

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЧАПТЕР МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА
ИНЖЕНЕРОВ-НЕФТЯНИКОВ



ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том II

*Труды XIX Международного симпозиума имени академика
М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного
70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской
Германией*

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 504(063)
ББК 20.1л0
П78

П78 Проблемы геологии и освоения недр: Труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией. Том II; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 962 с.
ISBN 978-5-98298-569-9

В сборнике отражены проблемы палеонтологии, стратиграфии, тектоники, исторической и региональной геологии, минералогии, геохимии, петрологии, литологии, полезных ископаемых, металлогении, гидрогеологии, гидрогеохимии, инженерной геологии, геофизики, нефтяной геологии, геoinформационных систем в геологии, космогеологических исследований, разработки нефтяных и газовых месторождений, переработки углеводородного и минерального сырья, нефтегазопромыслового оборудования, бурения нефтяных и газовых скважин, техники и технологии разведки и добычи полезных ископаемых, транспорта и хранения нефти и газа, горного дела, технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых, геоэкологии, гидрогеоэкологии, охраны и инженерной защиты окружающей среды, комплексного использования минерального и углеводородного сырья, землеустройства, экономики минерального сырья, горного права.

Публикация сборника трудов XIX Международного научного симпозиума осуществляется при информационной поддержке Министерства образования и науки РФ (Роснаука) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований РФ.

**УДК 504(063)
ББК 20.1л0**

Главный редактор – А.Ю. Дмитриев, директор
Ответственный редактор – Г.М. Иванова, доцент, к.г.-м.н.
Ответственные редакторы секций:
Секция 1 – Б.Д. Васильев, доцент, к.г.-м.н.
Секция 2 – И.В. Кучеренко, профессор, д.г.-м.н.
Секция 3 – А.К. Мазуров, профессор, д.г.-м.н.
Секция 4 – Н.М. Недоливко, доцент, к.г.-м.н.
Секция 5 – Ю.В. Колмаков, доцент, к.г.-м.н.
Секция 6 – В.К. Попов, профессор, д.г.-м.н.
Секция 7 – С.Л. Шварцев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 8 – А.А. Поцелуев, профессор, д.г.-м.н.
Секция 9 – О.А. Пасько, профессор, д.с.-х.н.
Секция 10 – Е.Г. Язык, профессор, д.г.-м.н.
Секция 11 – П.Н. Зятиков, профессор, д.т.н.
Секция 12 (подсекция 1) – В.И. Ерофеев, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 12 (подсекция 2) – Э.Д. Иванчина, профессор, д.т.н.
Секция 13(подсекция 1) – В.В. Коробочкин, профессор, д.т.н.
Секция 13(подсекция 2) – В.И. Верещагин, профессор, д.х.н.
Секция 14 – В.Д. Евсеев, профессор, д.т.н.
Секция 15 – С.Я. Рябчиков, профессор, д.т.н.
Секция 16 – Л.А. Саруев, профессор, д.т.н.
Секция 17 – В.Г. Крец, доцент, к.т.н.
Секция 18 (подсекция 1) – А.В. Рудаченко, доцент, к.т.н.
Секция 18 (подсекция 2) – С.Н. Харламов, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 19 – П.А. Стрижак, профессор, д.ф.-м.н.
Секция 20 – Г.Ю. Боярко, профессор, д.э.н.
Секция 21 – Л.М. Болсуновская, доцент, к.фил.н.
Круглый стол – Е.И. Короткова, профессор, к.х.н.
Технические редакторы – А.В. Шадрина, доцент д.т.н.,
А.В. Епихин, ст. преподаватель

ISBN 978-5-98298-569-9 © ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2015
© Оформление. Издательство Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	
Чубик П.С. Программа повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров.....	28
Дмитриев А.Ю. Институт природных ресурсов: достижения настоящего и перспективы развития в будущем.....	37
Иванова Г.М. Подвиг томских политехников-геологов в Великой отечественной войне 1941-1945 гг. (к 70 – летию Великой Победы)	39
Максимова С.Ю. Студенты-геологи Томского политехнического института (университета) в годы великой отечественной войны.....	42
Секция 11. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
Зятиков П.Н. Современные технологические процессы разработки углеводородов.....	46
Абраев Н.С. Повышение эффективности разработки нефтяных оторочек нефтегазоконденсатных залежей.....	48
Бабицкая К.И. Исследование эффективности нефтewытесняющих композиций на основе промежуточного продукта производства сульфонатных присадок.....	50
Баев Р.М., Ахмедов Э.А. Сланцевая нефть – будущее России	52
Барышников А.А., Паклинов Н.М., Ведменский А.М. Эксперименты по выявлению воздействия электромагнитным полем с целью увеличения нефтеотдачи.....	53
Барышников А.А., Паклинов Н.М., Ведменский А.М. Перспективы применения электромагнитного воздействия на продуктивные пласты.....	54
Березовский Ю.С., Гусев П.Ю. Подбор эффективного метода увеличения нефтеотдачи для месторождений с высоковязкой нефтью, газовой шапкой и подошвенной водой.....	55
Валиев И.Н. Эффективность применения потокоотклоняющих технологий в нагнетательных скважинах..	57
Васильева А.М. Криогели – перспективные материалы при добыче и транспорте нефти.....	60
Ведменский А.М., Барышников А.А., Паклинов Н.М. Воздействие физическими полями на продуктивные пласты с целью интенсификации притока нефти.....	62
Гоголев А.В. Технология импульсной обработки призабойной зоны скважин в режиме дилатансии	64
Горшков А.М. Некоторые аспекты разработки методики лабораторной оценки петрофизических свойств ультранизкопроницаемых коллекторов отложений баженовской свиты.....	66
Горюнова А.В. Разработка методики визуального анализа эффективности закачки (на примере пласта бс10/0 Конитлорского месторождения).....	70
Губанов С.И. Обоснование параметров термобарического воздействия на залежь высоковязкой нефти для скважины с дуальной системой стволов	77
Гусев П.Ю., Березовский Ю.С. Оптимизация разработки сектора месторождения «Х» с использованием интегрированной модели месторождения.....	80
Дозморов П.С. Влияние коэффициента формы частиц на анализ гранулометрического состава порошков.	80
Дозморов П.С., Решетько А.А. Разработка программного обеспечения для моделирования газовых сепараторов.....	82
Евдокимова А.С. Анализ усиления системы заводнения для повышения эффективности разработки залежей нефти площадными системами	84
Желанов Е.В., Соловьев Д.Ю., Рахимзянов Р.М. К определению забойных давлений в добывающих скважинах с использованием корреляционных зависимостей	86
Ильин А.С., Шарипов А.Ю. Технология повышения нефтеотдачи пласта.....	88
Карпова Е.Г. Особенности разработки Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения: селективный кислотный гидроразрыв пласта	89
Кель М.В., Мельников А.В. Прирост добычи нефти в результате применения методов увеличения нефтеотдачи.....	91
Козырев И.Н. Повышение эффективности и долговечности работы установок электроцентробежных насосов путем применения гибкой шарнирной муфты	92
Максютин А.В., Хусаинов Р.Р., Султанова Д.А. Лабораторные исследования влияния динамических условий на эффективность ингибиторной защиты	93
Мельников А.В., Кель М.В. Современные способы использования нефтяного газа	95
Никонов Ю.А., Бурькин А.Ю. Оценка методов определения характеристик газовых эжекторов для компримирования природных газов	97

Нгуен Тхак Хоай Фьонг. Интерпретация результатов стационарных газодинамических исследований скважин с учетом априорной информации	99
Нурмакин А.В. Повышение эффективности исследований газовых скважин на поздней стадии разработки.....	101
Павлов А.А. Особенности увеличения охвата пласта воздействиям с применением горизонтальных скважин.....	103
Паклинов Н.М., Барышников А.А., Ведменский А.М. Очистка призабойной зоны пласта за счет плазменно-импульсного воздействия	104
Пашенко А.П. Исследование влияния деэмульгатора на реологические свойства водонефтяных эмульсий	105
Пестерев А.В., Тупицин Е.В., Мезенцев Д.Н. Исследование восстановления фильтрационных свойств коллектора после глушения на модели пласта	107
Полякова Н.С. Анализ водогазового воздействия на Новогоднем месторождении.....	108
Поплыгин В.В. Прогнозирование эффективности кислотного воздействия на пласт.....	109
Поплыгина И.С. Оценка оптимальных забойных давлений для терригенных отложений с высокогазонасыщенной нефтью в Пермском крае	111
Поступов А.В., Максютин А.В., Щербаков Г.Ю. Изучение зависимости коэффициента светопоглощения органических отложений от содержания в них асфальтенов, парафинов и смол.....0	113
Романова М.Ю. Анализ эффективности применения нестационарного заводнения на месторождениях Западной Сибири.....	115
Русинов Д.Ю., Куницких А.А. Анализ влияния различных минеральных добавок на прочностные характеристики тампонажного камня	116
Рябов С.Ю., Шайхисламов Р.М., Репчук С.В. Геолого-технологические мероприятия на скважинах малорентабельных месторождений.....	1118
Рябокоть Е.П., Турбаков М.С. К вопросу очистки промысловых нефтепроводов от отложений парафина	120
Фам Тйен Тханг, Чеканцева Л.В., Горшков А.М. Влияние диспергирующей присадки на процесс кристаллизации парафинов в модельных системах.....	122
Ходикова Е.И. Увеличение нефтеотдачи пласта закачкой сухого активного ила на Туймазинском месторождении.....	124
Чепурной Я.Г. Физическая модель нефтевытеснения	129
Шайхисламов Р.М., Рябов С.Ю., Репчук С.В. Методика анализа и оценка перспектив освоения нефтяных малорентабельных месторождений по геолого-физической характеристике.....	130
Шапенков Д.В. Анализ тепловых методов увеличения нефтеотдачи пласта.....	138
Шарипов А.Ю., Ильин А.С. Технология повышения газоотдачи пласта.....	140
Щербаков А.А. К вопросу виброволнового воздействия на призабойную зону пласта.....	141
Юсупова Э.М., Раупов И.Р. Лабораторные исследования щелочных растворов при заводнении месторождения на завершающей стадии разработки.....	143

Секция 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ОСВОЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Подсекция 1: ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА

Ерофеев В.И. Современные процессы нефтегазопереработки.....	146
Бестужева Д.В., Мананкова А.А. Окисление нефтеполимерных смол пероксидом водорода в условиях межфазного катализа.....	148
Бубеннов С.В., Аглиуллин М.Р., Григорьева Н.Г. Каталитические свойства микро-, микро-мезо- и мезопористых алюмосиликатов в олигомеризации циклоолефинов.....	150
Вольнкина А.Н., Восмерикова Л.Н. Синтез, исследование физико-химических и каталитических свойств галло-алюмосиликатов структурного типа цеолита ZSM-5 в процессе превращения пропана в ароматические углеводороды.....	152
Герасина Т.А., Хомяков И.С., Ерофеев В.И. Превращение прямогонных бензинов в высокооктановые компоненты бензина на железосиликатных цеолитах типа MFI.....	154
Горшунова К.К., Куватова Р.З., Травкина О.С. Получение цеолитсодержащего адсорбента с использованием кремнийсодержащего сырья вторичного происхождения.....	156
Домбровская А.С., Свириденко Н.Н., Кривцов Е.Б. Изменение состава масел продуктов крекинга битума Кармальского месторождения.....	158
Емельянова Н.В., Бондалетова Л.И. Синтез свойства эпоксицирированных нефтеполимерных смол на основе фракции с высоким содержанием дициклопентадиена.....	160
Зайкин М.А., Степанов М.Ю., Кузьмина Р.И. Превращение n-гексадекана и n-гексана на	162

цеолитсодержащих катализаторах.....	
Ивкин А.С., Киреева Е.В., Деркач Я.В., Кондрашева Н.К., Зырянова О.В. Разработка профилактических средств на основе продуктов глубокой переработки нефти.....	163
Илолов А.М., Будняк А.Д., Тальшинский Р.М., Третьяков К.В., Третьяков В.Ф. Влияние добавок Fe на кинети-ческий компенсационный эффект конверсии биоэтанола на катализаторе HZSM-5.....	165
Илолов А.М., Будняк А.Д., Тальшинский Р.М., Третьяков К.В., Третьяков В.Ф. Влияние пероксида водорода на кинетические параметры превращения биоэтанола в ацетальдегид на $ZnO/\gamma-Al_2O_3$ катализаторе.....	166
Канашевич Д.А., Величина Л.М., Восмерикова Л.Н., Восмериков А.В. Влияние структурного типа цеолита на его изомеризующую способность в процессе конверсии н-октана.....	167
Кочнева В.О., Пешнев Б.В., Николаев А.И. Переработка углеводородного сырья в электрических разрядах.....	169
Кривонослова А.Г., Кривцов Е.Б., Головкин А.К. Изменение состава высокомолекулярных компонентов гудрона Новокуйбышевского НПЗ в процессе инициированного термокрекинга.....	171
Кухленкова Н.О., Бондалетов В.Г. Альтернативные каталитические технологии получения кремнийорганических сшивающих агентов для полиолефиновых композиций, устойчивых в условиях добычи нефти.....	173
Мигачева Д.С., Сухих В.С., Хасанов В.В., Ерофеев В.И. Конверсия пропан-бутановой фракции в арены на цеолитных катализаторах, модифицированных оксидами галлия.....	175
Нажису, Татаркина А.И., Чухлеб Д.М., Ерофеев В.И., Богданкова Л.А. Конверсия прямогонных бензинов в высокооктановые компоненты бензина на цеолитных катализаторах, модифицированных сульфидами никеля.....	178
Очередыко А.Н., Кудряшов С.В. Моделирование процесса окисления олефинов в барьерном разряде на примере пропилена.....	181
Пангина М.В., Бондалетов В.Г. Получение высоконепредельных нефтеполимерных смол из вторичных продук-тов нефтепереработки для адгезивных материалов.....	182
Седельникова О.В., Коробицына Л.Л., Коботаева Н.С., Восмериков А.В. Исследование влияния ультразвуковой обработки на каталитическую активность Mo/H-ZSM-5 катализатора в процессе неокислительной конверсии метана.....	184
Татаркина А.И., Хомяков И.С., Чухлеб Д.М., Ерофеев В.И., Богданкова Л.А. Исследование процесса облагора-живания прямогонных бензинов газового конденсата на цеолитах типа MFI, модифицированных $NiCr_2S_4$	186
Третьяков В.Ф., Гюльмалиев А.М., Илолов А.М., Тальшинский Р.М. Кинетика и термодинамика процесса превращения этанола в дивинил.....	188
Филимонов А.С., Николаев А.И., Пешнев Б.В. Изучение механизма образования углеродных отложений на поверхности катализатора.....	190
Филиппова Н.А., Григорьева Н.Г. Синтез пиридина и алкилпиридинов в присутствии микро- и микро-мезомак-ропористых цеолитов.....	192
Харрасов Р.У., Кутепов Б.И. Использование экологически чистого окислителя – пероксида водорода в получении 4 – третбутилпирокатехина.....	194
Хасанов В.В., Егорова Л.А., Ерофеев В.И. Влияние добавок гетерополисоединений Fe-Mo-P на каталитическую активность цеолитных катализаторов в процессе конверсии пропан-бутановой фракции попутных нефтяных газов.....	195
Хасанов В.В., Балалаев В.В., Егорова Л.А., Ерофеев В.И. Исследование процесса конверсии легких углеводородов на цеолитсодержащих катализаторах с использованием добавок гетерополисоединений состава Co-Vi-Mo.....	198
Хахулин П.А., Боженкова Г.С., Уваров Е.А., Русаков Д.А. Исследование особенностей протекания полимериза-ции производных норборнена.....	200
Шайхуллина Г.Н., Григорьева Н.Г., Кутепов Б.И. Синтез 2,2,4 – триметил - 1,2 – дигидрохинолина в присутствии цеолитных катализаторов.....	202

Подсекция 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Ануфриев Р.В., Петухова А.В., Волкова Г.И. Структурно-механический свойства раствора нефтяного парафина, обработанного в ультразвуковом поле.....	204
Архипов Г.С. Комплексное моделирование процесса обезвоживания и обессоливания при промышленной подготовке нефти.....	206
Асатуриян Д.Э. Разработка композиций для предотвращения нефтяных отложений в нефтепроводах.....	208
Бахтина Е.С., Самойленко В.В. История формирования Лугинецкого месторождения на основании геохимических параметров.....	209
Белинская Н.С., Назарова Г.Ю., Проневич Н.Е., Белозерцева Н.Е. Исследование факторов, оказывающих влияние на процесс каталитической гидродепарафинизации дистиллятов.....	211

Бурумбаева Г.Р. Композиции полимер-ПАВ для удаления асфальтенопарафиновых отложений.....	213
Васильева А.А., Волкова Г.И. Влияние реагентов на вязкость водонефтяных эмульсий.....	215
Глик П.А., Платонов В.В., Фефелова К.О. Анализ работы установки получения олефинов в условиях изменяющегося расхода водородсодержащего газа.....	217
Ким С.Ф., Гизатуллина С.Н. Сравнение методов расчета остаточной обводненности при промышленной подготовке нефти.....	219
Киселева С.В., Стебенева В.И., Назарова Г.Ю. Этапы построения математической модели процесса каталитического крекинга.....	221
Кныш О.С., Киргина М.В. Исследование влияния состава сырья на рецептуру смешения товарного бензина.....	222
Корнеев Д.С., Певнева Г.С. Изменение структурных характеристик асфальтенов тяжелого углеводородного сырья в термических процессах.....	224
Крутей А.А. Моделирование процессов перемещения нефти в резервуаре.....	226
Кузьмина К.И. Кинетическая модель гидрирования сернистых соединений тиофенового ряда.....	228
Попова Н.В. Разработка математической модели для расчета блока теплообменников в схеме низкотемпературной сепарации.....	230
Рыжова Н.С., Чучковская М.С., Лоскутова Ю.В. Влияние температурных условий на кинетику осадкообразования высокопарафиновой нефти и эффективность ингибиторов парафиноотложения.....	232
Тулина Н.Л., Колмогорова В.А. Моделирование вариантов реконструкции установки комплексной подготовки газа.....	234
Филиппова Т.В. Анализ влияния технологических параметров на процесс каплеобразования при промышленной подготовке нефти.....	236
Ядревская Н.Н. Изменение вязко-температурных свойств нефти с использованием присадок и низкочастотного акустического воздействия.....	238

Секция 13. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Подсекция 1. ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Алексенко И.А. Исследование динамики осаждения химического никеля на алюминиевую поверхность..	241
Адырбаев Б., Водопьянов Е. Кислотоупорная керамика на основе минерального сырья Южно-Казахстанской области.....	243
Андреева А.И. Комплексное использование отходов обогащения руд в магниальном мелкозернистом бетоне.....	245
Брыксин Н.С. Возможности попутного извлечения ценных и редкоземельных элементов при разработке месторождений полезных ископаемых в Кузбассе.....	247
Вершинин И.С. Структура алюмосиликатной микросферы из золы Северной ТЭЦ и возможность ее применения в тампонажных материалах нефтяных и газовых скважин.....	248
Виноградов Н.В. Возможность модификации поверхности минерала лидита переходными металлами.....	250
Винокуров А.Р., Журавков А.С., Мартемьянов Д.В. Извлечение ионов железа из водных растворов с использованием речного песка.....	252
Нгуен Мань Хиеу, Данг Нян Тхонг, Нгуен Ван Тхань, Чинь Ван Чунг. Способ получения активированного угля с использованием активаторов Na_2CO_3 и K_2CO_3 и его характеристики.....	254
Долинина А.С., Устюгов А.М. Пористая структура продуктов электрохимического окисления на переменном токе меди и кадмия.....	256
Дорохов Д.О. Получение отошающих добавок методом экструзии.....	258
Ежов А.М. Сухое магнитное обогащение железной руды Бакчарского железорудного месторождения.....	260
Зарубин В.В., Мухортов Д.Н., Мартемьянов Д.В. Использование минеральных сорбентов в установке для очистки воды.....	262
Зарубин В.В., Рыков А.В., Мартемьянов Д.В. Использование халькопирита для очистки воды от хрома... ..	264
Колтунова Е.А., Иконникова К.В. Эколого-экономическая ценность железосодержащих шламов водоподготовки.....	266
Леонтьева А.А. Использование вторичного сырья ТЭЦ.....	268
Малахова А.А. Исследование тонких фракций лежалых золошлаковых материалов Северной ТЭЦ.....	270
Мосина В.М. Исследование влияния концентрации жидкого натриевого стекла и поливинилового спирта на прочность гранул, полученных из золы углей методом вибробрикетирования.....	272
Мухортов В.В., Слядников П.Е., Мартемьянов Д.В. Использование сланца в процессах водоочистки.....	274
Осипова Е.А., Сапрыкин Ф.Е., Мартемьянов Д.В. Модификация природных цеолитов nacl с целью придания им ионообменных свойств.....	276
Пичугина К.И., Каплунова А.С. Исследование влияния механоактивации на углеводный комплекс торфа.....	278
Полторанина А.П., Натаров Н.В. Исследование физико-механических характеристик золы ТЭЦ ОАО «ППГХО» (Г. Краснокаменск).....	279
Седлецкая В.В., Ширей Р.В. Определение содержания свободного оксида кальция в золо-шлаковых.....	281

материалах Северной теплоэлектроцентрали.....	
Скобелкина А.В., Пугачева С.Е., Долинина А.С. Влияние концентрации и плотности тока на скорость электрохимического окисления кадмия в растворах хлорида натрия.....	283
Слепнёв А.М., Хайдарова Р.Ф., Мартемьянов Д.В. Применение сорбента на основе каолина для очистки водных сред.....	285
Соколова А.Д. Исследование свойств и состава руды с целью усовершенствования извлечения вольфрамсодержащих компонентов.....	286
Смороков А.А. Переработка железосодержащих отходов сернокислотных производств.....	289
Сыромотина Е.С., Сапрыкин Ф.Е., Мартемьянов Д.В. Имобилизация наночастиц оксигидроксида алюминия на поверхности гематита.....	290
Сыромотина Е.С., Сапрыкин Ф.Е., Мартемьянов Д.В. Модификация глауконита с целью придания дополнительных сорбционных свойств.....	292
Томшина А.В., Постникова А.Н. Использование золо-шлаковых материалов для производства магнезиального цемента.....	294
Ходосов И.Е., Медведева К.С. Моделирование процессов твердофазного восстановления оксидов железа углями разных технологических марок.....	295
Шорохов К.Г., Попова Е.В., Усольцева Н.В. Электрохимический синтез наноматериалов на основе продуктов переработки руд цветных металлов.....	297

Подсекция 2. ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Петровская Т.С., Куаха К., Демидова С.А. Золь-гель метод в химических технологиях.....	300
Буймов Я. Е., Алексеевская Ю. Е. Исследование влияния модифицирующих добавок на свойства жидкого стекла для получения противопожарного остекления.....	302
Казанцева С.К. Магнийсиликатные водостойкие композиции с использованием гелевой связки.....	304
Курбанбаев М.Е., Акмырза А. Глины месторождения «берлинское» как потенциальное сырье для производства электротехнического фарфора.....	306
Лосевская А.В. Исследование физико-механических свойств смешанных вяжущих.....	308
Пашков Д. А. Применение алюмооксидного сырья в композиционных материалах с низкой диэлектрической проницаемостью.....	310
Потапова А.П., Киснер А.С., Бурыхина М.А., Говорова Л.П. Влияние добавок диабазовой и гранитоидной пород на спекаемость легкоплавкого глинистого сырья.....	312
Рыбалова А.И., Говорова Л.П., Загайнова Л.А. Минералогические и технологические особенности легкоплавкого глинистого сырья красноярского края.....	314
Скворцов П.С., Еремеева А.В. Гранулирование торфяных смесей.....	316
Сударев Е.А., Козловский Ю.Г. Влияние бифторида аммония на процесс обжига цементных сырьевых смесей.....	317
Сухушина А.В. Структурообразование при твердении гидравлических магнезиальных вяжущих.....	319
Торопков Н.Е. Влияние физико-химических характеристик и условий формования глинистого сырья в технологии керамзитов.....	321
Хабибулин Ш.А. Модифицированное жидкостекольное вяжущее и композиционные материалы на его основе.....	323

Секция 14. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Анисимов А.В., Епихин А.В. Научное обоснование актуальности разработки системы автоматического проектирования нефтяных и газовых скважин.....	327
Бузанов К.В. Обоснование выбора оборудования для пневмоударного бурения интервалов под направления на Дулисьминском нефтегазоконденсатном месторождении.....	329
Ермак О.Н. Анализ недостатков блоков очистки бурового раствора.....	331
Исмаилов Ю.Р. Тенденции и перспективы применения гидроразрыва пласта в современном мире.....	333
Ковалев А.В., Епихин А.В. Оценка перспектив развития систем контроля геологического разреза в процессе бурения и момента входа в продуктивный пласт.....	335
Лемачко Н.А. Постановка задач исследования по разработке методов повышения износостойкости рабочих элементов буровых насосов.....	338
Лесин В.С., Цынтарюк А.И. Исследование трения в присутствии жидкостей.....	340
Ли В.В. Анализ современных систем САПР с целью их использования для моделирования работы бурильной колонны в скважине.....	342

Ли Яо Особенности статической фильтрации, возникающих при бурении скважины.....	345
Льонг Ван Фо Состояние и некоторые особенности развития нефтяной отрасли Вьетнама.....	346
Мезенцев Д.Н. Лабораторные исследования влияния жидкостей глушения на проницаемость терригенных коллекторов Томской области	348
Мельников В.В., Епихин А.В. Анализ влияния температуры промывочной жидкости на характеристики резины эластомеров винтовых забойных двигателей.....	350
Михалев Р.С., Епихин А.В. Блок-схема системы интеллектуального сопровождения и контроля процесса бурения нового поколения.....	352
Новосельцев Д.И. Анализ опыта применения и выбор актуальных условий эксплуатации роторных управляемых систем при сооружении скважин на нефть и газ.....	355
Пандей С.К. Анализ проблематики проектирования и проведения гидравлического разрыва пласта.....	358
Русинов Д.Ю., Куницких А.А. Анализ влияния различных минеральных добавок на прочностные характеристики тампонажного камня.....	360
Сагитов Р.Р., Минаев К.М. Исследование сапропели в качестве дисперсионной фазы буровых растворов (озеро Кирек)	363
Сагитов Р.Р., Виканов А.А. Применение каолиносодержащего материала в качестве упрочняющей добавки к тампонажному раствору (Туганское месторождение)	366
Танаков Д.С. Актуальность и алгоритм проектирования самоходного пневмоударного бурового станка для УГМК Рудгормаш.....	369
Тряпичкин М.А. Технологические приемы забуривания дополнительных направлений с искусственных забоев в необсаженных стволах скважин.....	372
Ушаков А.В., Епихин А.В. Оценка устойчивости резинотехнических изделий забойных двигателей при воздействии различных типов буровых растворов.....	374
Фахрутдинов Ш.Х. Повышение эффективности бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин с помощью осциллятора-турбулизатора.....	377
Шиверский Е.Е. Анализ адекватности методики проектирования профиля многоствольной (многозабойной) скважины.....	378
Шишкина Е.О., Петенев П.Г. Разработка и экспериментальные исследования особенностей работы бурового инструмента для поискового опорного бурения.....	382

Секция 15. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Анчков В.П. Особенности бурения с припайного льда восточно-арктических морей (на примере юго-восточной части моря Лаптевых)	384
Арутюнов Т.В. Особенности строения месторождений сланцевых отложений	385
Бер А.А., Колмаков Д.А. Гидроизоляции продуктивных пластов при сооружении геотехнологических скважин с помощью самонабухающих материалов.....	388
Бер А.А., Курулюк А.В. Разработка технических средств и технологий гравийной обсыпки (гравий-гильза) при фильтровой зоне технологических скважин	390
Константинов Т.Е., Исаев Е.Д. Экспериментальные исследования шароструйно-эжекторных снарядов с целью разработки методики для их расчета	392
Ковалев А.В., Исаев Е.Д., Урниш В.В. Разработка улавливающе-подпитывающего устройства для повышения рейсовой скорости шароструйного бурения	397
Ковалев А.В., Лисачев И.О., Исаев Е.Д. Разработка способов предупреждения и ликвидации заклинивания шаров при шароструйном бурении.....	399
Константинов Т.Е. Экспериментальные исследования шароструйно-эжекторных снарядов с целью разработки методики для их расчета	402
Романов Г.Р. Повышение эффективности разрушения твердых горных пород с применением забойных машин ударного действия.....	407
Романов Г.Р., Семенов П.В., Логинов А.В. Результаты экспериментальных исследований бурения твердых горных пород при приложении внецентренных ударных импульсов.....	409
Спиридонов А.Н., Исаев Е.Д. Экспериментальные исследования влияния технологических параметров на эффективность шароструйного бурения	411
Харитонов А.А. Бурение геологоразведочных и эксплуатационных скважин на Куюмбинском лицензионном участке	414
Штукерг В.А., Романов Г.Р., Петенев П.Г., Иордан В.И. Результаты экспериментальных исследований	415

особенностей работы алмазной коронки для бурения в твердых анизотропных горных породах.....

СЕКЦИЯ 16. ГОРНОЕ ДЕЛО. РАЗРАБОТКА РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Лукьянов В.Г. Направления развития горного дела в третьем тысячелетии.....	418
Аникин П.А. Комплексный показатель удароопасности по данным геоакустического мониторинга массива горных пород.....	418
Борзых Д.М., Никитина А.М. Обоснование технологии вскрышных работ с использованием природного ландшафта при открытой разработке угольных месторождений.....	421
Васенин С.С., Саруев А.Л. Разработка конструкции нового резьбового ниппельного соединения бурильных труб.....	422
Ефанов А.А. Энергосберегающее воздухораспределительное устройство перфоратора.....	424
Изофатенко А.В. Проведение буровзрывных работ при прокладке трубопроводов.....	426
Кенесов А.С., Каукинов Ж.С. Исследование влияния трещиноватости горных пород на устойчивость массива.....	427
Кузнецов И.В. Исследование гидроимпульсного механизма бурильных машин с плунжерным гидропульсатором.....	429
Масловский А.Н. Актуальность буровзрывных работ с прямыми врубами при проведении горизонтальных горно-разведочных выработок.....	431
Новосельцева М.В. Исследования влияния конструктивных параметров безбойкового гидроимпульсного механизма буровых машин на формирование импульса. Жесткость пружины.....	432
Ожигин Д.С., Гапий А.В. Обоснование параметров внутреннего отвала на Шубаркольском угольном разрезе из подземных горных выработок.....	434
Плотников Д.С. Условия формирования отвалов углей с повышенным содержанием ЕРН для длительного хранения.....	436
Плотников И.С., Мигунов В.И. Разработка классификации горнодобывающего и перерабатывающего оборудования.....	438
Потапчук М.И., Потапчук Г.М. Оценка влияния горных работ на напряженно-деформированное состояние горного массива Николаевского месторождения.....	440
Николаев А.В. Обеспечение безопасности, энерго- и ресурсосбережение при осуществлении воздухоподготовки в холодное время года.....	442
Рашид Ж.Б., Джусупов Н.Д. Анализ влияния комбинированной системы разработки рудных тел на устойчивость массива горных пород.....	444
Русский Е.Ю. Результаты численного проектирования ряда шахтных осевых вентиляторов серии ВО.....	446
Русский Е.Ю. Вынужденные колебания ротора вентилятора в шахтных вентиляционных системах.....	448
Сапарбаев С.П., Жаксылыкбай Н.Б. Обоснование параметров крепления на основании результатов численного моделирования.....	450
Симонова К.В. Совершенствование способов проходки уклонов по нефтеносным пластам в условиях нефтешахты №1 нефтешахтного управления «Ярганефть».....	452
Филимоновых И.С., Паньков И.Л. Экспериментальное определение теплофизических свойств горных пород половодского участка ВКМКС.....	454
Чернухин Р.В. Отличительные особенности насосной станции геолога.....	456
Шубина Е.А. Проблемные вопросы расчёта газовыделения в выемочный участок с учётом геомеханических и газодинамических процессов и методы их решения.....	457

Секция 17. СОВРЕМЕННАЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ ТЕХНИКА И ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Крец В.Г. Приводы для запорной арматуры газонефтепроводов.....	460
Богатырева А.И. Совершенствование технологии бестраншейной прокладки трубопровода через водные преграды.....	461
BorISOV D.I., Vukov R.S. Analysis of gas compressor unit accident factors in Tomsk region.....	462
Быков Р.С., Холкин В.С., Мисюн М.А. Подводные траншекопатели нового поколения.....	463
Лю Цзюхуэй Развитие трубопроводного транспорта Китая.....	466
Мартынюк А.О., Кувшинов К.А. Поточный преобразователь вязкости для систем измерения количества и качества нефти.....	467
Пазяк А.А. Расчет нагрузочной способности прецессирующей плоско-конической передачи с многопарным зацеплением зубьев приводов запорной арматуры.....	469
Пахлян И.А. Разработка эжекторной установки для воздействия на продуктивный пласт в процессе.....	471

добычи.....	
Пашенко А.П. Применение наноструктурированных материалов в нефтегазовой промышленности.....	473
Селезнев А.В., Татаринцев А.А. Совершенствование оборудования поверхностной циркуляционной системы бурового комплекса.....	475
Сидельников А.В., Чехлов А.Н. Современные суда-трубоукладчики.....	476
Степкин Н.А., Сенченко М.А. Дистанционно-управляемое устройство для герметизации трубопроводов SMARTPLUG™.....	478
Судоплатова Е.Э. Применение виброизолирующей системы на насосных агрегатах.....	480
Фам А.Д. Устройство для крепления кабеля к насосно-компрессорным трубам.....	481
Филюшин В.В. Поточный преобразователь плотности для систем измерения количества и качества нефти.....	483
Чехлов А.Н. Опасность статического электричества при хранении нефти и методы ее устранения.....	485

Секция 18. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ И НЕФТЕГАЗОХРАНИЛИЩ

Подсекция 1. СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ И ГАЗА

Рудаченко А.В. Эксплуатационная надежность магистральных нефтегазопроводов.....	488
Бархатов А.Ф. Классификация задач энергосбережения в трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов.....	489
Борисов Д.И. Геодезическое позиционирование трубопроводного транспорта.....	491
Борисов Д.И., Быков Р.С. Анализ факторов аварийности на компрессорных станциях Западно-Сибирского региона.....	494
Буховский М.А. Анализ распределенных систем обнаружения утечек на магистральном трубопроводе... ..	497
Валиев М.Р. Анализ стенки на прочность в среде SOLIDWORKS SIMULATION резервуара вертикального стального.....	499
Гареев А.С., Мухамадиев А.А. Технология врезки катушек в магистральный газопровод при помощи опорно-центрирующих устройств.....	501
Герасименко А.А. Анализ напряженно-деформированного состояния РВС-5000 с трещиноподобным дефектом в первом поясе.....	503
До Тхи Тху Хиен Ликвидация разливов на шельфе Вьетнама с использованием сорбентов.....	505
Лам Бик Хонг, Кравченко А.В. Конечно-элементная модель бестраншейной прокладки трубопровода	507
Перфильев Н.А., Бородин Т.В. Автоматизация сварки неповоротных стыков при строительстве магистральных трубопроводов.....	509
Самигуллин В.Д. Исследование напряженно-деформированного состояния участка проектируемого нефтесборного трубопровода Угутского месторождения.....	511
Титов И.И. Определение изоэнтропного кпд турбодетандера.....	514
Тишкина Е.В. Повышение безопасности переходов магистрального нефтепровода через тектонические разломы на о. Сахалин.....	515
Тюлькин Л.Х. Предотвращение аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при порывах трубопроводов на переходах через водные преграды и в пойменной зоне водных объектов.....	517
Чехлов А.Н. Проведение сравнительного анализа эффективности надземной и подземной прокладки магистрального нефтепровода в многолетнемерзлых грунтах на примере проекта «Заполярье-Пурпе»	520
Чешин Д.О. Перспективный способ проходки скважин по заданной траектории	522
Юркин А.А., Ошлыков В.Е., Харитонов П.С., Бокор В.А. Проектирование автоматизированной установки для очистки углеводородов.....	524

Подсекция 2. СОВРЕМЕННЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ И ГАЗА

Харламов С.Н., Ковалев Ю.А. Моделирование газодинамических и термохимических быстропротекающих процессов в узлах трубопроводных систем.....	526
Агеев Р.Х. Явление Ролловера для хранилищ сжиженного природного газа.....	528
Агеев Р.Х. Метод расчета процессов тепло- и массообмена стратифицированной жидкости в хранилище сжиженного природного газа.....	529
Альгинов Р.А. О механизмах перераспределения энергии в сочленениях трубопровода.....	532
Альгинов Р.А. Управление гидрогазодинамическими процессами при транспортировке вязких сред в сложных трубопроводах.....	533
Антропова Л.Б., Русанова А.Д., Грузин А.В. Технико-экономические показатели технологии подготовки	535

рационального состава грунтов оснований резервуаров марки РВС.....	
Баклушин Т.Ю., Шамуратов А.О. Сравнение и анализ характеристик, влияющих на кольцевые и продольные нагрузки магистрального трубопровода при сооружении надземного балочного перехода.....	537
Ваганов А.Ю., Фомин Е.О., Грузин А.В. Исследование конструктивных аспектов повышения несущей ...	539
Дедеев П.О. Подходы и методы исследования турбулентной структуры в смесях полимеров с углеводородами способности свайных фундаментов объектов нефтегазовой отрасли.....	541
Ермаков В.С., Беляев Н.М., Грузин А.В. Исследование влияния теплоизолирующих добавок в грунты оснований резервуаров марки РВС.....	543
Зайковский В.В., Харламов С.Н. Математическое моделирование влияния неоднородного электрического поля на движение капель воды в нефти.....	546
Николаев Е.В. Моделирование многоступенчатой сепарации при предварительной подготовке нефти.....	548
Сиротин А.Д., Гильдебрандт М.И., Грузин А.В. Исследование особенностей уплотнения фракции грунтов оснований резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.....	551
Скуратова К.В. Оптимизация оценки объемов разработки траншеи при переходе трубопроводов через водные преграды.....	553
Титков К.И. Высокомолекулярные присадки и их значение в инженерных исследованиях.....	555
Чаплин И.Е. Теплообмен и сопротивление в термическом начальном участке плоской трубы.....	557

Секция 19. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Стрижак П.А. Теплофизические проблемы надежного и безопасного энергоснабжения удаленных объектов	561
Вершинина К.Ю., Жданова А.О., Миртов Д.Б. Повышение эффективности тушения пожаров на лесных массивах вблизи объектов нефтегазовой промышленности	563
Волков Р.С., Забелин М.В. Перспективные системы пожаротушения в нефтегазовых технологиях.....	565
Высокоморная О.В., Потегаяева Е.С. Определение необходимых параметров рабочего вещества для надежной работы мини-ТЭС	567
Высокоморная О.В., Стрижак П.А., Щербинина А.А. Применение эффекта «взрывного» парообразования при нагреве неоднородной капли воды в высокотемпературных газах	569
Дмитриенко М.А. Структура микропроцессорной системы автоматики нефтеперекачивающей станции «Александровская»	571
Дмитриенко М.А. Процессы тепломассопереноса в условиях функционирования водяных завес на объектах нефтепроводного транспорта	573
Дорошенко А.В. , Космынина Н.М. Проектирование дизельной электростанции для нефтяного месторождения	576
Ефремов И.М., Космынина Н.М. Исследование процессов гашения поля генератора	578
Космынина Н.М., Цой И.С. Выбор силового автотрансформатора для обеспечения энергоснабжения нефтегазового месторождения.....	580
Логина Е.П., Новгородов О.В. Анализ электрической части подстанции №157 ОАО «Сургутнефтегаз».....	582
Морозов М.Н. Оптимизация тепловых режимов удаленных объектов нефтегазотранспортной системы....	584
Няшина Г.С. Информационно-измерительная подсистема в структуре микропроцессорной системы автоматики нефтеперекачивающей станции «Парабель».....	586
Няшина Г.С. Экспериментальная оценка эффективности применения тонкораспыленной воды в автоматизированных системах пожаротушения на объектах нефтепроводного транспорта	588
Пискунов М.В., Щербинина А.А. «Взрыв» неоднородной капли воды в высокотемпературной газовой среде	590
Сарсикеев Е.Ж., Шолохова И.И. Разработка энергоэффективной дизельной электростанции для электроснабжения объектов нефтегазовой промышленности	592
Токарев И.С., Ужастов Ю.Н. Повышение надежности работы автономных систем электроснабжения газокomppressorных станций	594

Секция 20. ЭКОНОМИКА МИНЕРАЛЬНОГО И УГЛЕВОДОРНОГО СЫРЬЯ. ГОРНОЕ ПРАВО

Вазим А.А. Энергоэффективность, низкоуглеродная энергетика и экономический рост в России.....	596
Абылкаиров И.Е., Калашникова Д.С. Экспресс-анализ финансового состояния ОАО «Русснефть».....	601

Акперов Э.Г. Сравнительный анализ зависимости экономик России и Норвегии от добычи нефти	603
Алексеев Д.Д. Газификация республики Саха (Якутия): состояние и перспективы	605
Алиев Ф.Р. Экономическая эффективность использования долот нового класса при бурении скважин в твердых и крепких горных породах	606
Ахмадеев К.Н. Основные фонды нефтегазовой компании как главные ресурсы эффективности производства	609
Ахметшина Ю.Е., Компанец П.Ю., Ромашова Ю.А. Пути снижения себестоимости на предприятиях в нефтегазовой отрасли	611
Байтова Ю.С. Нормативно-правовая база ценообразования и сметного нормирования в нефтегазовой отрасли	612
Березина О.О., Копылов А.В. Состояние рационального использования попутного нефтяного газа в России	615
Борзенкова Д.Н. Экономическая эффективность применения МУН в условиях Томской области	617
Бучельников В.С., Михайлова К.Ю. Общественный контроль в природоохранном законодательстве России	619
Валиев И.Н., Глызина Т.С. Зависимость азербайджанской экономики от нефтяных доходов	621
Воробьева В.Р. Проектные риски в нефтяной и газовой промышленности	623
Галимуллин Р.Р. Инновационные решения для увеличения срока службы скважин на месторождениях ОАО «Томскнефть» ВНК	625
Глызина Т.С., Чаплин И.Е. Определение экономической эффективности применения противотурбулентных присадок в трубопроводном транспорте нефти	626
Гончаров Е.А. Системы мотивации труда персонала на предприятиях нефтегазового комплекса	627
Горн Ю.А. Импортозамещение в нефтегазовой отрасли России	629
Гривцова И.С., Глызина Т.С. Методы формирования тарифов на транспортировку нефти	631
Гулевич М.С. Ценообразование в нефтегазовом комплексе	634
Данилов И.Е. Сравнительный анализ экономической эффективности методов ремонта магистрального газопровода в условиях коррозионного растрескивания под напряжением	637
Данилошкин Д.С. Сравнение моющих средств для очистки стальных вертикальных резервуаров от донных отложений	638
Дашиев Э.В. Оценка экологической безопасности размещения бурового шлама на территории ХМАО-Югры на примере компании ОАО «Сургутнефтегаз»	640
Донг Ван Хоанг, Глызина Т.С. Добыча угля и энергетическая безопасность Вьетнама	643
Дроздова К.Н., Макаровская Л.О. Анализ рынка экспорта нефти и нефтепродуктов Российской Федерации	645
Епифанова И.А. Оптимизация затрат биологической стадии очистки нефтезагрязненных земель	647
Еременко В.И. Тенденции разработки трудно извлекаемых запасов в России	648
Жуков К.Е. Особенности и перспективы развития территории Каргасокского района Томской области	650
Жуков К.Е. Современное имущественное налогообложение для индивидуальных предпринимателей в РФ	651
Звягинцева Т.Г. Система экологического менеджмента ОАО «Газпром»	653
Иванов А.С., Шарф И.В. Экономические аспекты геолого-технических мероприятий по повышению КИН (на примере Крапивинского НМР)	656
Игольникова А.М. проблемы производства нефтегазового оборудования в России	660
Карбан И.П. Оценка имущества ООО ТНПВО «СИАМ»	662
Колтышев А.В. Методы прогнозирования финансового состояния нефтегазового комплекса	664
Кравченко Е.А. Аутсорсинг в бурении и капитальном ремонте скважин в томской области на примере «Буровой сервисной компании «ГРАНД»	671
Кравченко Е.А. Экологические фонды как механизм ликвидации последствий на завершающих этапах отработки месторождений нефтегазовой промышленности	674
Кривошеина О.И., Филиппова Е.О. Клинико-экономическая оценка консервативного лечения эндотелиально-эпителиальной дистрофией роговицы	675
Красильников Г.Ю. Организация системы экологической безопасности при транспортировке нефти и нефтепродуктов автотранспортом	677
Куприянова О.С. Экономическая оценка воздействия нефтяного месторождения на окружающую среду	679
Ли Цуньи Динамика запасов, добычи и цен меди в Китае	681
Лунёв А.А. Анализ экономической эффективности инновационных решений при эксплуатации нефтяных скважин	683
Макашева Ю.С., Ремняков В.В. Адаптивность персонала к инновационным изменениям (на примере нефтегазового производства)	685
Нехода Е.В., Маковеева В.В. Институционализация корпоративной социальной политики: теория и практика российских компаний нефтегазового комплекса	689
Мишурнина А.С. Составление ресурсной сметы на рекультивацию нарушенных земель при строительстве разведочной скважины на примере месторождения холмисто-таежного района средне-сибирского плоскогорья	692
Наумкина А.О., Глызина Т.С. Пути совершенствования кадровой политики на предприятии	695

нефтегазового комплекса (на примере АО «Транснефть – Центральная Сибирь», г. Томск).....	697
Надымов С.В. Анализ экономической эффективности применения программы ресурсосбережения ОАО «Востокгазпром».....	697
Нечаев Д.А., Дубинский Д.Г. Перспективы освоения гелиевых ресурсов газовых месторождений Восточной Сибири	701
Коновалова К.А., Носова М.А. Налог на добычу полезных ископаемых	703
Оспанов А.Т. Оценка воздействия производственной деятельности предприятия на окружающую среду..	704
Павлов М.Н. Анализ экономической эффективности прокладки газопровода методом тоннельного Дюкера.....	707
Парунин С.В. Проблема своевременной подготовки компетентных кадров для энергетической отрасли России.....	708
Парунин С.В. Развитие требований к менеджменту для энергетической отрасли России	710
Перфильева Я.А. Система мотивации в отраслевых решениях SAP HR (на примере «Сахалин Энерджи»).	713
Петрова К.О. Платность и закрытость геологической информации и другие проблемы освоения недр.....	715
Поленичкин В.С. Минимизация образования отходов производства промышленными предприятиями.....	717
Пудова Е.С. Возможности развития минерально-сырьевой базы углеводородного сырья в Российской Федерации.....	721
Рамазанов Д.С. Анализ эффекта от применения метода гидравлического разрыва пласта.....	723
Рамазанов Д.С. Оценка эффективности боновых заграждений для ликвидации аварийных разливов нефти при пересечении магистральным трубопроводом водных преград	725
Ростовщикова А.А. Роль государства в развитии инновационной деятельности предприятий нефтегазовой отрасли.....	728
Ростовщикова А.А. Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии.....	729
Сайфамлюкова Т.Г., Стадникова Н.В., Кофанов С.А. Экономическое преимущество применения электроразведочной аппаратуры «скала 48», для определения технического состояния фундаментов зданий и сооружений на территории Сибири.....	733
Самохин Е.Г., Шарф И.В. программа разработки сланцевой нефти в республике Татарстан.....	736
Сафронова Е.В. Сокращение издержек на закуп материальных ресурсов ОАО «Сургутнефтегаз».....	738
Семиренко П.С. Технология химического заводнения на основе трехкомпонентной смеси АСП как решение проблемы истощения традиционных запасов нефти.....	740
Сизов А.В. Супервайзинг экологических работ.....	742
Третьяков К.Н. Обязательства из договора на оказание услуг бурового супервайзинга.....	744
Соколова М.В. Автоматизация документооборота по учету скважинного оборудования с целью повышения эффективности трудовых ресурсов.....	746
Стоцкий В.В., Кочеткова О.П. Кадровая политика организации.....	748
Учкина К.Ю. Роль независимых нефтяных компаний в экономике Российской Федерации.....	751
Фам Ву Ань Организация управления персоналом нефтегазовой корпорации «Петровьетнам».....	753
Фам Ву Ань, Фам Тьен Танг Общая характеристика нефтегазовая группа «Petrovietnam».....	755
Холодюков А.И. Значение оценки финансового состояния для управления организацией.....	758
Худаяров Т.А. Анализ оценки экономической эффективности долот отечественного и зарубежного производителя при бурения нефтяных и газобых скважин.....	760
Худаяров Т.А. Автоматизация технологических процессов бурения нефтяных и газовых скважин с применением систем верхнего привода.....	762
Чевтайкина О.А. Экономика экологических рисков нефтегазового производства.....	766
Чередник К.В. Анализ свободных мощностей для импортозамещения.....	768
Чередник К.В. Распределение налогового бремени.....	769
Чубуков И.Ю. Инструменты регулирования освоения арктического шельфа.....	772
Шевяков К.С. Особенности грейдинговой системы оплаты труда в ОАО «Томскнефть» ВНК.....	775
Шестопалов А.О. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение игольско-талового месторождения.....	777

Section 21. GEOLOGY, MINING AND PETROLEUM ENGINEERING (ENGLISH, GERMAN)

Bekker A.V., Khlebnikova E.S. CFD – Programme Für Analyse Der Arbeit Von Erdölchemischen Produktionsausrüstung	781
Berezovskiy Y.S., Gusev P.Y. Choosing of optimum technology of development field C Pk layers, containing high-viscosity oil with bottom water and gas cap	782
Bogdanov I.A., Altynov A.A. Comparison between mathematical models used for calculations of diesel fuel fractions cetane indexes	784
Bulgakova O.L. Analysis of gas compressor unit accident factors	785
Buzanov K. Development of technical and technological solutions for surface casing drilling in Dulisminskoye oilfield (Irkutsk region)	787
Chernikova T.Yu. Perspectives of specially protected site networks of Tomsk Oblast	789

Chubarov D.L. Estimation of relative spectral corrections in regional seismic station network (Kamchatka)	791
Do Thi Dung Son Doong - the world's largest cave in Vietnam	792
Doroshenko A.V., Sarsikeyev Y.Zh. Choice of rational structure of diesel generators for autonomous electric power supply of oil deposits	794
Dosytsheva E.A., Nurmakanova A.E., Boitschenko S.S. Prognostizierung der Schwefelsäurealkylierung von Isobutan mit Olefinen mit Mathematischen Modellen	796
Efstifeeva A.S. The geochemistry of underground water of East Kamchatka	798
Gubina K.A. Patterns of mercury distribution in bottom sediments vertical profiles ponds (Tomsk area)	800
Gusev P.Y., Berezovsky Y.S. Optimization of development of a sector of oil-gas condensate field X using and integrated field model	801
Kazhumukhanova M.Z. Trace elements in the Tazare coal field, Elbrus coal basin, Iran	803
Kirillova M.D. Kontrolle der Arbeit von Industriellen Katalytischen Reforming-Anlage A - 35 - 11/450 K Komsomolsker Raffinerie	804
Kochnev A.A. X-ray tomography in the study of rocks	806
Korovkin P.I., Cherenev S.S. History of oil industry in Russia	808
Kovnir A.A. Molche zur Zerstörungsfreien Inspektion von Pipelines	810
Mekh A.A. Use of the F-radiography method in research of biological objects	811
Mikitenko M.S. Numerical model of hydrogeological conditions for calculation of underground freshwater reserves of the Stolbovoe oil field	812
Nazarova G.Y., Kiseleva S.V. Determination of structural-group composition of catalytic cracking raw materials and products for development of mathematical model	815
Ogunlana A. Corporate social responsibility of Nigeria and Russia: A case study of Shell company	817
Perminova T.A. Bromine distribution in human organisms	819
Pham Tien Thang The influence of succinimide additives on high-oil compositions	820
Pronevich A.YU., Belozertseva N.E. Application of distillates catalytic hydrodewaxing mathematical model	821
Samigullin V.D. Hardness spreading parameters for pipeline condition assessment	823
Sayitov S.S., Tsoy V.D. Siliceous metasomatism in gold deposits of Western Uzbekistan	825
Tataurshchikov A.A. Reverse kinetic problem for diesel fraction hydrotreating process	827
Teterin E.A. Karst development in Cambrian limestones	829
Tikhonova S.A., Tikhonova Sv.A. Application of time-domain electromagnetic sounding for drainage brine landfill monitoring	830
Tribunskiy Y.V. Automated design of stirred vessels and its 3d parametric modeling	832
Vahrameeva N.V. Sorbensherstellung durch Tablettierung	834
Vishenkova D.A. Indirect electrochemical determination of heparin in pharmaceuticals	835

Круглый стол. ПАТРИОТИЗМ. МОЛОДЕЖЬ. СОВРЕМЕННОСТЬ (К 70 – ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ).

Иванова Г.М. Патриотическое воспитание молодежи на примере Подвигов Национальных Героев России.....	838
Коготкова Е. С. Во имя чего я сражалась с фашизмом?.....	842
Анисимов А. В. Что знают студенты о Великой Отечественной войне? (По итогам социологического опроса).....	844
Епихин А. В., Анисимов А. В., Каминский Е. Ю., Дериглазова М.А., Зайцева Д. И. Что значит для современной молодежи Родина? (По итогам социологического опроса).....	851
Кандаловская М. И., Кон Е. А. Историческая память о Великой Отечественной войне 1941 – 1942 гг.	853
Каминский Е. Ю., Воротило М. К. Знают ли студенты о фашизме и чем грозил фашизм народам России и человечеству? (по итогам социологических исследований).....	856
Любятинская М. П., Епихин А. В., Анисимов А. В., Казина В. В. Десятилетний опыт молодежно-патриотического центра ТПУ «Отечество» в работе по нравственно-патриотическому воспитанию молодежи.....	859
Солоха А. Н., Попов А. А. Опыт организации и методы деятельности отряда «Звезда» по проведению историко-патриотической работы среди студентов.....	869
Жарова Т. Ю., Аксенов С. Н., Казина В. В., Зеленова Е. С., Головачева Ю. И. Организация работы студенческого отряда «Память» по восстановлению мемориала погибшим воинам – томским политехникам в Смоленском сражении по защите г. Москвы.	871
Епихин А. В., Ковалев М. К. Важность разработки новых методов воспитания патриотизма при подготовке студентов и молодых ученых.....	874
Любятинская М. П., Казина В. В., Епихин А. В., Анисимов А. В., Зенкина З. Н., Жарова Т. Ю., Головачева Ю.И., Филимоненко Е. А., Соктоев Б. Ф. Многолетний опыт проведения студентами и	877

аспирантами МПЦ «Отечество» ТПУ областных и университетских олимпиад «Подвиг молодежи по спасению Родины в Великой Отечественной войне» как важный фактор воспитания гражданского самосознания.....	
Казина В. В., Филимонок Е. А., Соктоев Б. Ф., Алиев Ф. Р., Воротило М. К. Опыт организации молодежных творческих конкурсов «Подвиг Героя бессмертен!» как воспитания патриотизма на примере подвигов Героев России.....	880
Епихин А. В., Иванова Г. М. Вклад томичей в Великую Победу над фашизмом.	885
Иванова Г. М., Игнатова Т. Н. Подвиг и бессмертие.....	895
Бучельников В. С. Самопожертвование Героев Великой Отечественной войны. Воздушные и наземные тараны советских Героев.....	900
Каминский Е. Ю. Подвиг семи 18-летних дважды Героев Советского Союза.	904
Головачева Ю. И. Жизни, отданные Родине (о Национальной Героине России – Зое Космодемьянской и ее брате Александре).....	914
Каминский Е. Ю. Баллада об отце-Герое Сталинградской битвы	916
Иванова Г.М., Епихин А. В. Сила человеческого духа (о Национальном Герое Франции и Герое Советского Союза В. В. Порики).....	919
Жарова Т. Ю., Аксенов С. Н. Подвиг Героя бессмертен!	922
Алиев Ф. Р. Атака века! (О Герое Советского Союза А. И. Маринеско, лучшем воине-профессионале Второй мировой войны).....	924
Тихонова Св. А., Тихонова Сах. А. Памяти павших будьте достойны!	928
Чаплин И. Е. Бессмертный гарнизон (о Героях Брестской крепости).	930
Курманбай А. К. Косенков Иван Васильевич – Герой из Казахстана.	934

трет-бутилфенола (ТБФ) растворами H_2O_2 в присутствии титаносиликатных катализаторов. Однако такие сведения в литературе отсутствуют.

В настоящее время в области селективного жидкофазного окисления органических соединений наметилось две основные тенденции: создание эффективных гетерогенных катализаторов и использование экологически чистых окислителей. Одним из наиболее перспективных окислителей является пероксид водорода, который отвечает провозглашенному в «зеленой» химии принципу «атомной экономии», в соответствии с которым большая часть атомов реагентов должна попасть в продукт [1].

Оказалось, что микро-мезопористые материалы, содержащие ионы переходных металлов (Ti^{4+} , Fe^{3+} , V^{5+} и Sn^{4+}) являются эффективными катализаторами селективного жидкофазного окисления различных органических соединений пероксидами [2]. Из них титаносодержащие системы наиболее устойчивые в условиях окислительного катализа, обладают высокой каталитической активностью и селективностью в реакциях окисления алканов, олефинов, ароматических углеводородов, аминов и сероорганики с использованием в качестве окислителей молекулярного кислорода, пероксида водорода и органических перекисей в мягких условиях.

Несмотря на то, что на сегодняшний день в промышленном масштабе уже используется два типа титаносиликата (Ti-MFI и Ti-MWW), титаносиликат TS-1 остается стандартом среди гетерогенных катализаторов жидкофазного окисления различных органических субстратов водным раствором пероксида водорода. TS-1 представляет собой кристаллический микропористый материал со структурой цеолита ZSM-5 ($5.1 \times 5.5 \text{ \AA}$, $5.3 \times 5.6 \text{ \AA}$), в котором часть атомов кремния в решетке изоморфно замещена на атомы титана. Однако применение TS-1 ограничено для объемных молекул субстратов с кинетическим диаметром более 6 \AA . Поэтому поиск эффективных катализаторов для окисления органических молекул водными растворами пероксида водорода привлекает огромное внимание исследователей во всем мире [3].

В данной работе изучены каталитические превращения 4-трет-бутилфенола (ТБФ) в растворах пероксида водорода в присутствии образцов мезопористых титаносиликатов.

Образцы мезопористых аморфных титаносиликатных катализаторов приготовлены золь-гель способом с использованием доступной смеси олигомерных олигоэтоксисилоксанов марки этилсиликат-40 (ТУ 2435-427-05763441-2004) и спиртовых растворов солей титана. Полученные образцы подвергали термообработке при 550°C в течение 4 часов в атмосфере воздуха.

Исследование окислительных превращений 4-ТБФ под действием водных растворов пероксида водорода в присутствии образцов титаносиликатов проводили в широком интервале параметров реакции: концентрации катализатора (2,5–30% от р.м.), субстрата (0,06–1,2 моль/л), окислителя (0,06–2,4 моль/л), температурах $35\text{--}75^\circ\text{C}$.

Показано, что синтезированные в работе мезопористые аморфные титаносиликаты проявляют высокую активность и селективность в образовании целевого продукта окисления 4-третбутилфенола пероксидом водорода – 4-третбутилпирокатехина.

Литература

1. Clerici M.G. , Kholdeeva O.A. Liquid Phase Oxidation via Heterogeneous Catalysis: Organic Synthesis and Industrial Applications. - Canada, New Jersey: Wiley, 2013. – 546 p.
2. Damien P., Debecker, Vasile Hulea, P. Hubert Mutin // Appl. Catalysis A: General. - 2013. - 451. - P.192 - 206.
3. Moliner M., Corma A. // Micro. Meso. Mater., 2014. - 189. – P.31 – 40.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ГЕТЕРОПОЛИСОЕДИНЕНИЙ FE-MO-P НА КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЦЕОЛИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ КОНВЕРСИИ ПРОПАН-БУТАНОВОЙ ФРАКЦИИ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

В.В. Хасанов¹, Л.А. Егорова², В.И. Ерофеев¹

Научный руководитель профессор В.И. Ерофеев¹

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

²*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

В последнее время вырос интерес к проблеме переработки побочного продукта добычи нефти и газа. Попутный нефтяной газ является перспективным источником энергии в условиях удорожания или недостатка основных видов сырья. Но до недавнего времени большая часть этого продукта не использовалась должным образом и сжигалась на факелах в регионах добычи нефти и газа вследствие отсутствия приемлемых способов переработки. Поэтому решение данного вопроса является необходимым для энергетической эффективности и экологических нужд. В настоящее время в нашей стране и за рубежом ведутся активные исследования в области переработки попутного нефтяного газа в высшие углеводороды. Процесс конверсии низших углеводородов в арены, высокоэнергетические компоненты топлив может стать важным шагом на пути решения данной проблемы. Одним из вариантов данного процесса является каталитическая конверсия углеводородов на цеолитных катализаторах. Цеолиты уже хорошо зарекомендовали себя как недорогие, доступные и селективные катализаторы в катализе углеводородов. Они находят широкое применение во многих основных промышленных процессах переработки нефти во всем мире, таких как депарафинизация и десульфурация топлив, жидкий каталитический крекинг и т.д. [2]. Такое обширное использование цеолитов обусловлено их унифицированной пористой структурой, то есть наличием пор одинакового диаметра, и, в частности, вытекающей из этого

селективности, которая позволяет получать в результате катализа ряд определенных продуктов [1]. Примером таких селективных катализаторов могут являться цеолиты семейства MFI, ярким представителем которого является ZSM-5 корпорации ExxonMobil.

Целью данной работы является изучение влияния добавок солей состава Fe-Mo-P с различной концентрацией на каталитическую активность цеолитов в процессе конверсии попутного нефтяного газа.

В исследовании применялись цеолиты типа MFI (**Mobil Five**), синтезированные на основе органических темплатов методом кристаллизации. В частности, применялся цеолит H-ЦКЕ-СФ, полученный на основе смеси циклогексанола и циклогексанона в качестве матрицы (темплата). В качестве ГПС использовалась комплексная соль Подготовка катализатора проводилась следующим образом: сначала порошок цеолита запрессовывался в таблетку под прессом под давлением $P = 200 \text{ кгс/см}^2$; затем таблетка продавливалась через сито с диаметром ячейки $d = 2 \text{ мм}$, и полученные гранулы катализатора взвешивались. После этого проводилась модификация катализатора гетерополисоединением Fe-Mo-P (ГПС), в процессе чего соль ГПС различной массы (0,5 %, 1 % и 2 % по массе) растворялась в соляной кислоте, затем катализатор подвергался обработке данным раствором в течение 1-1,5 ч., высушивался в муфельной печи при $110 \text{ }^\circ\text{C}$ и $600 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 2 и 4 часов соответственно. Эксперимент проводился на вертикальном проточном реакторе $V_{\text{вн}} = 30 \text{ см}^3$ с неподвижной фазой катализатора. Объем использовавшегося катализатора $V_{\text{кат}} = 6 \text{ см}^3$. Температурный диапазон реакции был $525 - 600 \text{ }^\circ\text{C}$, объемная скорость подачи сырья $W = 240 \text{ ч}^{-1}$, давление внутри реактора $P = 1 \text{ АТМ}$. Состав исходного сырья был следующим (по массе): метан – 0,2 %, этан – 2,8 %, пропан – 81,1 %, бутан – 12,1 %. Проводилось 4 серии опытов для каждого образца: 1 для чистого и 3 для разной степени модификации катализатора – 0,5, 1 и 2 %. Каждая серия опытов разбивалась на 4 диапазона температур с 525 до $600 \text{ }^\circ\text{C}$ с шагом в $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Реакция для каждой температуры длилась 2 часа. Продукты реакции делились на газы и жидкости после охлаждения на водяном холодильнике. Газовая смесь определялась количественно на газовом хроматографе, затем уходила в атмосферу. Образовавшаяся жидкость взвешивалась, затем происходило определение пробы на газовом хроматографе.

Качественный и количественный анализы продукта и исходного сырья проводился с использованием метода газовой хроматографии с помощью газового хроматографа марки «Хроматек-Кристалл 5000М». Разделение газообразных продуктов проходило на насадочной колонке ($l = 3 \text{ м}$, $d = 3 \text{ мм}$), наполненной 8 % $\text{NaOH/Al}_2\text{O}_3$, на детекторе по теплопроводности (ДТП). Разделение жидких продуктов происходило на капиллярной колонке DB-1 ($100 \text{ м} * 0,25 \text{ мм} * 0,5 \text{ мкм}$) на пламенно-ионизационном детекторе (ПИД), газ-носитель – гелий.

Результаты исследования цеолитных катализаторов представлены в таблице.

Как мы можем видеть из приведенных данных, степень конверсии попутного нефтяного газа повышается с увеличением температуры для всех образцов. Это в основном происходит в результате увеличения выхода низших алканов (метан) а также аренов с одним ароматическим кольцом (бензол, толуол). Степень конверсии на чистом цеолите ниже, чем на модифицированных образцах, что можно объяснить увеличением количества каталитических центров в результате модификации катализатора, при этом максимальная степень конверсии наблюдается у образца с 0,5 % ГПС (92,3 %) при $600 \text{ }^\circ\text{C}$. Стоит также отметить, что с увеличением количества ГПС степень конверсии падает.

В газообразных продуктах реакции с ростом температуры наблюдается снижение содержания алканов (за исключением метана) для всех образцов, что происходит в результате процесса крекинга и дегидрирования. Увеличение выхода метана наблюдается только для чистого цеолита и образца с 0,5 % ГПС в диапазоне $525 - 575 \text{ }^\circ\text{C}$. При увеличении содержания ГПС с 0,5 до 1 % выход метана и этана понижается, затем при увеличении до 2 % ГПС в диапазоне $525 - 550 \text{ }^\circ\text{C}$ продолжается снижение, а при повышении температуры до 575 и $600 \text{ }^\circ\text{C}$ в результате процесса крекинга наблюдается повышение выхода алканов $\text{C}_1 - \text{C}_2$ по сравнению с 1 % ГПС. Выход пропана, бутана и изобутана понижается по сравнению с чистым H-ЦКЕ-СФ, затем, по мере увеличения содержания ГПС выход алканов $\text{C}_3 - \text{C}_4$ постепенно возрастает. Для всех образцов наблюдается увеличение содержания олефинов с ростом температуры, причем для модифицированных катализаторов выход больше с увеличением содержания ГПС, что объясняется реакцией дегидрирования алканов при повышении температуры. Следует отметить более высокую селективность по алканам у чистого образца. Модифицированные образцы обладают высокой селективностью по отношению к олефинам ряда $\text{C}_2 - \text{C}_3$, причем селективность возрастает с увеличением содержания ГПС.

В жидких продуктах с ростом температуры происходит увеличение содержания бензола и толуола, а также уменьшение содержания остальных компонентов для всех образцов. Чистый цеолит имеет более высокую селективность по бензолу и нафталинам, но меньшую по толуолу, ксилолам и псевдокумолу по сравнению с модифицированными образцами. При этом селективность модифицированных катализаторов по толуолу, ксилолам и псевдокумолу повышается с увеличением количества ГПС. С повышением температуры процесса происходит увеличение выхода жидких продуктов конверсии для всех образцов, причем для образца с 1 % ГПС выход жидкой фазы становится максимальным (56,2 мас. %) среди всех образцов при температуре $600 \text{ }^\circ\text{C}$. Что касается фракции бензол-толуол-ксилолы (БТК-фракция), то выход данной фракции также повышается с ростом температуры и становится максимальным (42,5 мас. %) для образца с 1 % содержанием ГПС при $600 \text{ }^\circ\text{C}$. Увеличение выхода БТК-фракции наблюдается для всех модифицированных ГПС образцов, хотя стоит отметить, что образец с 2 % ГПС показывает значительно меньшую активность по сравнению катализатором с 1 % ГПС, поэтому дальнейшее увеличение степени модификации становится нецелесообразным.

Таблица

Влияние температуры процесса на состав продуктов конверсии природного газа на цеолитном катализаторе Н-ЦКЕ-СФ с добавлением различного количества ГПС (Fe-Mo-P), W= 240ч⁻¹

Катализатор	Н-ЦКЕ-СФ											
	чистый			0,5 % ГПС			1 % ГПС			2 % ГПС		
Добавка												
Температура, °С	550	575	600	550	575	600	550	575	600	550	575	600
∑ Конверсия, %	78,9	82,9	85,3	88,4	91,2	92,3	88,3	90,5	90,5	84,3	86,6	88,1
Газовая фаза (норм. %)												
Метан	30,0	33,7	35,6	35,7	37,0	35,4	32,6	31,9	28,8	28,4	33,2	31,9
Этан	21,7	21,2	19,7	16,5	14,8	12,6	14,6	12,6	10,1	14,3	14,9	12,6
Этилен	3,7	5,7	8,1	5,6	7,8	10,8	7,0	9,6	13,4	6,1	9,2	12,1
Пропан	37,6	32,1	28,1	23,2	18,8	17,2	24,1	20,9	21,3	30,1	26,9	23,9
Пропилен	3,1	4,1	5,1	5,6	6,3	7,6	6,2	7,6	9,5	5,9	7,9	9,1
Изобутан	1,2	0,8	0,5	0,8	0,5	0,4	0,8	0,5	0,5	1,1	0,8	0,6
Бутан	1,4	1,0	0,7	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,3	0,8	0,6	0,3
Жидкая фаза (норм. %)												
Бензол	13,5	14,5	16,4	12,4	13,7	14,7	11,1	11,9	12,9	10,3	11,9	13,7
Толуол	36,9	37,6	39,8	37,3	38,6	39,0	37,1	38,0	39,5	37,6	39,8	39,8
Этилбензол	2,4	2,2	2,3	2,6	2,4	2,3	2,6	2,4	2,4	2,7	2,6	2,5
m-Ксилол	11,3	10,8	10,5	12,3	11,7	10,8	12,9	12,2	11,9	14,1	13,4	11,6
p-Ксилол	5,1	4,8	4,7	5,6	5,4	5,0	5,9	5,5	5,7	6,3	6,1	5,5
o-Ксилол	5,3	5,1	5,0	5,7	5,5	5,1	6,0	5,7	5,6	6,3	6,1	5,3
Псевдокумол	1,2	1,1	1,0	1,4	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,2
Нафталин	8,5	7,8	7,7	7,5	7,2	6,9	7,8	7,3	7,4	5,8	5,9	6,2
β-метилнафталин	5,4	4,7	4,2	4,8	4,5	4,7	4,9	4,9	3,9	4,6	3,4	3,4
α-метилнафталин	2,1	1,9	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,4	1,6	1,2	1,5
Итого												
m газовой фазы, мас. %	54,0	51,7	50,9	48,9	45,7	44,5	47,3	44,8	43,8	50,7	48,9	49,2
m жидкой фазы, мас. %	46,0	48,3	49,1	51,1	54,3	55,5	52,7	55,2	56,2	49,3	51,1	50,8
m фракции бензол-толуол-ксилолы, мас. %	33,2	35,2	37,5	37,5	40,7	41,1	38,5	40,5	42,5	36,8	39,5	38,6

Таким образом, исследование цеолитных катализаторов с добавлением гетерополисоединения Fe-Mo-P показало, что модифицированные образцы обладают большей степенью конверсии по сравнению с чистым цеолитом, что позволяет добиваться более полной переработки сырья. Кроме того модифицированные катализаторы имеют более высокую селективность по ксилолам и толуолу, которые имеют широкое применение в нефтехимическом синтезе (производство фталевого ангидрида и др.), а также применяются в качестве высокооктанового компонента топлива. Также применение модифицированных катализаторов позволило увеличить выход жидких продуктов до 7 % и БТК-фракции до 5 %. В процессе исследования было выявлено, что образец с 1 % ГПС обладает наиболее подходящими свойствами, т.к. происходит максимальное увеличение выхода жидкой фазы и, особенно БТК-фракции при температуре 600 °С. В заключение можно сказать, что использование добавок гетерополисоединений Fe-Mo-P может привести к улучшению свойств цеолитных катализаторов и к увеличению выхода ароматических соединений в процессе конверсии.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № 2011-1.9-519-024-068).

Литература

1. Миначев Х.М., Дергачев А.А. Каталитические и физико-химические свойства кристаллических пентасилов в превращениях низкомолекулярных олефинов и парафинов // Известия АН СССР. Сер. химич. – Москва, 1993. – № 6. – С. 1018-1028.
2. Пармон В.Н., Носков А.С. Каталитические методы подготовки и переработки попутных нефтяных газов // Российский химический журнал – М., 2010. – Т.54. - №5. – С. 40-45.

3. S. M. Csicsery. Catalysis by shape selective zeolites - science and technology // Pure & Appl. Chem, 1986. - Vol. 58, No. 6. - pp. 841-856.
4. T. F. Degnan, Jr. Applications of zeolites in petroleum refining // Topics in Catalysis, 2000. - No. 13. - pp. 349-356.
5. Восмериков А.В., Ерофеев В.И. Влияние механической обработки на каталитические свойства цеолитсодержащих катализаторов ароматизации низших алканов // Журнал физ. химии, 1995. - Т. 69. - № 5. - С. 787 - 790.
6. Ерофеев В.И., Восмериков А.В., Коробицына Л.Л., Соловьев А.И. Превращение нефтяных газов на модифицированных цеолитных катализаторах // Нефтехимия, 1990. - Т. 30. - № 4. - С. 496 - 500.
7. Ерофеев В.И., Трофимова А.С., Коваль Л.М., Рябов Ю.В. Исследование кислотности и каталитических свойств Cu-ZSM-5 в процессе конверсии низших алканов // Журн. прикл. химии, 2000. - Т. 73. - № 12. - С. 1969 - 1974.
8. Пат. 2236289 Россия МПК В01J 29/46. Катализатор для конверсии алифатических углеводородов C₂-C₁₂, способ его получения и способ конверсии алифатических углеводородов C₂-C₁₂ в высокооктановый бензин и/или ароматические углеводороды. Ерофеев В.И., Горностаев В.В., Коваль Л.М., Тихонова Н.В. Заявлено 30.12.2002; Опубл. 20.09.2004. Бюл. № 26.
9. Пат. 2313486 Россия МПК C01B 39/48. Синтетический цеолит и способ его получения. Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Заявлено 12.04.2006; Опубл. 27.12.2007. Бюл. № 3627.
10. Erofeev V.I., Medvedev A.S., Koval L.M. et al. Effect of UF Activation on Acid and Catalytic Properties of Zeolite-containing Catalysts in Conversion of Gas-Condensate Straight-Run Gasolines to High-Octane Gasolines // Rus. J. of Applied Chem. - 2011. - V. 84. - N 10. - P. 1760 -1766.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕРСИИ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОБАВОК ГЕТЕРОПОЛИСОЕДИНЕНИЙ СОСТАВА СО-ВИ-МО

В.В. Хасанов¹, В.В. Балалаев¹, Л.А. Егорова², В.И. Ерофеев^{1,2}

Научный руководитель профессор В.И. Ерофеев^{1,2}

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В современном мире остро стоит вопрос утилизации большого количества попутного нефтяного газа. До недавнего времени значительная часть этого ценного углеводородного сырья просто сжигалась на факелах в регионах добычи нефти и газа вследствие отсутствия приемлемых способов переработки. Решение данного вопроса является крайне важным для проблем экологии и экономии энергии в нашей стране. Поэтому сейчас ведутся активные исследования в области переработки попутного нефтяного газа в высшие углеводороды. Процесс конверсии низших углеводородов в арены, высокоэнергетические компоненты топлив может стать важным шагом на пути решения данной проблемы. Одним из вариантов данного процесса является каталитическая конверсия углеводородов на цеолитных катализаторах. Цеолиты хорошо себя зарекомендовали в промышленном производстве как недорогие, доступные и селективные катализаторы. Они находят широкое применение в основных промышленных процессах переработки нефти во всем мире, таких как депарафинизация и десульфурация топлив, жидкий каталитический крекинг, а также в ряде других [2]. Такое обширное использование цеолитов в качестве катализаторов обусловлено их унифицированной пористой структурой, то есть наличием пор одинакового диаметра, и, в частности, вытекающей из этого селективности, которая позволяет получать в результате катализа ряд определенных продуктов [1]. Примером таких селективных катализаторов могут являться цеолиты семейства MFI, ярким представителем которого является ZSM-5 компании ExxonMobil.

Целью данной работы является изучение влияния добавок солей Со-Vi-Мо различной концентрации на каталитическую активность цеолитов в процессе конверсии попутного нефтяного газа.

В нашем исследовании мы использовали цеолиты типа MFI (Mobil Five), синтезированные на органических темплатах методом кристаллизации. В частности, мы применяли цеолит H-ЦКЕ-СФ, полученный на основе смеси циклогексанола и циклогексанона в качестве матрицы (темплата). В качестве модификатора использовалась комплексная соль кобальта, висмута и молибдена, общая формула которой $[Co(H_3ViMo_{12}O_{40})_{13}H_2O]_{12}H_2O$. Для простоты используется обозначение составных металлов в виде Со-Vi-Мо. Подготовка катализатора проводилась следующим образом: сначала порошок цеолита запрессовывался в таблетку под прессом под давлением $P = 200 \text{ кг/см}^2$; затем таблетка продавливалась через сито с диаметром ячейки $d = 2 \text{ мм}$, и полученные гранулы катализатора взвешивались. После этого проводилась модификация катализатора гетерополисоединением Со-Vi-Мо (ГПС), в процессе чего соль ГПС различной массы (0,5 %, 1 % и 2 % по массе) растворялась в соляной кислоте, затем катализатор подвергался обработке данным раствором в течение 1-1,5 ч., высушивался в муфельной печи при 110 °С и 450 °С в течение 2 и 4 часов соответственно. Эксперимент проводился на вертикальном проточном реакторе $V_{\text{вн}} = 30 \text{ см}^3$ с неподвижной фазой катализатора. Объем использованного катализатора $V_{\text{кат}} = 6 \text{ см}^3$. Температурный диапазон реакции был 525 - 600 °С, объемная скорость подачи сырья $W = 240 \text{ ч}^{-1}$, давление внутри реактора $P = 1 \text{ АТМ}$. Состав исходного сырья был следующим (по массе): метан - 0,3 %, этан - 3,0 %, пропан - 80,9 %, бутан - 12,4 %. Проводилось 4 серии опытов для каждого образца: 1 для чистого и 3 для разной степени модификации катализатора - 0,5, 1 и 2 %. Каждая серия опытов разбивалась на 4 диапазона температур с 525 до 600 °С с шагом в 25 °С. Реакция для каждой температуры длилась 2 часа. Продукты реакции делились на газы и жидкости после охлаждения на водяном холодильнике. Газовая смесь определялась количественно на газовом хроматографе, затем уходила в