



УДК 553.3/4.550.42

## ДЕРБИНСКАЯ ГЛЫБА ВОСТОЧНОГО САЯНА – НОВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ГРАФИТОНОСНЫЙ РАЙОН РОССИИ

А. В. Салаев

Известные месторождения графита Иркутской области не могут разрабатываться по различным причинам. В пределах Саянской провинции выделены Алыгджерская и Ханская площади, перспективные на выявление графитовых месторождений федерального значения.

**Ключевые слова:** Восточный Саян, графит, Алыгджерская и Ханская площади, прогнозные ресурсы.

## DERBINSKAYA CLUMP OF EAST SAYAN – A NEW PROMISING GRAPHITE REGION OF RUSSIA

A. V. Salaev

Known deposits of graphite in the Irkutsk Region can not be mined for various reasons. Within the Sayan Province the Alygdzher and Khan areas promising for discovery of graphite deposits having federal importance were outlined.

**Key words:** East Sayan, graphite, Alygdzher and Khan areas, predicted resources.

Потребность Российской Федерации в кристаллическом графите в настоящее время около 40–42 тыс. т в год, в скрытокристаллическом – около 14–16 тыс. т [2], а к 2020 г. возрастет до 50–60 тыс. т. Современное состояние запасов при отсутствии их воспроизводства обеспечит добычу кристаллического графита только до 2017 г. Имеющиеся его запасы представлены преимущественно бедными рудами с содержанием графита от 2,4 до 4,0 %, что ниже требований мирового рынка. Необходимость изучения минерально-сырьевой базы графита в России актуальна для реализации национальных проектов и программ социально-экономического развития [7]. Требуется проведение поисковых и поисково-оценочных работ на перспективных объектах Восточной Сибири, в том числе для решения задач увеличения инвестиционной привлекательности объектов и площадей [1].

В Иркутской области известны Саянская и Байкальская графитоносные провинции. С первой связана группа проявлений чешуйчатого графита в нижнепротерозойских отложениях саянской серии Дербинской глыбы; во второй оценены Безымянное (Слюдянский район) и Центральное (Мамско-Чуйский район) месторождения кристаллического графита, предварительно оценены Сосновое и Горелое (Мамско-Чуйский район), известно перспективное проявление Кугулчинское в Приольхонье. Даже поверхностный геолого-экономический анализ данных месторождений показал их инвестиционную непривлекательность. Месторождение Безымянное в Слюдянском районе имеет значительные запасы и легкодоступно, но не может быть отработано, так как находится

в охранной зоне оз. Байкал, как и проявление Кугулчинское.

Месторождения Мамско-Чуйского района являются комплексными (графит-мусковитовыми), и извлечение графита ввиду его низких содержаний может быть рентабельно только при комплексной добыче. Известно, что спрос на мусковит в последние годы резко упал, и маловероятно, что эти месторождения в ближайшее время будут вовлекаться в эксплуатацию. Комплексные месторождения вообще мало востребованы, к тому же значительно удалены от экономически освоенных площадей и находятся в районе, приравненном к Крайнему Северу, что существенно повышает себестоимость добычи.

Анализ геологических материалов обозначил предпосылки выявления крупных месторождений графита в Дербинской глыбе Восточного Саяна (междуречье Ии и Агула) метаморфогенного и гидротермального типов на Алыгджерской и Ханской перспективных площадях (рис. 1). Графитоносные черносланцевые горизонты и пачки мощностью до первых сотен метров (графитистые кварциты, сланцы, гнейсы) приурочены к определенным стратиграфическим уровням дербинской и жайминской свит саянской серии. К полям их развития, как правило, приурочены и гидротермальные проявления. О высоких перспективах обнаружения в глыбе месторождений графита ранее говорили А. В. Салаев [5] и А. И. Сизых [6].

Среднее содержание чешуйчатого графита в известных телах гидротермальных руд района достигает 22 % (проявление Урангайское и др.), в метаморфогенных проявлениях – 20 % (проявления Кварцитовое, Урунойское и др.). Здесь можно ожидать открытие месторождений сложного генезиса. Проявления графита изучались на стадии геоло-



Рис. 1. Схема структурного расположения Алыгджерской и Ханской перспективных графитоносных площадей (пунктирная линия)

го-съёмочных работ, и, как правило, их качество было оценено недостаточно, технологическая оценка руд также не проведена. Ожидаемый геолого-промышленный тип месторождений по классификации [8] – тайгинский и завальевский.

Перспективные площади Дербинской глыбы примыкают с юго-запада к осваиваемым золоторудным (Бирюсинскому, Аройскому), никелеворудным (Барбитай-Ийскому, Монкресс-Хайламинскому) районам, редкометалльному месторождению Зашихинское, где планируется вовлечение в освоение золоторудных, редкометалльных и сульфидных платиноидно-никелевых месторождений. Обнаружение графитовых месторождений позволит увеличить инвестиционную привлекательность района.

Настоящая статья написана на основе анализа материалов крупномасштабного картирования, выполненного предприятием «Иркутскгеология» в 1971–1987 гг., а также научных [2–6] и справочных [8] материалов. Автор непосредственно участвовал в геолого-съёмочных и поисковых работах на графит в пределах Дербинской глыбы (1979–1986 гг.), а в 2009 г. провел рекогносцировочные маршруты с отбором и изучением проб графитовых руд.

### Основные черты геологического строения района

В составе Дербинской глыбы различают три складчатые зоны (террейны): Дербинская, Ашкасокская и Мурхойская [4]. Наиболее благоприятна на выявление графитовых месторождений Дербинская, сложенная породами саянской серии в осевой части глыбы.

Согласно мнению большинства исследователей, саянская серия снизу вверх подразделяется на алыгджерскую, дербинскую (удинскую) и жайминскую свиты, исходя из представления об антиклинорном строении глыбы. Есть точка зрения о ее синклинорном строении и двучленном

делении серии на нижнюю кварцитомраморную дербинскую (удинскую) и жайминскую мраморно-гнейсовую свиты. Это подтверждено результатами крупномасштабного геологического картирования, выполненного предприятием «Иркутскгеология», когда в истоке р. Агул было обнаружено центри-клинальное замыкание Хонда-Джуглымской синклинали, а толщи жайминской свиты прослежены от района пос. Алыгджер до р. Агул.

С учетом изложенного в качестве нижней стратиграфической единицы принимается кварцитомраморная дербинская (удинская) свита [4, 5]. Выше залегает флишеидная жайминская свита, сложенная гнейсами, кальцифирами, кварцитами.

Осадки *дербинской свиты* накапливались в спокойных тектонических условиях [3] пассивной континентальной окраины (шельфа), окаймлявшей с юго-запада Сибирскую платформу. Снос терригенного материала осуществлялся из зрелых кор выветривания с поверхностей выравнивания. В области сноса преобладало химическое выветривание. В бассейне отлагались преимущественно хемогенные известняки, терригенные и хемогенные кремнистые осадки. Преобладали условия, благоприятные для формирования углеродистых формаций. Характерное развитие в породах свиты чешуйчатого графита прослеживается на всем ее протяжении от р. Ия до р. Агул. Мощность свиты 1700–4200 м.

*Жайминская свита* стратиграфически согласно налегает на дербинскую и картируется в ядрах Хонда-Джуглымской, Удинской и Эденской синклиналей I порядка. При осадконакоплении интенсивный снос терригенного материала происходил со стороны Сибирского кратона на северо-востоке (в современной конфигурации структур) и со стороны островных вулканических построек на юге [4].

Накапливались терригенные, вулканогенно-терригенные, карбонатные осадки, в результате проявления высокого метаморфизма превратившиеся в гнейсы, кальцифиры, реже кварциты, мраморы, амфиболиты. Иногда возникали застойные условия, благоприятные для накопления органического вещества. Это выразилось в наличии графитистых осадочных метаспоров, наиболее характерных для низов свиты, где развиты горизонты и линзы углеродистых кварцитов, сланцев и гнейсов, устанавливаемых в разных объемах практически повсеместно в междуречье Ии и Агула. Мощность свиты 1900–2700 м.

Смена осадков кремнисто-карбонатной формации (дербинская свита) на карбонатно-вулканогенно-терригенные (жайминская свита) фиксирует изменение достаточно стабильного положения дна палеошельфа воздыманием, сопровождающимся возрастанием тектонической активности и проявлением вулканизма в южной части бассейна [4]. На начальных этапах накопления жайминской свиты осадки обогащались органическим веществ-



вом, что отразилось в широком распространении углеродистых кварцитов, сланцев, гнейсов (в различных соотношениях). Дальнейшее развитие осадконакопления характеризуется возрастанием роли терригенного и вулканогенного материала.

Саянская серия прорывается интрузивными комплексами различного возраста.

*Эденский пироксенит-габбровый* комплекс раннего рифея представлен преимущественно разобщенными мелкими массивами и телами метадiorитов, метагаббро, габбро, пироксенитов.

*Орзагайский гранитоидный комплекс* выделен из состава дербинского и представлен множеством самостоятельных малых массивов, жил, субпластовых тел, будин лейкократовых и пегматоидных гранитов верхнего рифея. Внедрение интрузий комплекса произошло в синскладчатую первую фазу метаморфизма саянской серии и сопровождалось развитием гидротермальных процессов в экзо- и эндоконтакте гранитоидных тел. Формировались скарны, зоны сульфидизации, графитизации. Богатые графитовые руды приурочены к экзоконтактам тел пегматитов и пегматоидных лейкогранитов; гнезда графита (иногда крупнокристаллического) также локализируются в жилах пегматитов. Для пегматоидных гранитов и лейкогранитов установлен термоизохронный свинец-свинцовый возраст цирконов 690–930 млн лет.

Породы *дербинского гранитоидного комплекса* образовались из слабо дифференцированного магматического очага и внедрялись на поздних стадиях второго этапа складчатости. Породы комплекса представлены гранодиоритами, плагиогранитами, гранитами; в незначительных количествах в них встречаются пегматиты, лейкократовые граниты. Слабо развиты гидротермальные процессы. Наиболее вероятно принадлежность их к геохимическому типу ультраметаморфических гранитов (по классификации Л. Таусона), не подвергавшихся дифференциации. Магматизм нижнепалеозойского дербинского комплекса проявился в нижнем палеозое в связи с коллизией (в современной конфигурации) Сибирского кратона и Алтае-Саянской складчатой области [4]. Исследования показали нижнепалеозойский возраст (изотопный рубидий-стронциевый, термоизохронный свинец-свинцовый) комплекса 427–480 млн лет.

Саянская серия испытала двухэтапные тектонометаморфические преобразования (в рифее и нижнем палеозое), что благоприятно для образования месторождений графита. Толщи саянской серии метаморфизованы полифациально в условиях от эпидот-амфиболитовой до гранулитовой фаций [4]. Считается, что основные метаморфические события в Дербинской складчатой зоне произошли в докембрийское время, но есть все признаки проявления метаморфизма высоких ступеней в нижнем палеозое.

### Графитоносность площади

В пределах описываемого района известен ряд перспективных проявлений чешуйчатого графита (рис. 2). Изученность их очень низкая. Проявления выделены при геолого-съёмочных работах и специально не изучались (за редким исключением). Нет данных и по технологическим свойствам руд. Нами все проявления по ряду признаков разделены на две генетические группы: гидротермальные и метаморфогенные. Выделяются две перспективные площади (рис. 3): Алыгджерская (125 км<sup>2</sup>) и Ханская (450 км<sup>2</sup>).

**Гидротермальные проявления** графита открыты на Алыгджерской и Ханской площадях (Урангайское, Крестик и Утюг).

*Урангайское проявление* находится на Алыгджерской перспективной площади (рис. 4). Комплексом геолого-геофизических методов изучено лишь 10 % площади, характеризующейся слабой обнаженностью. Вмещающие породы представлены графитистыми мраморами и кварцитами дербинской свиты, насыщенными телами гранитоидов орзагайского и дербинского комплексов (граниты, диориты, пегматиты, лейкограниты). Характерно широкое развитие субширотных тектонических разрывов. Графитовые руды и графитоносные зоны фиксируются аномалиями низкого кажущегося сопротивления, отрицательными аномалиями естественного электрического поля интенсивностью до 700 мВ. Горными выработками вскрыт ряд рудных тел в коренном залегании на западном и восточном флангах (рис. 5).

По *западному флангу* длина выявленной графитоносной зоны около 500 м, средняя мощность руд 7,5 м, среднее содержание графита 15,8 % (от 6,0 до 39,0 %), зольность руд 59–83 %. Линзовидные рудные тела имеют мощность 0,2–6,0 м, падение на юг под углами 80–85°. Они субсогласны вмещающим породам, иногда тяготеют к их контактам с биотитовыми гранитами. Вмещающие породы, как правило, дробленые и рассланцованные. Рудное тело мощностью 6,0 м прослежено на 200 м.

*Восточный фланг* более интересен. Рудная зона протяженностью 650 м вскрыта в трех пересечениях через 200 м и приурочена к тектонической зоне. Мощность рудных тел 1,0–10,1 м. Падение тел южное под углами 60–90°. Руды дробленые, катаклазированные и милонитизированные, цвет стально-серый, участками буроватый. Полосчатость руд обусловлена различным содержанием в отдельных линзочках и полосках графита, лимонита (рис. 6).

По аншлифам содержание графита в рудах 30–90 %, из них 90 % мелкочешуйчатого графита с размером чешуек менее 0,1 мм, остальное – 0,1–1,2 мм. Есть агрегаты (по длинной стороне 2 мм), сложенные чешуйками графита размером 1–1,2 мм. Из других минералов преобладает кварц, выделяются также амфибол (отдельные

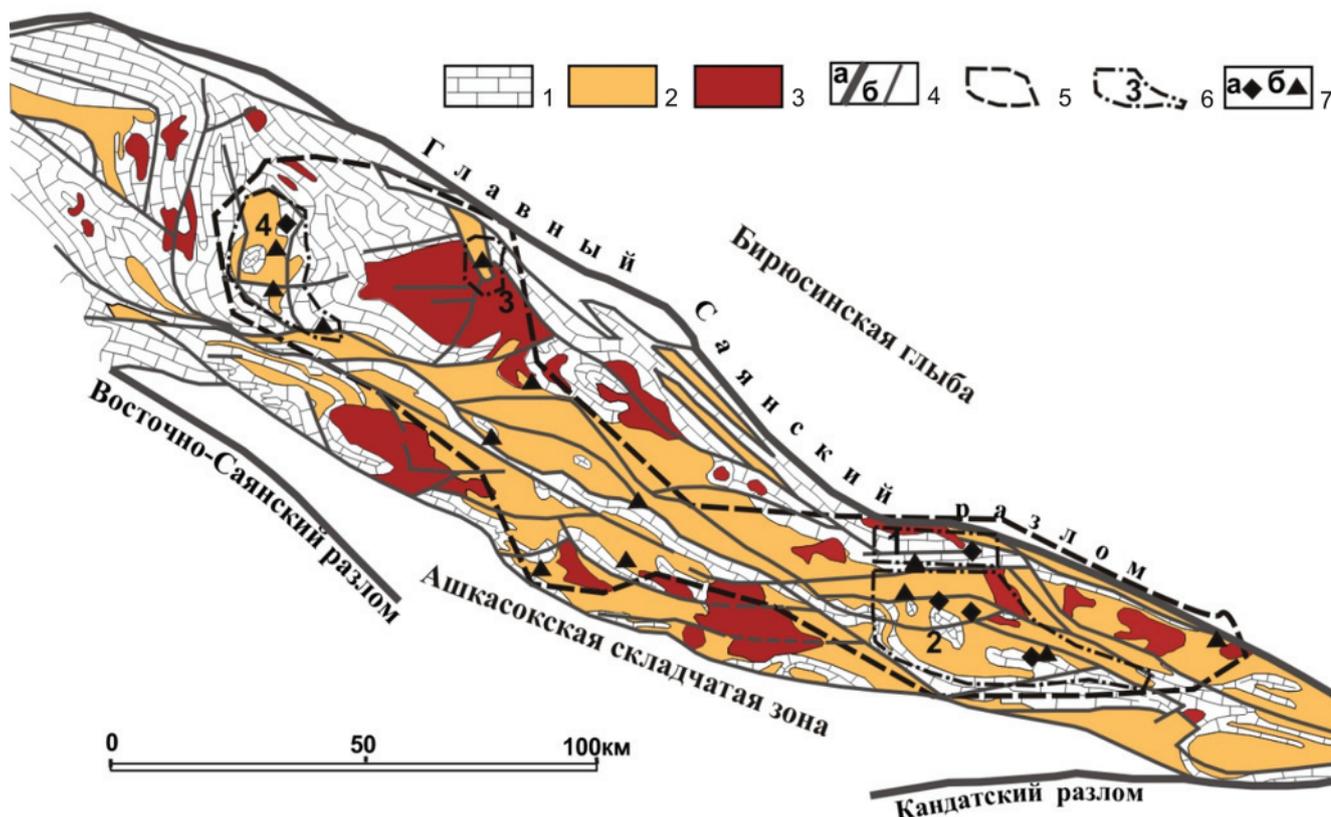


Рис. 2. Схема расположения графитовых проявлений в Дербинской глыбе

1 – дербинская свита; 2 – жайминская свита; 3 – дербинский комплекс; 4 – разломы I порядка (а) и прочие (б); 5 – граница Дербинского минерагенического графитоносного района; 6 – перспективные графитоносные минерагенические узлы (1 – Алыгджерский, 2 – Ханский) и потенциальные графитоносные узлы (3 – Холеминский, 4 – Сигачский); 7 – гидротермальные (а) и метаморфогенные (б) проявления графита

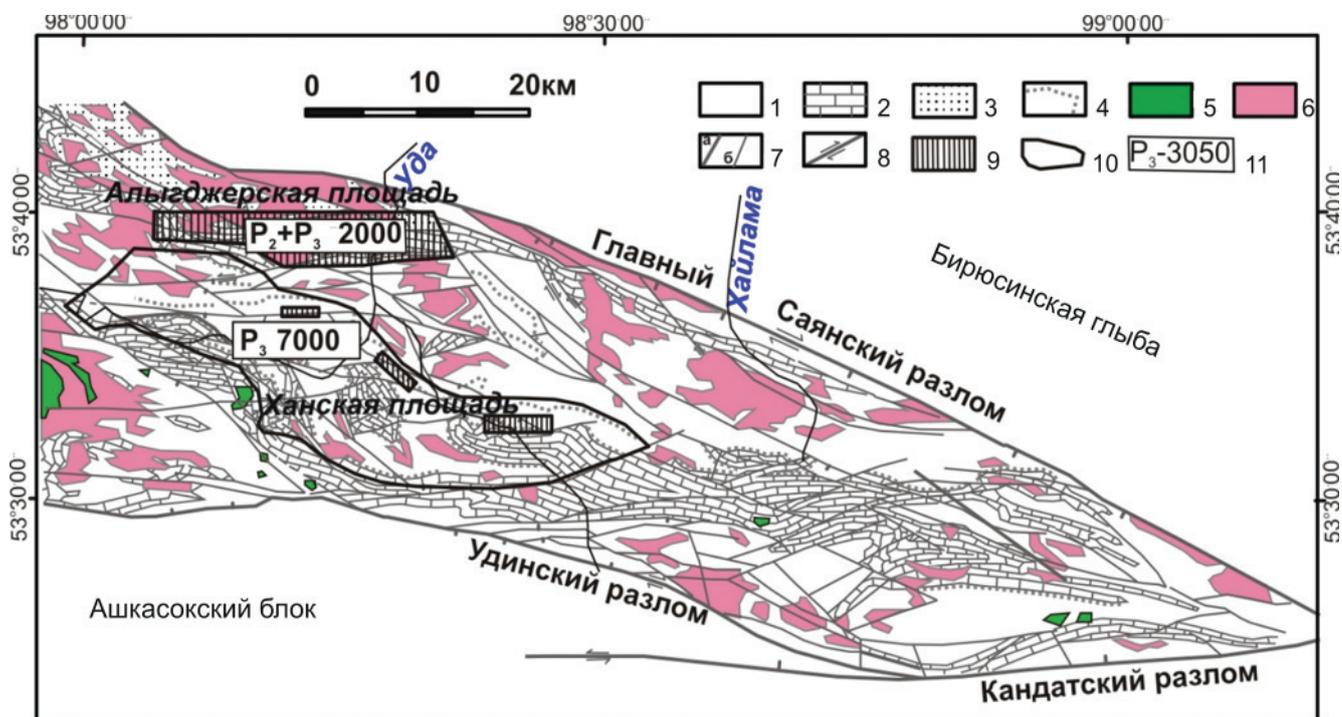


Рис. 3. Положение перспективных графитоносных площадей юго-восточной части Дербинской глыбы

1 – жайминская свита; 2–3 – дербинская свита: 2 – мраморы, 3 – мраморы, кварциты; 4 – маркирующие горизонты графитистых кварцитов; 5 – эденский пироксенит-габбровый комплекс; 6 – дербинский комплекс гранитоидов; 7 – разрывные нарушения I порядка (а) и прочие (б); 8 – направления смещения по разломам; площади, перспективные на выявление месторождений: 9 – гидротермальных, 10 – метаморфогенных; 11 – категория и количество ресурсов, тыс. т

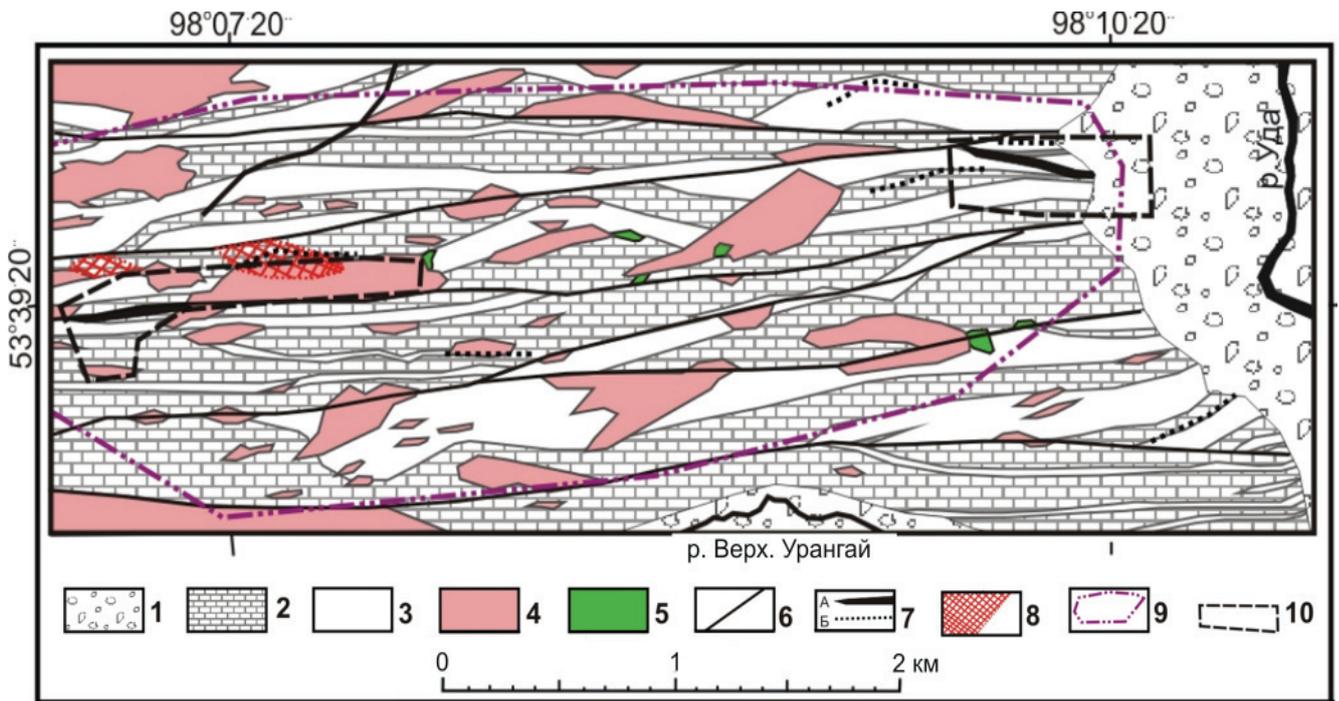


Рис. 4. Схематический геологический план участка Урангайского (по данным предприятия «Иркутскгеология»)

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2–3 – удинская свита: 2 – мраморы графитистые, 3 – кварциты и сланцы графитистые; 4 – гранитоиды дербинского и орзагайского комплексов (граниты биотитовые мелкозернистые, лейкограниты, пегматиты); 5 – эденский пироксенит-габбровый комплекс (метагаббро, пироксениты); 6 – разрывные нарушения; 7 – тела графитовых руд установленные (А) и прогнозируемые (Б); 8 – скарнированные породы; 9 – ореол марганца по потокам рассеяния; 10 – участки, опоискованные ранее

зерна 0,2–0,5 мм), полевои шпат. Кварц «пропитывает» всю породу.

Содержание  $C_{орг}$  5,59–29,7 %, в среднем 20,21–23,83 %. Зольность руд до 65–80 %. Характерны повышенные содержания марганца (до 1 %). Средняя суммарная мощность рудных тел 8,3 м, среднее содержание графита 21,8 %. Графит с размером чешуй 0,01–1,2 мм выгорает в широком диапазоне температур (561–945 °С).

Похожие по составу руды графита обнаружены южнее участка (проба 4168, отобранная в 2009 г.) в выбоинах конской тропы на водоразделе Тоз-Оя и Сарлы-Оя (левых притоков р. Уда). Это стально-серые плейчатые рассланцованные породы, состоящие из биотита (3 %), плагиоклаза (15–20 %), кристаллического графита (25–35 %), кварца (45–55 %). Различаются две морфологические формы графита: крупночешуйчатый (размером 0,7–1,3 мм) и преобладающие сплошные линзовидные агрегаты частиц размером 0,01 мм, реже до 0,05 мм. Кварц заполняет промежутки между графитовыми агрегатами, создает прожилки, размер зерен 0,4–0,5 мм. Прожилки кварца и агрегаты графита ориентированы однопланово. Биотит неравномерно рассеян отдельными чешуйками. Лабораторным анализом установлено содержание графита 30,75 %. Масштабы проявления таких руд здесь неясны.

На участке Урангайском имеются не заверенные находки графитовых руд в элювии и делювии.

*Проявление Крестик* открыто в породах удинской (дербинской) свиты в южной части Ханской площади и представлено двумя линзами графитовых руд мощностью 0,2 и 0,4 м в зоне субширотного разлома. Протяженность вскрытых в двух сечениях линз графитовых руд 100–150 м. Содержание в них графита 22–53 %. Протяженность зоны графитизации по данным электроразведки ЕП около 1,5 км.

*Проявление горы Утюг* найдено в центральной части Ханской площади среди отложений нижней подсвиты жайминской свиты, где вскрыто в одном сечении рудное тело мощностью 0,5 м, субогласное вмещающим углеродистым кварцитогнейсам. Содержания  $C_{орг}$  в рудах 22–53 %, графит мелко- и микрочешуйчатый, как на проявлении Урангайском.

В Дербинской глыбе в междуречье Ии и Орзагая перспективы обнаружения **осадочно-метаморфогенных проявлений** графита весьма высоки. Подавляющее их количество приурочено к жайминской свите, реже к дербинской. На Ханской площади выделены проявления графита данного типа (участки Крестик, Кварцитовый, Уруной и др.), известно множество проявлений западнее и северо-западнее ее.

На *участке Кварцитовом* среди плагиогнейсов жайминской свиты, прорванных гранитоидами дербинского комплекса, выявлены горизонты графитистых кварцитов и сланцев; их максимальная мощность в плане около 120 м. Протяженность

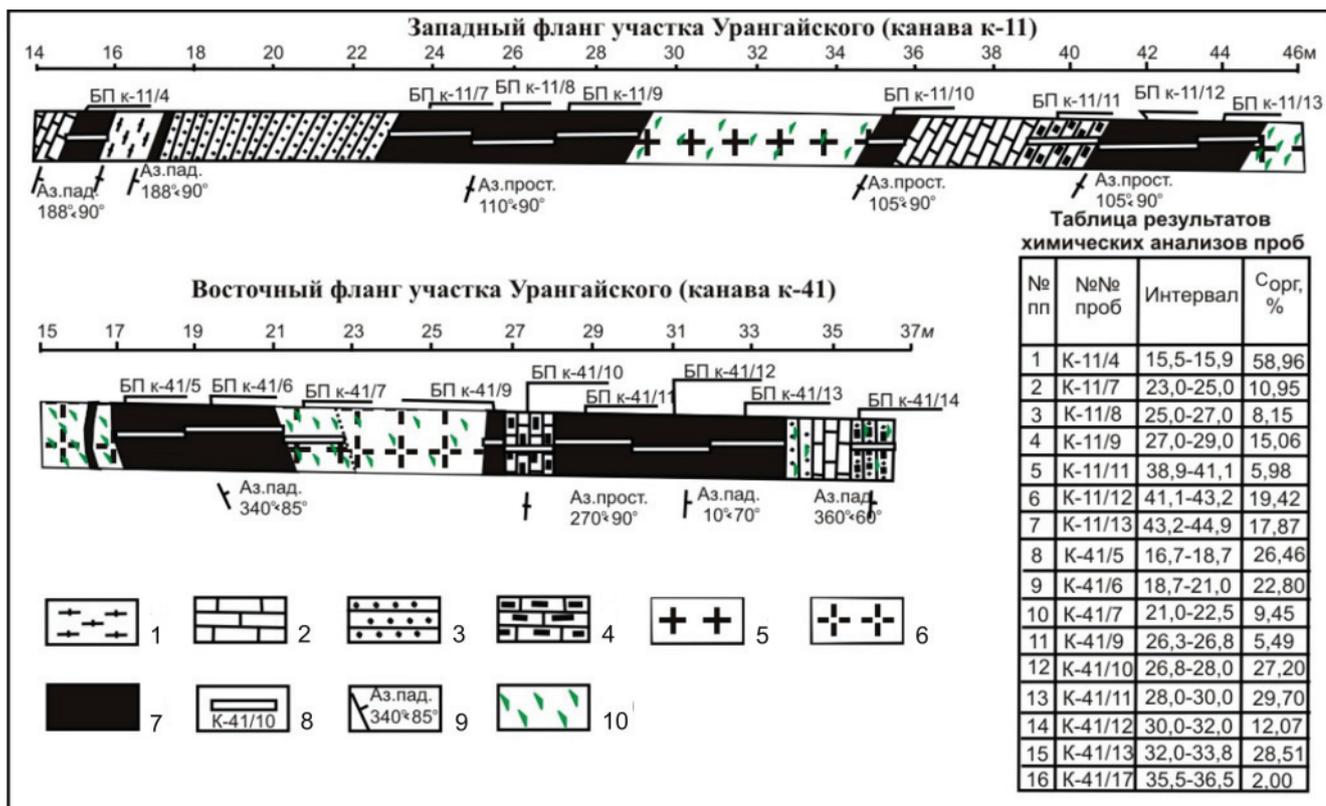


Рис. 5. Зарисовки характерных сечений Урангайского рудопоявления графита

1–4 – удинская свита: 1 – плагиогнейсы биотитовые, 2 – мраморы с графитом, 3 – кварциты графитистые, 4 – мраморы с повышенным содержанием графита; 5 – граниты биотитовые, 6 – лейкограниты, пегматоидные граниты; 7 – тела графитовых руд; 8 – места отбора бороздовых проб и их номера; 9 – элементы залегания пород; 10 – катаклазированные породы



Рис. 6. Обнажение рассланцованных графитовых руд восточного фланга Урангайского участка в канаве К-41

наиболее мощного выклинивающегося тела северо-западного простирания 700 м.

По результатам бороздового опробования в кварцитах и сланцах установлены относительно повышенные содержания никеля (0,01–0,02 %), ванадия (до 0,2 %), молибдена (до 0,03 %), меди (0,02–0,03 %), цинка (до 0,1 %). Содержания металлов стабильно выдержаны на всю мощность кварцитов. В пробах весом до 80 кг количественным минералогическим анализом установлены содержания графита 5–20 % при низких содержа-

ниях слюд (обычно менее 1 %). Среднее содержание графита по трем разобщенным пробам 15 %. Стабильное распределение рудных элементов в кварцитах косвенно указывает на равномерное развитие графита.

Судя по результатам петрографических исследований, кварциты имеют гранобластовую и гетерогранобластовую структуру, слюдястые разности – лепидогранобластовую. Содержания кварца 80–95 %, полевых шпатов 0–10 %, слюд иногда до 8 %, редко наблюдаются монопироксен, гранат, амфибол (до 3–5 %). Кварц в зернах неправильной формы размером 0,1–0,15 мм. Есть удлиненные зерна кварца (0,4–0,5 мм), ориентированные, как графит. В зонах разломов богатые графитом кварциты превращаются в типичные графитокварцевые сланцы.

Количество графита до 20 %, реже более. Он представлен чешуйками размером 0,15–0,25 мм, равномерно распределен в породе и ориентирован в одной плоскости, не формируя скученных агрегатов. Анализ единичных проб показал содержание высокотемпературного графита 9,25 %.

На участке *Крестик* в графитистых кварцитах и сланцах удинской (дербинской) и жайминской свит количественным минералогическим анализом установлено содержание графита 4 % при невысоких содержаниях слюд. Известны четыре горизонта кварцитов и кварцитогнейсов



мощностью 40–110 м, протяженностью 280–800 м. Изучение графитоносности не проводилось.

На *участке Уруной* закартировано семь горизонтов кварцитов, кварцитогнейсов в поле дербинской и жайминской свит мощностью 30–220 м и протяженностью 500–2500 м. Они имеют гранобластовую и гетерогранобластовую структуры с размером зерен 0,04–0,4 мм. Содержания графита обычно 2–10 %, иногда до 30 %.

*Проявление Балтырганьского* расположено восточнее Ханской площади, на левобережье р. Балтыргань, в 9,5 км юго-восточнее устья. Пласт графитистых кварцитов дербинской свиты изучен в одном пересечении на мощность 39 м при протяженности 300 м. Распределение графита в пласте неравномерное, суммарная мощность графитистых пород 6 м. Наиболее богатые части пласта мощностью 0,2–0,4 м содержат до 22,3–27 % графита (суммарная мощность 1,2 м).

Петрографическими исследованиями установлено среднее содержание крупночешуйчатого графита до 12 %. Количество общего углерода колеблется 0,6–11,2 %. Размер чешуек графита в поперечнике 0,04–3 мм. В эндоконтакте скарированных мраморов отмечаются прожилки полнокристаллического графита мощностью 2–3 см.

Западнее и северо-западнее Алыгджерской и Ханской площадей метаморфогенные проявления графита известны и в верхней части жайминской свиты в пределах Эденской синклинали (правобережье р. Уда), где установлены 12 горизонтов графитистых кварцитов мощностью 1,5–50 м с содержанием  $C_{орг}$  2,6–8,0 % (химический анализ). Графит в шлифах представлен мелкими чешуйками размером до 1 мм, востков посторонних минералов практически нет. Его содержание в изученных шлифах обычно 5–10 %, иногда до 20 %. Графитоносность горизонтов по простиранию не изучена.

В бассейне р. Чатыг-Хем (правого притока р. Сигач) в основании жайминской свиты выявлены четыре горизонта графитистых плагиогнейсов и кристаллосланцев мощностью 5–35 м с содержанием графита до 10 %, прослеженных на 3000 м. Графит представлен пластинками размером 0,04–0,9 мм, реже его мелкими скоплениями. Содержания  $C_{орг}$  до 5,8 %. Мощность слоев с содержанием графита 4–10 % от 2 до 29 м (суммарно до 46,7 м).

В нижней пачке жайминской свиты на левобережье р. Мал. Кишта выявлены два горизонта амфиболовых и биотит-амфиболовых гнейсов мощностью 15–35 м с содержанием графита до 10 %, в бассейне р. Ужур (устье р. Холема) – горизонт плагиогнейсов и кристаллосланцев мощностью 35 м с содержанием графита до 15–20 % и  $C_{орг}$  3,58–5,29 %. Протяженность горизонтов не установлена.

Основные факторы контроля размещения гидротермального графитового оруденения

(структурный, менее важный литолого-стратиграфический и магматический) следующие:

1. Графитопроявления приурочены к горизонтам графитистых мраморов, сланцев и кварцитов дербинской свиты.

2. Проявления гидротермального типа приурочены к тектоническим нарушениям субширотного и северо-западного направлений на участках пересечения ими горизонтов с повышенными первичными концентрациями графита.

3. Отмечается приуроченность богатых графитовых руд к экзоконтактам жил пегматитов и пегматоидных гранитов. Гнезда графита также локализируются и в жилах пегматитов. Можно предположить связь месторождений графита с временем становления гранитоидов, относимых к орзагайскому комплексу рифея.

Поисковыми признаками графита, помимо прямых находок обломков и галек графитовых руд, являются литохимические и шлихогеохимические аномалии марганца (менее значительными – меди), аномалии естественного электрического поля, низкоомные аномалии по данным электроразведки.

Перспективы выявления месторождений чешуйчатого графита данного типа весьма высоки в пределах Алыгджерской площади, где имеется сочетание всех рудоконтролирующих факторов и поисковых признаков.

Основные факторами контроля метаморфогенного графитового оруденения – стратиграфический, менее важные литологический и выдержанный по площади метаморфизм амфиболитовой фации, обусловивший кристаллизацию чешуйчатого графита.

Проявления графита этого типа локализируются в нижней кварцитогнейсовой пачке жайминской свиты и верхней пачке дербинской свиты. Они связаны с устойчиво прослеживаемыми горизонтами графитистых кварцитов, сланцев и кварцитогнейсов. Графитистые горизонты известны и в верхах жайминской свиты. В образовании графитовых метаморфогенных руд важную роль могли играть и метасоматические процессы обогащения графитом углеродистых пород.

Поисковыми признаками графита, помимо прямых находок обломков и галек графитистых пород, являются аномалии естественного электрического поля интенсивностью до 700 мВ и более.

### Обсуждение результатов исследования

На Алыгджерской и Ханской площадях и в центральной части Восточного Саяна обнаружен ряд перспективных проявлений графитовых руд, относящихся к одному природному типу. Мощности рудных тел 1–10 м, протяженность рудных зон до 700 м. Содержание графита в пробах высокое (6–90 %),  $C_{орг}$  5,6–29,7 %, в среднем 15,8–23,8 %. Графит в рудах крупно- и мелкочешуйчатый. Обогащение руд может быть проведено методом флотации.



По предварительной ресурсной оценке прогнозные ресурсы графита категорий  $P_2+P_3$  на Алыгджерской площади (125 км<sup>2</sup>) превышают 2 млн т, в том числе  $P_2$  0,4 млн т; средняя продуктивность для ресурсов категории  $P_3$  – 12,8 тыс. т на 1 км<sup>2</sup>, среднее содержание графита 15,8–21,8 %. Это позволяет ожидать открытие здесь крупного месторождения чешуйчатого графита.

Весьма высоки перспективы обнаружения метаморфогенных месторождений чешуйчатого графита в пределах Ханской площади (450 км<sup>2</sup>) – проявления Уруной, Кварцитовое и др. Перспективны нижний уровень жайминской и верхний дербинской свит, где мощности графитоносных зон достигают 120 м, содержание графита – 2–30 %. Прогнозные ресурсы чешуйчатого графита данного типа оценены по категории  $P_3$  в 7,0 млн т и более при удельной площадной продуктивности 15,5 тыс. т на 1 км<sup>2</sup>, глубине прогноза 100 м, среднем содержанием 4–8 %.

Ресурсный потенциал других площадей (бассейн рр. Сигач, Холема и др.) может быть оценен после изучения Ханской и Алыгджерской площадей.

Таким образом, в пределах Дербинской глыбы имеются предпосылки открытия крупных месторождений графита федерального значения. Наибольшие перспективы связываются с Алыгджерской площадью. Здесь известно перспективное проявление Урангайское, вблизи от которого компактно расположены перспективные проявления графита участков Уруной и Кварцитовый Ханской площади, наиболее изученные и обладающие высокими прогнозными ресурсами. Проведение поисковых работ и технологического изучения может привести к открытию промышленных месторождений чешуйчатого графита.

Описанные Алыгджерская и Ханская графитоносные площади в плане минерагенического районирования наиболее отвечают минерагеническим узлам. В качестве более крупной единицы необходимо выделить Дербинский графитоносный минерагенический район, на северо-западе – Сигачский и Холеминский потенциальные графитоносные узлы (без оценки ресурсного потенциала).

Автор благодарен генеральному директору ГПП «Геологическая компания» Ю. Н. Киселеву, геофизику С. С. Сергееву, заслуженному путешественнику России, инструктору по водному туризму А. С. Ускову за помощь в организации рекогносцировочных маршрутов по изучению проявлений графита в 2009 г., а также специалистам ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» за оперативное изучение отобранных тогда образцов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аксенов, Е. М.** Состояние, проблемы и пути развития минерально-сырьевой базы нерудных полезных ископаемых [Текст] / Е. М. Аксенов, Н. Г. Васильев // Руды и металлы. – 2009. – № 1. – С. 32–35.
2. **Нерудное** металлургическое сырье России [Текст] / А. И. Шевелев, А. А. Сабитов, В. А. Тимесков [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2005. – № 8. – С. 15–19.
3. **Савельев, А. А.** Опыт палеогеографических реконструкций на основе изучения отложений дербинской свиты нижнего протерозоя Восточного Саяна [Текст] / А. А. Савельев // Проблемы осадочной геологии докембрия. – М.: Недра, 1966. – Вып. 1. – С. 33–40.
4. **Салаев, А. В.** Геология Дербинской глыбы [Текст] / А. В. Салаев, Ф. Ф. Салаева // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований. – Иркутск, 2004. – Вып. 4. – С. 191–195.
5. **Салаев, А. В.** Структура и некоторые особенности минерагении Дербинской и Ашкасокской складчатых зон [Текст] / А. В. Салаев // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири: Матер. науч. конф. – Иркутск, 1986. – С. 20–22.
6. **Сизых, А. И.** Петрология и геодинамика метаморфических поясов докембрия Восточного Саяна [Текст] / А. И. Сизых. – Иркутск: Изд-во гос. ун-та, 2000. – 244 с.
7. **Сырьевая** база неметаллических полезных ископаемых России – состояние и перспективы развития [Текст] / Е. М. Аксенов, Н. Г. Васильев, Т. З. Лыгина, Р. К. Садыков // Охрана и разведка недр. – 2008. – № 9. – С. 108–113.
8. **Тимесков, В. А.** Минеральное сырье. Графит: Справочник [Текст] / В. А. Тимесков. – М.: Геоинформмарк, 1997. – 30 с.