

— проведенные исследования позволили получить в одном масштабе (1:1 000 000) новую, единую для территории республики геохимическую информацию, на основе которой были выделены более локальные площади, перспективные на конкретные виды минерального сырья;

— необходима постановка следующего этапа работ в масштабе 1:200 000 на выделенных перспективных площадях, что позволит определить уже конкретные объекты для постановки поисково-разведочных работ на конкретные виды полезных ископаемых.

Геохимическая съемка с использованием современных методик, по сравнению с традиционной аналитикой, показала более высокую эффективность и контрастность в выделении аномальных зон на перекрытых четвертичными отложениями участков.

На основании проведенных работ можно сделать вывод о том, что рассмотренные методики — это экспрессный метод оперативного выделения перспективных локальных участков. Предложенные методики будут эффективны для крупных территорий, перекрытых мощными четвертичными отложениями, при локализации участков для постановки более детальных поисковых работ.

Вторичные ореолы рассеяния в целом наследуют элементный состав геохимических ассоциаций, характерных для первичных ореолов. Площадные аномалии Au, As, Bi, W, Te (\pm Sn, Sb), выявленные по результатам работ 2016–2018 гг. и по данным предшественников, охватывают выходы апикальных частей гранитоидных штоков и зоны ороговикованных и метасоматически измененных вмещающих пород. На всех выявленных рудопроявлениях высококонтрастные аномалии Au, As и Bi уверенно картируют площади развития штокеркового золото-редкометалльного оруденения и могут служить надежным поисковым признаком.

Отдельной проблемой геохимических исследований является задача отличия наложенных ореолов «промышленного оруденения» от зон рассеянной минерализации [5]. Поскольку геохимический спектр элементов-индикаторов в обоих случаях близок, то решение этой проблемы представляет собой трудную задачу. В благоприятных случаях она может быть решена путем выбора геохимического показателя, представляющего собой отношение между произведениями линейных продуктивностей группы «низкотемпературных» (надрудных) элементов (числитель) и группой «высокотемпературных» (околорудных и рудных) элементов (знаменатель), которое по смыслу отвечает мультипликативному коэффициенту рудно-геохимической зональности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский, В.И. Избранные труды, т. I–VI / В.И. Вернадский. — Изд. АН СССР, 1954–1960.
2. Ворошилов, В.Г. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / Томский политехнический университет / В.Г. Ворошилов. — Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. — 104 с.

3. Гольдберг, И.С. Поиски рудных объектов на основе полярной зональности геохимических систем // Прикладная геохимия. Вып. 3 / И.С. Гольдберг, Г.Я. Абрамсон, В.Л. Лось. — М.: ИМГРЭ, 2002. — С. 305–324.
4. Гольдшмидт, В.М. Сборник статей по геохимии редких элементов / В.М. Гольдшмидт. — М. — Л., 1938.
5. Григорян, С.В. Вторичные литохимические ореолы при поисках скрытого оруденения / С.В. Григорян, В.И. Морозов. — М.: Наука, 1985.
6. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — М.: Недра, 1983. — С. 191.
7. Питулько, В.М. Основы интерпретации данных поисковой геохимии / В.М. Питулько, И.Н. Крицук. — Л.: Недра, 1990. — 336 с.
8. Практика геологических разведок и минеральных ресурсов в странах Центральной Азии (на русском и китайском языках). ISBN 978-7-5605-6557-6. Xi'an Jiaotong university press. 2014. — С. 98–127.
9. Росляков, Н.А. Проблемы количественного геохимического прогноза рудных месторождений // Геохимические критерии прогнозной оценки оруденения / Отв. ред. Н.А. Росляков. — Новосибирск: Наука, 1990. — С. 193–214.
10. Рослякова, Н.В. Эндеогенные ореолы месторождений золота / Н.В. Рослякова, Н.А. Росляков. — Новосибирск: Наука, 1975. — 132 с.
11. Скрыбин, В.Ф. Геохимические поиски рудных месторождений в Узбекистане: общие сведения, опыт применения, задачи и пути их решения, рекомендации. Методические пособия / В.Ф. Скрыбин, Ф.К. Диваев, М.М. Пирназаров. — ГП «ИМП». Ташкент, 2016. — С. 154.
12. Ферсман, А.Е. Геохимические и минералогические методы поисков. — Т. 2. / А.Е. Ферсман. — Изд. АН СССР, 1955.
13. Richardson, C.Y. Metaldepleted root zones of the Troodos ore-forming hydrothermal system, Cyprus // Earth and Planetary Science Letters / C.Y. Richardson, J.R. Cann, H.G. Richards, J.G. Cowan. — 1987. — Vol. 846. — P. 243–253.
14. Robertson, L.D.M. Depletion haloes in rocks surrounding the Cobar Orebodies, NSW, Australia: implication for exploration and ore genesis // J. Geochem. Explor. / L.D.M. Robertson, G.F. Taylor. — 1987. — Vol. 27. — P. 77–101.

© Коллектив авторов, 2020

Исоков Максуд Узокович // info@gpniimr.uz
Мовланов Жахонгир Журабекович // jahongir79@mail.ru
Марипова Саодат Торахановна // info@gpniimr.uz
Абдуллаев Лочинбек Анваржонович // info@gpniimr.uz

УДК 553.93

Солдатов К.В. (ООО «УК «Северная Звезда»)

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО УГЛЕННОСТИ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА

*Открытие месторождения Малолемберовское имеет важное значение для перспектив освоения западной части Таймырского бассейна. Это может являться хорошим импульсом к дальнейшему наращиванию угольного потенциала Арктической зоны России. Промышленное освоение углей бассейна может быть ориентировано на поставки грузов в западную часть России и в Европу, обеспечить развитие Северного морского пути. **Ключевые слова:** Таймырский угольный бассейн, антрацит, месторождение Малолемберовское, запасы, ресурсы.*

NEW DATA ON COAL CONTENT OF PERM DEPOSITS OF WESTERN TAYMYR

*Discovery of Malolemberovskoe coal deposit have been of grate significance for assimilation prospects of western part Taymyre basin. This can be a very good impulse for increase the mineral base of Russian Arctic zone in the future. Development coal mining industry of Taimyrian basin may be direct at the delivery cargo into western Russia and Europe across Northen sea way. **Keywords:** Taymyrian coal basin, anthracite, Malolemberovskoe coal deposit, inferred and indicated resources.*

Таймырский угольный бассейн (Тайбасс) является самым северным в стране и имеет важное значение для развития Арктики и Северного морского пути.

Систематическое изучение Тайбасса началось в тридцатые годы прошлого века с его западной части, вблизи поселка Диксон. Западно-Таймырской экспедицией Научно-исследовательского института геологии Арктики и Горно-Геологического управления Главсевморпути были выявлены углепроявления Лемберовское и бухта Лемберова.

Первые планомерные исследования проводились в 1931–1940 гг. Западно-Таймырской экспедицией Арктического научно-исследовательского института и горно-геологического управления Главсевморпути под руководством Т.П. Кочеткова, Е.М. Люткевича [1]. Основной задачей работ явилось определение возможностей промышленной эксплуатации углей. В этот период выявлены угленосные проявления Лемберовское и бухта Лемберова, а на прилегающей территории были открыты и оценены угольные месторождения Пясинское, Слободское, Крестьянское и ряд других (И.М. Мигай, 1947). В.П. Тебеньковым и И.А. Шведовым были проведены тематические работы по изучению стратиграфии пермских угленосных отложений, результатом которых явилась разработанная стратиграфия продуктивных отложений перми.

После Великой Отечественной войны начался следующий этап, который продолжался до начала 1960-х годов. Проводились государственная геологическая съемка масштаба 1:1 000 000 и масштаба 1:200 000, которые явились основой планомерного изучения Западного Таймыра. Геологическую съемку про-

водили В.И. Ушаков, Д.Н. Федотов, Ю.Н. Комаров, Н.М. Тимофеев. Получены обширные материалы по стратиграфии, магматизму, тектонике, обнаружены проявления каменных углей рек Лемберовой илевой Убойной на Западном Таймыре (А.Б. Алексеева, 1959). Итогом многолетних исследований явилась оценка территории на полезные ископаемые.

Следующий этап исследований начинается с середины 1970-х годов тематическими работами И.С. Грамберга и Ю.Г. Гора, изучившими угленосно-терригенные отложения верхнего палеозоя (Ю.Г. Гор и др., 1976). В этот же период началось аэрофото-геологическое картирование Таймырской складчатой области масштаба 1:200 000 Геологосъемочной экспедицией ПГО «Красноярскгеология». Была впервые предложена принципиально новая легенда для Государственной геологической карты СССР масштаба 1:200 000. Получены новые данные по стратиграфии, тектонике, магматизму, и была дана новая оценка перспектив территории на полезные ископаемые и, в частности, Западного Таймыра. Этот регион был оценен как наиболее перспективный на поиски медно-никелевых руд; весьма высоко оценивались перспективы на коксующийся каменный уголь.

С 1980-х годов начинается следующий этап изучения Западного Таймыра. Норильской экспедицией были проведены поисково-оценочные работы на коксующийся уголь и поиски медно-никелевых руд. С 1985 г. Геологосъемочной экспедицией ПГО «Красноярскгеология» проводится групповая геологическая съемка и геологическое доизучение масштаба 1:200 000. В процессе геолого-съемочных и тематических работ разработана новая легенда для интрузив-

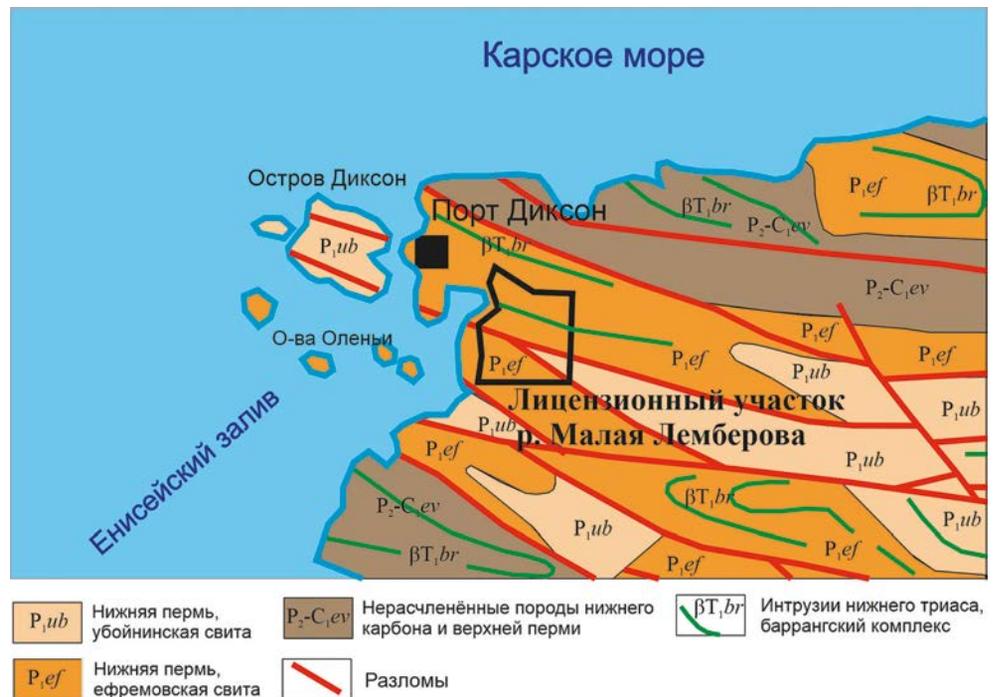


Рис. 1. Схема расположения участка р. Малая Лемберова (на момент 2017 г.) масштаба 1:1 000 000

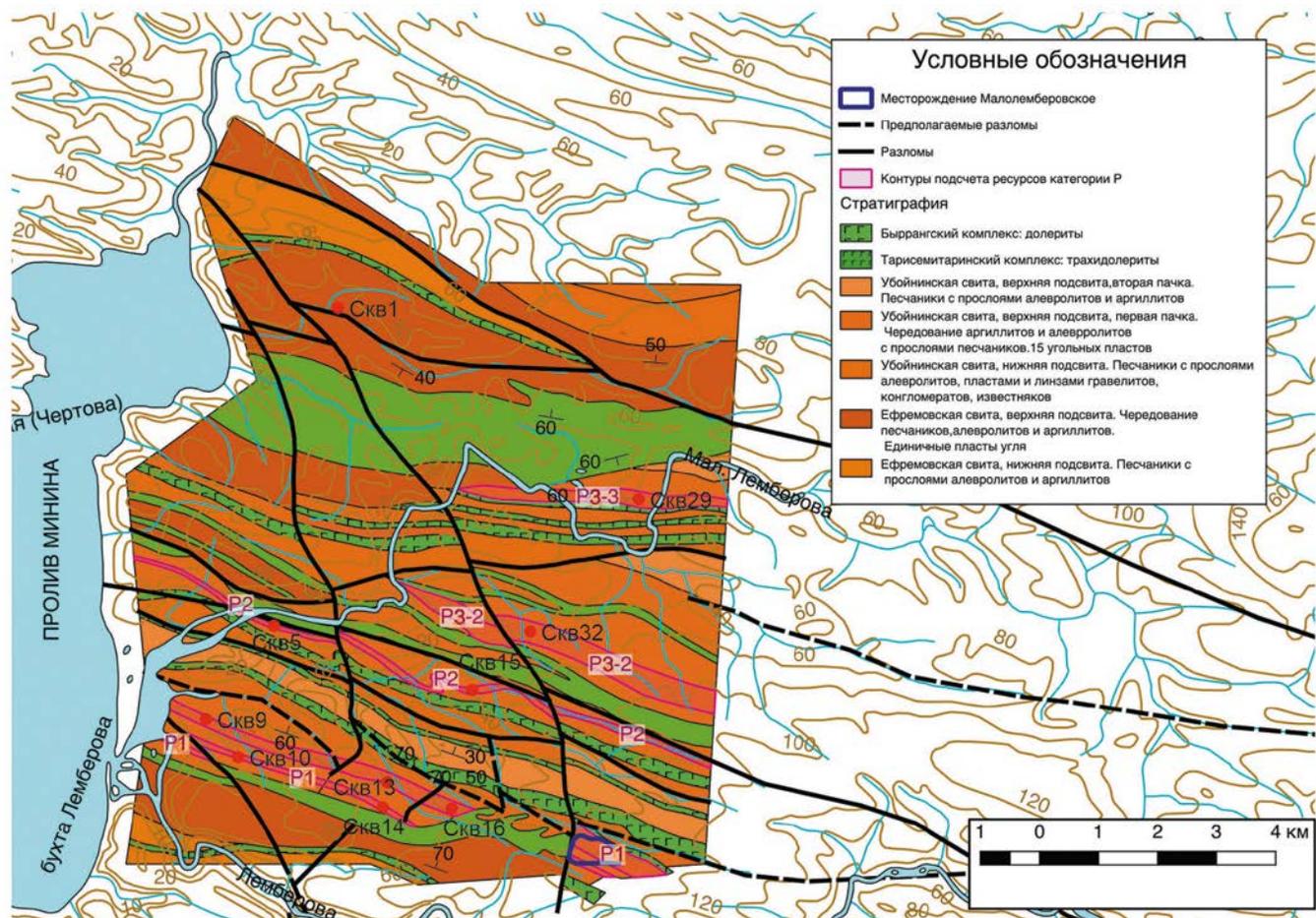


Рис. 2. Геологический план участка р. Малая Лемберова

ных и вулканогенных образований Западного Таймыра и сделан ряд дополнений по другим уровням. Впервые установлен новый тип магматизма для этого района — лампроитовый.

В 2000 г. впервые были составлены карта четвертичных образований, литологическая карта поверхности морского дна. Были выделены эоплейстоцен-среднеэоплейстоценовые ледниково-морские, проблематичные погребенные самаровско-тазовские ледниковые, морские казанцевские и казанцевско-каргинские отложения.

В 2010 г. ОАО «Красноярскгеолсъемка» выполнены работы по подготовке Государственной геологической карты масштаба 1:200 000 в западной части Таймырского п-ова с целью составления многоцелевой геологической основы для решения различных народнохозяйственных задач: планирование геологоразведочных работ, проведение природоохранных мероприятий, оценка перспектив территории на каменные угли, медь, молибден и другие полезные ископаемые. В состав работ вошли: сбор, анализ и систематизация геологических, геофизических и дистанционных материалов, полученных в результате геолого-съёмочных, тематических, поисковых работ прошлых лет, а также обобщение и систематизация фондовых и опубликованных материалов. Приведены сведения по стра-

тиграфии, магматизму, тектонике, геоморфологии, полезным ископаемым и закономерностям их размещения, гидрогеологии и геозкологической обстановке западной части Таймырского п-ова. Систематизированы и изложены материалы по геологическому строению и полезным ископаемым района. Даны рекомендации для постановки поисково-оценочных работ на каменный уголь и прогнозно-поисковых работ на медь и молибден. В результате выполненных работ подготовлено 6 комплектов Государственной геологической карты (геологической, четвертичных образований, полезных ископаемых и закономерностей их размещения) масштаба 1:200 000 в цифровой и аналоговой форме.

Хотя угленосность Таймыра известна с 1930-х годов, но не была определена практическая ценность углепроявлений.

В 2015 г. получена лицензия на проведение поисковых и оценочных работ на участке р. Малая Лемберова, который расположен на берегу Енисейского залива в 7–19 км от морского порта Диксон в западной части Таймырского угольного бассейна, в пределах Диксонского геологического района. Площадь лицензионного участка составляет 99,95 км² (рис. 1)

В геолого-структурном плане район поисково-оценочных работ приурочен к Таймыро-Хатангской

межблоковой зоне, в северной части которой выделена Таймырская складчато-надвиговая система, включающая Северо-Бырангскую зону складчатости с границей по Пясино-Фадеевскому надвигу. Основной структурой Северо-Бырангской зоны является Центрально-Таймырский антиклинорий, представляющий собой сложно построенную положительную структуру, вытянутую в субширотном направлении. Отложения лицензионного участка приурочены к южному крылу Центрально-Таймырского антиклинория и имеют крутое залегание. Крыло осложнено серией узких антиклинальных и синклиналиных складок, оси которых простираются в субширотном направлении. Складки осложнены продольными сдвигами и диагональными мелко амплитудными нарушениями типа взбросов и сбросов [3].

Горно-геологические особенности лицензионного участка характеризуются наличием прибрежно-мор-

ского рельефа в условиях арктического климата, повсеместным распространением толщи многолетне-мерзлых пород мощностью до 400 м, развитием коры физического выветривания коренных горных пород и разрывной тектонической нарушенностью.

Площадь лицензионного участка сложена терригенными отложениями ефремовской (слабоугленосной) и убойнинской (угленосной в пределах участка) свит. Ефремовская свита на Западном Таймыре имеет мощность от 200 м до более 1200 м. Мощность свиты увеличивается в восточном и северном направлениях от юго-западной границы Таймыро-Хатангской складчатой зоны (рис. 2).

В тектоническом отношении в строении территории преобладает северное падение пород под углами 60–75°, вытянутых в широтном направлении фрагментов ефремовской и убойнинской свит, разделенных широтными надвигами и взбросами, из которых

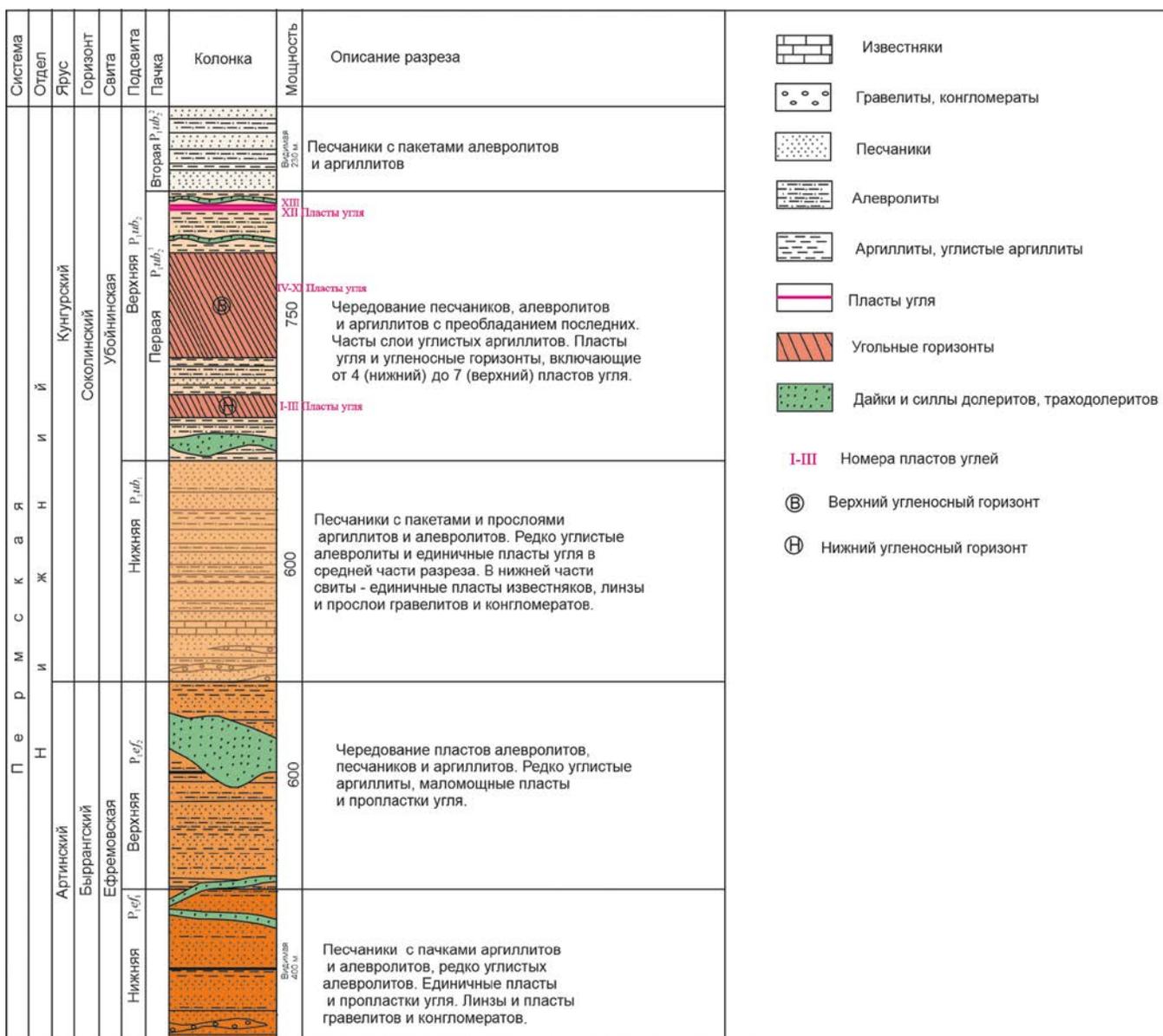


Рис. 3. Стратиграфическая колонка пермских отложений участка р. Малая Лемберова

наиболее крупный Лемберовско-Макаровский на-
двиг.

Субмеридиональные сбросо-сдвиги незначительно смещают как плоскости субширотных надвигов, так и пласты осадочных пород, дайки и силлы магматитов. Следует отметить большую насыщенность территории участка дайками и силлами долеритов и трахидолеритов. Такая насыщенность площади участка дайками и силлами магматитов обусловила их влияние на марочный состав углей: от антрацитов к термоантрацитам, до преобразования их в графит.

В связи с развитием солифлюкции задернованность площади составляет более 95 %, поэтому поисковые работы ограничили проведением поисковых маршрутов по руслам рек, колонковым бурением и площадными геофизическими работами (магнито- и электроразведка).

В 2015–2016 гг. был выполнен комплекс геолого-разведочных работ в пределах лицензионного участка р. Малая Лемберова. Основным видом работ являлось механическое колонковое бурение скважин, расположенных на разведочных линиях, ориентированных вкрест простирания угленосной толщи.

Всего на 3-х разведочных линиях пробурено 31 скважина колонкового бурения общим объемом 3303 пог. м. Расстояние между профилями 2 км (профили I-II) и 1,5 км (профили II-III). Для геофизического исследования скважин использовался рациональный метод ГИС, включающий: КС, ГК, ГГК, инклинометрия, кавернометрия в масштабе 1:200 и в детализационном 1:50 методы: КС, ГК, ГГК, ГГК-С, кавернометрия. Все скважины наклонно-направленного бурения пробурены с поверхности под углом 90–60°. Бурение скважин производилось колонковым снарядом со съемным керноприемником (ССК). Четвертичные отложения перекрывались колонной обсадных труб до коренных пород. Бурение велось с полным отбором керна. Буровые работы характеризуются высоким выходом керна по углю, в среднем — 87 %. Минимальный конечный диа-

метр бурения по углевмещающим породам составил 76 мм, по углю — до 44 мм. Для повышения выхода керна с целью более достоверного изучения состава и строения кровли и почвы пластов, литотипов и качества угля угольные пласты перебуривались двумя способами:

- стандартной колонковой трубой ССК укороченными рейсами, не более 0,5 м;
- нестандартной укороченной трубой ССК с клапаном и керноприемником L=0,5 м.

В зоне устойчивой многолетней мерзлоты все скважины бурились с промывкой.

По результатам проходки перекрытых буровых профилей на площади мощность свиты составляет не менее 800 м. В процессе бурения вскрыты толщи убойнинской и ефремовских свит.

Ефремовскую свиту можно подразделить на две подсвиты (рис. 3). Нижняя представлена преимущественно песчаниками с отдельными прослоями чередования алевролитов, аргиллитов и песчаников. Ее мощность составляет около 400 м. Верхняя под-

Таблица 1
Характеристика угольных пластов

Наименование пласта	Крайние и средние значения мощности пласта, м, от–до ср. (количество пластопересечений)		Количество прослоев от–до ср. (количество подсечений)	Оценка выдержанности пласта	Нормальное расстояние от нижележащего пласта, м	
	угольных пачек	угольного пласта			от–до	среднее
XI	<u>0,66–0,74</u> 0,70(2)	0,74(2)	<u>0–1</u> 1(2)	невыдержанный	90,0–92,0	91,0
X	<u>1,05–6,40</u> 4,07(11)	<u>1,05–6,54</u> 4,22(11)	<u>0–7</u> 1(11)	относительно выдержанный	7,9–13,9	10,7
Xa	<u>0,67–1,56</u> 1,08(3)	<u>0,8–1,56</u> 1,17(3)	<u>0–2</u> 1(3)	невыдержанный	16,3–46,2	33,6
IX	<u>0,92–2,94</u> 2,41(10)	<u>0,92–3,47</u> 2,70(10)	<u>0–4</u> 1(10)	относительно выдержанный	39,7–59,5	46,9
VIII	<u>0,35–1,85</u> 1,02(7)	<u>0,35–2,75</u> 1,36(7)	<u>0–6</u> 2(7)	невыдержанный	77,4–81,2	79,3
VII	<u>0,32–1,92</u> 0,91(5)	<u>0,32–2,15</u> 0,96(5)	<u>0–1</u> 1(5)	невыдержанный	11,9–62,3	29,9
VI	<u>0,74–1,34</u> 1,02(4)	<u>0,74–2,04</u> 1,30(4)	<u>0–2</u> 1(4)	невыдержанный	28,1–49,1	40,2
V	<u>0,95–1,77</u> 1,32(4)	<u>1,15–2,19</u> 1,74(4)	<u>0–2</u> 1(4)	невыдержанный	7,3–37,0	19,8
IV	<u>0,71–0,87</u> 0,80(3)	<u>0,85–2,15</u> 1,29(3)	<u>0–3</u> 1(3)	невыдержанный	106,0–115,0	110,5
III	<u>0,86–1,38</u> 1,12(2)	<u>1,25–1,80</u> 1,52(2)	<u>2–3</u> 2(2)	невыдержанный	34,5–42,3	38,4
II	<u>1,06–1,74</u> 1,37(3)	<u>1,24–1,91</u> 1,62(3)	<u>1–2</u> 2(3)	невыдержанный	11,6–16,3	13,9
I в.п.	<u>0,17–0,42</u> 0,29(2)	<u>0,17–0,42</u> 0,29(2)	0(2)	невыдержанный	1,3–2,2	1,8
I	<u>0,68–1,30</u> 0,99(2)	<u>0,91–1,70</u> 1,30(2)	<u>2–3</u> 2(2)	невыдержанный	—	—

свита, мощностью более 600 м, представлена равномерным, но не ритмичным чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых аргиллитов и единичных пластов угля в средней части подсвиты. Ближе к р. Пясины угленосность свиты возрастает и появляются угленосные горизонты, включающие несколько сближенных пластов угля с промышленными мощностями от 3 до 5 м. Убойнинскую свиту мощностью около 900–1400 м также можно разделить на две подсвиты (рис. 3). Нижняя подсвита сложена неритмичным чередованием алевролитов и песчаников с некоторым преобладанием последних, отдельными пластами и линзами гравелитов, конгломератов, известняков и туфоалевролитов, а также единичными маломощными пластами угля. Мощность нижней подсвиты составляет 35 % от общей мощности свиты и в пределах участка может достигать 350–500 м.

Верхняя подсвита имеет двухпачечное строение. Первая (нижняя) пачка мощностью 500–750 м сложена преимущественно алевролитами, аргиллитами и углистыми алевролитами с отдельными пластами песчаников. Именно в ней сосредоточены все пласты угля, вскрытые на месторождении. Пласты угля в первой пачке приурочены к двум угленосным горизонтам алевролитов, аргиллитов и углистых аргиллитов, мощностью 60 м (нижний) и 310–380 м (верхний), разделенным безугольным горизонтом мощностью 110 м. Вторая (верхняя) подсвита, мощностью около 300 м, представлена песчаниками с прослоями алевролитов и практически не угленосна.

По геофизическим данным (магнито- и электро-разведка) угленосная подсвита убойнинской свиты выделяется несколько повышенной проводимостью по сравнению с безугольными пачками, но гораздо меньшей, чем дайки и силлы долеритов и трахидолеритов, которые также контрастно выделяются в магнитном поле.

Буровыми работами вскрыто 13 пластов угля (пласты: XI, X, Xa, IX, VIII, VII, VI, V, IV, III, II, Ив.п., I) мощностью от 0,17 до 6,48 м (табл. 1). Пласты характеризуются сложным строением и невыдержанной мощностью. Строение угленосных горизонтов осложнено дайками и силлами долеритов и трахидолеритов, залегающих согласно простиранию общей складчатой структуры.

Пласты углей Малолемберовского месторождения залегают в складчатой зоне, имеют, как правило, сложное строение, значительные вариации (до 3-х раз) по мощности (рис. 4, 5). Морфология угольных пластов на настоящей стадии работ изучена недостаточно. Залегание пластов наклонное до вертикального. По величине углов падения выделяют пласты с крутонаклонным (36–55°) и крутым (56–90°) залеганием.

В результате выполненных геологоразведочных работ в первой пачке верхней подсвиты убойнинской свиты установлены 13 пластов угля, из которых по 8 сделан подсчет запасов. Полученные данные о геологическом строении Малолемберовского месторождения позволяют его отнести ко 2-й группе сложности по геологическому строению [2].

Угли участка характеризуются жирным смолянистым блеском, преимущественно однородной структурой, редко содержат маломощные прослои матового литотипа. Зольность углей колеблется в интервале 9,4–35,0 % с учетом засорения породными прослоями — 10,9–38,9 %. Массовая доля влаги — 0,69–6,69 %, выход летучих — 3,2 до 10 %, теплота пластического слоя — менее 6 мм, высшая теплота сгорания углей — 6445–7882 ккал/кг (26,98–33,00 МДж/кг). Элементный состав угля: углерод — 95,05–97,34 %, водород — 1,04–1,23 %, суммарное содержание азота и кислорода — 1,2–3,26 %. Угли участка низкосернистые (0,08–1,21 %), среднефосфористые (0,018–0,247 %) и характеризуются трудной обогатимостью. В золе углей

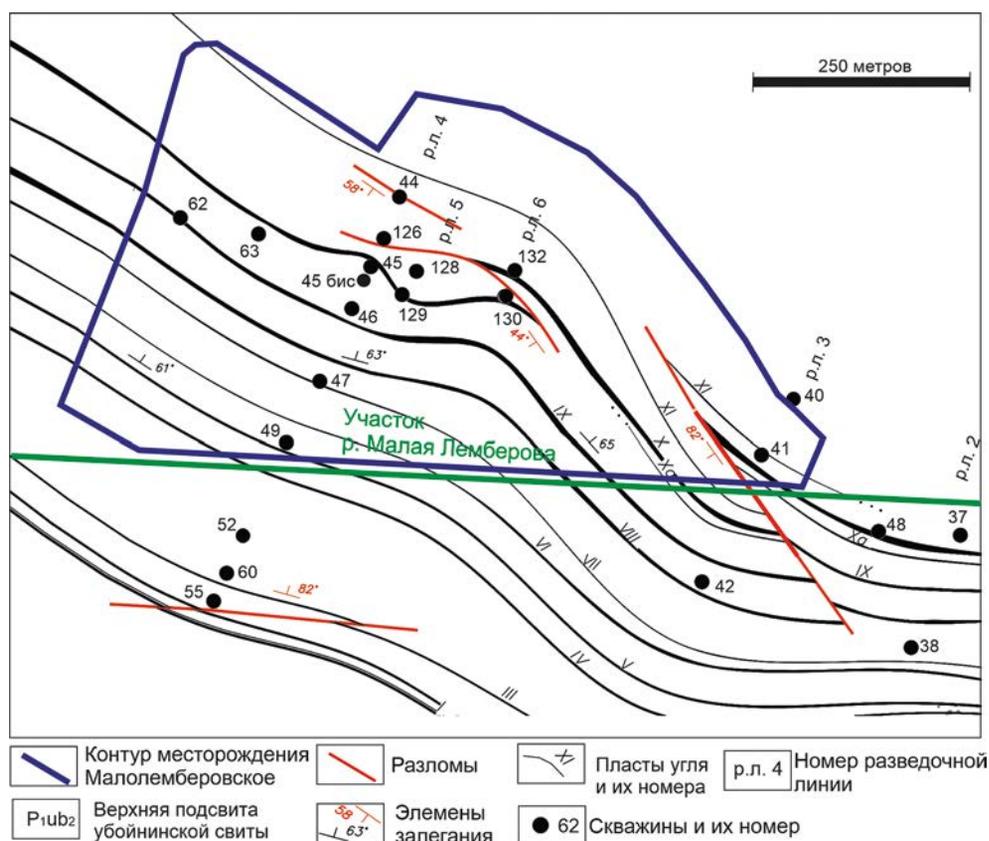


Рис. 4. Схема выходов пластов угля на месторождении Малолемберовское

Таблица 2
Основные показатели качества углей по керновым пробам

Наим. пласта	W _{max} , %	W ^a , % от-до	A ^d угольных пачек, %			A ^d общепл., %	V ^{daf} , %	V ^{daf} об.г см ³ /г	x, мм	y, мм	Q _s ^{daf} , ккал/кг	Q _i ^r , ккал/кг
			рядовая	флотированная	принятая							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
XI	—	4,6 (1)	38,4 (1)	7,7 (1)	7,7 (1)	17,2 (1)	9,7 (1)	—	7 (1)	<6 (1)	$\frac{7677-7857}{7767}$ (2)	—
Xa	—	$\frac{3,2-3,8}{3,4}$ (3)	$\frac{9,4-27,3}{15,9}$ (3)	—	$\frac{9,4-11,0}{10,2}$ (2)	$\frac{20,4-20,8}{20,6}$ (2)	$\frac{3,8-5,6}{4,9}$ (3)	—	—	—	$\frac{7307-7676}{7492}$ (2)	$\frac{6349-6553}{6451}$ (2)
X	—	$\frac{2,6-10,2}{6,7}$ (23)	$\frac{5,7-34,7}{8,7}$ (23)	—	$\frac{5,7-12,6}{7,5}$ (21)	$\frac{7,3-12,4}{9,2}$ (3)	$\frac{3,1-6,9}{4,8}$ (23)	43	—	—	$\frac{7345-7799}{7593}$ (23)	$\frac{4385-6882}{6384}$ (23)
IX	$\frac{2,1-3,2}{2,7}$ (4)	$\frac{1,1-5,6}{3,4}$ (13)	$\frac{7,5-15,5}{12,0}$ (13)	$\frac{7,4-9,9}{9,0}$ (5)	$\frac{7,5-15,5}{12,0}$ (13)	$\frac{11,8-26,4}{19,6}$ (6)	$\frac{2,1-7,2}{4,6}$ (12)	—	$\frac{8-14}{11}$ (6)	<6 (6)	$\frac{7348-7910}{7581}$ (13)	$\frac{5878-6798}{6385}$ (7)
VIII	2,7(1)	$\frac{0,5-6,3}{3,7}$ (15)	$\frac{8,6-44,0}{27,3}$ (14)	$\frac{9,8-12,7}{11,2}$ (3)	$\frac{8,6-22,0}{15,8}$ (7)	$\frac{13,4-37,8}{27,5}$ (5)	$\frac{2,6-6,2}{4,3}$ (11)	$\frac{23-40}{32}$ (2)	$\frac{6-12}{9}$ (3)	<6 (3)	$\frac{7211-7825}{7480}$ (7)	$\frac{4675-6163}{5617}$ (4)
VII	$\frac{2,5-3,5}{2,9}$ (4)	$\frac{0,9-2,2}{1,4}$ (8)	$\frac{9,3-38,2}{20,2}$ (8)	$\frac{8,9-14,6}{10,8}$ (5)	$\frac{9,3-16,9}{13,3}$ (6)	$\frac{11,3-20,9}{16,2}$ (3)	$\frac{6,4-7,8}{7,0}$ (5)	26 (1)	$\frac{6-13}{10}$ (6)	<6 (6)	$\frac{7433-7818}{7507}$ (7)	—
VI	4,3(1)	$\frac{0,6-9,5}{2,5}$ (12)	$\frac{8,1-39,3}{21,8}$ (13)	$\frac{6,7-9,2}{7,7}$ (4)	$\frac{8,1-24,7}{16,6}$ (10)	$\frac{18,2-29,4}{22,2}$ (4)	$\frac{2,0-5,9}{3,6}$ (5)	—	7 (1)	<6 (1)	$\frac{7407-7916}{7729}$ (6)	$\frac{5296-6731}{5924}$ (4)
V	$\frac{1,3-3,7}{2,7}$ (4)	$\frac{0,7-9,3}{3,6}$ (7)	$\frac{13,0-39,1}{22,7}$ (7)	$\frac{7,2-11,9}{9,5}$ (4)	$\frac{11,9-24,5}{16,7}$ (5)	$\frac{17,5-47,5}{28,3}$ (4)	$\frac{2,9-7,2}{5,3}$ (6)	—	$\frac{9-14}{11}$ (4)	<6 (4)	$\frac{6810-7843}{7508}$ (7)	$\frac{4132-6446}{5446}$ (3)
IV	—	$\frac{0,37-4,1}{1,7}$ (5)	$\frac{20,9-57,7}{33,1}$ (5)	—	20,9 (1)	24,4 (1)	$\frac{3,2-3,5}{3,4}$ (2)	—	—	—	$\frac{7599-7748}{7674}$ (2)	$\frac{5708-5761}{5735}$ (2)
III	—	$\frac{0,8-2,2}{1,5}$ (2)	$\frac{9,4-13,0}{11,2}$ (2)	4,5 (1)	$\frac{9,4-13,0}{11,2}$ (2)	15,8 (1)	2,2 (1)	—	9 (1)	<6 (1)	7958 (1)	—
II	—	$\frac{3,3-3,7}{3,6}$ (3)	$\frac{12,5-38,4}{22,7}$ (5)	$\frac{5,6-9,9}{7,8}$ (2)	$\frac{5,6-17,3}{12,6}$ (4)	$\frac{16,1-23,3}{20,2}$ (3)	$\frac{2,6-2,9}{2,8}$ (2)	—	$\frac{7-8}{8}$ (2)	<6 (2)	$\frac{7173-7734}{7526}$ (4)	$\frac{4811-5991}{5401}$ (2)
I в.п.	—	2,7 (1)	44,3 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I	—	$\frac{2,6-4,2}{3,4}$ (2)	$\frac{25,0-62,3}{38,1}$ (4)	5,6 (1)	$\frac{5,6-29,9}{20,2}$ (3)	$\frac{34,4-36,5}{35,5}$ (2)	$\frac{2,7-3,0}{2,8}$ (3)	35 (1)	8 (1)	<6 (1)	7525 (1)	—

преобладают оксиды кремния (56,95–57,59 %) и алюминия (25,82–27,12%). Зола углей участка относится к тугоплавкой. Зола углей может быть использована в качестве активных добавок и инертных наполнителей в цементах и изделиях на основе цемента.

В ходе проведения поисковых работ было опробовано более 50 пластопересечений и изучены показатели качества углей (табл. 2).

Петрографический состав углей участка р. Лемберова изучался как по бороздовым пробам, отобранным из разведочных канав, так и керновым пробам. По результатам исследований мацеральный состав антрацита представлен тремя группами микрокомпонентов: витринита, инертинита и семивитринита. Содержание групп мацералов на чистый уголь в пределах участка колеблется в следующих пределах: Vt от 74 до 84 %; I от 11 до 20 %; Sv от 5 до 7 %. Таким образом, по соотношению групп мацералов антрацит является витринитовым.

Особенностью петрографического состава исследуемых углей является наличие в них как остроугольных, так и округлых, часто пористых обломков (фрагментов) витринита. Обнаруженный факт является отра-

жением процессов высокотемпературного преобразования углей под влиянием внедряющихся в угольные пласты магматических тел.

Угли пластов участка, за исключением пласта XI, характеризуются близкими значениями классификационных показателей: показатель отражения витринита (5,02–5,06 %), анизотропия (90 %), объемный выход летучих (26–32 см³/г) (табл. 3). В таблицах 1 и 2 в виде дроби представлены крайние (числитель) и средние значения показателей, и количество определений (знаменатель).

Согласно приведенным данным в соответствии с ГОСТ 25543-2013 «Угли бурые, каменные и антрациты...», изученные угли пластов Xa, X, IX, VIII, VII, VI, V относятся к марке А антрацит, группе 3А, подгруппе 3АВ, угли пласта XI к марке Т, группе 2Т, подгруппе 2ТВ.

По результатам поисковых и оценочных работ разработаны ТЭО временных кондиций, выполнен подсчет запасов углей и произведена оценка прогнозных ресурсов на его западных флангах по всей площади лицензионного участка, открыто месторождение Малолемберовское.

Таблица 3

Марочный состав углей (ГОСТ 25543-2013) и средние мощности пластов месторождения Малолемберовское

Наименование пласта	Классификационные параметры						Марка	Группа	Подгруппа	Средняя мощность чистых угольных пачек (м)
	R _o , %	A _R , %	ΣОК, %	V ^{daf} , %	V ^{daf} _{об.} , см ³ /г	у, мм				
XI	2,13	—	—	9,7	—	<6	T	2T	2TB	0,68
Xa	5,2	—	30	4,9	—	—	A	3A	3AB	5,98
X	4,53*	76*	36*	4,8	43*	—	A	3A	3AB	0,69
IX	5,12	—	34	4,6	—	<6	A	3A	3AB	2,67
VIII	5,02	90	37	4,3	32	<6	A	3A	3AB	0,68
VII	5,06	90	33	7,0	26	<6	A	3A	3AB	1,21
VI	—	—	34	3,6	—	<6	A	3A	3AB	0,74
V	—	—	36	5,3	—	<6	A	3A	3AB	0,93
IV	—	—	—	3,4	—	—	A	3A	3AB	
III	—	—	—	2,2	—	<6	A	3A	3AB	
II	—	—	—	2,8	—	<6	A	3A	3AB	
I в.п.	—	—	—	—	—	—	A	3A	3AB	
I	4,81	85	28,0	2,8	35	<6	A	3A	3AB	

Таблица 4

Запасы месторождения Малолемберовское

Категории	C ₁	C ₂
Запасы в технических границах (тыс. т)	19	1933
в том числе по маркам		
A	19	1837
T		96

В пределах лицензионного участка в ФГБУ «ВИМС» оценены и апробированы прогнозные ресурсы до горизонта — 60 м (абс.) в количестве по категориям: P₁ — 6 млн т, P₂ — 3 млн т, P₃ — 14 млн т; на площади 0,1 км² подсчитаны и утверждены запасы (табл. 4) месторождения Малолемберовское с параметрами кондиций:

— минимальная мощность пласта простого и сложного (с учетом внутрипластовых породных прослоев) строения — 0,7 м;

— максимальная зольность пласта с учетом 100 % засорения внутрипластовыми породными прослоями — 35 %.

Протоколом от 30.12.2016 № 4907 заседания Государственной комиссии по утверждению заключения государственной экспертизы запасов твердых полезных ископаемых Федерального агентства по недропользованию утверждены запасы Малолемберовского месторождения.

В результате технико-экономических расчетов определено, что отработка запасов антрацита на участке первоочередной отработки в пределах участка недр р. Малая Лемберова открытыми горными работами экономически целесообразна (табл. 5), т.к. генерирует

положительный чистый дисконтированный доход недропользователя и государства в размере 113,4 и 520,0 млн руб. соответственно.

Угли месторождения Малолемберовское пригодны для энергетического использования: пылевидного сжигания в стационарных котельных установках, слоевого сжигания в стационарных котельных установках в кипящем слое (кроме факельно-слоевых топок), в качестве топлива для коммунальных и бытовых нужд.

Кроме того, специалистами АО «ВНИГРИУголь» на примере близких по составу и качеству углей месторождений Омсукчанского, Минусинского, Улугхемского, Донецкого, Кузнецкого бассейнов на уровне лабораторных исследований и полупромышленных испытаний доказано, что данный вид сырья является перспективным для нетопливного использования, а именно: получения фильтрующих материалов, карбида кремния, углеродных адсорбентов (активных углей), пигментов, углеродистых наполнителей (термоантрацитов) и восстановителей.

По данным ГРП 2015–2019 гг. в Северо-Западной части Таймырского угольного бассейна на побережье Енисейского залива в автотранспортной доступности от порта Диксон установлено несколько перспективных углепроявлений с сырьем уникального качества — Антрацит группы 2 и 3А. Малолемберовское является лишь первым из таких оцененных месторождений. Востребованность данного сырья в Западной части России и Европы обусловлено сочетанием высокой теплотой сгорания и чрезвычайно низкой зольностью антрацитов. Дальнейшее изучение Северо-Западной части Таймырского угольного бассейна особенно актуально в связи со Стратегией развития Арктической зоны и многократным увеличением

Таблица 5
Основные технико-экономические показатели

Показатель	Единица измерения	Значение	
		всего	за год
Срок обеспеченности предприятия запасами	лет	2,0	—
Объем (по горной массе) добычи угля	тыс. т	1689,0	844,5
Зольность	%	14,4	
Объем товарной продукции	тыс. т	1689	844,5
Цена реализации единицы товарной продукции	руб./т	5254,2	5254,2
Стоимость товарной продукции	млн руб.	8874,4	4437,2
Инвестиционные затраты	млн руб.	1185,0	—
Удельные первоначальные капитальные затраты на 1 т производственной мощности	руб.	534,0	—
Эксплуатационные затраты, всего	млн руб.	7206,0	3603,0
— в том числе амортизация	млн руб.	47,2	23,6
— налог на добычу полезного ископаемого (НДПИ)	млн руб.	91,0	45,5
Себестоимость единицы товарной продукции	руб./т	4266,5	—
Валовая прибыль	млн руб.	1668,4	—
Чистый дисконтированный доход	млн руб.	181,1	—
Индекс доходности	доли ед.	1,2	—
Срок окупаемости капитальных вложений	лет	1,8	—
Бюджетная эффективность	млн руб.	587,5	—
Ставка дисконтирования	%	10,0	—
Чистый дисконтированный доход	млн руб.	113,4	—
Индекс доходности	доли ед.	1,10	—
Срок окупаемости капитальных вложений	лет	1,9	—
Бюджетная эффективность	млн руб.	520,0	—
Внутренняя норма доходности	%	33,1	—

объемов грузоперевозок по Северному Морскому Пути. Промышленное освоение углей Таймырского угольного бассейна является одним из ключевых транспортных и социально-экономических направлений развития Арктической зоны России.

В данной статье использованы данные следующих отчетов:

1. Алексеева А.Б. Описание пластов углей месторождений р. Лемберовой илевой Убойной на Западном Таймыре (по материалам угольного отряда партии № 1 Диксоновской экспедиции 1956 г.). Красноярск, 1959. Филиал по Красноярскому краю ФГУ «ТФГИ по СФО», № 5789.

2. Гор Ю.Г., Лобанова В.И. Стратиграфия верхнепалеозойской континентальных отложений бассейна р. Пясины (Западный Таймыр). ОФ ПГО «Красноярскгеология». Норильск, 1976.

3. Мигай И.М. Геологическое строение и запасы Слободского и Крестьян-

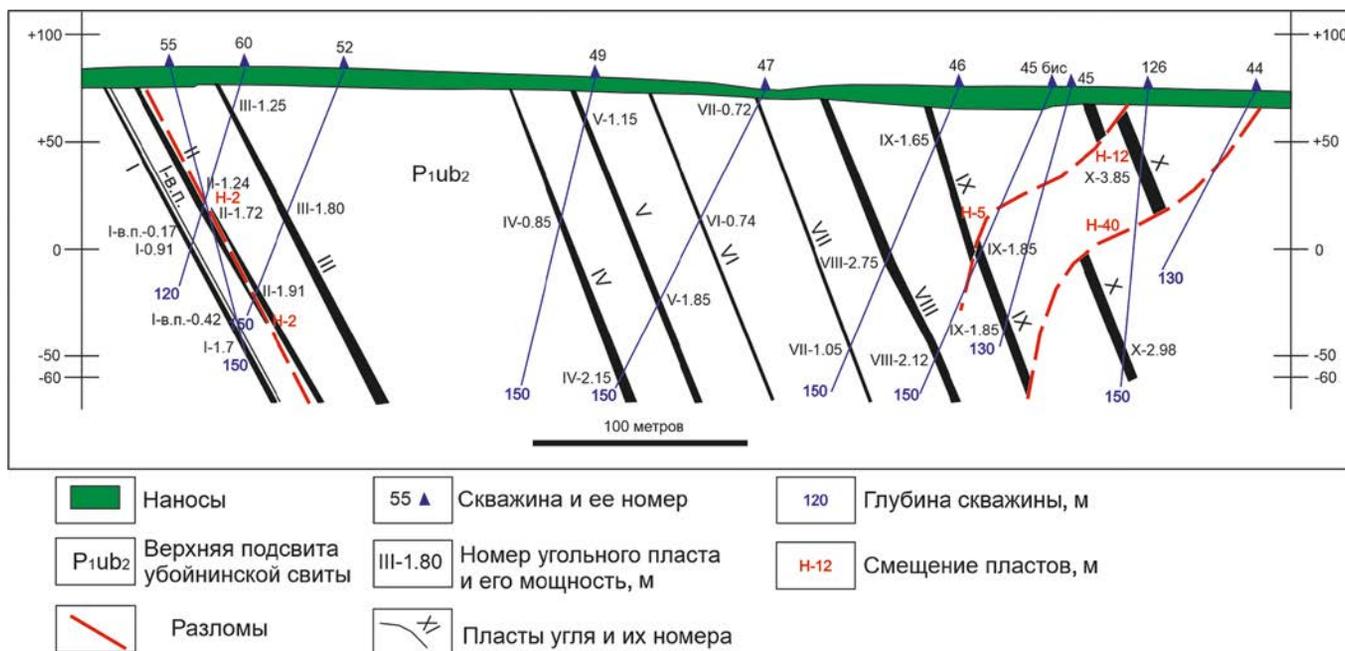


Рис. 5. Схематический геологический разрез по р.л.4 месторождения Малолемберовское

ского каменноугольных месторождений Западно-Таймыра (По материалам Западно-Таймырской угольной экспедиции 1939–1940 гг.). Ленинград, 1947. Росгеолфонд, Центральное фондохранилище, № 142298.

4. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. М., «Недра», 1991, с. 365. S-44-XXI-XXIV, XXVII-XXX, S-45-XIX, XXI, XXV, XXVI за 1985–1989 гг. ПГО «Красноярскгеология». Красноярск, 1990. Фиалил по Красноярскому краю ФГУ «ТФГИ по СФО», № 25685.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быкадоров, В.С. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 8. / В.С. Быкадоров, П.А. Пекарец, Г.П. Радченко и др. — М.: Недра, 1964. — 388 с.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Угли горючие сланцы. Утв. МПР России. — М., 2007.
3. Миронов, К.В. Справочник геолога-угольщика / К.В. Миронов. — М.: Недра, 1991. — 363 с.

© Солдатов К.В., 2020

Солдатов Кирилл Владимирович // Kirgeol@mail.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 537.622/622.75

**Броницкая Е.С., Ануфриева С.И., Кызды М.В.,
Фокин М.А., Гришаев Г.С., Любимова Е.И.,
Рассулов В.А. (ФГБУ «ВИМС»)**

ОБОГАЩЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ КАОЛИНОВ УРАЛО-МУГОДЖАРСКОЙ ПРОВИНЦИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАОЛИНОВ

*Изучены методы обогащения природных разновидностей каолинов с целью повышения эффективности освоения отечественной минерально-сырьевой базы каолинов, которые в дальнейшем позволят улучшить качество товарных изделий и производить на основе отечественного сырья дефицитные марки каолина, которые в настоящее время в основном импортируются из Украины и стран ЕС. **Ключевые слова:** обогащение, каолины, гравитационный метод, сырье.*

Bronitskaya E.S., Anufrieva S.I., Kyzdzy M.V., Fokin M.A., Grishaev G.S., Lyubimova E.I., Rassulov V.A. (VIMS)

ENRICHMENT OF PRIMARY KAOLINS OF THE URAL-MUGODZHAR PROVINCE IN ORDER TO INCREASE THE EFFICIENCY OF DEVELOPMENT OF THE DOMESTIC MINERAL RESOURCE BASE OF KAOLINS

*In order to increase the efficiency of developing the domestic mineral resource base of kaolins, methods of mineral processing of natural varieties of kaolins has been studied. It will subsequently improve the quality of final products and produce scarce kaolin grades based on domestic raw materials, today are mostly imported from Ukraine and the EU. **Keywords:** mineral processing, kaolins, gravity method, raw materials.*

После распада СССР значительная часть сырьевой базы высококачественного каолина осталась за границей. Обогащение низкокачественных российских

каолинов практически не производится, в связи с чем объем производства высококачественного каолина в России не удовлетворяет существующие потребности промышленности, которые восполняются за счет конкурентной импортной продукции (60–70 % от всего рынка), большая часть объемов которой приходится на Украину и страны ЕС. Высокая степень дисперсности, белый цвет в сыром и обожженном состоянии, огнеупорность, высокое содержание алюминия, пластичность и другие физико-химические и технологические свойства каолинов делают их ценным сырьем для многих областей народного хозяйства. В России структура потребления обогащенного каолина практически не отличается от мировой: более 40 % используется в бумажной промышленности; 10 % в производстве пластмасс, резины, тканей; 25 % в производстве керамики и огнеупоров.

Каолиновое сырье в природе представлено тремя типами: каолином первичным, каолином вторичным и кварц-каолинитсодержащим песком.

Первичные каолины (остаточные) сформировались за счет разложения кристаллических пород.

Вторичные каолины образовались за счет размыва и последующего отложения в водной среде каолинового вещества или продуктов каолиновой коры выветривания, то есть первичных каолинов.

В РФ к наиболее качественным природным разновидностям относится сырье первичных каолинов Урало-Мугоджарской каолиноносной провинции, которая является одной из крупнейших в России как по запасам и ресурсам сырья, так и по количеству разведанных и эксплуатируемых месторождений (Свердловская, Челябинская и Оренбургская области).

Всего в пределах Урало-Мугоджарской провинции числится запасов кат. А+В+С₁ — 46 832 тыс. т, С₂ — 91 220 тыс. т. Доля распределенного фонда составляет 53,1 %. Прогнозные ресурсы первичных каолинов составляют 920 207 тыс. т кат. Р₁+Р₂ [1].

При добыче первичного каолина в России только малая доля сырья (менее 30 %) подвергается обогаще-