

кости нефти и воды в пластовых условиях коэффициент охвата залежи процессом вытеснения превышает его величину при вытеснении нефти газом. Вязкость закачиваемой воды в пластовых условиях больше, чем вязкость нефти ($\mu_n/\mu_v = 0,4$). В процессе вытеснения более вязкой жидкостью менее вязкой происходит выравнивание фронта вытеснения и таким образом, как бы уменьшается степень неоднородности пласта. Это приводит к тому, что коэффициент охвата пласта заводнением оказывается более высоким. Если суммировать выше сказанное, то закачка воды имеет более низкую эффективность по вытеснению, но более высокую эффективность по охвату процессом вытеснения.

Поскольку коэффициент извлечения нефти при напорных режимах определяется произведением коэффициентов охвата пласта заводнением (загазованием) и коэффициента вытеснения, то обычно на практике наблюдается примерное равенство этих произведений. Как результат, компьютерные модели прогнозируют схожие коэффициенты извлечения для закачки газа и воды в Тенгизский коллектор.

В условиях месторождения Тенгиз существенное значение имеет величина пластового давления, при котором начинается закачка газа или воды. При закачке газа процесс вытеснения нефти будет более эффективным, если он осуществляется при давлении выше давления смеси нефти и углеводородного газа. Для месторождения Тенгиз эти давления составят: до 41,4 МПа закачиваемый газ смешивается при первом контакте; до 27,6 МПа закачиваемый газ смешивается при многократном контакте; между 27,6 и 25,26 МПа закачиваемый газ частично смешивается с пластовым флюидом; ниже 25,26 МПа закачиваемый газ не смешивается с пластовым флюидом.

Так как несмешивающаяся закачка газа может происходить ниже значения смеси и, или давления насыщения, следует рассмотреть три варианта. Стадия упругого режима может быть прекращена при снижении давления в залежи ниже 30 МПа с целью поддержания давления выше давления смеси. Закачка газа может быть остановлена, чтобы позволить извлечь запасы с помощью режима растворённого газа при давлении ниже давления насыщения. Позволить одновременно как режим закачки газа, так и режим растворённого газа в разных частях месторождения.

Как для закачки газа, так и для заводнения пласта, разработка нефтяной залежи при упругом режиме может продолжаться при давлении ниже давления насыщения.

При закачке газа с вытеснением нефти вдоль напластования, как уже указывалось выше, за счёт высокой неоднородности коллектора процесс извлечения нефти может сопровождаться довольно быстрым прорывом газа в добывающие скважины. Прорыв газа даже по прослою небольшой толщины увеличит газовый фактор по добывающей скважине, поэтому необходимо провести подготовительные работы, которые позволят увеличить добычу газа после его прорыва.

При закачке воды с вытеснением нефти вдоль напластования, в связи с более благоприятной величиной соотношения вязкостей нефти и воды в пластовых условиях, аналогичные процессы, вызванные неоднородностью пласта, могут происходить значительно медленнее.

Как для закачки газа, так и для закачки воды, существует множество вариантов для управления охватом процессом вытеснения с тем, чтобы предотвращать закачку и, или добычу из тонких высокопроницаемых прослоев.

В залежах с большим этажом нефтеносности в процессе извлечения нефти из пласта значительную роль начинают играть гравитационные силы. В некоторых случаях действие гравитационных сил обеспечивает так называемый режим гравитационной стабилизации — когда силы гравитации обеспечивают выравнивание перемещения ГНК или ВНК в процессе разработки, в результате этого не допускается преждевременный прорыв рабочего агента в скважины. Одним из факторов действия гравитационных сил является разность плотностей нефти и вытесняющего агента — воды или газа, $\Delta\rho$, чем больше значение этого фактора, тем более благоприятное выравнивающее действие гравитационных сил.

Таким образом, исходя из общих соображений, заводнение эксплуатационных объектов месторождения Тенгиз с вытеснением нефти поперёк напластования может быть одним из вариантов разработки. Однако окончательный вывод об его эффективности может быть сделан только на основании результатов компьютерного моделирования на трёх мерных гидродинамических моделях и подробного экономического анализа всех вариантов разработки.

Два момента могут полностью компенсировать очень низкую проницаемость коллектора поперёк напластования. В первую очередь это приближение фронта отбора к фронту закачки. Если при вытеснении нефти вдоль напластования расстояние между фронтом отбора и фронтом закачки составляет многие сотни метров, то при вытеснении нефти поперёк напластования расстояние по вертикали между интервалами закачки и интервалами отбора может быть всего десятки метров.

При вытеснении нефти водой с подошвы площадь, в пределах которой происходит процесс вытеснения, т.е. перемещение фронта нефть — вода, очень велика, во много раз большая, чем при вытеснении нефти в обычных пластах вдоль напластования. Столь огромный фронт вытеснения позволяет осуществлять достаточно высокий темп разработки даже при очень низкой проницаемости пласта, при очень малых скоростях перемещения фронта вытеснения.

В качестве недостатка метода заводнения помимо коррозии скважин и промышленного оборудования, обычно называется извлечение из пласта больших объемов пластовой воды, которая будет содержать в растворённом виде сероводород в значительных количествах, что резко ухудшит экологическую обстановку в районе месторождения. Это обстоятельство, конечно, осложнит техно-