

УДК 550.491.36(476-13)

ЛИТОЛОГИЯ

Академик АН БССР А. С. МАХНАЧ, В. В. ПАНОВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРАХ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

В настоящее время при нахождении максимальных палеотемператур используются следующие методы: определение геотермических градиентов⁽⁹⁾, изучение степени метаморфизма витринита⁽¹⁾ и рассеянного органического вещества⁽¹³⁾.

В основу метода геотермических градиентов положены палеотектонические реконструкции и геотермические градиенты, фиксируемые в настоящее время в угленосных бассейнах, характеризующихся определенной стадией метаморфизма углей. Второй метод основан на изучении отражательной способности витринитов, характерной для отдельных стадий метаморфизма углей. Третий метод заключается в изучении степени метаморфизма рассеянного органического вещества (РОВ) в породах путем физико-петрографических исследований.

Полученные данные по степени метаморфизма витринита и РОВ увязывались с данными современных максимальных температур, фиксирующихся в скважинах, из керна которых отбирались образцы. На основании систематизации этих данных составлялась шкала палеотемператур и соответствующих им значений отражательной способности витринита и стадий метаморфизма углей. Необходимо заметить, что шкалы палеотемператур, предложенные в^(1, 2, 9), значительно расходятся между собой. Существенные расхождения между результатами лабораторного моделирования процессов метаморфизма и превращений органического вещества (торфа, бурых и каменных углей, богхедов) и величинами палеотемператур, полученными методами градиентов по витриниту, некоторые исследователи^(2, 8, 10) пытаются объяснить факторами времени. Однако концепция «времени» вызвала справедливые возражения^(6, 11).

Анализ материалов по структурно-геологическому развитию геосинклинальных областей, краевых прогибов и авлакогенов показывает, что в процессе их развития интенсивно формировались и периодически активизировались глубинные, нередко магмопроводящие разломы, что способствовало прогреву осадочных пород и заключенных в них водоносных горизонтов до высоких температур (превышающих 300°). Равномерному распределению тепла в осадочных породах в значительной степени способствовали отжатые седиментационные, поровые и связанные воды, которые под действием геостатических и геотермических факторов перемещались из наиболее погруженных зон геосинклиналей в приподнятые участки конседиментационных палеоструктур, а также в прибортовые зоны авлакогенов и геосинклиналей⁽¹⁴⁾.

Основываясь на этой концепции и используя сравнительные методы актуализма, мы провели анализ палеотемпературных изменений Припятской впадины. Он показал, что девонские отложения периодически прогревались до 300°. Для подтверждения этих данных позднее была изучена палеотемпература формирования эпигенетических минералов из различных горизонтов девона методом гомогенизации⁽¹⁵⁾. Значения палеотемператур, полученные этими двумя методами, оказались близкими (по первой методике — даже заниженными), — см. табл. 1.

Таблица 1

Палеотемпературы девонских отложений Припятской впадины

Скважина	Определение по витриниту		Метод гомогенизации		Метод сравнит. актуализма. t , °C	Стадия метаморфизма
	интервал отбора, м	R^a	интервал отбора, м	t , °C		
Верхнесолевые отложения						
Юревичская Р-1	1784–1789	—	3868–3881	350	250–275	Д
Речицкая Р-93	—	—	—	—	350–375	Г
Верхне-Первомайская Р-13	3111–3121	7,7–8,5	—	—	300–325	Г
Межсолевые отложения						
Шатилковская Р-3	3300–3303	—	—	—	300–325	Г
—	—	—	3233–3243	320	300–325	Г
Малодушинская Р-3	—	—	2665–2669	300	275–300	Д
Малодушинская Р-41	3481–3482	7,8	3965–3970	340–370	325–350	Г
Северо-Хойникская	1700	7,5	—	—	225–250	Д
—	—	—	1488–1492	340	—	Г
Заозерная Р-5	2761–2765	7,5	—	—	276–300	Д
Заозерная Р-3	—	—	2870–2850	300	275–300	Д–Г
Западно-Валавская Р-1	3565–3580	7,7	—	—	325–350	Г
—	—	—	2285–2294	285	250–275	Д
Подсолевые отложения						
Верхне-Первомайская Р-13	3111–3121	7,8	3981–4104	350	350–375	Г
Кнышевичская Р-1	3217–3219	8,7	—	—	300–325	Ж
Кнышевичская Р-3	—	—	3025–3028	325	300–325	Г
—	—	—	—	—	—	—
Светлогорская Р-1	—	—	4513–4521	360–380	350–375	Ж – К
Речицкая Р-74	3021–3025	7,8	—	—	300–325	Г
Сосновская Р-17	3649–3654	8,2	—	—	325–350	Г
Сосновская Р-21	—	—	3432–3440	330	300–325	Г
Вишайская Р-18	3555–3557	7,8	—	—	325–350	Г
—	—	—	3130–3150	340–350	300–325	Г
Золотухинская Р-2	4200–4206	7,8	—	—	350–375	Г
—	—	—	3337–3339	320	300–325	Г
Омельковщинская Р-6	2800–2805	7,3	—	—	275–300	Д
—	—	—	2878–2890	320	275–300	Г
Северо-Хойникская Р-7	3492–3494	8,5	—	—	300–325	Ж
—	—	—	3266–3277	320	300–325	Г
Копаткевичская Р-5	3000–3004	8,2	—	—	300–325	Г
—	—	—	2828–2833	325	275–300	Г
Скрыгаловская Р-1	3758–3765	7,8	—	—	325–350	Г
—	—	—	3640–3646	300	325–350	Г
Западно-Валавская Р-1	4415–4420	8,5–9,2	—	—	350–375	Ж – К
Юровичская Р-1	4357–4361	9,0	—	—	350–375	К

Для увязки палеотемператур, полученных методами актуализма и гомогенизации, с данными метаморфизма витринита авторами совместно с Л. А. Демидовичем и Ф. Я. Бенсманом было отобрано свыше 200 образцов из различных горизонтов девона Припятской впадины. Отражательная их способность была изучена Л. Ф. Ажгиревич и А. В. Жуковой. Исследования показали, что наибольшая степень метаморфизма, достигающая коксовой и жирной стадий метаморфизма ($R^a=8,5-9,2$), отмечается в Юревичской, Светлогорской, Западно-Валавской, Северо-Хойникской и других скважинах, вскрывших подсолевые отложения в погруженных зонах грабен-синклиналей на глубинах, превышающих 4300 м. На территории горст-антиклиналей растительные остатки подсолевых отложений метаморфизованы до газовой ($R^a=7,8-8,5$) и реже длиннопламенной стадий мета-

морфизма. В межсолевых отложениях наибольшим метаморфизмом витринита ($R^a=7,5-8,0$) характеризуются территории грабен-синклиналей и опущенные по разломам участки горст-антиклиналей. В целом же степень метаморфизма витринита в районах горст-антиклиналей преимущественно длиннопламенная. Из табл. 1 видно, что длиннопламенной стадии метаморфизма соответствует интервал температур 250–300, газовой 300–350 и жирной — свыше 350°.

В целях большей достоверности данных палеотемпературных реконструкций авторами осуществлен палеотемпературный анализ методом гомогенизации образцов скважин, пробуренных в Прикаспийской и Днепровско-Донецкой впадинах, в Урало-Волжской нефтеносной провинции, Иркутском амфитеатре, в Предгиссарском и Предкарпатском прогибах. Проведено сопоставление этих данных с материалами, полученными исследователями при изучении витринита и РОВ.

По Днепровско-Донецкой впадине было изучено 38 образцов галита (переданных Н. Е. Чуприным) из фаменской галогенной формации, залегающей на глубинах 1600–4500 м. Исследование образцов показало, что в зависимости от глубин залегания пород и структурного положения скважин по отношению к разломам палеотемпературы варьируют от 280 до 340°. Непосредственно в районе исследованных скважин степень метаморфизма витринита не изучалась. Эти работы были выполнены Н. П. Гречишниковым⁽³⁾ на площадях центральной и восточной зон Днепровско-Донецкой впадины, где изучены визейско-башкирские отложения карбона. На глубинах до 1700 м они метаморфизованы от буроугольной до длиннопламенной стадий ($R^a=6,3-7,4$) и на глубинах 2600–3390 м до длиннопламенной — газовой стадии.

В районах Волгоградского и Саратовского Поволжья изучен галит из пермской галогенной формации, вскрытой скважинами на глубинах 900–1600 м в пределах Тепловской, Светлоярской, Нижне-Иловлинской и других площадей. Значения палеотемператур варьируют от 260 до 310°. Отражательная способность витринита в этом регионе изучалась⁽⁸⁾ по образцам девонских и каменноугольных отложений. Девонские отложения в интервалах глубин 3900–5000 м характеризуются тощей стадией, на глубинах 2700–3500 м — жирной и на глубинах 1000–2600 м — газовой и длиннопламенной стадиями метаморфизма. Каменноугольные отложения, вскрытые на глубинах 1500–2300 м, характеризуются длиннопламенной и газовой стадиями метаморфизма витринита. На основании данных палеотемператур, установленных по галиту и путем пересчета палеоградиентов на разности глубин залегания между пермскими и каменноугольными и девонскими отложениями, можно полагать, что каменноугольные отложения в этом районе были прогреты до температур свыше 300°, а девонские — до 400°.

В Соликамской и Верхнепечорской впадинах Предуралья прогибы были изучены образцы галита из кунгурских отложений, отображенных в скважинах Соликамского и Верхнепечорского месторождений калийных солей. Изучение газовой-жидких включений показало, что отложения галогенной формации перми Соликамского месторождения были прогреты до температур 260–310°, а Верхнепечорского месторождения — до 315–325°. В Верхнекамской впадине степень метаморфизма витринита изучена по образцам каменноугольных отложений, а в Верхнепечорской — пермских, каменноугольных и девонских^(4, 7). Отложения карбона Соликамской и перми Верхнепечорской впадин метаморфизованы до газовой стадии. Отложения девона и карбона Верхнепечорской впадины метаморфизованы до газовой, жирной, а в пригеосинклинальной части впадины — до коксовой стадий метаморфизма.

По данным изучения образцов галита из кунгурской галогенной формации, отображенных из скважин Кенкиятской, Муртуковской, Ктасайской, Капской и других площадей Прикаспийской впадины, установлены палеотем-

пературы 260–320°, причем повышенные значения тяготеют к восточному борту Прикаспийской впадины.

Анализ галита из образцов нижнекембрийских отложений Иркутского амфитеатра показал, что вторичное изменение галита на Усть-Кутской площади происходило при 250–300°, а на Карауловской структуре — при 300–320°. На палеотемпературной карте, составленной Д. И. Дроботом⁽⁶⁾, для кровли галитовой толщи по степени метаморфизма РОВ показано, что Усть-Кутская площадь попадает в зону длиннопламенной, а Карауловская — газовой стадий метаморфизма.

Изучение образцов галита верхнеюрской галогенной формации Предгиссарского прогиба показало, что вторичные изменения этого минерала происходили при температурах 340–400°. Угли и углистые остатки в этих районах метаморфизованы до жирной, коксовой и тощей стадий.

Анализ и сопоставление приведенных данных по изучению палеотемператур методами отражательной способности и гомогенизации дает основание утверждать, что в природных условиях ступени перехода углей, витринита и РОВ от Б к Д, от Д к Г и от Г к Ж фиксируются соответственно при температурах 250, 300 и 350°.

Сделанные выводы о существовании высоких палеотемператур в нефтегазоносных и угленосных бассейнах подтверждают высказанное ранее мнение^(5, 12) о высокотемпературном варианте преобразования органического вещества в углеводороды. Приведенные данные не противоречат материалам лабораторных исследований по моделированию процессов превращений органического вещества (торфа, сапропеля, углей), проведенных исследователями в условиях повышенных (200–400°) температур и давлений.

Институт геохимии и геофизики
Академии наук БССР

Поступило
10 VII 1975

Белорусский научно-исследовательский
геологоразведочный институт
Минск

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. И. Аммосов, В. И. Горшков, В кн.: Проблемы диагностики условий и зон нефтеобразования. Тр. Ин-та геол. и разраб. горюч. ископ., М., 1971. ² Н. Б. Васильев и др., Вестн. МГУ, геол., № 6 (1969). ³ Н. П. Гречишников, Палеотемпературы зон нефтегазообразования, М., «Наука», 1975. ⁴ В. И. Горшков, Нефтегазовая геол. и геофиз., № 9 (1974). ⁵ А. Ф. Добрянский, В кн.: Превращения нефти в природе, Госстехиздат, 1958. ⁶ Д. И. Дробот и др., Геохимические критерии оценки перспектив нефтегазоносности докембрийских отложений юга Сибирской платформы, М., «Недра», 1974. ⁷ Г. С. Калмыков, Тр. Всесоюз. н.-и. геол.-разв. нефт. ин-та, в. 117, Пермь, 1972. ⁸ И. А. Карпов и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1973). ⁹ М. Л. Левинштейн, В кн.: Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР, т. 1, Госгортехиздат, 1963. ¹⁰ Н. В. Лопатин, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1971). ¹¹ С. Г. Неручев, Г. М. Парнарова, Геол. и геофиз., № 10 (1972). ¹² С. Н. Обрядчиков, Нефт. хоз., № 3–4 (1946). ¹³ Г. М. Парнарова, В кн.: Генезис нефти и газа, «Недра», 1967. ¹⁴ В. В. Панов, В кн.: Проблемы тектоники Припятского прогиба, Минск, «Наука и техника», 1974. ¹⁵ В. В. Панов, Докл. АН БССР, № 3 (1975).