НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ УГЛЯХ ИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ В БАСЕЙНЕ РЕК ЯМУТАРИДА И ДЮНТАТУРКУ-ЯМУ НА СЕВЕРЕ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА

А.Н. ЖУРАВЛЕВ^{1,2}, И.Е. СТУКАЛОВА^{2,3,*}

¹ ФГБУ «Гидроспецгеология»

4, ул. Маршала Рыбалко, г. Москва 123060, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»

23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

³ ФГБУН «Геологический институт» Российской академии наук,

7, стр. 1, пер. Пыжевский, г. Москва 119017, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Получены новые данные по проявлениям бурого угля в северной части Енисей-Хатангского прогиба (район оз. Таймыр). Этот регион в последнее время неизменно привлекает к себе внимание геологов и нефтяников в связи с перспективной оценкой нефте-газоносности данной территории.

Цель: изучение литологических особенностей пород и вещественно-петрографического состава углей нового перспективного района Енисей-Хатангского прогиба на севере России.

Материалы и методы. Для изучения серии образцов углей и вмещающих пород был применен комплекс геологических, литологических и петрографических методов исследования.

Измерения производились на микроскопе-спектрофотометре фирмы Craic Spectrophotometer QDI-302 по стандартной методике (ISO 7404-5) в отраженном поляризованном свете с использованием эталона Spinel ($R_o = 0,426\%$), в масляной иммерсии, объектив 50 $\times$.

Рентгенофлуоресцентный анализ выполнен на приборе «Респект» с энергодисперсионным спектрометром без вакуума, рентгеновская трубка с серебряным анодом (регистрация элементов только от К до U. Анодное напряжение — 30 кВ. Ток — 0,3 мА. Время экспозиции (τ) — 300 с. Ось у — интенсивность характеристических линий, отн. ед.

Результаты. В результате детально охарактеризованы литологические особенности пород и изучен вещественно-петрографический состав углей. В спорово-пыльцевом комплексе из изучаемых отложений определены доминирующие ассоциации по преобладанию двухмешковой пыльцы хвойных Disaccites (*Pinaceae*). На основании этого установлен возраст пород бегичевской свиты как относящийся к альбскому и сеноманскому ярусам нижнего-среднего мела.

Заключение. Оценена степень изменчивости углей, определены их марки (технологические группы) и микроэлементный состав золы. Измерены величины отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества. Величины отражения витринитов (R_o) составляют от 0,32 до 0,52%, что соответствует стадиям изменения бурых углей, технологическим группам 1Б—3Б.

Ключевые слова: уголь бурый, витринит, меловые отложения, гелификация, рентгенофлуоресцентный анализ, альбский ярус, сеноманский ярус, бегичевская свита, оз. Таймыр, Енисей-Хатангский прогиб

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследования проведены по теме Госзадания ГИН РАН № 0135-2019-0073.

Благодарности: авторы благодарят Г.Н. Александрову (ГИН РАН), С.М. Ляпунову (ГИН РАН, химико-аналитическая лаборатория) и Н.В. Пронину (МГУ). Статья посвящается геологу-угольщику, выпускнику МГРИ, Заслуженному геологу РСФСР Е.В. Терентьеву, исследователю Донецкого, Печорского, Южно-Якутского и Таймырского угольных бассейнов [6].

Для цитирования: Журавлев А.Н., Стукалова И.Е. Новые данные об углях из проявлений в бассейне рек Ямутарида и Дюнтатурку-Яму на севере Енисей-Хатангского прогиба. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):16—26. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-16-26>

Статья поступила в редакцию 25.02.2020

Принята к публикации 28.08.2020

Опубликована 09.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

NEW DATA ON BROWN COAL OCCURRENCES IN THE YAMUTARIDA AND DYUNTATURKU-YAMU RIVER BASIN IN THE NORTHERN PART OF THE YENISEI-KHATANGA TROUGH

ALEXEY N. ZHURAVLÉV^{1,2}, IRINA E. STUKALOVA^{2,3,*}

¹ *Gidrospetsgeologiya*

4, Marshal Rybalko str., Moscow 123060, Russia

² *Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting*

23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

³ *Geological Institute of the Russian Academy of Sciences*

7, bld. 1, Pyzhevsky lane, Moscow 119017, Russia

ABSTRACT

Background. New information was obtained on brown coal occurrences in the northern part of the Yenisei-Khatanga trough (Lake Taimyr area). This region continues to attract the attention of geologists and oil producers due to its established oil and gas potential.

Aim. To study the lithological features of rocks and material-petrographic composition of coals from a new promising area of the Yenisei-Khatanga trough in northern Russia.

Materials and methods. A set of geological, lithological, and petrographic research methods was used to study a series of samples of coals and host rocks. Measurements were carried out on a QDI-302 Craic Spectrophotometer microscope with a 50× objective lens according to the standard methodology ISO 7404-5 in reflected polarised light using a Spinel standard (Ro = 0.426%) in oil immersion. X-ray fluorescence analysis was performed using a *Respect* device with an energy dispersive spectrometer without vacuum, having an X-ray tube with a silver anode (registration of elements only from K to U). Anode voltage — 30 kV. Current — 0.3 mA. Exposure time (τ) — 300 s. Y axis — intensity of characteristic lines, rel. units

Results. The lithological features of the studied samples were elucidated, and the material-petrographic composition of the coals was studied. In the spore-pollen assemblage from the studied deposits, the dominant associations were determined by the predominance of two-bag pollen of Disaccites (*Pinaceae*) conifers. On this basis, the age of the Begichevskaya Formation rocks was established as belonging to the Albian and Cenomanian stages of the Lower-Middle Cretaceous.

Conclusion. The degree of variability of coals was estimated; their grades (technological groups) and the trace element composition of ash were determined. The reflection values of vitrinites were measured in order to clarify the stage of changes in brown coals and obtain the quantitative characteristics of their quality. The reflection values of vitrinites (Ro) are from 0.32 to 0.52%, which corresponds to the stages of brown coal changes, technological groups 1B—3B.

Keywords: brown coal, vitrinite, Cretaceous sediments, gelification, X-ray fluorescence analysis, Albian stage, Cenomanian stage, Begichevskaya formation, lake Taimyr region, Yenisei-Khatanga trough

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: research was carried out on the subject of the State Assignment of the GIN RAS No. 0135-2019-0073.

Acknowledgments: the authors are grateful to G.N. Aleksandrova (GIN of the RAS), S.M. Lypunov (GIN of the RAS, chemical analytical laboratory), and N.V. Pronina (Moscow State University). The article is dedicated to the coal geologist, graduate of the Moscow State Geological Institute, Honored Geologist of the RSFSR E.V. Terentyev, a researcher of Donetsk, Pechora, South-Yakutia and Taimyr coal basins [6].

For citation: Zhuravlev A. N., Stukalova I.E. New data on brown coal occurrences in the Yamutarda and Dyuntaturku-yamu river basin in the northern part of the Yenisei-khatanga trough. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):16—26. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-16-26>

Manuscript received 25 February 2020

Accepted 28 August 2020

Published 09 November 2020

* Corresponding author

Настоящая работа посвящена актуальной проблеме угленосности меловых отложений северной части Енисей-Хатангского прогиба. Проявления бурых углей, локализованные в альбсеноманских отложениях района оз. Таймыр, принадлежат Таймырскому буроугольному району, относящемуся к Усть-Енисейской буроугольной минерагенической области. В этом районе в 30—50 км известно еще шесть проявлений углей в альбсеноманских и турон-коньякских разрезах мела. Четыре, наиболее крупные из них, расположены на северном и южном берегах оз. Таймыр, два — южнее, во врезках рек Биска и Ямутарида.

Проявления северного берега оз. Таймыр приурочены к альбским отложениям нижнего мела, представленным светло-серыми тонкозернистыми и среднезернистыми песками и песчаниками с редкими прослоями и линзами алевролитов, конкрециями сидерита, гальками глин. Бурый уголь в виде крошки, отдельных прослоев и пропластков встречается практически по всему разрезу. Залегание угольных прослоев горизонтальное. Мощность прослоев чаще всего невелика: от 0,1 до 0,5 м, но иногда они достигают 1 м, особенно в верхней части разрезов.

Проявления на южном берегу оз. Таймыр (мыс. Депту-Мала) залегают среди светло-серых алевроитов, зеленовато-серых глин и песков и представлены многочисленными прослоями (мощностью 0,1—0,15 м) бурого угля; один из пластов имеет мощность около 1 м. В совокупности с двумя ближайшими

прослоями он образует пласт сложного строения, общей мощностью ~ 1,5 м.

Проявления, расположенные южнее, установлены в альбских и турон-коньякских отложениях. Для них характерны угольные прослои небольшой мощности (от 0,1 до 0,5 м) и присутствие многочисленных тонких пропластков и линз песчанистого материала (нередко до 50% от объема пласта).

Почти все угли относятся к классу гелитолитов. Преобладающими типами являются липоидно-фюзинито-гелиты и липоидо-фюзинито-гелититы [5].

Технологический анализ углей показывает (судя по выходу летучих) примерно одинаковую степень метаморфизма; угли являются переходными от бурых к каменным. По качественным показателям (важность 9—13%, зольность 6—19%, выход летучих — 33—60%, теплота сгорания 19,17—30,51 МДж/кг) хорошо сопоставляются с углями правобережья р. Хеты и устья р. Хатанги [2].

В Таймырском потенциальном буроугольном районе запасы угля могут быть значительными. На изученной площади наибольший интерес представляет северный борт озера Таймыр, где в двух проявлениях выявлены угольные пласты промышленной мощности. Остальные проявления практического значения не имеют из-за малой мощности пластов и значительной примеси терригенного материала.

Результаты

По локальным выходам меловых пород, распространенных на площади около 2000 км²

Рис. 1. Расположение разрезов (1) и (2) альб-сеноманских отложений бегичевской свиты ($K_{1-2}bg$) по материалам ГГК-1000/2 (новая серия), S-47-49, [2]. Месторождения бурых углей: 1 — Юрунг-Тумус (Нордвик), 4 — Хатангское; каменных углей: 2 — Слободское, 3 — Крестьянское, 5 — Кайерканское

Fig. 1. Disposition of sedimentary complexes (1) and (2) of Early Cretaceous sands of Begichev formation ($K_{1-2}bg$), after new mapping [2]. Khatanga region, Taimyr basin, North Russia. Coal deposits of brown coals: 1 — Nordvik, 4 — Khatanga; bituminous coals: 2 — Slobodskoe, 3 — Krestyanskoe, 5 — Kaerkanskoe

в районе озера Таймыр, изучена серия разрезов альб-сеноманских отложений. В двух разрезах бегичевской свиты выявлены тонкие пласты и небольшие линзы углей. Ниже приводится подробное литологическое описание данных разрезов, петрографическая характеристика углей, данные рентгенофлуоресцентного анализа части отобранных образцов углей.

Изучаемые проявления угля в обнажениях 1 и 2 (рис. 1) расположены в районе озера Таймыр [3].

Проявления северного берега оз. Таймыр залегают в альбских отложениях нижнего мела, представленных песками, песчаниками с прослоями алевролитов и глин. Бурый уголь в виде отдельных прослоев и пропластков встречается практически по всему разрезу.

Т. 1 находится в верховье руч. Незаметный (правый приток р. Боотанкага), на крутом склоне

водораздела с абс. отм. 156,0, в 0,6 км юго-западнее этой отметки. Склон местами обрушился, открывая разрез меловых (сл. 6) и неоплейстоценовых (сл. 1—5) отложений (рис. 2). Сверху вниз (мощность в метрах) приводится описание разреза:

1. Сл. 1. Суглинки темно-коричневые, торфянистые с корнями растений 0,3
2. Супесь светло-коричневая с мелкими обломками и галькой 0,15
3. Супесь сильно песчанистая, переходящая вниз по разрезу в пески среднезернистые с сидеритовыми конкрециями с хорошо окатанной галькой местных терригенных пород с примесью гранитов, осветленных основных пород, красновато-коричневых мелкозернистых песчаников. Характерна высокая степень окатанности обломков и пестрота их состава. Повсеместно в слое отмечаются конкреции сидерита лилово-черного

Рис. 2. Разрез меловых и неоплейстоценовых отложений, верховье руч. Незаметный. Условные обозначения см. на рис. 5

Fig. 2. Sedimentary complex of Cretaceous and Neopleistocene sediments, upper stream Nezametnyi. For legend see Fig. 5

цвета, разнообразной формы: плоские, сферические, овальные, неправильные 1,3

4. Пески мелкозернистые серые с невыдержанными прослоями (5—10 см) из гальки мелкой и крупного песка 1,6

5. Горизонт песков крупнозернистых с галькой и гравием местных пород, обломками углефици-

рованной древесины и угольной крошки черного смолистого угля. Отмечается общая обохренность слоя. Контакты верхние и нижние резкие, горизонтальные 0,3

6. Пески светло-серые среднезернистые с рассеянной вкрапленностью и разобщенными прослоями и линзами черного угля, состоящими из целых кусков (10—15 см). На некоторых образцах сохранена текстура дерева (*обр. 2103/9*) >4

Минералогический анализ пород бегичевской свиты показал, что в легкой фракции преобладают кварц (53%) и полевые шпаты (37%), слюда (0—1%) и уголь (1%). Минеральный состав тяжелой фракции: циркон, магнетит, турмалин — ред. зн., гранат — 1%. Характерны единичные зерна графита и янтаря.

Спорово-пыльцевой комплекс (СПК) в слое 6 аналогичен установленному в Т. 2, на основании этого возраст меловых отложений в разрезе принят альб-сеноманским.

Образец № 2103/9 представляет собой гелифицированные спрессованные древесные остатки. Образец хрупкий, отчетливо выделяется раковистый излом, цвет черный, черта коричневая. По сравнению с образцами из разреза в Т. 2 немного более изменен.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа в образце угля № 2103/9 содержатся химические элементы, % вес: Ca — 0,66, Mn — 0,19, Fe — 0,31, Sr — 0,05, Zr — 0,003, Ti — 0,11, K — 0,28, Rb — 0,0003.

При микроскопическом изучении образца в проходящем свете наблюдаются крупные фрагменты гелифицированных, слабоизмененных гумусовых растительных тканей. Преобладают гелифицированные микрокомпоненты светло-коричневого и темно-коричневого цвета, слабо-разложившиеся, представленные структурным и бесструктурным витринитом (гуминитом) (рис. 3). Мелкие фрагменты, вероятно, более окисленные, темно-коричневого цвета представлены гелинито-фюзинитом. Наблюдается отчетливо выраженное волокнистое строение, клеточные полости вытянутые или изометричные, стенки клеток слегка набухшие. Практически все клеточные полости заполнены карбонатным материалом, скорее всего, сидеритом. Встречаются крупные и мелкие неокатанные зерна кварца.

Вероятно, это начальный процесс гелификации, т.е. изменения в водной, слабопроточной среде без доступа кислорода, без длительных переносов растительного материала и при быстром опускании области торфонакопления.

Рис. 3. Шлиф 2103/9. Микрофотографии в проходящем поляризованном свете, николи параллельны (а), николи скрещены (б); ув. $\times 100$

Fig. 3. Sample 2103/9. Photo under microscope in transmitted polarized light, nicols parallel (a), nicols crossed (b); $\times 100$

Для определения количественной характеристики стадии изменения в некоторых образцах углей определялась величина отражения витринита. Измерения производились на микроскопе-спектрофотометре фирмы Craic Spectrophotometer QDI-302 по стандартной методике (ISO 7404-5) в отраженном поляризованном свете с использованием эталона Spinel ($R_o = 0,426\%$), в масляной иммерсии, объектив $50\times$.

Величина отражения витринита в образце угля 2103/9 составляет $R_o = 0,52\%$ (0,5152), что соответствует стадии изменения бурых углей, технологических групп (марок) 2Б—3Б [1] (рис. 4).

Т. 2. находится в нижнем течении р. Дюнтатурку-Яму на ее правом берегу, в 11 км от устья. Крутой береговой обрыв высотой 14 м, расположенный в 40 м от уреза воды, сложен *бегичевской свитой* ($K_{1-2}bg$) альб-сеноманского возраста, представленной: светло-серыми и коричневатými песками, тонкозернистыми, пестроцветными мелко- и среднезернистыми, косослоистыми, с конкрециями сидерита, гнездами глин, прослоями и линзами угольной крошки и угля.

Снизу вверх в разрезе выделяются:

1. Пески мелкозернистые светло-серые, с глинистыми примазками горизонтальнослоистые. Видимая мощность, м 1
2. Алевриты серые горизонтальнослоистые ... 0,25
3. Пески коричневатого-серые среднезернистые горизонтальнослоистые, местами — с пятнами слабого ожелезнения. Ожелезнение отмечается также в тонких прослоях (1—3 см) в верхней части слоя. Местами по слоистости — угольная крошка и пыль в виде тонких (0,25 см и менее) слоев.

Слоистость горизонтальная, вверх по слою появляется косая с углом наклона $16\text{--}20^\circ$. Угольной крошки в косослоистых песках меньше. Угли хрупкие черные матовые (*обр. 2109/1а*) 2,3

4. Пески светло-серые среднезернистые обожженные по слоистости, с крошкой углей черных,

Рис. 4. Измерение величины отражения витринита в обр. 2103/9. $R_o = 0,52\%$

Fig. 4. Vitrinite reflectance, polished sample 2103/9. $R_o = 0.52\%$

- со смолистым блеском, размеры «крошек» — от пыли до 3 см, расположены прерывающимися ровными тонкими (0,5—3 см) слоями, пересекающимися и сливающимися между собой 0,35—0,5
5. Пески серо-бурые, с железистыми стяжениями в виде гнезд размером до 1—5 см, с конкрециями сидерита темно-серого цвета в количестве 15—25%; содержат гнезда диаметром 1—3 см серых глин, обломки (до 5 см) обугленной древесины (обр. 2109/1) 0,3
 6. Пески светло-серые горизонтальнослоистые среднезернистые, послойно слабо ожелезненные 1,5
 7. Пески коричневатые-серые среднезернистые косослоистые (угол 8—14°), с крошкой (1—3 см) углей по слоистости. Толщина слойков — не более 2 см, чаще — 0,5 см. По слоистости отмечается слабое ожелезнение 0,4
 8. Пески среднезернистые серо-коричневые, с гнездовидным интенсивным ожелезнением. Гнезда диаметром не более 0,5 см на выветрелой поверхности образуют специфичную пятнистую текстуру. В нижней части — прослой с более интенсивным ожелезнением 2,5
 9. Пески светло-серые тонкие алевроитовые неяснослоистые, косослоистые 1,1
 10. Пески среднезернистые горизонтальнослоистые интенсивно ожелезненные 0,5
 11. Пески, аналогичные слою 10, но с обломками угля черного, матового, хрупкого; размер обломков угля — первые см; с большим количеством (~20% объема породы) сидеритовых конкреций (обр. 2109/15, 2109/16) 0,5
 12. Пески среднезернистые пестрые (бурый, коричневый, желтый цвет) ожелезненные (ожелезнение — как общее, так и по субвертикальным зонам шириной 10—20 см); гнезда углей, аналогичные сл. 11, и обугленной древесины. Размер отдельных щепок и палок до 15 см 1,2
Общая мощность бегичевской свиты в разрезе — 12,05 м.
 13. Гляциофлювиальные валунники, галечники и пески ($fQ_{III}mr_3$) 0,4—1
Минералогический анализ пород показал, что в легкой фракции преобладают кварц (47—56%) и полевые шпаты (34—53%), обломки пород составляют 5—21%, в небольших количествах присутствуют также слюда и уголь (0—2%). В нижней части разреза кварц чистый, прозрачный, представлен угловатыми и полуокатанными обломками. Вверх по разрезу все более преобладающим становится кварц

с примазками и покрытый корочками гидроксидов железа.

Минеральный состав тяжелой фракции: сидерит — 21—81%, гранат — 4—25%, пироксены — 5—12%; эпидот и цоизит — 3—6%, анатаз, рутил, лейкоксен — до 6%, циркон — от ред. зн. до 5%, сфен — от ред. зн. до 3%, рудные минералы (магнетит, ильменит, хромит) — 6—39%, апатит — до 2%, единичные зерна — ставролит, дистен, турмалин, амфиболы, шпинель.

Для установления возраста отложений изучался споро-пыльцевой комплекс, анализы были выполнены в ГИН РАН Г.Н. Александровой.

В спорово-пыльцевом комплексе (СПК) из изучаемых отложений доминирующие ассоциации обнаруживают близкое сходство с комплексами верхнего альба и сеномана. Преобладание двухмешковой пыльцы хвойных *Disaccites* (*Pinaceae*), присутствие пыльцы хвойных древнего облика (*Piceapollenites*), существенное количество *Taxodiaceae-Cupressaceae*, малое разнообразие схийеиных (*Cicatricosisporites*, *Appendicisporites*), повсеместные *Osmundacidites* spp., *Laevigatosporites* ovatus, малочисленные, но разнообразные *Lycopodiumsporites*, *Aequitriradites*, *Rouseisporites* и единичная пыльца покрытосеменных *Tricolpites* характеризуются ассоциациями спор и пыльцы, близких к альбским. Сеноманский возраст СПК установлен на основании присутствия спор *Ruminatisporites delicatus*. Они имеют широкое горизонтальное распространение, приурочены только к сеноманскому ярусу и являются руководящими для вмещающих отложений. На основании этих данных возраст свиты определяется как альб-сеноман.

Образец № 2109/15, отобранный из прослоя 11 в Т. 2, представлен полугелифицированной древесиной, прослой по 0,5—1,0 см, чередуется более или менее измененная древесная ткань. Отмечаются внутренние секреторные выделения. Древесная ткань с хорошо выраженной телинитовой структурой (отчетливо прослеживается структурарастительной ткани). Образец темно-коричневого до черного цвета, есть и окисленная древесная труха. Цвет черты коричневый. Из микрокомпонентов присутствует семигелифузинит, который расщепляется на мелкие вытянутые осколки и щепки. Иногда по краям гелифицированных тканей встречаются желтые вкрапленники, похожие на смолу или кутикулу, как бы повторяющие контуры растительных тканей, возможно, суберинит (кора). Отмечаются желто-оранжевые выделения (иногда рыхлые) в самой древесине — секреторные выделения

Рис. 5. Разрез отложений бегичевской свиты ($K_{1-2}bg$) и муруктинского горизонта ($fQ_{III}mr_3$) в нижнем течении р. Джунтатурку-Яму

Fig. 5. Sedimentary complex (2) of Early Cretaceous sediments of Begichev formation ($K_{1-2}bg$) and Murukting horizon ($fQ_{III}mr_3$) approximately Dyuntaturku-Yamu river

наподобие смолы. Минеральная примесь, скорее всего, глинистая (каолинит). Вмещающие отложения — песок, нелигифицированный.

В образцах углей были определены содержания микроэлементов методом рентгенофлуоресцентного анализа в химико-аналитической лаборатории ГИН РАН.

Рентгенофлуоресцентный анализ выполнен на приборе «Респект» с энергодисперсионным спектрометром без вакуума, рентгеновская трубка

с серебряным анодом (регистрация элементов только от К до U. Анодное напряжение — 30 кВ. Ток — 0,3 мА. Время экспозиции (τ) — 300 с. Ось у — интенсивность характеристических линий, отн. ед.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа содержание химических элементов, % вес:

в образце № 2109/1 (слой 5, обнажение Т. 2):
Ca — 0,73, Mn — 0,02, Fe — 0,49, Sr — 0,01, Zr — 0,1, Nb — 0,002, Ti — 0,21, Cr — 0,01, Ni — 0,03, Ga — 0,003, As — 0,001;

в образце № 2109/15 (слой 11, обнажение Т. 2): Ca — 4,93, Mn — 2,22, Fe — 31,21, Sr — 0,03, Y — 0,001, Zr — 0,04, Nb — 0,004, Ti — 0,26, Cr — 0,02, Ga — 0,001;

в образце № 2109/16 (слой 11, обнажение Т. 2): Ca — 2,69, Mn — 3,46, Fe — 28,93, Sr — 0,01, Y — 0,001, Zr — 0,03, Nb — 0,001, Ti — 0, Cr — 0, Ga — 0.

В шлифе 2109/15 (рис. 6, а, б, г) по краям фрагментов растительных гумусовых тканей видно, что гелифицированное вещество находится на начальном этапе преобразования. Гелифицированное вещество в основном однородное, иногда комковатой структуры, темно-коричневого цвета. Среди микрокомпонентов можно отметить структурный и бесструктурный витринит, ксиленит и резинит. Большая часть — структурный комковатый

витринит и резинит. Витринит темно-коричневого цвета. Выделяются крупные полосы смолы ярко-желтого цвета (резинит), в скрещенных николях резинит анизотропен (рис. 6, в). Скорее всего, это стадия бурых углей (лигнитовая), технологическая группа (марка) 1Б [1, 7].

В образцах 2109/15 и 2109/16 были проведены измерения величин отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества. Величины отражения витринитов в образцах № 2109/15 и 2109/16 составляют $R_o = 0,32\%$ (0,3158) и $R_o = 0,48\%$ (0,4791), стадии изменения 1Б—2Б (рис. 7) и 2Б (рис. 8) соответственно. По показателю отражения витринита данные образцы относятся к бурым углям [1, 4, 7].

Рис. 6. Шлиф 2109/15. Бурый уголь. Виден структурный комковатый витринит и желтые включения смолы. Микрофотографии в проходящем поляризованном свете, николи параллельны; ув. $\times 100$

Fig. 6. Sample 2109/15. Brown coal. Structure vitrinite and yellow resinite. Photo under microscope in transmitted polarized light, nicolls parallel, $\times 100$

Рис. 7. Измерение величины отражения витринита в обр. 2109/15. $R_o=0,32\%$

Fig. 7. Vitrinite reflectance, polished sample 2109/15. $R_o=0.32\%$

Рис. 8. Измерение величины отражения витринита в обр. 2109/16. $R_o=0,48\%$

Fig. 8. Vitrinite reflectance, polished sample 2109/16. $R_o=0.48\%$

Выводы

1. Получены новые данные по проявлениям бурого угля в северной части Енисей-Хатангского прогиба в районе оз. Таймыр, важного региона для поисков новых источников углеводородного сырья.

2. Впервые проведены углепетрографические исследования для углей бегичевской свиты, в результате чего определены технологические группы (марки) углей и оценен микроэлементный состав пород и золы углей. В работе были измерены величины отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества.

3. Впервые точно установлен стратиграфический возраст вмещающих отложений по споро-пыльцевому комплексу.

4. Оценен микроэлементный состав пород и золы углей.

Заключение

Детально охарактеризованы литологические особенности пород и изучен вещественно-петрографический состав углей. В спорово-пыльцевом комплексе из изучаемых отложений определены доминирующие ассоциации по преобладанию двухмешковой пыльцы хвойных *Disaccites* (*Pinaceae*). На основании этого установлен возраст пород бегичевской свиты как относящийся к альбскому и сенманскому ярусам нижнего-среднего мела.

Оценена степень изменчивости углей, определены их марки (технологические группы) и микроэлементный состав золы. Измерены величины отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества. Величины отражения витринитов (R_o) составляют от 0,32 до 0,52%, что соответствует стадиям изменения бурых углей, технологическим группам 1Б—3Б.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авгушевич И.В., Сидорук Е.И., Броневец Т.М. Стандартные методы испытания углей. Классификации

- углей. М.: Реклама мастер, 2018. 576 с.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев

- СССР. Т. 12. М.: Недра, 1978. 395 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000. Лист S-47—49 — оз. Таймыр. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998.
 4. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. М.: Недра, 1994. 254 с.
 5. Петрографические типы углей СССР. Под ред. А.А. Любер. М.: Недра, 1975. 248 с.
 6. Российская геологическая энциклопедия. Приложение. М. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. 496 с.
 7. Стукалова И.Е., Сыкорова И., Мах К. Петрографические типы бурых углей. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2012. № 1. С. 27—33.

REFERENCES

1. Avgushevich I.V., Sidoruk E.I., Bronovec T.M. Standartnye metody ispytaniya uglej. Klassifikacii uglej [Standard Test Methods for Coals]. Moscow: Reklama master Publ., 2018. 576 p.
2. Geologiya mestorozhdenij uglja i gorjuchih slancev SSSR [Geology of coal and oil shale deposits in the USSR]. Vol. 12. Moscow: Nedra Publ., 1978. 395 p.
3. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1: 1 000 000. List S-47—49 — оз. Таймыр. Ob'jasnitel'naja zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000. Sheet S-47—49 — lake Taimyr. Explanatory note]. Saint Peterburg: VSEGEI Publ., 1998.
4. Eremine I.V., Bronovec T.M. Marochnyj sostav uglej i ih racional'noe ispol'zovanie [Coal grades and their rational use]. Moscow: Nedra Publ., 1994. 254 p.
5. Petrograficheskie tipy uglej SSSR. Ed. A.A. Ljuber [Petrographic types of coal in the USSR. Ed. A.A. Luber]. Moscow: Nedra Publ., 1975. 248 p.
6. Rossijskaja geologicheskaja jenciklopedija. Prilozhenie [Russian Geological Encyclopedia. Application]. Moscow—Saint Peterburg: VSEGEI Publ., 2014. 496 p.
7. Stukalova I.Ye., Sykорова I., Max K. Petrographic types of brown coals. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij — Geologiya i razvedka — Proceedings of higher educational institutions. Geology and exploration, 2012, no. 1, pp. 27—33. (In Russian).

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Журавлев А.Н. — работая в ФГУНП «Аэрогеология» и проводя геологическую съемку данной территории собрал полевой каменный материал для статьи, разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Стукалова И.Е. — разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Alexey N. Zhuravlev — worked in firm “Aerogeology” and during geology mapping in Taimyr region combined rocks material for investigations, developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

Irina E. Stukalova — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Журавлев Алексей Николаевич — кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела региональных работ ФГБУ «Гидроспецгеология»
4, ул. Маршала Рыбалко, г. Москва 123060, Россия
e-mail: zhuravlev@geomonitoring.ru
SPIN-код: 5448-1479
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6383-6687>

Alexey N. Zhuravlev — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), top manager of department of regional works, FSBI “Gidrospezgeology”
4, Marshal Rybalko str., Moscow 123060, Russia
e-mail: zhuravlev@geomonitoring.ru
SPIN: 5448-1479
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6383-6687>

Стукалова Ирина Евгеньевна* — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории седиментологии и геохимии осадочных бассейнов Геологического института РАН
7, Пыжевский пер., г. Москва 119017, Россия
e-mail: stukalova@ginras.ru
тел.: +7 (499) 953-66-18
SPIN-код: 7028-8177
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4639-2145>

Irina E. Stukalova* — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), senior researcher, Geological Institute of the RAS
7, bld. 1, Pyzhevsky lane, Moscow 119017, Russia
e-mail: stukalova@ginras.ru
tel.: +7 (499) 953-66-18
SPIN: 7028-8177
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4639-2145>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author