

## ГЕОЛОГИЯ

### **Российские технологии и геохимические методы разведки недр. Газовые проекты**

А.А. Качкин, И.С. Неймышев, В.Т. Перельгин, А.Г. Талалай, И.Е. Шинкарьук  
Уральский государственный горный университет, ПАО НПП «ВНИИГИС»

Газовая отрасль России, как и нефтяная, играет значительную роль не только в обеспечении энергетической безопасности страны, но и мировой экономики. Прогнозных ресурсов газа в традиционных терригенных коллекторах с жестким скелетом достаточно для обеспечения добычи на длительный срок, но главной задачей является снижение себестоимости извлечения газа. Для этого разрабатываются разные технологии и технические средства. Для поиска газовых месторождений в настоящее время одно из ведущих мест в геологических исследованиях занимают геохимические методы. Изучение разнообразных геологических объектов геохимическими методами позволило выявить неизвестные закономерности и, главное, показало важность геохимических данных при построении разнообразных геологических моделей.

Ключевые слова: нефть, газ, технология, геохимические методы, исследование.

### **Russian technologies and geochemical methods of exploration of mineral resources. Gas project**

A.A. Kachkin<sup>1</sup>, I.S. Nejmyshev<sup>1</sup>, V.T. Pereygin<sup>2</sup>, A.G. Talalaj<sup>1</sup>, I.E. Shinkaryuk<sup>1</sup>  
Ural State Mining University<sup>1</sup>, PAO NPP «VNIIGIS»<sup>2</sup>

The Russian gas industry, like the oil industry, plays a significant role not only in ensuring the country's energy security, but also in the global economy. The forecast gas resources in traditional terrigenous reservoirs with a rigid skeleton are sufficient to ensure long-term production, but the main task is to reduce the cost of gas extraction. Various technologies and technical means are being developed for this purpose. Geochemical methods currently occupy one of the leading positions in geological research for the search for gas fields. The study of various geological objects by geochemical methods revealed unknown patterns and, most importantly, showed the importance of geochemical data in the construction of various geological models

Keywords: oil, gas, technology, geochemical methods, research.

## ГЕОФИЗИКА

### **Промыслово-геофизические исследования в горизонтальных скважинах как инструмент для уточнения геолого-гидродинамической модели**

С.Ю. Нимчук, И.А. Кунаккужин, А.Ю. Орлов, А.С. Щетинин, Е.В. Бондарь, А.В. Акиншин, С.В. Бондарев, В.О. Сафронов

ООО «Тюменский нефтяной научный центр», АО «Сибнефтегаз», ПАО «НК «Роснефть»

Промыслово-геофизические исследования являются одними из главных мероприятий для оценки и понимания работы как наклонно-направленных, так и

горизонтальных скважин. В газовых горизонтальных скважинах, в случае начала их обводнения, благодаря промыслово-геофизическим исследованиям на гибких насосно-компрессорных трубах можно детально установить интервалы притока воды с помощью проведения различных методов (расходомерии, термометрии, резистивиметрии и др). После установления детальных причин и мест обводнения, в ряде случаев можно провести геолого-технологические мероприятия по изоляции интервалов обводнения, и восполнить добычу, восстановив работу скважин. Однако в данной статье описан нетипичный пример использования данных результатов промыслово-геофизических исследований на обводняющемся фонде газового месторождения.

Благодаря детальному анализу промыслово-геофизических исследований, и сравнению их с первоначальными результатами геофизических исследований при бурении скважин, удалось выявить ошибки в определении стратиграфического положения структуры целевого пласта. Использование полученных данных позволило уточнить геологическое представление основы в текущих авторских моделях, и более достоверно воспроизвести характер обводнения скважин в гидродинамической модели, а также скорректировать прогноз добычи по месторождению.

В конечном итоге, данные результатов промыслово-геофизических исследований позволили не только уточнить и улучшить модели рассматриваемого месторождения, но также и провести корректное планирование будущего бурения, исключить дополнительные затраты на новое бурение при более агрессивном обводнении месторождения, а в качестве компенсации, рассмотреть зарезку боковых стволов на обводняющемся фонде скважин.

Ключевые слова: промыслово-геофизические исследования, гибкие насосно-компрессорные трубы, геологическая модель, гидродинамическая модель, геофизические исследования скважин, горизонтальная скважина, газовые скважины.

### **Production logging in horizontal wells as a tool to refine the geological and hydrodynamic model**

S.Y. Nimchuk<sup>1</sup>, I.A. Kunakkuzhin<sup>1</sup>, A.Y. Orlov<sup>1</sup>, A.S. Schetinin<sup>1</sup>, E.V. Bondarn, A.V. Akinshin<sup>1</sup>, S.V. Bondarev<sup>2</sup>, V.O. Safronov<sup>3</sup>

Tyumen Petroleum Research Center LLC<sup>1</sup>, OJSC «Sibneftegaz»<sup>2</sup>, PJSC «NK «Rosneft»<sup>3</sup>

Production logging surveys are the most important measurements for estimating and understating current work of directional and horizontal wells.

Using production logging surveys on coiled tubing in horizontal gas wells with water encroachment gives an opportunity to define water intervals. After water interval evaluation in number of cases there are opportunity to conduct squeeze job and recover gas production from wells. But in this article described atypical method of using of production logging surveys on water flooded gas field.

Using detailed analysis of production logging survey and comparison this data with initial well logging during well drilling revealed mistakes in stratigraphic structure determination of examined gas formation. This data comparison and correction of geological structure in current geological and simulation models allowed to precise reproduce wells water flooding and adjust production forecast simulation.

In the end, production logging surveys gave an opportunity not only to correct current geological and simulation models, but made correct planning of future wells drilling, eliminate addition expenses for drilling, and consider side-tracking for waterflooding wells to recover production.

Key words: production logging survey, coiled tubing, geological model, simulation model, well log survey, horizontal well, gas wells.

## УГОЛЬНЫЙ МЕТАН

### **Результаты гидродинамического моделирования как метода верификации определения метанообильных зон**

Калыбек А.С.<sup>1</sup>, Огай Е.К.<sup>1</sup>, Садыков Р.М.<sup>1</sup>, Макарова Е.Ю.<sup>2</sup>

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева<sup>1</sup>, МГУ имени М.В. Ломоносова<sup>2</sup>

Гидродинамическое моделирование рассмотрено как завершающий этап метода выделения наиболее перспективных зон для добычи метана из угольных пластов на примере южной части Карагандинского угольного бассейна. Объектами исследования являются: южная часть Карагандинского угольного бассейна, карагандинская свита, продуктивные пласты углей K11, K11-1, K12, K13. В статье представлены основные этапы гидродинамического моделирования с помощью программного продукта Eclipse компании «Шлюмберже» на основе геологической модели рассматриваемого участка. Целью работы является определение наиболее газонасыщенных областей и разработка рекомендаций по бурению скважин в перспективных метанообильных зонах. В результате проделанной работы были теоретически рассчитаны среднесуточные дебиты воды и газа и накопленные дебиты воды и газа в период с 2020 по 2040 гг.

Ключевые слова: метан угольных пластов, метанообильная зона, Карагандинский угольный бассейн, геологическое моделирование, гидродинамическая модель, трещиновато-пористая среда.

### **Results of hydrodynamic modelling as a verification method of methane-rich zone identification**

A.S. Kalybek<sup>1</sup>, E.K. Ogay<sup>2</sup>, R.M. Sadykov<sup>2</sup>, E.Yu. Makarova<sup>3</sup>

«Computer modeling in Energy» R&P Laboratory of Satbayev University<sup>1</sup>, LLP «KMG Engineering»<sup>2</sup>, Department of Geology, Lomonosov Moscow State University<sup>3</sup>

Hydrodynamic modeling is considered as the final stage of the method for identifying the most promising zones for the production of methane from coal seams within the southern part of the Karaganda Coal Basin. The southern part of the Karaganda coal basin Karaganda suite; productive coalbeds K11, K11-1, K12, and K13 are objects of the research. This article presents the main stages of hydrodynamic modelling using Eclipse software Eclipse (issued by Schlumberger) based on the geological model of the studied area. The purpose of this work is to identify the most gas-saturated areas and develop recommendations for drilling wells in promising methane-rich zones. The average daily flow rates of water and gas were calculated, and cumulative water and gas production was obtained for the period from 2020 to 2040 as a result.

Keywords: coalbed methane, methane-rich zone, Karaganda coal basin, geological modeling, hydrodynamic model, fractured-porous medium.

## ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА

### **Инновационный узел сепарации ПНГ: отодвигая горизонты устоявшихся технологий. Новый взгляд на теплообменные и сепарационные процессы от рождения идеи до воплощения**

А. И. Власов, В. Д. Федоренко, Ю. В. Аристович, А. И. Брешев, И. С. Мостов, А. В. Михайлов, М. И. Беленков

ООО «Газпромнефть НТЦ», ПАО «Газпром нефть», ПАО «Славнефть-Мегионгаз», ООО «НТЦ Газконсалтинг»

Группе учёных и разработчиков удалось создать инновационный технологический узел для переработки углеводородов. В разработке применены простые и, на первый взгляд, довольно очевидные методы, позволившие изменить принципы теплообмена и сепарации, казавшиеся незыблемыми уже несколько десятилетий. Первые результаты испытаний показывают прорывные результаты по эффективности процессов теплообмена и сепарации в сравнении со всеми существующими аналогами. Проведённые эксперименты и моделирование процессов позволили определить оптимальные температурные диапазоны для максимального извлечения углеводородов C3+. Промышленный образец принципиально нового высокоэффективного узла сепарации скоро будет испытан на одном из промысловых объектов.

Ключевые слова: ПНГ, попутный нефтяной газ, сепарация, теплообмен, капельный режим, отделение капельной жидкости, НТС, низкотемпературная сепарация, конденсация, углеводороды C 3+, узел сепарации, сепаратор, теплообменник, массообмен, теплопередача.

**Innovative module for associated petroleum gas separation: beyond the traditional horizons. A new approach to the processes of heat exchange and separation from the generation of new ideas to practical implementations**

A. I. Vlasov<sup>1</sup>, V. D. Fedorenko<sup>2</sup>, Y. V. Aristovich<sup>4</sup>, A. I. Breshev<sup>4</sup>, I. S. Mostov<sup>4</sup>, A. V. Mikhaylov<sup>3</sup>, M. I. Belenkov<sup>1</sup>

Gazpromneft STC<sup>1</sup>, Gazpromneft<sup>2</sup>, Slavneft-Magiongaz<sup>3</sup>, STS Gasconsalting<sup>4</sup>

We present a novel approach to heat transfer and mass transfer processes which promises to open a wide range of technical features unavailable earlier. Currently, a huge amount of research is directed to the exploration of novel physical effects when using the properties of superhydrophobic and superhydrophilic surfaces. However, all these developments are focused on surface phenomenon such as prevention of icing, fouling, fog formation etc. One of the oldest holy grails for heat transfer scientists and designers is to make the heat transfer occur in a drip mode as the above surface effects could be magnified by orders of magnitude relative to the film mode, which is currently used in all industrial heat exchangers. Our preliminary experiments show that this is possible with active wetting superhydrophobic surfaces, which forms droplets with specified parameters which are easily removable from the metal surface during the condensation process. Active film formation of superhydrophilic surfaces in combination with superhydrophobics could be used for organization of more effective separation process of the drip liquid removal from the gas.

The described techniques were used for designing the new gas separation unit for removal of hydrocarbons C3+ and water from oil gas. The unit included a sequential combination of a recuperative heat exchanger, a heat exchanger with an external cooling circuit, and a separator. All apparatuses included active wetting surfaces. This permitted to conduct the process of gas cooling, C3+ and water components condensation, and following droplets separation much more effectively: approximately two-three times more than in conventional equipment. During the process of unit design, one other feature was discovered: an attendant process of additional C3+ absorption by the cold liquid phase from the gas, which makes an extra contribution to the removal of the above components in selected temperature-pressure ranges and given specific equipment design.

Conducted experiments and mathematical modelling allowed estimation of the optimal range of temperatures for most common component compositions of oil gas. The best recuperator temperatures were in the range of +8 °C - + 20 °C and the temperatures of the exchanger with an external cooling circuit were in the range of +2 °C - + 10°C.

The designed unit is currently being prepared for production and industrial testing.

Keywords: associated petroleum gas, separation, drip liquid removal from the gas, superhydrophobic surface, hydrocarbons C<sub>3</sub>+, heat transfer, mass transfer.

## НЕФТЕГАЗОХИМИЯ

### **Очистка мономеров и вспомогательных потоков на производствах полимеров в Российской Федерации**

И.П. Семенов, И.О. Путенихин, Б.Ю. Малышкин, Д.С. Сазонов  
ООО «United Catalyst Technologies», МИРЭА – Российский технологический университет

В настоящей статье рассмотрена проблематика содержания каталитических ядов в сырье производств полиэтилена и полипропилена, с которой сталкиваются производители пластиков и полимеров, влияние ядов на технологический процесс, производительность, забивки оборудования полимеризации, качество полимеров, методы очистки мономеров и вспомогательных потоков. Показан способ поступления примесей и каталитических ядов на стадию полимеризации, в том числе технологическая схема производства пиролиза с указанием источников специфических примесей. Рассмотрены основные методы и способы очистки потоков этилена, пропилена и сомономеров (бутен-1, гексен-1) с указанием стадий и используемых катализаторов/адсорбентов. Приведены конкретные примеры модернизации линий очистки мономеров на российских предприятиях, предложены основные технические решения по модернизации линий очистки, в том числе использование высокоэффективных адсорбентов и катализаторов, добавление новых ступеней очистки, модернизация существующего оборудования.

Ключевые слова: очистка, мономеры, полиэтилен, полипропилен, гибридные адсорбенты, модернизация, каталитические яды.

### **Purification of the monomers and the auxiliary stream on the production of polymers in the russian federation**

I.P. Semyonov<sup>1,2</sup>, I.O. Putenikhin<sup>1</sup>, B.Yu. Malyshkin<sup>1</sup>, D.S. Sazonov<sup>1</sup>  
LLC «United Catalyst Technologies»<sup>1</sup>, MIREA — Russian Technological University<sup>2</sup>

The article deals with the problem of the presence of catalytic poisons in the raw material flows of polyethylene and polypropylene production. The way of admixtures and catalytic poisons entering the polymerization stage is shown, including the technological scheme of pyrolysis production with indication of the sources of specific impurities. The main methods and methods of purification of ethylene, propylene, and comonomer streams (butene-1, hexene-1) are considered, indicating the stages and the catalysts/adsorbents used. Some concrete examples of modernization of monomer purification lines at Russian plants are shown, and basic technical solutions for upgrading cleaning lines are proposed, including the use of highly efficient adsorbents and catalysts, adding new purification stages, and upgrading existing equipment.

Key words: purification, monomers, polyethylene, polypropylene, hybrid adsorbents, modernization.

### **Повышение эффективности процесса дегидрирования углеводородов за счет промежуточного окисления образующегося водорода**

О.Х. Каримов, Э.Х. Каримов, В.В. Замалютин

МИРЭА – Российский технологический университет, Уфимский государственный нефтяной технический университет

В статье описывается способ повышения энергоэффективности промышленного процесса дегидрирования углеводородов путем реализации в едином реакционном пространстве межслойного промежуточного окисления водорода. Совмещение эндотермического дегидрирования с межслойным (промежуточным) окислением образующегося водорода рассмотрено на примере дегидрирования изоамиленов в изопрен. Представлены результаты исследования каталитических свойств ванадиевых, платинооксидных и ферритных катализаторов в совмещенном процессе дегидрирования углеводородов и окисления водорода.

Ключевые слова: дегидрирование, углеводороды, изопрен, окисление водорода, катализатор.

### **Increasing the efficiency of the process of hydrocarbon dehydration due to intermediate oxidation of the formed hydrogen**

O.K. Karimov<sup>1</sup>, E.K. Karimov<sup>2</sup>, V.V. Zamalytin<sup>1</sup>

MIREA – Russian Technological University<sup>1</sup>, Ufa State Petroleum Technological University<sup>2</sup>

The article describes a method for increasing the energy efficiency of an industrial process for the dehydrogenation of hydrocarbons by implementing interlayer hydrogen oxidation in a single reaction space. The combination of endothermic dehydrogenation with interlayer (intermediate) oxidation of the resulting hydrogen is considered by the example of dehydrogenation of isoamylenes to isoprene. The results of a study of the catalytic properties of various catalysts such as vanadium oxide, platinum on alumina, ferritic catalysts, in the combined process of hydrocarbon dehydrogenation and hydrogen oxidation are presented.

Keywords: dehydrogenation, hydrocarbons, isoprene, hydrogen oxidation, catalyst.