

Н.А. Федорончук

(Одесск. нац. университет им. И.И. Мечникова)

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЧАСТКА «ПРАДНЕПРОВСКИЙ» НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Исследования, результаты которых приведены в данной статье, проводились Сектором морской геологии Отраслевой Научно-исследовательской лаборатории № 13 Одесского национального университета им. И.И. Мечникова в 1993–1998 гг. Участок «Праднепровский» расположен на Северо-западном шельфе Черного моря, на широте Каркинитского залива и имеет площадь 873 км². Опробование донной осадочной толщи проводилось по сетке 2,4 x 0,8 км, а на некоторых площадях – 4,8 x 1,6 км. Глубины моря в пределах изученного участка составляют 20,5–42,5 м.

Участок «Праднепровский» в палеогеографическом отношении представляет собой палеоустьевую часть р. Днепр, с широко распространенными аллювиально-морскими отложениями глинисто-песчаного состава, с широким распространением песчаных линз. В настоящее время древний устьевой конус выноса располагается в северной части шельфа Черного моря. Вследствие сложной истории развития [1, 4] и современного расположения участка, минералогический состав донных отложений формировался под влиянием палеоаллювиальных, прибрежно-морских и палеоолиманских литогенных условий на древних стадиях осадконакопления, а также под влиянием и современных морских седиментационных процессов. Участок находится в пределах Центральной шельфовой провинции, определяемой Е.Ф. Шшоковым и др. [4] как рутил-гранат-ильменит-цирконовая (здесь и далее минералы приводятся в порядке убывания весовых концентраций). Для этой части шельфа питающей провинцией на суше в течение плейстоцена-голоцена была Днепровская минералогическая провинция. В результате исследований, но с некоторыми определенными уточнениями по данным наших экспедиционных работ, здесь можно выделить две территориально-минералогические субассоциации – анатаз-апатит-дистен-силлиманит-рутил-цирконовую и ильменит-гранат-ставролит-эпидот-пироксеновую. Возможно, что это характерно только для изученного нами «Праднепровского» участка на дне, а для остальной части изученного шельфа такое явление не проявляется.

При изучении минералогического состава донных отложений главное внимание уделялось, преимущественно, тяжелым минералам. Ведь именно они несут основную рудную нагрузку и могут иметь существенное практическое значение. По итогам наших работ, был проведен полный полуколичественный минералогический анализ 69 проб донных осадков,

отобранных дночерпателем на 13 профилях. Основными минералами тяжелой фракции в пробах с участка «Праднєпровский» оказались ильменит, гранат, рутил, силлиманит, дистен, циркон, шприт, ставролит, турмалин, эпидот, пироксены, апатит, а также анатаз, амфиболы и окислы железа. Практически во всех пробах в знаковых количествах присутствовали андалузит, коллофан, топаз, монацит, хромит. Встречались также корунд, сфен, шпинель, реже – биотит и глаукоцит. Эти минералы во многом характерны для днєпровской области сноса осадочного материала как теперь, так и в течение плейстоцен-голоцена.

По результатам статистической обработки полученной нами геологической информации были выявлены две минералогические ассоциации. Первую обозначает доминирование анатаза, апатита, дистена, силлиманита, рутила, циркона. По классификации С.Ф. Сегалевича [3], такая ассоциация минералов представляет собой замкнутый тип корреляционных связей с неполной внутренней связью. Вторая минералогическая ассоциация представлена ильменитом, гранатом, ставролитом, эпидотом, пироксенами и турмалином, а также амфиболами. Корреляционные связи этой ассоциации можно определить как замкнутый (кольцевой) тип с неполными внутренними связями. Обе указанные ассоциации объединены между собой связями силлиманита с эпидотом, дистена с эпидотом, силлиманита со ставролитом и ильменитом. Несомненно, что их формирование было обеспечено прибрежно-морскими процессами в условиях береговой зоны, как и на всех других морях в голоцене под влиянием активной гидрогенной сепарации [5].

Присутствие двух таких ассоциаций тяжелых минералов, по нашему мнению, вызвано структурно-геоморфологическими особенностями района, на фоне неизменных источников питания. Эти особенности предопределили наличие областей распространения наносов русловых речных потоков и областей влияния энергии морских волн и сопровождающих движений морских вод. Вероятно, одна из обнаруженных нами ассоциаций (анатаз-apatит-дистен-силлиманит-рутил-цирконовая) генетически связана с аллювиальными отложениями Праднєпра и имеет большое распространение в пределах областей развития русловых и лиманных наносов [1, 4]. Вторую четко выраженную, ильменит-гранат-ставролит-эпидот-пироксеновую, ассоциацию можно связать с прибрежными морскими отложениями, формирующимися в значительной мере под влиянием волно-прибойных процессов сепарации исходного осадочного материала по гидравлической крупности в береговой зоне моря [1, 5]. Это подтверждается во многом также минералогическими исследованиями осадков другого района Северо-западного шельфа – отложенный типичного аккумулятивно-го тела прибрежно-морского генезиса – раннеголоценовых генераций Гендровской косы. Здесь наблюдается наибольшее распространение повышенных концентраций этих минералов, при том, что значимое влияние аллювиальных наносов в этом районе исключается, хотя основным источ-

ником терригенных компонентов и здесь являются питающие провинции суши, значительно удаленные от берега.

Отдельной целью исследований являлась попытка выявления корреляции содержания свободного амальгамируемого и валового золота с осредненным минералогическим составом донных осадков на изученном участке. Для валового золота каких-либо закономерностей выявить не удалось. Но для свободно амальгамируемого золота все же определялись корреляционные связи, хотя и слабые, не всегда четко выраженные, с анатаз-apatит-дистен-силлиманит-рутил-цирконовой минералогической ассоциацией. Такая связь позволяет высказать предположение о аллювиальном и лиманном генезисе свободного золота.

Отмечаются следующие особенности распределения тяжелых минералов по площади поверхности морского дна на исследованном участке.

Фоновое содержание *рутила* для участка «Праднєпровский» составляет $0,118 \text{ кг/м}^3$. В северной части участка, на площади «левой» палеотеррасы Днєпра выделяется ареал с повышенным содержанием рутила. Его концентрация там в пределах участка превышает фоновое содержание более, чем на 2-3 стандартных отклонения. Максимальное количество минерала достигает $1,834 \text{ кг/м}^3$. Подобные высокие содержания рутила и лейкоксена приурочены к новоэвксинским пескам, в меньшей степени – к прибрежно-морским пескам в составе ракушечно-песчаных осадков древних береговых зон.

Для *ильменита* фон концентраций равен $0,394 \text{ кг/м}^3$, а максимум достигает $1,714 \text{ кг/м}^3$. Станции опробования с повышенным, более чем на 2–3 стандартных отклонения, содержанием ильменита размещаются вне области распространения речных русловых наносов. Скорее всего, они сформировались в фаціальных условиях прибрежно-морской аккумуляции, на участках разгрузки древних вдольбереговых потоков наносов. Наибольшие концентрации этого минерала присущи новоэвксинским пескам и пескам в составе черноморских ракушечников (они обычно обогащены терригенными песчаными фракциями), а также смешанным осадкам.

Фоновое содержание *циркона* в пределах участка в общем составляет $0,060 \text{ кг/м}^3$. Максимальное содержание циркона здесь составляет $1,389 \text{ кг/м}^3$, т.е. более, чем в 20 раз больше. Ареалы повышенных, более, чем на 2–3 стандартных отклонения, содержания циркона проходят точно по погребенному на дне руслу Праднєпра. Данная приуроченность еще раз подтверждает вывод об аллювиальном генезисе анатаз-apatит-дистен-силлиманит-рутил-цирконовой минералогической ассоциации. Именно в аллювиальных толщах максимальное распространение циркона явно приурочено к новоэвксинским речным и лиманным пескам и илам. Эти три минерала являются наиболее обильными в составе донных осадков изученного

участка, а одновременно они создают фон промышленно важных минералов в составе очагов россыпного накопления.

Для *граната* фоновая концентрация составляет $0,274 \text{ кг/м}^3$, максимум достигает $1,338 \text{ кг/м}^3$ (почти в 5 раз больше). Разбросанные точки повышения концентрации граната не проявляют явной приуроченности к конкретным геоморфологическим или литологическим элементам и, по всей видимости, являются результатом прибрежно-морских седиментационных процессов – они обычны для фациальных условий береговой зоны моря [5]. Этот минерал максимально развит в новозвксинских песках, а также в черноморских ракушечно-песчаных осадках и песках, в меньшей степени – в толщах новозвксинских опесчаненных илов.

Фоновое содержание *апатита* на исследованном участке морского дна оказалось существенно меньшим, чем предыдущих минералов. Оно равно всего $0,025 \text{ кг/м}^3$. В то же время максимальная его концентрация составила $0,445 \text{ кг/м}^3$, — почти в 18 раз больше. Ареалы с повышенным, более чем на 2 стандартных отклонения, содержанием апатита большей частью приурочены к палеоруслу Днепра, а наибольшие концентрации апатита присущи новозвксинским пескам или опесчаненным илам.

Для *турмалина* фоновым значением является $0,049 \text{ кг/м}^3$, максимальное его содержание равно всего $0,251 \text{ кг/м}^3$. Для повышенных концентраций турмалина не отмечаются какие либо контролирующие геоморфологические или литологические критерии. Единственное, что можно отметить – так это более частая встречаемость турмалина в новозвксинских лиманных песках и илах, а также в черноморских песчано-ракушечных осадках.

Фоновое содержание *пирита* на участке «Правнепровский» невелико, оно равно всего $0,069 \text{ кг/м}^3$. Основная масса пирита носит аутигенный характер. Его зерна представлены чаще всего гроздьями, шариками, мелкими корочками и наростами. Кристаллические зерна со следами граней или штриховки встречаются крайне редко. Для пирита характерно равномерное распределение по различным типам осадков, а также закономерное снижение его концентрации в лиманных и золово-делювиальных осадках. Этот минерал максимально распространен в современных морских осадках, в условиях относительно глубокого моря, за пределами береговой зоны. Данные закономерности легко объясняются аутигенностью пирита в благоприятных для этого современных морских седиментационных условиях. Принимая во внимание аутигенный характер пирита, были проведены его корреляционные отношения с тонким золотом, однако величина корреляционной связи между этими параметрами оказалась ниже критической величины коэффициента корреляции. Обнаруженное нами отсутствие надежных взаимосвязей, на первый взгляд, может говорить об исключительно терригенном характере тонкого золота. Однако, наличие большого числа золотинок аутигенного типа, обнаруженное нашими исследователями, может быть истолковано как результат разновременной реализа-

ции, по меньшей мере, двух гидрогеохимических процессов. Эти процессы и приводят к возникновению и росту либо золота, либо пирита.

Среди изученных шлихов закономерным оказалось и распределение валового содержания тяжелой фракции, которое является интегральной характеристикой полезных минералов и важным индикатором седиментационного процесса. Среднее содержание тяжелой фракции по участку «Правнепровский» составляет $1,333 \text{ кг/м}^3$. На этом общем фоне максимальное содержание тяжелой фракции составляет $5,352 \text{ кг/м}^3$, что в 4 раза больше. Данное соотношение является обычным в процессе грануло-минералогической дифференциации исходного осадочного материала в прибрежно-морских фациальных условиях [5]. Наблюдается определенная закономерность между содержанием тяжелой фракции и литологическими параметрами осадков: большинство тяжелых минералов максимально концентрируется в относительно крупнообломочных литологических разностей – в песках, опесчаненных ракушечниках и раковинном детрите. С уменьшением гранулометрических классов крупности фракций осадков, содержание тяжелых минералов закономерно снижается (в алевритовых и алевро-пелитовых илах, суглинках). Учитывая пониженный объемный вес биогенной крупнозернистой составляющей осадков, по сравнению с тяжелыми рудными минералами, это логично объясняется общими физическими и гидравлическими закономерностями, контролирующими седиментационные процессы. С изменением возраста осадков содержание тяжелых минералов заметно не меняется, что может свидетельствовать об унаследованности указанных процессов на разных стадиях развития бассейна Черного моря.

Несмотря на наличие небольшого числа кондиционных проб на станциях и выделение аномальных зон с повышенным содержанием тех или иных тяжелых минералов, говорить о полнокровной промышленной значимости толщи донных осадков пока сложно. Даже в самых богатых пробах не обнаружено концентраций полезных минералов, приближающихся к бортовым для известных месторождений. Наибольшее значение здесь, не учитывая возможных золоторудных россыпей [2], имеют титанистые минералы и циркон. Но и их содержание значительно меньше промышленных концентраций. Однако, попутное извлечение ценных тяжелых минералов может значительно повысить их ценность и рентабельность россыпей тонкого золота при их возможной комплексной разработке. Помимо всего, практическая значимость этой статьи определяется также и методическими аспектами; они помогут в дальнейшем в проведении дополнительных морских литологических исследованиях.

Литература

1. *Певеский Е. П.* Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. – Москва: Наука, 1967 – 255 с.

2. Резник В. П., Мудров И. А., Лебедь Н. И., Главацкий В. И. Новые данные о перспективности шельфа Черного моря на россыпи золота // Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов МИИ НАН Украины. 1995. – с. 132 – 140.
3. Сегалевич С. Ф. Геохимические методы поисков месторождений олова, вольфрама и ртути. – Владивосток, 1979.
4. Шнюков Е. Ф., Паланский М. Г., Иноземцев Ю. И. и др. Литолого-геохимические особенности и рудность донных отложений Черноморского шельфа УССР. – К.: ИГП, 1979. – 322 с.
5. Шуйский Ю. Д. О понятии «прибрежно-морская россыпь» в связи с ее генезисом // Литология и полезные ископаемые. – 1971. – № 2. – С. 112 – 129.

Н.О.Федорончук

Мінералогічні особливості ділянки «Прадніпровська» на північно-західному шельфі Чорного моря

Резюме

Для експериментальних досліджень була визначена ділянка «Прадніпровська» на дні Каркінітської частини Північно-західного шельфу Чорного моря, на глибинах від 20,5 м до 42,5 м. На ній було виконано взіршовання в 69 точках. Аналіз взірців надав можливість простежити площинне розповсюдження важких мінералів та перспективність ділянки на вміст золота. Також було дійдено висновку про визначення двох мінералогічних підпровінцій: анатаз-апатит-дістен-сіліманіт-рутил-цирконової та ільменит-гранат-ставроліт-епідот-піроксенової.

N.A.Fedoronchuk

Mineralogical peculiarities of «Pradneprovskiy» area on surface of the North-Western Black Sea shelf

Abstract

Spatial distribution of heavy minerals within «Pradneprovskiy» area (the NW Black Sea shelf) and their correlation with gold have been done by mineralogical analysis of the bottom sediments. They noted to active separation of the marine sediment and distinguishing two mineralogical association: anatase-apatite-disthene-sillimanite-rutile-zirconic and ilmenite-garnet-staurolite-epidote-piroxenic. These lithologic formations depend from mineralogical quality of sources of sedimentary material.