

## ПЛАТИНОИДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РУДАХ АРМЕНИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

© 2003 г. П. Г. Алоян\*, Р. Т. Джрбашян\*\*, А.С. Фарамазян\*\*,  
Гайк П. Алоян\*

\*) Горно-металлургический институт ЗАО  
375009, Ереван, ул. Корюна, 14, Республика Армения  
E-mail: hayk\_a@yahoo.com

\*\*) Институт геологических наук НАН РА  
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
E-mail: rubenhar@yahoo.com hrshah@sci.am  
Поступила в редакцию 14 07 2003 г

В статье обобщаются новые аналитические данные по платиноносности руд и продуктов технологического передела разведанных, подготовленных к промышленному освоению и эксплуатируемых месторождений медной, медно-молибденовой, золотополиметаллической и железорудной формаций Армении. Дается формационно-технологическая оценка ранее проведенным исследованиям по платиноносности хромитовой формации Севанского офиолитового пояса. На современном этапе выделяются платиносодержащие рудные и нерудные формации, некоторые из них выделяются впервые. Как наиболее перспективная из рудных формаций рассматривается медно-молибденовая как по качеству, так и по масштабам достигнутых производственных мощностей и технологических возможностей попутного их извлечения. Для медно-молибденовой формации четко прослеживается трехчленная геохимическая парагенетическая ассоциация Mo-Re-Os (МПГ).

По качеству сырья, благоприятным горнотехническим условиям отработки и простоте технологической схемы обогащения с медно-молибденовой формацией может серьезно конкурировать вновь выявленная золото-сереброплатиносодержащая черносланцевая формация Армении. В статье приводится краткое формационно-технологическое сопоставление платиносодержащих месторождений Армении с месторождениями геотипами мира.

Платиноносность геологических формаций Армении изучена крайне слабо. Аналитическая и технологическая базы отсутствуют. Сырьевая база не подготовлена, хотя имеются довольно-таки обнадеживающие результаты.

Имеющиеся сведения о платиноносности рудных формаций Армении преимущественно основываются на их парагенетической связи с альпинотипными ультрабазитами – с рудами хромитовой формации в серпентинизированных дунитах, по аналогии с широко известными крупными месторождениями мира (Урал, Алдан, Бушвельд и др), а также на данных фрагментарных единичных проб из гидротермальных месторождений. В результате проведенных исследований в принципе была дана "отрицательная" оценка перспективности платиноносности дунит-гарцбургитовых массивов Севанского офиолитового пояса [1,4]. Аналогичная оценка была дана по гидротермальным месторождениям (Алаверди, Шамлуг, Каджаран, Ахтала, Шаумян), несмотря на вполне приемлемые результаты опробования.

Детальные исследования А.С. Фарамазяна геохимии редких металлов в медно-молибденовых месторождениях Зангезура внесли существенные коррективы в установившиеся традиционные взгляды о платиноносности (Pt,Pd,Os) рудных формаций Армении. Он подтвердил платиноносность руд медно-молибденовой формации и создал минералого-геохимические основы для начала целенаправленных исследований [13, 14,15].

На этой формационно-генетической основе нами за последнее десятилетие проводятся планомерные комплексные исследования по изучению (золото-) платиноносности руд и продуктов технологического передела эксплуатируемых и подготовленных к промышленному освоению

рудных месторождений медной, медно-молибденовой, полиметаллической и золотополиметаллической, а также нерудной черносланцевой формаций и вулканических песков и туфов массива г.Арагац.

В рамках выполненных исследований проводились геолого-минералогические и опробовательские работы в пределах медных (Капан), медно-молибденовых (Каджаран, Агарак, Техут), полиметаллических (Шаумян, Ахтала), золотополиметаллических (Азатек, Марджан, Тертерасар, Личквас-Тей, Сотк) и черносланцевых (Шамут, Антарамут, Иджеван, Джаджур, Джерманис, Нор-Аревик) месторождений. Аналитическим исследованиям подверглись как дубликаты, так и контрольные пробы руд месторождений различных формационно-генетических типов и продукты технологического передела горно-обогачительных (Каджаран, Агарак, Капан) и золотоизвлекающих (Арагат, Айгедзор) фабрик. Отсутствие в республике надежной аналитической базы по платиноидам резко отрицательно сказалось и сказывается на полноценности проводимых научных, геологоразведочных и технологических исследований. Поэтому для получения достоверных данных был использован потенциал базовых аналитических лабораторий России. Всего были проанализированы 75 проб в три этапа. На первом этапе анализы проводились в Аналитическом центре ОИГГМ СО РАН (г.Новосибирск) при содействии доктора геолого-минералогических наук С.А. Паланджяна. Выполнено 29 анализов на благородные металлы – Pt,Pd,Rh, Au и Ag [2]. На втором этапе при содействии и непосредственном участии доктора геолого-минералогических наук Л.А. Арутюняна был выполнен 31 анализ на платиноиды (Pt,Pd,Rh,Os), редкие металлы (Se,Te, Cd,Bi,Ge,In,W,Sb,As) и скандий в рудах

и технологических продуктах месторождений золоторудной, медной и медно-молибденовой формаций Армении. Анализы выполнялись в ЦАЛ ГЕОХИ РАН (г. Москва), ИХТРЭМС и ХАЛ ГИ КНЦ РАН (г. Апатиты) [3]. На третьем этапе произведено 15 анализов на Pt и Pd в рудах и концентратах месторождений черносланцевой (бурые угли и горючие сланцы), медно-молибденовой, золотополиметаллической формаций, а также новейших вулканических пемзовых (магнетитовых) песков в пробирной, а также 50 спектральных анализов на 30 элементов каждый в спектральной лаборатории ЦНИГРИ (г. Москва). Химические анализы на Cu, Mo и Re в концентратах выполнены в ЦАЛ ГМИ (г. Ереван).

Основной метод определения МПГ – атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией на спектрометре фирмы Перкин-Элмер.

Полученные новые данные являются надежной базой для проведения целенаправленных минералого-геохимических и технологических исследований по переоценке экономического потенциала геологических формаций Армении.

Имеющийся в нашем распоряжении фактический материал дает нам основание выделить основные платиносодержащие формации Армении и дать их сравнительный анализ с ведущими типами месторождений мира, а также наметить перспективные и первоочередные задачи по их промышленному освоению и прогнозировать новые формации, подлежащие детальному изучению.

Нами выделяются нижеследующие платиносодержащие рудные и нерудные формации:

*Рудные формации:* 1. Платиносодержащая хромитовая – дунит-гарцбургитовая. 2. Медно-молибденовая – медно-порфирировая. 3. Меднорудная в вулканогенно-осадочных отложениях. 4. Полиметаллическая–золотометаллическая в альпийских андезитовых и офиолитовых поясах. 5. Прогнозная формация – железорудная. *Нерудные формации:* 6. Черносланцевая – терригенно-карбонатно-углеродистая. 7. Платиносодержащие новейшие вулканические (титаномагнетитовые) пемзовые пески, шлаки и туфы.

*Хромитовая формация* представлена небольшими месторождениями (Шоржа, Джил, Бабаджан, Сотк и др.), приуроченными к габбро-перидотитовым массивам Севанского офиолитового пояса. Залегают они среди серпентинизированных дунитов и перидотитов, прорывающих сенонские и эоценовые вулканогенно-карбонатные образования, и трансгрессивно перекрываются вулканогенной толщей олигоцена [1].

Первые сведения о платиноносности серпентинизированных дунитов Шоржинского массива Армении опубликовал А.Г. Бетехтин по результатам изучения коллекций С.Е. Айвазова и К.Н. Паффенгольца, а также детальных личных исследований. Содержание Pt в пробах из коллекции С.Е. Айвазова колеблется в широких пределах: от 1.5 до 70 г/т (пр. 113). При этом из 48 штучных образцов коллекции в 15 определено содержание Pt от следов до 0.84 г/т, а в одном – 1.5 г/т, при содержании золота от следов до 0.3 г/т, а в другом – 1.3 г/т. Результаты анали-

за 17 образцов из коллекции К.Н. Паффенгольца показали Pt от следов до 0.06 г/т. Проведенные детальные исследования в пределах Шоржинского габбро-перидотитового массива, а также промывка сотен тонн элювиальных и долинных отложений (россыпей) дали “отрицательные” (по выражению А.Г. Бетехтина) результаты, хотя и были обнаружены “признаки платины в виде мелких зерен” в рыхлых отложениях к югу от дунит-гарцбургитового массива. В результате многолетних исследований был сделан вывод о том, что “Шоржинский массив значительно отличается от собственно платиновых массивов Урала и скорее приближается к массивам ультраосновных пород, не содержащих в себе промышленных месторождений платины, а элювиальные отложения и делювиальные выносы у самого перидотитового массива металла не содержат” [4].

Отрицательные результаты были получены и по другим массивам и их россыпям. Только в одном случае, к югу от Джил-Хачского дунит-гарцбургитового массива, вблизи хромитового месторождения “Главная жила” была обнаружена самородная платина [1]. По устному сообщению Р.О. Марутяна, при разведке золотоносных россыпей Соткского рудного поля, в районе Севкар-Соткского ультрамафитового массива, в тяжелой фракции некоторых проб наблюдались зерна предположительно платины. Единичные зерна платины были обнаружены также к югу от Соткского массива среди аллювиальных отложений.

В 1985г. С.А. Паланджяном, в рамках исследований по петрологии и металлогении альпийских ультрамафитов, были отобраны штучные пробы хромитовых руд и рудовмещающих дунитов по всей площади Шоржинского и по западному краю Джил-Хачского массивов. Специальная обработка проб, с целью обнаружения МПГ, проводилась Г.Г. Дмитриенко в лаборатории минералогии платиноидов СВКНИИ (г. Магадан). Изучение значительной части проб хромитовых руд не дало положительных результатов [10].

Следует отметить, что в пределах азербайджанской части офиолитового пояса также известны многочисленные хромитовые проявления дунитов (Гейдаринская, Ипякская и Бининская группы проявлений), о платиноносности которых нет и речи.

Имеющийся материал по платиноносности хромитовой формации Армении позволяет отметить следующее:

1. Дана отрицательная оценка платиноносности хромитовой-дунит-гарцбургитовой формации Армении. Отмечается, что габбро-перидотитовые массивы Севанского офиолитового пояса, в отличие от уральских ультрабазитов, относятся к неплатиноносным массивам.

2. Рекомендуются при дальнейших поисковых работах проводить “систематический отбор валовых проб весом в несколько тонн” (курсив наш) с последующим обогащением. Если в концентрате не будет обнаружено зерно платины, то “необходимо проанализировать пробу в пробирной лаборатории” [1,4].

Следует отметить, что, во-первых, имеющийся фактический материал и достигнутый технологический уровень обогащения и металлургии МПГ не дают основания делать столь категоричные отрицательные выводы о платиноносности хромитовой-дунит-гарцбургитовой формации Армении, что резко ограничивает перспективы поисковых работ, и, во-вторых, учитывая весьма неравномерный характер распределения МПГ в габбро-перидотитовых массивах других платиноносных провинций мира и современный опыт проведения геологоразведочных работ, трудно согласиться с рекомендацией по проведению крупнолабораторных (полупромышленных или крупнообъемных) испытаний без получения соответствующего аналитического обоснования.

Платиносодержащие хромитоносные ультраосновные породы Уральской провинции, с которыми проводилась аналогия ультраосновных пород Севанского офиолитового пояса, представлены двумя формациями: гипербазитовой и габбро-пироксенит-дунитовой. По результатам работ в Армении укрепилось авторитетное мнение А.Г. Бетехтина о том, что платиноносность (с целью промышленного освоения) характерна только для хромитсодержащих ультрабазитов. Как показали последующие исследования, имеются новые данные, которые не подтверждают это мнение:

1. По составу и характеру хромитового оруденения и по платиноносности гипербазитовая и габбро-пироксенит-дунитовая формации мало отличаются друг от друга [15].

2. Степень серпентинизации дунитов не влияет на величину концентрации МПГ. Вблизи хромитовых скоплений содержания платины значительно выше при общем низком фоновом значении.

3. Повышенной платиноносностью характеризуются в основном крупнозернистые дуниты с богатой вкрапленностью хромшпинелидов [11,15].

Следует учесть, что платиносодержащие хромитовые объекты Урала долгое время оставались слабо изученными, за исключением эксплуатируемого Сарановского месторождения в комплексе дунит-гарцбургит-пироксенит-габбровых интрузий Западного Урала, т.к. промышленность СССР была ориентирована на крупнейшее в мире Кемпирсайское месторождение. На госбалансе России на 1.01.96 г. числились всего 4 месторождения с общими балансовыми запасами около 6.4 млн.т руды.

Анализ платиноносности уральского, алданского, кемпирсайского и бушвельдского типов месторождений хромитовой формации, аналогов дунит-гарцбургитовых массивов Севанского офиолитового комплекса, и весь имеющийся материал дают основание отметить, что дунит-гарцбургитовые массивы Армении могут быть перспективными на МПГ, с учетом новых данных о характере их распределения и размещения в ультраосновных образованиях, а также достигнутого технологического уровня обнаружения и извлечения металлов платиновой группы. Поиски следует продолжать.

Первые сведения о содержании платины в рудах месторождений медной, медно-молибденовой и полиметаллической (золотополиметаллической) формаций Армении были опубликованы О.Е.Звягинцевым, который в течение 1933-1935гг. проводил опробовательские работы в пределах некоторых гидротермальных месторождений Армении. В результате этих работ были получены достаточно высокие единичные данные по содержанию Pt и Pd в рудах Шамлугского медного, Каджаранского медно-молибденового и Шаумянского полиметаллического месторождений. В последующем специальных исследований на платиноносность руд Армении не проводилось. Через 40 лет О.Е. Юшко-Захарова опубликовала единичные данные по одному из главных концентраторов Pt и Pd – халькопириту из руд Ахтальского и Азатекского полиметаллических месторождений Армении [18].

В начале 70-х годов прошлого столетия, как уже было отмечено выше, платиноносность медно-молибденовых руд Каджаранского месторождения была подтверждена детальными геохимическими исследованиями А.С.Фарамазяна [13,14,15]. Краткий обзор платиноносности руд месторождений медной, медно-молибденовой и полиметаллической (золотополиметаллической) формаций приводится в работах О.Е. Юшко-Захаровой, Д.А. Додина, В.Е. Бойцова [5,7,18].

Считаем нужным отметить, что конкретных геотипов – месторождений-аналогов для этих формаций, в особенности для меднорудной и золотополиметаллической формаций – пока не установлено, ввиду их слабой изученности и низких содержаний МПГ, а также отсутствия минералов платиновых металлов. Наиболее характерными являются месторождения Урала, Кавказа и Рудного Алтая (Блявинское, Карабашское, Маднеульское, Ахтальское, Худесское, Лениногорское, Зыряновское, Березовское, Золотушинское, Белоусовское, Текели и др.), в мономинеральных пробах и концентратах которых определены Pt, Pd и Rh. Среднее содержание Pd в медном концентрате из девяти месторождений составляет 0.008 г/т (21 проба), а в свинцовых и цинковых концентратах 0.003 г/т (по 26 пробам). Платина установлена только в медных концентратах – в среднем 0.001 г/т [18]. Данные по полиметаллическим месторождениям весьма скудные. Наиболее платиносны свинцово-цинковые и медно-свинцово-цинковые месторождения Рудного Алтая (Риддер-Сокольное, Иртышское, Белоусовское) относительно медно-цинковых (Ново-Березовское). Количество МПГ убывает в ряду галенит-халькопирит-сфалерит-барит. В силикатах содержание МПГ очень низкое [7]. Гравиконцентраты, содержащие Au, Ag, Cu и Bi, слабо обогащены платиноидами. Допускается, что платиноиды присутствуют в виде изоморфной примеси в сульфидах. В черновой меди Усть-Каменогорского комбината содержатся (г/т): Pt – 0.01; Pd – 0.35; Rh – 0.65; Ru – 0.31 и Ir – 0.38, а в черновом свинце (г/т): Pt – 0.005; Pd – 0.15; Rh – 0.003; Ru – 0.004.

Повышенные содержания МПГ установлены в промпродуктах и концентратах золото-поли-

металлических руд Горевского и Орловского месторождений, что дало основание прогнозировать платиноносность полиметаллических руд Ново-Золотушинского, Зареченского, Рубцовского, Таловского (Алтайский край, Алтайский ГОК); Кварцитовая сопка, Третьего рудника (Кемеровская область, Салаирский рудник); Ново-Широкинского (Забайкалье, Ново-Широкинский комбинат) месторождений Южной Сибири (Рудного Алтая) [7].

Медно-молибденовая формация относительно более изучена на платиноносность. О.Е. Юшко-Захаровой изучены минералы медно-молибденовых месторождений трех рудных провинций – Казахстана, Кавказа и Болгарии. По данным единичных мономинеральных проб (халькопирит, молибденит), “высокие концентрации платиновых металлов не обнаружены”. Наблюдается преобладание Pd над Pt, хотя встречаются и обратные соотношения. Сравнительно высокие содержания МПГ характерны для молибденита. Специальными исследованиями установлено, что содержание Os в молибденовых концентратах и молибденитах (Коунрад, Бошекуль, Алмалык, Агарак, Каджаран) зависит от величины рениеносности руд [13,15,17].

Месторождениями-аналогами – геотипами платиносодержащих медно-молибденовых месторождений – являются Сора, Жирекен и Клаймакс.

В прожилково-вкрапленных рудах медно-молибденовой формации Армении содержание МПГ составляет 16-24 мг/т. При этом в медном концентрате составляет 65-143.2, а в молибденовом – 100-573 (с учетом содержания Os в молибденовых концентратах и молибдените). С учетом достигнутых технологических показателей по основным полезным компонентам (медь, молибден), 20-30% от суммарного содержания МПГ концентрируется в медных, а 70-80% – в молибденовых концентратах. О концентрации МПГ в медных концентратах месторождений медно-молибденовой (Каджаран, Агарак) и меднорудной (Капан, Шамлуг) формаций свидетельствуют также данные по медьэлектролитным шламам бывшего Алавердского горно-металлургического комбината, где преимущественно перерабатывались медные концентраты, произведенные в республике. В шламах АГМК содержания МПГ в десятки и сотни раз превышают их содержания в исходных рудах и медных концентратах, т.е. при металлургическом переделе и электролизе черновой меди МПГ вместе с золотом и серебром накапливаются в анодных шламах. А.С.Фарамазян исследовал\* 70 дубликатов подекадных представительных проб шламов АГМК за два года. В результате установлены высокие промышленные концентрации этих металлов (г/т):

\* Анализы шламов на содержание МПГ выполнены в ИГН АН Казахстана (Алма-Ата) количественным химико-спектральным методом, без предварительного обогащения, чувствительность анализа составила для Pt и Os – 3 г/т, Pd и Rh – 0,1 г/т и Ru и Ir – 1 г/т.

Pt – 9,6-116,3 (в среднем 46,7), Pd – 46,7-240,5 (в среднем 125,2), Rh – 0,5-16,2 (в среднем 3,3), Ru – от н/обн. до 4,0 (в среднем 2,6). Ir, Os – не обнаружены. В настоящее время медные и молибденовые концентраты Армении вывозятся из республики без соответствующей компенсации за МПГ, т.к. аналитическая база и технология по их доизвлечению полностью отсутствуют.

Аналитические исследования показали, что содержание МПГ в рудах и технологических продуктах рудных формаций выражается в разных соотношениях. В медных концентратах Зангезурского ММК отношение Pd:Pt составляет в среднем 1.55 при соотношении Pt:Pd:Rh≈66:102:1, а в молибденовых концентратах – в среднем 1.09 при соотношении 141:153:1. Эти соотношения выдерживаются за последние почти 20 лет. В медном концентрате Агаракского ММК также выдерживается установленное соотношение (27:71:1), но в молибденовом концентрате имеем обратную картину – Pt>Pd при соотношении Pt:Pd:Rh≈175:100:1. Отношение Pd:Pt≈0.57.

Следует отметить, что содержание Pt и Pd в рудах и технологических продуктах Дастакертского и Айгедзорского медно-молибденовых месторождений значительно ниже, хотя с учетом данных А.С.Фарамазяна по Os в молибдените Айгедзорского месторождения (0.35 г/т) сумма МПГ в молибденовом концентрате составит около 365 мг/т. В медном концентрате Дастакертского месторождения отношение Pd:Pt≈3.3, а в молибденовом – равно 1, что в целом хорошо коррелируется с содержаниями в Каджаране, в то время как в молибденовом концентрате Айгедзорского месторождения, как и в молибденовом концентрате Агарака, наблюдается обратная картина – отношение Pd:Pt≈0.5. Это совпадение не случайное, ибо Агаракское и Айгедзорское месторождения рассматриваются как одновозрастные – верхнеэоценовые, а Каджаранское и Дастакертское – как нижнемиоценовые [15].

Таким образом, для медных концентратов разновозрастных месторождений медно-молибденовой формации (Каджаран, Дастакерт, Агарак, Айгедзор) отчетливо проявляется отношение Pd:Pt>1, а для молибденовых концентратов наблюдаются две тенденции: в концентратах нижнемиоценовых месторождений (Каджаран, Дастакерт) отношение Pd:Pt≈1-1.1, а в концентратах верхнеэоценовых месторождений (Агарак, Айгедзор) Pd:Pt≈0.5-0.57. Общую тенденцию Pd:Pt>1 для месторождений медно-молибденовой формации А.С.Фарамазян объясняет разницей температур на ранних и поздних стадиях рудообразования: на более ранних – сравнительно высокотемпературных стадиях – преобладает платина, а с падением температуры и образованием основной массы сульфидов (пирита и халькопирита) преобладает концентрация палладия [14]. Это объяснение вполне приемлемо и для разновозрастных месторождений, если учесть, что они являются различными фазами единого рудогенного этапа (верхний эоцен-нижний миоцен). Следует учесть также возможность увеличения железистости породообразующих минералов в конце рудогенного этапа, с чем и коррелируется

повышение содержания Pd [6].

В медном концентрате прожилковых руд меднорудной формации (Капан) сумма МПГ составляет  $35 \text{ мг/т}$ , при соотношении Pt:Pd  $\approx 1.43$ . Низкие содержания МПГ установлены также в медных концентратах месторождений золотополиметаллической ( $13.8 \text{ мг/т}$ ) и полиметаллической ( $24 \text{ мг/т}$ ) формаций, при соотношении Pt:Pd соответственно 0.57 и 0.77.

В полиметаллических месторождениях жильного типа соотношение Pt:Pd сильно варьирует. В цинковом концентрате Шаумянского полиметаллического месторождения содержание МПГ составляет  $126.4 \text{ мг/т}$ , при соотношении Pt:Pd:Rh  $\approx 120:5.4:1$ . В гравиконцентратах месторождений золотополиметаллической формации (Азатек, Тертерасар, Личквас-Тей) сумма МПГ варьирует от  $12.3$  до  $18 \text{ мг/т}$ , при соотношении Pt:Pd  $\approx 1.43-5.56$ ; во флотационных концентратах содержание МПГ составляет от  $27-42$  до  $221 \text{ мг/т}$ , при соотношении Pt:Pd  $\approx 0.05-4$ . Резкое преобладание палладия наблюдается во флотационном и коллективном концентратах Соткского месторождения (Pt:Pd  $\approx 1:20$ ). Следует отметить интересный факт. В гравиконцентрате крупнолабораторной пробы Тертерасарского месторождения, по данным Аналитического центра ОИГГМ СО РАН (г.Новосибирск), сумма МПГ (Pt,Pd,Rh) составляет  $12.8 \text{ мг/т}$ , при соотношении 10:2:1 и содержании золота и серебра по  $170 \text{ г/т}$ . В промышленном гравиконцентрате (Айгедзорская ЗИФ, 2000г.), по данным пробирной лаборатории ЦНИГРИ (г.Москва), содержание благородных металлов составляет: Pt –  $60 \text{ мг/т}$ , Pd –  $60 \text{ мг/т}$ , Au –  $39 \text{ г/т}$  и Ag –  $52 \text{ г/т}$ . Фабричный концентрат дает более объективные данные, что подтверждается также металлургическими опытами ГМИ (г.Ереван). Можно ожидать, что при промышленной переработке руд золотополиметаллической формации фактические содержания МПГ будут гораздо выше.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно отметить следующее:

1. В медных концентратах разновозрастных месторождений медно-молибденовой (Каджаран, Дастакерт, Айгедзор, Агарак) и полиметаллической (Ахтала) формаций отчетливо прослеживается соотношение Pd:Pt  $> 1$ , что выдерживается в целом (приближается к 1) и для молибденовых концентратов, за исключением агаракского и айгедзорского концентратов, где это отношение составляет 0.5-0.57, что отражает полифазность палеогенового рудогенного процесса.

2. В медных концентратах месторождений меднорудной (Капан) и гравитационных и флотационных концентратах полиметаллической (Шаумян) и золотополиметаллической (Азатек, Марджан, Тертерасар) формаций устойчиво выдерживается соотношение Pt:Pd  $> 1$ , за исключением Соткского месторождения, где это соотношение равно 0.05.

3. В технологических продуктах базовой Араратской золотоизвлекательной фабрики в целом выдерживается соотношение Pd:Pt  $> 1$ .

Вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что МПГ являются характерной примесью

для гидротермальных месторождений Армении, их поведение значительно отличается от общепринятых геохимических построений, и потому необходимо проведение специальных минералого-геохимических исследований на современном аналитическом уровне с учетом технологических особенностей рудных формаций.

Формы нахождения МПГ в рудах и рудных формациях Армении еще не выяснены. Они распределены в них весьма неравномерно. МПГ присутствуют в рудах в виде изоморфной примеси в основных рудных минералах. По мнению А.С.Фарамазяна, они "образуют субмикроскопические выделения собственных минералов, размеры которых находятся на грани разрешения светового микроскопа" [13,14].

*Парагенетическая триада Mo-Re-Os (платиноиды)*. Исходя из ранее установленной корреляционной связи между рением и радиоогенным осмием, с одной стороны, и молибденом и рением – с другой [13,15], нами околочены обогащенные концентрации трехчленного парагенезиса – молибден-рений-платиноиды (то же молибден-рений-радиоогенный осмий).

Специальный анализ материалов разведки и эксплуатации Каджаранского месторождения показывает, что основная масса медного и молибденового оруденения разобщена в пространстве, и площади высоких концентраций медных руд смещены по отношению к молибденовым. Наибольшие площади богатых молибденовых руд и зон концентраций отмечены в пределах центральной части штокверка (гор. 1990-1850м, на площади 500x800м). Они имеют преимущественно широтное и близширотное простирание, соответствуют общему плану простирания дайковых образований и выдержаны на глубину. Обогащенные площади вытянуты на 350м при ширине 60м. Участки концентрации меди в основном приходятся на южный фланг месторождения, но фрагментарно выступают и на севере. Они имеют субмеридиональное простирание при ширине полосы обогащения 350-500м. С глубиной морфология площади обогащения меняется, но общая ориентация выдерживается. На отдельных участках штокверка площади высоких содержаний молибдена и меди смещены, но во всех случаях эти участки отличаются как размерами, так и морфологией контуров концентрации.

На Техутском месторождении наиболее обогащенные участки медно-молибденовых руд сосредоточены в центральной части штокверка между горизонтом шт.2 (890м) и дном проектного контура карьера (680м) и вытянуты в широтном направлении на площади 250x400м. Контурные высокие содержания меди и молибдена здесь в принципе совпадают с незначительным смещением на юго-восток. Наивысшие содержания по сечениям наблюдаются вдоль оси скв.655 на глубинах 170-220м: содержание рения составляет свыше  $700 \text{ г/т}$ , молибдена – 0.067%, а меди – 0.63. По данным разведки, такие же обогащенные участки в контуре промышленных запасов были околочены на Агаракском, Айгедзорском и Дастакертском месторождениях с целью их дальнейшей прогнозной оценки по аналогии. С дру-

гой стороны, для руд и продуктов технологического передела (в отдельных случаях для мономинеральных проб) медно-молибденовой формации в имеющихся материалах приводятся усредненные показатели, что значительно осложняет перспективную оценку платиноносности руд этой формации. Поэтому проведено групповое и контрольное опробование обогащенных участков в пределах контура промышленных запасов Каджаранского месторождения.

Исследованиями установлено, что в молибденитах армянских медно-молибденовых месторождений осмий в основном представлен радиогенным изотопом  $^{187}\text{Os}$  – продуктом бета-распада изотопа  $^{187}\text{Re}$ , при этом примесь обыкновенного осмия варьирует в пределах 5-10% [3,15]. На этом основании рений-осмиевый метод был использован для определения возраста медно-молибденовых месторождений Зангезура. Были получены две разновозрастные группы месторождений: верхнеэоценовая (Агарак, Айгедзор) с абсолютным возрастом  $43.9 \pm 2.5 - 56.6$  Ма и нижнемиоценовая (Каджаран, Дастакерт) с возрастом  $24.3 \pm 1.2 - 22.5 \pm 1.3$  Ма [15]. Причем содержания Re и Os в молибденитах нижнемиоценовых месторождений (Дастакерт, Каджаран) имеют более низкие значения, и, естественно, корреляционная кривая занимает более низкую ступень, в то время как в молибденитах верхнеэоценовых месторождений (Агарак, Айгедзор) содержания этих металлов значительно выше, а корреляционная кривая занимает более верхнюю ступень (рис. 1). Полученные нами новые данные по молибденовым концентратам Зангезурского ММК, выпущенным в течение 1996-1998гг., подтверждают линейную зависимость Mo, Re и Os.

По-видимому, это следствие, во-первых, генетических особенностей образования разновозрастных месторождений, а во-вторых, зависит от различий в содержаниях осмия в молибденитах и молибденовых концентратах, т.к. в молибденитах содержания осмия варьируют от 20-60 до 200 мг/т, а в молибденовых концентратах Зангезурского ММК – от 106 до 300 мг/т. Интересно отметить, что данные по Айгедзорскому и Техутскому месторождениям, где содержание рения достигает 600-700 г/т, хорошо накладываются на усредненную корреляционную кривую обогащенных концентратов Каджаранского месторождения, тем самым отражая прямую зависимость рения и осмия в рудах медно-молибденовой формации Армении.

Таким образом, приведенный выше материал дает нам основание уверенно говорить о трехчленном геохимическом парагенезисе – молибдений-платиноиды для руд медно-молибденовой формации. Интересно отметить, что почти к аналогичным выводам пришли Я.Э. Юдович и М.П. Кетрис для черносланцевой формации. Они отмечают, что в некотором отношении платиноиды похожи на рений, т.к. в восстановительной среде рений, как и платиноиды, также является сидерофилом, а радиогенный изотоп  $^{187}\text{Os}$  порождается изотопом  $^{187}\text{Re}$ . На этом основании они допускают, что некоторая часть осмия генетически связана с рением, и потому не случайно, что некоторые сульфидоносные черные сланцы, обогащенные рением, одновременно богаты платиноидами. В качестве примера приводится германский Купфершифер [17]. Здесь уместно вспомнить предположение О.Е. Звягинцева о том, что "в кристаллохимическом отношении суль-

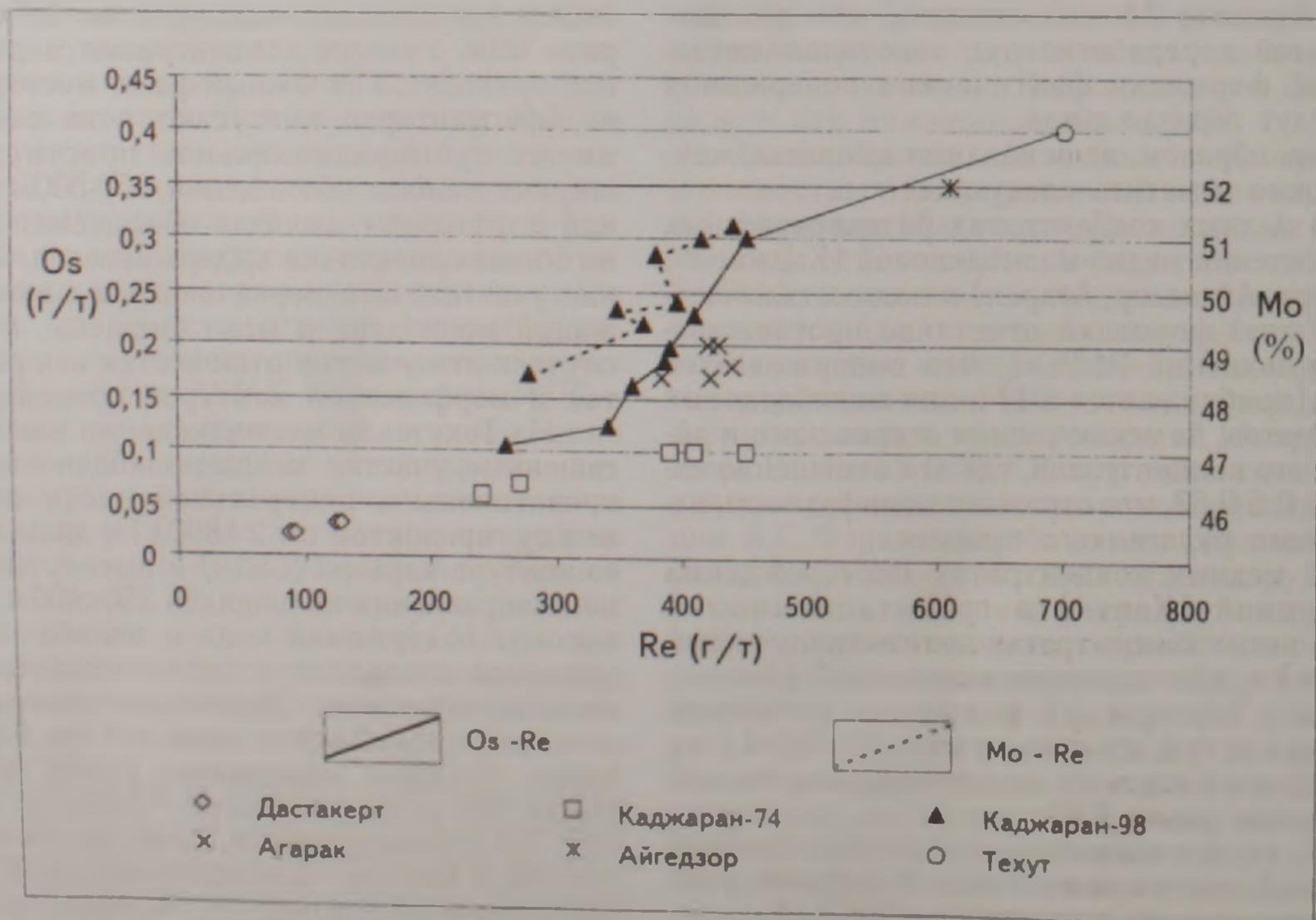


Рис 1. График парагенетической триады Mo-Re-Os в медно-молибденовых месторождениях Армении.

фиды Re, Pt и Pd образуют смешанные кристаллические структуры и могут входить в кристаллическую решетку молибденового блеска".

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что среди рудных формаций Армении, кроме платиносодержащей хромитовой (дунит-гарцбургитовой) формации, перспективными объектами исследований могут стать месторождения медно-молибденовой формации, а из них первоочередными – Каджаран и Агарак. Это – новая и принципиальная постановка вопроса, перспективы которой объясняются тем, что достигнутые производственные мощности Зангезурского ММК дадут возможность в процессе большеобъемной добычи поставить вопрос об организации попутного извлечения металлов платиновой группы как при комплексном металлургическом переделе, так и посредством создания автономных специализированных цехов по их доизвлечению.

Обработка имеющегося фактического материала по разведке Каджаранского месторождения дала нам возможность на основании данных групповых анализов и технологических показателей подсчитать более 130 *т* прогнозных ресурсов МПГ, что сопоставимо с эксплуатируемыми месторождениями США, Канады, Колумбии, где в промышленных рудах содержание МПГ составляет от 5 до 400-800 *мг/т*. Отметим, что в медно-порфировых месторождениях США (Клаймакс и др.) их запасы составляют около 150 *т*, что обеспечивает получение около 1 *т* платины и палладия в год из первичного сырья в соотношении 35-65. Учитывая конъюнктуру и цены на металлы платиновой группы, годовая извлекаемая ценность МПГ из каджаранских руд при достигнутой производительности составит сотни тысяч долл. США.

С учетом этих перспектив, а также того, что медные и молибденовые концентраты экспортируются без соответствующей компенсации за редкие металлы, необходимо, чтобы извлекаемая ценность МПГ учитывалась наряду с остальными редкими элементами в себестоимости товарной продукции. Аналогичная проблема имеется и в других странах, например, в России. В золотосодержащем гравиконцентрате Горевского золотополиметаллического месторождения (Енисейский кряж, левый берег р. Ангара) установлены платина (7 *г/т*), палладий (3.1 *г/т*) и родий (0.7 *г/т*). Ежегодно 10000 *т* концентрата этого предприятия поставляется на экспорт, т.е. каждый год из России с горевским концентратом уходит около 100 *кг* платиноидов на общую сумму свыше 2.5 *млн. долл.*, т.к. не разработана технология извлечения МПГ из платиносодержащих золоторудных месторождений в черносланцевых комплексах [7,12]. Другим наглядным примером являются платиноносные железисто-кремнистые формации Украинского щита, представленные железными рудами, железистыми кварцитами и сопряженными с ними сланцами и другими породами, отрабатываемыми в больших количествах в Кривбассе и Приднепровье [9]. В Приднепровье железорудные образования содержат до 14 *г/т* МПГ (Pd>Pt) и до 1 *г/т* Au. Среднее содержание – в пределах 0.1-0.23 *г/т*.

Здесь платиноиды ассоциируют с пиритом, пирротитом, марказитом, халькопиритом, арсенопиритом. Такие же содержания МПГ (до 3 *г/т*) устанавливаются в железистых кварцитах Криворожья. В сланцах различного состава (тальковых, термолитовых) по гипербазитам содержатся до 0.4 *г/т* МПГ при наличии самостоятельных минеральных форм – платины, поликсена, палладия, невянскита, иридосмина и др. В древней коре выветривания мафит-ультрамафитов криворожской серии в терригенно-карбонатных железистых образованиях содержание МПГ составляет 0.5 *г/т*. Интересно отметить, что огромные объемы хвостов передела железных руд Кривбасса в отношении платиноносности не изучены. Д.А. Додин и соавторы выражают полную уверенность, что "получение МПГ и попутных золота и серебра при добыче и переработке железных руд и сопряженных с ними пород абсолютно вероятно" [7]. Безвозмездно теряется огромный экономический и валютный потенциал.

В другом случае экономический потенциал минерального сырья используется эффективно. Месторождение медно-никелевых руд района Садбери (Канада) является важным источником золота и платиноидов, несмотря на их низкие содержания. Их извлечение экономически оправдано в связи с большими объемами производства. Среднее содержание никеля в рудах изменяется от 0.7 до 1.5%, меди – от 0.8 до 1.9%, кобальта – от 0.9 до 1.2%, при содержании золота – 0.1 *г/т*, серебра – 4.2 *г/т* и МПГ – 0.4 *г/т*. С учетом огромных запасов руды и ее высокоэффективной переработки, попутно извлекаемые золото, серебро, платиноиды, селен и теллур составляют весьма существенную долю получаемой прибыли (11.7%). Общие запасы золота в месторождениях этого района оцениваются в 42 *т*, серебра – в 1785 *т* и МПГ – в 200 *т*.

Основным источником получения платины и палладия в США являются месторождения меди и золота. Содержание МПГ на этих месторождениях невысокое – в медной руде не более 5 *мг/т*. Промышленные запасы МПГ в бедных рудах Колумбии составляют около 160 *т*, из которых 65-70% составляют запасы платины. Вполне естественно, что целесообразность промышленного освоения этих бедных руд обеспечивается большими производственными мощностями. Такие производственные мощности в Армении имеются только на Зангезурском ММК.

Результаты наших исследований убедительно показывают, что для Армении перспективной на платиноиды на данной стадии изученности геологических формаций является медно-молибденовая формация как по содержанию, так и по масштабам и техническим возможностям попутного их извлечения. По качеству сырья, благоприятным горнотехническим условиям отработки и простой технологической схеме обогащения с медно-молибденовой формацией может конкурировать вновь выявленная нами золото-платиносодержащая черносланцевая формация.

**Железорудная формация.** В составе платиносодержащих рудных формаций Армении впервые выделяется прогнозная – железорудная формация.

В настоящее время у нас нет достоверных данных по этой формации, однако имеющийся литературный материал по другим регионам мира дает нам основание по аналогии прогнозировать эту формацию как возможно платиносодержащую и планировать проведение целенаправленных аналитических работ и минералогическо-геохимических исследований.

1. Титаномагнетитовая в габбро-пироксенитах и редкоземельно-апатит-магнетитовая в андезито-дацитах (Сваранц, Камакар, Абовян). Собственно магматические (гистеромагматические) титаномагнетитовые месторождения Армении расположены в ультраосновных и основных породах верхнеэоцен-олигоценевого комплекса (Сваранц, Камакар). Гидротермально-метасоматическое редкоземельно-апатит-магнетитовое месторождение Абовян расположено в андезитах и андезито-дацитах экструзивно-эффузивного комплекса плиоцена. По данным пробирного анализа, в рудах Сваранцкого месторождения установлены благородные металлы в следующих содержаниях ( $г/т$ ): Au — 0,1-0,14 (в отдельных случаях — 0,4  $г/т$ ); Ag — 2,2-3,2; Pt — 0,02 (Уралмеханобр, 1961). Формы нахождения благородных металлов, а также их геохимия не изучены. Ведущими типами месторождений-аналогов этой подформации являются Качкарское-Гусевогорское (Урал, РФ), Пудожгорское и Койкаро-Святнаволоцкое (Карелия, РФ) титаномагнетитовые и редкоземельно-апатит-магнетитовые месторождения Ковдор (Кола, РФ) и Палабор (ЮАР). Геотипом платиносодержащей ванадий-титаномагнетитовой подформации является крупное Чинейское месторождение (БАМ, РФ), связанное с одноименным массивом габбро.

2. Золото-железистая — золото-гематитовая (скарновая, контактово-метасоматическая) в габбро-диоритах, метасоматических сланцах, андезитах и андезито-дацитах (Раздан, месторождения бассейнов р.р. Мармарик, Кохб, Марц и др.). Формация скарновых (контактово-метасоматических) железных (магнетитовых) руд приурочена к контакту крупных гранитоидных массивов, преимущественно субщелочного и щелочноземельного составов среднеэоцен-олигоценевого возраста с карбонатными и вулканогенно-терригенно-карбонатными породами и метаморфическими сланцами. За последние десятилетия получены интересные данные о золотоносности и редкометальности (редкоземельности) руд месторождений известково-скарнового типа. Кроме того, установлены явные критерии возможной их платиноносности. С этой точки зрения наиболее перспективны Разданское, Ахавнадзорское, Анкаванское (Мармарикская группа), Кохбское, Карцахское, Мисханское (Кохбская группа), Сарнахпюрское, Сотское, Ахнидзорское (Назарсарская группа), Базумское и ряд месторождений Зангезура. Прямых рудотипов-аналогов Разданское месторождение не имеет, однако наиболее близко к нему стоят скарновые месторождения алтае-саянского типа (Таштагольское, Синюхинское и др., РФ). Следует учесть, что при промышленном освоении Разданского редкоземельно-золото-магнетитового месторождения из-

влекаемая ценность из руд будет значительно выше в связи с содержаниями Au, Ag и МПГ с ожидаемыми запасами в несколько десятков тонн, а также содержаниями редких земель в изоморфной примеси с основными рудообразующими минералами (93-2870  $г/т$ ). Аналогичные платиносодержащие известково-скарновые магнетитовые месторождения известны в Кыргызстане, Узбекистане и на Украине. В Кыргызстане платиносодержащее оруденение связано со скарнами кугу-те-герекского типа.

3. Титаномагнетитовые песчаники (Агарцин, Гетик, Лалвар, Вайк). Стратиформные (стратифицированные) месторождения в терригенно-карбонатных отложениях или месторождения песчаникового типа имеют широкое распространение. Крупные месторождения этого типа известны в Северной Америке, западной Аргентине, Нигерии, в пределах Средне-Чешского и Центрального Французского срединных массивов, в Мексике, Австралии, Италии, Югославии, Венгрии, Японии. В странах СНГ стратифицированные месторождения песчаникового типа представлены крупными объектами, а также многочисленными мелкими месторождениями и рудопроявлениями в пестроцветных формациях различных возрастов. Основными геотипами этой подформации являются Удокан, Красное и Бурпала в метаморфизованных образованиях нижнего протерозоя в Восточной Сибири (Алданский щит), а также Джекказган в карбонатных отложениях Казахстана.

*Платиносодержащие нерудные формации.* Платиносодержащие (золото-платиносодержащие) нерудные формации для Армении выделяются впервые. Имеющийся к настоящему времени фактический материал дает нам основание выделить две нерудные формации, перспективные на редкие и благородные металлы:

1. Черносланцевая — терригенно-карбонатно-туфогенно-углеродистая формация.

2. Формация новейших вулканических титаномагнетитовых пемзовых песков, шлаков и туфов.

Черносланцевые комплексы имеют широкое распространение в Армении. За прошедшее столетие геологоразведочными работами опосковано и разведано 10 крупных месторождений углей и горючих сланцев, однако в связи с их низким качеством (высокозольностью и низкой теплотворностью) эти объекты оценены как неперспективные. Сегодня это «мертвые» объекты. Выделяются фаунистически датированных 6 комплексов: верхнетриасовый (Джерманис), батский (Иджеван), эоценовый (Шамут, Антарамут, Мецаван), олигоценый (Дилижан, Бадиван, Джаджур, Сисианская группа, Воротан), верхнемиоценовый (Маисян, Абовянская группа — Арамус, Аван, Дзорахпюр), плиоценовый (Нор-Аревик, Варденик, Степанаван). Возраст месторождений Варденик и Степанаван датируется условно. Наши исследования показали, что все известные крупные месторождения являются металлоносными в различной степени, и, в первую очередь, по содержанию промышленных концентраций благородных металлов — Au, Ag, Pt и Pd

(МПГ), по аналогии с черносланцевыми геотипами мира.

Наряду с благородными металлами в армянских черносланцевых комплексах установлены редкие, цветные и черные металлы, которые значительно повышают ценность сырья. Химическими анализами установлены промышленные содержания Fe, Ti, Mo. Спектральными анализами установлены Be, Cr, Cu, Ga, Mn, Nb, Ni, Pb, Sc, Sr, V, Zr и др. элементы. По единичным пробам установлены содержания урана и тория, что требует дополнительного подтверждения. Золото и серебро представлены в основном в свободном виде (50%) и в сростках с сульфидами. Платиноиды представлены поликсеном, камаситом, купроплатиной, ферроплатиной и редко в самородном виде. Характерна изоморфная связь МПГ с железом: наблюдаются твердые растворы Pt-Fe-Cu. Рудные минералы представлены пиритом, магнетитом, гематитом, сфалеритом, самородной медью и железом, халькопиритом, а нерудные – преимущественно кварцем, карбонатами, гипсом, полевыми шпатами, серицитом и др.

Содержание металлов платиновой группы в черносланцевых комплексах (терригенно-углеродистых отложениях) Армении колеблется в широком пределе. По данным пробирно-атомно-абсорбционного анализа (ЦНИГРИ, Москва, 2002), среднее содержание платиноидов составляет (мг/т): платины – от 20-60 до 250, палладия – от 20-80 до 140-390, при сумме МПГ – от 40-120 до 200-630 (табл.1). Промышленные технологические исследования, проведенные на Айгедзорской золотоизвлекательной фабрике (с. Айгедзор, Сюник) фирмы Сипан-1 и опытно-промышленной

установке фирмы АССАТ (г. Масис) на пробах весом от 5-35 до 750 тонн по схеме гравитация и флотация, показали возможность получения кондиционных золотосодержащих концентратов, а при металлургическом переделе малых проб в Горно-металлургическом институте и НПЗАО "Арев" – чистых металлов. В гравиконцентратах содержание золота составило от 20 до 50 г/т, серебра – в пределах 50-100 г/т, а в флотоконцентратах – золота – 14-25 г/т, серебра – до 600-1500 г/т. Содержание платиноидов в концентратах составило от 10 до 40 г/т. В хвостах промышленных испытаний содержание золота составило от 0,4-0,6 до 1,6-3,4 г/т, а серебра – от 12 до 35 г/т. По платиноидам пока нет данных.

Для сравнения отметим, что в медистых сланцах (Маннсфельд, Германия) содержание МПГ составляет (мг/т): Pt – 50, Pd – 20, Ir – 40, Os – 30, Rh – 2 и Ru – 3, при сумме МПГ – 140,5, в углистых сланцах среднее содержание МПГ составляет (мг/т): Pt – 37, Pd – 50, Rh – 8, Ru – 40, при сумме 135,0, в песчаниках установлены содержания Pt в пределах 7-200 мг/т, а в углях: Pt – до 100 мг/т, Pd – 20 мг/т, Os и Ir – до 500 мг/т.

Потенциально-ценные концентрации благородных металлов в товарных углях и технологических продуктах угледобывающих и углеобогатительных предприятий России установлены (мг/т): Au – 50-300, Pt – 30-220 и Pd – 10-39 [8]. По установленным "браковочным кондициям" наиболее перспективны на золото Подмосковский (шахты – Ликовская №9, Белковская и Майская) и Кизилковский (шахта Ключевская, Урал) бас-

Таблица 1

Содержание платиноидов в углях и технологических продуктах руд месторождений Армении (результаты пробирно-атомно-абсорбционного анализа, г. Москва, ЦНИГРИ, 2002г.)

NN п.п.	Месторождение	Номер пробы	Номер анализа	Материал пробы	Содержание, мг/т		
					Pt	Pd	ΣМПГ
1	Шамутское	Ш-19	51	уголь	20	20	40
2	Шамутское	Ш-28	52	чешуйчатый углистый сланец	250	380	630
3	Шамутское	Ш-кф	53	концентрат флотации	60	60	120
4	Иджеванское	И-ТП-1	54	уголь	20	20	40
5	Иджеванское	И-ТП-2	55	уголь	20	20	40
6	Антарамутское	К-20/5	56	уголь	20	20	40
7	Джаджурское	Дж-1	57	блестящий уголь	20	82	102
8	Джаджурское	Дж-2	58	матовый уголь	20	20	40
9	Нор-Аревикское	Ар-1	59	черные углистые сланцы	20	24	44
10	Нор-Аревикское	Ар-2	60	битуминозные черные углистые сланцы	20	25	45
11	Джерманисское	Дс-5	61	песчаники	20	22	42
12	Джерманисское	Дс-14	62	угли	60	140	200
13	Тертерасарское	Т-Гк	61	Гравиконцентрат сульфидных руд	60	60	120
14	Каджаранское	К-Мо	64	молибденовый концентрат	140	190	330
15	Талин-Агарацкое	ТА-1-М	65	новейшие вулканические пески	20	56	76

сейны, на золото и серебро – шахты Южная и разрез Черниговский Кузбасса, а на платину и палладий – угольные шахты и разрезы Приморского края.

Наиболее крупными золото-платиносодержащими месторождениями черносланцевой формации являются геотипы: онежский, тимской, таймырский, наталкинский, сухоложский, карлинский. К этой формации относятся такие гиганты, как Мурунтау (Узбекистан), Карлин (Невада, США), Ашанти (Гана), Кумтор (Кыргызстан), Олимпиада (Красноярский кр., РФ), Майское (Чукотка, РФ), Нежданинское (Якутия, РФ), Наталка (Колыма, РФ) и др. Среди промышленных руд России запасы благородных металлов в черносланцевых комплексах занимают по запасам 50-70%, а по добыче около 40%. Содержания платиноидов в промышленных рудах в ведущих геотипах составляют: тимской тип (Тимское, Яковлевское, Михайловское) – платина – 0.13-0.68, золото – 1.3-2.9; таймырский тип (Жильное, о Большевик, архипелаг Северная Земля) – Pt – >0.48; Pd – 1.91-2.6; Rh – 0.07-23; Ru – 0.069-0.77; сухоложский тип (Наталка, Майское, Олимпиада, Сухой Лог, Нежданинское, Мурунтау, Кумтор): Майское – Pt – 0.4-0.5; Pd – 0.6; Au – 0.3-2.4; Сухой Лог – Pt – 0.91-1.17; Мурунтау (субпластовые руды) – Au – 0.3-3; Pt – 0.01-0.08; штокверковые руды – Au – 3-2.6; Pd – 0.98; Кумтор (субпластовые руды) – Au – 4.26; Pt – 1.06; Pd – 2.46; штокверковые руды – Au – 7.1; Pt – 1.21; Pd – 3.01. Сравнительный анализ приведенных данных о золото-платиноносности (благороднометалльности) ведущих промышленных черносланцевых комплексов мира с армянскими дает основание говорить о перспективности последних. Этот новый для Армении вид рудного сырья – черносланцевые комплексы – по качеству и количеству металлов, а также простоте технологической схемы обогащения и благоприятными горно-геологическими и географо-экономическими условиями открытой разработки может составить серьезную конкуренцию, во-первых, разведанным и эксплуатируемым месторождениям золоторудной формации, а, во-вторых, платиносодержащим рудным формациям. По нашей предварительной оценке, при эффективном использовании потенциальных ресурсов черносланцевых комплексов республики разведанные общие запасы золота могут быть увеличены многократно, а платиноиды – взяты на баланс в количестве более 500т, в результате чего Армения займет одно из ведущих мест среди крупнейших золоторудных (платиносодержащих) провинций мира.

Золото-платиносодержащим сырьем XXI века для Армении могут стать новейшие (0,5-0,7 Ma) вулканические титаномагнетитовые пемзовые пески, шлаки и туфы массива г.Арагац и других регионов, в которых содержание золота варьирует в пределах 0,4-8 г/т, серебра – 0,8-28,4 г/т, платины – 0,02-0,05 г/т, а палладия – 0,056-0,1 г/т.

Резкий рост потенциальных ресурсов Армении на золото и платину может стать альтернативой известному южнокавказскому проекту

на нефть, поэтому Правительство РА должно взять под особый контроль весь ход исследований и технологических разработок по этой стратегической проблематике с учетом возможного потенциала черносланцевых комплексов на радиоактивные элементы (уран и торий). Следует, по примеру России, принять закон или дополнение к закону о концессиях, запрещающий иностранным компаниям впредь самостоятельно разрабатывать армянские недра, а армянским частным фирмам лицензировать не более 49% акций на добычу и переработку угольных месторождений, во избежание бесконтрольного экспорта стратегического сырья из республики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С.Б. Платина и металлы группы платины. В кн.: «Геология Армянской ССР». Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1967, т. 6, с.490-496.
2. Алоян П.Г. Об организации систематического изучения платиноносности и радиоактивности рудных формаций Армении. Тр. Армнипроцветмета, Ереван: Изд. «Манкаварж», 1996, с.39-47.
3. Алоян П.Г., Алоян Гайк П. и др. Платиноиды в главных рудных формациях Армении. Сб. науч. трудов ГМИ, Ереван, 2000, с.35-44.
4. Бетехтин А.Г. Шоржинский хромитоносный перидотитовый массив (Закавказье) и генезис месторождений хромитового железняка. В кн.: «Хромиты СССР». М.-Л.: Изд. АН СССР, 1937, с.7-152.
5. Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н., Солодов Н.А. Месторождения благородных, радиоактивных и редких металлов. М.: НИИ-Природа, 1999, 220 с.
6. Волченко Ю.А., Вилесов Н.Г. Генетическая природа корреляционных связей Pd, Pt и Fe в платиноносных клинопироксенитах Урала. В кн.: «Ежегодник Ин-та геол. и геох. им. А.Н. Заварицкого за 1970 г.». Свердловск, 1971, с.87-91.
7. Додин Д.А., Чернышов Н.М., Чередников О.И. Металлогения платиноидов крупных регионов России. М.: Геоинформмарк, 2001, 301 с.
8. Жаров Ю.Н., Мейтов Е.С., Шарова И.Г. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. М.: Недра, 1996. 238 с.
9. Кулиш Е.А., Галий С.А., Комов И.Л. и др. Платиноносность геологических комплексов Украины. Аспекты минералогии Украины. Киев: ОНЗ, 1998.
10. Паланджян С.А. О потенциальной платиноносности месторождений Армении. Тр. Армнипроцветмета. Ереван: Манкаварж, 1993, с.106-115.
11. Разин Л.В. Месторождения платиновых металлов. Рудные месторождения СССР. М.: Недра, 1978, т.3.
12. Сазонов А.М., Гринев О.М., Шведов Г.И., Сотников В.И. Нетрадиционная платиноидная минерализация. Томск: ИТПУ, 1997.
13. Фарамазян А.С., Калинин С.К., Терехович С.Л. Особенности геохимии элементов группы платины в рудах медно-молибденовых месторождений Армении. ДАН СССР, 1970, т. 190, № 6, с.1455-1457.
14. Фарамазян А.С., Калинин С.К., Терехович С.Л. К геохимии элементов платиновой группы в медно-молибденовых месторождениях Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1970, №4, с.25-32.
15. Фарамазян А.С., Калинин С.К., Егизбаева К.Е.,

Файн Э.Е. Об абсолютном возрасте медно-молибденового оруденения Зангезура. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1974, № 1, с. 43-53.

6. Фоминых В.Г., Хвостова В.П. Особенности распределения металлов группы платины в породообразующих минералах Гусевогорского месторождения.

ДАН СССР, 1971, т. 200, № 2, с. 443-445.

17. Юдович Э.Ю., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ, "Наука", 1994, 302 с.

18. Юшко-Захарова О.Е. Платиноносность рудных месторождений. М.: Недра, 1975, 244 с.

## ՊԼԱՏԻՆՈՒԴՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՐԵՐԱԿԱՆ ՀԱՆՔԱՔԱՐԵՐՈՒՄ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՅՈՒՐԱՑՄԱՆ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ

Պ. Գ. Ալոյան, Ռ. Տ. Ջրբաշյան, Ա. Ս. Ֆարամազյան, Հայկ Պ. Ալոյան,

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում ամփոփվում են Հայաստանի պղնձի, պղինձ-մոլիբդենային, ոսկի-բազմամետաղային և երկաթահանքային ֆորմացիաների արդյունաբերական յուրացման համար նախապատրաստված և շահագործվող հանքավայրերի հանքաքարի և տեխնոլոգիական վերամշակման ապրանքատեսակների պլատինաբերության վերաբերյալ նոր անալիտիկ տվյալները: Տրվում է Սևանի օֆիոլիտային գոտու քրոմիտային ֆորմացիայի պլատինաբերության վերաբերյալ նախկինում կատարված հետազոտությունների ֆորմացիոն-տեխնոլոգիական գնահատականը: Հետազոտությունների ներկա փուլում առաջին անգամ անջատվում են պլատինաբեր մետաղային և ոչ մետաղային ֆորմացիաներ: Մետաղային ֆորմացիաներից առավել հեռանկարային է դիտվում պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիան, ինչպես որակով, այնպես էլ արտադրական հզորությունների մասշտաբներով և նրանց հարակից կորզման տեխնոլոգիական հնարավորություններով: Պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիայի համար հստակ հետամտվում է *Mo-Re-Os* (ՊԽՄ) եռանդամ երկրաքիմիական պարագենետիկ զուգորդությունը:

Պլատինաբեր հումքի որակով ու քանակով, արդյունահանման բարենպաստ լեռնատեխնիկական պայմաններով և հանքահարստացման տեխնոլոգիական սխեմայի պարզությամբ պղինձ-մոլիբդենային ֆորմացիայի հետ կարող է մրցակցել նոր հայտնաբերված Հայաստանի ոսկի-արծաթ-պլատինաբեր սևերթաքարային ֆորմացիան:

Հոդվածում բերվում է Հայաստանի պլատինաբեր հանքավայրերի համառոտ ֆորմացիոն-տեխնոլոգիական համադրությունը աշխարհի հանքավայր-հանքատիպերի հետ և հիմնավորվում է ոսկի-երկաթահանքային ֆորմացիաների պլատինաբերության ուսումնասիրության անհրաժեշտությունը և հնարավոր հեռանկարայնությունը:

## PLATINOIDS IN INDUSTRIAL ORES OF ARMENIA AND PERSPECTIVES OF THEIR DEVELOPMENT

P. G. Aaloyan, R. S. Jrbashyan, A. S. Faramazyan and Haik P. Aloyan

### Abstract

The paper summarizes new analytical data on platinum-bearing capacities of ores and products of technological redistribution of established, commercial development-ready, or operated deposits of copper, copper-and-molybdenum, gold-polymetallic, and iron-ore formations in Armenia. We present a formational and technological estimate of earlier studies of platinum-bearing capacity for the chromite formation of the Sevan ophiolitic belt. From the platinum-bearing ore and non-metallic formations identified at the present stage some are established for the first time. Among the other, copper and molybdenum formation is considered the most promising by its quality, scale of existing production capacities, and technological potential of extraction as a by-product. For the copper and molybdenum formation, it is possible to trace a clear trinomial geochemical paragenetic association of *Mo-Re-Os* (platinum group metals).

The formation of gold-silver-platinum-bearing black shale, newly established in Armenia, can represent a serious competitor to the copper and molybdenum one by the quality of raw material, favorable mining conditions available for processing and simple technological ore-dressing scheme. The article presents a brief formational and technological comparison of platinum-bearing deposits in Armenia with genotype deposits of the globe.