

А. П. ЯСЫРЕВ

**ЖЕЛВАКОВЫЕ ФОСФОРИТЫ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ —
ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР ЗОЛОТА
ПРИ РОССЫПЕОБРАЗОВАНИИ**

(Представлено академиком Н. М. Страховым 27 V 1970)

Сведения о золотоносности терригенных отложений верхнего палеоцена южных районов Воронежской обл. и мезозойских желваковых фосфоритов Русской платформы (7, 10) пополнились весьма интересными данными о золоте в фосфоритах верхнего палеоцена, которые нами были изучены во многих естественных обнажениях на территории северной половины Ростовской обл. Фосфориты этого возраста приурочены к основанию верхнепалеоценовой трансгрессии довольно обширного морского бассейна с последовательной сменой фаций (в широтном направлении от береговой линии в сторону открытого моря): золотоносные галечники и грубозернистые пески (аналоги золотоносных площадей южных районов Воронежской обл.) → золотоносные желваковые фосфориты → фосфориты без золота → фосфоритовые галечники. Золотоносные отложения приурочиваются к предустьевой части крупной палеореки, которая прослеживается с Павловского структурного выступа Воронежской антеклизы. В основании этих отложений повсеместно отмечается галька кварца, кремней и фосфоритов верхнемелового возраста. Фосфоритная серия в своем строении имеет один продуктивный пласт мощностью 0,8 м, который представлен желваками фосфоритов, сгруженными в глауконито-кварцевых песках. В некоторых случаях желваки сцементированы в плиту. Глауконит из золотоносных прибрежно-морских песчаных отложений и фосфоритов верхнего палеоцена по химическому составу и абсолютному возрасту ($A^{40}/K^{40} > 0,00444$; 3 определения) соответствует глауконитам сеноманских фосфоритосодержащих отложений. Химический состав фосфоритов верхнего палеоцена и сеномана идентичен. Золото в фосфоритах ассоциирует с титаном и цирконием (содержание их высокое) и представлено частицами 0,15 мм и менее (при растворении фосфоритов в HCl полностью переходит в нарастворимый остаток). По морфологическим признакам, пробности и химическим примесям оно довольно близко к россыпному золоту из песчаных отложений верхнего палеоцена южных районов Воронежской обл. Форма золотин преимущественно комковидная, с сильно корродированной поверхностью. Пробность более 900. Из примесей в золоте обнаружены (%): Pb 0,003; Cu 0,002 и Ag 0,002. Аналогичные концентрации этих элементов установлены и в фосфоритах. Дополнительное опробование глауконитов из песков, вмещающих мезо-кайнозойские фосфориты центральной части Русской платформы, показало, что глауконит в зернах также содержит ощутимое количество золота (8 определений). При этом в его мономинеральных фракциях концентрации металла составили в среднем 0,0064 г/т. Остальная часть золота ($n \cdot 10^{-1}$ г/т) связывается с пелитовым терригенным материалом, который присутствует в виде механических примесей в зернах глауконита.

Таким образом, с одной стороны, фиксируется факт, что желваковые фосфориты и глаукониты предбереговых зон мелководных морских бас-

сейнов центральных районов Русской платформы являются существенным резервом кластогенного золота. С другой стороны, по золоту, фосфору и глаукониту намечается явная геохимическая связь отложений верхнего палеоцена Ростовской области с сеноманскими фосфоритами центральной части Русской платформы, что подтверждает прежде высказанные предположения (¹, ⁶) о том, что основная масса фосфора для формирования желваковых фосфоритов в мелководных внутриплатформенных морях поступала с континента.

Ранее (⁹) нами была сделана попытка повысить содержания россыпного золота в отложениях верхнего палеоцена южных районов Воронежской обл. генетически связать с возможными проявлениями вулканогенных золотоносных образований на Воронежском кристаллическом массиве и этой связью объяснить находки в них необычных форм россыпного золота: листьевидных, дендритовидных, в виде октаэдров и комбинарованных призм с диширамидами. Но это предположение противоречило двум основным фактам: 1) золотоносность вулканогенных образований на территории Воронежской антеклизы до сих пор не установлена (ее, видимо, вообще нет); 2) в районе Павловского структурного выступа Воронежской антеклизы современные выходы кристаллического фундамента как на докембрийскую, так и докайнозойскую поверхности осадочного чехла зафиксированы на четырех небольших площадях — всего лишь в несколько квадратных километров; эти выходы представлены гранитами и гранодиоритами без признаков кварцевых жил и с содержанием золота на уровне кларковых концентраций (53 определения).

Положение предбереговых зон повышенных содержаний золота в сеноманских фосфоритах (¹⁰) и их закономерный фациальный переход в южном направлении к более глубоководным песчано-глинистым отложениям показывают, что поступление терригенного материала и соединений фосфора, железа и алюминия в зону фосфоритообразования сеноманского бассейна могло быть только с севера. При этом область размыва прежде всего должны были быть породы волжского и валажжинского ярусов Подмосковной котловины, в составе которых выявлены золотоносные фосфориты и глаукониты. Поставщиком же рудного вещества для формирования последних, вероятней всего, явились образования кор выветривания с рудопроявлениями золота, по железистым кварцитам и интрузиям щелочных нефелиновых пород с мощными залежами апатитов Балтийского щита, на котором в этот период (⁵) господствовал теплый влажный климат (в отличие от аридного на Украинском кристаллическом массиве). Данное предположение находит подтверждение в закономерностях распределения золота в верхневолжских и валажжинских фосфоритах, площади повышенных содержаний которого строго согласуются с границами палеоморей, обрамляющих континент на северо-западе Русской платформы. Кроме того, в минеральном составе фосфоритов этого возраста, по материалам геологических съемок Геологического управления Центральных районов, фиксируется присутствие окатанных зерен апатита (0,3 — 1,3%), эпидота, роговой обмаки, граната и полевых шпатов.

Учитывая вышеизложенное и физико-химические особенности золота, можно наметить следующую генетическую связь между золотоносностью Балтийского щита и образованием нового, до настоящего времени неизвестного генетического типа кайнозойских россыпей золота Воронежской антеклизы через промежуточный коллектор металла — желваковые фосфориты:

1. Происходило поступление с речными водами кластогенного золота с Балтийского щита в зону образования верхнеюрских и нижнемеловых фосфоритов Подмосковной синеклизы. По данным эксперимента и расчетов (³), золото в пресных водах «геологически» не растворяется. Конечным пунктом миграции частиц золота в условиях фосфоритного шель-

фа, по-видимому, была граница столкновения опресненных речных и плотных морских вод. Последние и являлись его естественным осадителем. Напомним, что в современных условиях только р. Амур выносит ежегодно в море около 8,5 т золота (2).

2. Перераспределение золота в донных осадках при образовании фосфоритов и глауконитов осуществлялось за счет частичного или полного его растворения (под воздействием агрессивных иловых вод) и последующего осаждения с образованием метаколлоидного металла. Отметим, что миграция золота в донных осадках возможна только в хлоридной форме, так как при переходе от AuCl_3 в хлоридных растворах к комплексному аниону AuCl_4^- окислительно-восстановительный потенциал снижается с +1,5 до +1,0 в. С понижением концентрации золота в морской воде от стандартной до $4 \cdot 10^{-6}$ г/кг (содержащейся в океане) потенциал этот, согласно формуле $E_1 = E_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{C_1}{C}$, должен снизиться к уровню от +0,8 до +0,7 в, что вполне реально для морских условий. Хлоридную форму переноса золота принимал и А. М. Еренбург (4). Хлорид золота, в свою очередь, легко образует метаколлоидные образования при взаимодействии со щелочами, соединениями железа и др. (6), т. е. соединениями, которые геохимически характеризуют среду диагенетического преобразования фосфатов в конкреции фосфоритов. Особенно активно данный процесс протекал при фоссиллизации органического вещества. Так, зона сеноманских фосфоритов в 1—2 см на контакте с костными остатками обогащается золотом до 14 г/т (20 определений), при содержании металла в фосфоритах в среднем 0,026 и в зернах кварца 0,003—0,006 г/т. Кварц в этой зоне повсеместно сильно корродирован и частично служил источником для собирательной кристаллизации коллоидного металла.

Таким образом, факты показывают реальную возможность образования в фосфоритах вторичного золота. При этом в принципе не исключается возможность образования не только мелкого кристаллического металла, но даже и самородков. Именно эпигенетическими процессами можно объяснить как крайне неравномерное количественное распределение золота в прибрежно-морских отложениях верхнего палеоцена Воронежской антеклизы, так и находки в них необычного для россыпей высокопробного кристаллического золота. Внутри зерен глауконита золото также, по-видимому, частично подвергалось растворению. Возможно, этот процесс способствовал вхождению элемента в структурную решетку минерала (подобно никелю), что, по-видимому, нашло отражение в удивительном постоянстве концентраций металла (0,005—0,006 г/т по 20 определениям) в мономинеральных фракциях глауконита.

Заметим, что геологами США обнаружены россыпные хлопья мелкого золота в современных морских донных осадках в Южном Оригоне (11). Нами вторичное золото в виде микроскопических пленок, обволакивающих зерна рутила, установлено при изучении титано-циркониевых россыпей Тамбовской обл.

3. В сеноманское время верхнеюрские и нижнемеловые фосфоритосодержащие отложения включались в область размыва и становились поставщиком рудного материала для формирования сеноманских фосфоритов, в которых золото претерпевало вторичное перерождение. Сеноманские фосфориты, в свою очередь, служили источником золота и соединений других элементов для образования золотоносных прибрежно-морских отложений верхнего палеоцена Воронежской антеклизы, в которых, по-видимому, эпигенетическое золото преобладает над первичным.

Изложенная схема формирования россыпного золота верхнего палеоцена Воронежской и Ростовской обл. дает право утверждать, что в однообразных отложениях Белгородской, Курской и частично Брянской обл. также существуют предпосылки открытия перспективных содержаний золота в прибрежно-морских глауконито-кварцевых песчаных отложениях.

Приведенный фактический материал показывает, что в осадочных процессах участвуют природные концентраторы золота. По-видимому, немаловажную роль здесь играет органическое вещество.

Поступило
18 V 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. И. Бушинский, Древние фосфориты Азии и их генезис, Изд. АН СССР, 1961. ² О. Е. Звягинцев, Геохимия золота, Изд. АН СССР, 1941. ³ В. М. Крейтер, В. В. Аристов и др., Поведение золота в зоне окисления золото-сульфидных месторождений, М., 1958. ⁴ Б. И. Пещевецкий, Г. Н. Аношин, А. М. Еренбург, ДАН, 162, № 4 (1965). ⁵ Н. Т. Сазонов, В. Е. Хаин, История геологического развития Русской платформы и ее обрамления. Юрский период, 1964. ⁶ Н. М. Страхов, Основы теории литогенеза, 2, М., 1962. ⁷ И. С. Рожков, Н. М. Никитин, А. П. Ясырев, ДАН, 173, № 5 (1967). ⁸ Ф. В. Чухров, Коллоиды в земной коре, М., 1955. ⁹ А. П. Ясырев, Н. М. Никитин, Сов. геол., № 5 (1968). ¹⁰ А. П. Ясырев, ДАН, 185, № 6 (1969). ¹¹ Mining Annual Review, 1969, p. 122.