

2. Лядова Р.А., Девингталь В.В. Серпуховско-башкирские отложения в камне Притон на р. Вишере (Северный Урал)/Перм. гос. ун-т. Деп. в ВИНТИИ.

3. Лядова Р.А., Девингталь В.В. Стратиграфия пограничных нижне-среднекаменноугольных пород в разрезе Притон // Методы геологических исследований: Тез. докл. науч.-техн. совещ./Обл. дом техники НГО. Пермь, 1984. С. 13 – 14.

4. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Каменноугольная система. Екатеринбург, 1993.

Получено 12.01.2000

УДК 551.24:551.73

А.В. Белоконь

КамНИИКИГС

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ИСТОРИИ РАЙОНА БУРЕНИЯ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ГЛУБОКОЙ ОПОРНОЙ СКВАЖИНЫ

На примере Тимано-Печорской глубокой опорной скважины (6903,5 м), пробуренной в районе Среднепечорского поперечного поднятия в пределах Западно-Соплесского газоконденсатного месторождения, решались задачи по адаптации историко-генетического метода моделирования к большим глубинам и обоснованию моделей нефтегазообразования в пределах южной части Печоро-Колвинского авлакогена.

В связи с развитием представлений о стадийности нефтегазообразования важное значение имеет установление стадий и подстадий катагенетической преобразованности органического вещества (ОВ) пород. Существующая нефтегеологическая шкала катагенеза базируется на шкале углефикации, в основе которой лежит отражательная способность витринита. Но так как в разрезе рассматриваемой нами Тимано-Печорской скважины витринит вообще не обнаружен, то данная реконструкция катагенетической зональности с построением соответствующих моделей позволяет внести ясность в процессы нефтегазообразования.

Процесс моделирования состоит из трех основных этапов.

1. Реконструкция истории погружения отложений (построение эпейрогенетических кривых). Процесс подготовки разреза скважины к реконструкции включает шесть основных операций:

1) изучение тектонической истории района. Своеобразие разреза района бурения Тимано-Печорской скважины обусловлено палеотектоническим положением в пределах ранне- и среднепалеозойского грабенообразного прогиба, являющегося продолжением Печоро-Кожвинского палеограбена на юго-восток, в сторону Уральской геосинклинали. Кровля венд-кембрийского фундамента в районе бурения Тимано-Печорской скважины залегает по прогнозным данным сейсмической разведки на глубине 7 850 м;

4) разовка разреза скважины в соответствии с геохронологической шкалой. Эта операция проводилась по геохронологической шкале, составленной ВСЕГЕИ - МГУ (1992). До глубины 6 903,5 м Тимано-Печорская скважина вскрыла отложения нижнего (лохковского яруса), среднего и верхнего отделов девонской систем, турнейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы, верхнего отдела пермской системы и четвертичные отложения;

3) анализ литологического состава пород. Вычисление процентного содержания пород в интервалах разреза проводилось по приведенной в разрезе мощности отдельных литотипов пород и по литературным данным /1/;

4) анализ коллекторских свойств. Для осадочных пород характерно необратимое компрессионное уплотнение, интенсивность которого замедляется по мере увеличения глубины залегания пород. Определение современной открытой пористости проводилось по данным исследования керна /1/, а также с использованием эмпирического экспоненциального выражения /2/:

$$N = N_{\max} e^{-0,45H},$$

где N – пористость на глубине H , %; N_{\max} – начальное значение пористости при $H = 0$, %; H – глубина залегания пород, км;

5) определение истинных мощностей отложений в период осадконакопления и оценка их изменения при дальнейшем погружении. Современные мощности могут значительно отличаться от первоначальных, т.к. являются результатом действия различных постседиментационных процессов. Для реконструкции мощностей использовались данные по пористости и уплотнению пород на стадии осадконакопления и диагенеза /2/. При этом принималось, что основное влияние на уменьшение мощности во время погружения оказало уплотнение за счет падения пористости под действием геостатического давления вышележащих отложений;

6) анализ перерывов в осадконакоплении. Наиболее значительный перерыв предшествовал эпохе среднедевонского осадконакопления. В целом же Тимано-Печорская скважина вскрыла наиболее полный разрез с близкими к **максимальным** мощностями всех подразделений;

7) определение скорости седиментации. Так как скорости осадконакопления являются одним из ведущих факторов, влияющих на глубину залегания отложений, степень уплотнения пород, величины пластовых давлений и расположение зон генерации нефти и газа, то определение их истинных значений имеет большое значение. Для определения истинных скоростей седиментации использовались реконструированные мощности (см. выше);

8) изучение влияния интрузий. Особенностью ниже-среднедевонской **части** разреза рассматриваемой скважины является значительное содержание интрузий. Мощность интрузий от единиц метров до 119 м. Тол мощностью больше 20 м - восемь. Возраст интрузивного комплекса определяется как послесаргаевский. Активная интрузивная деятельность обусловила проявление процессов контактового изменения вмещающих осадочных пород.

II. Реконструкция температурной истории отложений. Реконструкция палеотемператур в осадочном разрезе производилась по графикам изменения температуры фундамента, которая является функцией глубины, времени консолидации и времени завершения основного осадконакопления /3/. По рассчитанным значениям температур фундамента и температуры нейтрального слоя были определены геотермические градиенты в различные этапы геологической истории. С их помощью на графики прогибания были нанесены изотермы (рис. 1.).

III. Установление стадийности нефтегазообразования. Стадии и подстадии катагенетической преобразованности ОБ пород определялись с помощью "метода суммарного импульса тепла" /3/.

В результате проведенных реконструкций были получены две модели: модель геологического развития Тимано-Печорской скважины с учетом температурного влияния интрузий (рис.2,а) и без учета температурного влияния внедрившихся интрузий (рис.2,б). При построении последней модели средняя температура внедрившихся интрузий была принята равной 700 °С. Данные модели с большой вероятностью ограничивают область возможного нахождения истинной модели термической истории района бурения Тимано-Печорской скважины.

При анализе полученных моделей было определено, что истинная скорость седиментации нижнедевонских отложений составляла 154 м/млн. лет. В начале среднего девона породы вступили в главную зону нефтеобразования (ГЗН) при температуре 100 °С и глубине 2800 м. В позднедевонское время при температуре 150-160 °С и глубине 4700 м породы вышли из ГЗН и вступили в ГЗГ.

Скорость осадконакопления среднедевонских отложений - 189 м/млн. лет. Характерной особенностью района, где пробурена Тимано-Печорская скважина, является очень большая мощность среднедевонских осадков. Подошва среднедевонских отложений достигла ГЗН в начале позднего девона, находясь под действием температур 100°С на глубине около 3000 м, а вышла в середине позднего девона при температуре 150-160 °С. Верхняя часть среднедевонских отложений находится в ГЗН и в настоящее время.

Позднедевонские отложения (скорость осадконакопления приближается к 250 млн. лет) достигли градации катагенеза МК₁ в конце фамсского века на глубине 3200 м при температуре 100 °С и до сегодняшнего времени из ГЗН не вышли, находясь предположительно на стадии МК₂.

В настоящее время ГЗН располагается в интервале разреза 3200-4900 м. Данные границы являются реликтовыми, так как с конца позднего девона (470 млн. лет назад) не было значительного погружения отложений и породы, достигнув максимальных градаций катагенеза, сохранили их до настоящего времени. За это время произошло значительное выстуживание недр, связанное с уменьшением плотности теплового потока. Таким образом, высокие скорости конседиментационного опускания и поступления осадочного материала в авлакоген в средне- и позднедевонское время предопределили приуроченность ГЗН к относительно высоким температурам и глубинам.

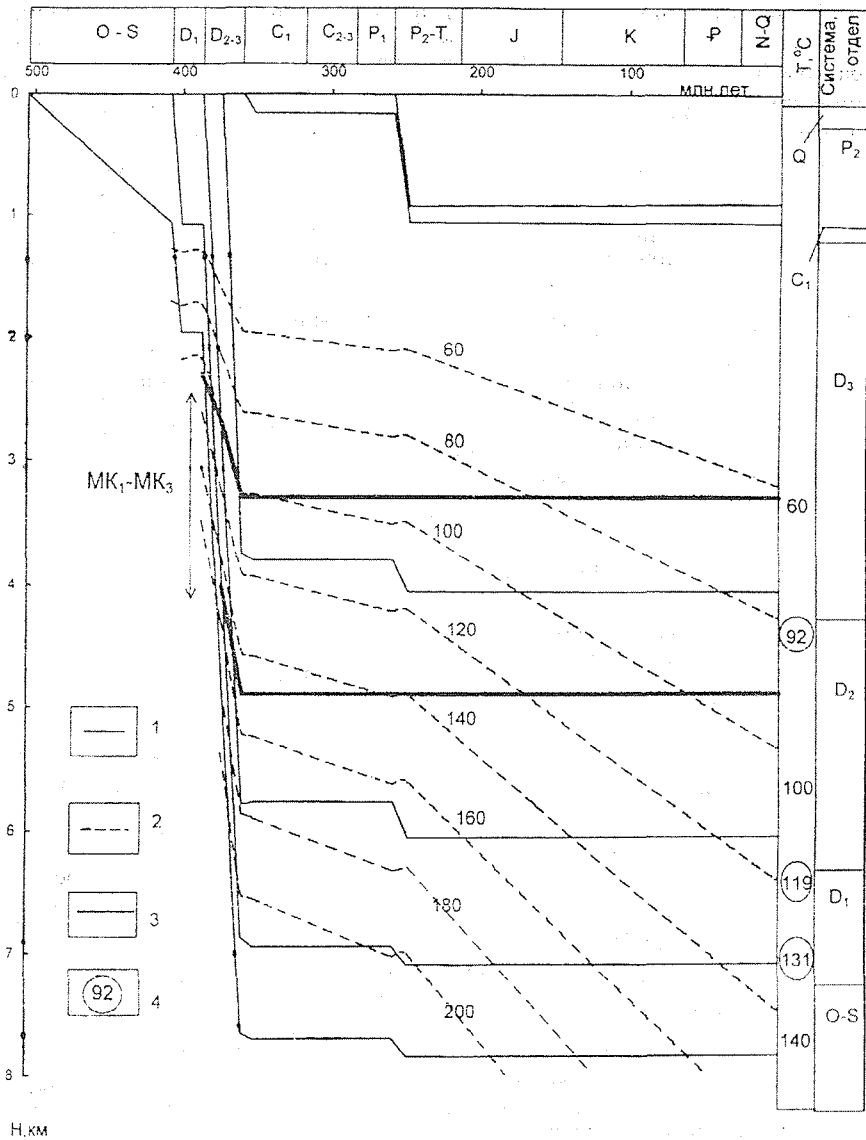


Рис. 1. Эволюция палеотемпературы и катагенетической зональности в осадочном разрезе Тимано-Печорской скважины (без учета внедрения интрузий): 1 – линии погружения отложений, 2 – линии равных палеотемператур, 3 – границы ГЗН, 4 – современные, замеренные температуры

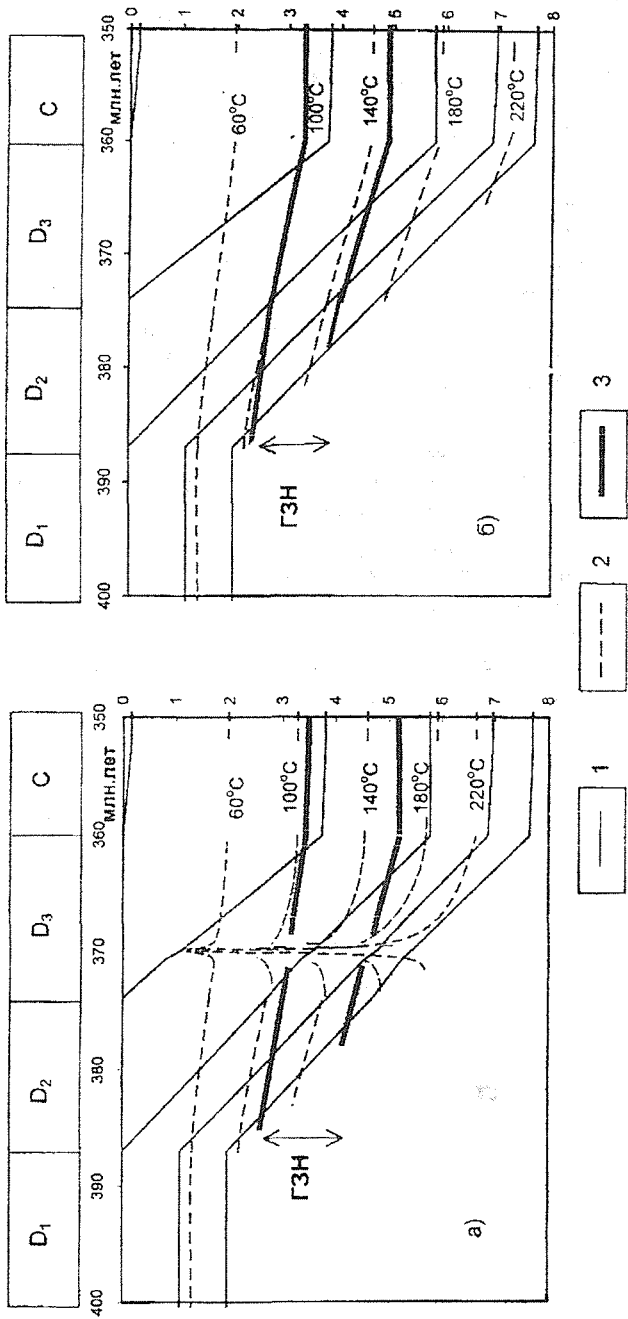


Рис. 2. Фрагмент тектонической и температурной истории силурийско-среднедевонских отложений Тимано-Печорской свазоны в девонское и каменноугольное время: а) с учетом внедрения интрузий; б) без учета внедрения интрузий. 1 — линии погружения интрузий, 2 — изотермы, 3 — границы ГЗН

Основные НГМП с небольшим потенциалом (ОВ менее 0,6%) сосредоточены в интервале 6,4-6,6 км. Тип ОВ - сапропелевый. Одной из причин низкого содержания ОВ, помимо условий осадконакопления, является внедрение интрузий. Их значительное количество привело к деструкции на границе с ними большого количества ОВ. К тому же горячие растворы и газы, выделяемые магмой при ее внедрении, могли повлиять на ранний метаморфизм пород, не находящихся на контакте с интрузиями.

В терригенных породах верхнекамбрийской подсистемы (инт.4387-4981 м) и изъельской свиты (инт.4134-4387 м) живецкого яруса значительную часть составляет гумусовое ОВ, максимальные концентрации которого отмечены в алевролитах (до 4,15%). Но так как отложения не испытывали действия градаций катагенеза более МК₃, тогда как для данного типа ОВ ГФН приурочена к градациям катагенеза МК₂-МК₄, то их НГМ потенциал полностью не реализован.

В результате проведенных исследований установлено, что в глубокопогруженных ниже- и среднедевонских отложениях, вскрытых Тимано-Печорской скважиной, не развивались условия для формирования НГМП с повышенной продуктивностью. В то же время обращающее на себя внимание широкое развитие миграционных жидких и газообразных УВ в нематеринских глубинных породах, возможно, является причиной вертикальной миграции из комплексов пород ниже забоя скважины.

Дальнейшие исследования позволят уточнить особенности процессов нефтегазообразования в районе Тимано-Печорской скважины.

Список литературы

1. Ехлаков Ю.А., Горбачев В.И. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность глубокозалегающих отложений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции/КамНИИКИГС. Пермь, 2000.
2. Петрофизика: Справочник/Под ред. Н. Б. Дортмана. М.: Недра, 1992.
3. Польстер Л.А., Висковский В.А. и др. Историко-генетический метод оценки перспектив нефтегазоносности. М.: Недра, 1984.

Получено 15.01.2000