

На ИК-спектрах исследуемых глауконитов отмечаются полосы поглощения в области 1570 и 1380 см<sup>-1</sup>. Полосы поглощения при 1625...1660 см<sup>-1</sup> отвечают внутренней структуре глауконитов, характеризующихся хаотично расположенными пластинками и чешуйками смектитов микронных размеров. Полосы при 3200...3600 см<sup>-1</sup> относятся к колебаниям абсорбированной воды и осложняющая интенсивной полосой поглощения трёхвалентного железа с частотой 3530 см<sup>-1</sup>. Низкое содержанием Al<sup>3+</sup> в октаэдрическом слое глауконитов подтверждается полосой 3600 см<sup>-1</sup>. К органическим примесям относятся максимумы поглощения с частотами 2349, 667, 2850...2950 см<sup>-1</sup>.

В ходе проведенных исследований глауконита Бакчарского рудопоявления были получены следующие результаты: 1) выделены разновидности зёрен глауконита по морфологии и окраске; 2) охарактеризован химический состав глауконитов и установлено содержание основных примесных элементов; 3) по ИК-спектрам описаны некоторые структурные особенности глауконитов; 4) установлены микровкрапления минералов на поверхности зёрен.

В данной работе представлены предварительные результаты запланированных авторами минералоготехнологических исследований глауконита мезо-кайнозойских отложений Томской области. Однако на выводах первых этапов исследований можно сказать, что глауконит является промышленно-ценным минералом и обладает схожими полезными свойствами с глауконитами Тамбовской, Челябинской областей [1], которые используются в промышленности. Важно отметить, что положительная оценка технологических свойств глауконита может снизить экономические затраты на добычу железных руд Бакчарского рудопоявления.

#### Литература

1. Левченко Е.Н., Тигунов Л.П. Глауконит России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы. Минеральное сырье. Серия геолого-экономическая. – № 32. – М.: ВИМС, 2011. – 65 с.
2. Рудмин М.А., Мазуров А.К., Рубан А.С. Морфология и вещественный состав железных руд Бакчарского рудопоявления (Томская область) // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (6). – С. 1323–1327.

### ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МАРГАНЦА, МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

**А.Х. Сагындыкова**

Научный руководитель доцент В.А. Домаренко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В данной статье рассматриваются геолого-промышленные типы месторождений марганца, методика поисков и разведки, а также геолого-экономическая оценка марганцевых месторождений. Более подробно описано ведущие страны мировых запасов и добыча марганцевых руд. Особое внимание уделено основным минералом и промышленным типом месторождений марганца. А также рассматривается геолого-экономическая оценка месторождений марганцевых руд и факторы оказывающие значение на их результаты. Комплекс натуральных и стоимостных показателей, а также результирующих показателей при критериев, на основе которых выбирается оптимальный вариант подсчет запасов и промышленного освоение месторождения.

**Таблица 1**

*Основные минералы марганцевых руд*

Минералы	Химическая формула	Содержание Mn, %
Пирролюзит	MnO <sub>2</sub>	60...63,2
Гаусманит	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	72,0
Браунит	3Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MnSiO <sub>3</sub>	60...69,5
Псиломелан	(Ba, Mn <sup>2+</sup> ) <sub>3</sub> M <sub>4</sub> <sup>8+</sup> O <sub>16</sub> (OH) <sub>6</sub> nH <sub>2</sub> O	45...60
Якобсит	MnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	50...55
Манганит	MnOOH	62,5
Вернадит	MnO <sub>2</sub> · nH <sub>2</sub> O	44...52
Тодорокит	(K, Ca, Mn <sup>2+</sup> ) (Mn <sup>4+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Mg) <sub>6</sub> O <sub>12</sub> · 3H <sub>2</sub> O	47...54
Родохрозит	MnCO <sub>3</sub>	47,8
Алабандин	MnS	60,4
Галоксит	MnAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	50,5...52,3
Родонит	CaMnSi <sub>3</sub> O <sub>18</sub>	32...43
Рансьеит	(Ca, Mn <sup>2+</sup> )Mn <sub>4</sub> <sup>4+</sup> O <sub>9</sub> · 3H <sub>2</sub> O	43...50
Бустамит	(Ca, Mn) <sub>3</sub> (Si <sub>3</sub> O <sub>9</sub> ) Fe, Mg, Zn	12...20

Марганец принадлежит к распространенным элементам, составляя 0,03 % от общего числа атомов земной коры. Марганцевые руды – природные минеральные образования, содержащие марганец в таких соединениях и концентрациях, при которых их промышленное использование технически возможно и экономически целесообразно. Ежегодная мировая добыча марганцевых руд составляет около 5 млн т. Вторым по

важности среди чёрных металлов является марганец - незаменимый в чёрной металлургии компонент при выплавке чугуна и стали.

Таблица 2

## Промышленные типы месторождений марганца и основные типы руд

Промышленный тип месторождений	Рудно-формационный тип месторождений	Природный (минеральный) тип руд	Среднее содержание Mn, % (попутные полезные компоненты)	Промышленный (технологический) тип руд	Примеры месторождений (проявлений)
Осадочные морские	Пластовый в осадочных (терригенных) породах	Родохрозитовый	16...48	Металлургический марганцевый карбонатный (сортировочный, гравитационно-магнитный)	Новоберезовское
		Пирролизит-псиломела-новый	26...50	Химический марганцевый пероксидный (сортировочный, гравитационно-магнитный)	Чиатурское (Грузия)
Вулканогенно (гидротермально)-осадочные	Пласто- и линзообразный в вулканогенно-осадочных породах	Родохрозитовый с мангано-кальцитом	16...32	Металлургический марганцевый карбонатный (сортировочный, гравитационномагнитный)	Усинское, Порожинское
		Гематит-гаусманит-браунитовый	16...35	Металлургический марганцевый оксидный (сортировочный, гравитационно-магнитный)	Дурновское
		Браунит-гаусманит-магнетитовый с родохрозитом	20...35	То же	Южно-Хинганское
Метаморфогенные	линзообразный в метаморфических	Гаусманит-пирролизит-родохрозитовый	12...28	Металлургический марганцевый оксидно-карбонатный (гравитационно-магнитный)	Парнокское
Выветривания (гипергенные)	Плаще- и линзообразный в корках выветривания месторождений и марганцевосодержащих пород	Пирролизит-псиломелан-криptomелановый с гётитом и гидрогётитом	15...45	Металлургический марганцевый оксидный (сортировочный, гравитационно-(магнитный))	Николаевское
		Гётит-вернадит-псиломела-новый	16...2	То же	Шунгулешское (проявление)
		Пирролизит-псиломелано-вый	26...37	„	Кипчакское (проявление)
		Псиломелан-вернадитовый	25...30	„	Усинское
		Вернадит-псиломелан-пирролизитовый	15...28	Металлургический марганцевый оксидный (промывочный, сортировочный, гравитационно-магнитный)	Порожинское
		Пирролизит-псиломелано-вый	10...19	Металлургический марганцевый оксидный (сортировочный, гравитационно-магнитный)	Громовское
Диagenетические-седиментационные в современных осадках	Плаще-образный	Кобальт-железо-марганцевые конкреции и корки	20...30 (Fe, Co, Ni, Cu)	Металлургический, химический кобальт-марганцевый оксидный (гидрометаллургический)	Абиссальные равнины дна океанов (ЖМК) и подводные горы и поднятия (КМК)
		Железомарганцевые конкреции и корки	5...30 (Fe)	Металлургический, железомарганцевый оксидный (гидрометаллургический)	Шельф Финского залива

По стратегическим запасам марганцевых руд ЮАР занимает первое место в мире и является одним из лидеров по производству марганцевой продукции. Для производства марганцевой продукции (ферромарганца, оксидов, различных солей и т.п.) используются марганцевые руды. Средние содержания металла в них составляют от 17 до 53 %. Наиболее «вредной» примесью марганцевого сырья является фосфор. Желательно, чтобы его содержание в руде не превышало 0,2 % от количества марганца. Уникальные марганцевые месторождения содержат запасы руды, превышающие один миллиард тонн, крупные – сотни миллионов, а средние и мелкие – десятки миллионов тонн. Ресурсы марганцевых руд установлены в 56 странах мира и оцениваются в 21,3 млрд тонн.

Более 95 % мировых общих запасов локализованы в 13 странах (в порядке убывания): ЮАР, Украина, Казахстан, Габон, Бразилия, Китай, Австралия, Боливия, Грузия, Мексика, Болгария, Российская Федерация и Индия. Высокосортными рудами обладают лишь ЮАР, Габон, Австралия и Бразилия, в остальных странах руды среднего и низкого качества.

Добыча марганцевых руд и производство концентратов осуществляется в 30 странах мира. Основной объём товарных марганцевых руд используется в производстве марганцевых сплавов (ферромарганца, силикомарганца, ферросилиция и др.), а также марганца-металла. Главными мировыми производителями сплавов являются страны, ведущие основную добычу марганцевых руд (ЮАР, Украина, Китай), а также обладающие технологическим потенциалом и достаточно дешевой электроэнергией для её переработки (Япония, Франция, Норвегия). Они формируют лидирующую шестерку мира по производству марганцевых сплавов.

По минеральному составу марганцевые руды разделяются на оксидные, карбонатные и смешанные.

Оксидные руды включают окисные (первичные пиролюзит, псиломелан, манганит, браунит, якобит и др.) и окисленные – развывающиеся в коре выветривания главным образом карбонатных руд (пиролюзит, псиломелан, вернадит, тодорокит, криптомелан) [2].

Карбонатные руды сложены преимущественно карбонатами марганца: родохрозитом, манганокальцитом, марганцовистым кальцитом. Руды при относительно низких содержаниях марганца (не превышает 20...25 %) и относительно высоком содержании фосфора характеризуются трудной обогатимостью и высокой себестоимостью концентратов, однако в связи с сокращением запасов оксидных руд и поиском прогрессивных технологий переработки доля их в производстве марганца будет неуклонно возрастать.

Смешанные руды являются переходным типом между оксидными и карбонатными. Их химический состав зависит от количественного соотношения оксидов (манганита, пиролюзита, псиломелана) и карбонатов марганца (манганокальцита, родохрозита), в соответствии с которым выделяются железомарганцевые, карбонатно-силикатные, оксидно-силикатные, оксидно-силикатно-карбонатные и др.

В марганцевых рудах нередко присутствуют вольфрам, никель, кобальт, золото, серебро, цинк, свинец, таллий, барий, бор, фосфор. Последний является вредной примесью, к содержанию его в концентрате предъявляются жесткие требования.

В мировом потреблении металлов марганец занимает четвертое место после железа, алюминия и меди. Ежегодно в мире производится около 7...7,5 млн т этого металла. Как известно, основным потребителем марганцевых руд является черная металлургия, в которой используется до 90 % производимого товарного марганца. В черной металлургии марганец используется в качестве десульфуризатора для перевода серы в шлак. Важной сферой применения марганца является производство сплавов на основе цветных металлов, главным образом алюминиевых и медных. В 2001 г. в США было потреблено 16,1 тыс. т металлического марганца для изготовления сплавов цветных металлов, причем 85% этого объема использовались при изготовлении алюминиевых сплавов. Сплав, содержащий 72 % марганца, 18 % меди и 10 % никеля, имеет высокий коэффициент термического расширения, демпфирующую способность и используется в приборах температурного контроля автомобилей. Сплав, называемый «Manifog» и состоящий из 60 % меди, 20 % марганца и 20 % никеля, применяется в часовой промышленности для производства миниатюрных частей. Самой важной неметаллургической областью применения марганца в форме его диоксида является производство химических источников тока, на которое приходится 200...250 тыс. т марганца в год [1].

Разведка месторождений марганца на глубину осуществляется в основном скважинами с использованием геофизических методов исследований (наземных и в скважинах), а при небольшой глубине залегания рудных залежей – скважинами в сочетании с горными выработками. Горные выработки являются средством контроля данных бурения, отбора бороздовых и технологических проб, их целесообразно проходить на участках детализации, намеченных к первоочередной отработке. Методика разведки определяется исходя из геологических особенностей месторождения с учетом возможностей буровых, горных и геофизических средств разведки, а также опыта разведки и разработки месторождений аналогичного типа. Она должна обеспечить возможность квалификации запасов при их подсчете по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения [3].

На результаты геолого-экономической оценки месторождений марганцевых руд определяющее значение оказывают несколько факторов: особенность района месторождения и удаленность от потребителей, качество марганцевых руд и возможность их реальной промышленной обработки, обогатимость сырья и экологическая чистота схем переработки, уровень эксплуатационных и капитальных затрат, цены на товарную продукцию и транспортные тарифы. При оценке используется комплекс натуральных и стоимостных показателей, а также результирующих показателей при критериев, на основе которых выбирается оптимальный вариант подсчет запасов и промышленного освоения месторождения. Геолого-экономическая оценка марганцевых месторождений проводится на основе рассмотрения вариантов оконтуривания запасов по бортовому содержанию марганца в недрах, годовой производительности горно-обогатительного предприятия,

схем переработки руды и др. Использование комплекса результирующих показателей позволяет выбрать оптимальный вариант промышленного освоения месторождения марганца.

#### Литература

1. Салихов Д.Н., Ковалев С.Г., Брусницын А.И., Беликова Г.И., Бердников П.Г., Сергеева Е.А., Семкова Т.А. / Полезные ископаемые Республики Башкортостан (марганцевые руды). – Уфа, 2012.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, Марганцевые руды. – Москва, 2007.
3. Потконен Н.И., Столяров А.С., Тимофеева М.Х., Шарков А.А. / Минеральное сырье. Марганец. Справочник, ЗАО Геоинформмарк, Москва, 1999. – 51 стр.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И КОЛЬЦЕВЫЕ СТРУКТУРЫ «СЮРАМПИНСКОГО» РУДНОГО ПОЛЯ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

Д.А. Узюнкоян

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия*

Сюрампинское рудное поле расположено в 180 км от районного центра поселка Усть-Нера. Рассматривать мы с вами будем рудопоявление Лагерный-Мизер и рудопоявление Шарада. Площадь рудопоявлений находится в пределах Сюрампинского рудного поля и находится в междуречье рек Гром, Лагерный и Шарада и являются одними из 5 рудопоявлений в данном рудном узле. Его геолого-структурная позиция определена его приуроченностью к Адыча-Тарынскому разлому, к которому в свою очередь относятся множество крупных месторождений в данном районе (Тарын, Бадран и др.).

По данным поисковых работ, выполненных Милаем, золотое оруденение приурочено к Талалахскому массиву сложенный биотитовыми и двуслюдяными гранитами колымского комплекса и сопровождающих данный массив серии различных даек нера-бохапчинского позднеюрского комплекса комплекса. Пространственное расположение интрузивных тел согласуется с ориентировкой складчатых структур и разломной тектоникой района.

Рудные поля находятся в пределах сводовой части Талалахской антиклинали, сложенной алевролитами и песчаниками триасового возраста. И именно здесь развиты зоны прожилкового окварцевания, зоны дробления и окварцевания, кварцевые жилы и линзы. Проявления золота относятся к гидротермальным среднетемпературным образованиям мало-сульфидной формации, к её пирит-арсенипиритовому типу.

Основной здесь будет то, что гидротермальные месторождения являются результатом взаимодействия мантийно-коровых процессов. Флюиды гидротермальных частей являются надкритическими и обогащение их рудными компонентами возможно только в случае формирования в астеносферном канале комплексного физико-химического барьера. Смена обстановок (термодинамических) происходит медленно, происходит мощный и долговременный поток металлоносных флюидов. Разгрузка флюидов происходит в вышележащие горизонты происходит по зонам глубинных разломов.

Вообщем флюиды конденсируются и стягиваются к зонам повышенной проницаемости, вдоль которых они мигрируют вверх по разрезу. Становятся неравновесными с вмещающей средой и выщелачивают из пород Fe, Co, Bi, Cr, V. Далее потоки флюидов встречают препятствия и они осаждаются в различных породообразующих минералах.

Далее у нас начинают осаждаться компоненты стандартные для гидротермальных месторождений – сначала Fe, As, Co в виде пирита и арсенипирита, затем Cu, Pb, Zn, Ag в виде полисульфидных комплексов, далее теллуриды и сульфосоли (Te, Bi, Ag). Данные перечисленные ассоциации слагают зону аномальной структуры геохимического поля (АСГП) ранга месторождения [Ворошилов, 2009].

Здесь стоит остановиться на вихревых структурах, к которым исследователи достаточно мало уделяют внимания. Было установлено что данные структуры могут быть тектоногенными, плутоногенными, вулканогенными, метаморфогенными, экзогенными, ударно-метеоритными. Соответственно типы руд в данных структурах различны.

Исследователями установлено, что благоприятны для локализации рудного вещества: 1) периферические контуры кольцевых структур, 2) окаймляющие структуру складчатые пояса, 3) зоны пересечения кольцевых структур с пересекающими их разломами различных рангов и размеров, 4) области интерференции кольцевых структур разного размера и различного генезиса, 5) апикальные части плутонов, отраженных в виде кольцевых структур [Вихри, 2004].

Главным определяющим фактором является степень проницаемости земной коры. Данным же фактором контролируется и движение рудоносных гидротермальных растворов.

Для данного рудного поля характерна кольцевая структура геохимического поля. Естественно они разных рангов. Сначала выделялась на космоснимке структура ранга рудное поле с более мелкими кольцами, соответствующими отдельным рудопоявлениями. Данные кольцевые структуры принадлежат рудопоявлениям (с запада на восток) Тот, Гром ( 1 кольцевая структура ранга рудопоявления) (рис. 1); Лагерный- Мизер, Шарада и Боб ( 2 кольцевая структура ранга рудопоявления) (рис. 2). Далее рассматривать мы будем рудопоявление Лагерный-Мизер.