

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ СКВАЖИНА-ПЛАСТ

**Кучумов Р.Я., Сорокин А.А.**

*ТюмГНГУ, г. Тюмень  
ОАО Ноябрьскгаздобыча, г. Ноябрьск, ЯНАО*

*Проведено моделирование процесса добычи газа при постоянной депрессии на пласт. Исследованы изменения во времени среднего пластового давления, годового и накопленного отборов газа, дебита скважин и их количества для обеспечения заданного уровня годового отбора газа из пласта. Представлены зависимости изменения депрессии, обеспечивающей постоянный дебит скважины, по мере роста накопленных отборов, при различных проницаемостях и толщинах пласта. Ил. 9, библиогр. 2 назв.*

Построенная математическая модель и разработанный на ее основе программный продукт позволяют определить состояние моделируемого процесса в любой момент времени по известному его начальному состоянию. Задавая изменение того или иного параметра, возможно сделать выводы о его влиянии на процесс в целом [1,2].

Рассмотрим процессы добычи газа из пласта при работе скважин в режиме постоянной депрессии на пласт и режиме постоянного дебита. Режим постоянной депрессии на пласт характерен для условий эксплуатации залежи, приуроченной к относительно неплотным породам, способным разрушаться при достаточно больших отборах газа из скважины. Во избежание этого скважину следует эксплуатировать при градиенте давления на забое ниже допустимого. Режим постоянного дебита применяется чаще всего, так как он удобен с точки зрения практической осуществимости и применим для крепких коллекторов до тех пор, пока градиент давления на забое скважины не достигнет опасной величины

Расчеты проведем при начальном пластовом давлении 30 МПа и поровом объеме залежи 5 млрд. м<sup>3</sup>. Примем, что скважины работают с постоянной депрессией на пласт равной 3 МПа (для режима постоянной депрессии) или постоянным дебитом 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут (для режима постоянного дебита). Количество отобранного газа в каждый год на всем интервале расчета будем считать известным. Весь интервал расчета поделим на 2 отрезка. Первый отрезок характеризуется увеличением темпа отбора газа и соответствует периоду нарастающей добычи газа. Второй отрезок характеризуется постоянным темпом отбора газа и соответствует периоду постоянной добычи газа.

На рис. 1 и 2 представлены графики изменения во времени среднего пластового давления, годового и накопленного отборов газа, дебита скважин и их потребного количества для обеспечения заданного годового отбора газа из пласта, полученные в результате моделирования процесса добычи газа скважинами при постоянной депрессии на пласт.

Из графиков видно, что рассматриваемый процесс характеризуется снижением дебитов скважин и ростом их потребного числа для обеспечения заданного темпа отбора газа во времени. Рассматривая отдельно периоды нарастающей и постоянной добычи можно отметить, что темп роста потребного количества скважин в I период описывается линейной функцией, в то время как во II период – полиномом степени  $n=3$ . Изменение дебита скважин и пластового давления в целом имеет линейный вид.

Особый интерес представляют графики, изображенные на рис. 3. Мы видим изменения во времени накопленного отбора газа, потребного числа скважин и удельного накопленного отбора газа, приходящегося на 1 пробуренную скважину. Вид кривой “в” позволяет сделать вывод о том, что дальнейшее разбуривание залежи при данных условиях ее работы после 18 года от начала разработки будет экономически нецелесообразно, и наступает период падающей добычи газа.

На рис. 4 - 5 показаны графики изменения показателей работы системы скважина-пласт во времени при эксплуатации скважин с постоянным дебитом. Из данных графиков видно, что темп падения пластового давления для режимов постоянного дебита и постоянной депрессии остается неизменным, и зависит только от начального состояния пласта и значения годового отбора газа.

Согласно рис. 5 и 6 процесс добычи газа при постоянном дебите скважин в период постоянного отбора газа характеризуется постоянным значением потребного количества скважин для поддержания требуемого темпа отбора газа. В то же время для данного процесса характерно снижение забойного давления и увеличение величины депрессии на пласт. При рассмотрении данного процесса следует обратить внимание на значение забойного давления в поздние периоды времени. Как видно из рис. 6, по прошествии 13 лет постоянного отбора газа, забойное давление приобретает тенденцию к началу более резкого падения.

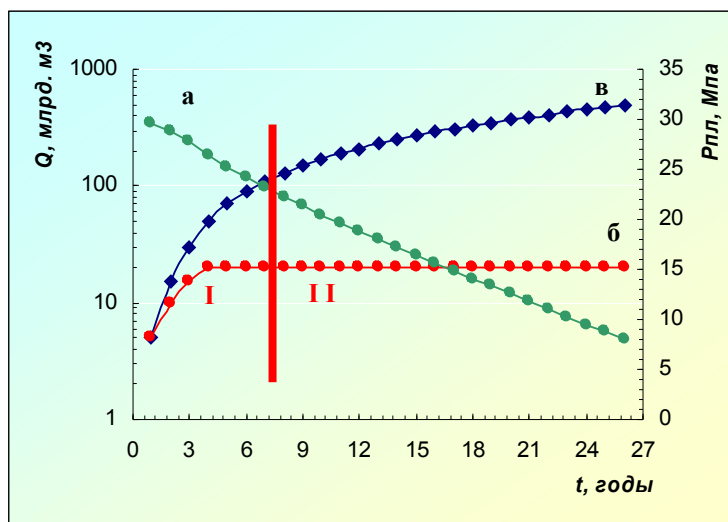


Рисунок 1. Графики изменения во времени среднего пластового давления (а), годового (б) и накопленного (в) отборов газа для режима постоянной депрессии на пласт

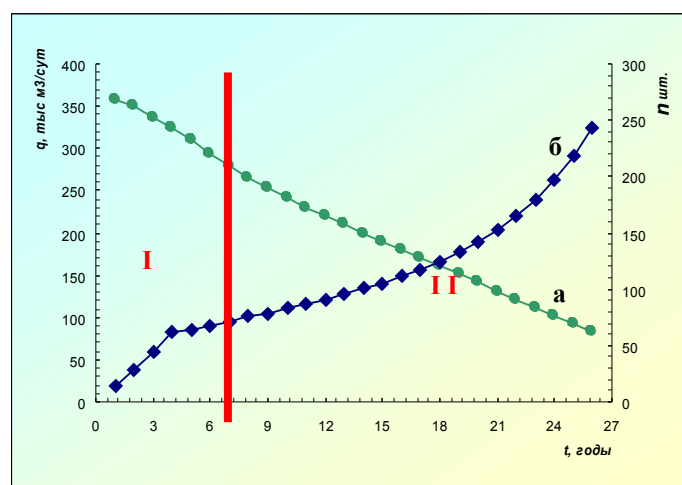


Рисунок 2. Графики изменения во времени дебита газовой скважины (а) и потребного числа скважин (б) для режима постоянной депрессии на пласт

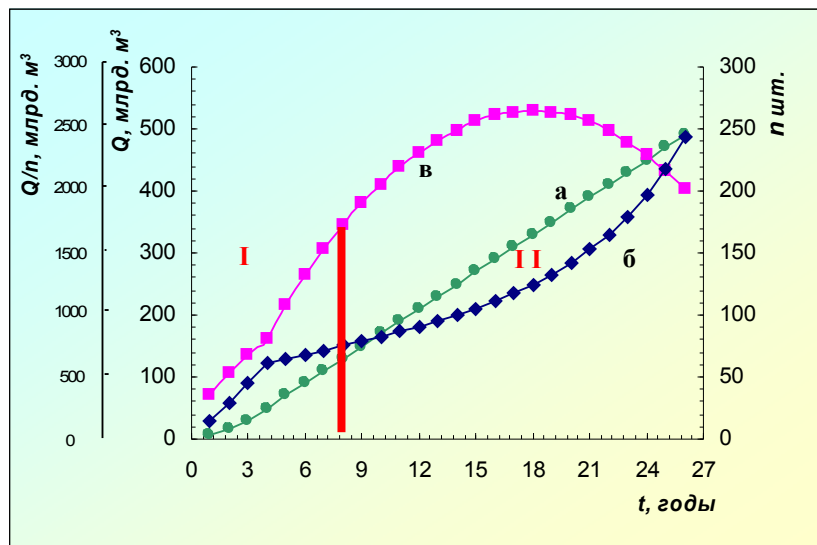


Рисунок 3. Графики изменения во времени накопленного отбора газа (а), потребного числа скважин (б) и удельного накопленного отбора газа, приходящегося на 1 пробуренную скважину (в) для режима постоянной депрессии на пласт

Учитывая, что градиент давления на забое скважины обратно пропорционален забойному давлению, логично ожидать резкое его увеличение. Таким образом из графика можно сделать вывод о том, что градиент давления превысит критическое значение по истечении 20 лет с начала добычи, и для дальнейшей работы скважин потребуется установить новый технологический режим.

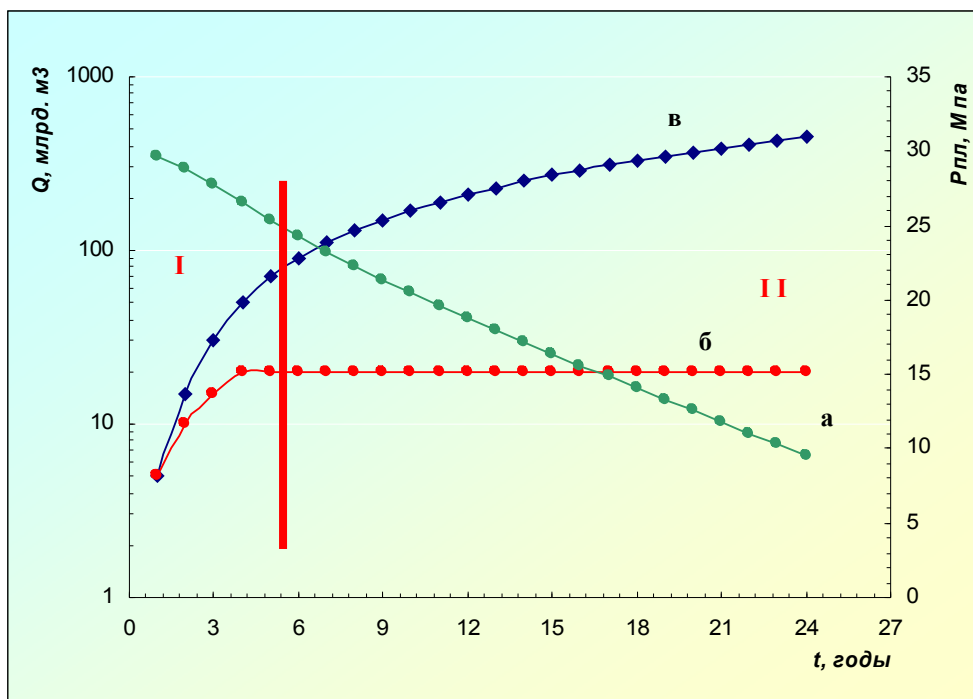


Рис.4. Графики изменения во времени пластового давления (а), годового (б) и накопленного (в) отборов газа для режима постоянного дебита

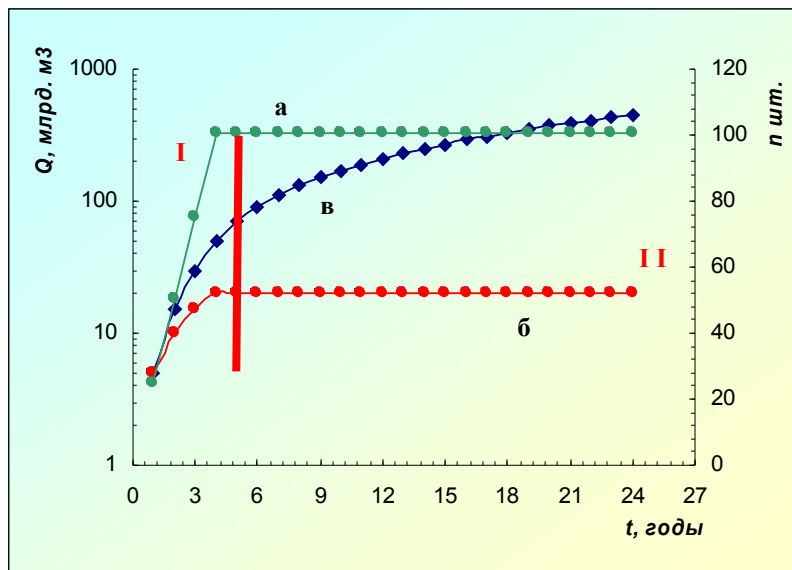


Рисунок 5. Графики изменения во времени потребного числа скважин (а), годового (б) и накопленного (в) отборов газа для режима постоянного дебита

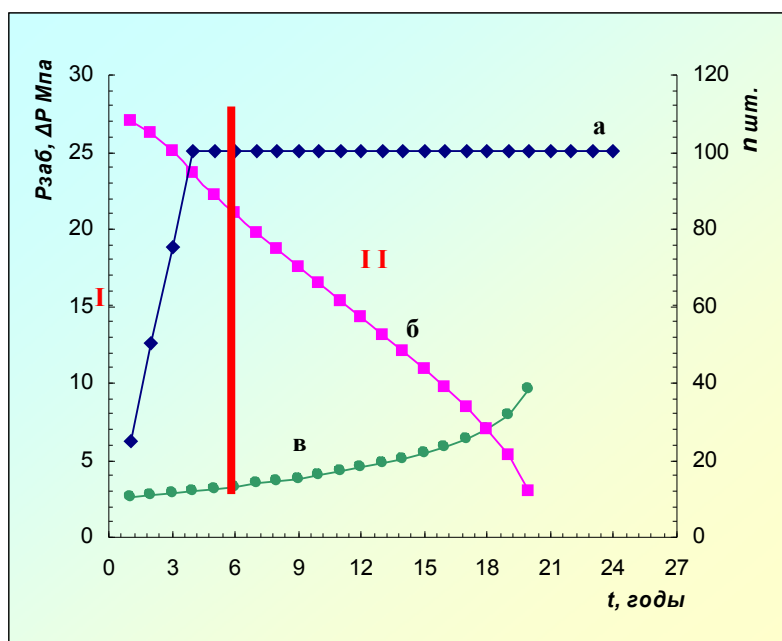


Рисунок 6. Графики изменения во времени потребного числа скважин (а), забойного давления (б) и депрессии на пласт (в) для режима постоянного дебита

Таким образом математическое моделирование рассматриваемых процессов добычи газа позволило нам охарактеризовать их и спрогнозировать изменение их основных показателей во времени.

Математические модели, позволяют не только рассчитывать изменения показателей моделируемых процессов. На основе анализа данных моделирования возможно делать выводы о

влиянии тех или иных параметров процесса, на его функционирование, а также выводить взаимосвязи между его различными составляющими.

На рис. 7 представлены графики изменения депрессии, обеспечивающей постоянный дебит скважины, по мере роста накопленных отборов из пласта, при различных проницаемостях пласта. Из графиков видно, что темп роста депрессии при разработке низкопроницаемых коллекторов значительно выше, чем при разработке высокопроницаемых и отклоняется от прямой.

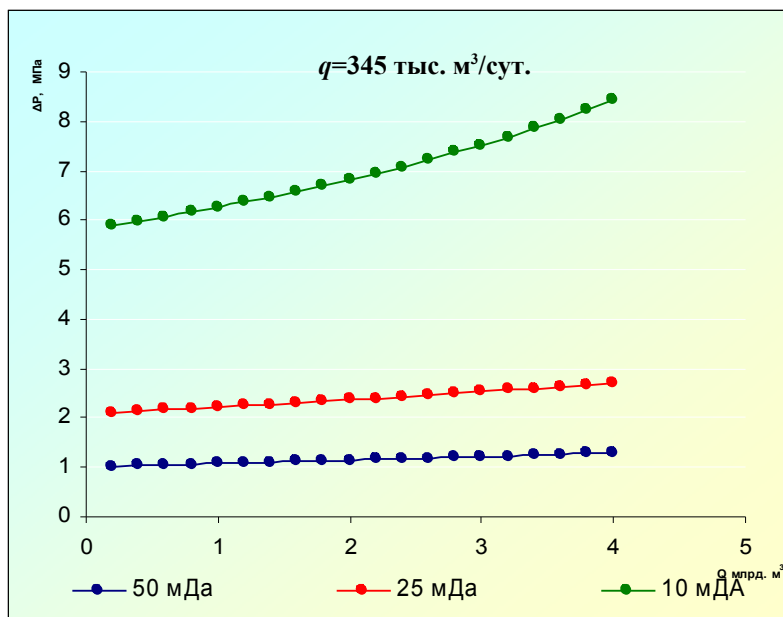


Рисунок 7. Графики изменения депрессии обеспечивающей постоянный дебит скважины по мере увеличения накопленных отборов газа при различных значениях коэффициента проницаемости пласта

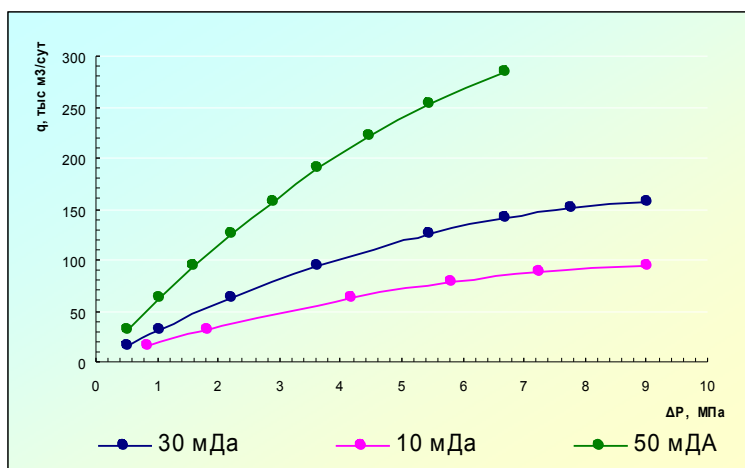


Рисунок 8. Графики зависимости дебита скважины от депрессии при различных значениях коэффициента проницаемости пласта

Рассмотрим графики представленные на рис. 8 и 9. Графики изображают зависимость дебита скважины от депрессии на пласт при различных значениях проницаемости и толщины пласта. При их рассмотрении можно заметить, что при увеличении депрессии кривая дебита скважины описывается степенной функцией, то есть стремиться к определенному предельному значению.

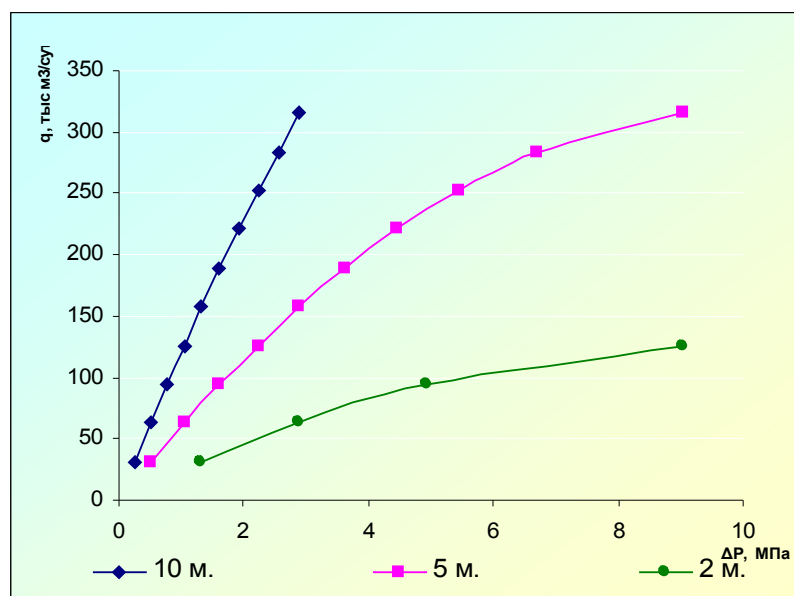


Рисунок 9. Графики зависимости дебита скважины от депрессии при различных значениях толщины пласта

Таким образом, на основании анализа кривых зависимости дебита скважины от депрессии можно сделать вывод о том, что проницаемость и толщина пласта являются факторами, ограничивающими предельно допустимые дебиты.

### Литература

1. Лисагор М.С. О некоторых аспектах применения математических моделей объекта разработки в АСУ. В кн.: Автоматизированные системы управления в нефтяной и газовой промышленности. - М., Недра, 1973.
2. Годунов С.К., Рябенский В.С. Введение в теорию разностных схем. - М., Физматгиз, 1962.