

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, АНАЛИЗ  
РАЗРАБОТКИ И  
ОБУСТРОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ЧАСТЬ 2 ГАЗОВЫЕ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Лекция №3

Хромых Людмила Николаевна

# Особенности проектирования разработки газоконденсатного месторождения.

## **I. Характерные особенности разработки газоконденсатного месторождения.**

- Основные особенности газоконденсатных систем связаны с петлеобразностью фазовой диаграммы, с явлениями обратной конденсации и испарения. Эти особенности приводят к тому, что при снижении давления в газоконденсатной системе ниже давления насыщения начинается выпадение тяжелых углеводородов (конденсата).
- Фильтрационные течения газоконденсатных систем в пласте сопровождаются фазовыми переходами. Эти переходы происходят в условиях локального термодинамического равновесия.

- Если давление в газоконденсатном пласте в процессе разработки поддерживается на уровне начального  $P_{нач}$  (или давления начала конденсации), то фазовые переходы возникают лишь в зонах пласта, примыкающих к скважинам. В этом случае фильтрация газоконденсатной системы в пласте хорошо описывается дифференциальным уравнением неустановившейся фильтрации реального газа. Это означает, что большинство рассмотренных расчетных методов для газовых месторождений пригодно для определения показателей разработки газоконденсатных месторождений с поддержанием пластового давления. Особенностью газоконденсатного месторождения является наличие двухфазных течений в призабойной зоне пласта. Это приводит к необходимости расчета изменения во времени, например, коэффициентов фильтрационных сопротивлений  $A$  и  $B$  в уравнении притока газа к скважине.
- Если газоконденсатное месторождение разрабатывается на истощение, то выпадение конденсата в пласте происходит повсеместно. Однако выпадающий конденсат мало изменяет коэффициент газонасыщенности всего пласта.

- Следовательно, и при разработке газоконденсатного месторождения на истощение фильтрационные течения могут, рассматриваются в рамках однофазных течений, т.к. выпадающий конденсат неподвижен. Малая конденсатонасыщенность пласта на приводит к изменениям его емкостных и фильтрационных параметров. Двухфазная фильтрация имеет место в призабойной зоне пласта.
- Таким образом, решением многих задач (определение пластовых давлений ( $P_{пл}$ ), дебитов, потребного числа скважин и др.), возникающих при проектировании разработки газоконденсатных месторождений, можно находить в результате исследование однофазных течений.
- Здесь возникают специфические задачи для решения, которых необходимы иные подходы. Прежде всего это касается расчетных формул и методики интерпретации результатов исследований газоконденсатных скважин при установившихся и неуставившихся режимах фильтрации. Данное утверждение очевидно, так как в призабойной зоне одновременно фильтруются газообразная и жидкая фазы.

- Фильтрационные течения газоконденсатных систем в призабойной зоне пласта аналогичны течениям газированной жидкости. Близкая аналогия позволила ряду исследователей предложить модели фильтрации газоконденсатных систем и выявить основные дифференциальные уравнения. При этом они исходили из рассмотрения фильтрации бипарной системы, оправдавшей себя при исследовании газированной жидкости.
- Строгое решение задач обратной закачки газа или расчета по определению изменения состава продукции скважин и общей добычи из месторождения не могут основываться на замене реальной газоконденсатной системы бипарной системой.
- Поэтому задачи фильтрации газоконденсатных систем рассматриваются в рамках теории фильтрации многокомпонентных систем. (Работа Ю.П. Желтова, А.К. Курбанова, В.Н. Николаевского и др.).
- Для этого газоконденсатная система заменяется тройной или исследуется как многокомпонентная.

- При определении показателей обратной закачки газа, используются расчетными схемами и методами М. Маскета.
- При разработке газоконденсатных месторождений на истощение в пласте выпадает конденсат, который считается потерянным. Отделение же конденсата из текущей продукции скважин производится обычно в установках низкотемпературной сепарации газа (НТС).
- Ценность конденсата как сырья для химической промышленности выдвигает проблему по возможности ( $\max$ ) максимальной добычи конденсата из пласта и максимального извлечения его в установках НТС.
- Последнее требование возникает так же в связи с необходимостью подачи кондиционного газа в магистральный газопровод.
- При решении проблемы  $\max$  добычи конденсата из пласта возникает необходимость поддержания пластового давления в процессе разработки газоконденсатного месторождения. Целесообразность поддержания пластового давления определяется сроком окупаемости дополнительных капитальных вложений в систему поддержания давления за счет дополнительной добычи конденсата.

- Эффективность и целесообразность поддержания пластового давления зависят от содержания конденсата в газе, от общих запасов газа и конденсата, глубины залегания пласта, географического местоположения залежи, стоимости проходки скважин и сооружения объектов по поддержанию давления, извлечению и переработке конденсата и других факторов.
- Наибольшее извлечение конденсата достигается при применении обратной закачки газа в пласт. Основным недостатком этого метода поддержания давления является относительно длительная консервация запасов газа. Определенные преимущества в этом отношении имеет частичная закачка сухого газа.
- При закачке сухого газа требуются компрессоры высокого давления, что так же в ряде случаев может оказаться ограничивающим фактором.
- При закачке воды основным ограничением является опасность преждевременного обводнения залежи и скважин вследствие неоднородности параметров пласта по площади и мощности.

- Кроме того, при закачке воды за фактором вытеснения остается газ при высоком пластовом давлении, что может существенно снизить коэффициенты газо – и конденсатоотдачи пласта.
- Закачка воды имеет и ряд преимуществ по сравнению с закачкой сухого газа в пласт. При закачке воды с самого начала разработки месторождения газ подается потребителю. Так как давление поддерживается на определенном уровне (оптимальная величина поддерживаемого давления, как при закачке газа, так и при закачке воды определяются технико-экономическими расчетами), то не требуется (в случае прекращения закачки воды) или оттягивается срок сооружения ДКС (дожимной компрессорной станции). Постоянство поддерживаемого пластового давления обеспечивает также стабильную добычу конденсата и не требует обычно ввода в эксплуатацию установок искусственного холода.
- Особенности поведения газоконденсатных систем необходимо учитывать при проектировании систем сбора, транспорта, извлечения конденсата и подготовки газа к дальнейшему транспорту.

- Эти особенности должны отражаться в расчетах движения двухфазных систем в стволе скважин и газосборных сетях, в установлении оптимальных технологических параметров, характеризующих работу установок низкотемпературной сепарации газа.

### **Исходные данные для проектирования разработки газоконденсатного месторождения.**

- Большинство исходных геолого-геофизических данных, необходимых для проектирования разработки газоконденсатных месторождений, аналогично исходным данным, используемым при проектировании разработки газовых месторождений. Особенно это относится к исходным данным для проектирования разработки газоконденсатных месторождений на истощение.
- При рассмотрении вариантов разработки газоконденсатного месторождения с поддержанием пластового давления путем закачки сухого газа или воды требуются большая степень достоверности информации:

- 1) о геологическом строении залежи;
  - 2) об изменении коллекторских свойств по площади залежи и по мощности пласта;
  - 3) характеристика водонапорной системы и данных о параметрах водоносного пласта.
- К числу дополнительных исходных данных относятся данные о приемистости нагнетательных скважин по газу или по воде.
  - Помимо построения геологических профилей, проведения корреляции разрезов скважин, составления карт зональной неоднородности, карт мощности, пористости и проницаемости и других геолого-геофизических документов, составляемых методами промышленной геологии, необходима статистическая обработка керна и геофизического материала.
  - Поэтому при проектировании разработки газоконденсатных месторождений повышаются требования к геолого-геофизической информации.

- Основные же отличия в исходной информации, необходимой для проектирования разработки газоконденсатных месторождений, определяются особенностями поведения газоконденсатной системы при изменении её давления и температуры. Эти особенности учитываются построением изотерм конденсации. При проектировании системы разработки месторождения и обустройства промысла наибольшее значение имеют пластовая изотерма конденсации для различных возможных температур сепарации газа.
- Пластовая изотерма конденсации характеризует количество выпадающего в пласт конденсата в кубических сантиметрах из одного кубического метра газа при изменении среднего пластового давления в процессе разработки месторождения. Пластовая изотерма конденсации позволяет определить потери конденсата в пласте при разработке давления (путем закачки воды) на разных возможных уровнях.

- При помощи изотерм конденсации в условиях различных температур сепарации газа определяется соответствующий каждой температуре выход конденсата. Технико – экономическими расчетами, основанными на учете добычи конденсата при различных температурах сепарации, затрат на поддержание различных температур сепарации газа, а так же температурного режима материального газопровода устанавливается оптимальная температура сепарации газа.
- При проектировании разработки газоконденсатных месторождений в отличие от проектирования разработки газовых месторождений необходимо определять величину возможных потерь конденсата и изменение во времени добываемого количества и состава конденсата при разработке месторождения на истощение.
- Ответ на первый вопрос позволяет установить целесообразность поддержания пластового давления или разработки месторождения на истощение.
- Решение второй задачи необходимо при выборе метода переработки конденсата и определение использования продуктов его переработки.
- Решаются эти задачи или расчетным путем по константам равновесия или путем пересчета результатов лабораторных экспериментов с бомбой *P. V. T.* (давление, объем, температура).