

УДК 553.411:552.5 (470.40/.43)

© Ф.А.Закирова, 2006

## **РУДОНОСНОСТЬ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД ВЯТСКО-КАМСКОЙ МЕДЕНОСНОЙ ПОЛОСЫ**

**Ф.А.Закирова (ЦНИИгеолнеруд)**

Изучение меденосности верхнепермских отложений Вятско-Камской полосы (С.Г.Глебашев и др.) и, в частности, Ныртинского полигона (Ф.А.Закирова и др.) показало, что медные руды могут представлять практический интерес, если их рассматривать как комплексные. На Ныртинском полигоне углеродсодержащая литофация верхнеказанского подъяруса с благороднометальной минерализацией (Cu, Au, Pt) практически не изучена, хотя о существовании так называемой «черной фации» и ее широком площадном распространении известно еще с 60-х годов прошлого столетия.

Впервые понятие «черная фация» появилось в работах Ю.А.Нечаева с соавторами, посвященных изучению меденосности верхнепермских отложений Пермского Приуралья и Вятско-Камского райо-

на. По их данным, это глинистые породы, обогащенные органическим веществом (ОВ), встречающиеся в разрезе казанского яруса довольно часто. В нижнеказанском разрезе медепроявления связаны с темно-серыми и черными алевролитами и аргиллитами с прослоями известняков, включая «лингуловые» глины.

Верхнеказанская «черная фация» с медепроявлениями представлена темно-серыми и черными глинистыми породами и песчаниками, залегающими среди красноцветов в виде маломощных линз и прослоев, количество которых не превышает четырех. Обычно отмечается 2–3 прослоя, их мощность изменяется от первых сантиметров до 9,5 м. Единого горизонта она не образует. Медьсодержащие минералы — халькозин, куприт, халькопирит, мала-

хит — встречены в виде вкрапленности и стяжений. Содержание меди достигает 4,19%.

Результаты наших исследований показывают, что выявленные в казанском ярусе Ныртинского полигона углеродсодержащие породы также относятся к образованиям «черной фации». Проведенные на площади полигона исследования с большим объемом буровых работ позволили получить новые данные о строении, составе, минералогии, геохимии, рудоносности углеродсодержащих пород.

Нижнеказанские углеродсодержащие битуминозные породы встречаются по разрезу почти во всех пачках от «верхнеспириферового известняка» до «лингulloвого» горизонта. Они изучены по данным двух скважин. Мощность битуминозных пород от 0,25 до 2,9 м. В верхней части это битуминозные известняки. Наибольшее количество битуминозных слоев тяготеет к средней и нижней частям разреза, сложенным преимущественно алевролитами и глинами. В углеродсодержащих породах присутствует ОВ, состоящее преимущественно из фрагментов растительных остатков, стволов древесины, отмечаются отпечатки листьев. Пиритизация для битуминозных пород, за исключением «лингulloвого горизонта», не характерна. Содержание  $C_{\text{орг}}$  варьирует от 0,21 до 1,80%, составляя в среднем 1,17%. Повышенные содержания меди (0,5%) фиксируются только в породах «лингulloвого» горизонта. Битуминозные породы характеризуются повышенными (>0,1 г/т) содержаниями золота.

Наиболее детально исследованы углеродсодержащие породы верхнеказанского подъяруса, сложенного красноцветной толщей. В верхней части подъяруса, в низах верхнеуслонской толщи, залегает пачка сероцветных отложений, накопление которых происходило в зоне мелководья и прибрежной полосы, в зоне «борьбы» суши и моря (по М.Э.Нойнскому). Мощность сероцветов изменяется от 5 до 14 м. Их накопление контролировалось локальными конседиментационными структурами, одна из которых выявлена в центральной части полигона. Для нее характерна сокращенная (5 м) мощность сероцветов в сводовой (центральной) части и увеличенная (14 м) — на крыльях в западной и восточной частях. Углеродсодержащие породы связаны исключительно с сероцветными отложениями только этой части разреза, которая характеризуется повышенными содержаниями меди и серебра по сравнению с красноцветным разрезом подъяруса (рис. 1).

Углеродсодержащие породы выделяются темной до черной окраской, неоднородностью литологического состава (алевролиты, глины, мергели, глинистые песчаники, аргиллиты), тонкоритмичным переслаиванием, повышенной известковис-

тостью, высоким содержанием кремнезема и обилием органических остатков в ассоциации с сульфидами, преимущественно пиритом. Органические остатки представлены сингенетическим ОВ, по-видимому, сапропелевой природы, основная масса которого находится в тонкодисперсной форме. Фрагменты растительных остатков отмечаются реже. В породах многочисленны образования черного игольчатого и тонковолокнистого углеродистого вещества, хрупкого, с алмазным блеском, встречающегося в виде тонко рассеянной вкрапленности, гнезд, линз, прожилков различной величины (не более нескольких сантиметров), скоплений сыпучего черного вещества, внешне напоминающего шунгит-3 из Шунгского месторождения Карелии [4] и диагностированного как шунгитовое вещество [3]. С ними всегда ассоциируют сульфиды (Fe, As, Pb, реже Zn), а также кальцит и гипс. В зонах интенсивной трещиноватости часто отмечаются рыхлые скопления шунгитового вещества в ассоциации с пиритом, арсенопиритом, реже галенитом, обнаруживающие повышенные (более 0,1 г/т) содержания благородных металлов, достигающие порой промышленных концентраций (до 3,0–3,5 г/т). Количество  $C_{\text{орг}}$  в углеродсодержащих породах горизонта изменяется от 0,4 до 5,93%. Максимальное содержание  $C_{\text{орг}}$  — 22,8%. Все повышенные концентрации малых элементов (особенно халькофильных) и благородных металлов (Au, Pt) изученного верхнепермского разреза полигона связаны с шунгитоносными, по определению М.М.Филиппова [6], породами верхнеказанского подъяруса (см. рис. 1). Приведенная характеристика углеродсодержащих пород может свидетельствовать о том, что они по многим признакам являются близкими аналогами черных сланцев.

Сходство шунгитоносных пород с черными сланцами подтверждается данными Л.И.Гурской [1]. По ее определению, черные сланцы представлены тонкозернистыми осадочными породами (пелиты, алевролиты, глины) в разной степени рассланцованными и метаморфизованными с повышенными содержаниями (первые проценты) углеродистого вещества углистой, битумной или графитовой субстанций. Их отличительная черта — тонкодисперсное состояние углеродистого вещества в смеси с глинистым, глинисто-карбонатным и кремнистым материалом осадочных пород.

Шунгитоносные породы формировались в обстановке, о чем свидетельствуют многочисленные находки сульфидов при высоком потенциале серы. Сероцветные отложения, вмещающие их, практически «немые», фаунистически не охарактеризованы.

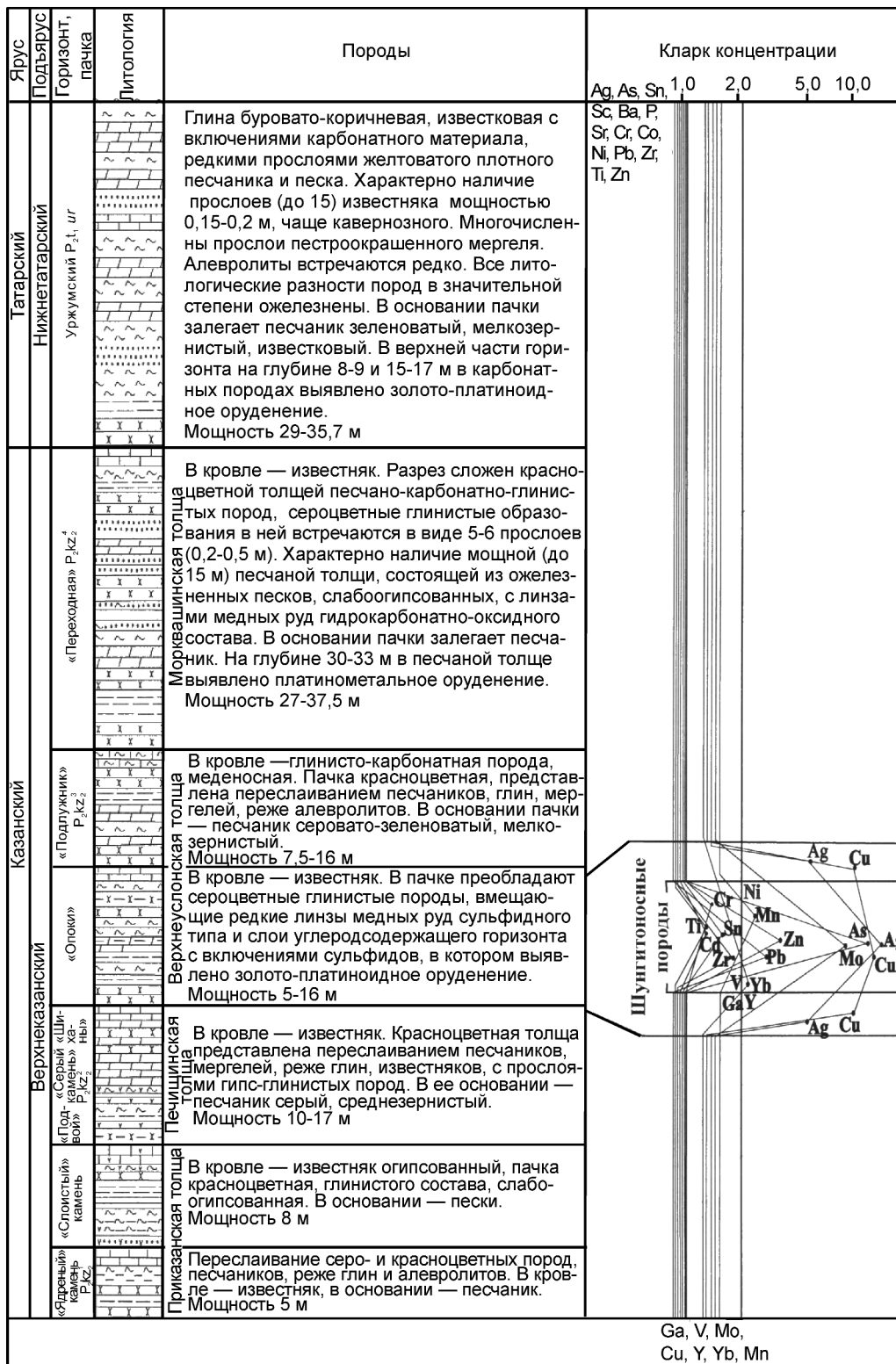


Рис. 1. Литолого-геохимическая характеристика верхнеказанских отложений Нуртгинского полигона

На площади полигона шунгитоносные породы объединяются в горизонт, выдержанный по простиранию почти на 2 км. В их разрезе отмечаются прослой, представленные углеродисто-сульфидной массой, которые, несмотря на малую мощность (от 5 до 10–15 см), прослеживаются на значительное расстояние. Горизонт состоит из трех слоев. Два верхних слоя содержат микроскопические включения сульфидов, третий, залегающий в основании горизонта, отличается большей мощностью, высокими содержаниями  $C_{орг}$  (от 4 до 5,93%), наличием видимой сульфидной минерализации (угловатые обломки, желваки, кристаллические сростки размером 0,3–1,0 см) в ассоциации с шунгитовым веществом.

С шунгитоносными породами горизонта связаны почти все выявленные в разрезе казанского яруса концентрации Pt и Au. Слои стратиформные пластообразные. Всеми 17 скважинами, пробуренными на полигоне, подсечен 2-й слой горизонта преимущественно с платиновым оруденением и повышенными концентрациями золота, залегающий на абсолютной отметке +80 м (рис. 2). По простиранию он прослежен на 1,7 км, вкрест простирания — на 0,9 км. Средняя мощность рудоносного слоя 0,82 м (при вариациях 0,1–3,2 м), среднее содержание Pt 0,29 г/т (0,1–3,3 г/т), Au 0,09 г/т (0,01–0,23 г/т). Лишь в одном подсечении обнаружено повышенное содержание Cu (0,4%). Медьсодержащие минералы визуальным образом не определяются, и их присутствие (халькозин, халькопирит, реже борнит) устанавливается лишь при микроскопическом изучении тяжелой фракции меденосных пород. Редкие одиночные участки благороднометалло-медного оруденения отличаются невыдержанностью по простиранию, мелкими линзовидными и гнездообразными формами залегания.

По рудоносному слою 2 были оценены прогнозныe ресурсы платины и золота категории  $P_2$ , по слоям 1 и 3 — категории  $P_3$ .

В шунгитоносных слоях горизонта платина встречается в шунгитовом веществе, сульфидах железа (пирит с высоким содержанием молибдена и мышьяка), реже сульфидах меди (халькозин и сложный сульфоселенид платины — минерал, близкий по составу к дейсманиту  $(Pt,Cu)_2AsS_4$ ) [3]. Как известно, в черносланцевых формациях благородные металлы распространены в самородном виде, в соединениях с различными металлами и неметаллами. Главными их носителями и концентраторами служат сульфидные минералы и высокоуглеродистое вещество [2, 5, 7]. Несмотря на высокие содержания золота, его формы нахождения выявить не удалось. Как показывают результаты гео-

химических исследований углеродсодержащих пород казанского яруса, для золота характерно проявление свойств литофильных и халькофильных элементов. В зоне тектонической нарушенности золото тесно коррелирует с Pb, вне зоны — ассоциирует с Mn и Y. Это свидетельствует о том, что золото, как и платина, приносилось в ранне- и позднеказанский бассейны в тонкодисперсном виде как самородный металл (тесная связь с Sn), так и в составе кластического материала, в частности хромшпинелидов, с континента — Урала, что подтверждается результатами факторного анализа. При диагенезе металлы, содержащиеся в остаточных растворах, сорбировались на поверхности частиц сульфидов. Поэтому нахождение сульфидной формы золота, концентрирующегося в пирите, которого в рудоносном горизонте достаточно много, вполне реально. Однако концентрации золота будут связаны лишь со слабомушьяковистыми пиритами, поскольку в отличие от платины золото и мышьяк не коррелируют между собой. Как концентраторы золота заслуживают внимания и сульфиды Pb. Геохимическими исследованиями доказано, что эти элементы находятся в тесной парагенетической ассоциации. Это не противоречит присутствию золота в виде включений в галените, что довольно часто отмечается для черных сланцев с концентрациями металлов платиновой группы. Сульфиды Pb, возможно, обогащены Ag, так как между ними выявлена тесная корреляция.

Платиноносность шунгитоносных пород верхнеказанского подъяруса парагенетически связана с As, Mo и  $C_{орг}$ . Между  $C_{орг}$  и As в породах также проявлена положительная корреляция, которая становится наиболее значимой в платиносодержащих отложениях. Связь между Pt и As наиболее значима в тектонических зонах, в которых могли иметь место процессы динамометаморфизма. На это указывает наличие многочисленных катаклазитов пирита в углеродистой массе, в составе которой присутствует шунгитовое вещество. Причем только данным породам свойственны столь высокие концентрации As, выявленные в разрезе казанского яруса. При появлении повышенных концентраций As в породах прослеживается тесная корреляция между Mo и As, свидетельствующая об интенсивных процессах сульфидного диагенеза. Кроме того, в этих породах отмечаются отрицательные значимые связи Pt с группой породообразующих элементов — Ti, V, Cr, которые обнаруживают отрицательные связи и с  $C_{орг}$ . Все это может говорить и о дополнительном глубинном привносе металлов (Pt, As и др.) и углеводородов.

Приведенные выше результаты свидетельствуют о том, что для рудоносных шунгитоносных по-

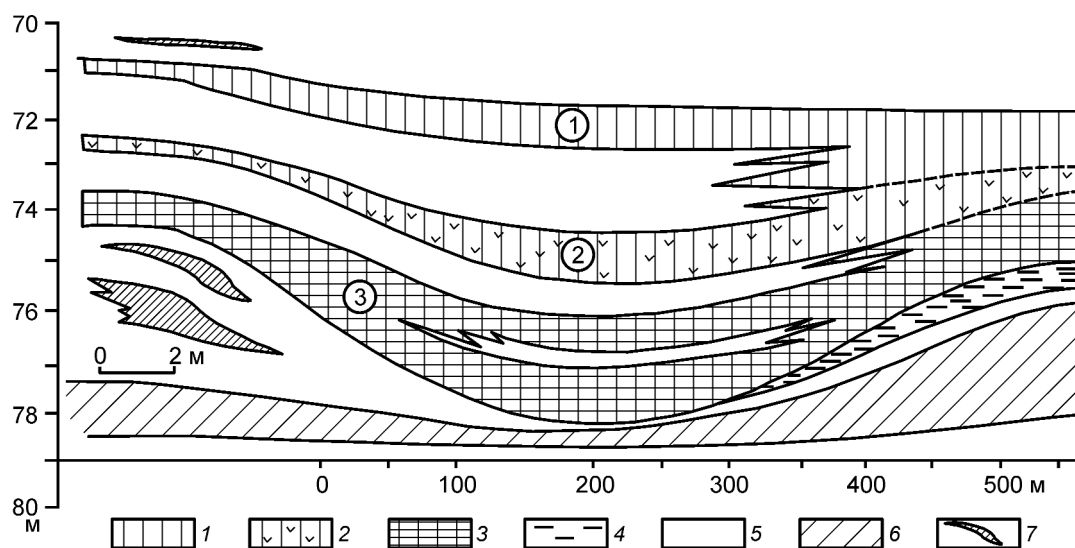


Рис. 2. Строение шунгитоносного горизонта Ныртинского полигона:

слои: 1 — 1-й, 2 — 2-й, 3 — 3-й; 4 — алевролит; 5 — сероцветная порода; 6 — красноцветная порода; 7 — линзы медных сульфидных руд

род верхнеказанского подъяруса, или «черной фации», характерна значительная выдержанность в пространстве. Размещение этих пород и связанного с ними благороднометалльного оруденения контролируется конседиментационной структурой. Независимо от мощности вмещающих сероцветных отложений мощность шунгитоносных слоев горизонта с повышенными концентрациями платины и золота всегда остается постоянной. В своде это единая толща (4,7 м) с ее трехслойным строением, а на крыльях структуры отмечается ее «расслоение» на три составляющие. Данная структура является рудоконтролирующей и для медного оруденения. Однако в отличие от благороднометалльного оно установлено одиночными подсечениями скважин на крыльях структуры только в западной и восточной частях полигона, отличающихся повышенной мощностью сероцветных отложений. Медные руды (Cu 0,3–3,2%) сульфидного типа встречаются в виде одиночных и маломощных (до 1 м) линз, резко выклинивающихся по простиранию (первые метры). Расположены линзы друг над другом поэтажно, подстилая или перекрывая шунгитоносные слои горизонта (см. рис. 2). Выдержанных пластовых тел медные руды не образуют.

В заключение подчеркнем, что природа углеродистого вещества имеет весьма сложный характер,

ее выявление требует специальных целенаправленных исследований. Дальнейшее всестороннее изучение шунгитового вещества и шунгитоносных пород, главным образом для решения генетических вопросов, несомненно, позволит получить новую информацию о процессах, происходящих на более глубоких горизонтах и применить результаты исследований в прогнозно-поисковых целях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурская Л.И. Платинометальное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000.
2. Ермолаев Н.П., Созинов Н.А., Флициян Е.С. Новые вещественные типы руд благородных и редких элементов в углеродистых сланцах. — М.: Наука, 1992.
3. Закирова Ф.А. Минералогия и геохимия углеродсодержащих пород казанского яруса Вятско-Камской меденосной полосы: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — Казань, 2004.
4. Крыжановский В. Геохимия месторождений шунгита // Минеральное сырье. 1931. № 10. С. 955–968.
5. Рудашевский Н.С., Кнауф В.В., Чернышов Н.М. Минералы платиновой группы из черных сланцев КМА // ДАН. 1995. Т. 344. № 1. С. 91–95.
6. Филиппов М.М. Шунгиты Карелии: термины и определения // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2001. Вып. 4. С. 82–89.
7. Формы нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) / В.В.Дистлер, Г.Л.Митрофанов, В.К.Немеров и др. // Геология рудных месторождений. 1995. Т. 38. № 6. С. 467–484.