



# ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

Февраль 2014 г.

№ 2

Издается с 1993 г.  
Выходит 12 раз в год

## СОДЕРЖАНИЕ

### Защита окружающей среды от загрязнений микробиологическими способами

- Филатов Д.А., Гулая Е.В., Сваровская Л.И., Алтунина Л.К.* Способность аборигенной почвенной микрофлоры к биохимическому окислению высоковязких нефтей ..... 5
- Гусейнова Л.В.* Технологические особенности процессов биохимической очистки сточных вод ..... 10
- Мазлова Е.А., Эррера Л.А.* Разработка биологического препарата для обезвреживания нефтезагрязненных земель в группе Аука (Эквадор) ..... 15

### Обеспечение экологической безопасности трубопроводов

- Сальников А.В., Кошелева О.П., Кузьбожев А.С., Бирилло И.Н.* Расчетная модель трубопровода в несущем футляре на участке балочного перехода ..... 18
- Сальников А.В., Кошелева О.П., Кузьбожев А.С., Бирилло И.Н.* Расчет напряженно-деформированного состояния трубопровода при разрушении опорных элементов в несущем футляре ..... 22

### Математическое моделирование при мониторинге окружающей среды

- Зарецкая М.В.* Математические модели деструктивных процессов в структурно-неоднородной геофизической среде ..... 25
- Рубцов С.Е., Павлова А.В., Сунозов А.А.* К клеточно-автоматному моделированию процесса диффузии и взаимодействия субстанций ..... 30

### Утилизация отходов

- Малиновская Л.В., Перевалов С.Н.* Экологически безопасный и экономически эффективный способ обезвреживания высокоминерализованных отходов бурения ..... 34
- Боковикова Т.Н., Шпербер Д.Р., Шпербер Е.Р., Марченко Л.А., Марченко А.А., Ниживенко М.В., Пархоменко М.Е.* Эколого-гигиеническая оценка нефтешламных отходов и возможность их использования для дорожного строительства ..... 37

### Изменение климата

- Журавлев В.В., Кустышева И.Н., Зозуля Г.П., Кустышев А.В.* Влияние горящих открытых газовых фонтанов на озоновый слой Земли ..... 40

### Влияние предприятий нефтегазового комплекса на окружающую среду

- Забураева Х.Ш., Газалиев И.М.* К проблеме углеводородного загрязнения земель в регионах Северо-Восточного Кавказа ..... 43

- Информационные сведения о статьях** ..... 49

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТАТЬЯХ

УДК 579.873.6.017.7.

### СПОСОБНОСТЬ АБОРИГЕННОЙ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ К БИОХИМИЧЕСКОМУ ОКИСЛЕНИЮ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ (с. 5)

**Дмитрий Александрович Филатов**, канд. биол. наук,  
**Елена Владимировна Гулая**, канд. хим. наук,  
**Лидия Ивановна Сваровская**, канд. биол. наук,  
**Любовь Константиновна Алтунина**, д-р техн. наук,  
профессор

ФГБУ «Институт химии нефти» Сибирского отделения  
РАН – Институт химии нефти СО РАН  
634021, Россия, г. Томск, просп. Академический, 4.  
Тел.: 8(3822) 49-26-61.  
Факс: 8(3822) 49-14-57.  
E-mail: filatov@ipc.tsc.ru

В статье приведены результаты серии экспериментов по влиянию высоковязких нефтей на оксигеназную активность аборигенной почвенной микрофлоры. Показано, что после периода адаптации микроорганизмы приспосабливаются к углеводородам высоковязких нефтей и скорость биохимического окисления возрастает. Установлено, что за 180 сут эксперимента утилизация исследуемых нефтей составила от 62 до 86 %. Анализ остаточных углеводородов нефти методом ИК-спектроскопии показал присутствие большого количества кислородсодержащих соединений, являющихся промежуточными продуктами метаболизма при микробиологическом окислении углеводородов (УВ) нефти. Методом хромато-масс-спектрометрии (ХМС) показана способность аборигенной почвенной микрофлоры к биодеструкции всех нефтяных УВ в модельной почвенной системе.

**Ключевые слова:** нефтяное загрязнение; биodeградация; аборигенная почвенная микрофлора; углеводород-окисляющие микроорганизмы; высоковязкие нефти; ферментативная активность; насыщенные и ароматические углеводороды.

УДК 61.65.91

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД (с. 10)

**Лала Вагиф кызы Гусейнова**, канд. хим. наук, доцент

Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия  
Az 1010, Азербайджан, г.Баку, просп. Азадлыг, 20.  
Тел.: (+99450) 310-63-40.  
E-mail: aynur\_13@box.az

В работе изложены проблемы очистки сточных вод, связанные с исследованием различных условий протекания процесса, а также предложения для эксплуатации таких аппаратов, как вращающиеся контакторы, аэробные реакторы, аппараты с кипящим слоем, струйные и биологические фильтры, плёночные аппараты. Аэротенки-смесители более приспособлены для очистки концентрированных производственных сточных вод при резких колебаниях их расхода, состава и количества загрязнений. С этим учетом предло-

жена принципиальная схема движения потоков в аэротенках с рециркуляцией ила. Изложена принципиальная схема биохимической совместной очистки промышленных вод НПЗ и канализационных вод. Предложенная технология очистки сточных вод является экономически, энергетически и экологически выгодной, так как не требуются высокотемпературные процессы и при этом используются наиболее распространенные реагенты. Приведены допустимые нормы биологических и химических остатков после биохимической очистки сточных вод и допустимая норма по химическому и биологическому составу загрязненных сточных вод, подлежащих биологической очистке.

**Ключевые слова:** биохимическая очистка; аэробный реактор; аэротенки; сточные воды; флокуляция; рециркуляция ила.

УДК 502.55

### РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ГРУППЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АУКА (ЭКВАДОР) (с. 15)

**Елена Алексеевна Мазлова**, д-р хим. наук,  
**Эррера Луис Андрес**

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина  
119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., 65.  
Тел./факс: 8(499)135-74-96.  
E-mail: mazlova@hotmail.com,  
luisberea@hotmail.com

Разработана технология производства биологического препарата для рекультивации нефтезагрязненных почв и шламов на основе растений с использованием аборигенных бактерий. Были проведены исследования по воздействию добавок на эффективность окисления нефти при обработке аборигенными штаммами бактерий, выделен наиболее подходящий штамм. В результате исследований были оптимизированы основные условия приготовления биопрепарата, обосновано внесение специальных добавок в процессе приготовления, а также технологические условия производства.

**Ключевые слова:** нефтезагрязненные почвы; шламы; рекультивация; биологический препарат; аборигенные бактерии; Эквадор; обезвреживание нефтяного загрязнения.

УДК 502.36

### РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ТРУБОПРОВОДА В НЕСУЩЕМ ФУТЛЯРЕ НА УЧАСТКЕ БАЛОЧНОГО ПЕРЕХОДА (с. 18)

**Александр Викторович Сальников**, канд. техн. наук,  
**Ольга Петровна Кошелева**

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»  
169300, Россия, Республика Коми, г. Ухта,  
ул. Первомайская, 13.

Тел./факс: (8216) 77-44-81.  
E-mail: ugtusovet@yandex.ru;

**Александр Сергеевич Кузбожев**, д-р техн. наук,  
**Игорь Николаевич Бирилло**, канд. техн. наук

ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГаз», филиал ООО «Газпром ВНИИГаз» в г. Ухта 169300, Россия, Республика Коми, г. Ухта, ул. Севастопольская, 1а.  
Тел./факс: (8216) 74-10-95.  
E-mail: a.kuzbozhev@sng.vniigaz.gazprom.ru, i.birillo@sng.vniigaz.gazprom.ru

Наиболее простым способом прокладки трубопровода над землей через естественные и искусственные препятствия (овраги, ручьи, реки) является надземный переход в трубе большего диаметра, обладающей большей изгибной жесткостью.

Основной проблемой для данного типа конструкции является скрытый характер развития дефектов и повреждений на балочных переходах трубопроводов под несущим футляром. Имеются результаты исследования причин аварийного разрушения нефтепровода на надземном переходе в футляре, которое сопровождалось утечкой транспортируемой нефти, что впоследствии при оттаивании в весеннее время привело к попаданию разлитой нефти в речную сеть и значительным экологическим последствиям.

Разработана расчетная модель трубопровода в футляре на участке надземного перехода, позволяющая провести оценку его прочности при эксплуатации в рамках решения задачи оценки целостности балочного перехода трубопровода в оболочке.

Получено выражение для расчета величины пролета между опорными элементами, расположенными внутри футляра. В формуле учтено влияние изгиба трубы-футляра на напряженное состояние трубопровода.

Расчетное обоснование прочности трубопровода способствует уменьшению риска аварийного разрушения с экологическими последствиями на особо ответственных участках – переходах трубопроводов через водные преграды.

**Ключевые слова:** магистральный газопровод; футляр; надземный переход; расчетная модель; экологические последствия; прочность.

УДК 502.36

### **РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДА ПРИ РАЗРУШЕНИИ ОПОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В НЕСУЩЕМ ФУТЛЯРЕ (с. 22)**

**Александр Викторович Сальников**, канд. техн. наук,  
**Кошелева Ольга Петровна**

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»  
169300, Россия, Республика Коми, г. Ухта,  
ул. Первомайская, 13.  
Тел./факс: (8216) 77-44-81.  
E-mail: ugtusovet@yandex.ru;

**Александр Сергеевич Кузбожев**, д-р техн. наук,

**Игорь Николаевич Бирилло**, канд. техн. наук

ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий — Газпром ВНИИГаз», филиал ООО «Газпром ВНИИГаз» в г. Ухта 169300, Россия, Республика Коми, г. Ухта, ул. Севастопольская, 1а.  
Тел./факс: (8216) 74-10-95.  
E-mail: a.kuzbozhev@sng.vniigaz.gazprom.ru, i.birillo@sng.vniigaz.gazprom.ru

Сложные геологические условия Крайнего Севера и Западной Сибири, наличие многочисленных оврагов, ручьев и мелких рек требует поисков простых, надежных и экологически безопасных технических решений переходов трубопроводов через препятствия. Среди множества конструкций однопролетных балочных переходов трубопроводов наиболее простой является прокладка трубопровода в оболочке, выполненной из трубы большего диаметра.

Наряду с простотой конструкции балочные переходы типа «труба в трубе» являются труднодоступными для диагностирования в силу того, что поверхность трубопровода скрыта несущим футляром. Поэтому при развитии эксплуатационных дефектов и повреждений возникает вероятность аварийных разрушений надземных переходов, что создает большие трудности при аварийных ситуациях и возрастание потенциальной опасности загрязнения окружающей среды, что особенно свойственно трубопроводам, транспортирующим жидкие среды, такие, как нефть, газовый конденсат.

Конструктивно трубопровод на участке надземного перехода имеет опорные кольцевые элементы, которые устанавливаются под трубопровод в процессе протаскивания секции труб в оболочку при строительстве.

Разработана расчетная модель напряженно-деформированного состояния трубопровода при разрушении опорных элементов в футляре, позволяющая проводить эксплуатационную оценку прочности трубопровода в рамках мониторинга экологической безопасности надземных переходов над водными преградами.

**Ключевые слова:** магистральный газопровод; надземный переход; напряженно-деформированное состояние; методика расчета; опорные элементы; футляр.

УДК 539.422.3

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЕСТРУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО- НЕОДНОРОДНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДЕ (с. 25)**

**Марина Валерьевна Зарецкая**, д-р физ.-мат. наук

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»  
350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.  
Тел./факс: 8(918)480-72-24/(861)219-95-72.  
E-mail: zarmv@mail.ru

В работе математический аппарат, основанный на факторизационных методах, позволяющий единым образом исследовать граничные задачи как механики сплошных сред, так и механики деформируемого твердого тела, применяется для построения и анализа прогностических математических моделей деструктивных процессов в структурно неоднородной геофизической среде и моделей комплексно-экологического мониторинга среды (атмосфера, воздух). Выполнены постановки краевых задач, описывающих на-

пряженно-деформированное состояние сложной блочной структуры геологической среды с учетом различных физических полей, которые могут воздействовать на блоки, и описывающих процесс переноса в атмосфере и водной среде с учетом суперпозиций движений различных пространственно-временных масштабов. Путем применения дифференциального метода факторизации построены функциональные и псевдодифференциальные уравнения блочной структуры, проведено их исследование. Для ряда задач транспорта примесей получены приближенные решения псевдодифференциальных уравнений, пригодные для применения в современных наукоемких системах экологического мониторинга.

**Ключевые слова:** неоднородная геофизическая среда; математическая модель; дифференциальный метод факторизации.

УДК 510.67:554

### **К КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБСТАНЦИЙ (с. 30)**

**Сергей Евгеньевич Рубцов**, канд. физ.-мат. наук,  
**Алла Владимировна Павлова**, д-р физ.-мат. наук,  
**Анатолий Андреевич Сунозов**, студент

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет»  
350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.  
Тел.: 8(861)219-95-78.  
E-mail: kmm@fpm.kubsu.ru

Работа посвящена клеточно-автоматному моделированию диффузии одно- и многокомпонентных субстанций с учетом движения среды и при наличии препятствий. В работе реализованы различные варианты взаимодействия составляющих многокомпонентных субстанций: реакция между двумя веществами с образованием третьего, деградация одного из веществ в результате взаимодействия и миграция консервативных субстанций. Правила перемещения и столкновения частиц составлены таким образом, чтобы обеспечить выполнение законов сохранения массы, импульса и энергии.

Описанный подход к моделированию миграции субстанций может стать дополнением к традиционным моделям математической физики, основанным на уравнении турбулентной диффузии, используемым в решении задач экологии и сейсмологии, значимых для мониторинга окружающей среды. При этом корректное сравнение КА-моделирования с традиционными методами численного моделирования требует самостоятельного исследования для конкретных задач.

**Ключевые слова:** клеточно-автоматное моделирование; многокомпонентная субстанция; массив состояний; миграция; диффузия; деградация.

УДК 502.55

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ (с. 34)**

**Любовь Васильевна Малиновская**, канд. биол. наук,

**Сергей Николаевич Перевалов**, канд. сельхоз. наук  
ЗАО «Октопус»  
414014, Россия, г. Астрахань, просп. Губернатора Анатолия Гужвина, 10.  
Тел./факс: 8 (512) 48-44-44.  
E-mail: lvmalinovskay@yandex.ru

Отходы бурения, в состав которых входят высокотоксичные химические элементы и соединения, представляют значительную опасность для окружающей среды, в том числе и для здоровья человека. В соответствии с требованиями природоохранных законодательных актов Российской Федерации перед газонефтедобывающими компаниями встает задача утилизации опасных отходов бурения. Универсального способа обезвреживания и утилизации токсических отходов бурения, отвечающего всем экологическим требованиям, не существует. Базируясь на анализе существующих в мире технологий утилизации отходов бурения, а также на результатах научных исследований и опытных апробаций, специалисты ЗАО «Октопус» разработали экологически безопасный и экономически эффективный способ переработки отходов бурения, в основу которого положен метод инертизации отходов бурения. Проведенный сравнительный анализ химического состава исходных отходов бурения, отобранных на одной из скважин Астраханского ГКМ, и продукта их переработки показал высокую эффективность очистки отходов бурения от солей тяжелых металлов, нефтепродуктов, АПАВ и других загрязнителей. В статье также показаны преимущества технологии по отношению к имеющимся в настоящее время на рынке аналогам.

**Ключевые слова:** технология обезвреживания; отходы бурения; нефтепродукты; тяжелые металлы; продукты переработки; отверждающий состав; соленасыщенные отходы.

УДК 546.05

### **ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕФТЕШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (с. 37)**

**Татьяна Николаевна Боковикова**, д-р техн. наук,  
**Давид Рубинович Шпербер**, аспирант,  
**Елизар Рубинович Шпербер**, канд. хим. наук,  
**Людмила Анатольевна Марченко**, канд. хим. наук,  
**Артем Андреевич Марченко**, студент,  
**Мария Вячеславовна Ниживенко**, студентка,  
**Маргарита Евгеньевна Пархоменко**, студентка

ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»  
350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2.  
Тел.: (861)255-10-45 (доб. 271).  
E-mail: Artemej@mail.ru

Дорожное строительство является одной из областей, в которой нефтешламы применяются достаточно широко. Они используются в составах нефтегрунта, цементгрунта, асфальтобетона в качестве замены или добавки к органическому связующему, улучшая качество бетонных смесей за счет повышения прочности, морозостойкости, водоустойчивости, снижения водопоглощения, набухания, слеживаемости. Использование нефтеотходов в дорожном строи-

тельстве обеспечивает расширение сырьевой базы грунтов, уменьшение энерго- и трудозатрат, снижение себестоимости дорожного покрытия и упрощение самого технологического процесса. Добавки активных веществ в виде известия или цемента необходимы для улучшения дорожно-строительных свойств сырой нефти (вязкости нефти и прочности нефтегрунта).

Научно-исследовательские работы, направленные на укрепление песчаных грунтов битумными эмульсиями совместно с цементом, создали предпосылки для применения в этих целях сырой маловязкой нефти, улучшенной структурирующими добавками. В статье исследуется возможность применения нефтешламов для дорожного строительства. В России применение нефтегрунтов в дорожных конструкциях возможно только после согласования с органами санитарной инспекции и Минприроды РФ.

**Ключевые слова:** нефтешламы; отходы производства; энергоемкость; ресурсоемкость; безотходное производство; экосистемы; асфальтены; класс опасности; миграция; концентрация; нефтегрунт.

УДК 622.279.5(211)/7(571.1)

#### **ВЛИЯНИЕ ГОРЯЩИХ ОТКРЫТЫХ ГАЗОВЫХ ФОНТАНОВ НА ОЗОНОВЫЙ СЛОЙ ЗЕМЛИ (с. 40)**

**Валерий Владимирович Журавлев**, аспирант,  
**Григорий Павлович Зозуля**, д-р техн. наук, профессор,  
**Александр Васильевич Кустышев**, д-р техн. наук,  
профессор

Тюменский государственный нефтегазовый университет  
625038, Россия, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, 39.  
Тел./факс: (3452) 286-694.  
E-mail: kustishev@tngg.info;

**Ирина Николаевна Кустышева**, аспирантка

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет  
625001, Россия, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2.  
Тел./факс: (3452) 286-694.  
E-mail: kustishev@tngg.info

В статье рассматриваются гипотезы изменения климата на Земле. Основной причиной изменения погодных условий считается уменьшение озонового слоя нашей планеты, вызванного выбросами из земных недр водорода. Наряду с этим на изменение температурных режимов в районах Крайнего Севера оказывает влияние добыча полезных ископаемых в регионе, в первую очередь добыча нефти и газа, в частности открытые горячие газонефтяные фонтаны и горячие факелы при сжигании попутного нефтяного газа. В статье приводятся примеры изменения температуры, связанные с открытыми горячими нефтегазовыми фонтанами.

При увеличении выброса в атмосферу метана с водородом, который присутствует в пламени пожара, конечно, не в тех количествах, что метан, произошло изменение температурного режима не только в районе фонтанирующей скважины, но и на близлежащей территории (на 1,5 °С). Поэтому можно предполагать, что потепление климата является прямым следствием воздействия озоновой «дыры», возникшей над данной территорией, в том числе за счет выделения метана и водорода при появлении открытых фонтанов и сжигания попутного нефтяного газа на факеле.

**Ключевые слова:** горящий открытый газовый фонтан; озоновый слой; погодные условия; температура.

УДК (502+622.32)

#### **К ПРОБЛЕМЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ В РЕГИОНАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА (с. 43)**

**Хава Шахидовна Забурова**, канд. геогр. наук

Комплексный научно-исследовательский институт РАН  
им. К.Х. Ибрагимова  
364024, Россия, Чеченская Республика, г. Грозный,  
Заводской р-н, ул. Таманская, 81.  
Тел.: 8(921)616-19-82.  
E-mail: eveggne@mail.ru;

**Иса Мурилович Газалиев**, канд. геол.-минер. наук

Институт геологии ДНЦ РАН  
Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 75.  
Тел.: 8(988) 292-03-47.  
E-mail: gazis49@mail.ru

Рассмотрена важная проблема загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами в условиях старейших нефтедобывающих регионов Северо-Восточного Кавказа. Проведен сравнительный анализ распространения нефтезагрязненных участков в исследуемых регионах. Наибольшие их площади обнаружены на территории Чеченской Республики, что обусловлено рядом факторов: высокими показателями нефтедобычи на Кавказе, износом оборудования, аварийным состоянием многих отработанных скважин и др. В Республике Дагестане обнаружено одно «проблемное» месторождение Берикей, где возникают аварийные ситуации, сопровождающиеся разливом нефти. Наиболее благоприятная ситуация отмечена в Республике Ингушетия. С учетом специфики и остроты сложившейся на Северо-Восточном Кавказе геоэкологической ситуации, даны некоторые рекомендации по ее улучшению.

**Ключевые слова:** загрязнение земель; добыча нефти; рекультивация земель; мониторинг земель; геоэкологические проблемы; регионы Кавказа.