

**РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ / INDUSTRY DEVELOPMENT****12 КАПИТАЛ БУДУЩИХ ПОКОЛЕНИЙ:  
СБЕРЕЧЬ И ПРИУМНОЖИТЬ**

В. Н. Комарица, Н. Н. Сухорукова

В. И. Отт – первый заместитель министра топлива и энергетики РФ в 1996–1998 гг., почетный нефтяник, участник крупнейших проектов по разработке месторождений нефти и газа, строительству нефтепромысловых объектов в России и за рубежом. В его трудовой биографии – работа на нефтяных месторождениях Самарской области, Западной Сибири и Казахстана. Он принимал непосредственное участие в реформировании нефтяной отрасли России после ликвидации СССР. Суждения специалистов такого уровня – взгляд с высоты профессионального и жизненного опыта. Мы расспросили Виктора Иоганесовича о его видении сегодняшней ситуации в отечественной нефтяной отрасли.

**CAPITAL OF FUTURE GENERATIONS:  
SAVE AND INCREASE**

V. N. Komaritsa, N. N. Sukhorukova

V. I. Ott is the First Deputy Minister of Fuel and Energy of the Russian Federation in 1996-1998, Honorary Oil Worker, participant of the largest projects on the development of oil and gas fields and construction of oilfield facilities in Russia and abroad. His career biography includes work on the oil fields of the Samara, Western Siberia, and Kazakhstan. He directly participated in reforming of the Russian oil industry after the liquidation of the USSR. Such high level specialists' opinion is a view from the height of professional and life experience. We asked Viktor Ioganesovich about his vision of the current situation in the domestic oil industry.

**ПРОЧНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ /  
THE STRENGTH AND DURABILITY OF PIPE STEELS****22 ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА  
ТРУБОПРОВОДОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ:  
ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
РАЗРАБОТКИ УФИМСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ**

Ю. В. Лисин, Д. А. Неганов, К. М. Гумеров

В статье приводится обзор ряда исследований в области старения металла труб. В частности, рассмотрены результаты работы по данному направлению представителей Уфимской научной школы, позволившие установить, что в процессе длительной эксплуатации трубопроводов меняются механические свойства сталей – т. н. явление старения металла труб. Указаны два основных механизма деградации свойств металла – деформационное старение и наводороживание. Представлены разработки Уфимской научной школы по созданию физической модели стресс-коррозии, которая в настоящее время является одной из главных причин разрушения металла на магистральных газопроводах, однако необоснованно мало изучена в системе нефтепроводного транспорта.

**RESEARCH OF CHANGES OF PIPELINE METAL  
PROPERTIES DURING OPERATION: SUMMARY  
OF RESULTS AND PROSPECTIVE DEVELOPMENTS  
OF UFA SCOLARLY TRADITION**

Y. V. Lisin, D. A. Neganov, K. M. Gumerov

An overview of several studies in the pipe metal aging area is given in the article. In particular, there are considered results made by representatives of Ufa scholarly tradition in the field, which make it possible to establish a change in steel mechanical characteristics

during a long operation of pipelines, - the so called pipe metal aging. Two main ways of the metal characteristics degradation are specified, i.e. a strain aging and hydrogen absorption. There are also presented works of Ufa scholarly tradition aimed at creating a physical model of the pipelines stress corrosion cracking, which is nowadays one of the main causes of metal fracture at the pipeline mains; though it is unreasonably low studied in the oil pipeline transportation system.

**31 ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ  
СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ**Д. А. Неганов, Е. П. Студёнов, С. В. Скородумов,  
В. А. Соловьев

В статье делается обобщение мирового и российского опыта по разработке и эксплуатации стендов для натуральных испытаний трубной продукции, а также обсуждаются требования к стенду новой конструкции для проведения гидравлических испытаний труб при комбинированном нагружении внутренним давлением и изгибающим моментом. Обобщены типовые схемы нагружения трубной продукции в процессе испытаний и варианты приложения нагружений во времени.

**STUDY OF THE CONSTRUCTION OF HYDRAULIC  
STANDS FOR TESTING OF TUBULAR PRODUCTS**D. A. Neganov, E. P. Studenov, S. V. Skorodumov,  
V. A. Solovyev

The article summarizes the international and Russian experience in the development and operation of devices for full-scale testing of pipes and also discusses the requirements for a new design of the devices for hydraulic testing of pipes under combined loading with internal pressure and bending moment. Also, the article summarizes typical schemes of pipe loading in the process of testing and variants of applying loads in time.

**СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ  
ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ/  
BUILDING, OPERATION AND MAINTENANCE OF PIPELINE SYSTEMS  
FOR OIL AND OIL PRODUCTS STORAGE AND TRANSPORT****42 РАСКЛАДКА СМЕСИ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ  
ПЕРЕКАЧКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

М. В. Лурье, Ф. В. Тимофеев, С. В. Середя

В статье приведены теоретические положения по расчету наиболее эффективного способа раскладки смесей нефтепродуктов сходу, образующихся при их последовательной перекачке прямым контактированием. Реализация способа предполагает последовательное проведение расчетов базовых соотношений нефтепродуктов в смеси и возможных объемов ее распределения в резервуары с нефтепродуктами. Расчеты производят с учетом значений предельно допустимых концентраций содержания одного нефтепродукта в другом. В статье рассмотрен порядок проведения расчетов для двух возможных вариантов раскладки сходу: с равномерной подачей смеси сразу в несколько резервуаров и с дифференцированной подачей смеси в подключенные резервуары.

**MIXTURE DISTRIBUTION FOR SERIAL TRANSFER  
OF PETROLEUM PRODUCTS**

M. V. Lurie a, F. V. Timofeev, S. V. Sereda

The article provides theoretical provisions to calculate the most efficient way for immediate distribution of petroleum product mixtures generated during their serial transfer by means of direct contacting. The implementation of the method stipulates serial calculation of base ratio of petroleum products in the

mixture and possible amounts of its distribution to the vessels with petroleum products. The calculations are made with taking in account limited accepted concentration for the content of one mineral in another one. The article considers the procedure of calculating two possible options of an immediate distribution: with a uniform mixture supply to several vessels and with a differentiated mixture supply to connected vessels.

#### 48 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВКИ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Д. А. Неганов, Г. В. Нестеров, А. А. Богач

Настоящая работа направлена на определение остаточных напряжений, образующихся в металле труб большого диаметра после изгиба исходного листа. Выполнен анализ способов формообразования трубной заготовки, используемых на российских заводах. С помощью метода конечных элементов проведено компьютерное моделирование процесса формовки труб диаметром 1220 мм класса прочности К56, изготавливаемых с помощью шаговой формовки, формовки на вальцах и формовки на прессах.

#### COMPUTER SIMULATION OF THE FORMATION PROCESS FOR A LARGE-DIAMETER PIPE STOCK

D. A. Neganov, G. V. Nesterov, A. A. Bogach

The purpose of the work is to define residual stresses generated in metal of large-diameter pipes after the source sheet is bent. Ways of forming the pipe stocks used at the Russian plants were analyzed. A computer simulation of the pipe formation process was made via finite element method for 1,220 mm pipes of K56 strength class made by means of step molding, roller molding and press molding.

#### 56 АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ В МАГИСТРАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВВОДА ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНОЙ ПРИСАДКИ

В. В. Жолобов, Д. И. Варыбок, Д. В. Егоров

При резком изменении расхода транспортируемой среды возникает явление гидроудара. Ударная волна, формирующаяся в месте изменения расхода, распространяется вдоль трубопровода, взаимодействует с оборудованием и затухает по определенному закону. Численные параметрические расчеты волновых процессов с целью построения эпюр максимального давления достаточно трудоемки и требуют больших временных затрат. Значительный объем информации, полученный при численном расчете с помощью разностных схем, фактически не используется. Цель данной работы: найти аналитический способ построения огибающей максимальных давлений.

#### ANALYSIS OF CHANGES IN TRANSIENT PROCESSES OCCURRING IN THE MAIN PIPELINE AS A RESULT OF ANTI-TURBULENCE ADDITIVE INJECTION

V. V. Zholobov, D. I. Varybok, D. V. Egorov

A water hammer phenomenon occurs at a rapid change in the flow rate of transported media. An impact wave generated at the flow rate change point is spread along the pipeline, interacts with the equipment and damps according to a certain law. The numeric parametric calculations of wave processes to construct diagrams of the maximum pressure take much time and effort. The sufficient data volume obtained during the numeric calculation with differential diagrams mostly is not used. The purpose of this work is to find an analytical way to built maximum pressure envelope.

#### 66 ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБЫ ПРИ ВНЕШНЕМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Цзи Чан, Хан Чан

Механическое поведение участка трубопровода, находящегося в деформируемом состоянии, было исследовано с помощью математического численного моделирования. Изучено влияние на него начальной глубины вдавливания и отношения диаметра трубы к толщине стенки. Результаты исследования показали, что сила сжатия, зона высоких напряжений и максимальное напряжение увеличиваются по мере увеличения нагрузок. После снятия нагрузок велика вероятность восстановления упругой деформации участка трубы до исходных значений.

#### MECHANICAL BEHAVIOR OF THE PIPE SQUEEZED BY OTHER OBJECT BASED ON NUMERICAL SIMULATION

Jie Zhang, Han Zhang

Mechanical behavior of a pipe squeezed by other objects was investigated by numerical simulation. Effects of initial indentation depth and diameter-thick ratio on the mechanical behavior of the dented pipe were studied. The results show that the squeezing force, high stress area and the maximum stress increase in the uploading process. In the unloading process, there is a great change for the stress distribution, and elastic deformation recovery occurs in this process.

#### 72 СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ НЕФТИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПО ТРУБОПРОВОДУ

Б. Н. Антипов

Рассматривается способ определения влагосодержания нефти, транспортируемой по трубопроводу, с использованием волн СВЧ и ультразвука. Предложена методика определения массовой концентрации нефти и воды в газонасыщенной водонефтяной смеси.

#### METHOD OF DETERMINING MOISTURE CONTENT OF OIL FOR TRANSPORTATION BY PIPELINE

B. N. Antipov

A method of determining moisture content of oil transported through the pipeline, using waves of microwave and ultrasound. A method for determination of mass concentration of oil and water in gas-saturated water-oil mixture.

#### 75 К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ КОМПАКТНО РАСПОЛОЖЕННЫХ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

В. Ю. Морецкий, В. В. Жолобов, Д. И. Варыбок

Разъяснения по вопросу методологического подхода к описанию влияния расположения местных сопротивлений на их интегральное гидравлическое сопротивление.

#### THE QUESTION OF ASSESSING THE MUTUAL INFLUENCE OF COMPACTLY LOCATED LOCAL RESISTANCES

V. Y. Moretskiy, V. V. Zholobov, D. I. Varybok

Clarifications on the methodological approach to the description of the effect of the location of local resistance to their integral hydraulic resistance.

#### ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ / CORROSION PROTECTION

#### 78 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

А. М. Ефремов, А. В. Макаренко, И. О. Осина

Период времени, в течение которого на объектах трубопроводного транспорта регионов Крайнего

Севера возможно нанесение антикоррозионных покрытий, крайне непродолжительный. В связи с этим остро встает задача поиска и испытаний материалов, нанесение которых возможно при отрицательных температурах с условием обязательного сохранения заданного срока службы АП. С этой целью были проведены натурные и лабораторные испытания систем АП, представленных тремя отечественными производителями.

#### RESEARCH OF PROPERTIES OF ANTI-CORROSION COATINGS APPLIED UNDER SUB-ZERO TEMPERATURE

A. M. Efremov, A. V. Makarenko, I. O. Osina

The time period when it is possible to apply anti-corrosion coatings (AC) at the facilities of pipeline transportation is very short at the said regions. Hence, there is a pressing task of finding and testing materials which could be applied under sub-zero air temperature with a condition of an obligatory preservation of AC lifetime. Nature and laboratory tests of AC systems provided by three domestic manufacturers were carried out in order to define a possibility to apply AC under ambient sub-zero temperatures and obtain coatings meeting the requirements of Transneft PJSC regulatory documents.

#### 82 ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПЛОЩАДКАХ НПС

A. A. Prokhorov, V. V. Radchenko, P. A. Zhukov

В статье представлен опыт проектирования электрохимической защиты (ЭХЗ) от коррозии на площадках нефтеперерабатывающих станций (НПС) АО «Каспийский Трубопроводный Консорциум-Р» (КТК-Р). Делается вывод о необходимости пересмотра методики расчета защитного тока на площадках НПС, уточнения расчетных методик в части учета проводимости грунтов на площадке по методу ВЭЗ, разработки рекомендаций по совместному использованию на площадках распределенных и сосредоточенных анодных заземлений и протяженных АЗ.

#### EXPERIENCE IN DESIGNING OF CORROSION PROTECTION OF UNDERGROUND PIPELINES AT ORS SITES

A. A. Prokhorov, V. V. Radchenko, R. A. Zhukov

The article presents the experience in designing of electrochemical corrosion protection (ECCP) at the sites of oil refining stations (ORS) of the Caspian Pipeline Consortium-R (CPC-R), JSC. It is concluded that there is a necessity to revise the methods for calculation of the protective current on the ORS sites, clarification of the calculation methods for calculating the soil conductivity at the site with the help of the VES method, as well as the methods for development of recommendations for the joint use of the distributed and concentrated anode groundings and extended EP on the sites.

#### МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ / MATERIALS AND EQUIPMENT

#### 87 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТИПА ЖИДКОСТИ ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ КОЛОДЦЕВ КИП НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

В. В. Банько, И. И. Кляута

В статье проведен анализ организационно-технических действий при затоплении колодцев отбора давления на линейной части магистральных трубопроводов. В настоящее время регистрируется только факт затопления сигнализаторами уровня

жидкости, и соответствующая информация средствами телемеханики передается в диспетчерские пункты. Предлагается усовершенствовать существующую систему обнаружения затопления колодцев, дополнив ее устройствами идентификации типа заполняющей жидкости поверхностного слоя.

#### IDENTIFICATION OF THE FLUID TYPE WHEN FLOODING THE CI WELLS ON A LINEAR SECTION OF PIPELINES

V. V. Banko, I. I. Klyauta

The article analyzes organizational and technical actions when flooding the pressure tap wells on a linear section of the main pipelines. At present, only the fact of flooding is registered with fluid level indicators and the corresponding information is transferred to the control stations by means of telemechanics. It is proposed to improve the existing system for well flooding detection by expanding it with the help of the devices for identification of the surface layer fill fluid type.

#### 94 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ НЕФТИ С ПОДМЕСОМ ПОДТОВАРНОЙ ВОДЫ В ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛАХ

П. В. Росляков, Ю. В. Проскурин, В. А. Кожевников

Наличие на многих предприятиях системы «Транснефть» жаротрубных котлов диктует необходимость исследовать возможность термической утилизации воды, загрязненной нефтепродуктами, в топках таких котлов. Объектом исследования являлся котел КВ-ГМ-2.0 тепловой мощностью 2 МВт. В качестве горелочного устройства для подачи жидкого топлива рассматривалась наддувная горелка, разработанная в НИУ «МЭИ». В статье рассмотрена модель сжигания сырой нефти с подмесом подтоварной воды, дано описание развития факела в жаротрубных котлах, представлены выводы о возможности и последствиях использования подтоварной воды с оценкой состава отходящих газов.

#### SIMULATION OF THE OIL BURNING PROCESS WITH THE ADMIXTURE OF BOTTOM WATER IN FIRE-TUBE BOILERS

P. V. Roslyakov, Y. V. Proskurin, V. A. Kozhevnikov

The availability of fire-tube boilers at many enterprises of the Transneft system dictates the need to investigate the possibility of thermal utilization of the water, contaminated with oil products, in the furnaces of such boilers. The boiler KV-GM-2.0 with the heat power of 2 Mwatt was the object of the study. A supercharged burner, developed at NRU MPEI, was considered as a burner unit for feeding fuel oil. The article considers a model of the crude oil burning process with the admixture of bottom water, describes the development of a flare in the fire-tube boilers, and presents conclusions about the possibility and consequences of using bottom water with an assessment of the composition of waste gases.

#### СВАРКА / WELDING

#### 102 СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОЦЕНКЕ ЦЕЛОСТНОСТИ СВАРНЫХ ШВОВ ТРУБОПРОВОДА

Тед Л. Андерсон

В данной статье представлены инновационные решения в технологии оценки целостности сварных швов, следствием применения которых может стать повышение надежности трубопроводных систем и оптимизация расходов, связанных с обеспечением целостности трубопроводов.

## RECENT INNOVATIONS IN PIPELINE SEAM WELD INTEGRITY ASSESSMENT

Ted L. Anderson

This paper presents a number of recent innovations in assessment technology that can lead to improved reliability and a more optimal use of finite integrity budgets.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ / PROFESSIONAL EDUCATION

### 109 ПРАКТИКА РАЗРАБОТКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ДЛЯ ПРОФЕССИЙ, ВОСТРЕБОВАННЫХ В ОРГАНИЗАЦИЯХ СИСТЕМЫ «ТРАНСНЕФТЬ»

Ю. В. Лисин, Ю. В. Алексеевичева, И. С. Симарова, Е. С. Переведенцева

ООО «НИИ Транснефть» принимает активное участие в процессе формирования Национальной системы квалификаций посредством разработки профессиональных стандартов. В статье представлена модель разработки профессиональных стандартов, построенная с применением методологии функционального моделирования. Модель описывает структуру и логические взаимосвязи между функциями, а также определяет информацию и ресурсы, необходимые для реализации описываемого бизнес-процесса или преобразуемые в ходе его осуществления. Описана практика реализации модели на примере разработки проектов профессиональных стандартов для востребованных в ПАО «Транснефть» профессий.

### PRACTICE OF DEVELOPING PROFESSIONAL STANDARDS FOR SPECIALTIES BEING IN DEMAND WITHIN TRANSNEFT SYSTEM ORGANIZATIONS

Y. V. Lisin, Y. V. Alekseevicheva, I. S. Simarova, E. S. Perevedentseva

The article presents the model for development of professional standards built with the use of functional modeling methods. The model describes the structure and logical connections between the functions, defines the information and resources required to implement the business process described or those modified during its implementation. The model implementation practice is described on the basis of developing drafts of professional standards for specialties being in demand within Transneft.

## ОБЗОР НАУЧНОЙ ПЕРИОДИКИ / OVERVIEW OF SCIENTIFIC PERIODICALS

### 116 ПРОФИЛЬНЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ ЖУРНАЛЫ: АННОТАЦИИ АКТУАЛЬНЫХ СТАТЕЙ

В. Н. Комарица, Н. Н. Сухорукова

Представлен краткий обзор двух научных журналов, индексируемых базой Scopus: Journal of Pipeline Engineering и Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice. Из каждого издания мы выбрали несколько статей, которые могут быть интересны для отечественных специалистов трубопроводной отрасли.

### SPECIALIZED FOREIGN JOURNALS: ABSTRACTS OF RELEVANT ARTICLES

V. N. Komaritsa, N. N. Sukhorukova

This issue presents a brief overview of two scientific journals, indexed by the Scopus database: Journal of Pipeline Engineering and Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice. We selected several articles from each publication that may be of interest for domestic specialists.

ТТНН: Наука и технологии  
ООПРТ: Science & Technologies

ТТНН: Наука и технологии  
ООПРТ: Science & Technologies

### УЧРЕДИТЕЛЬ

ООО «Научно-исследовательский институт трубопроводного транспорта» (ООО «НИИ Транснефть»)  
117186, г. Москва,  
Севастопольский проспект, д. 47а  
Тел.: (495) 950-8295  
Факс: (495) 950-8297  
www.niitnn.transneft.ru  
niitnn@niitnn.transneft.ru

Член Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ) – raser.ru

### ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Транснефть – Медиа»  
115093, г. Москва,  
ул. Щипок, д. 4, стр. 1  
Тел.: (495) 950-8074  
Факс: (495) 950-8726  
www.transpress.transneft.ru  
transpress@ttn.transneft.ru

### Редакция журнала ООО «НИИ ТРАНСНЕФТЬ»:

В. Н. Комарица, к. т. н.  
А. М. Цыбулов  
В. Н. Малинина  
Н. Н. Сухорукова

Перевод выполнен  
ООО «Проф Лингва»

### КОНТАКТЫ

Тел.: (495) 950-8295, доб. 2231  
Факс: (495) 950-8297  
www.pipeline-science.ru  
mag@niitnn.transneft.ru

### Подписной индекс Агентства «Роспечать» 83127

Свидетельство  
о регистрации СМИ:  
ПИ № ФС77-60207  
от 17.12.2014 г.  
ISSN 2221-2701

Двухлетний импакт-фактор журнала, рассчитываемый Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) с учетом цитирования из всех источников за 2015 год, – 0,300.

Перепечатка и иное коммерческое использование материалов допускается только с разрешения редакции. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях.

В номере использованы фотографии из архива ООО «Транснефть – Медиа», а также фотографии, предоставленные авторами статей.

Отпечатано в типографии  
ООО «СТ-Принт»,  
Тираж: 3800 экз.  
Периодичность: 7 раз в год.

Отправлено в печать: 24 апреля 2017 г.

© «Наука и технологии  
трубопроводного транспорта нефти  
и нефтепродуктов»  
© ООО «Транснефть – Медиа»