

УДК 549.623.81 (470.57)

СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ И УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ АПОКАРБОНАТНОГО ТАЛЬКОВОГО СЫРЬЯ В БЕЛОРЕЦКОМ РАЙОНЕ ЗАПАДНО-УРАЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ

© 2020 г. Н. В. Грановская^а, *, А. В. Кочергин^б, **

^аЮжный федеральный университет, ул. Большая Садовая, 105/42, Ростов-на-Дону, 344006 Россия

^бУральское горно-геологическое агентство, ул. Заводская, 20, Уфа, 450097 Россия

*e-mail: grannv@sfedu.ru

**e-mail: avtggkav@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.06.2019 г.

После доработки 08.02.2020 г.

Принята к публикации 20.04.2020 г.

Рассмотрены структурно-морфологические типы и условия локализации тальковых проявлений в Белорецком районе Западно-Уральской тальконосной провинции. Оруденение представлено мало-железистыми талькитами и тальковыми камнями в рифейских терригенно-карбонатных комплексах Башкирского мегантиклинория. Перспективные тальковые объекты Белорецкого района отнесены к апокарбонатному типу, в отличие от преобладающих на Урале апоультрамафитовых месторождений. Установлены гидротермально-метасоматический генезис тальковых руд, их приуроченность к метаморфизованным доломит-содержащим пачкам кызылташской и авзянской свит нижнего и среднего рифея, сопряженность с месторождениями магнезитов и отсутствие связей с гранитоидным магматизмом. В качестве источников рудообразующих флюидов рассматриваются собственные ресурсы рифейских осадочно-породных бассейнов, активизированные в результате метаморфогенных процессов. Благоприятными литологическими обстановками формирования талькитов являются фланги магнезитовых залежей в доломитовых толщах у контактов с силикатными прослоями. Наличие пачек переслаивания магнезиально-карбонатных и алюмосиликатных пород в разрезах рифейских толщ способствует кремне-магниевого биметасоматозу, но приводит к формированию преимущественно бедных разностей тальк-хлоритовых камней. Морфологические типы оруденения представлены: стратиформными пластобразными залежами талькитов и тальковых камней; седловидными и лентовидными телами талькитов, приуроченными к флексурам, замкам и крыльям складок; линейными крутопадающими телами богатых тальковых руд, контролируемые разломами.

Ключевые слова: тальк, маложелезистые талькиты, тальковые камни, апокарбонатные тальковые руды, Башкирский мегантиклинорий, рифей

DOI: 10.31857/S0016777020060027

ВВЕДЕНИЕ

Последние десятилетия в мире и Российской Федерации изменилась структура потребления тальковых продуктов (Tomaino, 2000; Тохтасев, Чуприна, 2007; Тарасова, 2014). Основные объемы потребления (как в денежном, так и физическом выражении) приходятся на бумажную, лакокрасочную и керамическую отрасли промышленности, где востребованы тальк и микротальк с белизной выше 90%. В силу минералогических особенностей талькового сырья, продукты с высокой белизной способны давать только маложелезистые руды апокарбонатного типа (Романович и др., 1998). Поэтому современное мировое тальковое производство базируется в основном на рудах апокарбонатных месторождений.

Тальковая промышленность Советского Союза, созданная в Уральском регионе, традиционно работала на сырье апоультрамафитовых месторождений Урала (Огородников и др. 2000; Спиридонов и др., 2000; Хворов, 2003, Солодкий и др., 2009). В Российской Федерации к 2010 году апокарбонатные месторождения были выявлены и подготовлены только в Сибирском регионе: Онетское в Восточных Саянах, Алгуйское и Светлый ключ в Кемеровской области, Киргитейское в Красноярском крае. Западно-Уральская тальконосная провинция апокарбонатного типа впервые была выделена А.В. Кочергиным на основе результатов прогнозно-тематических работ (Кочергин, 2005).

При непосредственном участии авторов в 2014–2015 гг. на территории Республики Башкортостан

ности, имеют сходные позиции со многими известными месторождениями данной формации: Киргитейским на Енисейском кряже (Смолин, 1961), Онотским в Восточных Саянах (Смолин, 1962; Каплин и др., 1991; Левицкий, 1994), Алгуйским в Горной Шории (Шевелев, 2002), а также с магнетит-тальковыми месторождениями в Западных Карпатах (Хурай и др., 2011) и Восточных Альпах (Prochaska, 1989, 2000), тальковыми залежами в карбонатных породах в Бразилии, Китае, Корее, США (Gondim, Jiang, 2004; Shin, Lee, 2002, 2006; Blount, Parkison, 1991).

Типичной обстановкой локализации тел мало-железистых тальцитов являются зоны разрывных нарушений в залежах магнетитов, реже в зонах контактов магнетитов с алюмосиликатными образованиями. Однако реальная приуроченность безжелезистого талька к магнетитам, по мнению П.П. Смолина, не представляет самостоятельного интереса. На ряде крупных объектов тальковое оруденение развивается непосредственно по доломитам, например, на Алгуйском, Люзенакском месторождениях, Удерейском тальконосном поле. Встречаются месторождения маложелезистого талька, приуроченные к метаморфическим сланцам и другим алюмосиликатным породам, но они всегда располагаются в непосредственном соседстве с доломитами и являются апосиликатными образованиями магнезиально-карбонатной группы, которые формируются за счет контактово-реакционного метасоматоза. Поэтому все разнообразие условий локализации месторождений данной группы связано с магнезиальными карбонатами, которые являются первичным источником магния (Смолин, 1962). Для месторождений апокарбонатных тальцитов характерны крутопадающие жилообразные, а также пластообразные тела, мощностью от одного до десятков метров, протяженностью от первых десятков до сотен метров. Уникальные рудные тела имеют мощность до 100 м и протяженность до 3 км (Тохтасев, 2007). Несмотря на различные трактовки генезиса данных месторождений и источника растворов, участвующих в гидротермально-метасоматических процессах замещения доломитов и магнетитов, морфология рудных тел определяется, прежде всего, структурно-формационными и литолого-стратиграфическими факторами, что важно учитывать при поисках и разведке тальковых руд.

Цель настоящих исследований — изучить геологические условия локализации новых тальковых объектов Западно-Уральской провинции с разнообразием морфологических типов рудных тел, которые могут быть универсальными для апокарбонатных тальковых месторождений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Первые прогнозы возможной промышленной тальконосности территорий западного склона Урала были сделаны П.П. Смолиным (ИГЕМ, Москва), который еще в 60-х годах XX века дал рекомендации по организации поисков маложелезистых тальцитов в Башкирском мегантиклинории (Смолин, 1962) и позднее в 1980 г. участвовал в открытии залежей тальцитов в северной части Башкирского мегантиклинория в Веселовско-Семибратском магнетитоносном районе. Сходные рекомендации приводятся и в материалах геолого-съемочных работ, выполненных в 1982 г. под руководством П.В. Швецова (Кочергин, Грановская, 2010).

Белорецкая перспективная площадь, расположенная в южной части Башкирского мегантиклинория, впервые выделена А.В. Кочергиным и обоснована в 2001–2002 гг. при проведении прогнознотематических работ по объекту: “Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы природных пигментов и наполнителей Республики Башкортостан” (Кочергин, 2005; Кочергин, Грановская, 2010).

В 2014–2015 гг. Уральским горно-геологическим агентством совместно с ЦНИИгеолнеруд в результате выполнения госконтракта № 36-326/13 по объекту “Поисковые работы на маложелезистые талькиты в пределах Белорецкой площади” был открыт новый Белорецкий тальковый район и четыре перспективных проявления тальцитов и талькового камня. Поисковые работы проводились при участии авторов.

Методика настоящих исследований включала построение структурно-морфологических моделей талькового оруденения на основании анализа и интерпретации геологических разрезов на перспективных участках Белорецкого района, полученных по результатам поискового бурения, проходки горных выработок, опробования, лабораторно-аналитических данных.

Для определения состава и качества руд проводились химический анализ (атомно-эмиссионный метод, ICP-спектрометр OPTIMA 2000 DV), определение белизны (спектрофотометр X-Rite VS450), рентгенографический фазовый анализ (дифрактометр D8 ADVANCE фирмы Bruker), дифференциально-термический анализ (синхронный термоанализатор STA 409 PC Luxx). Анализы выполнялись в Аналитико-технологическом сертифицированном испытательном центре ФГУП “ЦНИИгеолнеруд”. Петрографическое описание шлифов тальковых камней и вмещающих пород осуществлялось в ООО “Уральское горно-геологическое агентство” (микроскоп Carl Zeiss Amplital, аналитик Е.О. Калистратова).

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОРЕЦКОГО ТАЛЬКОВОГО РАЙОНА ЗАПАДНО- УРАЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ

Западно-Уральская тальконосная провинция расположена на западном склоне Южного Урала, в Башкирском мегантиклинории, развивавшемся в позднем протерозое как глубокий эпикратонный осадочный бассейн, отчасти в условиях аридного климата, который осложнялся эпизодами неоднократного рифтогенеза и вовлекался в зоны складчатости в позднем венде и позднем палеозое (Пучков, 2010). Докембрийские образования Башкирского мегантиклинория представлены нижним, средним, верхним рифеем и вендом, которым соответствуют бурзянская, юрматинская, каратауская, ашинская серии (Маслов и др., 2001; Пучков и др., 2017).

Общими чертами геологического строения всей мегаструктуры является наличие мощных толщ рифейских карбонатно-терригенных пород, слагающих закономерные седиментационные циклы, которые начинались грубообломочными осадками и завершались карбонатными толщами. Вендские молассовые образования локализованы на крыльях Башкирского мегантиклинория.

Минерагенический облик Башкирского мегантиклинория в целом определяют большие мощности протерозойских осадочных комплексов (до 15 км) и элизионный катагенез (Анфимов, 1997), с чем связано развитие стратиформных эпигенетических, гидротермально-осадочных, низкотемпературных гидротермальных месторождений (сидеритовых, магнезитовых, флюоритовых, баритовых). Процессы рудообразования сопоставляются (Маслов и др., 2001; Пучков, 2010) с главными событиями рифтогенеза и вулканизма (в раннем—среднем рифее, начале позднего рифея, конце рифея—начале венда), которые завершались сжатием, поднятиями и эрозией, вызывающими разгерметизацию флюидных систем и отложение растворенных компонентов.

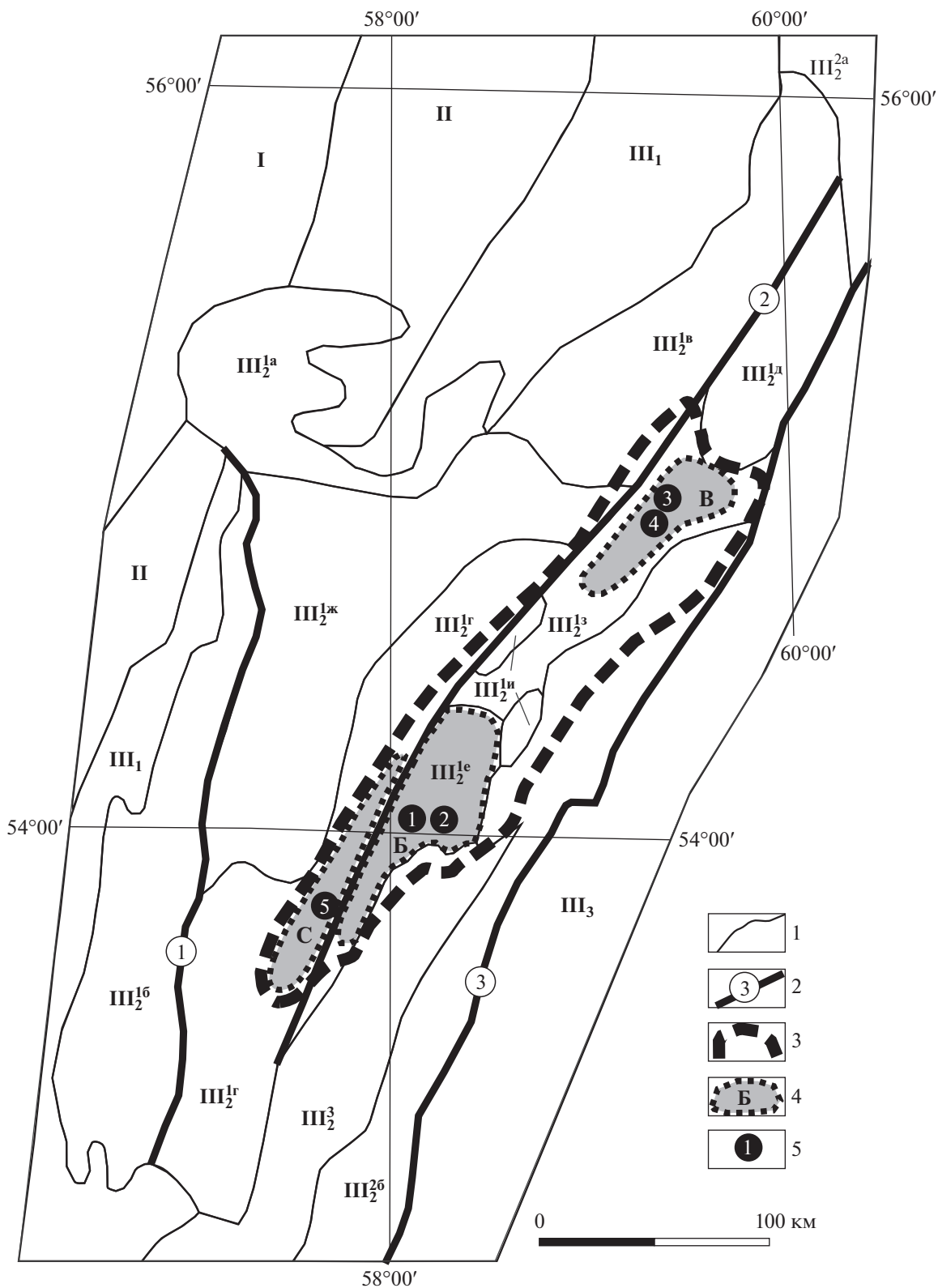
Тальковые объекты относятся к крупным структурам Башкирского мегантиклинория — Ямантаускому антиклинорию (в западной подзоне), Маярдакскому антиклинорию и Верхнебельскому син-

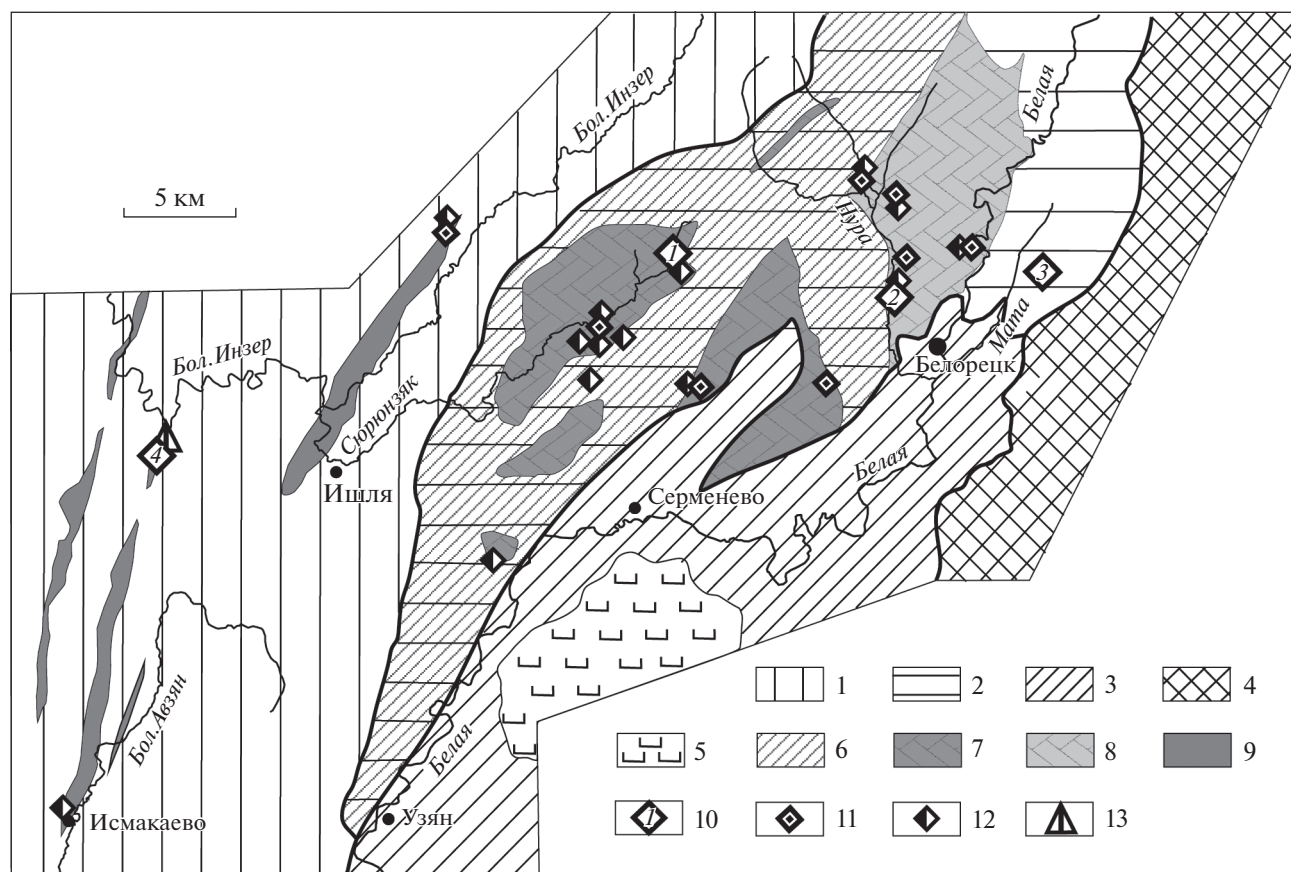
клинорию (в восточной подзоне), имеющим некоторые различия в строении разрезов, характере складчатости, магматизме и метаморфизме (фиг. 2, 3). В соответствии с геологической ситуацией, учетом новых данных и установленной тальконосности в состав Западно-Уральской провинции предлагается включить Белорецкий, Суранский и Веселовский районы.

Наиболее перспективные тальковые проявления Белорецкого района локализованы в пределах Маярдакского антиклинория, сложенного Белорецким метаморфическим комплексом (БМК) и представляющего собой термальную купол (Алексеев и др., 2009). Данная структура протягивается почти на 100 км от широтного течения р. Тирлян на севере до широты с. Узян на юге. Ее западное крыло осложнено Зюраткульским надвигом, а восточное крыло на севере по Западно-Уралтаускому надвигу сопряжено с Верхнебельским синклинорием, на юге ограничено Зилаирским синклинорием. Маярдакский антиклинорий отличается от других структур Центрально-Уральского поднятия отсутствием линейно вытянутого ядра и обилием второстепенных складок, часто осложненных разноамплитудными разрывными нарушениями. Здесь достаточно отчетливо проявлены разрывные нарушения северо-западного простирания и слабее — субмеридионального. Характерны субизометричные пликативные структуры с пологими крыльями (с углами падения 10° – 25°), несмотря на интенсивную мелкую складчатость и рассланцевание.

В разрезе БМК снизу вверх выделяются буганакская и кызылташская свиты нижнего рифея, аюсапканская, белетарская, зигальгинская, зигазино-комаровская, авзянская свиты среднего рифея и зильмердакская свита верхнего рифея (фиг. 4), неметаморфизованными аналогами которых могут быть суранская, юшинская, машакская, зигальгинская, зигазино-комаровская, авзянская, зильмердакская свиты стратотипа рифея в Ямантауском антиклинории (Швецов, 1980). В пределах метаморфического комплекса наблюдается купольная зональность. В ядерной части присутствуют наиболее глубоко метаморфизованные образования от амфиболитовой до эклогитовой

Фиг. 2. Положение тальковых объектов на тектонической схеме Башкирского мегантиклинория с использованием данных (Пучков, 2008, Князев и др., 2013). 1 — границы структурных подразделений; 2 — главные разломы; 1 — Зильмердакский, 2 — Зюраткульский, 3 — Главный Уральский; 3 — контур Западно-Уральской тальконосной провинции; 4 — контуры тальконосных районов (Б — Белорецкого, В — Веселовского, С — Суранского); 5 — тальковые проявления: 1 — Азналинское, 2 — Аболоское; 3 — Семибратское, 4 — Южно-Семибратское, 5 — Суранское. *Структурно-тектонические подразделения:* I — Восточно-Европейская платформа, II — Предуральский краевой прогиб, III — Уральская складчатая система: III₁ — Западно-Уральская мегазона внешней складчатости; III₂ — Центрально-Уральская мегазона (поднятие): III₂¹ — Башкирская зона (мегантиклинорий), структуры: III₂^{1a} — Каратауский, III₂^{1b} — Алатауский, III₂^{1в} — Тараташский, III₂^{1г} — Ямантауский, III₂^{1д} — Таганайский, III₂^{1e} — Маярдакский антиклинорий, III₂^{1ж} — Инзерский синклинорий и Месединская седловина, III₂^{1з} — Верхнебельский синклинорий; III₂^{II} — Юрюзанская, Тирлянская синклинали; III₂^{III} — Уфалейско-Уралтауская зона (мегантиклинорий), структуры: III₂^{2a} — Уфалейский, III₂^{2b} — Уралтауский антиклинорий; III₂^{III} — Зилаирский синклинорий; III₃ — Магнитогорская мегазона (мегасинклинорий).





Фиг. 3. Схема расположения тальковых проявлений в южной части Западно-Уральской провинции. Венд-рифейские образования Башкирского мегаантиклинория: 1 – Ямантауского антиклинория, 2 – Маярдакского анклинория. Палеозойские комплексы: 3 – терригенно-карбонатные толщи Зилаирского синклинория; 4 – метаморфиты зоны Уралтау, 5 – гипербазитовый массив Северный Крак. Метаморфизованные образования Маярдакского антиклинория: 6 – вулканогенно-сланцевый комплекс среднего рифея, 7, 8 – терригенно-магнезиально-карбонатные комплексы, вмещающие тальковое оруденение (7 – кызылташской свиты нижнего рифея, 8 – авзянской свиты среднего рифея). 9 – фрагменты суранской свиты нижнего рифея с тальковой минерализацией. 10 – тальковые проявления и их номер (1 – Азналинское, 2 – Аболовское, 3 – Матинское, 4 – Суранское); 11 – точки тальковой минерализации. 12 – проявления магнетита; 13 – Суранское плавиновошпатовое месторождение.

фации, обрамленные зоной зеленосланцевого метаморфизма (Алексеев, 2006; Алексеев и др., 2009). По периферии метаморфические образования окаймляются зоной начального метагенеза. Мраморизованные карбонатные толщи Белорецкого комплекса включают Маярдакскую магнезитоносную зону с месторождениями и проявлениями магнетита (Кызылташским, Сюрюньякским, Балятурским, Азналинским, Отнурским, Егорова Поляна, Егорова Шишка и др.).

Тальковое оруденение в БМК, так же, как и магнезитовое, локализовано в мраморизованных карбонатных толщах среднего и нижнего рифея, испытавших метаморфизм в интервале от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций (Алексеев и др., 2009). Карбонатные породы слагают обособленные горизонты, мощностью до 200–400 м и прослои, переслаивающиеся с метаморфическими сланцами (хлоритовыми, тальк-хлоритовыми,

тальк-доломит-хлоритовыми, слюдисто-хлоритовыми, хлорит-карбонатно-кварцевыми, хлорит-сланцево-кварцевыми, слюдисто-карбонатно-кварцевыми, кварц-мусковит-полевошпатовыми, слюдисто-полевошпатово-кварцевыми, биотит-плагиоклаз-карбонатными, хлорит-цоизит-кварц-карбонатными), кварцитовидными песчаниками, метаалевролитами. Кальцитовые мрамора наиболее характерны для кызылташской свиты нижнего рифея, но иногда встречаются в среднерифейских образованиях (например, на участке Новодоломитовом). Доломитовые мрамора в виде пластовых тел часто локализируются в авзянской свите среднего рифея. Тальковые образования представлены пластообразными залежами, жилами в магнезиальных карбонатных породах и зонах контактов карбонатных и кремнисто-терригенных пород. Согласно требованиям промышленности к качеству талькового сырья

Колонка	Мощность, м	Свиты	Подсвиты тальковмещающих комплексов пород	Эрагема (серия)
	645	Зильмердакская		1
				2
				3
				4
	400–450	Авзянская	Реветская	5
			Куткурская Ушаковская Малоинзерская	6
	150–170		Катаскинская	7
	750–900	Зигазино-комаровская		8
				9
				10
	100–350	Зигальгинская	11	
	150–300	Белетарская	12	
	150–500	Аюсапканская	13	
	0–250	Кызылташская	Маярдакская	14
	130–260		Камерташская	15
40–250	Басканская			
300–400	Ахмеровская			
120	Буганакская			

Фиг. 4. Стратиграфический разрез Белорецкого метаморфического комплекса с использованием данных (Швецов, 1980). 1 – глинисто-алевролитовые породы; 2 – мономиктовые песчаники и кварциты; 3 – глинистые сланцы; 4 – аркозовые и полевошпато-кварцевые песчаники, кварцито-песчаники; 5 – доломиты; 6 – известняки; 7 – толщи ритмического чередования песчаников (кварцитов) и алевролитов с глинистыми (кристаллическими) сланцами или карбонатными породами; 8 – углеродисто-глинистые и графитистые сланцы; 9 – эффузивы основного состава; 10 – конгломераты; 11 – толщи ритмического чередования углеродисто-глинистых сланцев, алевролитов и известняков; 12 – слюдиисто-полевошпат-кварцевые сланцы; 13 – филлитовидные сланцы по туфогенно-осадочным породам; 14 – кварциты, мусковит-кварцевые и мусковит-хлорит-кварцевые сланцы; 15 – алевросланцы карбонатные, углеродсодержащие.

(Методические..., 2007; Романович, 1986; Романович и др., 1998), здесь выделяются высокосортные тальковые руды – талькиты (с массовой долей талька более 75%), а также рядовые и убогие

тальковые руды, в которых доля талька менее 75%. Массивные разности тальковых пород, с массовой долей талька 35–75% (обычно 40–65%), называют тальковыми камнями. Тальковые камни

на изученной территории представлены тальк-доломитовой, тальк-магнезитовой (тальк-брейнеритовой), тальк-хлорит-доломитовой, тальк-магнезит-доломитовой, тальк-хлоритовой разновидностями. Рассланцованные разности тальковых пород (в том числе и тальковых камней) относятся к тальковым сланцам.

В восточной подзоне Башкирского мегантиклинория, в северной части Верхнебельского синклинория расположен Веселовский тальковый район, в пределах которого известны Семибратское и Веселовское магнезитовые месторождения, сопряженные с апокарбонатными тальковыми проявлениями – Семибратским и Южно-Семибратским (фиг. 2). Проявления талька приурочены к метаморфизованным карбонатным пачкам верхней подсвиты уреньгинской свиты, которая, по данным (Козлов, Сергеева, 2004), является возрастным аналогом авзянской свиты юрматинской серии. Рудовмещающие доломиты и доломитизированные известняки содержат прослой мусковит-кварцевых сланцев, нередко с графитом. Оталькование развито как в магнезитах, так и доломитах. По данным поисково-оценочных работ, проведенных на флангах Семибратского месторождения магнезитов под руководством Р.А. Андреевой в 1983–1985 годах, горизонты тальк-карбонатных пород с массовой долей талька до 50% имеют мощность в десятки метров (Аулов и др., 2015). Встречаются редкие жилы мономинерального талька, мощностью 0.1–0.3 м (редко до 2 м), в местах тектонических нарушений на контактах силикатных и магнезиально-карбонатных пород. На Южно-Семибратском проявлении описывается рудная зона в коре выветривания, мощностью до 87 м, протяженностью 3000 м, шириной 750 м, с содержанием талька до 90%, а также линза стеатита, мощностью около 15 м (Аулов и др., 2015).

Суранский тальковый район расположен в западной части Башкирского мегантиклинория и приурочен к Ямантаускому антиклинорию. В Ямантауском антиклинории, простирающемся почти на 200 км от Бакало-Саткинского района на севере до широтного течения р. Белая на юге, присутствие тальковой минерализации отмечается на всех месторождениях и проявлениях магнезитов. Такая же ситуация наблюдается в Тараташском антиклинории с крупнейшим в России Саткинским магнезитовым месторождением. Магнезитовые тела в доломитах и доломитизированных известняках локализованы в слабо метаморфизованных карбонатных толщах стратотипических разрезов бурзяния и юрматиния. Они стратифицированы на уровнях саткинской (и ее аналога суранской) свиты нижнего рифея и авзянской свиты среднего рифея. Типичными представителями промышленных скоплений крупнокристаллического магнезита в нижнерифейских образованиях в запад-

ной подзоне Башкирского мегантиклинория являются Саткинское и Исмакаевское месторождения. Формирование магнезитовых залежей связывается со сложными метасоматическими процессами по раннедиагенетическим доломитам и известнякам с участием захороненных эвапоритовых рассолов, а тальк в виде гнезд и вкрапленный характерен для эндоконтактов магнезитовых тел (Крупенин, Кольцов, 2017). Отсутствие значительного оталькования на данных объектах, вероятно, обусловлено низкой степенью метаморфизации карбонатных пород. Несмотря на множество пунктов тальковой минерализации, в структуре Ямантауского антиклинория на сегодняшний день известно лишь единственное проявление белого талька – Суранское, причем отличающееся от основной группы апокарбонатного талькового оруденения в Белорецком районе по локализации талькитов в зоне эндоконтакта дайки долеритов с доломитами миньякской подсвиты суранской свиты.

Магматическая деятельность на исследуемой территории Башкирского мегантиклинория выражена наибольшим развитием среднерифейских вулканических и интрузивных комплексов: базальтов и риодацитов машакской (и ее аналога шатакской) свиты, габбро-долеритовых даек и силлов. Породы гранитной формации пользуются в районе весьма ограниченным распространением. В связи с проблемой талькообразования в пределах Маярдакского антиклинория заслуживают внимания небольшие штокообразные тела гранитов – Ахмеровский гранитный массив, приуроченный к ядру Ахмеровской брахиантиклинали. Граниты прорывают нижнерифейские породы кызылташской свиты и отличаются гнейсовидной текстурой, что указывает на их метаморфические изменения. По данным (Краснобаев и др., 2007), генерация магм гранитов Ахмеровского массива и вулканических машакского комплекса происходила синхронно во временном интервале 1348–1410 млн лет, что соответствует мезопротерозою (границе нижнего и среднего рифея). А для региональных метаморфических преобразований пород Маярдакского антиклинория (Белорецкого метаморфического комплекса) обосновано неопротерозойское (поздневендское) время и со складчатый (коллизийный) характер (Алексеев, 2006; Алексеев и др., 2009, Glasmacher и др., 2011).

Гипотеза о предполагаемой связи талькового оруденения с гранитами Ахмеровской интрузии в процессе полевых работ нами не подтвердилась. В экзоконтактах гранитов слюдисто-кварц-карбонатные сланцы кызылташской свиты превращены в кварц-эпидот-актинолитовые, актинолит-полевошпатовые и актинолитовые роговики (с шириной зоны скарнирования 10–50 м) без признаков оталькования. Это свидетельствует о вероятном образовании талька в доломит-магне-

зитовых породах позже внедрения гранитной интрузии и при других физико-химических параметрах, что согласуется с наличием талькового оруденения не только в нижнерифейских, но и в среднерифейских комплексах.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ АПОКАРБОНАТНОГО ТАЛЬКОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ БЕЛОРЕЦКОГО РАЙОНА

В пределах Белорецкого талькового района выделено несколько перспективных секторов, среди которых наиболее значимыми являются Кызылташский и Отнуровский, приуроченные к разным стратиграфическим уровням рифейских образований Маярдакского антиклинория.

Кызылташский сектор (потенциальное рудное поле) расположен на площади развития сложно-дислоцированных метаморфизованных нижнерифейских терригенно-карбонатных комплексов. Тальковая минерализация локализована в ахмеровской и басканской подсвиты кызылташской свиты в пределах Кызылташского и Азналинского месторождений магнетитов.

В составе ахмеровской свиты (которая коррелируется нами с лапыштинской толщей суранской свиты Ямантаусского антиклинория) преобладают мраморизованные известняки и известковые мрамора. Доломиты и доломитизированные известняки имеют ограниченное распространение и слагают метасоматические тела внутри известковой толщи, которые повсеместно контролируют магнетитовые залежи и не встречаются вне связи с магнетитами. Характерной особенностью является наличие гигантокристаллического, часто радиальнолучистого белого и серого магнетита. Сланцы и алевросланцы формируют маломощные (от первых сантиметров до 1–2 м) прослои среди карбонатных пород и представлены плагиоклаз-кварц-карбонатными, слюдисто-плагиоклаз-кварц-карбонатными, биотит-плагиоклаз-карбонатными, хлорит-цоизит-кварц-карбонатными, слюдисто-плагиоклаз-карбонат-кварцевыми разностями.

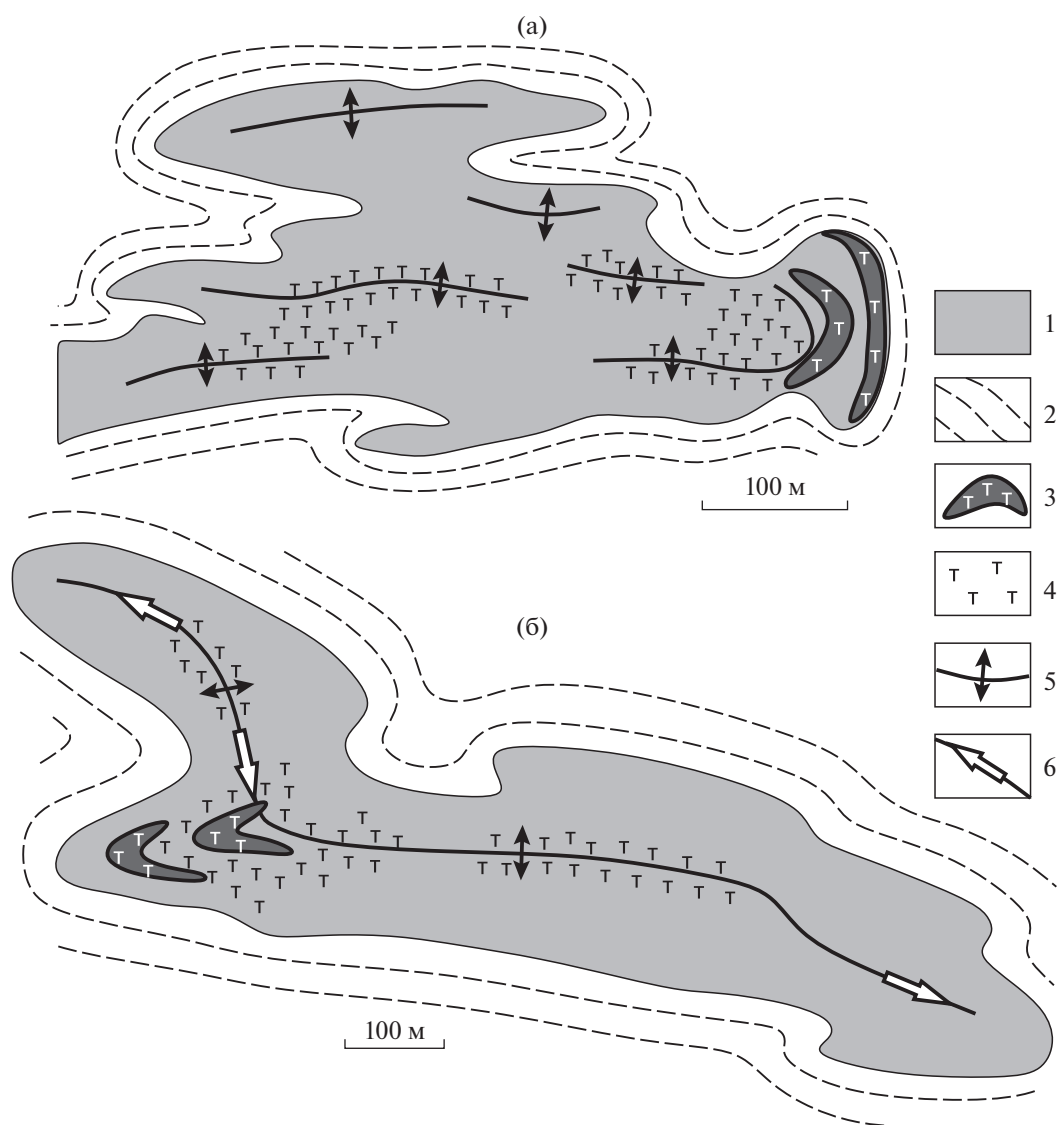
Басканская подсвита кызылташской свиты по составу и текстурным особенностям сходна с нижележащей ахмеровской подсвитой, отличаясь обратными соотношениями алюмосиликатного и карбонатного компонентов. Известняки и доломиты находятся в подчиненном количестве и не формируют крупных тел. В структурном отношении басканская подсвита окаймляет мелкие брахантиклиналии, сложенные образованиями ахмеровской подсвиты. Переходы между подсвитами постепенные, через переслаивание сланцевых и карбонатных разностей. В составе басканской подсвиты выделяется несколько групп пород:

карбонатные сланцы (слюдисто-кварц-альбит-карбонатные, кварц-альбит-карбонатные, биотит-карбонатные), слюдисто-кварцевые сланцы (альбит-слюдисто-кварцевые, кварц-полевошпат-слюдистые, мусковит-хлорит-кварц-альбитовые, слюдисто-альбит-кварцевые), углеродсодержащие известняки и известковые сланцы, углеродисто-полевошпат-биотитовые и мусковит-полевошпат-биотитовые сланцы.

Тальковая минерализация, как и все магнетитовые залежи Кызылташского сектора, приурочена к Сюрюнзякской антиклиналии, осложненной складками второго порядка с резко ундулирующими шарнирами. Полученные на сегодняшний день данные не позволяют установить взаимосвязь талькового оруденения и магматизма.

Наиболее значимые скопления талька выявлены нами на Азналинском проявлении в виде номинеральных тел талькитов и тальковых сланцев среди образований басканской подсвиты. В оталькованных доломитах и магнетитах, развитых в подстилающей карбонатной толще ахмеровской подсвиты, содержание талька не превышает 20%. В пределах Кызылташского месторождения магнетитов, отличающегося от Азналинского проявления более мощной (от 15 до 200 м) пластообразной залежью кристаллического магнетита, оталькование развито слабо в виде линз и прослоев тальково-хлоритовых сланцев в магнетитах. Интерес здесь представляет кора выветривания (до 90 м мощности), сложенная алевропелитовой массой с реликтами материнских известняков, тальковых сланцев и высоким содержанием порошковообразного талька.

Отнуровский сектор (потенциальное рудное поле). Апокарбонатные тальковые объекты приурочены к структурам Бельской и Отнурской антиклиналей Маярдакского антиклинория, в пределах которых сосредоточены выходы среднерифейских карбонатных пород катаклинской подсвиты авзянской свиты. Мраморизованные карбонаты представлены преимущественно доломитами (редко известняками), включающими тела магнетитов. Карбонатные горизонты залегают среди метаморфических сланцев – тонколистоватых углеродисто-двуслюдисто-кварцевых и порфиروبластовых полевошпат-двуслюдисто-кварцевых. Тальковмещающие породы интенсивно дислоцированы, смяты в продольные и поперечные складки, кливажированы и метаморфизованы до стадии зеленых сланцев. Степень метаморфизма возрастает к восточной части рудного поля. Магнетиты Отнуровского сектора – темно-серые, среднекристаллические, отличаются от магнетитов кызылташского типа отсутствием характерных клиновидных крупных кристаллов. Контакты доломитов и магнетитов нечеткие, через появление в тонко-мелкозернистом доломите гнезд



Фиг. 5. Структурное положение талькового оруденения “Отнурского типа” (в плане). а – на примере Аболковского талькового проявления; б – на примере Отнурского пункта тальковой минерализации. 1 – поля развития смятых в складки магнезиальных карбонатных пород; 2 – сланцы; 3 – седловидные тела тальцитов; 4 – рассеянная тальковая минерализация; 5 – оси антиклинальных структур; 6 – направление погружения шарниров антиклиналей.

метасоматического средне-крупнокристаллического магнезита и увеличением их доли при приближении к телам магнезитов. Известные магматические тела представлены метаморфизованными дайками и sillами пород основного состава среднерифейского возраста, не имеющими связей с тальковой минерализацией.

В Отнуровском секторе нами обнаружены многочисленные пункты тальковой минерализации (Отнурский, Новодоломитовый, Теплый, Егоринский) и Аболвовское тальковое проявление. На данном проявлении развиты карбонатные породы доломит-магнезитового состава, вмещающие талькиты и тальковые камни в виде пластообразных, лентовидных, линзовидных залежей.

Крупномасштабное картирование участков магнезитовых проявлений в пределах всего Отнуровского сектора показало, что наиболее перспективными структурами, контролирующими локализацию талька, являются замки изоклинальных антиклинальных складок, зоны ундуляции их шарниров и резкого изменения простирания осей складок с субмеридионального на субширотное (фиг. 5).

Типовыми представителями тальковых объектов в Белорецком районе являются Азналинское и Аболвовское проявления, на примере которых разработаны структурно-морфологические модели апокарбонатного талькового оруденения.

*Азналинское проявление тальцитов
и тальковых камней*

Азналинское проявление, локализованное в нижнерифейских образованиях кызылташской свиты, представлено промышленно значимым тальковым оруденением в карбонатно-сланцевой толще и рассеянной тальковой минерализацией в доломитах и магнезитах. Рудные тела приурочены к ядру или крылу антиформной складки с северо-восточной ориентировкой оси и ундуляцией шарнира. На фоне антиформы наблюдаются более мелкие складки, оси которых ориентированы в субширотном направлении.

Подрудный уровень слагают полосчатые мраморизованные известняки ахмеровской подсвиты, смятые в мелкие складки, которые непосредственно на рудопроявлении доломитизированы. Доломиты образуют зоны, субсогласные с известковыми мраморами, и представлены двумя генерациями. Первая генерация – стратифицированные мелкозернистые серые полосчатые доломиты, сильно окварцованные (содержание кварца достигает 10%). Доломиты второй генерации – крупно- и гигантозернистые, выполняют жилы в ранних доломитах и магнезитах. Магнезиты темно-серого и черного цвета по структуре подразделяются на мелко-, средне-, крупнокристаллические. Преобладают крупнокристаллические разновидности с клиновидными кристаллами, размером от 0.5 до 5 см, иногда 10 см. Магнезиты метасоматически замещают доломиты первой генерации, образуя полосчато-прожилковые, сетчато-прожилковые выделения, пластообразные залежи, ориентированные субсогласно к реликтовой слоистости карбонатов. В доломитах и магнезитах встречается несколько разновидностей талька:

– гнездовые выделения белого крупнолистоватого талька (с размером кристаллов до 3 см и сечением гнезд до 10–15 см) в магнезите и доломите первой генерации;

– короткие прожилки и линзы (мощностью до 7 см) зеленовато-белого стеатита (плотного массивного талька), ориентированные согласно с полосчатостью вмещающих пород или с простиранием магнезитовых зон;

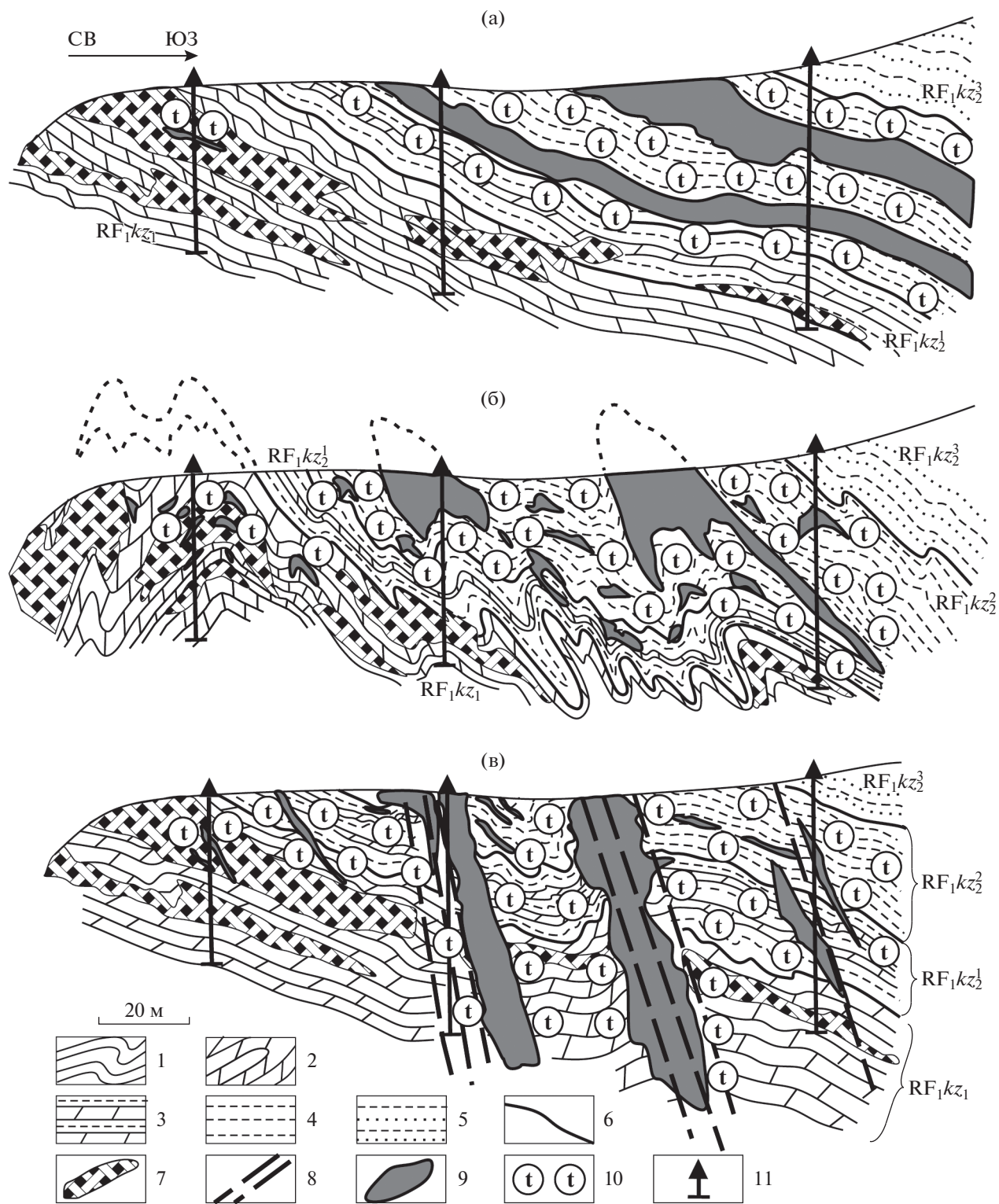
– крупнолистоватый белый тальк в жилах крупнокристаллических доломитов второй генерации (оторочки в зальбандах жил и рассеянные чешуйки в основной массе доломитов).

Характер выделения талька в рудной зоне аналогичен подрудному уровню, но содержания его становятся настолько значительными, что он почти полностью замещает благоприятные горизонты и формирует мономинеральные тела.

Рудная зона приурочена к нижней и средней толщам басканской подсвиты кызылташской свиты. Нижняя толща сложена хлорит-слюдистыми сланцами, переслаивающимися с карбонатами (до-

ломитами, магнезитами), а средняя – метаалевролитами с редкими прослоями карбонатов. Наибольший практический интерес здесь представляют талькиты и хлорит-тальковые сланцы, отнесенные к тальковым камням. На проявлении оконтурено два главных рудных тела талькитов (с средневзвешенным содержанием талька 79.8%), представляющих собой стратифицированные залежи, залегающие среди талькосодержащих хлоритовых сланцев и метаалевролитов. Мощность талькитовых тел от 3 до 28 м, протяженность по простиранию 300–375 м и по падению 200–265 м. Основная масса этих тел представлена тонкоплитчатыми, сланцеватыми, плейчатыми талькитами светло-серого цвета с мелкими гнездами белого стеатитового (массивного) талька. Минеральный состав руд приводится по обобщенным и усредненным данным химического, рентгенографического фазового, минералогического, термического анализа. Талькиты состоят из талька волокнистой структуры (75–99%) с примесями бесцветного магнезиального хлорита (до 15–20%), и незначительными (первые проценты) переменными количествами магнетита, углеродистого вещества, кварца, иногда доломита. Рудные тела талькитов имеют четкие контуры и находятся в окружении тальковых камней, представленных преимущественно хлорит-тальковыми и тальк-хлоритовыми сланцами, которые имеют постепенные переходы с вмещающими породами через уменьшение доли талька. Тальк-доломитовые и тальк-магнезит-доломитовые породы встречаются в нижней части рудной зоны, там, где в субстрате повышается количество карбонатных прослоев; содержание талька в них обычно не превышает 35%. В состав рудной зоны тальковых камней включена вся толща тальк-хлоритовых сланцев (со средневзвешенным содержанием талька 42.7%), обрамляющая талькиты (фиг. 6). Тальковые камни содержат 35–65% талька, 20–30% магнезиального хлорита, единичные проценты кварца, магнетита. Мощность залежи тальковых камней от 6 до 24 м, протяженность по простиранию 650 м, падению – 270 м.

Изучение качества руд Азналинского проявления показало, что их можно отнести к ценным маложелезистым сортам талькового сырья. Количество закисного железа в талькитах и тальковых камнях находится в пределах 0.1–0.3%, а окисного не превышает 1.5%. Часть выявленных талькитовых руд возможно использовать без обогащения. На их основе могут быть получены тальковые продукты с белизной 75–85%, пригодные в производстве керамики. Путем обогащения и очистки от вредных примесей окисного железа и углеродистого вещества (кислотной и термической обработки) из талькитов и тальковых камней могут быть получены продукты с белизной 90–93%, пригодные для получения тальковых на-



полнителей для бумажной и лакокрасочной отрасли. Прогнозные ресурсы тальцитов на Азналинском проявлении по категории P_1 составили 2196 тыс. т, талькового камня – 9062 тыс. т (с 4621.62 тыс. т талька).

На основании интерпретации данных, полученных при построении геологических разрезов Азналинского проявления, принято несколько вариантов структурно-морфологических моделей талькового оруденения Кызылташского типа:

– стратиформная модель оруденения, формирующегося за счет кремнево-магнезиевого метасоматического замещения благоприятных горизонтов в переслаивающейся пачке магнезит-доломитовых и алюмосиликатных пород (фиг. 6а);

– модель седловидных, лентовидных, линзовидных залежей в благоприятных складчатых структурах (флексурах, замках складок, зонах ундуляции их шарниров, зонах трещиноватости, рассланцевания и складках волочения на крыльях дисгармоничных складок) (фиг. 6б);

– модель рудных столбов в виде линейных крутопадающих тел тальцитовых руд, контролируемых разрывными тектоническими структурами (фиг. 6в).

Аболовское проявление тальцитов и тальковых камней

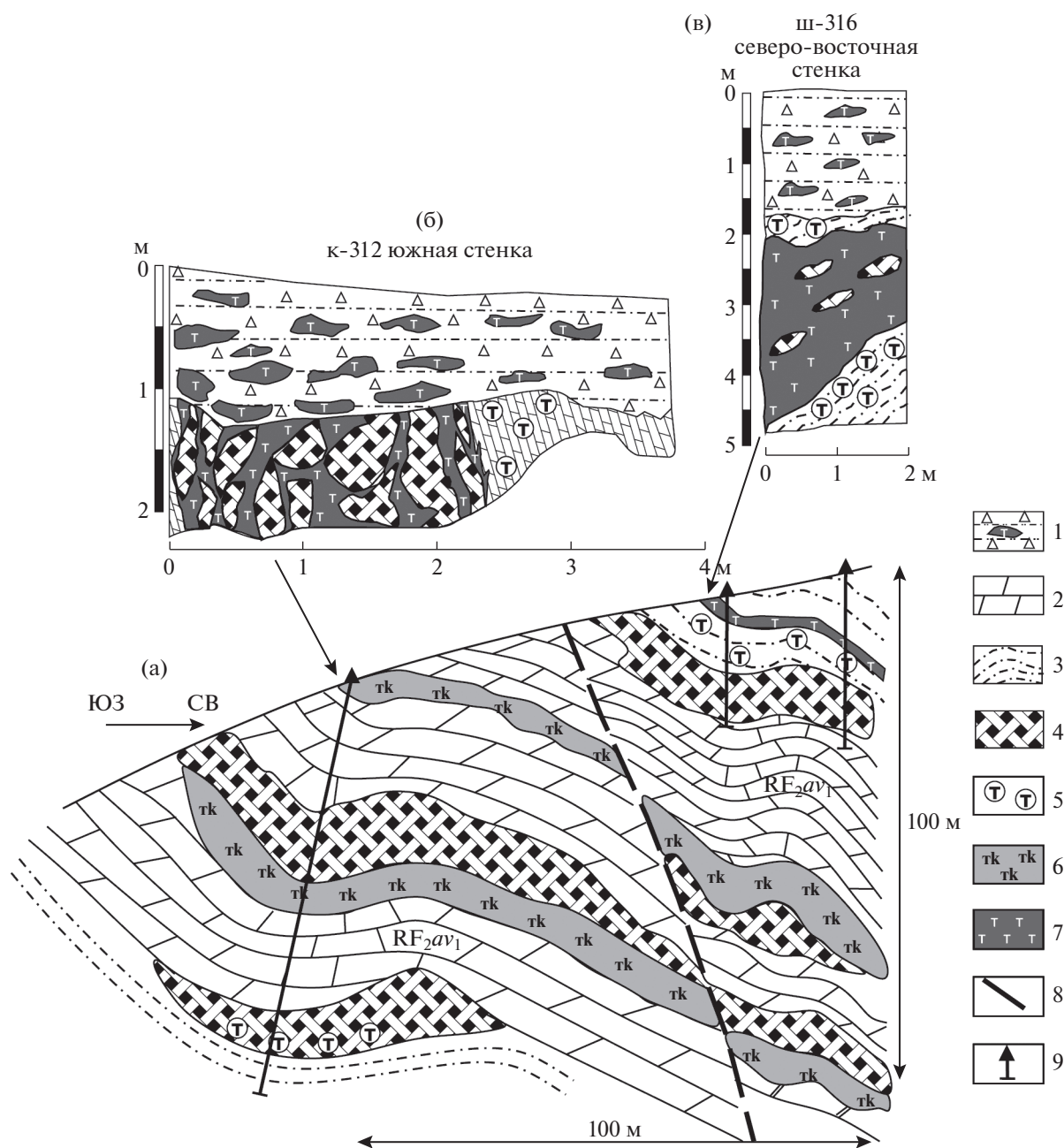
Аболовское проявление приурочено к карбонатной пачке пород катаскинской подсвиты авзянской свиты, мощностью до 40–50 м, содержащей маломощные прослои сланцев слюдисто-кварцевого, слюдисто-полевошпат-кварцевого, углеродисто-слюдисто-кварцевого состава. Магнезиты и вмещающие их доломиты залегают в ядрах сопряженных антиклинальных и синклинальных складок, имеющих крутые падения крыльев и характеризующихся ундуляцией шарниров. Залежи магнезитов имеют субсогласное положение по отношению к доломитам; их метасоматический характер устанавливается по тупому выклиниванию магнезитовых тел, неравномерному распределению магнезитов в карбонатной толще, коррозионным структурам замещения доломита магнезитом с постепенным переходом от мономинеральных до-

ломитовых пород к магнезит-доломитовым и магнезитовым разностям.

Тальковая минерализация развита в доломитах и магнезитах, реже в кристаллических сланцах вблизи контактов с карбонатами. Зоны интенсивного оталькования, содержащие более 35% (в среднем 60%) талька, выделены как тела талькового камня. Они имеют мощность от 0.5 до 9.2 м, протяженность до 220 м и образуются в основном за счет метасоматического замещения субстрата переменного магнезит-доломитового состава. В тальковых камнях большая часть талька локализована в мономинеральных линзах, гнездах, сетчато-прожилковых выделениях, составляющих до 50% объема вмещающих пород (фиг. 7б), а рассеянная минерализация менее распространена. Наиболее интенсивное развитие тальковой минерализации наблюдается в зонах тектонического рассланцевания карбонатных пород. Тальковые камни имеют различный состав с преобладанием доломит-талькового, магнезит-талькового, доломит-магнезит-талькового. В них встречаются реликты первичных пород, с ориентировкой, согласной с общей полосчатостью карбонатной пачки. По обобщенным и усредненным данным химического, минералогического, рентгенографического фазового и термического анализов в тальковых камнях содержится от 35 до 65% талька, от 1 до 42% доломита, 4–20% магнезита, 1–3% хлорита, 1–30% мусковита, 1–10% кварца. Также присутствуют кварцево-слюдисто-хлоритовые тальковые камни, представляющие собой оталькованные прослои алюмосиликатных сланцевых пород. Содержание кварца в таких породах до 10%, хлорита и мусковита до 50%, талька 35–45%. В структурном плане тальковые зоны субсогласны со сланцеватостью вмещающих пород или расположены к ней под острым углом. Они тяготеют к ядерным частям складчатых структур, к зонам наибольшей тектонической проработки, к зонам контактов с алюмосиликатными породами (особенно тектонически осложненных).

Помимо широко распространенных тальковых камней, на Аболовском проявлении, встречено пластообразное тело тальцитов мощностью 2–3 м, протяженностью 90 м, которое подстилается крупнозернистыми слюдисто-полевошпат-

Фиг. 6. Структурно-морфологические модели талькового оруденения в нижнерифейских терригенно-карбонатных комплексах на примере схематических геологических разрезов Азналинского проявления. а – пластообразные залежи тальковых руд на пологих крыльях складок; б – седловидные, лентовидные, линзовидные залежи тальцитов, приуроченные к замкам складок, зонам рассланцевания, трещиноватости и складкам волочения на крутых крыльях дисгармоничных складок; в – крутопадающие тела богатых тальковых руд, контролируемые разрывными структурами, тектоническими зонами. Кызылташская свита: ахмеровская подсвита – $RFkz_1$; басканская подсвита (нижняя толща – $RF_1kz_2^1$, средняя толща – $RF_1kz_2^2$, верхняя толща – $RF_1kz_2^3$). 1 – сланцы слюдисто-кварцевые; 2 – мраморизованные известняки с доломитами и магнезитами, прослоями хлорит-слюдистых, слюдисто-карбонатно-кварцевых сланцев; 3 – переслаивание сланцев хлорит-слюдистых с доломитами и магнезитами; 4 – металевролиты с редкими прослоями карбонатов; 5 – переслаивание кварцитовидных песчаников и сланцев; 6 – стратиграфические границы; 7 – залежи магнезитов; 8 – тектонические нарушения; 9 – тела тальцитов; 10 – зоны развития тальковых камней; 11 – проекции скважин.



Фиг. 7. Структурно-морфологические модели талькового оруденения в среднерифейских карбонатных комплексах на примере Аболовского проявления. а – схематический геологический разрез Аболовского проявления; б, в – фрагменты зарисовок стенок горных выработок. RF_2av_1 – рудовмещающая катакская подсвита авзянской свиты. 1 – рыхлые древесно-глинистые образования с линзами талька; 2 – доломиты, 3 – углеродисто-глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, линзы доломитов; 4 – метасоматические залежи магнезитов; 5 – рассеянная тальковая минерализация; 6 – карбонатно-тальковые камни, 7 – талькиты; 8 – тектонические нарушения; 9 – проекции скважин.

кварцевыми сланцами и перекрывается углеродисто-сланцевыми сланцами. Присутствие многочисленных реликтовых комковатых выделений магнезита в талькитах показывает, что они образовались за счет оталькования малоомощного пластообразного тела магнезитов (фиг. 7в). Талькиты содержат 80–94,9% талька. Около 5–20% породы составляют реликты магнезитов, местами пре-

вращенные в коричневую охристую массу. Тальк ярко-белый, зеленовато-белый. В экзоконтактах талькитового тела вмещающие сланцы интенсивно оталькованы, вплоть до образования тальковых камней, которые содержат до 40% талька в виде мелких линзочек и рассеянной мелкочешуйчатой минерализации. Контакты мономинеральных талькитов с оторочками из хлорит-сланцевых

кварцевых тальковых камней всегда четкие, а переходы от тальковых камней к вмещающим сланцам постепенные.

Изучение качества тальковых руд Аболовского проявления показало, что их можно отнести к маложелезистому типу. Содержание закисного железа в тальковых камнях различного состава и талькитах стабильно и в целом не превышает 0.3%, а количество окиси железа составляет 0.2–0.8%. После кислотно-термической обработки и удаления примесей гидроксидов железа белизна талька в лабораторно-технологических пробах талькового камня и талькитов составила 92–95%. В ходе лабораторных исследований установлено, что минералогические характеристики талька Аболовского проявления близки к показателям, определенным для талька Онотского месторождения. Обогащенные и очищенные от вредных примесей талькиты и тальковые камни Аболовского месторождения могут быть использованы в керамической, лакокрасочной, карандашной, бумажной, кабельной промышленности, в производстве отделочных материалов, герметиков, резинотехнических изделий, пластмасс и других отраслях промышленности. Прогнозные ресурсы тальковых руд Аболовского проявления оценены по категории P_1 и составили для талькитов – 94.4 тыс. т, талькового камня – 1030 тыс. т (с 500 тыс. т талька).

Локализация талькового оруденения на Аболовском проявлении определяется следующими ситуациями.

1. В основном это стратифицированные пластобразные тальковые залежи, субогласные с вмещающими доломитами и магнезитами (фиг. 7а). Данные залежи в силу своего простого строения легче поддаются обнаружению при проведении поисковых работ; по составу они могут быть представлены талькитами и тальковыми камнями. Стратифицированные выделения талька присутствуют во всех типах пород разреза, однако подавляющая их часть тяготеет к магнезитам в зоне их контактов с доломитами.

2. По массивным мощным телам магнезитов формируются только залежи тальковых камней (фиг. 7б). Талькиты приурочены к небольшим, локальным телам магнезитов, локализованным в пачке переслаивания карбонатных пород с алюмосиликатными сланцами (фиг. 7в).

3. Для талькитов характерна локализация в зонах резкой смены ориентировки шарниров складчатых структур с субмеридионального на субширотное.

4. Наблюдается пространственная и генетическая связь тальковой и кварцево-жильной минерализации. Выявленное тело талькитов сопровождается кварцево-жильной зоной в алюмосиликатных породах вблизи контактов с магнезиальными карбонатами.

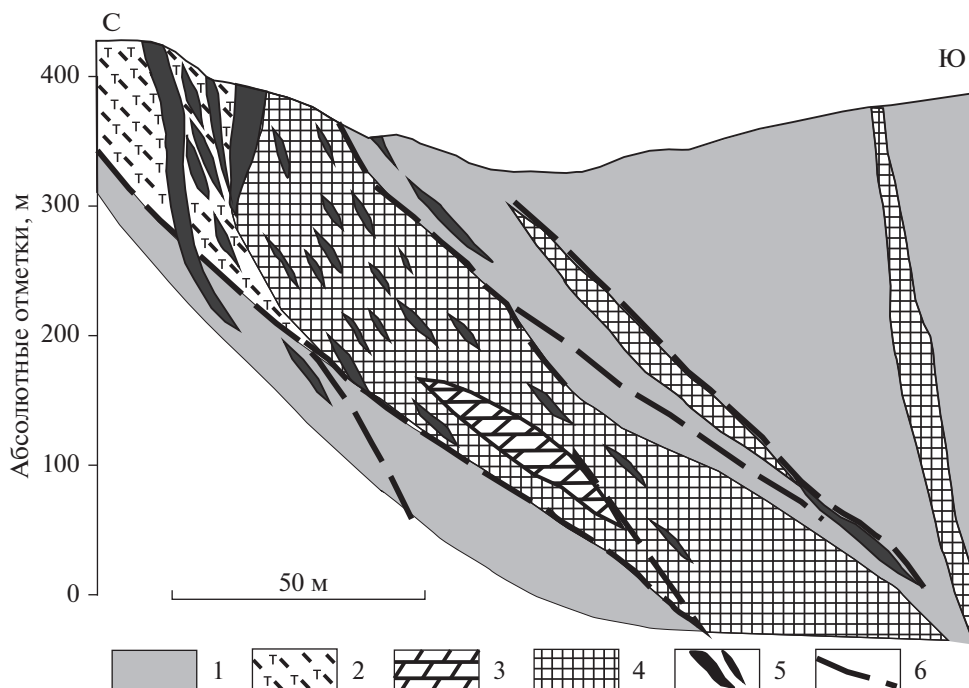
ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА ТАЛЬКОВЫХ РУД

Геологические особенности описанных проявлений свидетельствуют о том, что единственным объяснимым источником не только магния, но и кремнезема для формирования талька являются сами вмещающие породы. Образование апокарбонатного талька обусловлено привносом в зоны развития магнезитов и доломитов кремнезема, который мог поступать в гидротермальные системы при растворении силикатных терригенных пород. Такие обстановки складывались в зонах контактов контрастных сред, причем в рамках данного процесса могли формироваться не только апокарбонатные, но и апоалюмосиликатные тальковые руды магнезиально-карбонатной группы. Источником растворов, вероятно, также являлись породно-осадочные комплексы, подвергавшиеся термодинамическим воздействиям различной природы, за счет чего могли формироваться метаморфогенно-гидротермальные системы.

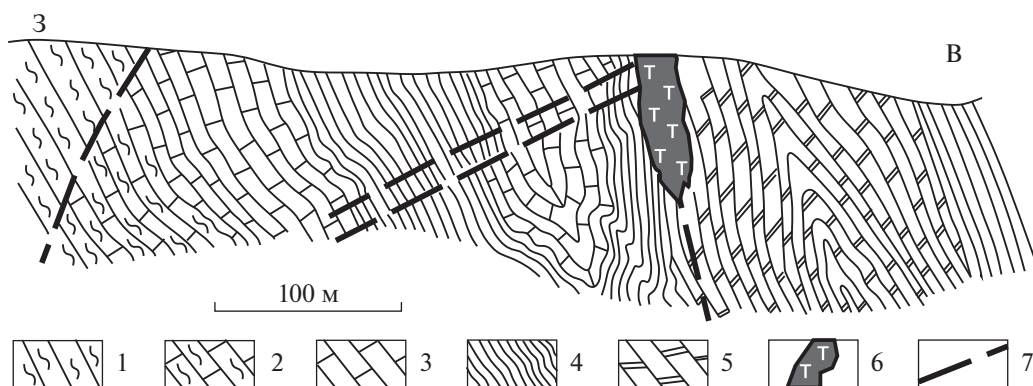
Наличие магний-содержащих осадочных пород является обязательным, но недостаточным условием для талькообразования. Следует отметить, что в других частях Башкирского мегантиклинория, где имеются рифейские доломитовые толщи, претерпевшие только катагенез, значимых стратифицированных залежей талькитов не обнаружено. Большинство карбонатных пород, вмещающих тальковое оруденение в пределах рудных полей Маярдаского антиклинория, преобразовано в мраморизованные доломиты. Следовательно, важнейшей составляющей процесса образования тальковых руд является рудоподготовка: предшествующий региональный метаморфизм погружения, динамометаморфизм, сопряженный со складчатостью, диафторез (вероятно, синрудный). Одним из вероятных механизмов формирования талькового оруденения апокарбонатного типа мог быть низкотемпературный ретроградный метаморфизм, которым завершался процесс динамометаморфизма и складчатости.

На примере Азналинского проявления можно предположить не только механизм инфильтрации кремния в магнезиальные породы в процессе воздействия метаморфогенных флюидов, но также механизм инфильтрации магния в слюдисто-карбонатно-кварцевые сланцы на контактах с доломитами и магнезитами, а также биметасоматоз на границах магнезиальных и силикатных (алюмосиликатных) пород.

Привнос и перераспределение кремнезема при метасоматических процессах талькообразования в магниевых породах является обязательным условием, что предполагает сингенетичность апокарбонатного талька с жильным и метасоматическим кварцем. Это хорошо прослеживается на исследуемых объектах Белорецкого района, где распро-



Фиг. 8. Геологический разрез тальк-магнезитового месторождения Мутник, блок Вепорик по данным (Хурай и др., 2011). 1 – серицит-хлоритовые сланцы, 2 – тальковые сланцы, 3 – доломиты, 4 – магнезиты, 5 – тальк, 6 – милонитовые зоны дробления.



Фиг. 9. Структурное положение талькового оруденения на схематическом геологическом разрезе Киргитейского месторождения по данным (Смолин, 1962). Рифейские терригенно-карбонатные отложения, метаморфизованные в стадии зеленых сланцев: 1 – глинистые сланцы и песчаники; 2 – пестроцветные глинистые известняки; 3 – черные водорослевые известняки; 4 – пестроцветные глинистые сланцы; 5 – доломиты с линзами магнезитов; 6 – тальковая залежь; 7 – тектонические нарушения.

странены пластовые и секущие жилы кварца альпийского типа, с которыми связаны проявления горного хрусталя. Морфология кварцевых выделений определяется морфологией складчатых дислокаций и малоамплитудными дизъюнктивными нарушениями. Наиболее часто встречающиеся формы – гнезда и линзы, выполняющие полости отслоения в замках мелких складок, а также прожилковидные выделения кварца, субсогласные со сланцеватостью пород. С такими

образованиями в пределах тальк-магнезитовых проявлений ассоциирует тальк, наблюдающийся в межзерновом пространстве основной массы кварцевых жил и в виде оторочек в их зальбандах.

На основании исследований флюидных включений в синрудном кварце и тальке получены данные о физико-химических условиях формирования стратифицированных метасоматических залежей тальковых руд в терригенно-карбонатных формациях Белорецкого района (Грановская,

2016). Талькообразование происходило в низкотемпературных условиях (160–260°C), при участии растворов с высокой концентрацией углекислоты, хлора, натрия, кальция и магния. Первичные флюидные включения в синрудном кварце характеризуются гетерогенным составом: в единой системе присутствуют газовойодные, углекислотные разности, трехфазовые включения с галитом, карбонатами. Это свидетельствует о расслоенности минералообразующего раствора, в который поступали флюиды из разных источников. Водно-солевые компоненты, вероятно, привносились в систему из реликтовых эвапоритовых рассолов, захороненных в рифейских доломитовых комплексах, а углекислота выделялась из вмещающих карбонатных пород.

Аналогом южноуральских апокарбонатных тальцитов могут быть тальк-магнезитовые месторождения Западных Карпат (фиг. 8), где магнезит испытывал метасоматическое превращение в тальк под действием кремнеземсодержащих гидротермальных флюидов метаморфогенной природы (Хурай и др., 2011). Сходная геологическая ситуация с проявлениями Белорецкого района Южного Урала наблюдается на Киргитейском месторождении (Енисейский кряж), где тальковая залежь приурочена к тектоническому нарушению на крыле антиклинальной складки, в ядре которой находятся метаморфизованные доломиты с линзами магнезитов (фиг. 9).

Весь перечень структурно-морфологических типов талькового оруденения, развитых на изученных апокарбонатных уральских проявлениях, соответствует рудоконтролирующим структурам Онотского месторождения высококачественного маложелезистого талька-стеатита, приуроченного к докембрийским метаморфическим породам Сибирской платформы. Формирование апокарбонатных тальцитов Онотского месторождения, по мнению П.П. Смолина (Смолин, 1962), также могло быть связано с метасоматозом, сопровождавшим метаморфогенно-гидротермальные процессы при низкотемпературном регрессивном метаморфизме.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для Белорецкого района, как и для всей Западно-Уральской провинции, характерна региональная стратиформность талькового оруденения, определяющаяся распространением магнезиальных пород в нижне- и среднерифейских терригенно-карбонатных комплексах. Подавляющая часть тальковых тел тяготеет к магнезитам в зонах их сопряженности с доломитами. В алюмосиликатных породах может присутствовать тальковая минерализация, но только у контактов с магнезиальными карбонатами.

Все тальковые проявления расположены в ядрах антиклинальных структур, а также на их крыльях, осложненных мелкой складчатостью. Благоприятными для локализации оруденения являются призамковые части складок, послонные внутриформационные нарушения, тектонические срывы на крыльях складок, изгибы шарниров, флексуры.

Апокарбонатное тальковое оруденение наиболее интенсивно развито не в чисто доломитовых толщах, а в горизонтах кварцсодержащих доломитов, в толщах переслаивания доломитов и магнезитов с алюмосиликатными породами, которые являлись источником как магния, так и кремнезема, необходимых для образования талька.

Полученные на сегодняшний день данные не позволяют установить взаимосвязь талькового оруденения на западном склоне Южного Урала с гранитоидным магматизмом.

Тальковые руды промышленной значимости встречаются только в мраморизованных толщах, однако региональные метаморфические преобразования тальковмещающих пород являются благоприятными, но недостаточными для формирования промышленно значимых тальцитов. Морфология рудных тел и физико-химические параметры минералообразования указывают на гидротермально-метасоматический генезис изученных тальковых проявлений. Процессы генерации талькообразующих флюидов в Маярдакском антиклинории, вероятно, сопоставимы с регрессивным метаморфизмом и вендским орогенезом.

Установленные структурно-морфологические особенности талькового оруденения позволяют прогнозировать новые тальковые объекты на основании комплекса стратиграфических, литологических и структурных факторов не только в Западно-Уральской провинции, но и в других регионах со сходной геологической ситуацией.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят рецензентов за ценные замечания и внимательное отношение к работе.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Публикация выполнена при финансовой поддержке Южного федерального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.А.* Метаморфическая геология западного склона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2006. 210 с.
- Алексеев А.А., Ковалев С.Г., Тимофеева Е.А.* Белорецкий метаморфический комплекс. Уфа: ООО ДизайнПолиграфСервис, 2009. 208 с.
- Анфимов Л.В.* Литогенез в рифейских осадочных толщах Башкирского мегантиклинория (Ю. Урал). Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 289 с.

- Аулов Б.Н., Владимирцева Ю.А., Гвоздик Н.И., Королькова З.Г., Левин Ф.Д., Липаева А.В., Поташова М.Н., Самозванцев В.А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200000. Издание второе. Серия Южно-Уральская. Лист N-40-ХП – Златоуст. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2015. (Министерство природных ресурсов РФ ФГУНПП “Аэрогеология”, ВСЕГЕИ). 365 с.
- Грановская Н.В. Термобарогеохимические особенности синрудного кварца на проявлениях апокарбонатного талька Башкирского антиклинория // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2016. № 19. С. 18–23.
- Каплин О.А., Минкина Н.Б., Бобров В.А., Бутлер А.С., Быкова Т.А. Особенности талькового оруденения на Онотском месторождении // Высокомагнезильное минеральное сырье. М.: Наука, 1991. С. 218–233.
- Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначев В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист N-40 Уфа. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. 512 с.
- Козлов В.И., Сергеева Н.Д. Новые данные о геологическом строении северо-западной части Учалинского района (Южный Урал) // Геологический сборник № 4. Информационные материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа: ООО ДизайнПолиграфСервис, 2004. С. 28–38.
- Кочергин А.В. К перспективам обнаружения месторождений маложелезистых апокарбонатных тальцитов на Южном Урале // Отечественная геология. 2005. № 4. С. 5–7.
- Кочергин А.В., Грановская Н.В. Закономерности локализации тальковой минерализации Башкирского антиклинория // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2010. С. 148–151.
- Краснобаев А.А., Пучков В.Н., Козлов В.И., Родионов Н.В., Нехорошева А.Г., Кисеева К.Н. Ахмеровский гранитный массив – представитель мезопротерозойского интрузивного магматизма на Южном Урале // ДАН. 2007. Т. 418. № 2. С. 1–6.
- Крупенин М.Т., Кольцов А.Б. Геологическое строение и физико-химическая модель образования месторождений кристаллического магнетита Южного Урала // Геология руд. месторождений. 2017. Т. 59. № 1. С. 17–40. <https://doi.org/10.7868/S001677701701004X>
- Левецкий В.И. Петрология, минералогия и генезис Онотского талькового месторождения // Зап. ВМО. 1994. Часть 123. Вып. 6. С. 20–32.
- Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы). Т. 1. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 351 с.
- Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (талька и пирофилита). М.: ФГУ ГКЗ, 2007. 30 с.
- Минеральные ресурсы Нижнего Приангарья и их экономический потенциал. / Под. ред. С.С. Сердюка, В.Г. Сибгатулина. Красноярск: КНИИГиМС, 2004. 236 с.
- Месторождения талька СССР / Под ред. И.Ф. Романовича, Г.Н. Безрукова, Б.А. Боговского. М.: Недра, 1973. 224 с.
- Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А., Григорьев В.В. Шабровский рудный район (Средний Урал). Екатеринбург: УГГА, 2000. 80 с.
- Пучков В.Н. Тектоника Башкирского мегантиклинория // Труды Южно-Уральского Государственного заповедника, вып. 1. Уфа: Принт + (Уфа), 2008. С. 163–178.
- Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
- Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. Стратиграфическая схема стратотипа рифея Южного Урала // Геология. Известия отделения наук о Земле и природных ресурсов Академия наук Республики Башкортостан. 2017. № 23. С. 3–26.
- Романович И.Ф. Промышленные типы тальковых месторождений СССР // Разведка и охрана недр, 1963. № 9. С. 8–12.
- Романович И.Ф. Тальк. М.: Недра, 1974. 77 с.
- Романович И.Ф. Месторождения неметаллических полезных ископаемых. Учебное пособие для вузов. М.: Недра, 1986. 366 с.
- Романович И.Ф., Саитгалеев Я.Х., Рахматуллин Э.Х. Минеральное сырье. Тальк и пирофилит. М.: Геоинформмарк, 1998. 38 с.
- Савченко В.А., Кочергин А.В., Тохтасьев В.С., Грановская Н.В., Калистратова Е.О., Галимов Н.Р., Хаматов А.А., Саитгалеева Я.Я. Открытие апокарбонатных тальцитов в Белорецком метаморфическом комплексе и перспективы их использования // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. 2016. № 11. С. 151–154.
- Смолин П.П. Киргитейское месторождение маложелезистого талька в Красноярском крае // Тальк как минерал и полезное ископаемое. М.: Изд-во АН СССР, 1961 (Тр. ИГЕМ, вып. 63.). С. 66–102.
- Смолин П.П. Закономерности размещения промышленных месторождений талька на территории СССР и критерии локализации особо ценного безжелезистого талька // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 6. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 493–548.
- Слодкий Н.Ф., Шамриков В.М., Погребенков В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. Справочное пособие / Под ред. Г.Н. Масленниковой. Томск: Изд-во ТПУ, 2009. 332 с.
- Спиридонов Э.М., Жернаков В.И., Бакшеев И.А., Савина Д.Н. Типоморфизм талька апогипербазитовых тальк-карбонатных метасоматитов Урала // ДАН. 2000. Т. 372. № 3. С. 378–380.
- Тарасова И.В. Рынок талька в России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. № 2. С. 67–69.
- Тохтасьев В.С., Хайруллина Г.З., Саитгалеев Я.Х. Минерально-сырьевая база талька: состояние и перспек-

- тивы развития // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 1995. № 6. С. 6–13.
- Тохтасьев В.С., Чуприна Н.С.* Тальк // Количественная и геолого-экономическая оценка ресурсов неметаллических полезных ископаемых. Т. 2. Горнотехническое сырье. Казань: Новое знание. 2007. С. 187–228.
- Хворов П.В.* Сыростанское месторождение талькомагнезита (Южный Урал). Миасс: ИМИН УрО РАН. 2003. 68 с.
- Хурай В., Хурайова М., Кодера П., Прочаска В., Возарова А., Дианишка И.* Ограничения, накладываемые данными изучения флюидных включений и стабильных изотопов С и О на генезис месторождений метасоматического магнезита в Западных Карпатах (Словакия) // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 11. С. 1868–1890.
- Швецов П.Н.* Стратиграфия белорецкого комплекса Южного Урала // Сов. Геология. 1980. № 3. С. 43–55.
- Шевелев А.И.* Алгуйское месторождение маложелезистого талька. Казань: Новое знание, 2002. 129 с.
- Blount A.M., Parkison Gary A.* Hydrothermal alteration haloes and enlarged soil anomalies over concealed talc bodies, southwestern Montana // Ore Geol. Rev. 1991. № 6 (2–3). P. 185–193.
[https://doi.org/10.1016/0169-1368\(91\)90021-X](https://doi.org/10.1016/0169-1368(91)90021-X)
- Glasmacher U.A., Bauer W., Giese U., Reynolds P., Kober B., Stroink L., Alekseyev A., Puchkov V.N., Willner A.P.* The metamorphic complex of Beloretzk, SW Urals, Russia a terrane with a polyphase Meso- to Neoproterozoic thermodynamic evolution // Prec. Res. 2011. V. 101. № 1 (4). P. 185–213.
- Gondim A.C., Jiang S.Y.* Geologic characteristics and genetic models for the talc deposits in Parana and Bahia, Brazil // Acta Petrologica Sinica. 2004. V. 20. № 4. P. 829–836.
- Prochaska W.* Geochemistry and genesis of Austrian talc deposits // Applied Geochemistry. 1989. V. 4. P. 511–525.
- Prochaska W.* Magnesites and talc deposits in Austria IGCP 443 Introductory Newsletter // Mineralia Slovaca. 2000. № 32 (6). P. 543–548.
- Shin D., Lee I.* The fluid evolution related to talc mineralization in the Hwanggangri area, South Korea // Resource Geology. 2002. V. 52. P. 273–278.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-3928.2002.tb00137.x>
- Shin D., Lee I.* Fluid inclusions and their stable isotope geochemistry of the carbonate-hosted talc deposits near the Cretaceous Muamsa Granite, South Korea // Geochem. J. 2006. V. 40. № 1. P. 69–85.
<https://doi.org/10.2343/geochemj.40.69>
- Tomaino G.P.* Talc and pyrophyllite // Mining Engineering. 2000. V. 57. P. 64–65.