



**Богуславский М.А.**

кандидат геолого-минералогических наук,  
МГУ им М.В. Ломоносова, доцент,  
mboguslavskiy@yandex.ru



**Коршунов Д.М.**

кандидат геолого-минералогических наук,  
Геологический институт РАН, научный сотрудник,  
dmit0korsh@gmail.com

# МЕТОДИКА РАЗВЕДКИ КАОЛИНОВЫХ ГЛИН И ГОСТЫ, С НИМИ СВЯЗАННЫЕ, ТРЕБУЮТ СЕРЬЕЗНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОДХОДОВ

*В статье показана необходимость пересмотра методических рекомендаций для проведения разведки месторождений глинистых породы с введением в него обязательного анализа минерального состава и гравунометрии. Показана путаница, в том числе и в ГОСТах, между каолином и каолинитом. Принцип оценки качества сырья на сегодня слишком узок для полноценного разделения добываемого сырья по отраслям промышленности на уровне работы геолога. Из-за отсутствия полноценного анализа сырья невозможен правильный учёт каолинов и тем более каолинита. Такой подход к оценке глинистых пород приводит к некорректному расчёту НДПИ и недополучению значительных средств бюджетами разных уровней. В статье показаны примеры правильного целевого использования сырья и возможности улучшения качества продукции, что дополнительно подтверждает необходимость введение новых стандартов качества.*

**Ключевые слова:** каолиновая глина, каолинит, стандарт качества, ГОСТ, обогащение.

**П**од каолином понимается глинистая горная порода, в составе которой резко преобладает минерал **каолинит** в смеси с зёрнами кварца. Часто присутствуют примеси других труднорастворимых минералов, различных щелочей, силикатов титана и Fe-окислов [2]. В настоящее время из-за почти полного исчерпания традиционных и хорошо известных каолиновым месторождений Украины (самое известное из них Глуховецкое) недропользователи всё чаще обращают внимание на отечественное сырьё, но сталкиваются с проблемой его позиционирования на внутреннем рынке РФ. Связано это с некорректно сформулированными рекомендациями ГКЗ, а также с плохо сформулированными ГОСТами на каолин, их моральным устареванием, при путанице в названиях самого сырья. В наших законодательных актах не де-

лается разницы между каолиновыми глинами (кирпичное, фарфоровое, огнеупорное сырьё и т.д.) и каолинитами (сырьё для пищевой, химической и фармакологической промышленности). Так, например, ГОСТ 19608-84 «Каолин, обогащенный для резинотехнических и пластмассовых изделий, искусственных кож и тканей» [3] в пункте 3.1.1 написано «химическое наименование – Каолин», а в пункте 3.1.2 приведена химическая формула этого «каолина», которая не соответствует каолину (так как это горная порода, а состав указан для минерала). Пункт 3.1.3 этого же ГОСТа предлагает получать его из каолина-сырца, в свою очередь, в методических рекомендациях ГКЗ для глинистых минералов [8] никого каолина-сырца не значится, соответственно недропользователь не сможет добывать такое полезное ископаемое.

Каолин, в соответствии со стратегией развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года, внесен в список дефицитного минерального сырья (третья группа). «... Помимо стратегических видов минерального сырья, значимыми для экономики России являются ... для отдельных отраслей промышленности – плавиковый шпат, бентониты, полевошпатовое сырье, каолин...»[9]. Согласно этому документу, запасы каолина, отнесенного к третьей группе и с учетом экономических условий освоения минерально-сырьевых ресурсов обеспеченность рентабельными запасами стратегических и наиболее значимых видов полезных ископаемых эксплуатируемых месторождений может составить не более 25-30 лет. Исходя из этого, запасы должны учитываться и отслеживаться, но он не входит в список полезных ископаемых, запасы которого публикуются ежегодно. Более того, так как каолин не значится в методических рекомендациях ГКЗ, то учитывать его почти невозможно, а притом, что в нормативных актах сейчас отсутствует единая система связи физико-химических параметров и целевого назначения сырья, для потребителей возникает дополнительная сложность при выборе и покупке необходимого для производства материала.

#### **Проблемы при разведке месторождений глинистых пород**

Для проведения разведки на месторождениях глинистых пород разработаны методические рекомендации по применению «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) [8].

Пункт 28 этих рекомендаций гласит: «Изучение качества глинистых пород должно производиться исходя из намечаемого направления их промышленного использования. Одновременно по достаточно представительному объему опробования должны быть установлены все возможные направления использования сырья, в первую очередь в качестве огнеупорного, тугоплавкого, тонкокерамического, бентонитового» [8]. Такое отношение приводит к отсутствию интереса к минеральному составу глин и компании сразу проводят те технические испытания, которые им интересны. При таком подходе месторождения каолиновых глин и каолинита могут появиться на карте России только случайно, а в обычном случае они будут отнесены к месторождению огнеупорных глин.

В методических рекомендациях в целом сделан основной упор на химический состав глинистых пород и иногда на общую гранулометрию,

выраженную в виде весового остатка на сите 0,0063 мм, после просеивания. Но глинистые минералы отличаются подвижным химическим составом, особенно по содержанию K, Na, Mg, Fe и Ca, по этой причине с одинаковым химическим составом могут встречаться совершенно разное сырьё. Среди химических элементов в нормативных актах самым важным выделяется  $Al_2O_3$  и его отношение к  $FeO_{общ.}$ . Эти параметры для каолиновых глин лишь косвенно определяют температуру спекаемости, полностью игнорируя прочие технологические показатели. То же самое касается и  $SiO_2$ , которое может присутствовать как в составе самих глин, так и связано с присутствующими не глинистыми минералами – кварцем в первую очередь. Кварц для многих индустрий является вредной примесью, но необходимо понимать, что кварц может быть разного размера и этот факт по-разному может повлиять на технологические свойства сырья, а также на возможность обогатимости глин. Возможность обогащения глинистого материала вообще не рассматривается, хотя в подобном документе для, например, золоторудных объектов уделено большое внимание разным подходам к подсчету запасов при разных видах возможного обогащения.

#### **Разные индустрии – разные подходы**

Авторами методических рекомендаций отмечается, что глинистые породы используются в производстве изделий строительной, грубой и тонкой керамики, огнеупорных материалов, цемента, керамзита, а также для, очистки нефтепродуктов и жиров, для окомкования железорудных и флюоритовых концентратов, в литейном производстве, они являются важным материалом в буровом деле и химической промышленности. Кроме того, глинистые породы служат в качестве строительного материала при постройке небольших сооружений, наполнителями в бумажной, фармацевтической, парфюмерной промышленности. Часто используются в сельском хозяйстве, винодельческой, комбикормовой, пищевой, текстильной промышленности [8]. И это не полный список индустрий, где используются глинистые породы. Каолиновые глины в зависимости от содержания **каолинита**, других глинистых и неглинистых минералов, а также от гранулометрических характеристик будут обладать взаимоисключающими технологическими свойствами. Это большой список совершенно разных полезных ископаемых и их нельзя рассматривать как единое целое.

Американская отраслевая специфика имеет совершенно иной контекст использования каолина. Ключевыми отраслями-потребителями каолина в США по последним данным за 2019 год являются производство высококачественной бумаги (60%), красок (12%) и катализаторов (9%) [12].



Причина такой разницы в сферах применения каолина между нашими странами заключается во многом в том, что отношение к каолину и структура его потребления являются определенными индикаторами технологического развития страны и, как следствие, наличие у неё (страны) потребности внутренних производств в каолине для производства высококачественной и высокотехнологичной продукции, такой как высококачественная бумага, резина и т.д.

#### **Каолин в строительной индустрии**

Для строительной керамики сложность технологического процесса заключается в трудности установления строгой зависимости между свойствами сырья и готовой продукции. В настоящее время единых регулируемых стандартами требований к качеству глинистого сырья для изделий строительной керамики не существует, пригодность сырья устанавливается по качеству готовых изделий и возможности получения стандартной продукции [8]. Однако специалисты из этой области давно отметили закономерности особенностей минерального состава исходной шихты и конечного результата, и каолинит выводят на отдельное место.

При использовании суглинков и низкодисперсных глин без применения корректирующих добавок довольно сложно получить лицевой кирпич высокого качества. Для улучшения свойств шихты используют двух- или трехкомпонентные составы шихты. Одним из видов добавок являются каолиновые глины. В зависимости от свойств каолиновых глин их применяют в различных областях промышленности. В производстве лицевого кирпича каолиновые глины применяют для улучшения сушильных свойств керамических масс и сокращения сроков сушки сырца, снижения воздушной усадки, расширения интервала спекания, а также для получения изделий светлых тонов. При этом содержание каолиновых глин в шихте может достигать до 50%, что в случае использования привозного сырья существенно повышает себестоимость продукции, но с другой стороны – повышает качество изделий [7]. Не говоря уже о том, что для дорогостоящего в производстве лицевого кирпича отработаны составы шихты для хорошего результата и базируются они не на содержание  $Al_2O_3$  в шихте, а на минеральном составе. При этом показано, что применение добавок каолинитов позволяет улучшить технологические свойства шихт и повысить качество лицевого кирпича [6].

Добавление каолинита в портлендцемент улучшает удобоукладываемость и повышает устойчивость к водоотделению. Помимо этого, уменьшается расход пластифицирующей добавки, увеличивается прочность, снижаются усадоч-

ные деформации. Стоит отметить, что каолинит влияет и на морозостойкость и стойкость к воздействию щелочей и кислот. Примеров, где добавление каолинита, а не каолиновой глины улучшает качество конечной продукции множество.

#### **Учет глинистых пород в РФ**

В методических рекомендациях ГКЗ каолиновые глины, не говоря уже о каолините, не выведены в отдельный класс, который следует отдельно оценивать. Следствием этого одной из проблем для оценки каолиновой отрасли России является отсутствие публикации какой-либо официальной статистики по запасам и добыче каолина. Она отсутствует в официальных открытых источниках, таких, например, как госдоклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации», данных Росстата и Минприроды России. В неофициальных источниках в сети интернет она также отсутствует.

Наиболее дорогое сырье из глинистых пород (которые фигурируют в методических рекомендациях) – это бентониты. Работая с этим классом глинистых пород, уже давно опираются на минеральный состав. Каолин при этом является крайне растянутым понятием, и цена на сырье с подобным названием может отличаться в десятки раз (рис. 3) в зависимости от его качества и превосходить по цене бентониты.

Отдельный класс упомянутый в рекомендациях – это огнеупорные глины. На огнеупорные глины единых стандартов и технических условий нет. Они приняты для глин отдельных разрабатываемых месторождений, например, ТУ 14-8-152–75 для огнеупорных глин Латненского месторождения. Обычно в технических условиях устанавливаются пределы необходимого содержания  $Al_2O_3$ , требуемая огнеупорность, допустимое содержание  $Fe_2O_3$  и п.п.п. [8]. Однако, как было показано выше содержание  $Al_2O_3$  мало информативно, поэтому опираются на получаемый в процесс технологических испытаний результат (как и написано в методических рекомендациях). В этот момент происходит главная ошибка отечественного позиционирования каолинового сырья в целом. Сырью назначается тот класс потребления, кому он первому из заинтересованных лиц подошёл на производстве. Таким образом, реальная информация о технологических свойствах теряется. Это сильно затрудняет оценку запасов такого типа полезного ископаемого в РФ.

Аналогия происходящего – это если бы содержание алмазов в кимберлитовых телах определяли по содержанию углерода, а потом, добыв, его еще проверяли не подойдут ли высококачественные ювелирные алмазы в качестве абразива.

Таблица 1.

Направления использования каолина по Lorenz and Gwosdz, 1997 (с изменениями и дополнениями) [11]

Область применения	Продукция
Наполнители и абсорбенты	Бумага, резиновые изделия, пластмассы, краски, лаки, чернила, инсектициды, клеи, минеральные удобрения, фармацевтические продукты, косметические средства, моющие средства, свинцовые карандаши, цветные карандаши, асбестовые изделия, термопластичный кровельный материал, линолеум, текстиль
Связующее вещество	Шлифовальные круги, литейные формы, гранулированный корм для животных, электроды
Покрытие бумаги	Улучшение свойств бумаги
Керамика	Фарфор, фаянс, керамогранит, огнеупорная керамика, электротехнический фарфор, керамическая мембрана, керамические монолиты, катализаторы, шамот, настенная плитка, напольная плитка, санитарный фарфор
Для синтеза	Алюминий, сульфат алюминия, фосфат алюминия, цеолит, стекловолокно, кордиерит, муллит, вспучивающее вещество для бурения нефтяных скважин
Цемент	Белый цемент, огнеупорный цемент, кислотостойкий цемент, портландцемент

**Мировая практика**

В мировой практике уже давно выделяется каолин как отдельное полезное ископаемое (табл. 1.) Однако, стоит отличать каолин от каолинита, который чаще всего получен из каолина обогащением и используется совсем другими отраслями. Например, Ключевыми отраслями-потребителями каолинита в США по последним данным за 2019 год являются производство высококачественной бумаги (60%), красок (12%) и катализаторов (9%) [12]. В производстве бумаги каолинит используется как наполнитель (уменьшает стоимость бумаги с одновременным улучшением качества печати), а также как пигмент мелования, улучшая такие качества бумаги, как яркость, гладкость, глянец и поглощение чернил, что ведет к более точному воспроизведению при цветной печати. Мелованная бумага содержит до 35-40% каолина. Основными сегментами рынка сбыта являются: писчая бумага, бумага для печати, особенно для высококачественной цветной печати рекламы и другой продукции [1].

Следующее по значимости направление – химическая промышленность. Каолинит используется как наполнитель в следующих сегментах рынка: производство красок (в качестве белого пигмента), резинотехнических изделий, пластиков и пластмасс, клеящих веществ, уплотнителей, в фармацевтике. Также каолинит является безопасным материалом для человека, поэтому часто используется как наполнитель различных пищевых, фармакологических и косметических продуктов.

**Возможности обогащения**

Еще со времен 60-х годов прошлого века в СССР существуют ГОСТы для обогащенного каолина. Например, ГОСТ 20080-74 «Каолин обогащенный для производства электротермического силумина и ультрамарина» [1] и в нем даже указывается, что каолин бывает сухого им мокрого

обогащения и идет на разные цели. Однако, любые глинистые породы невозможно обогатить до обогащенного каолина и тем более до каолинита, без анализа минерального состава глины на стадии поиска и оценки (а сейчас нет требований определения минерального состава и при разведке), невозможно понять, что, собственно, нужно обогащать и зачем.

В качестве примера удачного технологического обогащения низкосортных каолиновых глин можно привести добывающие предприятия Бразилии. Бразилия является крупным производителем каолинита, объем производства которого в 2015 году составил почти 2,5 млн тонн, что составило 10% от общемирового объема. Главным источником каолинита Бразилии являются осадочные каолиновые отложения Бассейна р. Амазонки с их естественной высокой яркостью, мелкозернистым каолинитом и с отсутствием абразивных минералов (таких как кварц <5 мм). Именно эти каолины стали важными источниками высококачественного каолинита для производства высококачественной бумаги [10].

Бразильские месторождения – это перетолженные каолины в бассейне реки Амазонки, они представляют собой тонкие переслаивания каолинов и запесоченных прослоев, поэтому добываемая масса подвергается сложному обогащению (рис. 1,2). Отдельно стоит сказать, что «рудоконцентрат» в виде пульпы отправляют по трубопроводу в ближайший порт (более 100 км), там его до-обогащают и продают по всему миру [10].

**Каолиновые глины как объект недропользования**

Такое отношение к каолиновым глинам со стороны контролирующего органа приводит к нерациональному использованию недр и недополучению НДС бюджетом.

Статья 23 закона о недрах гласит:

- П.п. 5) обеспечение наиболее полного извлечения из недр запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов;

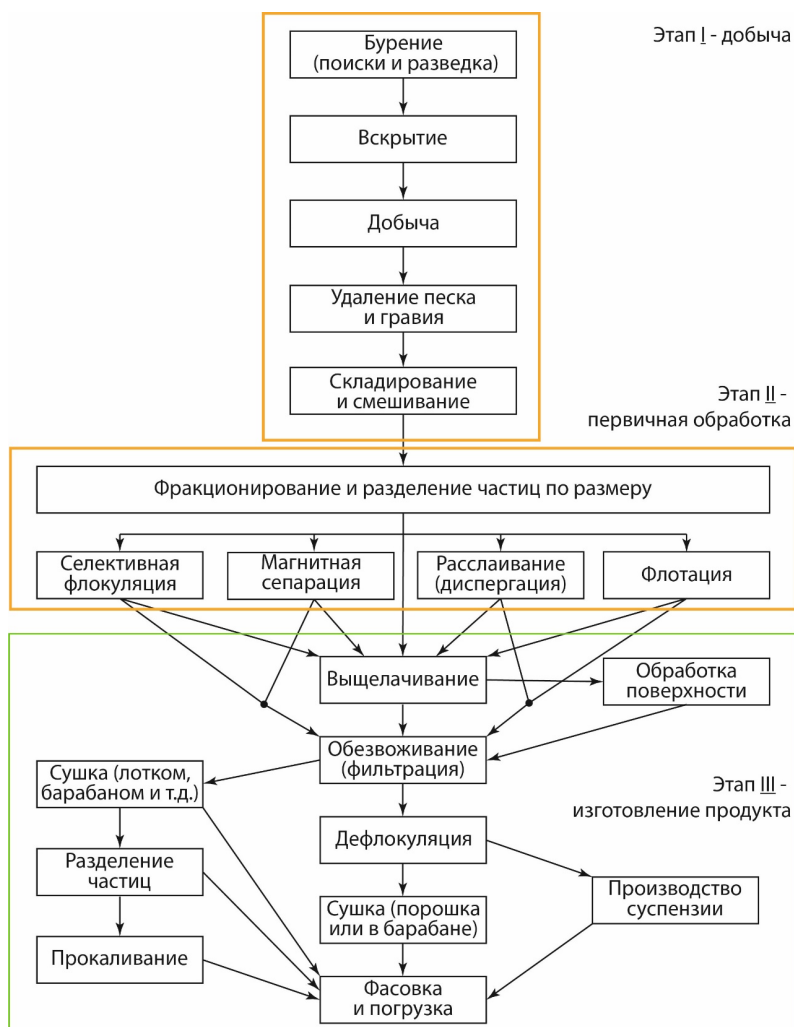
- П.п.6) достоверный учет извлекаемых и оставляемых в недрах запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и попутных компонентов при разработке месторождений полезных ископаемых.

Однако без переработки методических рекомендаций соблюдать эти требования невозможно. При отсутствии четких методических подходов невозможно полноценно использовать залегающие в недрах полезные ископаемые, относимые к глинистым породам. Например, с XIX века Кыштымское месторождение каолиновых глин именовалось как месторождение огнеупорных глин и основной продукцией был шамот и т.д. Однако, сейчас это предприятие производит обогащенных каолин в разной форме, который востребован у самых разнообразных отраслей.

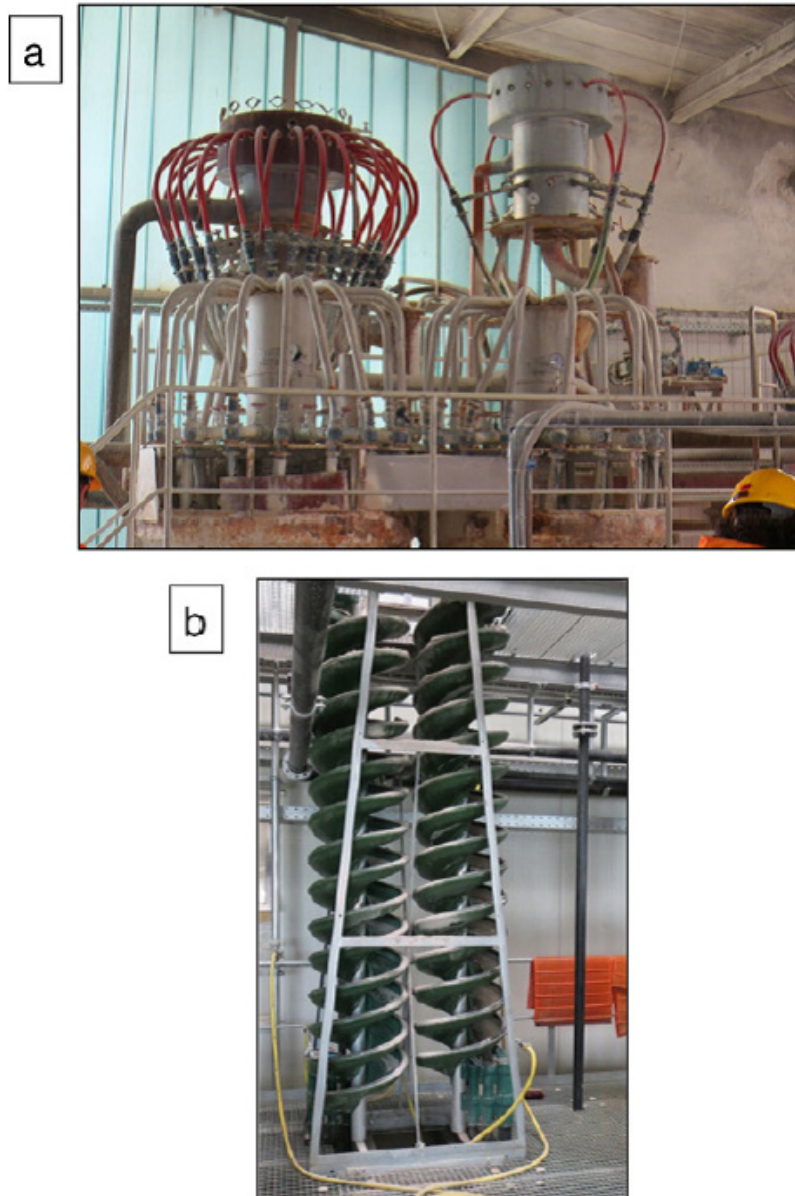
В связи с таким разнообразием встает вопрос о ценообразовании на каолиновые глины и оценку попутных полезных ископаемых залегающих совместно с ними. На **рисунке 3** показано, что цены могут достигать до 15 000 рублей за тонну сырья. При таком разбросе цен возникает вопрос как формируется выплаты НДСПИ недропользователей.

**Выводы и рекомендации**

Современные реалии требуют пересмотра существующего подхода к месторождениям глинистого пород. Важно учитывать существующие производственные потребности, провести чёткое позиционирование типов сырья по сферам потребления, а также оценить реальную стоимость сырья и не допускать ситуаций, когда высокосортные каолиновые глины используются на производстве низкосортного кирпича с соответствующим НДСПИ. Современные технологии позволяют производить оценку минерального состава глинистых пород и пол-



**Рис. 1.** Схема обогащения каолиновых глин по Dill H.G. [10]



**Рис. 2.** Устройства для обогащения каолина. А) Гидроциклон для классификации жидкой суспензии каолина на основе отношения их центростремительной силы к сопротивлению жидкости (Imerys, Tirschenreuth, Германия). б) Спиральный сепаратор – используется для отделения тяжелой фракции (Strobel-Quarzsand Freihungsand, Германия) [10]

ную гранулометрию, оценивать состав тяжёлой фракции и прочих неглинистых минералов. Такие требования надо включать в методические рекомендации ГКЗ.

Такое изменение необходимо для того, чтобы геологи могли, анализируя сырьё разведываемого месторождения по комплексу данных: минеральный состав, гранулометрия, содержание вредных примесей и т.д. определять, во-первых, наиболее рациональную индустрию использования, а во-вторых, оценивать возможность обогащения данных глинистых пород.

Необходимо актуализировать ГОСТы, опираясь на полные данные о минеральном составе и прочих свойствах, а не только на химический

состав руд. Как было показано химический состав не даёт точного понимания для чего может быть использована глинистая порода данного объекта.

На наш взгляд подход надо менять, рассматривать сырьё не с точки зрения конкретного производства, а с точки зрения геолога, который сможет самостоятельно определить тип данного месторождения. То есть, необходима унифицированная система учёта месторождений каолиновых глин с точно прописанными критериями оценки по всем типам его потребления.

Исходя из этих данных, можно будет говорить о рациональном недропользовании и формировать отчисления в бюджет в зависимости от сортности сырья.



### СООТНОШЕНИЕ ОБЪЕМА ПОСТАВКИ И ЦЕНЫ ЗА ТОННУ ГЛИНЫ ИЗ УКРАИНЫ И КАЗАХСТАНА

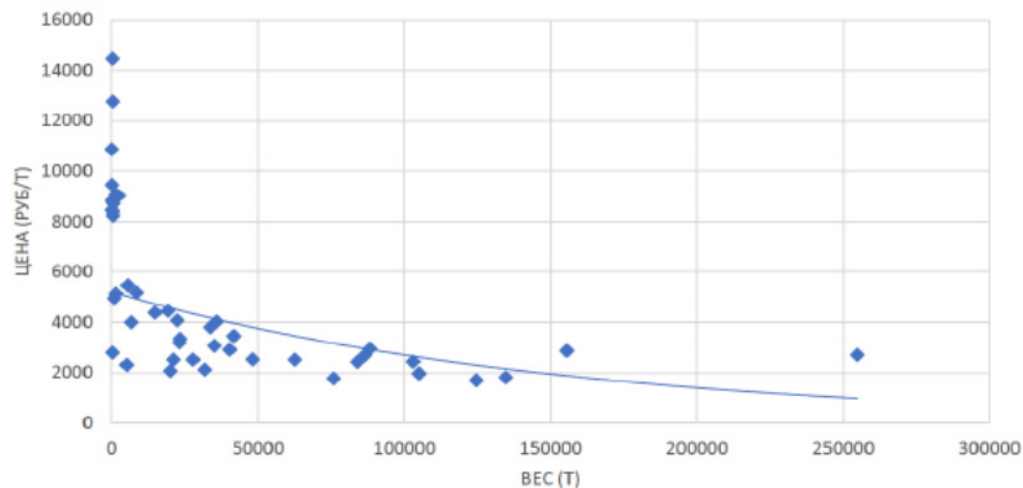



Рис. 3. Таможенные данные по экспорту каолинового сырья за 2020 год

Введение каолина в разряд дефицитного минерального сырья (стратегия развития геологоразведочной отрасли до 2035 года) делает необходимым учет запасов и ведение отраслевой

статистики запасов и ресурсов, а также учет недорпользователей как это делается в докладе о состоянии минерально-сырьевой базы по другим значимым для экономики полезным ископаемым. 

#### Литература

1. Богуславский М.А., Коршунов Д.М., Вильданов Д.И. Бразилия – основной поставщик каолинита. Особенности генезиса месторождений Бразилии / Всероссийская конференция с международным участием «Ломоносовские чтения». 2021. Москва. 23–29 апреля.
2. Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, переработанное и дополненное / под ред. О.В. Петрова. Санкт-Петербург, Изд. ВСЕГЕИ, 2010. 440 с.
3. ГОСТ 19608-84 «Каолин, обогащенный для резинотехнических и пластмассовых изделий, искусственных кож и тканей».
4. ГОСТ 20080-74: «Каолин, обогащенный для производства электротермического силумина и ультрамарина».
5. ГОСТ 24717-2004: «Огнеупоры и огнеупорное сырье».
6. Езерский В.А., Кролевецкий Д.В. Каолиновые глины – эффективная добавка в технологии лицевого керамического кирпича. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. №12, 2007. С. 44–46.
7. Езерский В.А., Парфенов А.И. Каолиновая глина Новоорского месторождения – эффективная добавка в производстве лицевого кирпича и клинкера // Строительные материалы. 2012. № 5. С.36–40.
8. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых «Глинистые породы». М.: ФГУ ГКЗ, 2007. 37 с.
9. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года.
10. Dill H.G. Kaolin: Soil, rock and ore from the mineral to the magmatic, sedimentary and metamorphic environments // Earth-Science Reviews. 2016. V. 161. P. 16–129.
11. Lorenz, W., Gwosdz, W., 1997. Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden, Teil 1, Tone. Geol. Jb. H 2, 1–108.
12. USGS: Clays report // Mineral Commodities Summary 2020. Наше см с6 2021

UDC 553.048, 553.612

**M.A. Boguslavskiy**, Ph.D. of Geologo-Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Geology, Geochemistry and Economics of Mineral Resources, Lomonosov Moscow State University, mboguslavskiy@yandex.ru

**D.M. Korshunov**, Ph.D. of Geologo-Mineralogical Sciences, Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Researcher, dmit0korsh@gmail.com

## METHODS OF EXPLORATION OF KAOLIN CLAYS AND STATE STANDARDS IN MODERN REALITIES REQUIRE SERIOUS CHANGES IN APPROACHES

**Abstract:** The article shows the need to revise the methodological recommendations for exploration of clay deposits with the introduction of mandatory analysis of mineral composition and granulometry. Confusion is shown, including in state standards, between kaolin and kaolinite. The principle of assessing the quality of raw materials today is too narrow for a full-fledged division of extracted raw materials by industry at the geologist's work. Due to the lack of a full-fledged analysis of raw materials, it is impossible to properly account for kaolins and especially kaolinite. This approach to the assessment of clay rocks leads to incorrect calculation of the mineral extraction tax and the under-receipt of significant funds by budgets of different levels. The article shows examples of the correct targeted use of raw materials and the possibility of improving the quality of products, which further confirms the need to introduce new state standards.

**Keywords:** kaolin clay, kaolinite, state standard, GOST enrichment.