

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАСПИЙСКОГО ШЕЛЬФА

Айткулов А.У.

Бұл жұмыста Манғыстау үш түбегіндегі өнім өндіріп тұрған көмірсутекті кенорнына белсенді әдіспен әсер ету арқылы тау-жыныстар қабатының қуатын бір қалыпты деңгейде ұстап тұруының керек екендігін дәлелденген.

Жер бетінің қозғалуын және қысым мөлшерінің өзгеруін анықтайтын жетілдірілген формалар мен байланыстар жасалып табылған.

The condition of Mangistau region's oil and oil-gas deposits is given in this work and use of active injection methods on bed is considered.

The new perfected formulas for estimation of bed parameters are developed.

Установленные нефтегазовые ресурсы (как освоенные, так и прогнозируемые) Каспийского шельфа, привели к возникновению повышенного интереса мировых и региональных государств. Одной из главных проблем, на которую обращают свое внимание представители различных государств к этому региону, является величина запасов и их отбор из недр.

Как известно, достоверные мировые запасы углеводородов величиной 148млрд. тонн неравномерно распределены по регионам, т.е. почти 70% приходится на Ближний и Средний Восток, 15% на американский континент, 8% на Африку и 7% к бывшим республикам СССР [1]. При этом страны – участницы ОПЭК имеют наилучшие соотношение количества запасов и их геологического размещения. Исходя из этого они имеют около трети мировой добычи нефти и 85% ее экспортирует, что составляет 47% мирового экспорта [1].

Общий объем углеводородных ресурсов Каспийского шельфа около 15млрд. тонн, что составляет 10% доказанных общемировых запасов.

По данным журнала «Republic of Kazakhstan. Investor's Guide», Республика Казахстан имеет крупные разведанные запасы углеводорода, которые составляют порядка 2 млрд. тонн нефти, 0,7млрд. тонн конденсата, 1,7 трлн.м³ природного газа. Прогнозные ресурсы как на суше, так и не шельфе Каспийского моря, прилегающие к территории Казахстана, оцениваются: в 13млрд. тонн по нефти, в 1,6 млрд по газовому конденсату, в 5,9 трлн. м³ по природному газу. К 2015 году, согласно прогнозным данным, накопленная добыча углеводородов на Каспийском шельфе Казахстана, может достигнуть величины 4 млн. баррелей в сутки. Это в 3 раза больше значений 2000 г. По данным Мирового Энергетического Агентства (МЭА), Казахстан к 2010 году сможет экспортировать около 1 млн. баррелей добытой нефти в сутки или примерно 57 млн. тонн в год.

Вышеизложенное показывает, что из года в год Республика Казахстан наращивает соответствующие мощности для подключения в эксплуатацию все более новых нефтяных, нефтегазовых и газовых месторождений. Особенно важно в этом плане являются работы, связанные с освоением и с вводом в эксплуатацию углеводородов содержащихся на месторождениях Каспийского шельфа.

К настоящему времени на Казахстанском секторе шельфа Каспия уже открыты и готовятся к разработке нефтегазовые месторождения Кашаган, продуктивные залежи, которые расположены в глубинах 5000м.

Как показывает практика разработки шельфовых нефтяных месторождений при эксплуатации углеводородосодержащих залежей, возникает множество проблем.

Одними из них являются техногенные сейсмические явления, которые возникают при интенсивном процессе добычи углеводородов. Следует отметить, что именно техногенные землетрясения активнее наблюдающиеся при эксплуатации месторождений, особенно многопластовых, которые могут значительно превышать аналогичные явления при остальных видах воздействия на недра, а в ряде случаев даже может приближаться по силе к природным землетрясениям, характерным для региона, где действуют месторождения [2].

Это связано с тем, что в последнее время увеличивается количества месторождений обладающие аномально высоким первоначальным пластовым давлением (АВПД). Если углеводородные месторождения с нормальным пластовым давлением разрабатываются в основном с поддержанием пластового давления, то месторождения с АВПД или месторождений, продуктивные залежи, которые расположены на достаточной глубине, имеющие соответствующие высокие пластовые давления в начальный период будут эксплуатироваться при естественном режиме, т.е. при линейно-упругом, упругопластическом или более сложном реологическом. В этих условиях извлечение нефти, газа и воды будут сопровождаться деформацией горных пород, не только самого продуктивного пласта, но и всего их вышележащего горного массива. Деформационные процессы могут быть достигнуты земной поверхности, вызывая ее опускания при снижении пластового давления [1].

Такая ситуация проявилась при эксплуатации нефтяного месторождения Уилмингтон (Лонг-Бич, штат Калифорния, США), где добыча производится с 1930 годов [3]. Изгиб поверхности земли на этом месторождении было обнаружено через 10 лет, т.е. в 1940 году. В настоящее время центр изгиба осел на 9м, т.е. в течении 70 лет в среднем на 1 год оседание поверхности земли происходит на 1,5см.

Дно Северного моря, расположенное над месторождением Экофиск (Норвегия) также просело примерно на 20м из-за уплотнения породы-коллеторов, продуктивных залежей. Как показывает анализ результатов фактических материалов геодезических исследований, в среднем за 1 год поверхность земли оседалась на 30см. Это привело к наращиванию стойки Экофискской эксплуатационной платформы, из-за снижения уровня моря до критической отметки в 1987г. [3].

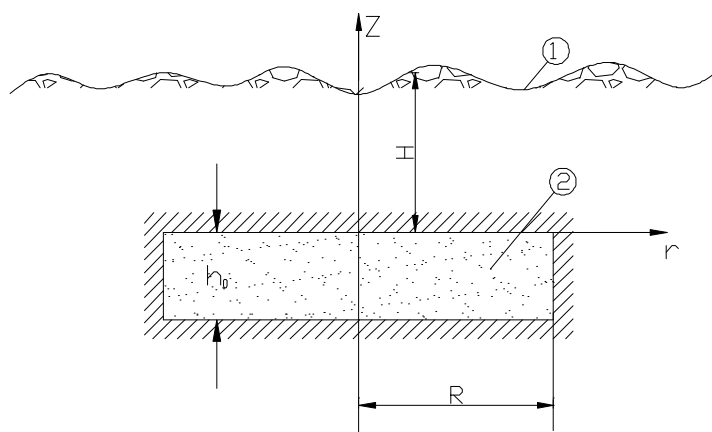
Такие факты были обнаружены при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Ромашкинское и Старогрозненское (Россия), Азербайджана и Узбекистана(Газли). [4].

С другой стороны, как показывают исследования А.Т. Горбунова [5] при проявлении вышеуказанных естественных режимов работы продуктивных пластов, если залежи углеводородов будут залежать на небольших глубинах, то могут возникнуть процесс разрушения скелета горной породы в призабойных зонах скважин. Этот процесс приводит к образованию пустот в горной породе в

около забойной зоне пласта. Если разрушение призабойной зоны пласта будет происходить по большинству скважин, расположенных на значительных площадях, то это приводит к образованию достаточно большого пустого пространства в недрах. В этих условиях вышележащие горные породы будут деформироваться и поверхность земли – опускаться, т.е. проявятся сейсмические явления, созданные искусственно, в ходе процесса интенсивной добычи углеводородов.

Для условий полуострова Мангистау это явление достаточно полно проявится, если не будут приняты соответствующие мероприятия по активизации создания эффективно действующих систем воздействия на залежи, которые способствуют полнее пополнить поровые пространства энергией. Указанное мероприятие необходимо внедрить в первую очередь на разрабатываемых месторождениях Каламкас, Каражанбас, Узень, Жетыбай и планировать при вступлении в разработку новых месторождений углеводородов на Каспийском шельфе, а именно на залежах месторождения Кашаган и других нефтяных и газовых залежах, которые будут выявляться.

В связи с этим в настоящей работе рассматривается вопрос, насколько изменится рельеф местности нефтяных и газовых месторождений при значительном отборе из них углеводородов. Для решения этой задачи используем теорию механики сплошных сред. При этом в первом приближении предполагается, что в процессе разработки месторождения горные породы самого пласта деформируются нелинейно-упруго, а окружающие, сверху и снизу, его горные породы деформируются в соответствии с законом Гука, т.е. линейно-упруго. Схема, деформирующегося таким образом, пласта показана на рис. 1 в виде тела цилиндрической формы радиусом R и с начальной толщиной h_0 .

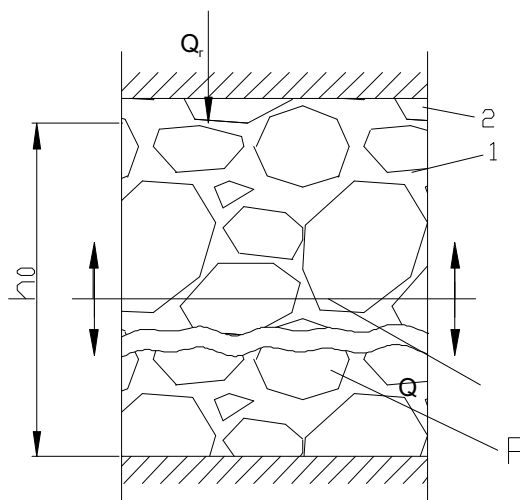


1-поверхность земли; 2-продуктивный пласт
Рис.1. Схема деформирующегося пласта.

Согласно работе [6] предлагаемый метод прогноза деформации массива горных пород при разработки углеводородосодержащих месторождений справедлив для пластов, когда их толщины намного меньше соответствующих размеров продуктивных залежей, т.е. $h_0 \ll R$. В связи с этим, моделируемый

пласт можно приближенно считать бесконечно тонкой щелью, имеющей круговую форму в горизонтальной плоскости.

Схема деформации горных пород, содержащих продуктивный пласт, приведена на рис.2.



1 – поровое пространство; 2 – зерна или блоки породы.

Рис.2. Схема деформации горных пород, слагающие продуктивный пласт.

Исходя из предложенной схемы (см.рис.2) следует, что на некоторый элемент пласта, имеющий поровой или порово–трещиноватой строение, сверху и снизу действует вертикальной горное давление σ_g , а в зернах или в блоках породы (скелета) действует напряжение σ . В поровом, т.е. в пустотном пространстве элемента пласта находится жидкость или газ под давлением P . В настоящее время доказано [7], что для пористых и трещиноватых сред с широко развитыми пористостью и трещиноватостью справедливо соотношение:

$$\sigma_z = \sigma + P \quad (1)$$

Это соотношение показывает равновесие системы, благодаря возникновению напряжения в скелете породы и внутрипорового давления жидкости из-за проявлений горного давления по вертикальной плоскости.

Как показано в работе [6], изменение объема пласта, в условиях проявления деформационных процессов будет определяться по следующим формулам:

$$\frac{\Delta v}{v_0} = -[m_0 \cdot \beta_{пор} \cdot \Delta \sigma + (1 - m_0 \cdot \beta_{ск} \cdot \Delta P)] \quad (2)$$

$$\Delta \sigma = \Delta \sigma_z - \Delta P$$

где $\Delta v, \Delta v_0$ -соответственно измененный и первоначальный объем продуктивного пласта; $\beta_{пор}, \beta_{ск}$ - коэффициент сжимаемости соответственно пор и скелета пласта; $\Delta \sigma = (\sigma - \sigma_0)$ – изменение напряжений в пласте, определяемое из разности текущего и первоначального их величин; m_0 – пористость пласта.

Учитывая зависимости приведенные в работе [6], величину $\Delta \sigma_g$ и используя соотношения [8] можно определить по следующей формуле:

$$\Delta\sigma_z = \frac{1 - \frac{1 - m_0 \cdot \beta_{ск}}{m_0 \cdot \beta_{пор}}}{1 + \frac{a}{m_0 \cdot \beta_{пор}}} \cdot B(P_{мек} - P_{ср}), \quad (3)$$

где

$$a = \frac{16(1 - \nu^2) \cdot R \cdot \beta_c}{3\pi \cdot h_0};$$

$$B = \frac{\frac{1}{k_g} - \frac{1}{k_c}}{h_0 \left(\frac{1}{k_{жс}} - \frac{1}{k_c} \right) + \left(\frac{1}{k_g} - \frac{1}{k_c} \right)};$$

Используя формулу, приведенную в работе [6] в окончательном виде получим зависимость для определения величины вертикального смещения поверхности Земли №

$$L = \frac{8(1 - \nu^2) \cdot \beta_c \cdot R}{\pi} \cdot \frac{1 - \frac{1 - m_0 \cdot \beta_c}{m_0 \cdot \beta_{пор}}}{1 + \frac{a}{m_0 \cdot \beta_{пор}}} \cdot B(P_z - P_{ср}). \quad (4)$$

Пример. Имеется 2 месторождения со средней $P'_{ср}=50$ МПа и $P''_{ср}=5$ МПа; глубины залегания $H'=5 \cdot 10^{-3}$; $H''=5 \cdot 10^2$ м; радиусы $R'=10$ км= 10^4 м; $R''=5$ км= $5 \cdot 10^3$ м; В процессе разработки месторождений предполагается снизить пластовое давление на $\Delta P'=20$ МПа; и $\Delta P''=3$ МПа; Параметры месторождений $h_0'=500$ м; $h_0''=10$ м, $\beta_{пор}=2 \cdot 10^{-3} \frac{1}{МПа}$,

$\beta_c=8 \cdot 10^{-4} \frac{1}{МПа}$, $\beta_{ск}=1,5 \cdot 10^{-5} \frac{1}{МПа}$, $m_0''=0,05$; $m_0'=0,3$; $\nu=0,34$.

Расчеты свидетельствуют, что для первого месторождения $L'=0,20$ м, а для второго $L''=0,4$ м.

Литература:

1. Материалы X Межотраслевого координационного совещания по проблемам геодинамической безопасности. – Екатеринбург, 6-9 октября, 1997г. – 214с.
2. Смирнова М.Н. «Возбужденные землетрясения в связи с разработкой нефтяных месторождений. // Влияние инженерной деятельности на сейсмический режим. – М. : Наука, 1977 – с. 128-141.
3. Природные резервуары углеводородов и их деформации в процессе разработки месторождения. Тезисы докладов конференции , Казань, 19-23 июня 2000 г.- Изд. Казанского университета. – 100 с.
4. Айткулов А.У. «Проблемы – разработки шельфовых нефтяных и газовых месторождений Казахстана. Материалы Республиканской конференции посвященной 80 летию Ш.Есенова. Кызылординский Государственный Университет им. Коркыт-Ата, 2007г. с.
5. Горбунов А.Т. «Разработка аномальных нефтяных месторождений. М. : Недра, 1977г., 197с.

6. Желтов Ю.П. , Анцифиров В.С. «Прогнозирование деформации массива горных пород при разработке месторождений», Нефтяное хозяйство, 1990г., с. 37-42.
7. Желтов Ю.П. «Деформации горных пород», М. : Недра, 1966г., 360 с.
8. Калашников Ю.А., Ашихлин С.Г. «Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья», М. : Недра, 2007г., - 467 с.