Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1985, т. 104

УДК 551.263.1/2(477.61/62)

ЛИТОГЕНЕЗ УГЛЕНОСНЫХ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ РУДОНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ ГЛУБОКИХ ПРОГИБОВ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В.В.КИРЮКОВ, Н.В.ЖИКАЛЯК

Изучение состава, строения, условий образования и изменения осадочных формаций окраинных частей платформ, с учетом неразрывной связи их развития с тектоническими движениями в бассейне осадконакопления и в прилегающих складчатых и платформенных областях, позволяет выяснить закономерности размещения связанных с ними месторождений и проявлений полезных ископаемых. Особенности литогенеза угленосных и рудоносных формаций глубоких прогибов южного обрамления Восточно-Европейской платформы наиболее четко отражены в Днепровско-Донецкой структурно-формационной области, входящей в крупный Доно-Днепровский прогиб [2]. В верхнем карбоне и нижней перми осадконакопления на большей части Украинского щита не происходило. Щит служил основным источником сносимого обломочного материала, о чем свидетельствует, например, однонаправленное уменьшение доли песчаных пород в разрезах араукаритовой (от 60 до 30 %) и картамышской (от 80 до 2 %) свит в направлении с юга (Кальмиус-Торецкая котловина) на север (северное крыло Бахмутской котловины). Воронежский щит в карбоне и перми, по-видимому, не оказывал существенного влияния на состав терригенных отложений Доно-Днепровского прогиба, определяя как срединный массив палеогеографию и направление морских трансгрессий.

Нашими исследованиями, подтвержденными опытом детального геологического картирования с привлечением данных [1, 4, 5, 7] по составу, строению, особенностям образования и изменения в стратиграфическом разрезе отложений верхнего карбона и нижней перми в пределах северо-западного Донбасса, выделен комплекс формаций (см. таблицу, рисунок):

I. Угленосная формация верхнего карбона входит в состав мощной средневерхнекарбоновой угленосной мегаформации, завершая регрессивный этап ее развития, и приурочена в данном районе к нижней части исаевской свиты (до известняков N_2 или N_2^1). На юго-восточных окраинах Бахмутской котловины формация сложена неустойчивыми в разрезе и на площади карбонатно-песчано-глинистыми морскими (35 %), заливными (16 %) и переходными от континентальных к морским (до 50 %) отложениями с редкими пластами углей. Континентальные отложения, с преобладанием осадков заболоченных приморских низменностей, редко аллювия наземных русел и пестроцветных отложений застойных озер (до 1 %), слагают до 18 % разреза формации. Характерно уменьшение доли морских осадков (от 50 до 25 %) на юг, юго-запад и вверх

по разрезу. Мощность угленосной формации изменяется от 200 до 400 м, достигая максимума на южном крыле Главной антиклинали у юго-западного борта Кальмиус-Торецкой котловины и на северном крыле Артемовской антиклинали.

2. Пестроцветно-угленосная (слабоугленосная) формация имеет в верхнем карбоне самое широкое развитие и на юго-западном борту Кальмиус-Торецкой котловины четко прослеживается от верхней половины исаевской свиты до известняка P_1^1 (араукаритовая свита), на северо-восточных окраинах Бахмутской котловины - до известняков P_7. Формация отличается широким развитием осадков подводных выносов рек (20-35 %) и аллювия наземных русел (10-18 %), несколько меньше озерно-болотных осадков, представленных пестроцветными отложениями (до 6-10 %) и незначительно углем и углистыми породами. Отложения мелкого моря (15-20 %) представлены пластами биоморфных известняков и серыми горизонтально-слоистыми алевролитами и аргиллитами с мелкими пелециподами, изредка брахиоподами. Содержание лагунно-заливных фаций, сравнительно с другими, на площади более выдержано и в разрезе достигает 30-33 %.

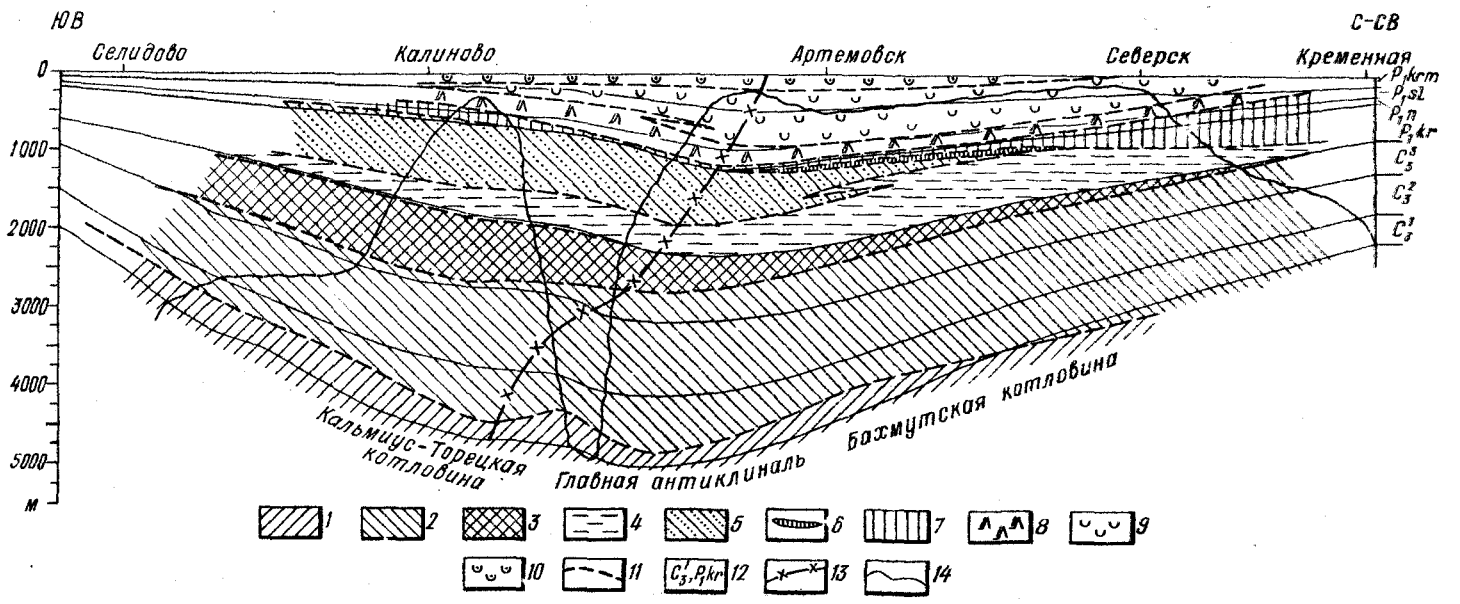
3. Пестроцветная паралическая формация приурочена к араукаритовой свите верхнего карбона, выделяется по увеличению в разрезе доли пестроцветных пород (более 25 %), развитых в виде четких горизонтов и линз. Широко развиты осадки подводных выносов рек (25-40 %) и лагун (20-25 %), уменьшается доля морских (4 %), заливных (14 %) и озерно-болотных (до 6 %) фаций. Угленосность практически отсутствует. Изредка встречаются тонкие (0,05-0,1 м) прослойки бурого угля. Мощность формаций изменяется от 60 м на северо-востоке Бахмутской котловины до 850 м в пределах юго-западного борта Кальмиус-Торецкой котловины.

4. Красноцветная меденосная формация сложена литотипами, отложившимися преимущественно в континентальных условиях предгорных и прибрежно-морских равнин. Отложения формации большей частью красноцветные, в верхней части разреза и в северо-восточном направлении возрастают мощность и количество сероцветных прослоев (от 1 до 10 %). В составе меденосной формации выделяются подформации.

А. Континентальная регрессивная подформация (уральский тип), приуроченная к нижней части картамышской свиты, сложена красноцветными песчано-алевритовыми отложениями лагунно-заливного побережья (30-40 %) и алевритоглинистыми осадками застойных и пересыхающих озер (40-65 %) с редкими прослоями сероцветных аргиллитов и алевролитов лагунно-заливных фаций и баровых песчаников. Для верхней части подформации характерно наличие горизонтов ископаемых почв мощностью 0,3-1,6 м.

Б. Континентальная трансгрессивная подформация (джезказганский тип) наиболее полно представлена в Кальмиус-Торецкой котловине и на южном борту Бахмутской котловины, где она включает около двух третей объема картамышской свиты. Подформация четко выделяется по резкому увеличению в разрезе красноцветных средне- и мелкозернистых песчаников аллювиально-озерных фаций (от 25 до 80 %) с прослоями отложений озерно-лагунно-залив-

Система, отдел	Свита	Соотношение формаций в направлении юг-северо-запад–северо-восток	Группа формаций	Формации, подформации	Геотектоническая позиция	Климат	Преобладающая фациальная обстановка. Характерные ассоциации пород	Мощность, м	Полезные ископаемые
Нижняя пермь	Никитовская ($P_1 nk$) / Славянская ($P_1 sl$) / Краматорская ($P_1 km$)	7Б, 7А, 6, 5	Эпиконтинентальная	7. Галогенная: Б. Калиеносная	Осевые части прогиба	Аридный	Узкие мелководные лагуны. Каменная и калийная соли, ангидриты и алевролиты	80–250	Каменная и калийная соли
				7. Галогенная: А. Соленосная (галитовая)	Центр и внешний фланг прогиба		Система изолированных заливов и лагун. Каменная соль, ангидриты, известняки, аргиллиты, алевролиты	150–700	Каменная соль, гипс, ангидрит
				6. Сульфатно-карбонатно-терригенная	В пределах прогиба	Слабоаридный с периодами аридного	Мелководные полузакрытые заливы. Аргиллиты, алевролиты, доломиты, ангидриты	150–400	Доломит
	Картамышская ($P_1 kr$)	5, 4Б, 4А	Паралическая	5. Пестроцветная карбонатно-терригенная	В пределах всего прогиба		Мелкое материковое море, лагунно-заливные водоемы. Пестроцветные аргиллиты и алевролиты, известняки	60–440	Доломит
				4. Меденосная: В. Прибрежно-морская	Внешний фланг прогиба, реже его центральная часть		Лагунно-заливные водоемы морской сублиторали. Пестроцветные алевролиты, доломиты, известняки сульфатной минерализации	0–60	Медь (мансфельдский тип)
Верхний карбон	Араукаритовая (C_3^3)	3, 2	Континентальная	4. Меденосная: Б. Континентальная трансгрессивная	Внутренняя и центральная части прогиба	Слабоаридный	Озерно-аллювиальная, лагунно-дельтовая. Красноцветные песчаники, прослои алевролитов и аргиллитов	0–800	Медь (джезказганский тип)
				4. Меденосная: А. Континентальная регрессивная	В пределах всего прогиба		Озерно-лагунная. Аргиллиты, алевролиты, прослои песчаников	200–700	Медь (уральский тип)
	Авиловская (C_3^2)	2	Паралическая	3. Пестроцветная	Внутренняя и центральная части прогиба, частично его внешний фланг	Гумидный с признаками аридного	Озерно-лагунно-дельтовая. Песчаники, аргиллиты, алевролиты, прослои доломитов. Пестроцветные горизонты (20–30 %)	60–850	Цинковая и редкометальная минерализация (на восстановительных барьерах)
				2. Пестроцветно-угленосная (слабоугленосная)	В пределах всего прогиба		Прибрежно-морская. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки, редко прослои углей (0,2 %). Пестроцветные горизонты (до 6 %)	1100–2300	Уголь каменный
	Исаевская (C_3^1)	2, 1		1. Угленосная	Центр прогиба и его внутренний фланг	Гумидный	Прибрежно-морская полифациальная. Алевролиты и аргиллиты, песчаники, известняки, прослои углей. Пестроцветные горизонты (до 1 %)	В пределах верхнего карбона до 400	Уголь каменный



Формационный профиль по направлению Селидово – Кременная

1–10 – формации и подформации: 1 – угленосная; 2 – пестроцветно-угленосная; 3 – пестроцветная; 4–6 – меденосная (4 – континентальная регрессивная, 5 – континентальная трансгрессивная, 6 – прибрежно-морская); 7 – пестроцветная терригенно-карбонатная; 8 – сульфатно-карбонатно-терригенная; 9–10 – галогенная (9 – соленосная, галитовая, 10 – калиеносная); 11 – границы формаций; 12 – свиты; 13 – предполагаемая ось Донецкого прогиба; 14 – контур эрозионного размыва отложений верхнего карбона и нижней перми

ного побережья и застойных озер (15-40 %). В северном направлении мощность подформации постепенно сокращается за счет последовательного, от нижних слоев к верхним, замещения регрессивной подформацией. К периферийной части трансгрессивной подформации приурочены зеленовато-серые алевритопесчаные отложения аванделът и серые, зеленовато-серые глинисто-алевритовые осадки лагун (2-6 %).

В. Прибрежно-морская подформация (мансфельдский тип) локализуется в верхней части картамышской свиты. В пределах Бахмутской котловины подформация прослеживается на запад в виде маломощной извилистой лентовидной полосы. Представлена пестроцветными алевритоглинистыми осадками лагунно-заливных водоемов с единичными прослойками доломитов и известняков морской сублиторали. Максимально развита (до 60 м) в пределах локальных депрессий-заливов.

5. Пестроцветная карбонатно-терригенная формация характеризуется, сравнительно с меденосной, увеличением в разрезе содержания сероцветных пород (более 25 %) и карбонатных прослоев (до 10 %). Ее образование началось в конце картамышского времени на северо-востоке Бахмутской котловины, продолжалось в начале никитовского времени в центре Донецкого прогиба и в течение всего никитовского времени в пределах Кальмиус-Торецкой котловины. Формация представлена отложениями мелкого материкового моря (серые известняки и горизонтально-слоистые аргиллиты с фауной) и пестроцветными осадками лагунно-заливных водоемов. Для южных окраин прогиба характерны более прибрежные, главным образом, заливные условия седиментации.

6. Сульфатно-карбонатно-терригенная формация выдержана в разрезе в пределах всего прогиба, несколько расширяется на его южных и северных окраинах, где включает бо́льшую часть славянской свиты. Формация сложена преимущественно сероцветными песчано-глинистыми породами, включающими прослои доломитов или доломитовых известняков, а также пласты ангидритов и гипсов, участие которых вверх по разрезу и в северном направлении возрастает до 25-30 %. По простиранию, в пределах Восточно-Европейской платформы, описываемая формация, по-видимому, переходит в карбонатно-сульфатную.

7. Галогенная формация имеет весьма широкое распространение, ее накопление началось на западе Бахмутской котловины в никитовское время и продолжалось на большей части площади северо-западного Донбасса в славянское и краматорское время. К северным и южным окраинам прогиба и на восток галогенная формация переходит в сульфатно-карбонатно-терригенную и перекрывается трансгрессивно залегающими континентальными отложениями нижнего триаса. В составе галогенной формации установлены подформации [4, 5].

А. Соленосная (галитовая) подформация сложена преимущественно каменной солью (45-70 %) и ангидритами (20-25 %), включает пласты карбонатных и терригенных пород [4]. Максимальные мощности пластов каменной соли приурочены к средней части формации, когда солеродный бассейн охватывал обширную территорию и был наиболее устойчивым.

Б. Калиеносная подформация широко развита на западе Бахмутской котловины. Она начала накапливаться в пределах Днепровско-Донецкой впадины в раннекраматорское время и смещалась на восток в позднекраматорское время (в период формирования ангидритов T_3–T_5). В Бахмутской котловине подформация почти полностью (на 85–90 %) сложена соляными породами (в том числе 5–6 % калийной соли) с маркирующими прослоями ангидритов и алевролитов [4].

Анализ особенностей литолого-фациального состава, геотектонической позиции и климатических условий образования формаций и подформаций, выделенных в составе верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений, позволил выяснить основные закономерности формирования месторождений и проявлений угля, цинка, меди, ангидритов (гипсов), каменной и калийной соли, редкометальной и свинцово-цинковой минерализации в северо-западной части Донбасса.

Угленакопление (торфонакопление) в угленосной формации верхнего карбона связано с прибрежно-дельтовым ландшафтом и происходило на более ограниченных участках, в сравнении с нижележащими толщами донецкой мегаформации. Максимальная угленосность (0,8–1,2 %) приурочена к незначительным конседиментационным поднятиям как наиболее благоприятным для развития торфяников – преобладание автохтонного захоронения растительных остатков и ограниченный его вынос. В период формирования пестроцветно-угленосной формации в связи с активизацией движений в прогибе и увеличением их вертикальной амплитуды широкое развитие приобрели отложения дельт и русел, имеющие в разрезе, как правило, многоярусное строение [6]. Частая миграция дельт по площади препятствовала образованию прибрежных торфяных болот на обширной территории и приводила к разубоживанию отложившегося на месте или привнесенного органического материала. Его накопление изредка происходило на спокойном мелководье лагунно-заливных водоемов. Вероятно поэтому в разрезе угольные пласты o_3^3, p_3, p_5^1 нередко наблюдаются в почве вышележащих известняков или даже между отдельными их прослойками. При многократной стабилизации прогиба, вызванной незначительными поднятиями отдельных площадей (верхняя часть разреза формации), направление сноса не изменялось, что способствовало образованию локальных междельтовых торфяников (угольный пласт p_4). В позднеараукаритовое время (образование пестроцветной паралической формации) масштаб общего погружения Донецкого прогиба довольно резко уменьшился, что привело к уменьшению доли сносимого обломочного материала, упорядочиванию основных направлений его транспортировки, формированию водораздельных пространств, а наметившаяся аридизация климата способствовала быстрому разложению автохтонных органических остатков и образованию на равнинах мощных пестроцветных толщ. Угленакопление полностью прекратилось. В разрезе и на площади контакт пестроцветно-угленосной и пестроцветной формаций контролировал осаждение (в русловых депрессиях) и перераспределение на восстановительных барьерах цинка и редкометальной минерализации.

Детальное изучение выделенных в составе меденосной формации подформаций позволило выявить основные закономерности образования разнообразных по

форме и условиям локализации многочисленных рудопроявлений меди. В заливах или лагунах, как правило, отшнурованных от открытого моря барами, при образовании регрессивной подформации создавались благоприятные условия для захоронения органического вещества. Однако уменьшение подвижности прогибов и, по-видимому, снижение количества выпадающих осадков обусловили ограниченный привнос меди с континента (в виде сульфатов, гидрокарбонатов и коллоидных взвесей) и выпадение ее в осадок только на участках с максимальной концентрацией органического вещества (углистый аргиллит, бурый уголь) или на внутренних склонах баров. Нередко первоначальные концентрации меди значительно перераспределяются в процессе гипергенеза с образованием зоны вторичного сульфидного обогащения (Клиновское, Картамышское, „Медная руда" и другие рудопроявления).

При формировании трансгрессивной подформации некоторая активизация прогиба, увеличение количества выпадаемых осадков способствовали более интенсивному привносу комплексных соединений меди и образованию рассеянной минерализации на участках, содержащих достаточное количество восстановителей (в русловых депрессиях, дельтах, даже лагунах). Перераспределение седиментационной минерализации и образование рудных тел осуществлялось главным образом в стадию диагенеза и частично (на глубинах до 60-100 м) при катагенезе пород или под воздействием подземных вод. Первичные руды вскрыты единичными скважинами на глубинах от 130 до 715 м [3]. Меденакопление мансфельдского типа, приуроченное к прибрежно-морской подформации, происходило в обширных заливных водоемах при погружении дна палеобассейна, которое способствовало захоронению органического вещества и поступлению с континента соединений и коллоидных взвесей меди. Оруденение приурочено к алевролитам, аргиллитам и карбонатным породам прибрежных фаций и является седиментационно-диагенетическим [6]. Взаимоотношение прибрежно-морской подформации и пестроцветной карбонатно-терригенной формации контролирует свинцово-цинковую минерализацию, несколько смещенную (относительно медной) в сторону, благодаря различной геохимической подвижности этих элементов и неодинаковым значениям pH при их осаждении.

С формированием сульфатно-карбонатно-терригенной формации связано осаждение ангидритов. Гипсы возникли вторично за счет гидратации ангидритов. Интенсивность сульфатообразования увеличивается в вертикальном направлении, благодаря чему все разведанные месторождения ангидритов и гипсов локализуются в полосе, окаймляющей соленосную формацию. Осаждение натриевых солей обусловлено аридизацией климата, обмелением палеобассейна, его дальнейшей изоляцией от открытого моря. Этот процесс происходит за счет обменных реакций и пересыщения при испарении и ускоряется с переходом минеральных соединений в твердую фазу. Дальнейшая стабилизация прогибания Донецкого бассейна и господство засушливого климата приводит в позднекраматорское время к резкому сокращению площади солеродных лагун и обуславливает их локализацию только в осевых частях прогиба. На флангах, иногда в пределах всего прогиба (часов-ярский горизонт), происходит формирование коры выветривания, являющейся, по нашему мнению, основным ис-

точником калия. Интенсивность привноса калия с континента, по существу, обуславливает масштабы накопления калийных солей.

Выводы

Приведенный материал свидетельствует о довольно сложном, не выдержанном по площади литолого-фациальном составе отложений верхнего карбона и нижней перми Донбасса. В результате выделения формаций и подформаций установлена закономерная взаимосвязь и взаимообусловленность признаков литотипов с общим регрессивно-пульсационным развитием Доно-Днепровского прогиба и коренным изменением климата от типично гумидного субтропического к аридному. Каждая отдельная формация или подформация генетически тесно связана в нижней части с предшествующей, а в верхней - с последующей. В то же время некоторые формации характеризуются такими специфическими проявлениями литогенеза, как отложение меденосных горизонтов (меденосная формация) и соленакопление (галогенная формация). Установленные авторами и другими геологами формации и подформации играют главную роль в локализации месторождений и проявлений полезных ископаемых. Промышленная угленосность контролируется объемом и положением в стратиграфическом разрезе угленосной формации, обнаружение месторождений меди следует связывать в первую очередь с прибрежно-морской и континентальной трансгрессивной подформациями меденосной формации, а калийных солей - с верхнекраматорской калиеносной подформацией в западной части Бахмутской котловины и т.д. Взаимоотношение пестроцветно-угленосной и пестроцветной формаций контролирует цинковую и редкометальную минерализацию. С переходом меденосной формации в пестроцветную карбонатно-терригенную связано осаждение свинца и цинка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Ю.В., Бурьянова Е.З., Кутырев Э.И. Стратифицированные месторождения меди. СССР. Л., Недра, 1973. 312 с.

2. Геология угля и горючих сланцев СССР. М., Госгеолтехиздат, 1963, т. 1. 1210 с.

3. Грабянский В.В., Эдельман А.М. Медистые песчаники Донбасса. - В кн.: Рудоносность Русской платформы. М., Наука, 1965, с. 173-176.

4. Кореневский С.М., Бобров В.П., Супронюк К.С. и др. Галогенные формации северо-западного Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины и их калиеносность. М., Недра, 1968. 240 с.

5. Левенштейн М.Л., Бобров В.П. Калийные соли в галогенных отложениях нижней перми Донецкого бассейна. - Литология и полезные ископаемые, 1964, № 3, с. 72-84.

6. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. М., Изд-во АН СССР, 1962, т. 3. 550 с.

7. Феофилова А.П. Переход угленосных отложений в соленосные в западном Донбассе. - Тр. ГИН АН СССР, 1966, вып. 140. 175 с.