

Липовеньковского массива по сети 50×50 м обусловлено изменением морфологии рудных тел, что вызвано характером эрозионного расчленения поверхности коры выветривания, изменяющегося в широких пределах на небольшой площади.

Данные сравнения по методу разрежения сети свидетельствуют об оптимальной плотности разведочных скважин не более 50×50 м. Полученные данные разведки обеспечивают допустимые отклонения параметров и позволяют надежно выделять блоки подсчета запасов не ниже кат. С₁. Сеть 50×50 м является граничной для применения на участках и месторождениях Побужья.

По совокупности данных разведки двух месторождений построены вариограммы, которые позволяют наметить оптимальную плотность разведочной сети (рисунок). Полученные графики отражают зависимость показателя вариации $y(h)$ от шага наблюдений. Так, по В.М. Крейтеру [6] значения вариации $y(h)$ для проб, отобранных на расстоянии друг от друга 10 м, соответствует очень неравномерному характеру распределения значений. На рисунке прослеживается анизотропия изменчивости содержания и мощности в рудных залежах. По мере увеличения шага наблюдений показатель вариации снижается. Для Восточно-Липовеньковского месторождения пилообразный характер кривой вариабельности по содержанию указывает на более сильную вариацию значений. Кривые вариации мощности двух месторождений являются сходными, но при этом плотность сети скважин отличается в среднем на 20 м.

Плотное расположение скважин по площади дает высокие значения диапазонов параметров оруденения. Уменьшение вариабельности значений достигается меньшим количеством скважин, что не обеспечивает требуемой достоверности данных разведки. Для получения достаточно достоверного объема данных при минимальном количестве скважин необходимый интервал вариабельности можно принять аналогично сети для коренных руд 50×50, 50×40 м, вариабельность которой не превышает 100 %.

Выводы

Наиболее оптимальной сетью при детальной разведке является сеть скважин 40×40 м со сгущением на отдельных участках до 40×20 м, что обеспечивает достоверность полученных разведочных данных для подсчета запасов категории не ниже С₁. Приемлемой сетью при поисково-оценочных работах на потенциально перспективных участках представляется сеть 100×50 м, позволяющая выделить общие контуры залежей, определить средние мощности и содержания, необходимые для подсчета ресурсов, получить общие характеристики месторождения и составить ТЭД.

Сокращение расходов на геологоразведочные работы за счет оптимизации плотности поисково-разведочных сетей может достигать 10 %. Полученные результаты являются основой для разработки рекомендаций по геометризации рудных тел и подсчету запасов нового геолого-промышленного типа хромитовых руд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин В.В. Технические средства и методика разведки месторождений полезных ископаемых. — М.: Изд-во МГУ. — 1994.

2. Гриншпун В.О. Металлургические свойства хромитовых руд Побужья и разработка рациональных режимов получения высокоуглеродистого феррохрома: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.16.02. — Днепропетровск, 2006.

3. Инструкция по применению классификации запасов и ресурсов полезных ископаемых государственного фонда недр к месторождениям руд черных металлов (железа, марганца и хрома): №155 от 18.10.2002. — Киев: ГРИФРЕ, Министерство экологии и природных ресурсов Украины, 2002.

4. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. — М.: Недра, 1979.

5. Каждан А.Б. Методологические основы разведки полезных ископаемых. — М.: Недра, 1974.

6. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. — М.: Недра, 1964.

7. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1: Металлические полезные ископаемые / Д.С. Гурский, К.Е. Есепчук и др. — Киев: Центр Европы, 2005.

8. Патент № 90336 (Украина), МПК В03В 9/06: Способ обогащения бедных хромитовых руд / С.Е. Поповченко и др. — Заявл. 25.09.2009. Бюл. № 18. Опубл. 26.04.2010. Бюл. № 8.

9. Перков Е.С., Поповченко С.Е. Морфологические особенности хромитовой минерализации в корях выветривания ультрабазитов Среднего Побужья // Научный вестник НГУ. — 2010. — № 9–10. — С. 9–14.

© Перков Е.С., 2014

Перков Евгений Сергеевич // perkov84@mail.ru

УДК: 553.61(679)+549.623.9

Егоров А.Ю. (ФГУНПП «Аэрогеология»)

ГАЛЛУАЗИТ: СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОБЫЧИ В РОССИИ

*Рассмотрены состав, структура и свойства галлуазита, показаны основные области его применения, приведены примеры двух основных зарубежных и двух российских месторождений. Сделаны выводы о перспективности освоения месторождений этого вида сырья в России. **Ключевые слова:** галлуазит, нанотрубки, медицина, полимерные покрытия, месторождение.*

Egorov A.Yu. (Aerogeologiya)

HALLOYSITE: MODERN USE AND POSSIBILITIES OF MINING IN RUSSIA

*Halloysite composition, structure and properties are described in the paper. Main areas of use are discussed as well. Two foreign and two Russian deposits are given as examples. It is drawn the conclusion about availability of such type of raw materials developing in Russia. **Key words:** halloysite, nanotubes, medicine, polymer coating, deposit.*

Галлуазит был открыт в XVIII в. и назван в честь О. d'Hallo, первым проанализировавшего этот минерал. Первоначально галлуазит использовался только в керамической промышленности для изготовления высококачественного фарфора. Однако после выявления его трубчатой структуры и развития нанотехнологий сфера применения этого минерала значительно расширилась и с каждым годом расширяется все больше [1–14].

Состав, структура и свойства галлуазита

Галлуазит встречается в природе в виде гидратированного минерала, состоящего из свернутых в рулоны алюмосиликатных листов. Идеальная формула галлуа-

зита $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ отличается от формулы каолинита только присутствием дополнительного слоя воды, который помещается между двумя соседними силикатными слоями. Если число $n = 2$, то минерал называется галлуазит 10А, поскольку расстояние между слоями равно примерно 10 Å. При нагревании межслоевая вода уходит и галлуазит переходит в свою модификацию 7А, где расстояние между слоями составляет 7,2 Å. При этом формула минерала становится $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Чистый галлуазит имеет белую окраску и легко разрушается в тонкий порошок. Однако за счет присутствия ионов Fe, Cr, Ti и других примесей минерал довольно часто окрашивается в различные цвета — от зеленовато-желтых до коричневых, реже голубоватых. Примеси замещают в его решетке ионы Al или Si. Плотность галлуазита составляет 2,53 г/см³, удельная пористость — 1,25 мл/г, удельная площадь поверхности — 65 м²/г.

На снимках в сканирующем электронном микроскопе (рис. 1) хорошо видна трубчатая структура галлуазита. Если трубку развернуть, то можно увидеть, что она состоит из двух слоев, один из которых сложен оксидом алюминия, другой — оксидом кремния.

Сворачивание пластин в трубки происходит из-за резкого различия в размерах ионов кремния и алюминия. При этом слой с оксидом алюминия при сворачивании трубки будет находиться внутри нее, а слой с оксидом кремния — снаружи. Оксиды алюминия и кремния, как известно, имеют разные ионизационные и диэлектрические свойства. В оксиде алюминия, например, помещенном в раствор с pH = 8,5, возникает

положительный заряд, в то время как в оксиде кремния при нахождении его в растворе с pH = 1,5 — отрицательный. Способность иметь различные заряды в наружных и внутренних частях галлуазитовых трубок дает возможность заполнять внутренние части трубок отрицательно заряженными молекулами. Размеры нанотрубок меняются от месторождения к месторождению. В целом их длина варьирует в пределах 0,5–1,5 мкм, наружный диаметр 50–200 нм, внутренний — 10–40 нм.

Указанные свойства дают галлуазиту много преимуществ перед другими природными минералами и синтетическими материалами, в том числе и теми, которые обладают нанотрубчатой структурой. К этим преимуществам относятся: его природное происхождение, относительная легкость и дешевизна добычи и обогащения, малые размеры частиц, высокая способность к дисперсии, катионному обмену, высокие значения удельной поверхности, определяющие быструю адсорбцию, высокая регенерационная способность. Ввиду полного отсутствия токсичности галлуазит помещен в список A4 (List of Minimal Risk Inert Ingredient) EPA (Environmental Protection Agency).

Основные сферы применения галлуазита

В настоящее время кроме фарфоровой промышленности, где галлуазит служит для получения высококачественного фарфора типа «bone china» и «fine china», т.е. костяного и тонкого фарфора, нанотрубки этого минерала используются в полимерной, лакокрасочной, цементной и пищевой промышленности, в медицине и фармацевтике, сельском хозяйстве, в катализаторах, молекулярных фильтрах и адсорбентах для очистки газа, нефти и других жидкостей, а также в производстве противопожарных агентов [2–7, 9–14]. Полости галлуазитовых нанотрубок являются эффективными контейнерами для заполнения их активными химическими агентами. Список этих агентов большой и включает в себя ингибиторы коррозии, биоциды, удобрения, лекарства, металлы и соли для производства функциональных полимерных композитов.

Самозалечивающиеся антикоррозионные и другие покрытия. Коррозия металлов является одним из основных процессов разрушения, ведущих к огромным экономическим потерям. Системы полимерных покрытий наносятся на металлическую поверхность, обеспечивая барьер для металлических конструкций от коррозии. Однако когда барьер поврежден, система покрытия не может остановить процесс коррозии.

В идеале нанорезервуары с ингибиторами коррозии равномерно распределяются в матрице защитной пленки и дозированно выпускают содержимое именно там, где есть повреждения коррозионного покрытия. Идеал был достигнут при использовании закупоренных трубок галлуазита, в которых «пробки» открываются при изменении pH среды. Таким образом, выход ингибиторов управляется самой коррозией, поскольку она сопровождается локальными изменениями pH. Когда процесс коррозии прекращается и pH возвращается к норме, выход ингибиторов из трубок останавливается.

Испытания в агрессивных средах, например в 60 %-ной азотной кислоте, бензотриазола (БТА), тетра-

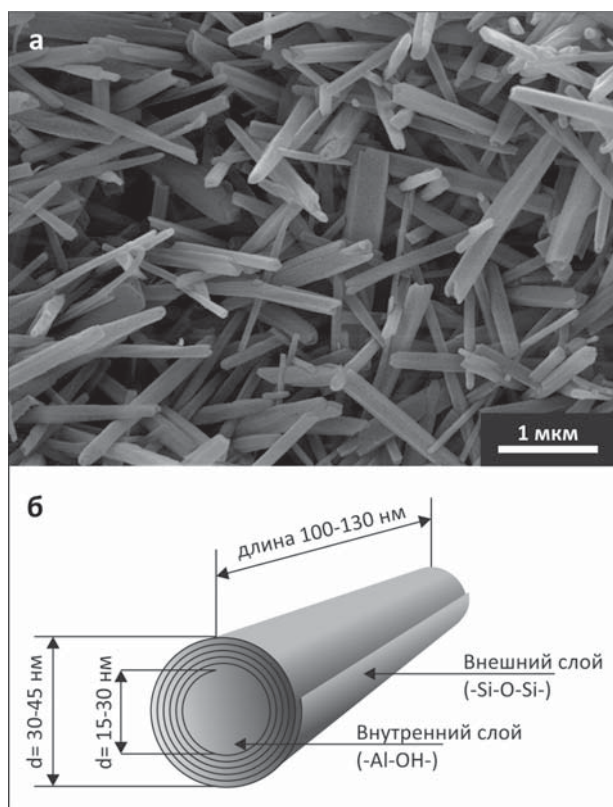


Рис. 1. Трубчатая структура галлуазита: а — снимок сканирующего электронного микроскопа, б — схематический рисунок многослойной трубки минерала

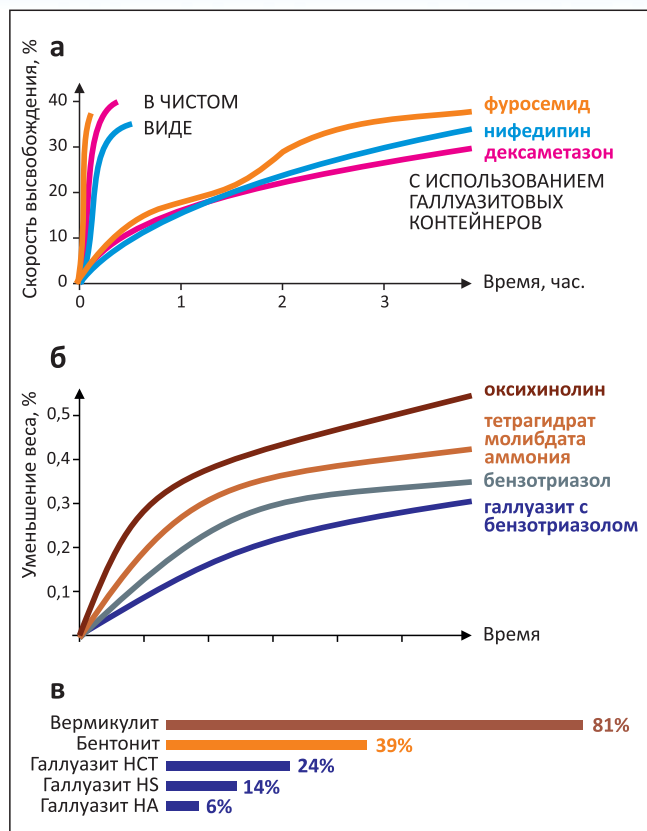


Рис. 2. Использование галлуазитовых нанотрубок: а — скорость высвобождения медикаментов в чистом виде и с использованием галлуазитовых нанотрубок в качестве контейнеров; б — зависимость устойчивости против кооррозии покрытия различных составов от времени выдержки в агрессивной среде; в — средние содержания аммония в газах после использования различных тестируемых адсорбентов

гидрата молибдата аммония (ТМБ) и оксихинолина-8 (ОХЛ), в том числе капсулированных в галлуазитовые нанотрубки, показывают, что помещенные в трубки, эти препараты «работают» значительно эффективнее, не говоря уже о самозалечивающем эффекте (рис. 2б).

Кроме антикоррозийных, разработан ряд других защитных покрытий, в которых активными веществами являются антисептики, противоплесенные препараты или медь, придающая полимерному покрытию электропроводность.

В США, например, разработано новое настенное покрытие, которое позволяет на время перекрывать доступ к мобильным сетям в помещениях. Эта необычная краска, созданная при помощи галлуазитовых нанотрубок, добываемых на месторождении Дракон в шт. Юта, позволяет изолировать залы в ходе концертов и конференций. Однако при этом предоставляет возможность возобновлять доступ сигнала в перерывах и антрактах.

Галлуазитовые нанотрубки в медицине. Для использования галлуазита в медицине наиболее важны три его свойства — биосовместимость, токсичность и способность к биодegradации. Многочисленные исследования показали, что биосовместимость галлуазита весьма высокая, токсичность низкая, а способность к биодegradации отсутствует. Из этого следует, что его можно применять для введения пероральных или местных

кожных препаратов, но нельзя использовать в инъекциях. Как и в производстве защитных покрытий, прежде всего галлуазитовые нанотрубки представляют собой контейнеры для медленного дозированного выделения лекарственных препаратов (рис. 2а), тем самым многократно увеличивая эффективность их действия и снижая побочные эффекты. Весьма эффективным оказалось также использование галлуазитовых нанотрубок для лечения ран и гангрено.

Кроме того, при создании зубных и костных имплантов введение галлуазитовых нанотрубок в состав цемента резко увеличивает его прочность и адгезивные свойства.

В *производстве косметики* используются как «контейнерные» свойства галлуазитовых трубок, благодаря чему дозируется подача активных веществ, так и их высокая сорбционная способность. Галлуазитовые нанотрубки добавляют в кремы, мази, лосьоны и спреи для увлажнения кожи и очистки ее от омертвевших клеток и различных неприятных выделений.

Использование галлуазита в *полимерной промышленности* основано на его способности к равномерной дисперсии внутри полимерного матрикса, что обусловлено оптимальными размерами нанотрубок. Попадая в полимерный матрикс даже в небольшом количестве (5 %), они ограничивают подвижность бензольных цепочек, придавая пластмассе повышенную прочность, упругость и износоустойчивость. При увеличении содержания нанотрубок они создают прочный каркас. При добавлении галлуазитовых нанотрубок в пластмассы, кроме ограничения подвижности бензольных цепочек, происходит быстрая кристаллизация за счет увеличения числа центров кристаллизации, которыми являются сами галлуазитовые трубки.

Аналогичные результаты получены при введении галлуазитовых нанотрубок в состав *цементов и бетонов* в качестве пуццолановой добавки.

Использование галлуазитовых нанотрубок в качестве катализаторов. Как известно, в выхлопных системах автомобилей катализаторами служат соединения палладия, платины и рутения [9, 14]. Все они достаточно дорогие. Применение галлуазитовых нанотрубок в качестве контейнеров для этих веществ позволяет дозировать их высвобождение, что приводит к продлению службы катализаторов и значительному удешевлению выхлопных систем.

На этих же свойствах основано использование галлуазитовых нанотрубок для заполнения их ферментами, которые являются катализаторами процессов пищеварения. В этом случае речь уже идет о создании биометических материалов, за которыми стоит большое будущее.

Использование галлуазита в качестве адсорбента. Эта область применения галлуазитовых нанотрубок базируется на большой величине их удельной поверхности и разности электрических зарядов на внутренней и внешней сторонах трубок. Как сорбент, галлуазитовые нанотрубки используются для очистки газов и жидкостей в промышленных трубопроводах. Преимущества галлуазитовых сорбентов перед другими наглядно иллюстрирует рис. 2в.

Очень хорошо галлуазит показал себя при удалении метилена и цинка из загрязненной воды. В этом случае сорбция основана, прежде всего, на катионном обмене.

Из приведенного краткого обзора областей применения галлуазита очевидно, что этот материал многогранен, он может быть использован в самых различных областях, особенно эффективно в инновационных, и за ним будущее.

Между тем промышленных месторождений, где он является основным сырьем и добывается в больших количествах, всего два. Одно из них расположено в Новой Зеландии [8], другое в США [14].

Геология промышленных месторождений галлуазита

Месторождение Матаури Бей (Matauri Bay) расположено на Северном острове Новой Зеландии в 210 км от Окленда. Галлуазитовые глины плащом покрывают купол санидиновых риолитов, датированных Ar-Ar методом в $10,1 \pm 0,03$ млн. лет. Риолиты прорывают более древние базальты и перекрываются аллювиальными осадками и более молодыми базальтами с возрастом около $4 \pm 0,7$ млн. лет. Галлуазитовые глины залегают на глубине 10–30 м. Мощность галлуазитовой толщи на этом месторождении составляет в среднем около 15 м. По данным химического анализа содержание Al_2O_3 в глинах составляет 35,50 %, SiO_2 50,40 %, Fe_2O_3 0,25 %, TiO_2 0,05 %. В глинистой фракции галлуазит несколько преобладает над каолинитом. В глинах отмечается значительная примесь кварца, содержание которого достигает 50 %.

Фенокристы первичного санидина и плагиоклаза полностью вымыты в зоне, обогащенной галлуазитом, и частично сохранились в более глубоких горизонтах. Галлуазит сформировался в результате гидролиза санидина, плагиоклаза и вулканического стекла риолитов, который привел к выносу K, Ca, Na и Si и обогащению OH и Al_2O_3 . Изотопные анализы водорода и кислорода показали, что происхождение галлуазита, скорее, гипергенное, чем гидротермальное, что подтверждается плащеобразной формой залегания галлуазитовых глин, а также отсутствием пирита, алунита и других сернокислых гидротермальных минералов.

Преобладание галлуазита над каолинитом объясняется исключительно влажными условиями субтропического выветривания, существовавшими в миоцене—плиоцене.

Галлуазитовые глины добываются здесь в двух карьерах, расположенных на двух риолитовых куполах Матаури и Махимахи (Mahimahi). Ежегодный объем добычи составляет 15–20 тыс. т. Галлуазит экспортируется отсюда в 23 страны.

Месторождение Дракон расположено в 120 км к юго-западу от столицы шт. Юта г. Солт-Лэйк Сити.

Два рудных тела галлуазитовых глин имеют неправильную трубообразную форму. Между ними расположено тело железных руд с глинистым матриксом. Рудные тела приурочены к доломитам свиты Аякс позднемелового возраста, прорванным кварц-монцитонитовыми порфирами комплекса Сильвер Сити третичного возраста и полностью контролируются региональной зоной трещиноватости северного—северо-восточного простирания.

Минеральный состав галлуазитовых руд очень неустойчивый. Из глинистых минералов в них встречаются галлуазит (как гидратированный, так и негидратированный), каолинит различных структурных модификаций, аллофан, аноксит, алунит, иллит, смектит (монтмориллонит и нонтронит), ярозит, из других минералов — пирит, апатит, гипс и гиббсит. Содержание галлуазита меняется от места к месту от 6 до 100 %.

Запасы глин месторождения оценены в 552,5 тыс. т в районе действующего рудника, 776,5 тыс. т в пределах Западной площади и около 4,5 млн. т в отвалах. Генезис галлуазита здесь считается контактовым метасоматическим.

Кроме указанных месторождений, галлуазит добывается в небольших количествах (до 3000 т) в Турции, Польше, Мексике, Малайзии и Казахстане. Присутствие же галлуазита отмечается во многих месторождениях. По генезису выделяются месторождения гидротермального замещения различных магматических пород — гранитов, риолитов, сиенитов, трахитов, диоритов, андезитов и даже базальтов, месторождения элювиальные, возникшие в результате химического выветривания любых пород в условиях теплого гумидного климата, и седиментационные, сформированные в результате переотложения глинистого элювия. Очень часто залежи галлуазитовых глин ассоциируют с угольными месторождениями.

Геология российских месторождений глин, содержащих галлуазит

В России промышленных месторождений галлуазита не выявлено. Он встречается в виде примеси, иногда значительной, в месторождениях каолиновых и алунитовых глин, аллофан-галлуазитовых пород, а также в коре выветривания никелевых месторождений Южного и Среднего Урала. Во всех перечисленных случаях галлуазит не является основным полезным ископаемым.

В качестве примеров рассмотрим два месторождения, различных по геологическому строению.

Шенуровское месторождение аллофан-галлуазитовых бокситоподобных пород расположено на правом берегу р. Упы вблизи д. Бутырки Киреевского района Тульской области. Оно детально разведано в 1955 и 1960 гг. На балансе числятся 132 тыс. т аллофан-галлуазитовых глин (кат. A+B+C₁), пригодных для крекинга нефти, с содержанием Al_2O_3 до 48 % и очень низкими значениями кремневого и железистого модулей. Месторождение не разрабатывается из-за крайне незначительных запасов.

Аллофан-галлуазитовые породы заполняют каровые депрессии в кровле известняков упинского горизонта нижнего карбона. Депрессии имеют сложную причудливую форму. Их размеры в плане изменяются в широких пределах — от первых метров до 420×140 м. С глубиной залегания депрессий связана величина вскрыши, которая варьирует от первых метров до 20–25 м. Мощность полезной толщи составляет в среднем 3,5 м (рис. 3).

По данным выполненного в Центральной лаборатории ГУЦР химического анализа валовой пробы массой в 200 кг, отобранной из аллофан-галлуазитовых пород, содержание Al_2O_3 составляет 38,52 %, SiO_2 34,64 %, Fe_2O_3 3,5 %, TiO_2 0,06 %.

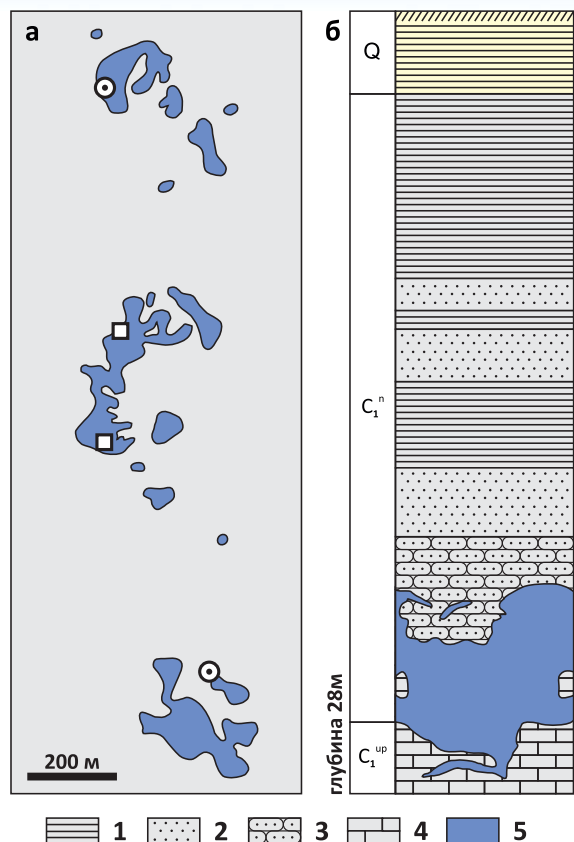


Рис. 3. Шенуровское месторождение — залежи аллофан-галлуазитовых пород, выполняющие каровые депрессии в кровле упинских известняков (а — в плане со снятыми перекрывающими отложениями, б — в разрезе шурфа): 1 — глины, 2 — пески, 3 — песчаники, 4 — известняки, 5 — аллофан-галлуазитовые породы

Основными минералами бокситоподобных пород по результатам иммерсионного, термического и рентгено-структурного анализов 98 проб являются галлуазит и аллофан, менее распространены гиббсит, псевдогиббсит, каолинит и алюмогидрокальцит. Было отмечено, что в различных частях месторождения соотношение галлуазита и аллофана меняется в значительной степени: содержания как одного, так и другого по отдельным пробам изменяются от 20 до 80 %. Средние содержания по месторождению составляют (%): аллофана 48,3, галлуазита 41,8, псевдогиббсита 7,7, гиббсита 2,2.

Имеются различия и в минеральном составе участков. На Северном и Южном участках преобладают аллофан-галлуазитовые породы, на Центральном — галлуазит-аллофановые.

В результате контрольного опробования, проведенного автором по трем шнековым скважинам глубиной до 15 м, было установлено, что в перекрывающих аллофан-галлуазитовые породы отложениях встречаются линзы глин с содержанием каолинита от 62 до 89 %. Мощность этих прослоев и линз варьирует от 1,5 до 4 м, а суммарная мощность составляет 5 м.

Месторождение каолинов Журавлиный лог расположено в Пластовском районе Челябинской области. Оно приурочено к юрской коре выветривания лейкократовых гранитов Поварненского комплекса (рис. 4). Продуктивная залежь прослежена с юго-запада на северо-восток на 2,5–3 км при ширине от 0,4 км в ее северной части и 1 км — в южной. К северо-западу от основной залежи зафиксирована еще одна протяженностью около 1 км и шириной 300 м. Кровля залежи неровная. Местами она выходит на дневную поверхность, но иногда погружается на глубину до 34 м. Суммарные запасы месторождения составляют более 60 млн. т галлуазит-каолинитовых глин.

В профиле коры выветривания гранитов выделяются две зоны — начальной и завершающей каолинизации.

Первая зона мощностью 3–10 м представлена рыхлыми продуктами выветривания зеленовато-серого или зеленовато-желтого цвета вследствие значительной примеси остаточного биотита и оксидов железа. Характерными минералами этой зоны являются реликтовые кварц, калиевый полевой шпат, слабо выветрелый биотит, а в самых нижних горизонтах и плагиоклаз. Из гипергенных минералов постоянно присутствует каолинит с примесью, иногда значительной, галлуазита.

Зона завершающей каолинизации имеет мощность от 25 до 42 м. Наличие в материнских гранитах в значительных количествах калиевого полевого шпата предопределяет выделение в составе этой зоны двух подзон — нижней каолинит-калишпатовой и верхней каолинитовой.

Галлуазит — характерный и обычный минерал каолинов месторождения Журавлиный лог; он присутствует по всему профилю коры выветривания в виде удлиненных трубчатых образований размером 1–5 мкм.

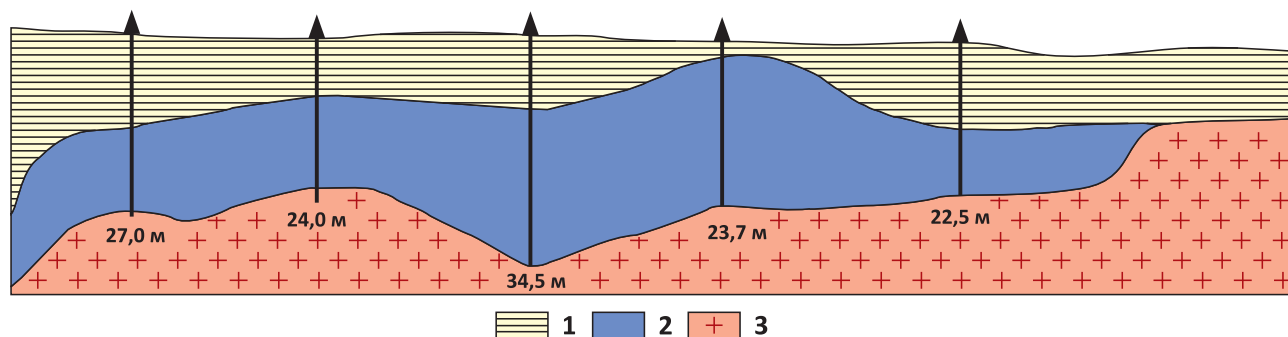


Рис. 4. Месторождение Журавлиный лог — протяженные линзы галлуазит-каолинитовых пород в коре выветривания щелочных гранитоидов (разрез по скважинам): 1 — глины, 2 — галлуазит-каолинитовые породы, 3 — дресва гранитов

Обычно галлуазит наблюдается во всех образцах в смеси с каолинитом, хотя отмечаются и гнездовидные выделения чистого галлуазита. Значительная и постоянная его примесь позволяет отнести каолины месторождения Журавлиный лог к галлуазит-каолинитовой минерально-промышленной разновидности каолинового сырья.

Выводы

Галлуазит является высокотехнологичным видом сырья, использующимся во многих отраслях человеческой деятельности. Сферы его применения постоянно расширяются и рынок растет.

Месторождений, содержащих галлуазит, очень много. Они разнообразны как по морфологии тел, так и по генезису. В гидротермальных месторождениях галлуазит обычно ассоциирует с алунитом, в осадочных — с каолинитом. Во всех месторождениях галлуазит, как правило, находится в агрегатах с другими минералами.

В мире существует всего два промышленных месторождения галлуазита, из которых он добывается в больших количествах и экспортируется в десятки стран. В процессе увеличения потребности в галлуазите неизбежно возникнет его дефицит, сопровождающийся ростом цены на это сырье.

Россия пока заметно отстает от развитых стран во внедрении этого вида сырья в различные сферы своей экономики.

Постановка цели промышленной добычи галлуазита в России с последующим извлечением из него нанотрубок требует решения следующих двух задач:

1) в пределах уже выявленных месторождений глин, содержащих галлуазит, попытаться разработать методику селективной добычи глинистых разностей, обогащенных галлуазитом, а также технологию последующего извлечения и очистки нанотрубок;

2) на основании анализа закономерностей распространения галлуазита во всех известных в мире месторождениях галлуазитовых глин и других пород, содержащих галлуазит в значительных количествах, установить прогнозные и поисковые признаки месторождений этого минерала и, используя эти признаки, выявить его новые промышленные месторождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минелина Р.Т. Оценка токсичности наноматериалов с использованием микроорганизмов: Дис. канд. мед. наук. — Казань, 2014.
2. Ваганов Г.В. Исследование и разработка эпоксидных порошковых композиций и покрытий, модифицированных силикатными наночастицами различной морфологии: Дис. канд. техн. наук. — СПб., 2012.
3. Фастов С.А. Новые решения в области разработки тампонажных растворов // Вестн. гражданских инженеров. — 2014. — № 3 (44). — С. 149–153.
4. Abdullayev E., Lvov Y. Halloysite Clay Nanotubes for Controlled Release of Protective Agents // J. Nanosci. Nanotech. — 2011. — N 11. — P. 10007–10026.
5. Abdullayev E., Lvov Y. Self-Healing Coatings for Metal Corrosion Protection on the Basis of Halloysite Nanotubes // Polim. Mater. Sci. Eng. — 2011. — V. 104. — P. 246–247.
6. Applied Minerals / Leading Producer of Halloysite Clay // Investor presentation. — 2012, November.
7. Du M., Guo B., Jia D. Newly Emerging Applications of Halloysite Nanotubes // Review. Polymer Intern. — 2010. — V. 59. — P. 574–95.
8. Geological Survey of New Zealand Newsletter, 2010. — V. 142. — P. 9–22.
9. Kamble R., Ghag M., Gaikwad B., Kumar Panda. Halloysite Nanotubes and Applications // A Review. J. of Advanced Scientific Research. Available online through. — 2012. — V. 6. — P. 103–112.

10. Liu M., Guo B., Du M. et al. Natural inorganic nanotubes reinforced epoxy resin nanocomposites // J. Polym. Res. — 2008. V. 15. — P. 205–212.
11. Lvov Y. et al. Timed Release of Medical Using Halloysite Clay Nanotubes // Nanoscale Research Letters. — 2011, November.
12. Ning N., Yin Q., Luo F. et al. Crystallization behavior and mechanical properties of polypropylene/halloysite composites // Polymer. — 2007. — V. 48. — P. 7374–7384.
13. Prashantha K., Schmitt H., Lacrampe M.F., Krawczak P. Mechanical behaviour and essential work of fracture of halloysite nanotubes filled poly amide 6 nanocomposites // Composites Science and Technology. — 2011. — V. 71. — P. 1859–1866.
14. Sigma Aldrich. Halloysite Nanotubes in Nanomaterials. Research. Open presentation — <http://www.sigmaaldrich.com/>

© Егоров А.Ю., 2015

Егоров Александр Юрьевич // egorov@aerogeologia.ru

УДК 662.641+662.642(571.56)

Москаленко Т.В., Михеев В.А. (Институт горного дела Севера СО РАН)

БУРЫЕ УГЛИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

*Рассмотрено состояние угольной сырьевой базы Республики Саха (Якутия) и перспективы ее освоения в рамках развития Дальнего Востока, приведено состояние запасов и возможности переработки бурых углей с получением гуминовых веществ. Показано, что применение разработанного в ИГДС СО РАН способа получения гуминовых веществ из бурых углей позволяет получать физиологически активные гуминовые вещества с высоким выходом. **Ключевые слова:** бурый уголь, запасы, гуминовые вещества.*

Moskalenko T.V., Mikheev V.A. (Mining Institute of the North SB RAS)

BROWN COALS SAKHA REPUBLIC (YAKUTIA) IS A RAW MATERIAL FOR HUMIC SUBSTANCES

*The resource base of the coal of the Sakha Republic (Yakutia) is considered. It is considered its progress in the development of the Far East and given the state of resources and the possibility of processing the brown coal to obtain the humic substances. For coals of the Sakha Republic (Yakutia) is also shown that the developed method for producing humic substances from brown coal (the developer of the method Institute of Mining of the North SB RAS) allows to obtain physiologically active humic substances in large quantities of humic acids yield. **Key words:** lignite, coal reserves, humic substances.*

Дальний Восток — наиболее удаленный от центра регион России, занимающий выгодное экономико-географическое положение в Азиатско-Тихоокеанском регионе, поскольку соседствует с такими странами, как Китай, Япония и США. Опережающее развитие стран Азиатско-Тихоокеанского региона в сравнении с общемировыми показателями заставляет по-новому взглянуть на место Дальнего Востока и Байкальского региона в политическом, экономическом и социальном развитии России, на их роль для России с глобальной точки зрения в стратегической перспективе. Уникальное географическое положение, мощнейшая сырьевая