурыми и красными пятнами ожелезнения. Вскрышные породы представлены флювиогляциальными песками, моренными глинами и аллювиально-делювиальными суглинками.

Глины усманской серии изучалась по отчетам НИИ Стройкерамика. Исходя из этих отчетов, разности Байгоровского месторождения имеют иллит-

каолинит-сметитовый состав (количество смектита не менее 70%, каолинита 25%, иллита 5%). По содержанию глинозема глины кислые ( $Al_2O_3$  – 12,0–15,63 %,  $SiO_2$  – 57,60–76,67%); с высоким содержанием красящих оксидов ( $TiO_2$  – 0,23–0,94%,  $Fe_2O_3$  – 3,53–7,46%); п.п.п. – 3,41–10,28. Показатель огнеупорности – 1380–1520 °С [6, 7].

Отличительной особенностью минерального состава глин Байгоровского месторождения является наличие в них значительного количества каолинита (37,5–72,5%) и щелочноземельного монтмориллонита (25,0–47,5%) при малом содержании иллита (0–10%) [8, 9].

Глинистое сырье Байгоровского месторождения классифицируется как тугоплавкое с показателем огнеупорности 1350–1580 °С. Глины сильно- и среднеспекающиеся, низко- и среднетемпературного спекания, с широким интервалом 1030–1250 °С. Они относятся к высокопластичным с числом пластичности более 25, иногда до 55. Цвет черепка после обжига коричневатокрасный, светлокрасный, темнокрасный, светло-бурый, часто с волосняными трещинами и вспучиванием. Рассмотренное глинистое сырье является пригодным для производства низкосортных керамических изделий из-за повышенных содержаний железа (более 2,5%) и недостаточного количества оксида алюминия. С добавками других, менее пластичных глин они могут применяться для производства облицовочных материалов, половых плиток и кислотоупоров.

Полузаводские испытания, произведенные во ВНИИСТРОМЕ, установили пригодность глин, для производства 18-щелевого пустотелого лицевого кирпича марки 100 согласно ГОСТ 7484-69, при следующем составе шихты: пестроцветных глин 15,8%, сухарных – 8,6%, темно-серых – 32%, песков – 23,6%, шамота, изготовленного из равной смеси пестроцветных и сухарных глин. Темно-серые разности, с добавкой 20% сухарных глин и шамота, изготовленного из равной смеси этих глин, пригодны для производства пустотелого кирпича марки 150

### Выводы

Технологические свойства керамических глин определяются их минеральным, химическим, гранулярным составами, показателями засоренности, наличием алевритистой примеси и пластичностью. В свою очередь, вещественный состав обуславливается условиями образования глин.

В киевское время их формирование происходило в мелководно-морских условиях [1, 10] при размыве аптских и палеозойских каолинитсодержащих пород. Мелководно-морские фации неблагоприятны для формирования керамических глин, так как каолинит – главный минерал, определяющий их свойства не устойчив в щелочной морской среде. Это подтверждается дифрактограммами, на которых содержание, смектита и иллита примерно одинаковое. Поэтому киевские отложения наименее перспективны из рас-

сматриваемых для выявления в них месторождений керамических глин.

Миоценовые тугоплавкие глины образовались в озеровидных старичных бассейнах выровненной аллювиальной равнины в перстративную фазу накопления аллювия [6]. Их разрез сходен с перевернутым каолиновым профилем выветривания, когда в нижней части первого залегают каолиновые глины, а в верхней – полиминеральные. В глинах новопетровской свиты встречены вермикулярные кристаллы каолинита, что может быть свидетельством проточного диагенеза [11]. Следовательно, в озерноболотных условиях происходило «дозревание» глинистого осадка, поэтому отложения новопетровской свиты миоцена наиболее перспективны для наращивания минерально-сырьевой базы керамических глин.

В плиоценовое время формирование керамических глин байгоровского типа происходило в пойменной фации констративной фазы накопления долинного аллювия [8, 9]. При этом наиболее мощные глинистые толщи накапливались между локальными поднятиями или перед ними. Источником сноса, служили каолинитовые глины из аллювиальной толщи апта, развитой северо-западной месторождения и размытой притоками крупной неогеновой реки. Вместе с тем, учитывая значительную мощность аллювия усманской свиты, подвешенность слоев глин в ней, можно предполагать наличие процессов проточного диагенеза, сходных с таковыми в озерноболотных условиях аптского времени [7, 11], приводящих к повышению содержания каолинита. Следовательно, глины плиоцена также перспективны в качестве керамического сырья. По мнению Г. В. Холмового [8, 9] наиболее перспективны для поисков тугоплавких глин прибортовые зоны долин достаточно крупных рек со слабо констративным аллювием, в области питания которого эродировались глинистые породы.

Технологические свойства можно прогнозировать после проведения полевых и лабораторных исследований вещественного состава глин. Для керамических глин следует выбирать участки с минимальным содержанием монтмориллонита в их составе. Различные добавки могут перевести рассматриваемые керамические глины в более высокие сорта.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Савко, А. Д. Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 12. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2002. – 165 с.
2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Глины тугоплавкие. – М., 2016.
3. Савко, А. Д. Нерудные полезные ископаемые Черноземья / А. Д. Савко, Г. В. Холмовой, С. А. Ширшов. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 32. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2005. – 314 с.

4. Дмитриев, Д. А. Среднеэоценовые глинистые породы южной и юго-восточной части Центрально-Черноземного региона // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – 2016. – № 1. – С. 102–107.
5. Вергель, Н. Л. Месторождения неметаллических полезных ископаемых Курской области / Н. Л. Вергель, В. А. Лючкин, Н. И. Литовченко. – Курск, 2004. – 261 с.
6. Глины и условия их образования в неогене Воронежской антеклизы / Г. В. Холмовой [и др.] // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2014. – № 2. – С. 30–35.
7. Савко, А. Д. Керамические глины Центрально-Черноземного района / А. Д. Савко, А. В. Крайнов. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 88. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2015. – 109 с.
8. Холмовой, Г. В. Неоген-четвертичный аллювий и полезные ископаемые бассейна Верхнего Дона. – Воронеж, 1993. – 99 с.
9. Холмовой, Г. В. Верхний плиоцен бассейна Верхнего Дона. – Воронеж, 1985. – 137 с.
10. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы / А. Д. Савко [и др.]. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 3. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2001. – 201 с.
11. История каолинита в коре выветривания и связанных с ней месторождениях глин по данным ЭПР / Н.С. Бортников [и др.] // ДАН. – 2010. – Т. 433. – № 2. – С. 227–230.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Voronezh State University

Крайнов Алексей Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры исторической геологии и палеонтологии  
e-mail: aleksey\_vsu\_geo@mail.ru  
Тел.: +7 (473)220 86 34

Krainov A. V., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, associate professor of the Historical Geology and Paleontology Department  
E-mail: aleksey\_vsu\_geo@mail.ru  
Tel.: +7 (473)220 86 34

Дмитриев Дмитрий Анатольевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры исторической геологии и палеонтологии  
e-mail: dmitgeol@yandex.ru  
Тел.: +7 (473) 220 86 34

Dmitriev D. A., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, associate professor of the Historical Geology and Paleontology Department  
E-mail: dmitgeol@yandex.ru  
Tel.: +7 (473) 220 86 34