



ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ГАЗОГИДРАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ



Екатерина Сай

кандидат технических наук
ассистент кафедры подземной разработки
месторождений
Национальный горный университет, Украина
[kateryna.sai@gmail.com](mailto:katernyna.sai@gmail.com)

В современных стремительных условиях интенсивного энергопотребления очевидно, что уже в недалеком будущем человечество исчерпает большинство обнаруженных месторождений природного газа. В связи с этим мировым научным сообществом активно ведутся исследования относительно возможности использования альтернативных видов топлива и поиска дополнительных источников энергоресурсов. На сегодняшний день не существует альтернативного источника энергии, который может существенно уменьшить влияние традиционного органического топлива для обеспечения энергетической независимости современных государств. Основным направлением данного аспекта является разработка новых способов добычи альтернативного топлива, к которому, в первую очередь, относятся метаносодержащие газовые гидраты.

Целью данной работы является установление кинетических особенностей процесса разложения природных газогидратов и определение механизма их диссоциации при сдвигении фазового равновесия для установления закономерностей получения газа метана из газогидратов в зависимости от термобарических параметров.

В результате комплексного анализа и систематизации существующих данных о закономерностях гидратообразования и гидратонакопления в природных условиях выявлено, что залежи газовых гидратов залегают не только сплошными толщами чистого газогидрата, а содержат определенную долю породных включений, что необходимо учитывать при исследовании процесса диссоциации и разработке технологической схемы добычи газа метана из черноморских газогидратных месторождений.

Сдвигение фазовой стабильности газогидратных залежей происходит при снижении давления P или увеличении температуры T , что приводит к разрушению кристаллической решетки с последующим разложением гидрата и

высвобождением метана. Установлено, что диссоциация начинается с образования достаточного количества пустот в залежи и практически перестройкой структуры гидрата, что связано с достаточным запасом энергии, необходимой для отрыва молекул газа от молекул воды. Появление зародышей новой фазы, и, следовательно, поверхности раздела между двумя твердыми фазами (газогидратом и породными включениями), а также разложение газогидратной залежи происходит уже на поверхности твердых включений.

В результате проведенных исследований выявлено, что процесс разложения газогидратов является гетерогенным, протекает на границе раздела фаз и содержит три последовательных стадии – плавление, дегидратацию и непосредственно диссоциацию. На первой стадии происходит плавление газогидратной залежи, наблюдается частичное отделение воды от залежи и имеют место два агрегатных состояния вещества – твердое, включающее газогидрат и породные включения, и жидкое – воду. Вторая стадия представляет собой дегидратацию – частичное отделение молекул метана и воды от залежи, что является результатом фазовых превращений и нарушения стабильности газогидрата, однако отдача газа не есть максимальной. Процесс диссоциации является третьей стадией, в которой происходит полное отщепление молекул метана, отделение воды и породных включений.

В процессе исследований было установлено, что существенное повышение внутренней энергии в начальном перед фазовыми превращениями состоянии газогидрата может быть достигнуто накоплением в нем предельных концентраций дефектов и пустот. Приблизить интервал температур рекристаллизации и разложения до температуры фазового перехода можно следующим образом:

$$T = T_0 + k\sqrt{T_0}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

где T_0 – температура рекристаллизации при обычном нагреве, $^\circ\text{C}$; k – коэффициент, зависящий от природы горной породы в газогидрате.

Активизация фазовых превращений газовых гидратов при их разложении может быть достигнута путем использования дополнительного количества тепла Q , что возможно при повышении температуры с учетом типа горных пород в газогидратной залежи. Кривая фазового равновесия газовых гидратов описывается уравнением Клаузиуса-Клапейрона, однако в результате аналитических исследований было установлено, что для описания фазовых превращений в твердых фазах при диссоциации может применяться

видоизмененная форма уравнения $\frac{dT}{dP} = T \frac{\Delta V}{Q - \delta Q}$, учет которого позволяет

повысить внутреннюю энергию твердой фазы, которая при стремлении системы к равновесию оказывает эффективное влияние на процессы фазовых переходов, а также изменяет их кинетику.