

ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

научно-технологический журнал

№2⁽¹²¹⁾ 2019

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2

Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН – д.т.н., проф.

Научно-редакционный совет

К. С. БАСНИЕВ – д.т.н., проф.

А. Ф. ВИЛЬДАНОВ – д.т.н., проф.

А. И. ВЛАДИМИРОВ – к.т.н., проф.

А. И. ГРИЦЕНКО – д.т.н., проф.

А. Н. ДМИТРИЕВСКИЙ – д.г.-м.н.,
проф.

О. Н. КУЛИШ – д.т.н., проф.

А. Л. ЛАПИДУС – д.х.н., проф.

ЛИ ГО ЮЙ – проф. (Китай)

Н. А. МАХУТОВ – д.т.н., проф.

И. И. МОИСЕЕВ – д.х.н., проф.

Б. П. ТОНКОНОГОВ – д.х.н., проф.

К. ТРАВЕР – проф. (Франция)

В. А. ХАВКИН – д.т.н., проф.

М. ЦЕХАНОВСКА – д.т.н., проф.
(Польша)

Head Editor

B. P. TUMANYAN – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

K. S. BASNIEV – Dr. Eng. Sci., prof.

A. F. VIL'DANOV – Dr. Eng. Sci., prof.

A. I. VLADIMIROV – Cand. Eng. Sci., prof.

A. I. GRITSENKO – Dr. Eng. Sci., prof.

A. N. DMITRIEVSKY –

Dr. Geo.-Min. Sci., prof.

O. N. KULISH – Dr. Eng. Sci., prof.

A. L. LAPIDUS – Dr. Chem. Sci., prof.

LI GO IUY – prof. (China)

N. A. MAKHUTOV – Dr. Eng. Sci., prof.

I. I. MOISEEV – Dr. Chem. Sci., prof.

B. P. TONKONOGOV –

Dr. Chem. Sci., prof.

Ch. TRAVERS – prof. (France)

V. A. KHAVKIN – Dr. Eng. Sci., prof.

M. TSEKHANOVSKA –

Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

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

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

В. А. Павлов, Д. А. Поляков, М. Д. Субботин,
Р. Ф. Меликов, Н. А. Поляков, Т. А. Поспелова

К ВОПРОСУ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ
В ГЕОМЕХАНИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ..... 3

ПОДГОТОВКА НЕФТИ И ГАЗА

Ф. Р. Исмагилов, А. В. Курочкин

ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ
ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ К ТРУБОПРОВОДНОМУ ТРАНСПОРТУ.
2. ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПАРАФИНСОДЕРЖАЩИХ
ФРАКЦИЙ НЕФТИ С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ
В ПРОЦЕССЕ ТЕРМОЛИЗА..... 10

ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА

Х. И. Абад-заде, З. А. Гасимова

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИЗВОДСТВА
МОТОРНЫХ ТОПЛИВ С УЛУЧШЕННЫМИ
ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ 15

ИССЛЕДОВАНИЯ

Р. А. Ашрафов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНДЕКСА ТЕКУЧЕСТИ
МЕЛКОДИСПЕРСНОГО КАТАЛИЗАТОРА НА ПРОТЕКАНИЕ
МОДЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ СО В СО₂ МЕТОДОМ
ПРИБЛИЖЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ 22

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

А. А. Пономарев

МЕТОДИКА КОСВЕННОЙ ОЦЕНКИ НАЛИЧИЯ НЕФТЕГЕНЕРАЦИИ
В ГЛИНИСТО-БИТУМИНОЗНЫХ ПОРОДАХ
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СВЧ-ВОЛН 28

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

С. Т. Закенов, Л. К. Нуршаханова

АНАЛИЗ РАБОТЫ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН
ПО ЗНАЧЕНИЯМ ЗАБОЙНОГО ДАВЛЕНИЯ
ОТНОСИТЕЛЬНО ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕНИЯ 32

А. Л. Ковалев, Е. В. Шеберстов

МОДЕЛЬ НЕРАВНОВЕСНОЙ РЕТРОГРАДНОЙ КОНДЕНСАЦИИ
В ОКРЕСТНОСТИ ГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ СКВАЖИНЫ 35

К. А. Рахимов, Т. О. Комилов, А. А. Рахимов, А. К. Рахимов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВочНЫХ ЖИДКОСТЕЙ
НА ОСНОВЕ СМАЗочНЫХ ВещЕСТВ
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПРИХВАТА 42

ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА

Д. В. Варнаков, Р. М. Зябилов, С. В. Веретин, М. А. Афонин

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ
ПОЛЕВЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ 45

Р. Д. Татлыев, И. Р. Габдрашитов

МЕТОДИКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА
СКЛАДСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ВОЕННЫХ
СКЛАДОВ ГОРЮЧЕГО 48

И. А. Тарарычкин

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ АВАРИЙ
И ПОВРЕЖДЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА 53

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ф. И. Захаркин

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО
ОПРЕДЕЛЕНИЮ СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 60

Директор по информации
Н. П. ШАПОВА

Редактор
В. С. ДМИТРИЕВА

Верстка
В. В. ЗЕМСКОВ

Подготовка материалов
Т. С. ГРОМОВА

Издатель — Международный центр
науки и технологий «ТУМА ГРУПП»

Адрес редакции:
111116, Москва,
ул. Авиамоторная, 6
Тел./факс: (499) 135-88-75
e-mail: tng98@list.ru

Интернет: <http://www.nitu.ru>

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

№2⁽¹²¹⁾ 2019

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

Тираж 1200 экз.

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

Материалы авторов
не возвращаются

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

К вопросу импортозамещения в геомеханическом моделировании

В. А. Павлов, Д. А. Поляков, М. Д. Субботин,
Р. Ф. Меликов, Н. А. Поляков, Т. А. Пospelova
ООО «Тюменский нефтяной научный центр»
vapavlov@bk.ru

В статье представлен обзор выполненных за последнее десятилетие работ по геомеханическому моделированию в России, результаты которого позволяют выделить ряд трендов на данном рынке услуг. Работы условно разделены по масштабности проведенного моделирования — от расчетов для отдельных скважин до полномасштабных моделей, внедренных в производственный цикл. Обозначены проекты, выполненные отечественными сервисными компаниями или подразделениями нефтегазодобывающих обществ, прослеживается неуклонный рост их доли в общем объеме работ. Рассмотрены основные российские поставщики на рынке услуг по геомеханическому моделированию и программному обеспечению, отечественному оборудованию для исследований упруго-прочностных свойств керна (лабораторное тестирование) и свойств массива горных пород.

Ключевые слова: геомеханическое моделирование, гидравлический разрыв пласта, устойчивость ствола, объем рынка, 1D и 3D-моделирование.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-3-9

V. A. Pavlov, D. A. Polyakov, M. D. Subbotin, R. F. Melikov, N. A. Pavlyukov, T. A. Pospelova
LLC «Tyumen Petroleum Research Center»

On the Issue of Import Substitution in Geomechanical Modelling

The paper provides an overview of the work performed over the past decade on geomechanical modelling in Russia, the results of which allow us to identify a number of trends in this market. The works are conventionally divided by the scale of the simulation performed – from calculations for individual wells to full-scale models implemented in the production cycle. The projects executed by domestic service companies or by divisions of leading oil and gas operator companies are considered – the steady growth of their share in the total amount of works can be traced. The main Russian suppliers in the market for geomechanical modelling and software, domestic equipment for mechanical core testing and well logging tools for conducting specialized geophysical measurements of wells are considered.

Key words: geomechanical modeling, software, well-logging tool, core testing.

Термокаталитический способ подготовки высоковязкой нефти к трубопроводному транспорту.

2. Термическая деструкция парафинсодержащих фракций нефти с рециркуляцией в процессе термолиза

Ф. Р. Исмагилов¹, А. В. Курочкин²

¹Астраханский государственный технический университет,

²АИТ НГ «Интегрированные технологии»

frismagilov@bk.ru

Традиционные методы перекачки парафинистых и тяжелых нефтей путем смешения их с углеводородными растворителями, например, с маловязкой нефтью или нефтепродуктами, имеют ряд ограничений. Одним из эффективных способов уменьшения вязкости и температуры застывания нефти является термическая деструкция твердых парафинов, содержащихся в нефти. Предложены технические решения, направленные на усовершенствование стадий фракционирования, а также термической обработки тяжелой газойлевой фракции, содержащей твердые парафины, и остатка термолиза с целью подготовки высоковязкой нефти к трубопроводному транспорту. Предлагаемые решения позволяют упростить процесс подготовки нефти, снизить массовую долю парафина, вязкость и температуру застывания нефти и могут быть использованы в нефтяной промышленности.

Ключевые слова: высоковязкие нефти, трубопроводный транспорт, твердые парафины, подготовка нефти к транспортировке, методы разбавления, фракционирование, термолиз, остаток термолиза, тяжелый газойль, широкая дистиллятная фракция.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-10-14

F. R. Ismagilov¹, A. V. Kurochkin²

¹Astrakhan State Technical University,

²Association of Oil and Gas Process Engineers «Integrated Technologies»

Thermocatalytic Method of Preparation of Heavy Oil for Pipeline Transport

Traditional methods of pumping paraffin and heavy oils by mixing them with hydrocarbon solvents, such as low-viscosity oil or petroleum products, have a number of limitations. One of the effective ways to reduce the viscosity and pour point of oil is the thermal destruction of solid paraffins contained in the oil. The purpose of the study to create a technical solution aimed at improving the fractionation stages, as well as the thermal treatment of heavy gas oil fraction containing solid paraffins and thermolysis residue for the purpose of preparation of high-viscosity oil for pipeline transport. The proposed solutions allow to simplify the process of oil preparation, reduce the mass fraction of paraffin, viscosity and pour point of oil and can be used in the oil industry.

Key words: high-viscosity oil, pipeline transportation, paraffin wax, preparation of oil to transporting, methods of dilution, fractionation, thermolysis, heavy residue of thermolysis, heavy gas-oil, wide distillate fraction.

Основные процессы производства моторных топлив

с улучшенными экологическими свойствами

Х. И. Абад-заде, З. А. Гасимова

Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана

gasimovazaira@mail.ru

В статье рассматриваются основные процессы для получения моторных топливах с улучшенными экологическими свойствами. Приводятся данные по применению и получению эффективных катализаторов процессов гидроочистки. В качестве основных рассмотрены процессы гидроочистки бензина каталитического крекинга в смеси с дизельным топливом, адсорбционные и абсорбционные методы очистки, метод окислительного обессеривания дизельного топлива и другие.

Ключевые слова: гидроочистка, бензин каталитического крекинга, дизельное топливо, вакуумный отгон, сорбенты.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-15-21

Kh. I. Abadzade, Z. A. Gasimova

Institute of Petrochemical Processes of Azerbaijan Academy of Sciences

The Main Processes for the Production of Environmentally Friendly Motor Fuels

This article discusses the basic processes for obtaining environmentally friendly motor fuels. Data are given on the use and production of effective catalysts for hydrotreating processes. The main processes considered are the hydrotreatment of catalytic cracking gasoline mixed with diesel fuel, adsorption and absorption purification methods, the method of oxidative desulfurization of diesel fuel, and others.

Key words: hydrotreatment, catalytic cracking gasoline, vacuum distillate, diesel motor fuels, sorbent.

Математическое описание влияния индекса текучести мелкодисперсного катализатора на протекание модельной реакции окисления CO в CO₂ методом приближенных вычислений

P. A. Ashrafov

Государственная академия пограничной службы Азербайджана, г. Баку

ashrafov@yahoo.com

В статье изучены факторы, при которых перемешивание зависит от таких параметров, как свойства псевдоожигающего агента и твердой фазы. При этом флуктуация плотности в слое зависит от физических свойств псевдоожигающего агента: удельного веса, вязкости, геометрического подобия (соотношения высоты слоя к диаметру аппарата). В совокупности эти факторы влияют на индекс текучести мелкодисперсного катализатора в псевдоожигенном слое. Впервые введен термин «индекс текучести» слоя и выведено уравнение для описания процесса регенерации катализатора риформинга в псевдоожигенном слое. Математически описано влияние индекса текучести слоя мелкодисперсного катализатора риформинга на закономерность протекания модельной реакции окисления CO в CO₂ в системе газ — твердые частицы методом приближенных вычислений. Используемая эмпирическая формула может успешно применена для высокоскоростных частиц, например при транспортировке цемента, а также при сушке пищевых сыпучих продуктов в элеваторах.

Ключевые слова: псевдоожигенный слой, катализаторы риформинга, закоксовывание катализаторов, математическая модель, выжиг кокса, индекса текучести.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-22-27

R. A. Ashrafov

State Academy of the Border Service of Azerbaijan, Baku

The Mathematical Description of Value of the Index of Fluidity of the Fine Catalyst of a Riforming on Regularity of Course of Model Reaction of CO with in CO₂ by Method of Approximate Calculations

In article factors at which hashing depends on such parameters as from property of the fluidizing agent and a firm phase, and fluctuation of density in a layer depend on physical properties of the fluidizing agent are studied: specific weight, viscosity, geometrical similarity, i.e. from a ratio of height of a layer to diameter of the device, in total influence the index of fluidity of the fine catalyst in a fluidized layer. The term «index of fluidity» of a layer has been for the first time applied and it is removed the equation where the purpose I was to introduce clarity in studying of process of regeneration of the catalyst of a reforming in a fluidized layer. Values of the index of fluidity of a layer of the fine catalyst of a reforming on regularity of course of model reaction of oxidation CO with in CO₂ in system gas – firm particles by method of approximate calculations is mathematically described. The empirical formula used can be successfully applied in the case of high-speed particles, for example in the transportation of cement, as well as in the drying of bulk food products such as rice, grain, buckwheat, etc. in elevators.

Key words: *fluidised bed, catalysts for reforming, coking of catalysts, mathematical model of coke burning, index of fluidity.*

**Методика косвенной оценки наличия нефтегенерации
в глинисто-битуминозных породах
под воздействием СВЧ-волн**

А. А. Пономарев

Тюменский индустриальный университет

vak.sibac@gmail.com

В работе рассмотрен метод, позволяющий фиксировать изменения в структуре пустотного пространства нефтематеринских горных пород в результате нефтегазогенерации протекающей под воздействием волновых полей, в данном случае электромагнитных волн сверхвысокой частоты (СВЧ-волн).

Представлен сравнительный анализ данных, полученных на компьютерном рентгеновском микротомографе SkyScan 1172, о строении структуры горной породы до и после обработки СВЧ-волнами. Подробно описаны принципы сканирования, реконструкции и анализа томографических данных. На основании полученных результатов сделаны выводы о процессах протекающих при формировании залежей углеводородов.

Ключевые слова: радикальные реакции, баженовская свита, цифровая модель керна, микротомография, обработка СВЧ-волнами, нефтематеринские породы, формирование залежей углеводородов.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-28-31

A. A. Ponomarev

Tyumen industrial University

**Methods of Indirect Estimation of Oil and Gas Generation in Clay-bituminous Rocks
under the Influence of Microwave Waves**

The work devoted to the method that allows to fix changes in the structure of the void space of oil-source rocks as a result of oil and gas generation flowing under the influence of wave fields, in this case, electromagnetic waves of ultrahigh frequency (microwave waves). The methodical part of the work consist in the approach of comparative analysis of data on the structure of rock structure obtained on the computer X-ray microtomograph SkyScan 1172

before and after treatment with microwave waves. The principles of scanning, reconstruction and analysis of tomographic data discussed in detail, and on the basis of the results obtained conclusions made about the processes occurring in the formation of hydrocarbon deposits.

Key words: *radical reactions, Bazhenov formation, digital core model, microtomography, microwave wave processing, oil source rocks, formation of hydrocarbon deposits.*

Анализ работы добывающих скважин

по значениям забойного давления относительно давления насыщения

С. Т. Закенов, Л. К. Нуршаханова

Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова,

г. Актау, Казахстан

senbek@rambler.ru

В работе проведен анализ работы добывающих скважин с учетом градации установленных значений забойного давлений относительно давления насыщения. Представленные результаты анализа фактических промысловых материалов на предмет соответствия фактического режима работы скважин оптимальному режиму позволило оценить и выявить степень реализации потенциальных возможностей скважин в пределах изменения значений забойного давления.

Ключевые слова: скважина, забойное давление, давление насыщения, добыча, депрессия, технологический режим.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-32-34

C. T. Zakenov, L. K. Nurshakhanova

Caspian State University of Technology and Engineering named after Sh. Esenov

Analysis of the Work of Producing Wells on the Values of the Bottomhole Pressure Relatively Saturation Pressure

The paper analyzes the work of producing wells taking into account the gradation of the installed bottom-hole pressures relative to the saturation pressure. The presented results of the analysis of actual field materials for compliance of the actual mode of operation of wells with the optimal mode allowed to evaluate and identify the degree of realization of the potential capabilities of wells within the change of bottom-hole pressures.

Key words: *well, bottom-hole pressure, saturation pressure, production, depression, technological regime.*

Модель неравновесной ретроградной конденсации в окрестности газоконденсатной скважины

А. Л. Ковалев, Е. В. Шеберстов

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

a_kovalev@vniigaz.gazprom.ru

В статье описана конечно-разностная модель, предназначенная для исследования неравновесного процесса выпадения жидкой фазы в окрестности газо-конденсатной скважины. Интенсивность фазового перехода в модели пропорциональна разности химических потенциалов. В компьютерной программе

использована полностью неявная схема. Сопоставление предложенной программы с коммерческой на примере равновесной фильтрации показало практически полное совпадение результатов.

Представлен обзор предшествующих моделей неравновесной фильтрации. Вычислительные эксперименты показали существенное влияние неравновесности на распределение насыщенности жидкой фазы в окрестности скважины. Моделирование фильтрации в керновых моделях показало, что для получения надежных экспериментальных данных о кинетических коэффициентах необходимы лабораторные средства измерения насыщенности.

Ключевые слова: неравновесная фильтрация, ретроградная конденсация, газоконденсатная скважина, интенсивность фазового перехода, локальное равновесие, численная модель.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-35-41

A. L. Kovalev, E. V. Sheberstov

Gazprom VNIIGAZ LLC

Model of Non-Equilibrium Retrograde Condensation near the Gas-Condensate Well

This paper describes a finite-difference model proposed for study of non-equilibrium liquid dropout during gas retrograde condensing near producing well. The rate of phase transition is proportional to chemical potentials difference. Full implicit algorithm was programmed and tested. Almost exact coincidence with commercial program resolution for equilibrium flow was obtained. A review and discuss of previous computer simulators for non-equilibrium flow presented. Computing experiments demonstrate influence of non-equilibrium on liquid saturation distribution near gas-condensate well. The core flow simulation demonstrates the liquid saturation as main informative indicator of non-equilibrium effects.

Key words: non-equilibrium flow, retrograde condensation, gas-condensate well, phase transition intensity, numerical model.

Использование промывочных жидкостей на основе смазочных веществ для предотвращения прихвата

К. А. Рахимов¹, Т. О. Комилов², А. А. Рахимов¹, А. К. Рахимов¹

¹Учебное научно-производственное предприятие «BURG'ICHI BIZNES», Узбекистан,

²Ташкентский государственный технический университет

komilovtolib87@yandex.ru

Статье рассматриваются результаты анализа содержания смазочных веществ в буровом растворе и их влияния на предупреждение прихватов. Показано, что адгезионные силы в процессе бурения скважин могут составлять 40–60%. В качестве примеров приведены сведения о случаях прихватов бурильного инструмента на скважинах АО «Узбурнефтегаз» и данные о содержании смазочных веществ в растворе. Представлена зависимость количества потерь нефти из бурового раствора от глубины и диаметра ствола скважины. Установлено, что рациональное содержания смазочных веществ в буровом растворе способно эффективно предупредить прихват бурильного инструмента.

Ключевые слова: скважина, бурильный инструмент, химический реагент, смазывающие вещества, утяжелители, бурильные трубы.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-42-44

K. A. Rakhimov¹, T. O. Komilov², A. A. Rakhimov¹, A. K. Rakhimov¹

BURG'ICHI BIZNES,

Lubricant Based Flushing Fluids to Prevent Sticking

The article discusses the results of the analysis of the content of lubricants in drilling mud and their impact on the prevention of sticking. It is shown that the adhesive forces in the process of drilling wells can be 40-60%. As examples, information is given on the sticking of a drilling tool at the wells of Uzburneftegaz with data on the content of lubricants in the solution. The dependence of the amount of oil loss from the drilling fluid on the depth and borehole diameter is presented. It has been established that a rational content of lubricants in a drilling mud can effectively prevent sticking of a boring tool.

Key words: reagent, solution, drill string, density, lubricants, sticking.

Анализ отказов и повышение надежности полевых магистральных трубопроводов

Д. В. Варнаков¹, Р. М. Зябиров², С. В. Веретин², М. А. Афонин²

¹Ульяновский государственный университет,

²Вольский военный институт материального обеспечения

zyabirov-radik@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы надежности передвижных насосных установок, в частности, используемых на них центробежных насосов. Представлены наиболее характерные причины выхода их из строя. Проведен анализ отказов центробежных насосов и выявлены основные узлы и детали, наиболее подверженные разрушению и износу при эксплуатации.

Ключевые слова: полевой магистральный трубопровод, надежность, передвижная насосная установка, центробежный насос.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-45-47

D. V. Varnakov¹, R. M. Zyabirov², S. V. Veretin², M. A. Afonin²

¹Ulyanovsk State University, ²Military Institute of material security, Volsk

Failure Analysis and Increase in Reliability of Oil Product Lines

When considering the reliability of the field trunk pipeline, special attention should be paid to the reliability of mobile pumping units. The most characteristic cause of a pump failure is wear and destruction of the main parts on which the efficiency of the pump depends.

Key words: field pipeline, reliability, mobile pumping unit, centrifugal pump.

Методика гидравлического расчета складских трубопроводов для военных складов горючего

Р. Д. Татлыев¹, И. Р. Габдрашитов²

¹Сургутский институт нефти и газа

²Вольский военный институт материального обеспечения

radon.82@mail.ru

В статье описывается предназначение складов горюче-смазочных материалов, а также предлагается методика гидравлического расчета складских трубопроводов для проектирования военных складов горюче-смазочных материалов. Описываются основные положения, расчетные формулы, необходимые для реализации предлагаемой методики и ее сущность.

Ключевые слова: склады, трубопровод, гидравлический расчет, цистерны, нефтепродукты, проектная документация.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-48-52

R. D. Tatliev¹, I. R. Gabdrashitov²

¹Surgut Institute of Oil and Gas,

²Volsky Military Institute of Material Support

Method for Hydraulic Calculation Warehouse Piping for Military Fuel Depots

This article describes the purpose of the warehouses of combustive-lubricating materials and also the technique of hydraulic calculation of pipeline inventory for the design of military warehouses of combustive-lubricating materials. The basic provisions, calculation formulas necessary for the implementation of the proposed method and its essence are described.

Key words: warehouses, pipeline, hydraulic calculation, tanks, oil products, project documentation.

Компьютерное моделирование развития аварий и повреждения структурных элементов систем трубопроводного транспорта

И. А. Тарарычкин

Луганский национальный университет им. В. Даля

donbass_8888@mail.ru

В статье рассмотрены особенности процесса повреждения и развития аварийных ситуаций на объектах трубопроводного транспорта. Если повреждение системы продолжается и связано со случайным переходом в состояние неработоспособности отдельных узлов, то такой процесс прогрессирующей блокировки приводит к отключению от источника сначала некоторых, а затем и всех потребителей целевого продукта. Повысить стойкость трубопроводной системы к развитию процесса прогрессирующей блокировки возможно путем защиты отдельных транспортных узлов. Для оценки эффективности защитных мероприятий используется разработанная программа имитационного моделирования, позволяющая определять значения показателя стойкости. Сравнительный анализ эффективности защитных мероприятий допускается выполнять только в отношении сопоставимых сетевых структур. Именно для таких структурных объектов сравнение расчетных значений показателей стойкости является корректным. Для того чтобы анализируемые сетевые структуры оказались сопоставимыми они должны иметь одинаковое количество: узлов-потребителей, отключение которых от источника возможно; повреждаемых узлов; периферийных кластеров с двумя и более потребителями и совпадающим числом потребителей в

каждом из них. Кроме того, одинаковой должна быть последовательность отключения от источника потребителей и периферийных кластеров с равным количеством потребителей продукта.

Ключевые слова: система, трубопровод, защита, повреждение, стойкость.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-53-59

I. A. Tararychkin

Lugansk National University named after V. Dahl

Computer Simulation of Development of Accidents and Damage to the Structural Elements of Pipeline Transport Systems

The features of the damage process and the development of emergencies at pipeline transportation facilities are considered. If the damage to the system continues and is associated with a random transition to the state of inoperability of individual nodes, then this process of progressive blocking leads to the disconnection from the source, first of some, and then of all consumers of the target product. It is possible to increase the resistance of the pipeline system to the development of a progressive blocking process by protecting individual transport hubs. To assess the effectiveness of protective measures, a developed simulation program is used, which allows determining the values of the resistance index. The indicator of resistance represents the average proportion of damaged nodes of the system, blocking which in random order leads to the rupture of connections between the source and all disconnected consumers of the target product. Comparative analysis of the effectiveness of protective measures may be performed only in relation to comparable network structures. It is for such structural objects that the comparison of calculated values of resistance indices is correct. In order for the analyzed network structures to be comparable, they must have the same number: consumer nodes, which can be disconnected from the source; damaged nodes; peripheral clusters with two or more consumers and the same number of consumers in each of them. In addition, the sequence of disconnection from the source of consumers and peripheral clusters with an equal number of product consumers should be the same.

Key words: system, pipeline, protection, damage, resistance.

Совершенствование методических подходов по определению срока безопасной эксплуатации газопроводов при экспертизе промышленной безопасности

Ф. И. Захаркин

ООО «Газпром переработка»

ZakharkinFI@gpp.gazprom.ru

В статье представлена методика определения срока безопасной эксплуатации газопровода по ожидаемой частоте аварий. Для вычисления ожидаемой частоты аварий используются три параметра, учитывающие поврежденность сварных соединений на 1 км трассы газопровода, поврежденность 1 км газопровода и среднестатистическую поврежденность 1 км газопроводов ПАО «Газпром» или ГТО, среднестатистическое значение параметра, учитывающего поврежденность сварных соединений на 1 км трасс газопроводов, сведения об авариях и среднестатистическая частота аварий на 1000 км. По результатам апробации методики показано, что сроки безопасной эксплуатации согласуются с техническим состоянием газопроводов и она в отличие от стандартизированной в ПАО «Газпром» методики позволяет

продлить срок безопасной эксплуатации участков газопроводов, подверженных коррозионному растрескиванию под напряжением.

Ключевые слова: газопровод, частота аварий, поврежденность, срок безопасной эксплуатации, коррозия, стресс-коррозия.

DOI: 10.32935/1815-2600-2019-121-2-60-64

F. I. Zakharkin

Gazprom Pererabotka LLC

Improvement of Methodological Approaches for Determining the Safe Operation Life of Gas Pipelines in Expert Appraisal of Industrial Safety

The article presents a methodology for determining the safe operation life of gas pipeline according to the expected frequency of accidents. To calculate the expected frequency of accidents, the following parameters are used: parameter that takes into account the damage of welded joints of 1 km of gas pipeline route, parameter that takes into account the damage of 1 km of gas pipeline, parameter that takes into account an average statistical damage of 1 km of gas pipelines of Gazprom PJSC, as well as an average statistical value of the parameter that takes into account the damage of welded joints of 1 km of gas pipeline routes, together with information on accidents and average frequency of accidents at Gazprom PJSC of 1,000 km. Based on the results of methodology testing, it is shown that the safe operation life is consistent with the technical state of gas pipelines and unlike the standardized methodology of Gazprom PJSC it helps to extend the safe operation life of gas pipelines segments subject to stress corrosion cracking.

Key words: *gas pipeline, frequency of accidents, damage, safe operation life, corrosion, stress corrosion.*