

ГЛИНИСТЫЕ ПОРОДЫ КАК СЫРЬЁ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ**А. Д. Савко***Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 10 декабря 2015 года

Аннотация: глинистые породы могут служить рудами для извлечения ряда металлов, в том числе железа, никеля, кобальта, золота, интерметаллидов, редких и рассеянных элементов («ионные руды»), меди. Содержания полезных компонентов колеблются от сотых (PЗЭ, AU) до нескольких десятков (железо) процентов. Формирование повышенных концентраций металлов происходит на разных стадиях литогенеза глинистых образований: в корах выветривания (NI, CO, AU, PЗЭ), при осадконакоплении (лептохлоритовые оолитовые железные руды, золото), эпигенетических и наложенных процессах (медь, золото, интерметаллиды).

Ключевые слова: глинистые образования, месторождения, железо, никель, кобальт, золото, медь, интерметаллиды.

LOAMY FORMATIONS AS A RAW MATERIAL FOR THE METAL RECOVERY

ABSTRACT LOAMY FORMATIONS MAY BE EXPONDED AS A RAW MATERIAL FOR SOME METALS EXTRACTION, INCLUDING IRON, NICKEL, COBALT, GOLD, INTERMETALLIDES, RARE AND TRACE ELEMENTS ("ION" ORES), COPPER. CONTENTS OF THESE COMMODITIES RANGE FROM HUNDREDTH OF A PERCENT (REE) TO SOME DOZENS PERCENT (IRON). ACCUMULATION OF THE METALS ELEVATED CONTENTS ENSUES IN DIVERSE STAGES OF THE LOAMY SEDIMENTATION. LITHOGENESIS IN MANTLES OF WASTE (NI, CO, AU, REE), AS WELL AS IN PRECIPITATION OF SEDIMENTS (LEPTOCHLORITE OOLITHIC IRON ORES, GOLD), EPIGENETIC AND OVERPRINTING PROCESSES (COPPER, GOLD, INTERMETALLIDES).

KEY WORDS LOAMY FORMATIONS, DEPOSITS, IRON, NICKEL, COBALT, GOLD, COPPER, INTERMETALLIDES.

С глинистыми породами (глинами, аргиллитами, глинистыми сланцами) связаны многочисленные месторождения неметаллических полезных ископаемых (ПИ). Использование же глинистых пород в качестве сырья для получения металлов в литературе освещено довольно слабо. Поэтому в настоящей статье предпринята попытка привлечь внимание к этой проблеме.

В качестве неметаллического сырья обычно используется толща глин (количество полезного компонента до 100 %), тогда как содержание металла в глине может колебаться от сотых долей до нескольких процентов. Исключение составляют лептохлоритовые оолитовые железные руды, широко развитые в фанерозое, особенно раннем палеозое, юре и кайнозое. В основу классификации металлических ПИ положен их поэлементный состав (железо, алюминий, марганец и т.д.). Элементы объединены в группы (черные, цветные, благородные и т.д. металлы), которые детально рассмотрены в литературе [1, 2].

Неметаллические ПИ разделяются по различным физическим и химическим свойствам, когда, например, каолиновые глины попадают в разные группы – керамического, строительного, цементного сырья [3]. Составление основанных на разных признаках общей классификации для ПИ глин невозможно, поэтому

таковая принята на минеральной основе для неметаллов и элементной для металлов.

К неметаллическим ПИ среди пелитов относятся: 1 – каолины и каолиновые глины, 2 – бентониты, 3 – палыгорскиты, 4 – вермикулиты, 5 – глаукониты, 6 – полиминеральные глины. Глины каждой группы могут относиться к различным видам технологического сырья. Так глаукониты используются как агросырьё, для производства защитных минеральных красок, сорбентов для очистки питьевой воды. Полиминеральные разности глин применяются в строительной, керамической, цементной промышленности, в качестве сырья для легких заполнителей.

Металлические полезные ископаемые глинистых пород включают 1 – железные, 2 – кобальт-никелевые, 3 – медные руды, 4 – золото, 5 – редкоземельные элементы, 6 – металлоносные черные сланцы, которые в настоящей статье не рассматриваются. В одних случаях металлы входят в решетки глинистых минералов (Fe, Ni, Co), в других сорбируются глинистыми минералами (PЗЭ) в «ионных» рудах, в третьих образуют самостоятельные минералы (Au, Cu, U, V), в четвертых металлы в глинистых породах находятся в различных формах, за исключением вхождения в кристаллическую структуру.

Лептохлоритовые оолитовые железные руды относятся к гематит-сидерит-шамозитовой формации, члены которой по простирацию сменяют друг друга. Они формируются в шельфовой зоне, их месторождения появляются в раннем палеозое. Наиболее крупными являются ордовик-силурийские рудные поля Северной Америки (рис. 1), юрские Западной Европы и кайнозойские Западно-Сибирской плиты [5–7]. Запасы железа в последней достигают 700 млрд тонн [8]. На севере Западной Европы разведанные месторождения легко доступных для разработки оолитовых железных руд, законсервированных по экологическим соображениям, содержат свыше 3 млрд т [5].



Рис. 1. Окисленная оолитовая руда лландоверийской формации Клинтон, округ Онейда, штат Нью-Йорк [4].

Силикатные руды никеля и кобальта, на первые из которых приходится до 80 % мировых запасов Ni, приурочены к корам выветривания на ультраосновных породах. Эти элементы входят в кристаллические решетки выщелоченного серпентина, нонтронита, ревдинскита, керолита. Крупные месторождения Ni и

Со известны с мезозоя (рис. 2), но основная их часть образовалась в кайнозое тропических стран на Кубе, в Новой Каледонии, Индонезии, Австралии и Индии.

Основные запасы высокорентабельных сульфидных руд никеля сосредоточены в России и Канаде. В остальном Море приходится рассчитывать преимущественно на трудно извлекаемый силикатный никель, доля которого в производстве со временем будет только расти.

Золото в глинистых породах образует концентрации: 1 – в корях выветривания (КВ); 2 – континентальных образованиях палеодолин; 3 – эксгальационно-осадочные. Выделяется два типа золотоносных кор – щебнисто-глинистые и латеритные. Необходимыми условиями формирования всех месторождений КВ является наличие первичного эндогенного золотого оруднения материнских пород.

Щебнисто-глинистые КВ обычно приурочены к линейно-трещинным и контактно-карстовым зонам, имеют сложное строение и широко развиты на Урале, Салаирском кряже, в Казахстане. На Башкирском Урале раннекайнозойские (палеогеновые) коры по золотоносным телам распространены в Авзяно-Белорецком районе с объектами Горный Прииск, Рамеева жила, Калашникова жила, Акташ, Кургашля. На объекте Горный Прииск золото фиксируется по всему разрезу коры, но больше его в глинистых породах. Обогащенные интервалы с содержаниями до первых г / т отмечены на разных глубинах, а также в приповерхностной зоне мощностью до 10–16 м.

На Салаирском кряже открыты месторождения мел-палеогеновых золотоносных кор выветривания, в том числе Егорьевское (Новосибирская область), Апрельское (рис. 3) и Христиновская Яма (оба в Кемеровской области).

Золотоносные латеритные коры выветривания обычно кайнозойского возраста развиты на докембрийских кратонах тропических стран. В Бразилии, помимо множества россыпей, есть и необычные аккумуляции золота. Таково Бания, округ Каражас. Оно связано с сапролитами мощного (30–300 м) латерит-

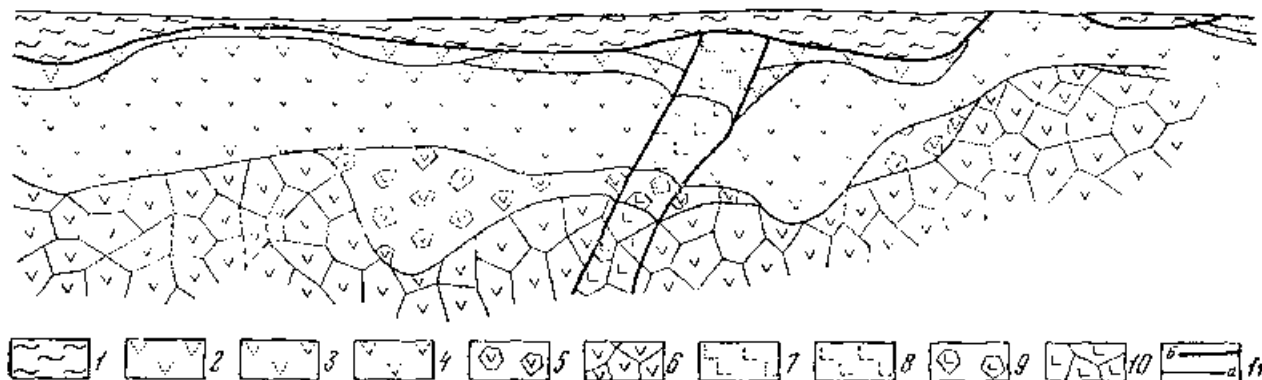


Рис. 2. Схематический разрез площадной коры выветривания (по материалам Кемперсайской ГРЭ) [9, с. 63]: 1 – покровные отложения; 2 – охры по серпентинитам; 3 – обохренные нонтронитизированные серпентиниты; 4 – нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты; 5 – выщелоченные серпентиниты; 6 – дезинтегрированные серпентиниты; 7 – охристо-глинистые продукты выветривания габброидов; 8 – каолинизированно-монтмориллонитизированный габброид; 9 – выщелоченный габброид; 10 – дезинтегрированный габброид; 11 – границы продуктов выветривания (а) и пород (б).

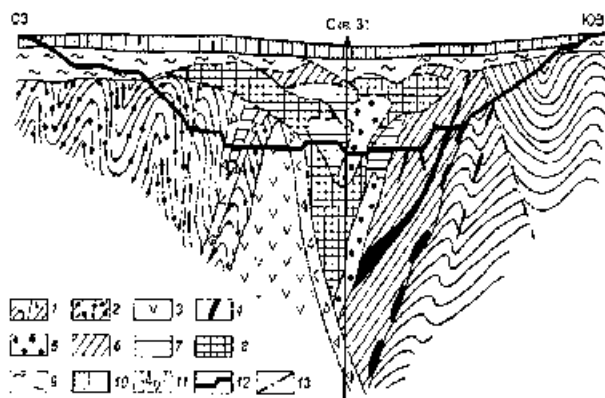


Рис. 3. Геологический разрез золотоносной коры выветривания Апрельского месторождения огнеупорных глин, Салаир [10]. Сапролиты по исходным породам печеркинской свиты (Є₁р): 1-3 – выветрелые 1 – кварц-серицитовые сланцы, 2 – углистые сланцы, 3 – кислые эффузивы и их туфы, 4 – залежи бурых железняков; элювиальные глины: 5 – красноцветные бокситоносные, 6 – красноцветные, 7 – белые каолиновые некондиционные, 8 – белые каолиновые огнеупорные, 9 – каолиновые глины местного переотложения, 10 – аллохтонные лессовидные суглинки; 11 – зоны дробления; 12 – контур дна карьера; 13 – тектонические нарушения.

ного покрова над сульфидизированными золотоносными хлоритовыми сланцами. В верхней части коры многочисленны железистые конкреции. Последние содержат мелкие (менее 1 мм) колломорфные и дендритовидные выделения электрума (21,37 % Au, до 1,04 % Hg, до 0,41 Cu, до 0,08 % Pt). С глубиной пробыность золотин возрастает. На месторождении Салобу, штат Параиба, золотом обогащены коры выветривания в зоне шарьяжа. Латериты и подстилающие окварцеванные сульфидизированные сланцы

содержат 5 г/т Au.

В Австралии, особенно на юго-западе, латеритные коры обогащены благородными металлами. В КВ архейского месторождения Калгурли и расположенных рядом месторождений Маунт-Перси и Кэноуна содержится до 35 г/т золота. Ресурсы золота в латеритной коре (мощности от 10 м до 110 м, в среднем 35 м) месторождения Боддингтон (рис. 4, 5) определены в 115 т. Среднее содержания Au 1,8 г/т, бортовое – 1,0 г/т [11]. Запасы золотоносных латеритов с промышленными содержаниями – 80 млн т. Центром золотодобычи является район Лоулерс с расположенными поблизости месторождениями Бронзеин, Маунт-Кейт и Сэндстоун, где промышленная золотоносность связана с латеритами по зеленосланцевым и метабазитовым породам. Содержания гипергенного золота (тонкие частицы в трещинках, дендриты на поверхности гетита) достигают 9 г/т. На месторождении Бронзеин (ресурсы 85 т, среднее содержание 4,6 г/т) золото в коре выветривания (90–120 м) концентрируется в двух горизонтах – сапролите и латерите, разделенных зоной «истощенных глин».

Золото в континентальных нижнемеловых образованиях палеодолин Украинского щита, представляющих эрозионно-тектонические депрессии шириной до 8,6 км, описано в работе [13]. Они выполнены за счет размыва КВ кристаллического фундамента делювиально-пролювиальными, пролювиально-аллювиальными, аллювиальными (фации русел, прирусловой отмели пойм) и озерными отложениями мощностью до 30 м. Ведущую роль в составе пород играют глины. Цвет их пестрый: от белого, серого до разных оттенков красного. Среди глинистых пород установлены:

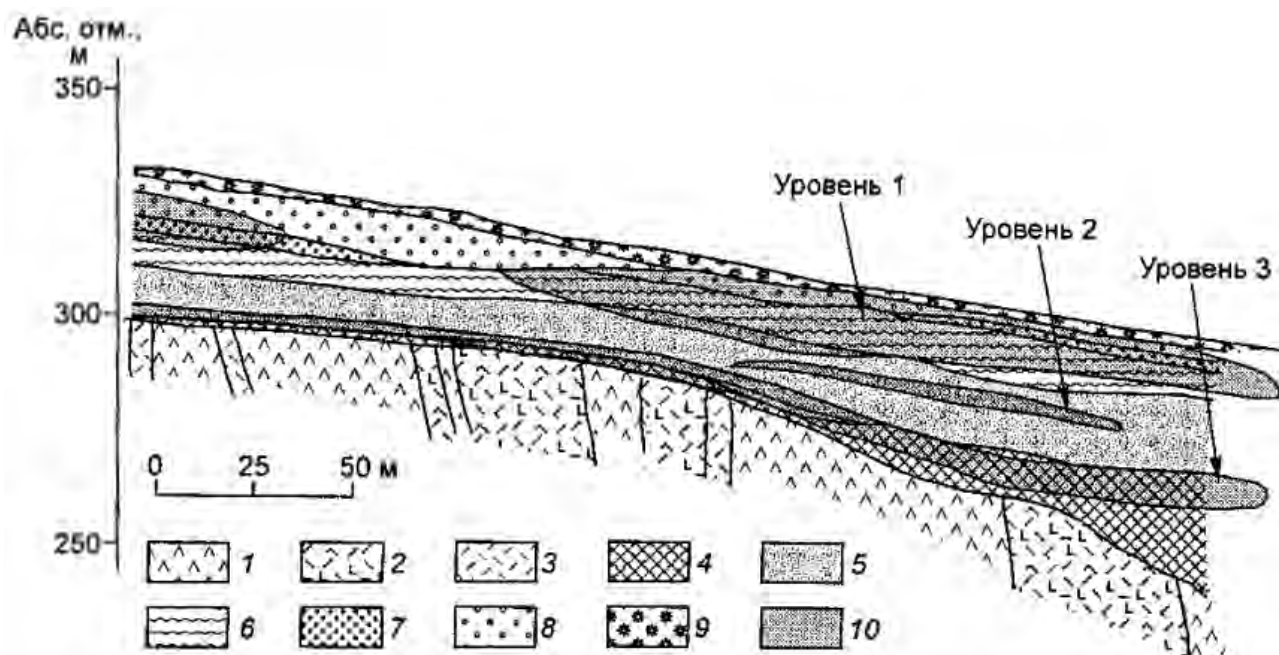


Рис. 4. Типовой геологический разрез латеритного золоторудного месторождения Боддингтон, Западная Австралия [12]: 1 – вулканиты андезитового состава; 2 – субвулканические породы среднекислого состава; 3 – дайки долеритов; 4 – сапролиты; 5 – пестрые крапчатые глины; 6 – ожелезненные глины; 7 – неконсолидированный латеритный горизонт; 8 – горизонт твердых корок; 9 – пизолитовый горизонт; 10 – уровни золоторудной минерализации в профиле выветривания (Au 1г/т).



Рис. 5. Карьер архейского Au-Cu месторождения Боддингтон, с ресурсами 820 т золота (более 26 млн унций).

тонко отмученные вторичные каолины и каолинитовые глины, алевриты, слабо алевритовые, песчаные, сильно песчаные вторичные каолины и каолиновые глины. Часто глинистые породы образуют однородную толщу, состоящую из пород, которые различаются окраской и структурно-текстурными особенностями. Распределение терригенного материала в глинистых породах неравномерное.

Золото установлено во всех литофациях и фациальных обстановках. Содержание металла от единичных знаков на шлах до $2,23 \text{ г/м}^3$. Размер золота изменяется от 0,01 до 3,5 мм. Преобладает пылевидное (0,01–0,05 мм), тонкое (0,05–0,1 мм) и очень мелкое (0,1–1,25 мм) золото. Цвет золота ярко-желтый, иногда с красноватым оттенком. Преобладает (90 %) золото в виде тонких чешуек, пластинок неправильной, часто искривленной формы с плавными или частично изрезанными, иногда загнутыми краями. Подчиненное значение имеют золотинки короткоаблитчатой, сигароподобной, псевдооктаэдрической, коржикоподобной формы.

Рассматриваемый тип концентраций золота широко проявлен вдоль всего внешнего пояса Западно- и Восточно-Сибирской плит [14]. Там золотоносные отложения приурочены к продуктам перемыва мел-палеогеновых КВ в многочисленные эрозионно-структурные депрессии.

Экзгальционно-осадочные концентрации золота в осадочных породах, в том числе глинистых, детально рассмотрены в работах по территории Воронежской антеклизы [15–17] и Урала [18–21]. В центральных районах Восточно-Европейской платформы обнаружено 137 неизвестных ранее проявлений золота и природных сплавов-интерметаллидов. Отличаясь весьма разнообразным химическим составом (золото пробности от 270 до 900, природные латуни, медь

самородная и т.д.), зерна этих минералов имеют общую черту: неперенное присутствие летучих элементов, Hg – до 13,098 %, Tl – 18,914 %, Sb – 1,335 %, As – 1,764 %, Te – 0,851 %. Выделен непрерывный ряд (геохимическая сукцессия) интерметаллидов, крайними членами которого являются существенно золотые сплавы (ауриды) и существенно медные (куприды); промежуточные имеют переходный состав. Необычен комплекс примесей ауридов – они, как правило, малосеребряные или вовсе бессеребряные, зато содержат значительные количества платиноидов (до 17,279 %), иногда Pb (0,111–10,811 %), Zn (0,15–16,12 %), Sn (0,014 % до 2,178 %), Bi (0,1 % до 2,217 %), Zr (до 4,344 %), Hf (0,068–0,771 %), Fe (0,021 % до 5,836 %), Mn (0,002–0,032 %). Сканирование эталонных зерен показывает, в общем, равномерное распределение большинства элементов в толще сплава, практическое отсутствие зональности и посторонних включений. Напротив, куприды иногда почти на четверть состоят из серебра. Их выделения крупнее, обычно 100–300 мкм. Ни состав, ни содержания, ни морфологический облик выделений интерметаллидов не связаны с возрастом вмещающих толщ.

Ультратонкое золото Верхнекамской впадины, занимающей часть Кировской области и Пермского края, исследовано [21]. Интересны обнаруживающиеся аналогии тектонической предопределенности повышенных скоплений ультратонкого металла в этом регионе с минеральными ассоциациями Воронежской антеклизы. Так, по данным изучения речного аллювия Приуралья авторами выделена Лолог-Янчерская золоторудная зона. Глины из керна в ее пределах (бассейн р. Лолог) содержат до сотни знаков золота на пробу, множество знаков киновари размером менее 100 мкм и самородную медь (долина р. Лолог). Глины между речья Янчер и Силайка из этой же зоны включают

комковидные или кристаллические (один хорошо сформированный кристалл) знаки золота размером менее 100 мкм (60 золотин в 15 литрах), кинварь (250–100 мкм, 20 знаков, сотни знаков менее 100 мкм), интерметаллиды. В современном аллювии преобладает размерность золотин 80–100 мкм. Как и в осадочном чехле Воронежской антеклизы, различают частицы классического россыпного и рудного облика. Россыпные зерна имеют лепешковидную форму и характерную поверхность, выработанную при воздействии водных струй. Иногда они тороидального облика. Образования последнего типа считают характерными для зон тектоно-магматической активизации платформ. Рудные золотины – комковидны, состоят из ажурных либо плотных агрегатов, частицы которых имеют размерность 1–5 мкм.

Еще больше сходство с Воронежской провинцией усиливает преобладание минералогических разностей металла, содержащих летучие. Помимо высокопробного и серебристого, здесь распространены зерна тонкого золота: ртутистого, палладиево-ртутистого, палладиево-серебристо-ртутистого, медисто-палладиево-серебристо-ртутистого. Отмечено, что строение ртутистых золотин сложное. В них выделяется высокортутистая зона, цементирующая отдельные глобулы. Выделены также интерметаллиды, состоящие из золота и олова в различных пропорциях. Заметим, что ажурные золотины рудного облика не способны переносить даже небольших гидродинамических воздействий. Это позволяет связать их появление с активностью разломов, перекрытых аллювиальными толщами. Они составляют основной ресурс россыпного золота региона [Наумов и др., 2003–2005]. Напомним, что и воронежское ультратонкое золото практически все платиноидное.

Таким образом, все вышесказанное позволяет сформулировать некоторые выводы.

1. Ультратонкое золото с размерностью зёрен от десятков до первых микрометров полигенно. Среди его золотин присутствуют кластогенные частицы – продукт истирания золотосодержащих пород и руд коренных месторождений. По химическому составу кластогенное золото характеризуется высокой пробностью, возрастающей по мере удаления от коренного источника, малым перечнем элементов-примесей, среди которых летучих либо нет, либо их очень немного (десятые процента). Вместе с тем в россыпях присутствуют и ультратонкие золотые частицы («новое», «экспозиционно-осадочное», «биогенное» и т.д. золото). Этот металл богат примесями, в нем многочисленны летучие (Hg, Se, Te, As, Sb, Tl, Br, I), иногда – углеводороды. В единую ассоциацию с «новым» золотом входят различные сплавы-интерметаллиды. Состав этой ассоциации варьирует по площади, что связывается с геохимической специализацией конкретных тектонических блоков.

2. Механизмом, ответственным за возникновением нового золота в осадочном чехле, является глубинная дегазация недр. Восходящие потоки флюидов дости-

гают осадочного чехла по системам глубинных разломов. Рудные элементы по пути их движения через породы фундамента мобилизуются, получают возможность перехода на высокие гипсометрические уровни. Достигнув рыхлых пород осадочного чехла со значительным свободным пространством между зёрнами минералов, металлоносный флюид имеет тенденцию к быстрому охлаждению (из-за адиабатического сброса давления), вскипанию, широкому распространению по осадочной толще. Таким образом, «рассеянный рудогенез» формирует специфическую металлоносность, представленную охарактеризованной выше минеральной ассоциацией.

Редкоземельные элементы обычно концентрируются в корах выветривания на карбонатах, пегматитах, гранитах, образуя глинистые «ионные руды». Их месторождения имеются в Китае, Сибири, Бразилии и обогащены тяжелыми лантаноидами, а также минералами Nb и Ta.

Так в провинции Цзянси, Южный Китай, по редкоземельным гранитам развиты мезозойские и более молодые коры выветривания с «ионными рудами». Месторождение Раян существенно иттриевое. Запасы Y_2O_3 здесь – 120 тыс. т, а всех TR_2O_3 – 200 тыс. т при содержании 0,1 %. Месторождение Джой-Пэй-Тин (провинция Гуандун) представляет собой серию залежей рудоносных мезозойских (последняяшаньских) и третично-четвертичных каолинит-галлуазитовых кор выветривания. Их мощность 7,5 м. Они развиты на площади 2,5 x 0,6 км. Подсчитанные запасы – 8 тыс. т TR_2O_3 , треть из них относится к Y_2O_3 . 89 % запасов считаются «ионными рудами», остальное – зерна ксенотима и монацита [22]

Медистые глины. К этому типу относится очень крупное месторождение Маунт Лайель на о. Тасмания, которое считают вторым по запасам после Маунт Айза. Вмещающие минерализацию породы в районе месторождения выполняют меридиональный прогиб. Они залегают на кислых-средних вулканитах кембрийской серии Маунд Рид, имеющих мощность до 3 км, или на ордовикских песчаниках и конгломератах группы Оуэн. Кембрийские лавы содержат массивное и вкрапленное пирит-халькопиритовое оруденение, линзы с борнитом, халькопиритом, халькозином. Продуктивный пласт медистых глин верхнеордовикской группы Гордон с вкрапленностью и гроздьями конкреций самородной меди, куприта, халькозина имеет мощность до 100 м и протяженность до 2,5 км. Отдельные выделения самородной меди достигали 32 кг. Пласт разбит разломами на блоки (рис. 6). Медистые аргиллиты состоят из кварца, серицита, каолинита, гетита. В них присутствуют прослои пурпурных, коричневых и других оттенков известняков с примесью доломита, гетита, минералов глин. Конкреции гетита могут содержать до 25 % меди, а сами медистые глины – 0,2–0,62 % Cu [23].

Подобные месторождения, относящиеся к типу медистых песчаников и аргиллитов, имеются почти на всех континентах Земли. Помимо меди в породах в

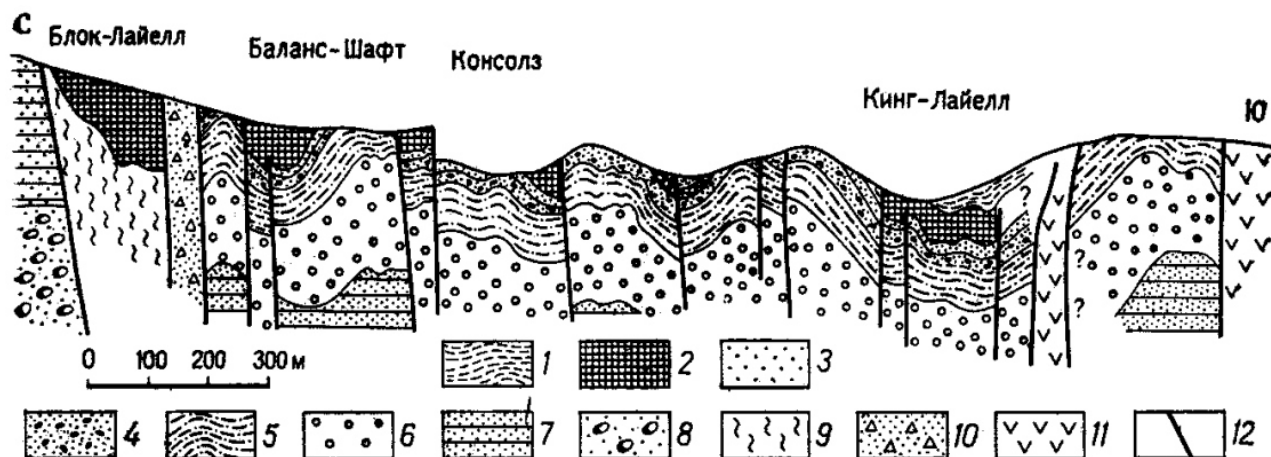


Рис. 6. Месторождение медистых глин верхнеордовикской группы Гордон на о. Тасмания. Продуктивный пласт глины с вкрапленностью и гроздьями конкреций самородной меди, куприта, халькозина имеет мощность до 100 м и протяженность до 2,5 км; разбит разломами на блоки (по М. Соломон [23]): 1 – темно-серые углистые сланцы; 2 – меденосные глины верхнего ордовика; 3 – серые песчаники; 4 – песчаники и конгломераты; 5 – гематитовые песчаники; 6 – среднеобломочные конгломераты; 7 – красноватые песчаники; 8 – грубообломочные конгломераты; 9 – сланцы, сланцеватые кремнистые доломиты; 10 – брекчии; 11 – метаморфизованные лавы, туфы; 12 – разломы.

небольших, но экономически значимых количествах, могут присутствовать цинк, свинец, никель, кобальт, молибден, серебро. Наличие в пелитах рассеянного органического вещества способствует увеличению содержаний полезных компонентов [6]. В рудах Мансфельда (Германия) распространен «ежиковый пирит», образованный анаэробными бактериями. Медные залежи цехштейна от краёв бассейна к его центру сменяются свинцовыми, а затем цинковыми [22]. В этом же направлении увеличивается доля карбонатной составляющей.

Выводы

Анализ приуроченности ряда металлов к пелитовым толщам показал, что формирование повышенных концентраций полезных компонентов происходит на разных стадиях литогенеза глинистых образований: в корах выветривания (Ni, Co, Au, P3Э), при осадконакоплении (лептохлоритовые оолитовые железные руды, золото), эпигенетических и наложенных процессах (медь, золото, интерметаллиды).

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин, В. В. Месторождения металлических полезных ископаемых / В. В. Авдонин, В. Е. Бойцов, В. М. Григорьев [и др.]. – М.: Трикта. – 2005. – 720 с.
2. Старостин, В. М. Металлогения: учебник // В. М. Старостин. – М.: Изд-во КДУ. – 2012. – 560 с.
3. Еремин, Н. И. Неметаллические полезные ископаемые: учебное пособие / Н. И. Еремин. – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ "Академкнига". – 2007. – 459 с.
4. Савко, А. Д. Историко-минералогические провинции Мира. Книга 4. Каледонский этап: в 10 книгах / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2012. – 183 с.
5. Зинчук, Н. Н. Историческая минералогия. Т.1. Введение в историческую минералогия: в 3 т. / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2005. – 590 с.
6. Зинчук, Н. Н. Историческая минералогия. Т.2. Историческая минералогия древних платформ: в 3 т. / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2007. – 570 с.
7. Зинчук, Н. Н. Историческая минералогия. Т.3. Историческая минералогия древних платформ: в 3 т. / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – 2008. – 624 с.
8. Михайлов, Б. М. Эволюция гипергенного рудообразования в истории Земли / Б. М. Михайлов // Проблемы современной литологии и осадочных полезных ископаемых. – Новосибирск: Наука. – 1977. – С. 179–184.
9. Гинзбург, И. И. Никеленосные коры выветривания Урала / И. И. Гинзбург. – М.: Наука. – 1970. – 284 с.
10. Калинин, Ю. А. Золотоносные коры выветривания юга Сибири / Ю. А. Калинин, Н. А. Росляков, С. Г. Прудников. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». – 2006. – 339 с.
11. Беневольский, Б. И. Рудные ресурсы и их размещение по геозонам. Благородные металлы (МПГ, золото, серебро) / Б. И. Беневольский, И. Г. Ганеев, В. В. Скрипченко [и др.]: справочное пособие под ред. Д. В. Рундквиста. – М.: Недра. – 1995. – 223 с.
12. DAVYR., ELANSARYM Geochtmical Patterns in the Laterite Profile at the Boddington Gold Deposit, Western Australia // J. Geochem Explor. 1986. – V. 26 (1/3). – P. 119–144.
13. Ковальчук, М. С. Эволюционный ряд аллювиальных золотоносных россыпей Центральной части Украинского щита: мат-лы XIV международного совещания «Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения» / М. С. Ковальчук, Ю. В. Крошко. – Новосибирск: Изд-во «Апельсин». – 2010. – С. 315–319.
14. Калинин, Ю. А. Прогностико-поисковые критерии золотоносных кор выветривания юга Сибири / Ю. А. Калинин, Н. А. Росляков. – Там же. – С. 294–300.
15. Савко, А. Д. Геохимические особенности и генезис золота осадочного чехла Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев, В. В. Ильаш, В. А. Окорочков // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 1996. – № 2. – С. 86–95.
16. Савко, А. Д. Золото и редкие минералы в осадочном чехле Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев,

В. В. Ильяш, Е. Н. Божко // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер.: Геология. — 1996. — № 1. — С. 133–138.

17. Савко, А. Д. Эксгалиционно-осадочная металлоносность Воронежской антеклизы - новые горизонты поисков рудных месторождений в осадочном чехле. Статья 1. Интерметаллиды: локализация, типы, состав / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев, В. В. Лоскутов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. — Воронеж, 1999. — № 7. — С. 139–155.

18. Наумов, В. А. Ртутистое золото и амальгамы в мезозойско-кайнозойских отложениях Вятско-Камской впадины / В. А. Наумов, Б. М. Осовецкий // Литология и полезные ископаемые, 2013. — № 3. — С. 256–273.

19. Наумов, В. А. Минерогения и перспективы комплексного освоения золотоносного аллювия Урала и Приуралья / В. А. Наумов. — Пермь: Изд-во Перм. ун-та. — 2011. — 162 с.

20. Наумов, В. А. Геологические объекты с мелким и тонким золотом — важные источники минерального сырья / В. А. Наумов, Б. С. Лунев, О. Б. Наумова // Естественные и технические науки, 2010. — № 1. — С. 174–177.

21. Наумов, В. А. Золото Верхнекамской впадины / В. А. Наумов, И. Я. Илалтидинов, Б. М. Осовецкий [и др.]. — Кудымкар-Пермь. — 2003. — 218 с.

22. Беляев, К. Д. Рудные ресурсы и их размещение по геологическим эпохам. Редкие металлы. Тантал, ниобий, скандий, редкие земли, цирконий, гафний : справочное пособие / К. Д. Беляев, И. Г. Ганеев, В. Г. Чайка [и др.], под. ред. Д. В. Рундквиста. — М.: Недра. — 1996. — 176 с.

23. Наркелюн, Л. Ф. Медистые песчаники и сланцы Мира / Л. Ф. Наркелюн, В. С. Салихов, А. И. Трубачев. — М.: Недра. — 1983. — 414 с.

Воронежский государственный университет

Савко А. Д., заведующий кафедрой исторической геологии и палеонтологии ВГУ, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Заслуженный геолог России

E-MAIL: SAVKO@GEO.VSU.RU

Тел.: 8(473) 220-86-34

VORONEZH STATE UNIVERSITY

SAVKO A. D., HEAD OF THE VSU HISTORICAL GEOLOGY AND PALEONTOLOGY CHAIR, DOCTOR OF THE MINERALOGICAL AND GEOLOGICAL SCIENCES, PROFESSOR, CELEBRATED GEOLOGIST OF RUSSIA

E-MAIL: SAVKO@GEO.VSU.RU

TEL: 8(473) 220-86-34