

УДК 553.21/24(477.62)

**ПАРАГЕНЕЗ ДРЕВНИХ РУДОНОСНЫХ ФАЦИЙ И СОВРЕМЕННОГО  
ЛАНДШАФТА (КАРПОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ФОСФОРИТ-  
ГЛАУКОНИТОВЫХ РУД)**

*Блажук С.В.*

Система прямых и косвенных взаимосвязей, существующих между фациями современного ландшафта и древними рудоносными в северной степной провинции Украины несет положительную, нейтральную или отрицательную динамику. Фосфорит-глауконитовые агоруды и современный почвенный биокomплекс в Южном Донбассе являют пример положительных контактов.

Ключевые слова: рудоносная фация, современный почвенный биокomплекс, системы и характер взаимосвязей, агоруда, положительный эффект.

Природные условия степей редко дают возможность непосредственного наблюдения современных процессов и явлений, возникающих при взаимодействии рудных тел и природно-техногенных биокomплексов. В единичных случаях проявляется положительный баланс парагенеза древних рудоносных фаций и фаций современных ландшафтов. Агоруды Карповского месторождения Южного Донбасса, вскрытые по вертикали и латерали, дают основание для сомнения в непогрешимости закона физико-химической наследственности осадочных пород: «Во всякой осадочной горной породе, заключающей в себе сингенетичные минералы, продолжают господствовать физико-химические а, следовательно, и геохимические условия, царствовавшие в момент формирования осадочной породы, или же, вернее, условия, весьма близкие к таковым» [4].

Рудоносные формации (фации) являются одним из вариантов обогащенных полезным веществом осадочных образований. Как конечное явление древних физико-географических условий и геологических процессов они отличаются от фаций географических, где природные процессы более динамичны. Рудоносная формация (фация) представляет собой выделяемое в пространственно-временном континууме образование, отличающееся физико-географическими (литолого-палеогеографическими) условиями возникновения, вещественным составом и характером рудного материала от соседних комплексов отложений.

Парагенез современных географических и древних фаций имеет широкое распространение. Это не только явление сонахождения, но и процесс преобразования, изменения важнейших качественно-количественных показателей при взаимодействии вещества и энергии. Для географических ландшафтов приоритетными объектами являются почвенно-растительный комплекс, рудоносных – вмещающая толща и рудные минералы.

В большинстве географических зон и горных поясов фации ландшафтов и, несущие оруденение любого состава, чаще всего работают на взаимное уничтожение. В первую очередь страдает биокomплекс при дальнейшей постепенной деградации всей системы. Рудоносные фации при преобладании

физико-механического выветривания и участия в той или иной степени биогенного становятся более продуктивными, приобретая характер месторождений коры выветривания или россыпного типа. Трансформация рудного вещества происходит при подавляющем влиянии климатических условий, когда не создаются благоприятные предпосылки для положительных взаимосвязей рудных компонентов и почвенных растворов с новообразованием минералов.

В равнинных степных районах с умеренным климатом и развитым чехлом неоген-четвертичных безрудных отложений непосредственный контакт древних рудоносных и современных фаций встречается весьма редко. При этом их отношения приобретают несколько иные свойства. Обозначаются несколько вариантов. В одних случаях воздействие рудоносных отложений слабо отличается от безрудных пород верхнего слоя литосферы. Так, состав современной биоты на участках распространения лессов аналогичен участкам со строительными песками и россыпными месторождениями титан-циркониевых руд Приднепровья. Подстилающие почвенный горизонт отложения обеспечивают оптимальный промывной режим и аэрацию, легкий фракционный и механический состав грунтов. Последние, в свою очередь, в силу относительно легкой проницаемости метеорных вод, способствуют выносу глинистых частиц. Это явление в сумме с повышенной удельной массой содержащих Ti и Zr минералов, их слабой реакционной способностью и нейтральным агрохимическим эффектом приводит к механическому обогащению только россыпи.

Участки степей с подпочвенным субстратом из выветрелых либо плотных терригенных и терригенно-вулканогенных пород (песчаники, базальты, граниты, андезиты и др.) широко распространены в Южном Донбассе и Приазовье. В данном парагенезе преобладает взаимосвязь, имеющая отрицательное значение. Горные породы при выветривании переходят в щебенисто-глыбовое состояние с выносом глинистых и рудных минералов в локальные понижения рельефа. Здесь образуются сильноосмытые малогумусные, со слабой водонасыщенностью почвы. Делювиальные шлейфы и участки концентрации глинистых и рудных минералов не образуют сколь-нибудь значимые скопления последних и поддерживают жизнедеятельность, в основном, галофильной растительности. Малоплодородные земли используются только для сезонного выпаса скота.

Карбонатные породы в естественном состоянии или продукты их выветривания, подстилающие почвы, особенно значимо проявляются в южной и северо-восточной областях Донецкой северостепной провинции. Взаимосвязи почвенно-растительного комплекса с породами здесь более неоднозначны и предопределены, главным образом, био-геохимическими процессами. В большинстве случаев идет негативное влияние поверхностных факторов на карбонаты и явное положительное значение кальцийсодержащих пород на состояние почвенно-растительного комплекса тех или иных фаций современного ландшафта. Свойства карбонатных минералов, их агрохимическое действие хорошо известны. Не требует обсуждения также и изменения в породах под воздействием выветривания небιοгенного характера. Недоизученными остаются показатели влияния почвенных растворов, бактерий, грибов и самой корневой системы на

## **ПАРАГЕНЕЗ ДРЕВНИХ РУДОНОСНЫХ ФАЦИЙ И СОВРЕМЕННОГО...**

---

внутреннее химическое и минеральное изменение состояние пород, унаследовавших его на момент образования. По степени изменчивости, наименьшее воздействие испытывают чистые разности - писчий мел, известняки и доломиты. Причиной тому служат их высокая механическая прочность, малое содержание необходимых для биоты питательных веществ (при переизбытке кальция) и, как результат, неразвитые биохимические реакции. Это наглядно проявляется в засушливых, сильно эродированных районах бассейнов рек Северский Донец, Крынка, Мокрая и Сухая Волноваха, Кальмиус. Мергели, в силу значительного присутствия и разнообразия глинистых и полевошпатовых минералов являются наиболее предпочтительными фацциально-литологическими образованиями для жизнедеятельности степных ландшафтов Донбасса. Их значение особенно возрастает в местах высокой концентрации фосфор- и калиеносных минералов – рудоносной фосфорит-глауконитовой формации.

Карповское месторождение фосфорит-глауконитовых руд для изучения положительных взаимосвязей, протекающих при парагенезе между рудными телами (агроруды) и отдельными элементами современного ландшафта является эталонным объектом. Оно располагается в 1,5 км севернее п. Ново-Амвросиевка Амвросиевского района Донецкой области, занимая характерную сундучнообразную излучину р. Крынка. В физико-географическом районировании это южная часть Донецкой северостепной провинции равнинных восточноевропейских ландшафтов. Занимая промежуточное положение между Приазовской возвышенностью и увалообразным поднятием Донецкого кряжа район месторождения представлен волнистой слабо- и среднерасчлененной структурно-денудационной равниной. Местный климат умеренно-континентальный, с жарким засушливо-суховеиным летом и относительно мягкой зимой благодаря близости Азовского моря. Продолжительность теплого и сухого сезона с ливневыми осадками и распространение маломощных (0,3-0,5 м) среднегумусных обыкновенных черноземов предопределяет выращивание засухоустойчивых зерновых – пшеницы, кукурузы и подсолнечника. На необрабатываемых землях наблюдается быстрое восстановление естественной травянисто-кустарниковой растительности (ковыль, типчак, куртинами терн, боярышник, шиповник, таволга). Наличие неглубокозалегающих и, зачастую, выходящих под четвертичные отложения высококачественных мелов и мергелей обусловило появление мощных цем.комбинатов еще в конце 19 в. (Амвросиевская группа месторождений цементного сырья). В северном борту Карповского мел-мергельного карьера геологами Артемовской ГРЭ была открыта залежь фосфорит-глауконитовых руд. Впоследствии этот район был детально разведан сотрудниками Крымского отделения УкрГГРИ, что позволило перевести залежь в ранг эксплуатируемого месторождения и построить фабрику минеральных удобрений [1,2]. Рудоносная фосфорит-глауконитовая формация приурочена к терригенно-морским отложениям сеноманского яруса верхнего мела. Вмещающая толща сложена кварц-глауконит-фосфоритовыми песчаниками на карбонатном цементе и бескарбонатными мелкозернистыми песками аналогичного состава. Вверх по разрезу агроруды сменяются верхнемеловыми карбонатными породами (0-100,0 м) и палеоген-

неогеновыми песками (0,0-10,0 м). Подпочвенный горизонт представлен линзообразными (0,3-5,0 м) выветрелыми красноземными отложениями с фигурными кремнями, как реликт мелов туронского яруса. Фосфатоносный горизонт подразделяется на подрудную (нижняя) и рудную (верхняя) пачки. Углы падения, меняющиеся на протяжении 1,5 км в широтном направлении от 8° до 54°, позволяют наблюдать происходящие процессы одновременно в рудной и подрудной пачках и почве, обнажающихся в первых вскрышных уступах. Наиболее представительными являются фрагменты, где во избежание оползневых процессов в песках, предварительная рекультивация не проводилась.

Древний акваландшафт сеноманского моря сформировался в условиях переменного-влажного климата тропических широт (10-15° с. ш.) Эпиконтинентальный бассейн нормальной солености и температурой воды 20-25°C в окружении островов УЩ и Приазовского кристаллического массива изобиловал разнообразными формами мелководного рельефа. Небольшие (до 5-10,0 м) поднятия в подстилающих породах среднего карбона - косы, бары, строматолиты и понижения между ними, явились механическими и биохимическими ловушками калия и фосфора в процессе топографического апвеллинга.

Фации межсклоновых пространств и депрессионных впадин приурочены к участкам накопления карбонатно-глинистых илов, терригенного мелкозернистого кварца, зернистых фосфоритов и глауконитов в форме микрожелвачков и фосфатизованного водорослевого детрита. На положительных формах рельефа в составе осадков преобладают кварц, глауконит и фосфат. Карбонаты, часть которых была вымыта придонными течениями, находились в подчиненном количестве. В составе морфотипов фосфорита преобладали копролиты, оолиты и спиккулы фораминифер. На протяжении развития верхнемелового этапа терригенно-морские отложения были перекрыты мощной, до 100,0 м, толщей карбонатов турон-кампанского возраста. В палеоген-неогене, наряду с интенсивными тектоническими процессами и перестройкой рельефа, наблюдается региональный размыв карбонатных пород. Небольшая площадь распространения продуктивного горизонта оказалась перекрытой сравнительно маломощными палеогеновыми кварц-глауконитовыми слабофосфоритовыми песками, в последствии размытыми и сохранившимися лишь фрагментарно. В неогене площадное распространение мелкозернистых кварцевых песков (N<sub>1</sub>s) и линзовидное железных руд киммерийского яруса обусловило начало выветривания рудных фаций. В зоне развития карбонатно-глинистых отложений углы падения пород составляют 35-54° и накопление песков происходило повсеместно. Наблюдение сохранившихся фрагментов позволяет предположить, что природные условия в конце неогена были довольно схожими с современными. Идет непрерывный процесс трансформации фаций агроруд.

Взаимодействие верхнемеловых фаций, содержащих агроруды, и неогеновых железистых песков в сочетании с современным почвенно-растительным комплексом происходит по двум вариантам.

*Вариант А* выделяется в блоке промышленных запасов В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> месторождения агроруд. В литолого-фациальном плане – это фация приглублого

участка мелководного моря с кварц-глауконитовыми фосфоритовыми слабо- и среднесцементированными песчаниками на известково (водорослево)-глинистом цементе. Крутое залегание пород обусловило выход под современные отложения всего разреза рудной формации мощностью до 35,0 м. Фация, аккумулирующая агроруды, занимает фасадную (кровельную) часть мощностью 6,0 -15,0 м (среднее 8,6 м). Кровля пласта визуальнo прослеживается на глубину более 40,0 м, образуя единый выступ в карьере. На всю мощность прослеживается весьма прочный бронирующий горизонт мощностью до 1,5 м. Он образовался в результате послонных тектонических подвижек на контакте с писчими мелями туронского яруса при втирании карбонатов и глинистых минералов в кварцево-глауконитовый матрикс. Несмотря на то, что с момента раскрытия прошло уже 35 лет и постоянно ведутся буровзрывные работы в добычных уступах, никаких видимых изменений в толще бронирующего горизонта не отмечается. В зоне контакта агроруд и ПРС взаимосвязь устанавливается вполне отчетливо. Ведущими факторами являются климатический и биогенный. Для первого головными показателями являются глубина сезонного промерзания и проникновения дождевых вод. Глубина их суммарного воздействия на момент проведения работ не превышала 2,0 м. Это явление обусловлено эффектом морозного растрескивания карбонатного цемента и последующего выноса с водой, а также способностью к водопоглощению глауконита с дальнейшим увеличением его объема с разрывом-рыхлением рудной массы. Удаление почвы в ходероста карьера дает возможность ежегодного прироста мощности рыхлосвязанных агроруд на 0,4-0,6 м.

Характер растительности существенно меняется по направлению к более рыхлым подрудным кварц-глауконитовым пескам и подстилающим глинистым сланцам нижнего карбона. В полосе развития агроруд наиболее характерны древовидные кустарники – шиповник, боярышник, дикая вишня с корневой системой, проникающей в рудную толщу на глубину до 1,2 м. Выделение органических кислот в непосредственной близости от корневых волосков вызывает вынос фосфора и калия. Так доля  $P_2O_5$  в 0,5 м от корней составляет около 6,5% или среднее по блоку, калия на уровне 1,2%. На расстоянии 0,03 м от корней доля  $P_2O_5$  и  $K_2O$  составляет 4,9% и 0,95% соответственно. В пределах приповерхностного распространения безрудных отложений доминирует густая травянистая растительность. Глинистые сланцы в силу скудности питательных компонентов обеспечивают жизнедеятельность галофильных растений при неравномерном и разреженном площадном развитии.

При явном положительном влиянии агроруд, не менее значительным оказывается и обратный эффект. Описанное выше явление выноса фосфора и калия незначительно снижает их долю в руде. Одновременно снижается механическая прочность руд, что уменьшает затраты на ее выемку, дробление и удаление безрудной тонкодисперсной составляющей. Вынос  $CaCO_3$  при возникновении новообразований в почве, создает условия для получения кондиционной фосфатно-карбонатной муки. Разрушение глауконита сопровождается выносом растениями и почвенными растворами Fe и Al. Происходит замещение этих элементов подвижными формами фосфора, усиливая агрономическую ценность руд. В



результате воздействия современного комплекса образуется природное удобрение-мелиорант для прямого внесения в почвы с кислой реакцией, или после отмыва кальцийсодержащих частиц – для любого типа почв.

*Вариант Б* прослеживается в местах контакта современного комплекса и бескарбонатных богатых фосфорит-глауконитовых руд (рис.1).

В стенке I<sup>го</sup> вскрышного уступа северо-западного борта карьера выделяются два типа контактов - прямой и проводящий, который характерен для 95% прослеживаемого интервала. Для прямого контакта свойственен непосредственный переход черноземов в рудные отложения. Мощность почвы обычно не превышает 0,3-0,4 м. В районе выкорчеванных лесополос (преимущественно акации и дубняк) мощность почвы возрастает до 1,0-1,5 м. При непрямом (проводящем) контакте проводником служат неогеновые, в различной степени, ожелезненные кварцевые пески. Рудная фация приподнятых участков древнего акварельфа, сложенная фосфорит-глауконитовыми бескарбонатными рудами в литологическом плане представлена рыхлыми весьма мелкозернистыми песками темно-зеленого и голубовато-зеленого цвета. Их мощность изменяется в интервале 2,0-9,3 м, м.д.Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>-5,0-14,4% (среднее 9,0%). Главным компонентом фосфоритов является фтористый апатитоподобный фосфат кальция, в котором часть тетраэдров PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> замещена группами CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> - фторкарбонатапатит (франколит). Калиевая составляющая связана с глауконитом. Доля фосфоритов и глауконитов в объеме зернистой части руды составляет 23 и 33% соответственно. На мелкозернистый кварц приходится 30-35%, на кальцит, полевошпат и прочие – 10%.



Рис. 1. Прямой контакт фации фосфорит-глауконитовых руд приподнятых участков с почвенными отложениями.

## ПАРАГЕНЕЗ ДРЕВНИХ РУДОНОСНЫХ ФАЦИЙ И СОВРЕМЕННОГО...

Среди морфотипов фосфатов доминируют микрожелвачки-62%. 38% приходится на биогенные формы (призмы иноцерамов, костно-водорослевый детрит). Фосфориты в значительной мере выветрелые, что определяет их повышенную хрупкость и истираемость. Глаукониты представлены как хорошо сохранившимися разностями в виде микрожелвачков, так и сильновыветрелыми. Последние разбиты сетью волосовидных трещин, в различной мере залеченных фосфатом. Тонкодисперсная часть (-0,04 мм) рудных песков состоит из полностью разрушенных фосфоритов-30%, глауконита-50%, кварца и глинистых минералов группы монтмориллонита-20%. Доля данного класса в грансоставе составляет более 30%, с  $P_2O_5$  более 11% и  $K_2O$  – 3-4%.

Следует сказать, что руды с таким низким содержанием фосфора и сложным вещественным составом не перерабатываются на водорастворимые удобрения. Но они, опять же в силу своих особенностей, являются хорошим природным фосфорно-калиево-микро-элементным удобрением, особенно для кислых почв и выщелоченных черноземов. Чем меньше размер минеральных частиц и большая деградация, тем значительнее в них степень усваивания полезных компонентов растениями. Таким образом, процесс разрушения рудной фации, начавшийся еще в неогене и продолжающийся сегодня является положительным моментом в ходе природного обогащения полезного ископаемого. В противоположном направлении, снизу вверх идет постоянная поддержка почвенного комплекса для нормального его развития.

Рассмотрим протекающие процессы и явления связанные с ними подробнее. В неогене рудные пески испытывали, в основном, химическое выветривание, сопровождаемое тектоно-карстовыми процессами. Поверхностные воды, проходя через толщу кварцевого песка подкислялись и становились агрессивными по отношению к линзам железорудных минералов (в основном пирита). Их распад сопровождался выделением  $H_2S$ , что резко повышало реакционную способность сульфатно-хлоридных вод по отношению к нижележащей рудной пачке. В первую очередь разрушался свободный карбонат и карбонат глауконита. Затем следовало высвобождение железа, алюминия и межслоевого калия. Карбонаты и железо в силу повышенной миграционной способности выносились грунтовыми водами, накапливаясь в виде небольших тел окисленных руд, обрабатываемых до начала I<sup>ой</sup> мировой войны. Фосфор, по мере дезинтеграции фосфатов, переходил в растворы, которые выполняли освободившиеся полости глауконита. Это привело не только к механическому обогащению фосфором, но и его высокой (100%) усвояемости. Часть фосфора и калия растворов в ходе диагенеза стала замещать кальций известковых водорослей, что в итоге обогатило тонкодисперсную фракцию агроруд. Кварцевые пески предохраняя залежь от температурного влияния, способствуют развитию других процессов. Обеспечивая нормальный доступ поверхностных вод, они способствуют разбуханию глауконита в осенне-зимний период, и его разрушению весной и переводят P, K и микроэлементы в более растворимое состояние. Вместе с водами в залежь поступают почвенные бактерии родов *Pseudomonas*, *Micrococcus*, установленные на глубине 7-9,0 м. Разнообразные виды бактерий продуцируют глюконовую, уксусную, янтарную, молочную и другие виды

кислот. Благодаря не только кислотным свойствам, но и аккумулярующему влиянию нескольких функциональных групп, создающих комплексные соединения, характер действия органических кислот на минералы более разнообразный и активный, по сравнению с действием неорганических кислот [3,4].

В редких местах прямого контакта рудоносной фации песков и обычных черноземов, подкисляющую функцию кварцевых песков принимают на себя грунтовые воды, водоупором для которых служат глинистые сланцы карбона (глубины 5-10,0 м). Сезонные колебания влажности песков и глубина промерзания являются ведущими факторами дезинтеграции зерен фосфата и глауконита. Глубина проникновения поверхностных вод составляет 2,0-4,0 м и четко фиксируется прослоем сильноожеженного прослоя песчаника мощностью до 0,25 м. Корневая система растений углубляется в рудное тело на 0,5-1,0 м. Визуально проявляется негативное ее воздействие на качество руд. Наблюдается засорение толщ остатками корней, попадание земли и почвообразующих глинистых минералов. Эти факторы и вынос фосфора и калия растениями приводят к тому, что доля  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в верхнем пласте падает на 20-25%. Наряду с этим увеличивается агрохимическая ценность агроруд. Объяснением тому служит возрастающая роль в подпочвенном горизонте биологической составляющей – растений, бактерий и почвенных грибов. Данные химических анализов указывают, что в близповерхностных условиях доля подвижных и обменных форм калия возрастает на 30-40% и превышает показатели для данного типа почв по фосфору в 8-20, по калию в 70-90 раз. Проведенные полевые испытания при внесении водорастворимых химических удобрений и агроруд указывают на близкую сходимость урожайности различных культур в условиях засушливых степей.

Парагенез современных ландшафтов и древних рудоносных фаций достаточно хорошо изучен с точки зрения миграции рудных и почвенных компонентов. Выяснение действия взаимосвязей и их результирующий одновременный эффект на оба комплекса даст не только научный, но и как свидетельствуют агроруды Карповского месторождения, важный практический результат.

#### Список литературы

1. Блажук С.В., Брагин Ю.Н., Иванова В.А. Богатые фосфоритоносные морские россыпи Южного Донбасса. // Тр. III Международной научно-практической конференции "Природные и техногенные россыпи. Проблемы. Решения". - Симферополь: "Полипресс", 2007. - с. 82-85.
2. Брагин Ю.Н. Зернистые фосфориты Украины. - Симферополь: ИПП "Таврия", 2000. - 69 с.
3. Фосфор и калий в земледелии. // Проблемы микробиологической мобилизации. Международная научно-практическая конференция Чернигов, 12-14 июля 2004 г. -Чернигов-Харьков: 2004. - 250 с.
4. Япаскурт О.В. Предметаморфические изменения осадочных пород в стратифере: Процессы и факторы – М.: ГЕОС, 199.- 260 с.

**Блажук С.В. Прагенез древніх рудоносних фаций і сучасного ландшафту (Карпівське родовище фосфорит-глауконітових руд).** Система прямих і опосередкованих взаємозв'язків, що існують між фациями сучасного ландшафту і стародавніми рудоносними в північній степовій провінції України несе позитивну, нейтральну або негативну динаміку. Фосфорит-глауконітові агроруди і сучасний ґрунтовий біокомплекс в Південному Донбасі виявляють приклад позитивних контактів.

**Ключові слова:** рудоносна фация, сучасний ґрунтовий біокомплекс, система і характер взаємозв'язків, агроруда, позитивний ефект.



***Blazhuk S.V. Paragenesis of ancient ore-bearing facies and modern landscape (Karpovskoye deposit of phosphorite-glaukonite ores)***

Direct and indirect intercommunications system, existing between the modern landscape and ancient ore-bearing facies in the north steppe province of Ukraine carries a positive, neutral or negative dynamics. Phosphoritic-glauconitic agricultural ores and modern soil biocomplex in South Donbass is the example of positive contacts.

**Keywords:** ore-bearing facies, modern soil biocomplex, systems and character of intercommunications, agricultural ore, positive effect.

*Статья поступила в редакцию 25.07.2008 г*