

А. А. ГОРЕЛОВ

О ВЛИЯНИИ ЛЕДНИКОВЫХ ПОКРОВОВ НА ПОРИСТОСТЬ ПЕСЧАНЫХ ПОРОД И ФОРМИРОВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

(Представлено академиком А. А. Трофимуким 27 V 1974)

Материковые ледники, как известно, покрывают огромные территории. Они характеризуются радиальным движением льда и плоско-выпуклой (щитообразной) поверхностью. Их мощность пропорциональна площади (длине) распространения. Площади четвертичных оледенений Фенноскандии и современных ледниковых покровов Антарктиды и Гренландии можно считать соизмеримыми. Следовательно, мощность четвертичных ледников в Европе была примерно такой же, как в Антарктиде и Гренландии, т. е. около 3000—4000 м.

В Западной Сибири четвертичные ледники занимали территорию от Карского моря до среднего течения р. Оби. На этой огромной территории, составляющей большую часть Западно-Сибирской плиты, мощность ледникового покрова была неодинаковой. На Севере толщина льда, видимо, достигала 2000—3000 м, тогда как в Среднем Приобье ледниковый покров имел незначительную мощность. Мощная ледяная толща увеличивала геостатическое давление примерно на 180—270 ат. Увеличение геостатического давления, как отмечали многие исследователи ((^{5-7, 10-13, 15}) и др.), приводит к уменьшению пористости и увеличению плотности пород. Отсюда следует, что четвертичные ледниковые покровы оказывали существенное влияние на коллекторские свойства песчаных пород продуктивных горизонтов и условия формирования залежей нефти и газа в северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, как известно — одной из крупнейших в мире (⁴).

Влияние ледниковых покровов на пористость песчаных пород можно рассмотреть на примере меловых и юрских отложений северной части Западно-Сибирской плиты, где в настоящее время выявлены крупные месторождения газа, нефти и газоконденсата. Пробуренные здесь поисковые и разведочные скважины вскрыли четвертичные, палеогеновые, меловые и юрские образования, суммарная мощность которых превышает 3500—4000 м. Вскрытая часть разреза сложена в основном терригенными породами. В верхней части осадочного чехла (до кровли сеноманского яруса) преобладают глинистые породы. Среди нижележащих отложений широко развиты пески, песчаники и алевролиты. Литологический состав пород нижней части разреза изучен лучше, чем верхней, так как в пробуренных скважинах керн отбирался главным образом из продуктивных горизонтов, приуроченных к сеноманскому ярусу и нижележащим отложениям нижнего мела и юры.

Строение, нефтегазоносность и литолого-петрографический состав пород продуктивных горизонтов месторождений северной части Западно-Сибирской плиты описаны во многих работах ((^{1-3, 8, 9, 14}) и др.). Продуктивные горизонты обычно представлены переслаивающимися песчаными, алевроитовыми и глинистыми породами.

Пески, песчаники и алевролиты иногда содержат значительное количество (до 50%) глинистого и карбонатного материала. Кластический материал в основном окатан слабо. Он состоит из кварца, полевых шпатов, обломков пород, слюды. Цементирующим веществом песчаников и алевролитов служат монтмориллонит, каолинит, гидрослюда, хлорит, кальцит и другие минералы. Типы цемента: базально-поровый, соприкосновения, пленочно-поровый и др.

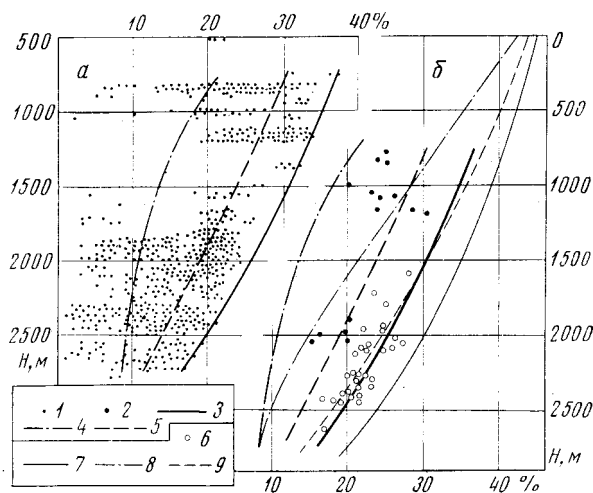


Рис. 1. Зависимость открытой пористости песчаных пород от глубины их залегания на месторождениях, расположенных: *a* — за Северным полярным кругом, *б* — в Среднем Приобье и за Северным полярным кругом. 1—5 — для *a*; 6—9 — для *б*. 1 — единичные значения; 2, 6 — средние значения, принятые при подсчете запасов; 3, 7 — бесцементные и слабощементированные песчаные породы; 4, 8 — сильноглинистые песчаные породы; 5, 9 — средние значения песчаных пород-коллекторов. Объяснение в тексте

Глинистые породы сложены преимущественно тонкочешуйчатыми агрегатами глинистых минералов — гидрослюдами, каолинитом, монтмориллонитом, пилитом и др. В глинах иногда содержится значительное количество (до 25% и более) песчано-алевритового материала, представленного кварцем, полевыми шпатами, обломками пород, слюдой.

Описанный литолого-петрографический состав пород продуктивных горизонтов рассматриваемой территории не отличается существенно от аналогичных отложений Среднего Приобья и других районов Западно-Сибирской плиты.

Физические свойства пород определялись в Центральной лаборатории треста «Главтюменьгеология» (Н. А. Пих и др.). По данным лабораторных исследований образцов пород Арктического, Ново-Портовского, Ямбургского, Мессояхского и других месторождений, расположенных за Северным полярным кругом, построены графики зависимости открытой пористости песчаных пород от глубины их залегания (рис. 1а). Разброс точек на графике можно объяснить неоднородностью обломочного материала, различным составом и количеством цементирующего вещества. Бесцементные или почти бесцементные песчаные породы обычно имеют большую пористость, чем песчаники, сцементированные глинистым или хемогенным цементом. Следовательно, кривая на графике, соединяющая наибольшие значения, характеризует изменения с глубиной открытой пористости бес-

цементных или почти бесцементных песчаных пород. Условно предполагается, что открытая пористость сильноглинистых песчаников изменяется с глубиной примерно так же, как сильнопесчанистых глин или глинистых алевролитов. По результатам лабораторных исследований керны из перечисленных выше месторождений построен график зависимости открытой пористости глинисто-алевритовых пород от глубины их залегания. Кривую, соединяющую средние значения открытой пористости глинисто-алевролитовых пород, можно принять за условную границу, разделяющую глинистые песчаники на коллекторы и неколлекторы (кривая 4). Между этими кривыми располагаются точки, которые соответствуют переходным разностям песчаных пород от бесцементных к сильноглинистым, т. е. от коллекторов к неколлекторам. Кривая 5 соединяет средние значения открытой пористости песчаных пород-коллекторов.

Открытая пористость песчаных пород, сцементированных хемогенным материалом, не всегда тесно связана с глубиной залегания. Иногда песчаники залегают вблизи дневной поверхности, но имеют сравнительно низкую пористость, что обусловлено минеральным составом, количеством и типом цемента. Следовательно, значения открытой пористости, соответствующие границе коллектор — неколлектор, будут неодинаковыми для песчаных пород, сцементированных хемогенным веществом и глинистым материалом. Особенно это относится к песчаным породам, залегающим в верхней части разреза.

По материалам треста «Главтюменьгеология» (Н. Ф. Береснев, К. В. Островская, О. А. Ремеев, Ф. З. Хафизов и др.) построена зависимость средних значений открытой пористости, принятой при подсчете запасов газа и нефти, от глубины залегания пород продуктивных горизонтов месторождений, расположенных за Северным полярным кругом (Арктическое, Ново-Портовское, Мессояхское и др.) и в Среднем Приобье (Усть-Балыкское, Западно-Сургутское, Правдинское, Мамонтовское, Мегионское, Самотлорское и др.). На этот график нанесены кривые, характеризующие изменение с глубиной открытой пористости песчаных пород северной части и Среднего Приобья Западной Сибири (рис. 16). Видно, что открытая пористость песчаных пород Севера примерно на 5—7% меньше, чем в Среднем Приобье. Так как в рассматриваемых районах Западно-Сибирской плиты однообразные породы залегают примерно на одинаковых глубинах, а их литолого-петрографический состав и условия накопления существенно не различаются, то такое уменьшение пористости, на наш взгляд, связано с пластической деформацией песчаных пород, возникшей в результате воздействия дополнительного геостатического давления, созданного четвертичными ледниковыми покровами.

Уменьшение пористости пород под воздействием ледниковых покровов способствовало отжатию воды и углеводородов из районов, перекрытых наиболее мощной толщей льда, к зонам, где давление ледникового покрова практически отсутствовало. Такими зонами являлись окраины ледника и шельфы морей. Если подземные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна в четвертичное время (как и в современное) двигались с юга на север, то, вероятнее всего, отжатые воды и углеводороды также двигались преимущественно в северном направлении, в сторону континентального шельфа Карского моря.

Таким образом, четвертичные ледниковые покровы привели к уменьшению пористости пород и создали дополнительный импульс для отжатия и движения воды и углеводородов. Это дает основание считать, что в пределах континентального шельфа Карского моря песчаные породы продуктивных горизонтов, видимо, будут характеризоваться более высокими коллекторскими свойствами. При наличии структурного и других благоприятных факторов здесь могли сформироваться крупные залежи углеводородов.

Дополнительное геостатическое давление, создаваемое ледниковыми

покровами, необходимо учитывать при оценке коллекторских свойств песчаных пород, изучении условий формирования и закономерностей размещения залежей нефти и газа, выбора направлений поисково-разведочных работ и решении других вопросов нефтегазовой геологии.

Тюменский индустриальный институт

Поступило
12 V 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. В. Альперович, Л. Н. Зырянов и др., Нефть и газ Тюмени, в. 11, 10 (1971).
² Н. И. Байбародских, И. Г. Левченко и др., В сб.: Природный газ Сибири, в. 1, 8 (1969).
³ Т. А. Ибрагимова, К. В. Островская, Проблемы нефти и газа Тюмени, в. 18, 12 (1973).
⁴ Т. М. Кабакова, Ф. К. Салманов, А. Г. Юдин, Тр. Зап. Сиб. н.-и. геол.-разв. нефт. инст., в. 70, 7 (1973).
⁵ П. А. Карпов, Литол. и полезн. ископ., № 5, 118 (1964).
⁶ П. А. Карпов, А. Г. Габриэлян, Геол. нефти и газа, № 6, 41 (1969).
⁷ В. Л. Комаров, Д. В. Постников, ДАН, т. 159, № 1, 106 (1964).
⁸ Н. Х. Кулахметов, С. А. Гудкова, В. И. Кислухин, Тр. Зап. Сиб. н.-и. геол.-разв. нефт. инст., в. 58, 140 (1972).
⁹ И. И. Нестеров, Ф. К. Салманов, К. А. Шпильман, Нефтяные и газовые месторождения Западной Сибири, М., 1971.
¹⁰ Б. К. Прошляков, Геол. нефти и газа, № 12, 24 (1960).
¹¹ Е. И. Стегюха, Уравнения корреляционных связей между физическими свойствами горных пород и глубиной их залегания, М., 1964.
¹² Э. Э. Фогтади, Геология нефти и газа, № 4, 39 (1957).
¹³ К. Р. Чепиков, Е. П. Ермолова и др., Постседиментационные преобразования пород-коллекторов, М., 1972.
¹⁴ С. И. Шишигин, Тр. Зап. Сиб. н.-и. геол.-разв. инст., в. 62, 90 (1972).
¹⁵ В. Энгельгардт, Поро-
вое пространство осадочных пород, М., 1964.