

Мощность тарусско-стешевской части серпуховского яруса в скважине 18 128,3 м.

Получено 12.01.99

УДК 551.24:551.73/74.001.57(470.1)

А. В. Белокопъ (КамНИИКИГС)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПЕЙРОГЕНЕЗА ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ СИЛУРИЙСКО-ДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРА ПЕЧОРО-КОЛВИНСКОГО АВЛАКОГЕНА**

На основании анализа эпейрогенических кривых погружения, построенных с учетом уплотнения пород, и палеотемпературных и современных температурных условий рассмотрены история геологического развития и время проявления стадий катагенеза силурийско-нижнедевонских отложений севера Печоро - Колвинского авлакогена. Сделан вывод о благоприятных условиях для формирования нефтегазоматеринских толщ и процессов нефтегазообразования для нижней части девонских терригенных отложений.

Глубокопогруженные отложения силура и нижнего девона на севере Печоро-Колвинского авлакогена Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции фактически изучены только по материалам пробуренной на Харьягинском месторождении Колвинской глубокой параметрической скважины (забой 7052 м.). В результате выяснился низкий уровень знаний о геологическом строении и истории развития данных отложений /1/. В связи с этим можно предположить, что изучение их эпейрогенеза имеет важное значение. Известно, что тектонические эпейрогенические движения играют большую роль в процессах седиментации осадочных пород, формировании их мощности и состава, а также в развитии процессов генерации и аккумуляции УВ.

Наиболее оптимальным методом для восстановления истории геологического развития территории является метод построения эпейрогенических кривых погружения отложений с учетом температуры /2/. В основу данного метода положено представление о зависимости нефтегазообразования от температуры недр, закономерно увеличивающейся с глубиной и временем. Осуществление метода начинается с реконструкции осадочной и тектонической истории интересующей геологической толщи. Конкретный разрез скважины образует ось ординат, а по оси абсцисс откладывают абсолютное время в миллионах лет, отвечающее геологическому возрасту пород, слагающих разрез. Затем на диаграмме строятся кривые погружения стратиграфических подразделений или толщ. Эти кривые строят от нулевых мощностей, когда толща только начинает осаждаться. По мере

погружения в зависимости от мощности более молодых отложений более древние слои постепенно попадают на современные глубины.

Общепринято строить реконструкции по фактически установленным мощностям /3/. Однако с течением времени осадки подвергаются уплотнению под влиянием погружения, то есть по мере роста геостатического давления и температуры. При построении кривых погружения это необходимо учитывать хотя бы исходя из предположений. Известно, что уплотнение пород происходит в основном за счет уменьшения общей пористости осадочных пород. Пористость осадочных обломочных пород в период их образования варьируется в пределах 60-40 %, а в период основной геологической истории - 40-20%. Для осадочных пород характерно необратимое компрессионное уплотнение, интенсивность которого замедляется по мере увеличения глубины залегания пород. Общая закономерность изменения пористости  $K^H$  можно представить экспоненциальным выражением /4/:

$$K^H = K^{H_0} e^{-0,45H},$$

где  $K^H$  - пористость на глубине  $H$ ;  $K^{H_0}$  - максимальная пористость недоуплотненных пород.

В результате воссоздается качественная и количественная картина последовательного прохождения конкретными толщами различных глубинных интервалов и, следовательно, различных температурных зон. Для выяснения положения последних по оси ординат откладывают значения современных температур, растущих с глубиной. При отсутствии температурных наблюдений может быть использовано значение геотермического градиента. Таким образом определяется положение современных температурных зон в разрезе изучаемого района. Так как 500 млн. лет назад температура недр была выше на 20-40°C и более, то значения палеотемператур должны быть несколько увеличены по сравнению с современными /2/.

Данный метод достаточно прост и используемый в комплексе с геохимико-литологическими и палеотемпературными исследованиями позволяет выяснить историю нефтеобразования на фоне общей истории формирования нефтегазоносного бассейна. Однако необходимо иметь в виду, что метод имеет ограничения. Первое связано с перерывами, подъемами и эрозиями. При наличии в бассейне многократных и длительных перерывов реконструкция истории прогибания становится затруднительной и может иметь большие погрешности. Второе ограничение накладывают складкообразовательные процессы. Зоны, испытывавшие интенсивное влияние динамокатагенеза, должны быть исключены из анализа данным методом, так как в этом случае уровень катагенеза не будет прямо зависеть от глубины захоронения отложений.

На рисунке приведены эпейрогенические кривые погружения силурийско-нижнедевонских отложений района бурения Колвинской скважины. Автором при построении было учтено изменение мощности при уплотнении и размывах.

Скорость осадконакопления карбонатов нижнего силура составляла 47 м/млн. лет, верхнего силура - 85 м/млн.лет. Нижнедевонские терригенные отложения, представленные лохковским ярусом, накапливались со скоростью 230 м/млн. лет. Среди исследуемых глубокопогруженных отложений в районе бурения Колвинской глубокой параметрической скважины это максимальная скорость. После накопления силурийско-нижнедевонских отложений их подошва оказалась на глубине 3740 м. В это время произошел короткий (около 8 млн. лет) подъем, связанный с размывом пражского и эмского ярусов нижнего девона. Затем в эпоху среднего и верхнего девона (в течение 28 млн. лет) продолжалось опускание осадков со средней скоростью 79 м/млн.лет. Оно сменилось коротким (около 11 млн. лет) подъемом, связанным с размывом нижнекаменноугольных отложений. Следующий за этим пологий участок графика свидетельствует о регулярных размывах и перерывах в осадконакоплении вышележащих каменноугольных отложений. В этот период произошло внедрение интрузий долеритов в породы нижнего девона /1/. Автором было учтено изменение мощностей, связанное с этим событием. Начиная с пермского периода опускание шло с незначительным увеличением скорости до 17 м/млн. лет. Начиная с юрского периода погружение было незначительным (средняя скорость меньше 2 м/млн. лет). Это может быть связано с перерывами в осадконакоплении вышележащих ярусов и горизонтов. Так, меловые осадки представлены только нижним отделом. В настоящее время подошва нижнего силура по данным ВСП /1/ находится на глубине 7150 м.

В зоне диагенеза осадки нижнего силура пребывали до позднего силура. К началу осаждения нижнего девона нижний силур оказался в области катагенеза, а к середине поздней юры вышел из зоны мезокатагенеза и вступил в зону апокатагенеза. Осадки верхнего силура вышли из зоны диагенеза и вступили в катагенез в раннедевонское время. К настоящему времени из зоны мезокатагенеза они еще не вышли.

При опробовании нижнесилурийских сульфатно-доломитовых пород Колвинской глубокой скважины был получен приток воды с очень высокой насыщенностью сероводородом. Известно, что скопления восстановленных форм серы в водах находят там, где некогда существовали месторождения нефти и УВ газов, впоследствии уничтоженные окислительными процессами. Наиболее вероятным источником сероводорода в данном случае является процесс анаэробного восстановления сульфатов углеводородами нефти. В лабораторных условиях реакции такого типа осуществляются при температурах выше 130°C. Можно предположить, что начало ин-

Геологическое время, млн. лет

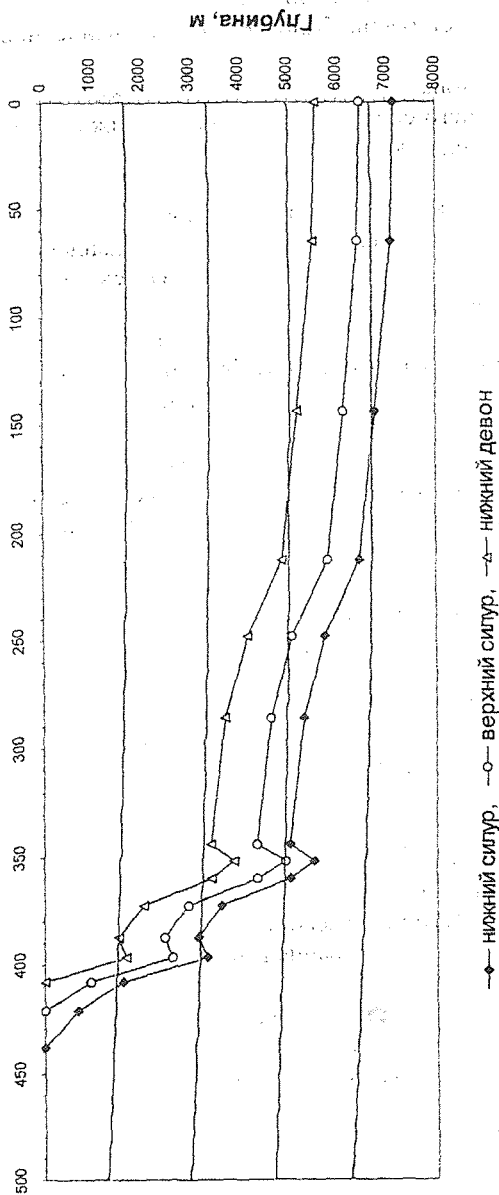


Рис. Эпейрогенетические кривые погружения отложений верхнего силура и нижнего девона в районе бурения Колвинской скважины

тенсивного образования сероводорода, связанное с процессом разрушения нефтяных УВ, началось в каменноугольную эпоху и происходило при резком погружении пород на большие глубины (более 4,5 км).

С нижнедевонскими отложениями связаны нефтегазоматеринские породы, которые вступили в протокатагенез к концу среднего девона. Быстрое захоронение способствовало сохранению органического вещества и благоприятствовало нефтегазообразованию. В настоящее время они находятся в области мезокатагенеза. В позднедевонское время нижнедевонские породы вошли в главную зону нефтеобразования и вышли из нее в среднеюрское время. Образовавшаяся нефть могла заполнить ловушки верхнего девона, карбона и перми. Начиная со среднеюрского периода нефтегазоматеринские породы вступили в главную зону газообразования.

Проведенное исследование указывает на различные режимы осадконакопления, прогибания и теплового воздействия для силурийско-нижнедевонских отложений севера Печоро-Колвинского авлакогена. Наиболее благоприятные условия для формирования нефтегазоматеринских толщ и процессов нефтегазообразования были отмечены для нижней части девонских отложений, которые могли внести вклад в развитие нефтегазонасности от верхнедевонских до пермских отложений, изучаемого района. Сделано предположение о возникновении сероводорода в силурийских породах за счет реакции сульфатов с углеводородами, которая началась в каменноугольное время.

#### Библиографический список

1. Новые данные по геологии нижнего девона и силура по результатам бурения Колвинской параметрической скважины/ Ехлаков Ю.А., Белоконь Т.В., Корбух Ю.А. и др.//Сов. геология. 1991. № 8. С. 86 -95.
2. Соколов Б.А. Эволюция и нефтегазонасность осадочных бассейнов. М.: Недра, 1977. С. 204 - 226.
3. Waples D.W. Time and temperature in petroleum formation: application of Lopatins method to petroleum exploration// Hydrocarbon generation and source rock evaluation. Oklahoma, 1982. P. 153-163.
4. Петрофизика: Справочник. М.: Недра, 1992. Т. 1. С. 75-77.

Получено 12.01.99