

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, используемым 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 возможность 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

база, научно-технический и оборонный потенциал региона имеют для Российской Федерации большое геополитическое значение. В то же время эффективность использования богатой ресурсной базы низкая, что в первую очередь обусловлено существующими инфраструктурными и демографическими ограничениями.

Это отмечается в Федеральной целевой программе по развитию Дальнего Востока и Байкальского региона [6], целью которой является развитие транспортной, энергетической и инженерной инфраструктуры для обеспечения ускоренного развития этих территорий и улучшения инвестиционного климата в макрорегионе.

Действительно, в настоящее время экономика регионов Дальнего Востока имеет сугубо ресурсно-сырьевую направленность. Вместе с тем, если добывающие предприятия хотят идти в ногу со временем, они должны в качестве основного принять инновационное направление своего развития — переход к комплексной переработке добытого природного сырья, производству новых продуктов, конкурентоспособных на мировом рынке. Так, для угольной промышленности инновационный подход предполагает как внедрение современных технологий собственно в сферу угледобычи, так и применение технологий комплексной переработки угля, развитие углехимии.

Республика Саха (Якутия) является одним из мало развитых в инфраструктурном плане субъектов России. Огромная территория (3103 тыс. км² или 1/5 часть РФ) характеризуется чрезвычайно сложным рельефом и суровым климатом. Горнорудная промышленность Республики связана с добычей алмазов, золота, угля, газа, нефти и других полезных ископаемых. Республика, благодаря расположенным на ее территории угольным бассейнам — Южно-Якутскому, Ленскому, Зырянскому общей площадью около 780 тыс. км², а также восточной части Тунгусского бассейна, разрозненных месторождений в ее северо-восточной части, месторождений бухты Тикси и Новосибирских островов, — имеет в Дальневосточном регионе самые большие запасы бурых и каменных углей (48 %).

По состоянию на 01.01.2003 г. запасы углей Республики Саха (Якутия), числящиеся на Госбалансе, насчитывали 9750,9 млн. т по кат. А+В+С₁ и 4610,3 млн. т по кат. С₂. В 2012 г. на территории Республики добыча угля превысила 12 млн. т, и основную часть ее представляет коксующийся каменный уголь Нерюнгринского месторождения (Южно-Якутский угольный бассейн), который предназначен для коксования. Остальная часть добываемых углей традиционно используются для энергетических целей — тепловых электростанций, районных и промышленных котельных, как топливо для коммунальных и бытовых нужд.

Запасы бурых углей Республики, числящиеся на балансе, по состоянию на 01.01.2013 г. составляют 4452,3 млн. т по кат. А+В+С₁ (45,0 % от запасов Республики) и 1551,6 млн. т по кат. С₂.

Ленский бассейн с запасами углей 4999,1 млн. т по кат. А+В+С₁ и 1825,5 млн. т по кат. С₂ является крупнейшим в России. На долю бурых углей здесь приходится 87,4 % запасов (4418,6 млн. т по кат. А+В+С₁ и 1546 млн. т по кат. С₂).

Прогнозные ресурсы углей бассейна оцениваются в 801 160 млн. т (кондиционных — 566 223 млн. т; некондиционных — 234 937 млн. т), при этом преобладают бурые угли (64,6 % или 517 364 млн. т).

Месторождения бассейна с 1930-х годов разрабатываются для энергетических и коммунально-бытовых нужд центральных и северных районов Республики (подземным способом ведется добыча на месторождениях Джебарики-Хая, Сангарском, открытым — на Кангаласском, Кировском, Харбалахском, частично Джебарики-Хая).

Наиболее перспективным для освоения в пределах Ленского бассейна является Якутский угленосный район, находящийся в зоне строительства Амуро-Якутской магистрали, которая обеспечит транспортную связь между Ленским бассейном и Дальним Востоком. Этот угленосный район может стать основной сырьевой базой для развития энергетики и создания углехимической промышленности Якутии. При проведении разведочных работ необходимого целенаправленного комплексного изучения технологических свойств угля не проводилось, поэтому данные о количественном распределении ресурсов по качеству и возможным направлениям переработки и (или) нетопливного использования отсутствуют. Однако широкий диапазон марочного состава позволяет предположить, что угли Ленского бассейна представляют собой не только топливную базу, но и базу органического сырья для комплексной технологической переработки в различных направлениях.

Одно из перспективных направлений переработки бурых углей, не требующее больших капитальных вложений, — получение гуминовых веществ. Гуминовые вещества (ГВ) — это природные высокомолекулярные конденсированные ароматические соединения, являющиеся основной органической составляющей почвы, воды, а также твердых горючих ископаемых. В процессе геологоразведочных работ было установлено, что угли некоторых месторождений Республики характеризуются высоким выходом гуминовых кислот (табл. 1).

Существующие основные источники гуминовых веществ можно расположить в следующий ряд в порядке увеличения содержания в них ГВ: морские воды (до 1 мг/л), речные воды (до 20 мг/л), болотные воды (до 300 мг/л), почвы (1–12 %), торфа (до 40 %), бурые угли (до 64 %) [3, 4]. В буром угле содержание свободных гуминовых кислот снижается от марки 1Б (64 %) к марке 3Б (2–3 %) [3].

Таблица 1
Выход гуминовых кислот (НА)^{daf} из бурых углей Ленского бассейна [5]

Месторождение	(НА) ^{daf} , %
Кангаласское	28,8–33,9
Хапчагайское	28,8–38,2
Чай-Тумусское	12,6–53,6
Тыллахское	28,0–39,0
Западно-Тас-Юряхское	47,6–64,1
Западно-Улахан-Юряхское	35,6–45,7

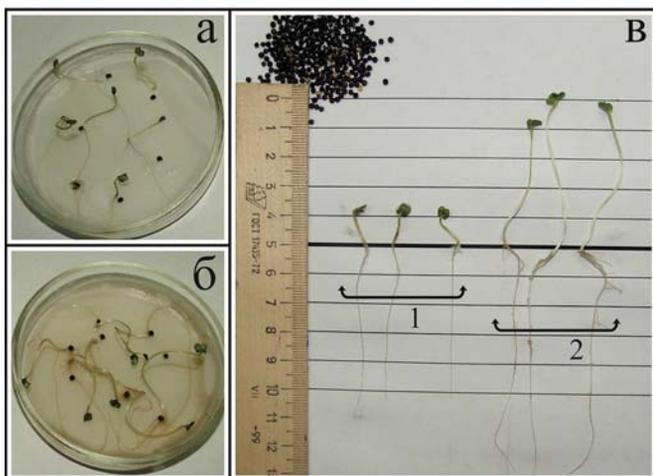


Рис. 1. Лабораторное тестирование гуминовых препаратов на семенах рапса (семидневное проращивание): а и в1 — проростки контрольной группы (без гуминовых препаратов); б и в2 — проростки, выращенные с применением гуминовых препаратов

Большой интерес к гуминовым веществам определяется их повсеместной распространенностью в природе и важнейшими биосферными функциями. Кроме того, на их основе создаются разнообразные гуминовые препараты для сельского хозяйства, медицины и промышленности, в частности:

биостимуляторы для растениеводства и животноводства;

реагенты, регулирующие реологические свойства водных растворов и суспензий в производстве строительной керамики, бурении скважин, приготовлении высококонцентрированных композиционных угольных топлив (ВУТ);

высокоэффективные сорбенты и ионообменные материалы;

препараты для рекультивации земель.

В промышленных масштабах существует несколько методов выделения гуминовых кислот в виде растворимых солей (гуматов). Классический метод выделения гуминовых веществ — это щелочная экстракция растворами аммиака или гидроксидами калия или натрия, альтернативный метод предлагает механическое измельчение бурого угля с твердой щелочью. Недостатком классического метода является низкий выход гуминовых веществ, сопоставимый с выходом свободных гуминовых кислот из исходного сырья, а недостатком альтернативного метода — получение так называемых балластных гуматов с высоким содержанием нерастворимого остатка [3].

В Институте горного дела Севера СО РАН разработан способ получения гуминовых веществ из бурых углей [2]. В соответствии с этой технологией бурый уголь определенной влажности и крупности перемешивается со щелочью и подвергается термообработке. После этого осу-

Таблица 2
Результаты выделения гуминовых веществ из бурых углей: I - по ГОСТ 9517-94 [1], II - методом термовыщелачивания (в опытно-промышленных условиях)

Месторождение	Выход гуминовых кислот, %	
	I	II
Кангаласское	21,2–31,8	До 75
Хапчагайское	15,8–16,6	До 60
Кировское	15,6–19,1	До 65

Таблица 3
Результаты натуральных испытаний в полевых условиях гуминовых препаратов, полученных по технологии ИГДС СО РАН

Место проведения полевых испытаний	Сельскохозяйственная культура	Повышение урожайности, %	
			с. Тюнгюлю
Республика Саха (Якутия)	с. Хатассы	Капуста	26,5–77,9
	пос. Чульман	Картофель	49,5
Забайкальский край, Чернышевский район, СПК «Байгульский»	Рапс	36,3	
	Овес	16,7	

ществляется экстракция гуминовых веществ водой и, при необходимости получения сухих гуматов, сушка. Применение данной технологии позволяеткратно увеличить выход гуминовых веществ из бурого угля (табл. 2).

Опробование в лабораторных условиях гуминовых удобрений, полученных из углей месторождений Республики, показало их высокую биологическую активность и эффективность как стимуляторов роста растений и удобрений, увеличивающих урожайность различных культур. Проведение лабораторных тестов гуминовых препаратов по изучению их физиологической активности на семенах рапса (рис. 1) дало следующие результаты: прирост корня — 20–66 %; прирост стебля — 70–85 %; прирост массы — 59–71 %.

Гуматы из бурого угля хорошо зарекомендовали себя при сельскохозяйственных испытаниях на картофеле,

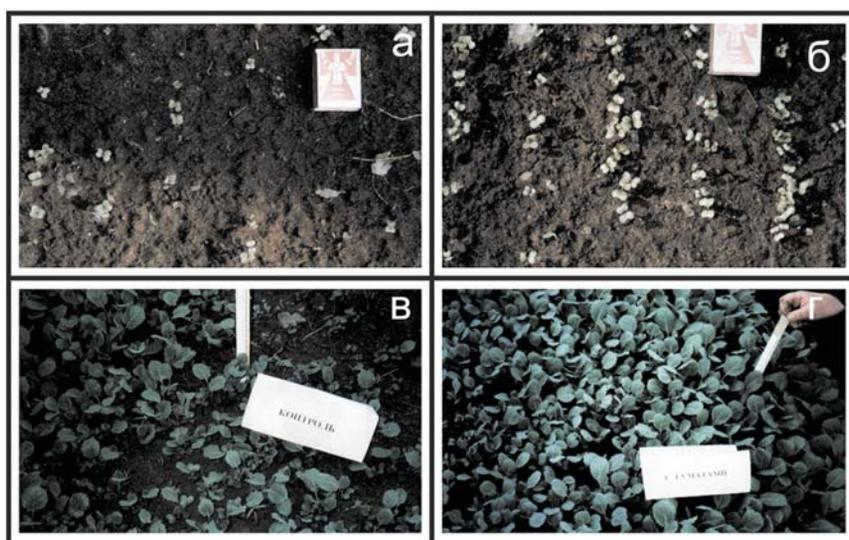


Рис. 2. Выращивание рассады капусты без гуминовых препаратов (а, в) и с их применением (б, г)

капусте и рапсе в полевых условиях, что наглядно видно на рассаде капусты (рис. 2). Результаты испытаний гуминовых препаратов на различных сельскохозяйственных культурах путем предпосевной обработки семенного материала и (или) двукратного полива (в зависимости от технических возможностей потребителя) приведены в табл. 3.

В заключение отметим, что по данным Федеральной целевой программы [6] на Дальнем Востоке производится лишь 42 % потребляемого продовольствия, площади сельскохозяйственных угодий по сравнению с 1990 г. сократились в 1,7 раза, площади пахотных земель сократились в 2,3 раза. С учетом вышесказанного, производство гуминовых веществ из бурых углей и их внедрение в сельское хозяйство позволит решить часть проблем как угледобывающей отрасли, так и агропромышленного комплекса не только Дальневосточного, но и других регионов России.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 9517-94. Угли бурые и каменные. Методы определения выхода гуминовых кислот. — М.: Изд-во стандартов, 1996.
2. Пат. 2174529 РФ. МКИ С 10 G 1/04, С 05 F 11/2. Способ получения гуминовых веществ / М.Д. Новопашин, М.И. Бычев, Г.И. Петрова, В.А. Михеев, Т.В. Москаленко; заявитель и патентообладатель — ИГДС СО РАН. — № 99122182, заявл. 22.10.1999; опубл. 10.10.2001. Бюл. № 28.
3. Перминова И.В., Жилин Д.М. Гуминовые вещества в контексте зеленой химии / Зеленая химия в России. — М.: Изд-во МГУ, 2004. — С. 146–162.
4. Российская угольная энциклопедия. В 3 т. Т. 1. — М.—СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.
5. Угольная база России. Т. 5. Кн. 2: Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока России. — М.: Геоинформмарк, 1999.
6. Федеральная целевая программа «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2018 года». — <http://minvostokrazvitiya.ru/upload/iblock/c31/fcp480update.pdf>

© Москаленко Т.В., Михеев В.А., 2015

Москаленко Татьяна Владимировна // labkiy@mail.ru
Михеев Валерий Александрович // labkiy@mail.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК 550.311:551.24(470.21)

Филатова В.Т. (Геологический институт КНЦ РАН),
Петров В.П. (КНЦ РАН)

СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ КЕЙВСКОГО БЛОКА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Рассмотрены тектоно-структурные и пространственно-временные особенности формирования земной коры Кейвского рудного района, вмещающего ряд крупных месторождений и рудопроявлений. Определена структура геофизических аномалий, выявлены ее корреляционные связи с петрофизическими характеристиками пород и стадийностью проявления деформационных и метаморфических процессов. Установлено, что тектонические режимы и характер метаморфических процессов могли существенно влиять на вещественный состав, строение и промышленную значимость месторождений полезных ископаемых Кейвского блока. **Ключевые слова:** Кейвы, неархей, палеопротерозой, Балтийский щит, геофизические поля, тектонические режимы, метаморфические процессы.

Filatova V.T. (Geological Institute KSC RAS), Petrov V.P. (KSC RAS)

STRUCTURAL AND MATERIAL HETEROGENEITY OF THE KEIVY BLOCK FROM GEOPHYSICAL DATA

Tectonic and structural, as well as time-and-space features of the Earth's crust formation of the Keivy ore area accommodating a number of major deposits and ore occurrences have been considered. The structure of geophysical anomalies within the area has been defined; its relation with petrophysical properties of the rocks and staging of deformation and metamorphic processes has been identified. The results showed that the tectonic regimes and the nature of metamorphic processes could signifi-

*cantly affect the material composition, structure and commercial value of the Keivy block mineral deposits. **Key words:** Keivy, Neoproterozoic, Palaeoproterozoic, Baltic shield, geophysical fields, tectonic regimes, metamorphic processes.*

В пределах Кольского региона Кейвская структура является наиболее интересным геологическим объектом из-за наличия в ней своеобразных архейских комплексов пород, которые в пределах других структур региона не наблюдаются. На территории Кейвского блока известно немало месторождений и рудопроявлений индустриальных минералов и редкометалльного сырья. В силу всего этого Кейвы рассматриваются многими исследователями как особая структура докембрия Балтийского щита со специфическими чертами геологии, развития и строения земной коры. Задача выявления тектоно-структурных условий формирования и пространственно-временных закономерностей развития земной коры региона является весьма актуальной. Корреляционные связи между физическими характеристиками пород, геофизическими полями, геологическими факторами, тектоникой и оруденением могут рассматриваться как информативный признак при выяснении условий рудообразования.

Геологические особенности района исследований. На территории северо-восточной части Балтийского щита в качестве главных структурных элементов выделяются архейские мегаблоки (области) — Мурманский, Кольский, Беломорский и Карельский, которые в своей взаимосвязи создают коллажное строение земной коры [5, 8, 12] (рис. 1). Современный структурный план региона в основном сформировался на завершающей стадии свекофенского тектогенеза, а его фундамент характеризуется сложной полициклической историей метаморфизма. Кейвский блок, встроенный в каркас Коль-