

## Формирование композиционного градиента в пластах

Е.В. Колдоба<sup>1</sup>, А.Ю. Романова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
механико-математический факультет

Композиционные градиенты могут быть значительными на некоторых месторождениях. Поэтому они не могут быть проигнорированы из-за их существенного влияния на  $pvt$  свойства флюидов.

Ранее при моделировании залежей углеводородов предполагалось, что с увеличением глубины в углеводородной смеси становится больше тяжелых компонентов и меньше легких компонент, таких как метан. Предполагалось, что пластовая температура и градиент давления – это основные причины возникновения композиционных градиентов. Исследования показали, что процессы формирования композиционных градиентов намного сложнее.

С термодинамической точки зрения, модели расчетов композиционных градиентов можно разделить на две категории: равновесные и неравновесные. В первом подходе рассчитывается равенство химических потенциалов для каждого компонента с учётом влияния гравитационного поля на химический потенциал. Такой подход прогнозирования изменения состава для изотермического случая называется гравитационно–химическим равновесием (*gravity–chemical equilibrium – GCE*). С помощью этой модели в сочетании с уравнением состояний, таких как PR, RK, SRK, был правильно предсказан композиционный градиент некоторых месторождений. Однако, исследования показывают, что модель GCE не позволяет правильно прогнозировать изменение состава, необходимо учитывать температурный градиент (эффект *Core*). Это приводит к неравновесному случаю, в котором необходимо учитывать массоперенос, диффузию концентраций и термодиффузию. Термодиффузия приводит к тому, что с увеличением глубины, в углеводородной смеси становится больше легких компонент, таких как метан, и меньше тяжелых компонентов. Основная сложность моделирования термодиффузионных процессов - это оценка тепловых коэффициентов диффузии для каждого компонента. Кроме того, в композиционных моделях гидродинамических симуляторов осуществляется переход от реальных компонентов к псевдокомпонентам. Таким образом, при расчетах композиционных градиентов необходимо правильно рассчитать коэффициенты термодиффузии псевдокомпонент.

В настоящее время для расчетов термодиффузии широко используются модели Хааза и Кемпера, Шукла-Фирозабади. В данной работе проводится сравнение

традиционных моделей с моделью Исламиана. Показано, что последняя модель правильнее передает зависимость коэффициентов термодиффузии от молекулярного веса компонент, что позволяет точнее рассчитать и коэффициенты для псевдокомпонент.

#### Литература

1. *Høier, Lars, Statoil. Whitson, Curtis H. Compositional Grading - Theory and Practice// NTNU/Pera. 63085-MS SPE Conference Paper - 2000.*
2. *Curtis H. Whitson and Michael R. Brule PHASE BEHAVIOR.// Richardson, Texas, 2000, pp.230*
3. *M. Eslamian Advances in thermodiffusion and thermophoresis (Soret effect) in liquid mixtures.// Frontiers in Heat and Mass Transfer , 2012,N 2: p. 1–20.*