Доклады Академии Наук СССР
1954. Том XCIX, № 6

ГЕОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН СССР М. А. КАПЕЛЮШНИКОВ

К ВОПРОСУ О МИГРАЦИИ И АККУМУЛЯЦИИ РАССЕЯННОЙ НЕФТИ В ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ

В связи с возрастающим объемом разведочных работ и достижениями в технике бурения нефтяных и газовых скважин, дающими возможность производить разведку нефти и газа на больших глубинах (свыше 6000 м) перед научными работниками встанут новые вопросы, правильное решение которых будет определять темпы добычи нефти. При изучении физического состояния пластовых жидкостей, пород и их взаимодействия на больших глубинах придется встречаться с высокими давлениями и повышенными температурами. В этих условиях, возможно, по-новому будет трактоваться миграция и аккумуляция нефти в нефтяном пласте.

С 1948 г. нами изучалось физическое состояние нефти, газа и воды при давлениях до 500 атм. и температурах до 100°. Проведенными исследованиями установлено, что:

1. При смешении нефти с газом под высоким давлением в определенных условиях происходит переход нефти в газовое состояние.

2. Критическое давление системы нефть — газ в присутствии породы в наших опытах снижалось до 42%, что мы считаем результатом адсорбирующего действия породы.

3. Установлено, что степень дисперсности минералов в пласте сильно влияет на переход системы в критическое состояние, т. е. с увеличением удельной поверхности минералов критическое давление уменьшается.

4. В условиях критических давлений находящиеся в нефтяном пласте вода и соли также переходят в газовое состояние и переносятся вместе с газом и переведенной в газовое состояние нефтью к местам пониженного давления пласта.

5. Величина критического давления смеси нефть — газ в разных точках нефтяного пласта бывает различна как в направлении падения пласта, так и по его простиранию. Критическое давление смеси зависит от наличия в системе различных компонентов. Например, присутствие в смеси смол и асфальтенов повышает, а присутствие минералов снижает критическое давление. При снижении давления в смеси ниже критического из нее выпадает жидкая фаза до тех пор, пока в оставшейся системе нефть — газ не установится новое равновесное состояние в растворе между молекулами; дальнейшее снижение давления в смеси будет вызывать каждый раз новое нарушение равновесия в оставшемся растворе и выпадение жидкого компонента более легкого удельного веса. Из вышесказанного видно, что при ступенчатом снижении давления ступенчато будет снижаться удельный вес выпадающего жидкого компонента. Это явление объясняет нам причину закономерного изменения удельного веса нефтей в многопластовых месторождениях, залегающих на больших глубинах. Кроме того, направление снижения удельных весов по месторождению может указать нам направление движения находящейся в критическом состоянии смеси нефть — газ, всегда движущейся к местам пониженных давлений нефтяного пласта.

Микротрещины и микропоры служат каналами, по которым может совершаться миграция нефти в пласте. Как известно, миграция жидкостей в пласте зависит от их физических свойств, величины и формы поперечного сечения каналов, их длины, состояния поверхности и т. п. П. П. Авдусиным было показано, что добавка 5%, монтмориллонитовой глины к образцу, состоящему из чистого кварцевого песка размерами зерен от 1 до 0,5 мм, снизила проницаемость образца в 30 раз, а добавка к тому же образцу 15% той же глины сделала его совершенно непроницаемым для белого, очищенного вазелинового масла.

Многочисленные исследования указывают на то, что миграция жидкостей сквозь микропоры и микротрещины весьма затруднительна. Однако переведенная в газовое состояние нефть свободно мигрирует по микротрещинам и микропорам. Пленочная, капиллярно-удержанная и рассеянная в нефтяном пласте нефть при прокачке сквозь него под соответствующим давлением газов, каковыми могут быть тяжелые нефтяные газы, гомологи метана, углекислый газ и др., переходит в газовое состояние вследствие явления обратного испарения. Газ вместе с растворенными в нем нефтями (пленочной рассеянной и др.), двигаясь к местам пониженных давлений нефтяного пласта, выделяет растворенную в нем жидкую нефть, которая, выпадая из раствора, будет аккумулироваться в подземных резервуарах, представленных песками, песчаниками, пористыми известняками и другими пористыми породами. Это явление может происходить и в призабойной зоне и в местах разрывов пласта, а также вдоль каналов движения нефтегазовой смеси.

Исследованиями установлено наличие в нефтяном пласте большого количества рассеянной, пленочной, капиллярно-удержанной и других нефтей, механизм извлечения и аккумуляция которых представляют большой научный и практический интерес. По нашим исследованиям, перечисленные выше нефти в большей своей части могут быть извлечены из недр путем предварительного перевода их в газовое состояние.

При циркуляции в месторождении тяжелых нефтяных и других газов при давлениях выше критического вся находящаяся в пласте нефть переводится в газовое состояние. Исследования показали, что присутствие породы в системе нефть — газ в той или иной степени снижает критическое давление смеси ввиду адсорбционного действия породы; вследствие этого будут адсорбироваться в различном количестве смолы, что вызовет в разных местах нефтяного пласта различные давления, что в свою очередь вызовет движение нефти по пласту ([1]). Мигрируя в больших количествах по месторождению, газы вместе с растворенной в них нефтью движутся к местам пониженного давления пласта, где в зависимости от величины снижения давления выпадает жидкая нефть.

Таким образом, миграция нефти по нашим представлениям происходит в двух фазах:

1. Сначала газы, циркулирующие в месторождении, растворяют рассеянную, пленочную, капиллярно-удержанную и свободную нефть.

2. Смесь газа с растворенной в нем нефтью, двигаясь к местам пониженного давления пласта, выделяет смолы и асфальтены, а при дальнейшем снижении давления более легкую жидкую нефть. Смолы и асфальтены осаждаются на поверхности песчинок породы, а нефть аккумулируется в подземных резервуарах, представленных песками, песчаниками, известняками и другими пористыми породами.

Институт нефти
Академии наук СССР

Поступило
13 X 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] М. А. Капелюшников, Т. П. Жузе, С. Л. Закс, Изв. АН СССР, ОТН, № 11 (1952).