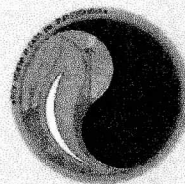




Федеральное Агентство по Науке и Инновациям
Federal Science and Innovation Agency
Российской Государственный Университет
нефти и газа им. И.М. Губкина
Gubkin Russian State University of oil and gas



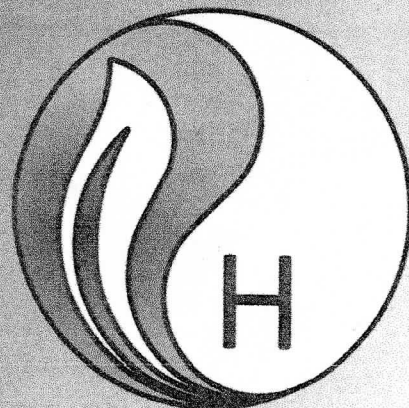
Программа и тезисы докладов
Programme and abstracts of the
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
International conference

**ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ
ГАЗОГИДРАТНЫХ МЕТОРОЖДЕНИЙ**
GAS HYDRATES RESOURCES DEVELOPMENT

Москва

Moscow

17.11.2009-18.11.2009



НОВЫЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ГАЗОГИДРАТНЫХ РАВНОВЕСИЙ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

Чувилин Е.М.^{1*}, Истомин В.А.², Сафонов С.С.³

¹Кафедра геокриологии, геологический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, РФ 119991 Москва, Ленинские горы 1

²ОАО «НОВАТЭК», РФ 117420 Москва, Наметкина 12а

³ООО «Технологическая компания Шлюмберже», РФ 101000 Москва, пер. Огородная слобода 5а

Анализ фазового состава насыщенных газовыми гидратами осадочных пород показал, что поровая вода в породах не полностью трансформируется в гидрат, что оказывает существенное влияние на их механические, физико-химические и фильтрационные свойства. Остаточная поровая вода в образце породы может быть подразделена на два вида: поровая влага, которая при заданных термобарических и геохимических условиях не может трансформироваться в гидрат (равновесная доля влаги), и вода, которая может перейти в гидрат, но этот процесс не завершен по кинетическим причинам. Равновесную по отношению к газогидрату при заданных параметрах P и T поровую влагу можно назвать неклатратной водой (по аналогии с незамерзшей водой в геокриологии). Удельное количество неклатратной поровой воды в отложениях определяется состоянием равновесия поровой воды в отложениях с газовой фазой (газом-гидратообразователем) и газовым гидратом в конденсированной объемной фазе. Таким образом, содержание равновесной (неклатратной) воды в гидратосодержащих средах соответствует минимально возможному количеству воды в поровом пространстве. Количество неклатратной воды является функцией давления, температуры, вида пористой среды и ее характеристик, а также газогидратообразователя. Имеются трудности надежного (достоверного) экспериментального определения содержания неклатратной воды в пористой среде в присутствии газового гидрата.

Для количественной оценки содержания неклатратной воды разработан новый экспериментальный метод ее определения, а также предложена расчетная методика основанная на термодинамическом моделировании фазовых равновесий в дисперсных средах. Метод экспериментального определения равновесного содержания жидкой фазы в гидратосодержащих средах базируется на определении равновесной влажности грунта при кон-

* т. +7 (495) 939 19 27, e-mail: chuviline@msn.com

также в изотермических условиях воздушно-сухой пластины грунта с ледяными или льдосодержащими грунтовыми пластинами в барокамере под давлением газа гидратообразователя превышающим условия трехфазного равновесия «объемная вода — газ — гидрат». Данный метод развит по аналогии с контактным методом определения незамерзшей воды в мерзлых породах.

На основе разработанной технологии получены экспериментальные данные, которые позволяют проследить закономерности изменения содержания неклатратной воды от давления, температуры, типа дисперсной среды и газа-гидратообразователя (метан, диоксид углерода). Экспериментальные данные показывают, что при фиксированной температуре содержание неклатратной влаги в гидратосодержащих грунтовых системах с увеличением давления газа гидратообразователя резко уменьшается. При фиксированной давлении газа количество неклатратной воды закономерно повышается с увеличением температуры.

Наряду с экспериментальными данными по определению неклатратной воды разработан метод расчета фазовых равновесий поровой влаги с газовыми гидратами, основанный на использовании экспериментальных данных по потенциалу поровой влаги реальной грунтовой системы как функции влажности породы, ее засоленности, температуры. Экспериментальные данные по потенциалу влаги получены с использованием прибора WP4-T, фирмы «Decagon Devices». Сопоставление двух методов показывает их качественное согласие.

Таким образом, разработан новый подход к изучению фазовых равновесий влажных газонасыщенных пород с газовыми гидратами. Он позволяет определять содержание влаги в дисперсных породах при равновесии с газовыми гидратами различных газов в широком диапазоне температур и давлений.

NEW TECHNOLOGY FOR STUDYING OF GAS HYDRATE EQUILIBRIA IN POROUS MEDIA

Chuvilin E.M.^{1*}, Istomin V.A.², Safonov S.S.³

¹Geocryology department, faculty of geology, M.V. Lomonosov Moscow state university 1
Leninskiye Gory, Moscow 119899 RUSSIA

²Joint-stock company «NOVATEK» 12a Nametkina st, Moscow 117420 RUSSIA

³Schlumberger Moscow research 5a Ogorodnaya sloboda lane, Moscow 101000 RUSSIA

Analysis of phase composition of gas hydrate saturated sediments revealed that pore water does not completely transform into hydrate. This influences their mechanical, physicochemical and fluid loss properties. There are two kinds of residual pore water in sediments: 1 – pore water that can not transform into hydrate under given thermobaric and geochemical conditions (equilibrium water) and 2 – water that can transform into hydrate but this process might not be completed because of kinetic reasons. Equilibrium water under given P and T conditions can be defined as non-clathrated water by analogy to unfrozen water widely used in geocryological science. Specific amount of non-clathrated pore water in sediments is defined by equilibrium condition of pore water in gas containing sediments (with hydrate forming gas) and gas hydrate in condensed bulk phase. Thus, amount of equilibrium (non-clathrated) water in hydrate-bearing sediments corresponds to minimal possible amount of water in the sediment, which is in thermodynamic equilibrium with both gas and bulk hydrate phase. The amount of non-clathrated water depends on pressure, temperature, type of sediment, and gas hydrate-former. There are difficulties of reliable experimental measuring of non-clathrated water content in presence of gas hydrate.

The new experimental technique of non-clathrated water content quantitative determination has been developed. Also, a new technique of calculation based on thermodynamic simulation of phase equilibrium in sediments was suggested. The method is based on a contact between ice or ice-containing plates (covering the surface gas hydrate film due to gas pressure) and initially dried sediment sample up to equilibrium at pressure vessel in isothermal conditions. Thus, in the pressure vessel thermobaric conditions are above three-phase equilibrium «bulk water – gas – hydrate». This method is developed by analogy to the contact method of determination the unfrozen water content in frozen sediments.

* t. +7 (495) 939 19 27, e-mail: chuviline@msn.com

On the base of the proposed technique the experimental data were obtained. These data allow to define the dependences of non-clathrated water content via pressure, temperatures, type of the disperse sediment and hydrate-former (methane, carbon dioxide, nitrogen and natural gases are used). Experimental data show that at the fixed temperature the non-clathrated water content in sediment systems sharply falls during increase in pressure of gas hydrate-former. Under fixed gas pressure the amount of non-clathrated water increases with the increase of temperature.

In addition to above described experimental technique, a thermodynamic method for determination of non-clathrated water content in pore space of different sediments depending on temperature, pressure, salinity and gas hydrate-former was developed. At this thermodynamic approach an experimental data on pore water potential as function of water content and temperature on device Dewpoint Potential Meter WP4-T are used. Comparison of the two methods shows their qualitative accordance.

As a result new experimental and calculation techniques of studying phase equilibrium between wet gas-saturated sediments and gas hydrates were developed. It allows to determinate a liquid water content (non-clathrated water) at disperse media in equilibrium with gas hydrates of different gases in a wide range of temperatures and pressures.