

## ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СВЕРХСЖИМАЕМОСТИ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ В ГДИС, ГКИ И ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ

*Т.В. Левицкая, Ф.С. Завалин, Ю.А. Филиппова, И.А. Пестов,  
ООО «НОВАТЭК НТЦ»*

Флюиды газовых и газоконденсатных месторождения Западной Сибири представляют собой многокомпонентные системы, включающие сотни углеводородных и неуглеводородные компоненты. Многокомпонентные системы природного газа обладают рядом физических параметров, точность определения которых в разной степени влияет на результаты технологических расчетов, связанных с добычей, транспортом и учетом углеводородного сырья. Одним из основных параметров природного газа является коэффициент сверхсжимаемости газа, который характеризует отклонение объема реального газа от объема «идеального газа».

Он является функцией температуры, давления, и состава газа и участвует в технологических расчетах дебита газа с использованием:

Расходомера или ДИКТа

$$Q = 1700 \alpha_{\text{ек}} d^2 \sqrt{\frac{\rho H}{\rho T z}}; \quad Q = \frac{C \cdot P_{\text{изм}}}{\sqrt{\rho \cdot T_{\text{изм}} \cdot z}};$$

При пересчете пластовых давлений с глубины замера на середину пласта по барометрической формуле:

$$P_{\text{пл}} = P_{\text{зам}} e^{\frac{-0,03415(H-H_{\text{зам}})\bar{\sigma}}{Z T_{\text{ср}}}},$$

В определении подсчетных параметров при обосновании геологических запасов газа

$$Q_{\text{газа}} = F \cdot h \cdot m \cdot k_{\text{гн}} (P_{\text{н}} \cdot \alpha_{\text{н}} - P_{\text{к}} \cdot \alpha_{\text{к}}) \cdot F; \quad \text{где } \alpha_{\text{н}} = \frac{1}{Z}$$

По приведенным выше формулам был сделан расчет ошибки конечных результатов в процентном отношении. Данные приведены в таблице.

### Отклонение расчетных параметров при изменении Z-фактора

Z, %	10	20	30
Дебит (расходомер), %	4,9	9,5	14%
Дебит (ДИКТ), %	4,9	9,5	14
Рпл, %	0,013	0,023	0,31
Объем пластового газа	10	20	30

В процессе газодинамических и газоконденсатных исследований, а также при интерпретации их результатов и гидродинамическом моделировании разработки месторождений необходимо знать физико-химические свойства флюидов от пластовых газов до газов сепарации в широком диапазоне термобарических условий и компонентно-фракционных составов газов. На сегодня существует ряд методов по определению Z-фактора, самым распространенным из которых является графический метод с применением номограммы Брауна при заданных значениях приведенного давления и температуры [1, с. 28].

Обработка результатов исследований, моделирование свойств флюидов проводятся в целом ряде программных продуктов, в которых реализованы различные алгоритмы расчета этих свойств – корреляции по методикам Dranchuk, Baggs-Brill, Standing и другие [2, с. 140]. Так, на рис. 1 приведен пример расчета коэффициента сверхсжимаемости в ПК Saphir тремя способами:

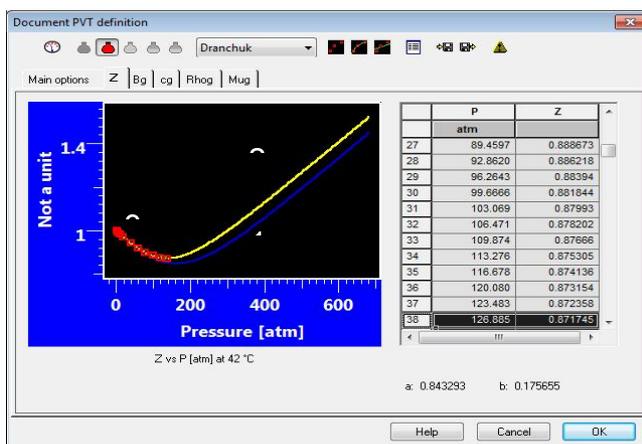


Рис. 1. Пример расчета Z-фактора с использованием ПК Saphir

Здесь, кривая 1 получена по пластовым параметрам с применением заложенной методики по Dranchuk, кривая 2 – с применением композиционного состава и кривая 3 – по данным, полученным при моделировании в ПК PVTsim [3, с. 42]. Очевидно, что при сравнении выбранных подходов не удается добиться полной сходимости. При высоком пластовом давлении отклонения достигают 10%.

В свете имеющегося разнообразия расчетных схем и фактического различия результатов расчетов, представляется актуальной задача их сопоставления и определения степени влияния точности расчета коэффициента сверхсжимаемости на точность расчета остальных целевых параметров. А также определения допустимого интервала неопределенности Z-фактора, применительно к различным задачам проведения исследований и подсчета запасов.

С целью достижения единообразия в методах расчетов свойств углеводородных газов при исследованиях скважин, моделировании процессов их добычи и транспорта по газопроводам предпринят сравнительный анализ расчетов Z для газов различного состава.

Для сравнительного анализа выбраны флюиды четырех залежей, условно названные объект 1, 2, 3 и 4. Компонентно-фракционные составы различны (рис. 2).

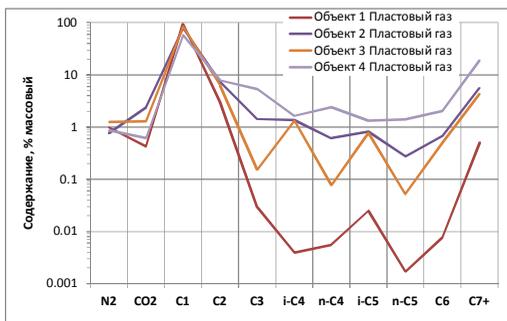


Рис. 2. Компонентный состав рассматриваемых флюидов

Для газов сепарации и пластовых флюидов приведенных объектов проведены лабораторные эксперименты по определению Z в изотермическом режиме в диапазоне давлений – эти данные являлись эталоном при сравнении результатов расчета различными методами. На рис. 3 приведены абсолютные величины Z и их отклонения от эталонных значений. Видно, что отклонения находятся в пределах 8%.

Кроме традиционных методов приведены результаты расчетов по методике, основанной на эквивалентном поведении углеводородных

газов и чистого метана в приведенных координатах, которая позволяет получить наилучшие результаты.

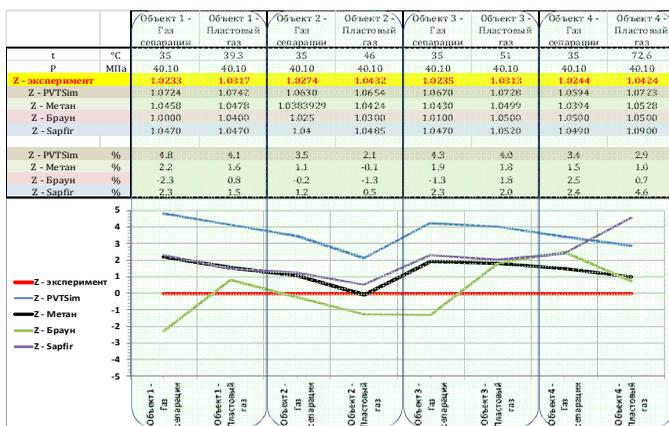


Рис. 3. Отклонение Z-фактора при различных вариантах расчета

Выводы:

1. Выяснено, что неопределенность расчета Z по различным методам составляет порядка 0,2–5,0%. При АВПД до 20%.
2. Наиболее близкие к факту результаты дает метод, предложенный НТЦ.
3. Существует необходимость адаптации результатов при расчете Z в среде Sarfir.
4. Адаптацию следует проводить на основе фактического состава исследуемого флюида, для чего при ГДИ и ГКИ в обязательном порядке необходимо отбирать и исследовать пробы.
5. В качестве эталона для адаптации рекомендуется принимать результаты расчета по методике соответствия метану.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зотов Г.А., Алиев З.С.* Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин. – М.: Недра, 1980.
2. *Standing M.B., Katz D.L.* Density of Natural Gases. – N.Y., 1941.
3. *Pederstin K.S., Christensen P.L.* Phase Behavior of Petroleum Reservoir Fluids. – N.Y., 2007.