

УДК 553.411 : 553.491 (477)

Юшин А.А.

Перспективы золото- и платиноносности графит-содержащих формаций Среднего Приднепровья

Приведены данные о повышенном содержании золота и металлов платиновой группы в графит-содержащих породах Украинского щита и его обрамления. Критически рассмотрены методы анализа пород на благородные металлы. С использованием ранее опубликованных и собственных данных впервые выявлена специфическая золото-палладиевая металлогеническая специализация графитоносных пород докембрийских комплексов Украинского щита. Для Среднего Приднепровья выделены перспективные районы поисковых работ на золото и платиноиды.

Различные по составу комплексы пород, относящиеся к разновозрастным «высокоуглеродистым» формациям, развиты в Украине очень широко: угленосные разрезы палеогена и неогена Закарпатья и других буроугольных районов; менилитовые сланцы, мезозойские и палеозойские углисто-кремнистые отложения Карпат и Закарпатья; палеозойские угленосные разрезы Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и Волыно-Подоллии; раннепалеозойские «черные сланцы» Приднестровья и, наконец, докембрийские (протерозойские и архейские) высокоуглеродистые графитоносные метаморфические комплексы Украинского щита (УЩ).

Высокая и весьма разнообразная металлоносность так называемых «черносланцевых формаций» общеизвестна и в последние десятилетия привлекает пристальное внимание геологов [4, 5, 7]. В результате активных поисковых работ в различных странах были открыты не только многочисленные редкометалльные объекты, но и крупные золоторудные месторождения: Мурунтау, Кумтор, Сухой Лог, Наталкинское и ряд других в Китае, США, Канаде, Австралии. За последнее десятилетие в «черносланцевых» разрезах некоторых регионов мира были выявлены также перспективные проявления платинометалльного оруденения [3-6]. В Украине, где распространены высокоуглеродистые формации, повышенная металлоносность которых уже доказана [1], составляет не менее 20% площади, работы по оценке потенциала их золото- и, тем более, платиноносности еще только разворачиваются. Причем, если золотоносность черносланцевых разрезов Карпат и Закарпатья изучалась довольно целенаправленно (тысячи проанализированных проб), то огромные площади развития докембрийских графитоносных формаций УЩ (к наиболее крупным районам относятся Волынский, Побугский, Криворожский и Приазовский, в каждом из которых известны проявления и месторождения богатых графитовых руд) охарактеризованы всего первыми сотнями пробирных анализов [1, 6].

Накопленные к настоящему времени аналитические данные свидетельствуют о довольно устойчивой повышенной золотоносности гра-

фіт-содержащих метаморфических комплексов Українського щита (УЩ) во всіх районах їх розвитку, но содержание золота обычно не превышает 0,1-0,5, реже 1 г/т. Более высокие значения этого показателя (до 5 г/т) установлены в отдельных разрезах западного обрамления Корсунь-Новомиргородского плутона. Следует подчеркнуть, что систематически повышенная золотоносность каких либо геологических формаций не является гарантией выявления крупного золоторудного объекта. Типичный пример – Джунгаро-Балхашский вулканический пояс, – в пределах которого многолетними поисковыми работами были выявлены сотни разномасштабных рудопроявлений золота, из которых ни одно так и не стало месторождением. Поэтому при существующем низком уровне изученности благороднометалльной минерализации высокоуглеродистых формаций УЩ оценка перспектив металлоносности докембрийских графитоносных комплексов в конкретном регионе (в данном случае – Среднем Приднестровье) возможна только на основании косвенных данных.

В дополнение к известным данным о золотоносности различных графитоносных гнейсов и сланцев УЩ [1] нами были изучены более 400 проб, отобранных из керна скважин различных участков Побугского, Ташлыкского и Среднеприднестровского районов. К настоящему времени получены результаты пробирного анализа на золото, платину, иридий, палладий и родий более 200 проб. Эти данные позволяют с новых позиций оценить существующие представления о металлоносности изученных комплексов пород.

Считаем необходимым предварительно рассмотреть один из важнейших в данной проблеме вопрос – методологию аналитического обеспечения исследований.

Обоснование используемых аналитических методик

Известно, что в Украине, особенно после потери методического контроля в связи с распадом СССР, преобладающим методом экспресс-анализа проб на золото (в дальнейшем – и на платиноиды) стал химико-спектральный метод (ХСА), массово выполняемый в лабораториях всех государственных геологических предприятий (ГГП). Кроме того, некоторыми лабораториями Кировского КГП широко использовалась методика СЭСА, в отдельных лабораториях в качестве аналитического обеспечения использовался атомно-абсорбционный анализ (ААА). При всех прочих положительных и отрицательных сторонах каждого из указанных методов следует особо подчеркнуть наиболее, на наш взгляд, важные: отсутствие уверенности в извлечении благородных металлов традиционными химическими методами в раствор из обогащенных графитом пород (ХСА и ААА) и совершенно непредставительные (1-5 г) навески анализируемых проб (ААА и СЭСА). Проблема надежности определения благородных металлов в высокоуглеродистых породах оказалась настолько острой, что ее решение (возможно, еще не окончательно)

ное) потребовало проведения серии специальных исследований [3]. Прежде всего, можно считать установленным, что ряд нашумевших «открытий» золото-платинометалльных руд обусловлен необоснованным массовым использованием нейтронно-активационного анализа, за счет матричных эффектов обеспечивающего завышение результатов на 1-3 порядка (!). Недопустимый уровень ошибок типичен для методики ХСА даже в исполнении ведущих лабораторий Российской Федерации. Доказано [3], что в настоящее время наиболее надежным методом определения благородных металлов в высокоуглеродистых породах остается классический пробирный анализ в различных модификациях.

При выборе аналитической методики в своих исследованиях мы руководствовались следующими соображениями.

1. В силу высоких сорбционных свойств углеродистого вещества и отсутствия каких-либо данных о возможных минеральных формах нахождения благородных металлов применение любых химических методов концентрирования золота и платиноидов из графитоносных пород является недопустимым. Вместе с тем наши экспериментальные данные свидетельствуют о проявлении повышенной летучести благородных металлов в пробах с высоким содержанием восстановленных форм углерода, что вынуждает с осторожностью использовать предварительный обжиг проб.

2. Предварительная химическая обработка проб, обеспечивающая активное взаимодействие комплексного олово-свинцово-серебряного коллектора со всеми вскрытыми металлическими и металлсодержащими фазами проб, независимо от размера их выделений, позволяет более надежно зафиксировать даже самые тонкие частицы благородных металлов еще до стадии активного выгорания углерода.

3. Учитывая, что геохимия благородных металлов, особенно платиновой группы (МППГ) в высокоуглеродистых формациях изучена недостаточно, представляется целесообразным уже на данном этапе исследований получение информации о содержании не менее 3-4 МППГ. Использование эмиссионного спектрального анализа в качестве массового аналитического окончания позволяет с достаточно высокой чувствительностью кроме золота определять платину, иридий, палладий и родий. Контрольные количественные определения повышенных концентраций (более 0,05 г/т) отдельных МППГ обеспечиваются рентгеноспектральным флуоресцентным анализом (РФА).

Особенности распределения золота и МППГ в графитоносных породах Украинского щита

Полученные к настоящему времени результаты анализов выявили несколько неожиданную картину распределения благородных металлов в графит-содержащих гнейсах различного состава.

Золото розподілено в досліджуваних розрізах крайнє нерівномірно з варіаціями концентрацій від сотих долей г/т до 0,1-0,3 г/т (в двох пробах до 3,0 і 5,6 г/т).

Платина, родій і іридій в концентраціях до 0,05 г/т фіксуються приблизно в 7-10% проб (в одній пробі – 0,15 г/т платини), причём спільне знаходження підвищених концентрацій золота і платиноидів зафіксовано тільки в одній пробі.

Палладій в концентраціях 0,01 г/т і більше зафіксований майже в 60% досліджуваних проб, в 28 пробах його вміст досягало 0,1-0,12 г/т, а в двох пробах – 0,6-1 г/т. Середнє вміст палладію в деяких розрізах виявилось порівняним з вмістом золота і вище, ніж вміст платини, що в загальному не типово для рудних формацій УЩ. Разом з тим отримані результати добре узгоджуються з даними Н.К.Ширинбекова (1994 г.) про переважання саме палладію в одній з рудних проб Белозерського району. Аномальні концентрації золота, платини і палладію встановлені в багатьох пробах Белозерського району В.М.Кравченко і співавторами (1998 г.), але використання ними даних прямого спектрального визначення без їх перевірки пробирним аналізом викликає обґрунтовані сумніви.

Підвищений фон палладію фіксується во всіх досліджуваних розрізах графіт-содержащих порід (Побугський, Ташлыкський, Белозерський райони, Західно-Інгулецька зона) крім Криворізько-Кременчузької структурно-металогенічної зони (СМЗ). В вуглецистих сланцях нижньої частини розрізу саксаганської свити звичайно фіксуються небагато численні геохімічні аномалії платини, а не палладію. Кількість проб з аномальним (до 0,2 г/т) вмістом платини, рідше родію суттєво збільшується в північних розрізах Криворізької структури на фоні проявлення більш інтенсивної метасоматическої переробки порід.

Виявлення систематически аномальних концентрацій палладію в графітоносних комплексах південної частини УЩ дозволяє пояснити і феномен тісної зв'язи золота і палладію в донних осадах північно-західного шельфу Чорного моря. Прямі кореляції між вмістом золота і палладію раніше не мали відповідності реальним геохімічним асоціаціям золота і МПГ в рудопроявленнях зеленокаменних поясів і інших базит-ультрабазитових комплексів УЩ. Можливо, що в цілому більш південне і значні площі розвитку графітоносних формацій забезпечили формування специфічної золото-палладієвої асоціації при накопленні чорноморських донних осадків південніше УЩ і матеріала менилітової свити Карпат – південно-західніше.

Сравниваючи наведені вище результати з відомими даними про розподіл золота і МПГ в різновікових «чорносланцевих формаціях» різних районів України і світу, слід, перш за все-

го, отметить как малочисленность приводимых в литературе конкретных результатов так и сомнительность многих аналитических данных.

Золото (иногда совместно с платиноидами) доказательно установлены в повышенных и рудных концентрациях в границах развития «черносланцевых формаций» в возрастном диапазоне от архея до плиоцена. Проявления благородных металлов известны в докембрийских высокоуглеродистых комплексах Карелии и Воронежского щита, палеозойских и мезозойских углистых сланцево-терригенных комплексах Забайкалья и Чукотки [4]. Нами также исследовались проявления и месторождения золота и МПП в рифейских углисто-глинисто-карбонатных комплексах Джунгарского Алатау, раннепалеозойских углеродисто-кремнистых комплексах Северного Казахстана и Каратау, палеозойских углеродисто-кремнистых толщах Мурунтаусского рудного района, мезозойских черных сланцах Главной зоны Большого Кавказа, палеозойских терригенных породах угленосных разрезов ДДВ, палеогеновых, неогеновых и четвертичных угленосных отложениях склонов УЩ, Карпат, шельфа Черного моря. Анализ большого массива литературных и оригинальных материалов позволяет прийти к выводу о все еще существующем многообразии представлений о геолого-генетической позиции известных проявлений.

Наблюдающиеся различия геохимических ассоциаций благородных металлов разных геологических объектов не всегда находят удовлетворительное истолкование на основе учета геоструктурной позиции или проявлений специфического магматизма (с габброидным магматизмом при определенном сходстве даже состава и морфологии магматических комплексов в Джунгарии сопряжены существенно платиновые, а в Каратау, в диабазовых поясах Большого Кавказа, в Северном Казахстане – золото-палладиевые геохимические ассоциации). Золото-палладиевые ассоциации характерны также для амагматичных черносланцевых бассейнов Карпат и Черного моря. Более устойчивые различия ассоциаций просматриваются при сопоставлении собственно терригенных (кластогенных) и сланцевых (угленосных глинистых) типов осадконакопления. Первым присущи золото-платиновые ассоциации в различных соотношениях с родием и иридием (молодые лигнитовые угли отдельных угольных бассейнов, золоторудные разрезы Сухоложского и Наталкинского рудных районов), тогда как для вторых характерны постоянные золото-палладиевые ассоциации. Возможно, это связано с тем, что в условиях седиментационного рудонакопления значительная часть платины, иридия и родия в силу их механической прочности накапливаются в соответствующих кластических фациях, тогда как более химически активный в зоне гипергенеза палладий совместно с органическими и хлорорганическими комплексами золота мигрирует в водных потоках, фиксируясь иногда на значительном удалении от источника на специфических восстановительных или сорбционных геохимических барьерах. Метаморфические и особенно метасоматические преобразо-

вания, возможно, существенно изменяют исходное распределение благородных металлов, однако этот вопрос практически еще не исследован. В составе докембрийских графитоносных комплексов УЩ преобладает именно золото-палладиевая ассоциация, которая даже в условиях ультраметаморфизма и гранитизации может оставаться своеобразным геохимическим репером.

С учетом того, что ассоциации золота и отдельных МПГ в высокоуглеродистых и базит-ультрабазитовых комплексах существенно различаются, систематическое изучение распределения МПГ в разрезах докембрийских геологических формаций кроме поисковых задач может послужить важным фактором палеогеологических реконструкций.

Заключение

Таким образом, с учетом современного уровня изученности металлоносности высокоуглеродистых пород Среднего Приднепровья можно предварительно выделить следующие их комплексы, перспективные для постановки поисковых работ на золото и платиноиды:

– участки развития различного типа графит-содержащих гнейсов и кварцитов Западно-Ингулецкой СМЗ (следует отметить, что при сравнительно невысоком содержании и тонкочешуйчатых формах нахождения, графит в биотитовых гнейсах может маскироваться биотитом и другими темноцветными минералами; породы при описании керна могли не относиться к графит-содержащим, что существенно сужает площади поисковых работ);

– высокоуглеродистые «черные сланцы» Белозерского района и аналогичных разрезов;

– углеродистые сланцы Криворожско-Кременчугской СМЗ в участках широкого развития процессов щелочного метасоматоза.

Систематическое изучение металлоносности высокоуглеродистых формаций Среднего Приднепровья позволит значительно расширить перечень геолого-генетических типов месторождений благородных металлов, конкретизировать направления поисковых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Галецкий Л.С., Польской Ф.А., Таранюк М.Ф.* Углеродсодержащие формации Украинского щита и их рудоносность // Геологический журнал.– 1986.– № 1.– С. 21-25.
2. *Киселев А.Ф., Юшин А.А.* Геохимия редкоземельных элементов и благородных металлов в черносланцевых формациях Сев. Казахстана / Бассейны черносланцевой седиментации и связанные с ними полезные ископаемые // Новосибирск, 1991.– С. 43-44.
3. *Курский А.Р. и др.* Проблема аналитического определения металлов платиновой группы в рудах черносланцевых комплексов / Платина России // Москва: Геоинформмарк, 1995.– Т. 2., кн.1.– С. 159-174.
4. *Чернышов Н.М.* Стратиформные черносланцевые комплексы – новый нетрадиционный источник платиновых металлов XXI столетия // Вестник Воронежского университета.– 1996.– Сер. 2.– № 2.– С. 42-62..
5. *Шаламов В.И., Попова М.В., Савицкая Л.В.* О содержании элементов платиновой группы в углеродистых породах // Геохимия.– 1993.– № 6.– С. 869-876.

6. *Юшин А.А.* Платиноиды в геологических формациях Украины: возможные перспективы поисковых работ / Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины // Днепрпетровск, 1998.– № 3.– Т. 2.– С. 101-105

7. *Coroney R.M., Nansheng C.* Ni-Co-PGE-Au-rich ores in Chinese black shales and speculations on possibility in the United States // Mineral. Deposits.– 1991.– Vol. 26.– P. 83-88.

ЮШИН О.О. Перспективи золото- та платиноносності графіт-вміщуючих формацій Середнього Придніпров'я.

РЕЗЮМЕ. У графіт-вміщуючих формаціях планети відкрито численні родовища рідкісних металів, золота, платини. Український щит у цьому відношенні вивчений недостатньо. Одна з основних проблем – надійність аналітичних досліджень. Новітні дані дозволили виявити специфічну золото-паладієву спеціалізацію графіт-вміщуючих порід докембрійських комплексів Українського щита, визначити найбільш перспективні об'єкти Середнього Придніпров'я: Криворізько-Кременчуцьку, Західно-Ингулецьку структурно-металогенічні зони і Білозерський район.

ЮШИН А.А. Перспективы золото- и платиноносности графит-содержащих формаций Среднего Приднепровья.

РЕЗЮМЕ. В графит-содержащих формациях планеты открыты многочисленные месторождения редких металлов, золота, платины. Украинский щит в этом отношении изучен недостаточно. Одна из основных проблем – надежность аналитических исследований. Новейшие данные позволили выявить специфическую золото-палладиевую специализацию графит-содержащих пород докембрійских комплексов Украинского щита, определить наиболее перспективные объекты Среднего Приднепровья: Криворожско-Кременчугскую, Западно-Ингулецькую структурно-металлогеніческие зони и Белозерский район.

YUSIN A.A. Middle Dnieper area gold and platinum-bearing graphite-containing formations perspectives.

SUMMARY. The numerous rare-metals, gold and platinum deposits was discovered in graphite-containing formations of planet. Ukrainian shield is insufficiently studied in this connection. One of the main problems is reliability of analytic researches. The latest data furthered the discovering of specific gold-palladium specialization of Ukrainian shield Pre-Cambrian complex rocks and the definition of the most perspective objects of Middle Dnieper area: Krivoy Rog-Kremenchug and West-Inguletska structural-metallogenic zones and Belozerska region.

*Надійшла до редакції
28 квітня 2000 р.*