

УДК 553.6:553.5:553.6.04

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ И ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ОРУДЕНЕНИЯ ФЛЮОРИТА ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И., Жданова С.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бииск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Охарактеризованы главные геолого-промышленные типы оруденения флюорита: редкометалльно-флюоритовый грейзеновый, жильный эпитермальный кварц-флюоритовый, карбонат-кварц-флюоритовый, сульфидно-кварц-флюоритовый. Впервые приведены данные о распространении в Горном Алтае стратиформного гидротермально-метасоматического типа, дающего в соседнем Казахстане крупные объекты по запасам. Оценены запасы и прогнозные ресурсы флюоритовой руды категорий P_1, P_2, P_3 . Основная ставка в регионе ориентирована на доизучение стратиформного оруденения флюорита в карбонатных металлотектах.

Ключевые слова: флюорит, геолого-промышленные типы, грейзеновый тип, эпитермальный жильный тип, запасы, прогнозные ресурсы

GEOLOGY-MINABLE TYPES AND POSSIBLE EVALUATION ORE MINERALIZATION OF FLUORITE OF MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I., Zhdanova S.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

The main geology-minable types of ore mineralization of fluorite characterized: rare-metall-fluorite greisens, lode epithermal quartz-fluorite, carbonatic-quartz-fluorite, sulfide-quartz-fluorite. Data about expansion in the Mountain Altai of stratiform hydrothermal-metasomatic type lead for the first time that it is let large objects on assay value in neighbouring Kazakhstan. The assay value and possible evaluation of categories P_1, P_2 and P_3 estimated in region. The basic rate oriented on the studing stratiform ore mineralization of fluorite in carbonatic metallotects in region.

Keywords: fluorite, geology-minable types, greisens type, epithermal lode type, assay value, possible evaluation

Плавииковый шпат (флюорит) – экономически и стратегически важное полезное ископаемое. В США флюорит отнесён к стратегическому виду сырья. В виде концентратов и продуктов их переработки он широко используется в современных отраслях промышленности, главным образом, химической, оборонной, медицине, оптике, в машиностроении, атомной энергетике, в сварочном, стекольном, эмалевом и других производствах. В структуре потребления плавиикового шпата 70% приходится на металлургию, где он используется в качестве флюса при производстве стали. Флюорит также используют для производства эмали и глазури в керамических изделиях, при получении плавииковой кислоты в химическом производстве. Это определяет актуальность изучения флюорита на месторождениях Алтая.

В Горном Алтае флюорит встречен в 211 месторождениях и проявлениях различных типов полезных ископаемых. Основное значение он имеет в редкометалльно-флюоритовом грейзеновом (Южно-Калгутинское месторождение), жильных эпитермальных месторождениях кварц-флюоритового, карбонат-кварц-флюоритового, сульфидно-кварц-флюоритового геолого-промышленных типов, детально изученных в пределах Корчугано-Каянчинского рудного узла (ККРЗ) [2, 3, 4]. Впервые в Горном

Алтае выявлен стратиформный тип флюоритового оруденения, описанный на проявлениях Авангард и Новая Деревня [2], масштабы которого на порядок и более превышают жильный эпитермальный тип [1, 5].

Южно-Калгутинское флюорит-вольфрамовое месторождение располагается на северо-западном окончании Сайлюгемского хребта, в 1,2 км южнее Калгутинского молибден-вольфрамового месторождения. Оно локализуется в восточном контакте Калгутинского гранитного массива в линейной зоне минерализации субмеридионального простирания среди вмещающих вулканитов аксайского трахиандезит-дацитриолитового субвулканического комплекса нижнего девона. Прослеженная длина зоны около 5 км. Жильная зона месторождения образована серией сложных кварцевых, флюорит-кварцевых, сидерит-кварцевых, кварц-баритовых жил невыдержанной мощности (от 0,2 до 15 м), окружённых кварцевыми штокверками, грейзенизированными породами и серицит-пирит-кварцевыми метасоматитами мощностью до 80 м.

Кварцево-жильная зона №1 содержит наиболее богатое оруденение флюорита в местах раздувов, интенсивного брекчирования пород и многостадийного минералообразования, смещаясь к висячему зальбанду. Наиболее распространённые текстуры руд: вкрапленная, прожилково-вкраплен-

ная, гнездово-вкрапленная, брекчиевая, крустификационная. Флюорит образует прожилки, вкрапленность, гнёзда и жилы. Главные рудные минералы: ферберит, пирит, халькопирит, халькозин, шеелит. Второстепенные и редкие минералы: гюбнерит, самородная медь, гематит, арсенопирит, блеклая руда, висмутин, сфалерит, галенит, молибденит, киноварь, самородное золото, ильменит, ильменорутит, брукит, пирротин, рутил, хромит, берилл. С глубиной происходит уменьшение содержания флюорита и сидерита. Флюоритовая минерализация кристаллизовалась при температурах 83–183 °С. Флюорит обогащён элементами иттриевой группы.

Сарасинское месторождение находится на окраине с. Сараса и кл. Арбанакова. Разведывалось в 1950–1951 гг. с помощью поверхностных горных выработок. На горизонте 60 м от поверхности пройдена короткая штольня. В 1973 г. проведены поиски коренных источников свалов ртутных руд и проведена переоценка флюоритовой минерализации. Флюоритовая и ртутная минерализация приурочена к субширотной зоне дробления и брекчирования верхнерифейских известняков, находящихся вблизи тектонических контактов с вулканогенными и терригенно-карбонатными образованиями онгудайской и терентьевской свит девона, здесь так же, как и в ртутных месторождениях лога Сухонького и лога Ночного возможны выявления ртутного и флюоритового оруденения под блоками девонских пород западнее и южнее месторождения. Кроме общего благоприятного структурного положения данная перспективность подчеркивается наличием киновари в шлихах (до 100 зерен на шлик) и геохимических ореолов ртути ($n \cdot 10^{-4}\%$) и мышьяка ($n \cdot 10^{-3}\%$) на площади распространения блоков девонских пород.

По простиранию рудовмещающая зона прослежена на 150 м при мощности от первых метров до 32 м. В зоне интенсивно развита кальцитизация. С востока и юго-востока кальцитовые тела ограничены разрывными нарушениями. В меньшей степени известняки в зоне подвергнуты окварцеванию, но в местах скопления флюорита кальцитовая минерализация довольно часто подчинена кварцевой.

Флюорит проявляется в сплошных массах в виде гнезд от нескольких сантиметров до 0,7 м, жил мощностью до 1 м, в виде мелких вкрапленников и друз. Минерализация неравномерная, но прослеживается на всем протяжении зоны. Наиболее интенсивная минерализация прослежена на протяжении 60–80 м. Содержание фтористого кальция

в руде колеблется от первых процентов до 73 %. Среднее содержание флюорита в руде 17,3 % при средней мощности рудной зоны 8,6 м. В 1973 г. переопробовано 3 сечения, при этом среднее содержание фторида кальция колеблется от 12,01 до 38,15 %, при мощности от 3,45 до 18,6 м. С промышленным содержанием руды обособлены в небольшом гнезде длиной 40 м.

Флюорит имеет преимущественно бледно-фиолетовую окраску, встречаются бледно-зеленые, белые разности. Очень редко встречаются мелкие (до 3 мм) прозрачные кристаллы. Часто в порах кристаллического флюорита содержится порошковатая киноварь. Содержание ртути в флюорите колеблется в пределах 0,002–0,007 %, достигая в отдельных случаях 0,03 %. Кроме того, флюорит содержит до 0,08 % окиси бария. Температура кристаллизации плавикового шпата 180–190 °С. По отношению к флюоритовой минерализации ртутное оруденение является более поздним. Из рудных минералов также обнаружены пирит, марказит, ртутьсодержащие блеклые руды, сфалерит.

Перспективные запасы флюорита оценены в 30–40 тыс. т. До глубины 30 м (до горизонта штольни) запасы плавикового шпата оцениваются в 62500 т руды и 23140 т фтористого кальция.

Л.Л. Зейферт (1972) на основании изучения флюоритового оруденения делает вывод о том, что флюоритоносные зоны в целом имеют субширотное простирание и обогащены флюоритом вблизи восточной окраины Сарасинского грабена. Представляется возможным предполагать, что именно здесь под экраном девонских отложений, по аналогии с ртутным оруденением, можно предполагать наличие более крупных и промышленно-ценных флюоритовых залежей «стратиформного» типа.

Верхнеарыджанское месторождение флюорита приурочено к массивным кристаллическим известнякам баратальской серии вблизи их контакта с телами метасоматических кварцитов, залечивающих Арыджанскую тектоническую зону. Флюоритовое оруденение представлено 3 разобцёнными рудными телами неправильной формы, расположенные узкой полосой вблизи юго-западных контактов метасоматических кварцитов.

Рудное тело № 1 является наиболее крупным. Оно объединяет 13 неправильных по форме гнезд. Размеры гнезд в плане колеблются от 2×1,5 м до 35×15 м. Наиболее распространённым типом руд является гнездово-вкрапленный и мелкопрожилковый. Реже отмечаются массивные руды брекчиевой текстуры. Сульфидная минера-

лизация представлена вкрапленностью пирита, халькопирита. Содержание флюорита варьируется от 0,08 до 83,12%. Концентрации меди не превышают 0,29%.

Рудное тело № 2 представлено рядом овальных гнёзд окварцованных известняков и кварцитов с вкрапленностью флюорита размерами до 8×5 или 12×5 м, расположенных на расстоянии от 2 до 5 м друг от друга. Группа гнёзд образует цепочку, вытянутую в северо-западном направлении на 85 м при ширине 15–20 м. Содержание флюорита от 5 до 40%, меди до 0,1%.

Запасы категории C₂ на глубину 45–50 м оцениваются в 231 тыс. т руды и 57 тыс. т флюорита при среднем содержании флюорита в рудах 22–28%.

Кызыл-Чинское флюорит-полиметаллическое месторождение. Здесь кратко охарактеризуем флюоритовую минерализацию. Последняя развита в пределах рудной зоны № 1. Горными работами с поверхности зона интенсивной флюоритовой минерализации кварцитов мощностью 15–20 м вскрыта в лежащем и висячем боках полиметаллических рудных тел на восточном фланге рудной зоны № 1. На горизонте штольни № 1 мощность её составляет более 50 м. С поверхности по многочисленным делювиальным свалам обломков и глыб (до 1 м) интенсивно флюоритизированных кварцитов, барит-флюоритовых и существенно флюоритовых пород плавиковошпатовая минерализация прослежена по простиранию на 600 м. Содержание фтористого кальция в рудах достигает 32,14%. Прогнозные ресурсы плавикового шпата составили 216 тыс. т. Оруденение относится к эпitherмальной флюорит-полиметаллической формации.

Сильковское флюоритовое проявление расположено в правом борту р. Чои, в 7 км к югу от с. Чоя. Флюоритовая минерализация приурочена к жильной зоне, локализованной в контакте гранитоидов с дайкой диоритовых порфиритов. Длина по простиранию зоны 50 м, мощность от 2 до 3,5 м. Флюорит в зоне образует 5 линзовидных тел мощностью от 10 до 50 см. Преобладающая генерация флюорита представлена фиолетовой разновидью, образующей вкрапленность (1–8 мм), гнёзда 1,5 см. Вторая генерация образует полупрозрачные разновидности и даёт гнёзда размерами до 15–20 см. В кварце присутствует вкрапленность галенита, реже халькопирита.

Корчугановское проявление расположено в левом борту р. Саракокши, напротив устья р. Каракокши. Флюоритовая минерализация локализована в зоне дробления субмеридиональной ориентировки мощно-

стью 3 м и протяжённостью до 140 м. Зона расположена в гранит-порфирах. Кварц и флюорит слагают цемент брекчий и обособленные жилы и линзы мощностью до 1 м. Флюорит локализуется в 3 линзах мощностью от 3 см до 1 м и протяжённостью 1,7–10 м. Отмечаются полупрозрачные и прозрачные разновидности размерами до 1,5×2 и 5 см.

Янтерекское проявление расположено в центральной части поискового участка Янтерек среди известняков верхней подсвиты тыдтуярыкской свиты в ядерной части синклинали складки. На участке выделяются пачки известняков с прослоями кремней, мраморизованных и брекчированных известняков, при этом последние залегают в висячем боку жильной зоны. Породы смяты в субширотную синклинали складку с пологим (10–30°) южным крылом, крутым (40–75°) северным крылом с шарниром, погружающимся под углом 55–65° в восточном направлении. В зоне отслоения, образовавшейся в ядре складки, локализована серия седловидных кварцевых и кварцево-флюоритовых жил, сопровождаемых линейными штокверками аналогичного состава. Здесь же встречены седловидные тела метасоматических кварцитов с многочисленными пустотами выщелачивания и кристаллами пирита, замещённого лимонитом.

Зона минерализации прослежена по простиранию на 250 м, вскрыта канавами в северо-западной части через 70–40 м, в юго-восточной части опробована в обнажениях через 10–20 м. Максимальная мощность минерализованной зоны, составляющая 40 м, приурочена к ядру синклинали. На крыльях мощность зоны постепенно уменьшается и выклинивается в 200 м от ядра складки. Наблюдается оруденение двух типов: киноварь-тетраэдритовое в кварцевых жилах и флюоритовое в виде кварц-флюоритовых залежей. Выявлено шесть залежей протяжённостью 50–260 м, мощность их изменяется от 0,1 до 3,5 м, раздувы зон приурочены к седловидным изгибам. Падение зон пологое (12–40°), согласно направлению падения слоистости известняков. Зоны сложены молочно-белым и серым кварцем массивной или полосчатой текстуры и содержат убогую вкрапленность халькопирита, тетраэдрита, цинкинита, халькопирита, халькозина, шеелита, киновари, вторичных минералов меди. Содержание рудных минералов обычно не превышает 1%, в наиболее обогащённых интервалах достигает 5%. Химический состав руд многокомпонентный с низкими содержаниями меди – 0,002–0,1%, сурьмы – 0,002–0,3%, сереб-

ра – 0,1–70 г/т, свинца – 0,001–0,1%, мышьяка – 0,01–0,03%, золота – 0,003–0,7 г/т, вольфрама – до 0,01–0,1%, фтористого кальция – 0,1–30%. Медно-сурьмяное отношение составляет 0,4, что обусловлено преобладанием более сурьмянистого халькоститита над тетраэдритом. В целом рудная минерализация в минерализованных зонах развита слабо и является поисковым признаком для обнаружения кварц-сульфосольных золото-серебряных руд.

Главную ценность проявления составляют флюоритовые руды, представленные кварц-флюоритовыми залежами и штокверками. Выявлено пять кварц-флюоритовых залежей, одна из которых детально изучена в обнажениях и горных выработках. Протяженность залежей не превышает 130 м, мощность варьируется от 0,1 до 58,2 м. Кварц-флюоритовые залежи развиты в тесной ассоциации с сульфосольно-кварцевыми агрегатами, образующими внешнюю кварцевую оторочку у флюоритовых залежей седловидной и линзовидной морфологии.

Кварц-флюоритовые штокверки сопровождают залежи и наращивают их по мощности и по простиранию, развиты в катаклазированных известняках, содержащих мелкую рассеянную вкрапленность пирита. Насыщенность штокверка прожилками составляет 10–30 жилков на метр мощности. Мощность штокверка – от 0,5 до 6,4 м, мощность отдельных прожилков – 0,1–5 см.

Руды сложены молочно-белым, реже серым кварцем (30–85%) и бесцветным, бледноокрашенным медовым и фиолетовым флюоритом, составляющим 15–70% от объема залежей. В этих минералах расплылена мелкая вкрапленность идиоморфных кристаллов пирита, реже арсенопирита. Флюорит развит в тесной ассоциации с кварцем, образуя вкрапленность, гнезда и прожилки с размером вкрапленности 0,3–2 см, гнезд – 5–10 см. Линейно-ориентированная вкрапленность линзовидных зерен флюорита часто образует линзовидно-полосчатую текстуру флюоритовых руд.

Выделяются три парагенетические ассоциации (стадии) последовательности формирования рудной минерализации: 1 – пирит-кварцевая; 2 – кварц-сульфосольная с киноварью; 3 – кварц-флюоритовая. Первая ассоциация представлена локально окварцованными известняками с вкрапленностью пирита, вторая и третья ассоциации распространены более широко и сложены залежами и штокверками соответствующего состава. С кварц-сульфосольной ассоциацией связаны аномальные содержания золота и серебра, она имеет сурьмяную специализацию. Кварц-флюоритовая ас-

социация обогащена фтором и практически стерильна (за исключением мышьяка) в отношении металлов, типичных для второй стадии. Проявление относится к кварц-флюоритовому минеральному типу малосульфидно-флюоритовой формации. Содержание фтористого кальция в гидротермальных образованиях варьируется в широких пределах: в штокверках – от 1–8 до 20%, в залежах – от 12,9 до 39,11%. По результатам опробования при бортовом содержании фтористого кальция 10% выделено пять рудных тел. Главное рудное тело линзообразной формы имеет протяженность 130 м, мощность тела – от 1,5 до 5,82 м, средняя – 3,74 м. Содержание фтористого кальция в рудном теле колеблется от 17,74 до 33,9%, средневзвешенное – 22,5%. Оруденение носит эшелонированный характер, на глубине предполагается серия флюоритовых тел, часть которых выходит на поверхность на Янтерекском и Западно-Янтерекском проявлениях. В общей сложности можно предположить до десяти флюоритовых тел, аналогичных рудному телу 1. Прогнозные ресурсы составляют: P_1 – 35 тыс. т, P_2 – 200 тыс. т. Участок входит в площадь рудного узла, на котором рекомендовано проведение дальнейших поисковых работ при попутной оценке флюоритового оруденения.

По нашим данным, флюоритовая минерализация имеет стратиформный характер и развита на Арыджанском и Янтерекском участках в виде согласных тел, образовавшихся метасоматическим путём, о чём свидетельствуют характер залегания рудных залежей и текстурно-структурные особенности руд. При этом вначале на участках развития известняков происходило образование кварцитов, а затем отложение кварцевых и флюоритовых агрегатов, имеющих часто полосчатое строение вплоть до образования «бурундучных» руд, наследующих первичную слоистость в протолите. Таким образом, стратиформное оруденение флюорита в юго-восточном Алтае развито в 2 рудных узлах: Бельгебашском и Сокпанды-Чички-Терекском.

В Бельгебашском полиметаллически-золоторудном узле плавиновый шпат имеется в рудах Кызыл-Чинского месторождения. А на известном проявлении Верхне-Арыджанском флюоритовое оруденение имеет стратиформный метасоматический характер, образовавшимся по карбонатным породам, аналогом которого может служить стратиформное оруденение Таскайнуурского рудного узла в Казахстане, для которого удельная продуктивность флюоритовой руды варьируется от 25 до 40 тыс. т/км².

Прогнозные ресурсы стратиформного оруденения флюорита при удельной продуктивности флюоритовой руды 30 тыс. т/км² и коэффициенте геологического подобия 0,5 прогнозные ресурсы флюоритовой руды категории P₃ составят: 24 млн т.

В прогнозируемом Сокпанды-Чичики-Терекском золоторудном узле известен ряд перспективных проявлений плавикового шпата. Наиболее изученным из них является Янтерекское проявление флюорита, имеющее все признаки стратиформного метасоматического типа, образовавшегося по карбонатному протолиту, имеющее синформный характер локализации со специфическими полосчатыми и бурундучными рудами. Для стратиформного оруденения флюорита, аналогом которого может служить, как и в предыдущем случае, сходное оруденение Таскайнурского рудного узла в Казахстане. При удельной продуктивности флюоритовой руды 30 тыс. т/км² и ко-

эффициенте геологического подобия 0,7 прогнозные ресурсы флюоритовой руды составят: $QR_3 = 600 \times 30 \times 0,7 = 10,8$ млн т. Суммарные прогнозные ресурсы флюоритовой руды стратиформного типа по 2 рудным узлам составляют 34,8 млн т. Для сравнения для более детально изученного ККРУ прогнозные ресурсы категории P₂ составляют 4,8 млн т, а категории P₃ – 37,8 млн т [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Количественная и геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов плавикового шпата Алтайского края. – М., 2002. – 25 с.
2. Данилов В.В., Гусев А.И. // Вестник Томского государственного университета. – 2003. – № 3. – С. 231–233.
3. Коплус А.В., Пузанов Л.С. // Изв. вузов. Сер. геол. и разведка. – 1976. – №8. – С. 77–85.
4. Коплус А.В., Алиева О.З. // Руды и металлы. – 1997. – №5. – С. 19–27.
5. Коплус А.В., Алиева О.З. // Руды и металлы. – 1998. – №5. – С. 17–25.