

А. В. Иванова

## Катагенез пород фанерозоя Днестровско-Прутского междуречья как следствие особенностей его геологического развития

*(Представлено академиком НАН Украины И. И. Чебаненко)*

*Розглядаються основні етапи тектонічного розвитку ДПМ і відповідні їм комплекси фанерозойських порід з вугільною речовиною, ступінь вуглефікації якої є відбиттям особливостей геологічного розвитку регіону.*

Настоящей работой автор стремится внести посильный вклад в изучение региона, недостаточно исследованного как в отношении его геологического строения и истории становления, так и с точки зрения нефтегазоносности слагающих его комплексов пород.

Изучаемая территория расположена в пределах Западного Причерноморья [1], характеризующегося сложным геологическим строением. Оно определяется высокой степенью тектонической активности, которая проявлялась в зоне сочленения древней Восточно-Европейской платформы (ВЕП) и молодой Мизийско-Скифской плиты на всем протяжении их геологического развития. Здесь выделяются крупные структурообразующие элементы: Преддобруджинский прогиб (ПП), включающий Алуатский и Каменский грабены, Нижнеднестровскую и Сулинскую депрессии, Орехово-Суворовский и Змеиный выступы, а также Нижнепрутский выступ, который относится к северо-восточному погружению складчатого сооружения Северной Добруджи.

Согласно тектонической схеме [2], Днестровско-Прутское междуречье (ДПМ) включает Придобруджинский прогиб с Алуатским и Саратовско-Тузовским грабенами, разделенными Ореховской перемычкой, Кагул-Болградско-Килийско-Вилковскую зону поднятий и Нижнепрутский выступ, относимый к складчатой зоне Северной Добруджи. Приднестровская депрессия не входит в состав прогиба, а относится к южной окраине ВЕП.

А. Я. Радзивилл [3] рассматривает изучаемый регион как сложную краевую систему, черты развития которой обусловлены расположением в узле пересечения северо-западного (карпатского) и северо-восточного (крымского) направлений.

Следует отметить, что сложность строения и недостаточная изученность региона приводят к неоднозначному толкованию различными исследователями вопроса о южной границе ВЕП и соответственно о его тектоническом районировании.

В истории развития ДПМ выделяются байкальский, каледонский, герцинский, киммерийский и альпийский тектонические этапы с соответствующими им структурными комплексами [1, 2, 4, 5].

**На байкальском этапе** более масштабно проявился позднебайкальский цикл орогенеза, в результате которого опусканиями была охвачена достаточно широкая полоса древней платформы и сформировался перикратонный прогиб (Приднестровский [4]), выполненный песчано-глинистыми образованиями верхнего протерозоя и кембрия.

**Каледонский этап** тектогенеза проявился очень слабо и по существу явился частью позднебайкальских поднятий. Он характеризовался умеренными восходящими движениями,

способствующими формированию в пределах Преддобруджинской краевой системы слабо-выраженной платформенной структуры.

**Герцинский этап** ознаменовался погружением и накоплением в конце силура и нижнем девоне терригенно-карбонатной толщи пород. В среднем и позднем девоне началась общая инверсия, сопровождающаяся интенсивным магматизмом и дроблением на блоки. В это время закладываются Алуатский и Тузловский грабены. В раннекаменноугольную эпоху начался орогенный этап развития Северной Добруджи, которая в позднекаменноугольную эпоху и пермский период представляла собой уже расчлененную сушу. В пределах Преддобруджинской системы под влиянием этих процессов формировался компенсационный, а затем предгорный прогиб, накапливались терригенно-глинистые, сульфатно-карбонатные и карбонатные отложения от среднедевонского до раннекаменноугольного, возможно среднекаменноугольного, возраста. Нижнекаменноугольные отложения сохранились в восточной части прогиба.

С конца среднекаменноугольной эпохи до раннего триаса развитие Преддобруджинского герцинского прогиба характеризовалось, в связи с активными орогеническими процессами в Добрудже, некоторым общим воздыманием территории и связанным с ним перерывом в осадконакоплении [5]. В то же время, по данным [4], в перми–раннем триасе на территории ДПМ, исключая Нижнепрутский выступ, происходило накопление молассовой пестроцветной континентальной формации мощностью до 2 км. Развитие Западного Причерноморья происходило в условиях усиливающейся дифференциации тектонических движений, сопровождающихся образованием тектонических разломов и проявлением магматизма.

**Киммерийский этап** характеризовался погружением и накоплением в среднем триасе карбонатных и терригенных флишеидных осадков в северо-восточной части герцинской зоны Северной Добруджи, чему предшествовал кислый и основной магматизм. В интенсивные прогибания втягиваются и прилегающие районы ВЕП, где накапливаются карбонатные и песчано-глинистые осадки. В конце лейаса, вслед за умеренно проявившейся складчатостью и сводовыми поднятиями складчатой зоны, начал формироваться краевой прогиб, выполненный песчано-глинистыми и карбонатными отложениями средней и верхней юры. В поздней юре, в связи с ослаблением восходящих движений в складчатой области и компенсационных опусканий в прилегающей зоне, краевой прогиб приобретает черты пологой и широкой структуры, по мнению А. Е. Шлезингера (1968), типично платформенной.

В связи с последней активизацией орогенических движений в Северной Добрудже в конце поздней юры — начале мела прогиб приобрел черты предгорного и сместился в сторону платформы. Юрский прогиб замкнулся в раннем мелу в связи с тектоническими движениями в области Карпат (Д. Е. Панченко, 1965). С эпохи раннего мела как в Добрудже, так и в Преддобруджинском прогибе установился платформенный режим и сформировался единый осадочный чехол.

**Альпийский этап** знаменовался формированием платформенного чехла на всей территории Западного Причерноморья.

Представляет интерес, какова степень углефикации органического вещества (ОВ) и соответственно катагенеза вмещающих их разновозрастных отложений различных тектонических зон ДПМ. Для выяснения этого вопроса были проанализированы данные по изучению углей и угольных включений в породах фанерозоя ПП, Приднестровской депрессии и Нижнепрутского выступа (рис. 1). Данные по степени углефикации ОВ, заключенного в карбонатных и песчано-глинистых отложениях позднедевонского-раннекаменноугольного возраста Белолесского блока, были опубликованы ранее [6–8].



Рис. 1. Тектоническая схема ДПМ [2]:

1 — южная окраина ВЕП (цифра на схеме: 1 — Приднестровская депрессия); 2 — граница ВЕП и Мизийско-Скифской плиты; 3 — тектонические разломы; 4 — Адуатский (2) и Саратовско-Тузловский (3) грабены; 5 — Ореховский выступ (4) и Кагул-Болград-Килийско-Вилковская зона поднятий; 6 — Нижнепрутский выступ; 7 — сважины с данными ПОВ; Км — Каменская депрессия; Бл — Белолесский блок

Породы герцинского формационного комплекса опробованы в пределах Белолесского блока в восточной части Саратовско-Тузловского грабена (скв. 3-у, 4-у, 5-у, 6-у, Саратовская 6-р — 6-С, Восточно-Саратовская 3 — 3-ВС, Тузловская 2 — 2-Т, Балабановская 1 — 1-Б, 368) и Нижне-Прутского выступа (скв. 1-у). Стратиграфическое расчленение нижнекаменноугольных отложений откорректировано по данным М. В. Вдовенко (2007). Степень углефикации исследованных углей и угольных включений определялась по показателям отражения витринита (ПОВ), которые изменяются от 0,54 (скв. 4-у) до 1,22% (скв. 2-Т) в масляной иммерсии.

Данные витринитовой термометрии, полученные по предложенной А. В. Ивановой методике [9, 10], показали, что палеогеотермические градиенты осадочной толщи карбона территории Белолесского блока (по скв. 4-у, 5-у) составляют 75–75,3 °С/км. Они были достигнуты на глубине, практически не отличающейся от современной с амплитудой вертикальных перемещений от –40 до +112 м. Соответствующая толща пород мощностью около 1,8–2,6 км, обеспечившая максимум прогрева, могла накопиться до конца среднего

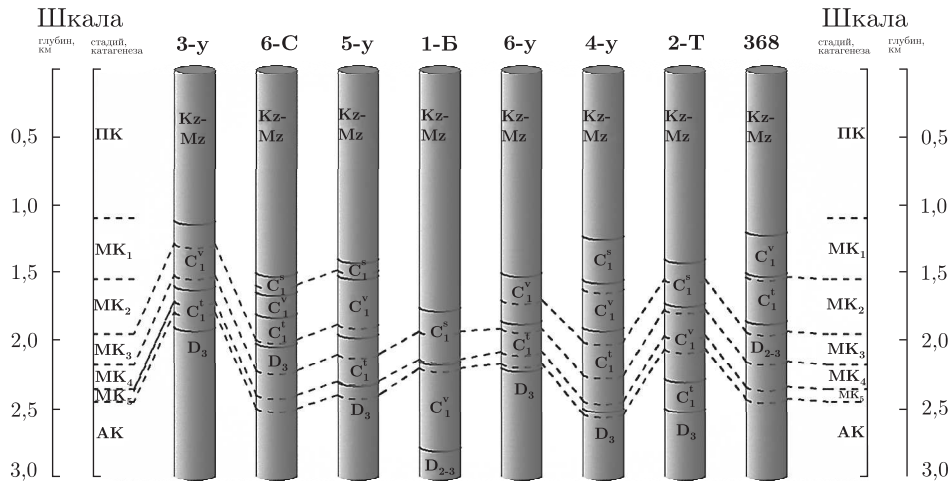


Рис. 2. Распределение зон катагенеза в разрезах скважин, вскрывших герцинский комплекс пород. *Сплошные линии* — возрастные границы; *пунктирные* — зоны катагенеза

карбона, когда, по мнению А. Т. Богайца и др. [5], в связи с некоторым подъемом территории наблюдался перерыв в осадконакоплении. Размыв накопившихся каменноугольных отложений, вызванный активизацией орогенических движений в складчатой области в астурийскую фазу тектогенеза, достигал величины 1,2–1,7 км. Если исходить из мнения, что на данной территории продолжалось накопление формации пермско-раннетриасового возраста [4], подъем и размыв толщи пород указанной мощности произошел на позднеорогенном этапе развития ПП (пфальцская фаза тектогенеза). Сохранившиеся от размыва нижнекаменноугольные и девонские отложения Белолесского блока находятся на стадиях мезокатагенеза (МК<sub>1</sub> — МК<sub>5</sub>) — апокатагенеза (АК) [7, 9]. Мощности зон катагенеза, полученные для скв. 4-у, 5-у, условно распространены и на другие участки блока с учетом фактических значений (ПОВ) в каждой конкретной скважине (рис. 2).

Герцинский формационный комплекс в пределах Нижнепрутского выступа вскрыт скважиной 1-у, в породах которой с глубины 583,6 м отобран образец с ОВ. Имеются весьма противоречивые мнения о возрасте этих пород: позднеюрский (данные Приморской ГРЭ, 1978), раннекаменноугольный [5, 11], позднедевонский [12]. Степень углефикации исследованного включения по ПОВ (0,61% в масляной иммерсии) соответствует стадии длиннопламенных углей. Это не противоречит данным А. Т. Богайца и др. [5], свидетельствующим о том, что карбонатно-песчаные образования в интервале 414–600 м подстилаются сильно дислоцированными, но слабо измененными карбонатными и песчано-глинистыми породами. С другой стороны, литолого-петрографические исследования вмещающих пород, проведенные здесь Днепропетровским институтом минеральных ресурсов, свидетельствуют о более высокой степени их катагенетического преобразования (до стадии отощенно-спекающихся и тощих углей) [11]. Выяснение этого вопроса требует дополнительных исследований.

Породы **киммерийского формационного комплекса** опробованы в пределах Саратовско-Тузовского (скв. Старотрояновская 1, 5-у) и Алуатского (скв. Червоноармейская 1, 2; Ореховская 1) грабенов, Приднестровской депрессии (скв. 7-у, 8-у) и Нижнепрутского выступа (скв. 2-у).

В скважине Старотрояновская 1 (1-СТ) в интервале глубины 1704–3946 м вскрыты карбонатные и песчано-глинистые отложения поздне триасового возраста. Данный интер-

вал пород относится к трудовой свите карнийского яруса позднего триаса [12]. По данным Причерноморской ГРЭ (1982), верхняя часть толщи датируется поздней юрой. Замеренные значения ПОВ для данного интервала глубин в масляной иммерсии составляют от 0,51–0,52 до 0,73%. Целесообразно рассмотреть несколько вариантов развития событий.

Палеогеотермический градиент, определенный для всей опробованной толщи, составляет 15,4 °С/км, что предполагает последующий размыв накопившихся отложений верхнего триаса и, возможно, лейаса на 4,2 км. Затем на размытую поверхность откладывались платформенные образования средней-поздней юры и миоцен-четвертичные. Низкий палеогеотермический градиент мог быть связан с высокой скоростью накопления осадков. Но возникает вопрос, могла ли в течение поздне триасовой эпохи накопиться такая мощная, превышающая 7 км, толща пород.

По второму варианту вырисовывается следующая картина. Для нижней части толщи, имеющей заведомо поздне триасовый возраст, палеогеотермический градиент составляет 41,7 °С/км при глубине ее погружения на величину 684 м меньше современной. Это дает основание предположить дальнейшее погружение Каменской депрессии, замедление нисходящих движений и, возможно, некоторое поднятие в течение ранней — начале средней юры, а затем устойчивое погружение с накоплением средне-верхнеюрских отложений. Этот вариант, вероятно, более предпочтителен.

Не может исключаться и третий вариант, для обоснования которого нет достаточных данных. По данным [13], отложения триаса ( $T_{2-3}$ ) встречены скважиной 1-СТ на глубине около 2,2 км, а на глубине приблизительно 3,9 км вновь вскрыты верхи толщи триаса, что связано с наблюдаемым здесь взбросом с амплитудой около 1 км. В этом варианте значение ПОВ с глубины 3941–3946 м не может быть использовано для определения палеогеотермического градиента.

Распределение зон катагенеза в толще пород мезозойского возраста показано на рис. 3. Эти породы находятся на стадиях катагенеза ПК-МК<sub>3</sub> (вариант 1) и ПК — АК (вариант 2). Причем перекрывающие триас юрские отложения (вариант 2) с глубины около 1600 м также достигли стадии катагенеза МК<sub>1</sub>, но, вероятно, в менее напряженной геотермической обстановке.

В пределах Приднестровской депрессии осадочные образования позднего триаса вскрыты скважиной 8-у. Они содержат бурогольную органику (ПОВ на глубинах 1780–1847 м составляют 0,38–0,48%) и отвечают платформенным условиям накопления осадков в пределах южной окраины ВЕП.

Среднеюрские песчано-глинистые отложения, вскрытые в пределах Алуатского грабена, содержат включения ОВ, достигшего стадии длиннопламенных углей (ПОВ не превышают 0,52–0,62%). Невысокая степень катагенеза вскрытых на глубине около 3 км юрских отложений Алуатского грабена позволяет надеяться, что ориентировочно до глубины около 5 км они не претерпели воздействия палеотемператур выше 192 °С [7, 9]. В среднеюрских песчаниках Нижнепрутского выступа (скв. 2-у) на глубинах от 582 до 609 м обнаружена бурогольная органика (ПОВ 0,43–0,47%).

Песчано-глинистые и карбонатные отложения позднеюрского возраста как ПП (скв. 5-у, на глубине 1014 м ПОВ 0,3%), так Приднестровской депрессии (скв. 7-у, 8-у, на глубинах 1012–1110 м ПОВ изменяется от 0,19 до 0,5%) содержат бурогольную органику. Степень углефикации ОВ средне-позднеюрских образований характеризует платформенный этап развития ДПМ.

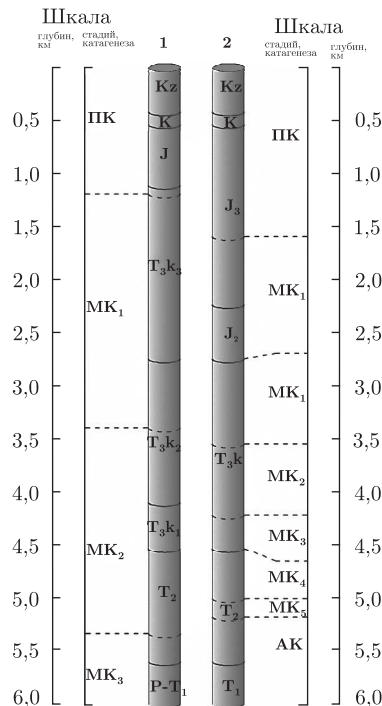


Рис. 3. Распределение зон катагенеза в разрезе скважины Старотрояновская-1, вскрывшей киммерийский комплекс пород (варианты 1, 2)

Разрез альпийского осадочного чехла, единого для молодой и древней платформ Западного Причерноморья, завершают карбонатные и песчано-глинистые отложения с бурыми углями (ПОВ на глубинах 366–419 м составляют 0,19–0,26%). Они вскрыты рядом скважин в пределах Нижнепрутского выступа (скв. 37, 41, 42, 44). Исходя из степени углефикации заключенного в них ОВ, они имеют, по-видимому, миоценовый возраст, что подтверждается и общегеологическими данными [2, 11 и др.], и характеризуют плитный этап развития этого региона.

Современные геотермические градиенты, которые определялись для Алуатского грабена, Килийско-Змеиной зоны поднятий и Нижнепрутского выступа, не превышают 24–38 °С/км [1, 14]. По данным [15], для Тузловской депрессии характерна величина геотермического градиента 25 °С/км, Орехово-Суворовского выступа — 30–35 °С/км.

Таким образом, впервые обобщены полученные автором данные витринитовой термометрии для герцинского, киммерийского и альпийского комплексов пород, характеризующие соответствующие этапы тектогенеза. Анализ полученных в объеме проведенных исследований результатов свидетельствует о том, что наиболее напряженный тепловой режим в пределах ПП связан с герцинской активизацией. Киммерийский тектогенез проявил себя, по-видимому, в поздне триасовую эпоху, некоторым повышением величины теплового поля, хотя и менее значительным. Начиная со среднеюрской эпохи, территория ДПМ характеризовалась платформенным режимом осадконакопления с близкими к современным геотермическими параметрами.

1. Соллогуб В. Б., Чекунов А. В., Пустильников М. Р. и др. Геология шельфа УССР. Тектоника / Отв. ред. В. Б. Соллогуб. – Киев: Наук. думка, 1987. – 152 с.

2. Чебаненко И. И., Довгаль Ю. М., Знаменская Т. А. и др. Тектоника Северного Причерноморья / Под ред. И. И. Чебаненко. – Киев: Наук. думка, 1988. – 164 с.
3. Майданович И. А., Радзивилл А. Я. Особенности тектоники угольных бассейнов Украины. – Киев: Наук. думка, 1984. – 120 с.
4. Павлюк М. І., Богаєць О. Т. Тектоніка і формації області зчленування Східно-Європейської платформи і Скіфської плити. – Київ: Наук. думка, 1987. – 152 с.
5. Богаєць А. Т., Палинський Р. В., Полухтович Б. М., Сафаров Э. И. Этапы развития и элементы структуры Предобруджинской краевой системы // Сов. геология. – 1977. – № 2. – С. 128–134.
6. Ivanova A. V., Zaitseva L. B., Radzivil A. Ya. Coal-bearing carboniferous deposits of the Foredeep Dobruđa // Геол. журн. – 1998. – No 1./2. – С. 223–228.
7. Иванова А. В. Порівняльна оцінка катагенезу осадочних порід регіонів з різною палеотектонічною активністю // Там же. – 1995. – № 2. – С. 33–35.
8. Иванова А. В., Зайцева Л. Б. Влияние окисленности карбоновых углей Предобруджинского прогиба на показатель отражения витринита // Литология и полез. ископаемые. – 2006. – № 5. – С. 489–493.
9. Иванова А. В. Методика обработки данных витринитовой термометрии для проведения палеогеотермических и палеотектонических реконструкций // Геол. журн. – 1992. – № 6. – С. 32–36.
10. Иванова А. В., Гаврильцев В. Б. Методика обробки даних вітринітової термометрії: Св. про реєстр. автор. права на твір № 32076 від 15.02.2010.
11. Бартошинская Е. С., Бык С. И., Муromцева А. А., Сывый М. Я. Угленосные формации карбона юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы / Под ред. С. И. Пастернак. – Киев: Наук. думка, 1983. – 172 с.
12. Астахова Т. В., Горак С. В., Краева Е. Я. и др. Геология шельфа УССР. Стратиграфия (шельф и побережье Черного моря / Отв. ред. Ю. В. Тесленко. – Киев: Наук. думка, 1984. – 184 с.
13. Вишняков И., Глушко В. В., Помяновская Г. М., Хижняков А. В. Структуры осадочного чехла юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы и ее обрамления в пределах Украины // Тектонические исследования запада Восточно-Европейской платформы. – Минск: Наука и техника, 1984. – С. 143–150.
14. Кутас Р. И., Бевзюк М. И. Новые результаты определения тепловых потоков на территории юго-запада СССР // Геофиз. сб. – 1979. – Вып. 87. – С. 68–74.
15. Осадчий В., Куровець І., Приходько О., Грицик І. Геотермобаричний режим та розміщення покладів вуглеводнів Південного нафтогазоносного регіону України // Геолог України. – 2007. – № 4. – С. 36–42.

Институт геологических наук НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 28.05.2010

**A. V. Ivanova**

### **Katagenesis of the Phanerozoic rocks of the Dniester-Prut watershed as a result of peculiarities of its geological history**

*The main stages of the tectonic history of the Dniester-Prut watershed and the associated Phanerozoic rocks with organic matter are discussed. The degree of coalification of the organic matter reflects the peculiarity of the geological history of the region.*