

# ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

научно-технологический журнал

№4<sup>(75)</sup> 2011

Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН

Научно-редакционный совет

К. С. БАСНИЕВ

А. И. ВЛАДИМИРОВ

А. И. ГРИЦЕНКО

А. Н. ДМИТРИЕВСКИЙ

О. Н. КУЛИШ

А. Л. ЛАПИДУС

Н. А. МАХУТОВ

И. И. МОИСЕЕВ

В. А. ХАВКИН

Журнал издается в Российском  
государственном университете  
нефти и газа им. И. М. Губкина

## СОДЕРЖАНИЕ

А. Г. Коржубаев, И. В. Филимонова, Л. В. Эдер

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ  
И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ..... 3

Р. Х. Муслимов, Р. Н. Салиева

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО  
ИЗУЧЕНИЯ НЕДР, ПОИСКА И РАЗВЕДКИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА ..... 10

А. В. Лобусев, Л. С. Кулик, Ю. А. Вертиевец

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ  
РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТИ  
В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ..... 17

И. А. Ларочкина

ДЕВОНСКИЙ ТЕРРИГЕННЫЙ КОМПЛЕКС –  
ОБЪЕКТ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ  
НА ЗАПАДЕ ТАТАРСТАНА ..... 21

В. В. Кадет, П. В. Чагиров

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ  
ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ  
ЛИНЕЙНОГО ЗАКОНА ФИЛЬТРАЦИИ  
(ЗАКОНА ДАРСИ) ..... 26

Н. Н. Михайлов, И. П. Гурбатова

МАСШТАБНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ  
ОПРЕДЕЛЕНИИ ФИЛЬТРАЦИОННО-  
ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ  
КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ..... 32

Р. С. Хисамов

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ПОВЫШЕНИЕ  
НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ — ОСНОВЫ  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ..... 37

Р. Д. Каневская, С. Ю. Жучков

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА  
РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРОВЕДЕНИЯ  
ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА ..... 41

В. И. Петренко

ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ  
И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ  
ГАЗОЭВАПОРИГЕННОЙ ВЛАГИ  
ПРИРОДНЫХ ПАРОГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ..... 48

Р. А. Гасумов, Э. Р. Гасумов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПЛАСТА  
ПРИ ОЧИСТКЕ ЗАБОЯ  
ГАЗОВЫХ СКВАЖИН ..... 56

А. В. Завгороднев, Е. В. Маслова,  
Н. И. Литвинова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ..... 60

Директор по информации  
Н. П. ШАПОВА

Редактор  
Ю. Н. КУЗЬМИЧЕВА

Верстка  
В. В. ЗЕМСКОВ

Подготовка материалов  
Т. С. ГРОМОВА,  
Н. Н. ПЕТРУХИНА

Ответственный секретарь  
О. В. ЛЮБИМЕНКО

Адрес редакции:  
111116, Москва,  
ул. Авиамоторная, 6  
Тел./факс: (495) 361-11-95  
e-mail: oilgas@gubkin.ru,  
tng98@list.ru

Интернет: <http://www.nitu.ru>

При перепечатке любых  
материалов ссылка на журнал  
«Технологии нефти и газа» обязательна

**№4<sup>(75)</sup> 2011**

Журнал зарегистрирован  
в Министерстве РФ по делам печати,  
телерадиовещания и средствам массовой  
коммуникации

Свидетельство о регистрации  
ПИ № 77-16415 от 22.09.2003 г.

ISSN 1815-2600

Включен в перечень изданий  
Высшей аттестационной комиссии  
Министерства образования  
и науки РФ

Подписной индекс в каталоге агентства  
«Роспечать» 84100

Тираж 1000 экз.

Редакция не несет ответственности  
за достоверность информации  
в материалах, в том числе  
рекламных, предоставленных  
авторами для публикации

Материалы авторов  
не возвращаются

Отпечатано ООО «Стринг»  
E-mail: String\_25@mail.ru

*A. G. Korzhubaev, I. V. Filimonova, L. V. Eder*

## ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Приведен прогноз объемов добычи нефти, газового конденсата и природного газа в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке на период до 2030 г. Проанализированы перспективы развития транспортировки нефти, в том числе ввод всей системы нефтепровода «Восточная Сибирь–Тихий океан», а также сроки реализации проектов строительства важнейших газопроводов. Представлены сроки реализации газоперерабатывающих, нефтеперерабатывающих и нефтегазохимических комплексов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Приведены сводные технико-экономические показатели реализации Концепции комплексного освоения ресурсов и запасов углеводородов Восточной Сибири и Дальнего Востока.

**Ключевые слова:** Восточная Сибирь, Дальний Восток, нефтепровод, перерабатывающая инфраструктура, освоение месторождений нефти и газа.

*A. G. Korzhubaev, I. V. Filimonova, and L. V. Eder*

## PREDICTION OF OIL AND GAS INDUSTRY OF EASTERN SIBERIA AND FAR EAST DEVELOPMENT

Prediction of oil, gas condensate and natural gas production in Eastern Siberia and Far East for the period until 2030 is presented. Prospects for the development of oil transportation, particularly putting into operation all system of oil pipeline « Eastern Siberia–Pacific Ocean», and also implementation periods of construction projects for the most important gas pipelines are analyzed. Implementation periods of gas processing, refinery and petrochemical complexes in Eastern Siberia and Far East are given. Summary technical and economic performance indexes of the Conception of hydrocarbon resources and reserves in Eastern Siberia and Far East integrated development realization are presented.

**Keywords:** Eastern Siberia, Far East, oil pipeline, processing infrastructure, oil and gas fields development.

*P. X. Muslimov, P. N. Salieva*

## ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР, ПОИСКА И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Анализируются законодательство, судебная практика и теоретические вопросы, связанные с регламентацией отношений в сфере геологического изучения недр, поиска и разведки месторождений нефти и газа. На основе анализа формулируются предложения, направленные на совершенствование законодательства.

**Ключевые слова:** геологическое изучение недр, поиск и разведка месторождений нефти и газа, правовое регулирование, добыча нефти, законодательство о регулировании нефтяной деятельности.

*R. Kh. Muslimov, and R. N. Salieva*

## REGULATORY MANAGEMENT OF SUBSURFACE RESOURCES GEOLOGICAL STUDY, EXPLORATION AND PROSPECTING OF OIL AND GAS FIELDS

Legislation, legal proceedings, some theoretical points, connected with regulating relations in the sphere of geological studying, the process of exploration and prospecting of oil and gas resources are analyzed. Some proposals of improving the legislation are stated in the article.

**Keywords:** geological studying, process of exploration and prospecting of oil and gas resources, legal regulation, oil production, mining laws.

*A. V. Lobusev, L. S. Kulik, Yu. A. Vertievetz*

#### ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТИ В ОТЛОЖЕНИЯХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

Отложения баженовской свиты отличаются высокой литологической неоднородностью. Разрез баженовской свиты делится на традиционный (нормальный) и аномальный. Отложения аномального разреза представлены терригенными разностями, отложения нормального разреза — карбонатно-глинисто-кремнистыми породами.

**Ключевые слова:** баженовская свита, ачимовская толща, коллектор, тектонические движения.

*A. V. Lobusev, L. S. Kulik, and Yu. A. Vertievets*

#### LITOLGY SPECIFICITY OF NATURAL OIL RESERVOIRS FORMATION IN SEDIMENTS OF BAZHENOV GROUP

Sediments of Bazhenov group differ by high lithologic heterogeneity. Sequence of Bazhenov group is divided into conventional (normal) and anomalous. Sediments of anomalous sequence are presented by terrigenous variations, sediments of normal section — by carbon-clay-flinty rocks.

**Keywords:** Bazhenov group, achimov stratum, reservoir, tectonic movements.

*I. A. Larochkina*

#### ДЕВОНСКИЙ ТЕРРИГЕННЫЙ КОМПЛЕКС — ОБЪЕКТ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ НА ЗАПАДЕ ТАТАРСТАНА

Рассмотрены перспективы продуктивной толщи в западной части Татарстана. Показано ухудшение всех характеристик — структурных, коллекторских, флюидоупорных девонской терригенной толщи.

Ключевые слова: критерии нефтеносности, терригенный девонский комплекс, горизонт, ярус.

*I. A. Larochkina*

#### DEVONIAN TERRIGENOUS COMPLEX — AN OBJECT FOR OIL FIELDS EXPLORATION IN WESTERN TATAR REPUBLIC

Perspectives of productive strata in western Tatar Republic are considered. Deterioration of all characteristics — structural, reservoir, fluid-resistive of Devonian terrigenous strata is demonstrated.

**Keywords:** oil bearing capacity criteria, Devonian terrigenous complex, interface, epoch.

*B. B. Kadem, P. B. Chagirov*

#### К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ ЛИНЕЙНОГО ЗАКОНА ФИЛЬТРАЦИИ (ЗАКОНА ДАРСИ)

Представлена методика непосредственного определения верхней границы справедливости линейного закона фильтрации (закона Дарси) для любой пористой среды. Методика основана на принципах перколяционного моделирования течения флюидов в пористых средах. Анализируется

влияние структуры порового пространства на величину предельного градиента. Проведено качественное сравнение с экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** пористая среда, течение флюида в пористой среде, закон Дарси, перколяционное моделирование течения флюида в пористой среде, область справедливости линейного закона фильтрации.

*V. V. Kadet, and P. V. Chagirov*

#### TOWARDS THE PROBLEM OF DETERMINATION OF LINEAR FILTRATION LAW (DARCY LAW) APPLICABILITY UPPER LIMIT

The method for direct determination of correctness upper limit of linear filtration law (Darcy law) for any porous medium is presented. The method involved is based on the principles of percolation modeling of fluid flow in porous medium. Influence of porous medium structure on terminal gradient is analyzed. Qualitative comparison with experimental data was conducted.

**Keywords:** porous medium, fluid flow in porous medium, Darcy law, percolation modeling of fluid flow in porous medium, linear filtration law correctness limits.

*H. H. Михайлов, И. П. Гурбатова*

#### МАСШТАБНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Показана взаимосвязь масштабного эффекта с особенностями и типом емкостной структуры сложнопостроенных коллекторов. Проанализированы характерные условия проявления масштабных эффектов при определении пористости и проницаемости. Показано влияние масштабного эффекта на представительность лабораторных определений фильтрационно-емкостных свойств. Установлена взаимосвязь значений пористости и проницаемости с объектом исследования керна.

**Ключевые слова:** масштабный эффект, фильтрационно-емкостные свойства, структура емкостного пространства, ансамбль пор, фрактальность, поровые системы, сложнопостроенные коллекторы.

*N. N. Mikhailov, and I. P. Gurbatova*

#### SCALE EFFECT AT LABORATORY DETERMINATION OF PERMEABILITY AND POROSITY PROPERTIES OF COMPLEX STRUCTURED CARBONATE RESERVOIRS

The interrelation of scale effect with features and type of capacitor structure of complex structured reservoirs is demonstrated. Characteristic conditions of scale effects display are analyzed at porosity and permeability determination. Influence of scale effect on imposing appearance of laboratory determination of permeability and porosity properties is shown. The interrelation between values of porosity and permeability with the object of core research is established.

**Keywords:** scale effect, permeability and porosity properties, capacitive space structure, pores assembly, fractality, pore systems, complex structured reservoirs.

*P. С. Хисамов*

#### РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ПОВЫШЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ — ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассмотрены основы энергосберегающей эксплуатации нефтяных месторождений управлением разработкой, регулированием отбора запасов, совершенствованием системы заводнения путем организации самостоятельных участков в пределах ранее выделенных эксплуатационных объектов, создание интенсивной системы разработки с бурением горизонтальных, многозабойных скважин, скважин малого диаметра, гидроразрыва пласта, одновременно-раздельной эксплуатации пластов.

**Ключевые слова:** поздняя стадия разработки, выработка запасов нефти, повышение нефтеотдачи пластов.

*R. S. Khisamov*

#### DEVELOPMENT MANAGEMENT AND OIL RECOVERY INCREASE — A BASIS OF ENERGY CONSERVATIVE OILFIELDS EXPLOITATION

The article considers fundamentals of energy-efficient oilfields operation via development management, reserves production control, improvement of the water flooding system through arrangement of separate sites within previously identified target areas, formation of an intensive development system with drilling of horizontal wells, downhole splitters, slim holes, hydraulic fracturing and co-mingled production of layers with application of dual completion and production units.

**Keywords:** mature development stage, recovery of oil reserves, oil recovery increase.

*P. D. Kanevskaya, S. Yu. Zhuchkov*

#### ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

В данной работе приводится описание одного из методов учета трещин гидроразрыва пласта в геолого-технологической модели месторождения, позволяющего на стадии предпроцессора проводить все расчеты, связанные с моделированием трещин, и задавать их результаты в качестве исходных данных для гидродинамического симулятора. Приведен пример расчета на реальном объекте разработки. Анализ результатов показал корректность данного метода. Геолого-гидродинамическая модель позволила удовлетворительно воспроизвести историю разработки. Прогнозные дебиты и забойные давления скважин оказались близки к фактическим. Результаты расчетов могут служить косвенным подтверждением гипотезы о самопроизвольном росте трещин гидроразрыва пласта в нагнетательных скважинах.

**Ключевые слова:** массивный гидравлический разрыв пласта, моделирование разработки месторождения, многоскважинные системы разработки, низкопроницаемые коллекторы, моделирование трещин гидроразрыва.

*R. D. Kanevskaya, and S. Yu. Zhuchkov*

#### SIMULATION AND MONITORING EXPERIENCE OF FRACTURING IN MULTI-WELL SYSTEM

A new method of the hydraulic fracturing crack count in reservoir models is described. The method allows carrying out all calculations connected with the fracture simulation on the stage of preprocessor and setting the results as input for the hydrodynamic simulator. The example of the real oil field simulation is presented. The analysis of results proved the validity of this method. Geological-hydrodynamic model admitted to reproduce production history satisfactory. Simulation results and field data are in good agreement. The obtained results confirmed the hypothesis of the spontaneous growth of fractures in injection wells.

**Keywords:** massive hydraulic fracturing, oilfield development modeling, multi-well systems, low-permeability reservoirs, hydraulic fracturing crack modeling.

***В. И. Петренко***

## ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГАЗОЭВАПОРИГЕННОЙ ВЛАГИ ПРИРОДНЫХ ПАРОГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

На конкретных примерах показана многообразная и значительная по масштабам геолого-физическая и геохимическая роль газоэвапоригенной влаги в месторождениях углеводородов, в подземных хранилищах газа и в земной коре.

**Ключевые слова:** конденсационные воды, газоэвапоригенная влага, газовые и газоконденсатные месторождения, подземные хранилища газа, земная кора.

***V. I. Petrenko***

## GEOLOGICAL-PHYSICAL AND GEOCHEMICAL PART OF GAS-EVAPOROGENIC MOISTURE OF NATURAL GAS-VAPOR MIXTURES

At the certain examples multiform and considerable of it scale geological-physical and geochemical part of gas-evaporogenic moisture in hydrocarbon fields, underground gas storage facilities and in the Earth's crust is demonstrated.

**Keywords:** water of condensation, gas-evaporogenic moisture, gas and gas condensate fields, underground gas storage facilities, Earth's crust.

***Р. А. Гасумов, Э. Р. Гасумов***

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПЛАСТА ПРИ ОЧИСТКЕ ЗАБОЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Немаловажное значение для решения задачи обеспечения уровня добычи газа и газового конденсата имеет поддержание эксплуатационного фонда скважин в рабочем состоянии. При этом особое внимание уделяется совершенствованию технологии ремонтных работ, представляющих собой комплекс геолого-технических мероприятий, в том числе удаление глинисто-песчаных пробок с забоя скважин.

Удаление песчаных пробок из ствола скважин проводится с помощью очищающего агента и использования энергии газа, имеющейся в продуктивном пласте.

**Ключевые слова:** газовая скважина, коллектор, глинисто-песчаные пробки, инертный газ, пенообразующая жидкость, депрессия на пласт, энергия пласта.

***R. A. Gasumov, and E. R. Gasumov***

## RESERVOIR ENERGY UTILIZATION AT BOTTOMHOLE CLEANING OF GAS WELLS

Operating well stock maintenance at active status is of great importance for the problem solving of gas and gas condensate production level guarantee. At the same time special attention attaches to development of repair work technology that is complex of geotechnical activities, including removal of clay and sand plugs from bottomhole.

Sand plugs removal from bottomholes is conducted by means of both cleaning agent and gas energy of producing formation utilization.

**Keywords:** gas well, reservoir, clay and sand plugs, inert gas, foam-forming liquid, differential pressure drawdown, reservoir energy.

*A. V. Zavgorodnev, E. V. Maslova, N. I. Litvinova*

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

В статье проведен анализ потребления и подробно рассмотрена структура расхода газотранспортными предприятиями природного газа на собственные технологические нужды. Выполнена классификация производственных процессов газотранспортных предприятий по характеру использования природного газа и последующему воздействию на атмосферный воздух. Установлена взаимосвязь потребления природного газа на собственные технологические нужды с образованием и выбросом загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также с наличием значимых экологических аспектов на производственных объектах газотранспортного предприятия.

Определены возможности снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и степени значимости экологических аспектов при транспортировке газа.

**Ключевые слова:** газотранспортные предприятия, выбросы в атмосферу, расход газа на технологические нужды, стравливание газа, технологические потери.

*A. V. Zavgorodnev, E. V. Maslova, and N. I. Litvinova*

#### ENVIRONMENTAL ASPECTS OF NATURAL GAS TRANSPORTATION

The article contains a detailed analysis of gas consumption and spending behavior by gas-transportation enterprises for BOP needs during gas transportation. Different production processes of gas-transportation companies were classified depending on the gas consumption nature and further influence on atmosphere. A relationship between technological gas consumption for BOP with atmospheric emissions and important ecological aspects at the technological entities of gas-transportation companies was determined.

Some possibilities of atmospheric emissions reduction and environmental aspects significance level at gas transportation were determined.

**Keywords:** gas-transportation enterprises, atmospheric emissions, gas consumption for BOP needs, outgassing, process losses.