

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Н.А. Скибицкая*, В.А. Кузьмин*, М.Н. Большаков*,
О.Ю. Баталин*, И.А. Бурханова*, О.О. Марутян*, Л.А. Зекель**
*ИПНГ РАН, **ИНХС РАН

Известно, что характер разработки нефтяных месторождений, величина остаточных (не извлекаемых) запасов нефти и их возможное распределение в залежах в большой степени определяются структурой порового пространства пород, слагающих эту залежь, а значит и структурной характеристикой заполняющих поровое пространство флюидов.

В породах высокопористых крупнопоровых, отличающихся высокой степенью и объемами нефтенасыщения, структура порового пространства существенно отличается от капилляроподобной и является ярко выраженной четочной. В таких породах отношение среднего диаметра пор к среднему диаметру поровых каналов много больше единицы ($d_{пор}/d_{кан} \gg 1$). В породах пористых и даже высокопористых, но мелко- и субкапиллярнопоровых, размеры пор не намного превышают размеры поровых каналов. Структура порового пространства в них приближается к капилляроподобной, а отношение среднего диаметра пор $d_{пор}$ к среднему диаметру поровых каналов $d_{кан}$ стремится к единице ($d_{пор}/d_{кан} \rightarrow 1$).

Чем более крупнопоровым является коллектор, тем большим отношением $d_{пор}/d_{кан}$ будет характеризоваться структура его порового пространства и тем большую величину коэффициента остаточной нефтенасыщенности (Кн.о.) он будет иметь. Чем более субкапиллярнопоровым будет коллектор, даже при достаточно высокой пористости, тем ближе к 1 будет стремиться отношение $d_{пор}/d_{кан}$ и тем меньшую величину остаточной нефтенасыщенности (Кн.о.) он будет иметь. Это подтверждается достаточно тесной ($r = 0,86$) корреляционной связью $Кн.о. = f(d_{пор}/d_{кан})$ (рис. 1).

При одной и той же открытой пористости, величина эффективной пористости $Кп.эфф.$ субкапиллярнопорового коллектора будет существенно меньшей за счет его более высокой водонасыщенности. Но при этом величина остаточной (не извлекаемой) нефтенасыщенности тонкопорового (субкапиллярнопорового) коллектора будет значительно ниже по сравнению с коллектором крупнопоровым. И, в конце концов, это приводит к выравниванию их динамических поровых объемов, то есть к выравниванию предельно извлекаемых запасов нефти при существующих способах нефтедобычи. Таким

образом, при существенном преобладании на месторождениях геологических запасов в крупнопоровых проницаемых коллекторах над геологическими запасами в тонкопоровых низкопроницаемых коллекторах их предельные потенциально извлекаемые объемы будут близки по величине. Это достаточно важно, так как основные мировые запасы приурочены к месторождениям со сложно построенными коллекторами.

Существующие технологии добычи нефти, такие как законтурное и внутриконтурное заводнение, разработка на режиме активного подъема ВНК, режиме естественного падения пластового давления, в том числе и тепловые методы (в случае добычи высоковязких нефтей), не позволяют преодолеть КИН выше объемов добычи нефти в пределах их динамических, непрерывно связанных в поровом пространстве объемов.

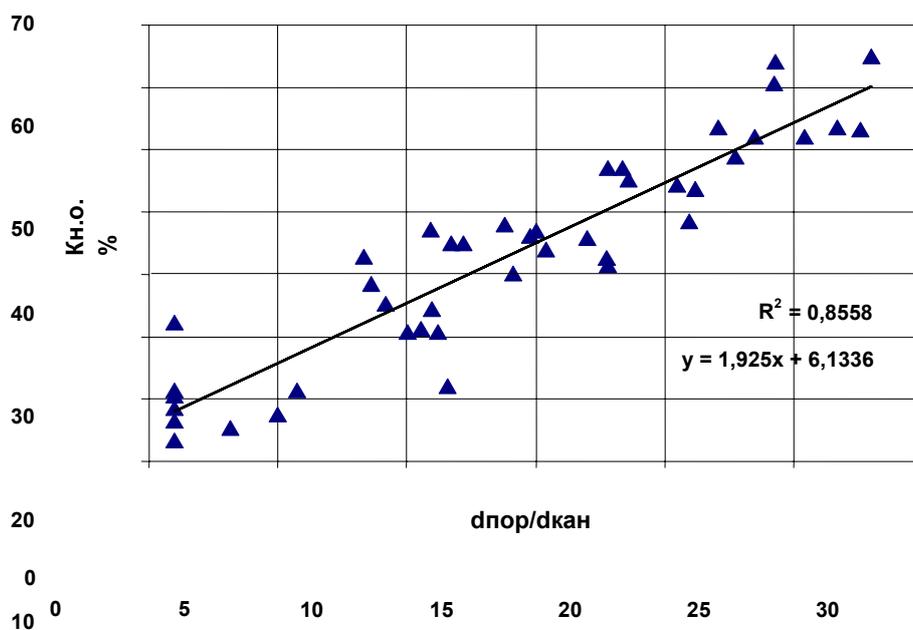


Рис. 1. Связь коэффициента остаточной нефтенасыщенности Кн.о. с параметром структуры порового пространства $d_{пор}/d_{кан}$ карбонатных пород продуктивных отложений

Для решения задачи вовлечения в разработку структурно защемленных объемов нефти и в первую очередь высоковязкой, тяжелой нефти, предлагается к внедрению способ циклической прокачки легко испаряемых в условиях пласта жидких растворителей

(в том числе ароматических при высокой битуминозности отложений) и газа, позволяющий до необходимых пределов рентабельности заместить извлеченную часть нефти на растворитель, в том числе и в структурно защемленных поровых объемах. Последующее извлечение легко испаряемого растворителя прокачкой сухого газа позволит достичь соотношения добытая нефть/оставленный в пласте растворитель, равного 3/1–4/1 и более. Увеличение температуры прокачиваемого газа позволяет кратно сократить объемы прокачки газа или время его прокачки. Добыча нефти по такой технологии обеспечит достаточную рентабельность разработки нефтяных месторождений, в том числе месторождений высоковязких нефтей и природных битумов, а также месторождений с остаточными запасами жидких углеводородов.