

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Проректор по научной работе  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский  
государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский  
университет) имени И.М.Губкина»



Мурадов А.В.

ноября 2016 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Волкова Алексея Владимировича  
«Высокопроницаемые стеклообразные полимеры для процессов разделения органических  
сред и регенерации абсорбентов диоксида углерода», представленную на соискание ученой  
степени доктора химических наук по специальностям 02.00.13 – нефтехимия, химические  
науки и 05.17.18 - мембраны и мембранная технология, химические науки.

#### **1. Актуальность работы**

Стадия разделения реакционной смеси и дальнейшей очистки целевого компонента является одной из наиболее энергозатратных стадий большинства промышленных процессов нефтехимии и может достигать до 70% всех операционных затрат. Одним из наиболее широко применяемых в промышленности процессов разделения является дистилляция. Однако данный подход имеет ряд недостатков, включая высокие энергетические затраты, связанные с фазовым переходом. Все это делает перспективным поиск новых подходов для решения задач разделения, в том числе на базе мембранных технологий, которые находят все большее практическое применение в нефтехимической промышленности. Так, выход на рынок первых химически стойких полимерных мембран дал возможность мембранным разделительным технологиям встраиваться в существующие промышленные процессы, значительно улучшая их экономику и снижая нагрузку на окружающую среду, в том числе, в результате снижения выбросов в атмосферу паров органических растворителей и диоксида углерода.

Наночистота органических сред представляет собой перспективную малоэнергоёмкую технологию, позволяющую решать многие задачи разделения. К настоящему времени наибольшее применение наночистота приобретает в нефтехимической, химической и пищевой промышленности. Однако, развитие данной области пока сдерживается довольно узкой номенклатурой коммерчески выпускаемых

нанофильтрационных мембран, устойчивых в различных органических средах. Таким образом, это делает актуальным поиск новых мембранных материалов и создание на их основе перспективных мембран для процесса нанофильтрации органических/неводных сред.

Еще одной новой, перспективной областью являются мембранные абсорберы/десорберы высокого давления для очистки газовых потоков нефтехимии от кислых примесей (например, диоксида углерода). Данная интегрированная система представляет собой мембранный контактор газ-жидкость, в котором осуществляется селективный перенос компонентов между газовой и жидкой фазами, разделенных между собой мембраной. При этом мембрана может быть неселективной по отношению к компонентам разделяемой газовой смеси, а эффективность очистки, например, от диоксида углерода определяется разницей в растворимости разделяемых газов в абсорбционной жидкости (например, водные растворы этаноламинов).

Важно подчеркнуть, что наряду со схожими требованиями, которые предъявляются к мембранам (например, химическая устойчивость в разделяемых средах), для успешной реализации каждого из указанных выше процессов (нанофильтрация или мембранная абсорбция/десорбция) мембрана должна обеспечивать прямо противоположные транспортные свойства при контакте с жидкой средой. В этой связи актуальным является разработка высокопроницаемых и селективных мембран на основе перспективного класса полимеров – высокопроницаемых стеклообразных полимеров – и способов разделения на их основе для решения задач нанофильтрационного выделения растворенных соединений из органических сред применительно к задачам нефтехимии, а также регенерации абсорбентов диоксида углерода в нефте- и газохимических процессах при повышенных давлениях и температурах.

## **2. Структура и содержание работы**

Диссертационная работа Волкова А.В. выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Институте нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук (ИНХС РАН), состоит из введения, 3 глав основного текста, выводов, списка литературы, включающего 434 наименований; изложена на 277 страницах, содержит 92 рисунка и 44 таблиц.

**Во введении** обосновывается актуальность темы диссертации, формулируется цель работы.

**В первой главе**, представляющей собой литературный обзор, проведен анализ и обобщение научной и патентной литературы в областях нанофильтрации органических сред,

процессов очистки газовых смесей от диоксида углерода и структурных особенностей высокопроницаемых стеклообразных полимеров для решения разделительных задач в нефтехимии, органическом синтезе, газопереработке, азотной и пищевой промышленности. Отмечена актуальность поиска новых мембранных материалов и создание на их основе перспективных мембран для процесса нанофильтрации органических/неводных сред.

**Во второй главе диссертации** приведены объекты исследования, методики и схемы экспериментальных установок по измерению сорбции и набухания полимерных пленок в различных растворителях и абсорбентах кислых газов, определению доли доступного свободного объема выбранных мембранных материалов методом гидростатического взвешивания, исследованию устойчивости мембран в абсорбционных жидкостях и растворителях (включая типовые субстраты и продукты реакции гидроформилирования), определении газопроницаемости мембран, исследованию процессов нанофильтрации органических сред и мембранной десорбции диоксида углерода при повышенных давлениях. Для характеристики выбранных объектов исследования в работе применялись современные физико-химические методы исследования: ИК-Фурье спектроскопия, низкотемпературная адсорбция азота, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), гелиевая пикнометрия, а также методики по определению краевых углов смачивания и доли доступного свободного объема мембранных материалов методом гидростатического взвешивания.

**В третьей главе диссертации** представлены результаты и их обсуждение. Так, в работе было изучено влияние доступного свободного объема мембран на их транспортные характеристики, представлены результаты исследования закономерностей проницаемости/непроницаемости жидкостей через высокопроницаемые стеклообразные полимеры, изучена проницаемость водно-этанольных растворов и абсорбционных жидкостей. Показано, что общий доступный для молекул растворителей свободный объем исследованных полимеров варьируется в широких пределах от 4 до 30%. При этом значение доступного свободного объема полимера и сродство жидкой фазы к полимеру определяют транспортные характеристики данного мембранного материала. Это, в свою очередь, делает возможным применение высокопроницаемых стеклообразных полимеров в качестве мембран для реализации на их основе двух разделительных процессов в нефтехимии, принцип которых основан на наличии (нанофильтрация) или отсутствии (мембранный контактор) переноса жидкой фазы через мембрану.

При исследовании влияния различных факторов на разделительные характеристики высокопроницаемых мембранных материалов в нанофильтрации органических сред были

представлены и обсуждены результаты по транспорту растворителей, влиянию природы растворителя и растворенного вещества, а также влияние структуры свободного объема полимера и свойств поверхности мембраны. На примере полимерных мембранных материалов ПТМСП, ПТМГП, ПМП и РИМ-1 выявлены закономерности поведения селективности наночистотационного разделения, характеризуемой коэффициентом задержания растворенного вещества (маркера) и показано, что в зависимости от природы растворенного вещества коэффициент задержания может быть как положительным, так и отрицательным.

В работе предложены мембраны на основе высокопроницаемых стеклообразных полимеров, устойчивые в условиях процесса гидроформирования, а также впервые показана возможность практического применения отрицательных значений коэффициента задержания для фракционирования растворенных соединений. Применительно к задачам регенерации абсорбентов диоксида углерода в мембранном контакторе газ-жидкость высокого давления, были определены значения газопроницаемости и другие свойства полимерных материалов, включая их устойчивость в водных растворах алканолamines при 100°C. В качестве одного из наиболее перспективных материалов был выбран поли[1-триметилсилил-1-пропин] (ПТМСП) и на его основе созданы высокопроницаемые композиционные мембраны с тонким селективным слоем для изучаемых процессов разделения.

### **3. Научная новизна диссертационной работы**

Научная новизна диссертационного исследования определяется следующими основными результатами:

1. Впервые применительно к задачам наночистотационного разделения органических сред и регенерации абсорбентов диоксида углерода в мембранных контакторах высокого давления проведены систематические исследования свободного объема и проницаемости жидкостей через мембраны на основе представительного ряда гидрофобных высокопроницаемых стеклообразных полимеров - 17 полимеров, сополимеров и их смесей, свободный объем которых варьируется в диапазоне 4-30%.
2. Впервые показано, что уникальная микропористая природа высокопроницаемых стеклообразных полимеров обеспечивает рекордные значения коэффициентов проницаемости растворителей в условиях наночистотации по сравнению с другими описанными в литературе полимерными материалами, а непроницаемость этих полимеров для типичных промышленных химических абсорбентов на основе водных

- растворов алканоламинов позволяет их использование в мембранных контакторах для очистки газовых смесей от диоксида углерода.
3. Впервые предложен метод исследования структуры неотрелаксированного свободного объема, доступного для молекул органических растворителей, и определены величины доли общего доступного свободного объема при наличии объемного набухания и доли доступного свободного объема в отсутствие объемного набухания, причем последняя величина составляет более 60% от общей доли свободного объема в исследованных полимерах и именно она ответственна за высокие транспортные характеристики этих мембранных материалов.
  4. Выявлены закономерности поведения селективности нанофильтрационного разделения, характеризуемой коэффициентом задержания растворенного вещества, моделирующего размеры гомогенного катализатора, и показано, что в зависимости от природы растворенного вещества и разделяемой органической среды коэффициент задержания может быть как положительным, так и отрицательным. При этом отрицательные значения коэффициента задержания обусловлены высокими значениями коэффициента распределения соответствующего растворенного вещества между мембраной и разделяемой органической средой и сопряженностью потоков растворителя и растворенного вещества.
  5. Впервые обнаружен эффект асимметрии проницаемости и селективности разделения в процессе нанофильтрационного разделения органических веществ, реализующийся для односторонне модифицированной в плазме мембраны. При этом транспорт органического растворителя со стороны мембраны, обработанной в плазме, снижается до двух раз по сравнению с потоком с немодифицированной стороны мембраны. Показано, что плазменная обработка сопровождается увеличением поверхностной энергии модифицированной стороны мембраны и что важнейшим фактором, определяющим величину потока, является сродство жидкой среды к той поверхности мембраны, с которой она контактирует.
  6. Продемонстрировано, что мембранные материалы на основе исследованных высокопроницаемых стеклообразных полимеров химически устойчивы в промышленных абсорбентах диоксида углерода при температурах до 100°C и трансмембранном давлении 40 атм.
  7. Впервые показано, что заполнение элементов неравновесного свободного объема жидкостью в процессе ее сорбции и набухания полимера не является достаточным условием для появления потока жидкости через мембрану из высокопроницаемого стеклообразного полимера. Найдено, что имеются пороговые значения сорбции и

набухания, ниже которых перенос жидкости через мембрану отсутствует, что очень важно для использования мембраны в контакторе высокого давления. Выше пороговых значений наблюдается поток жидкости через мембрану и его величина возрастает при увеличении сродства жидкости к материалу мембраны, что важно для реализации высокопроизводительных процессов наночистотного разделения органических сред.

#### **4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе**

Достоверность полученных автором результатов обеспечивается корректной постановкой эксперимента, использованием различных методов для определения экспериментальных величин и воспроизводимостью результатов. Исследованные в данной работе 17 полимеров, сополимеров и их смесей были охарактеризованы с точки зрения транспортных свойств и доли доступного свободного объема. Выводы, научные положения и рекомендации, содержащиеся в настоящей работе, не противоречат основам физической химии.

#### **5. Практическая ценность результатов**

В диссертационной работе Волкова А.В. показано, что повышенная стабильность мембран на основе сополимеров ТФПС-со-ТМСП (1-триметилсилил-1-пропина и 1-(3,3,3-трифторпропилдиметилсилил)-1-пропина) с содержанием ТФПС-звеньев 41 и 46 мол.% в углеводородных средах (олефины, альдегиды и др.) делает перспективным их использование для выделения гомогенных катализаторов в процессе гидроформилирования. Реализован процесс регенерации сорбентов углекислого газа в мембранном контакторе высокого давления с использованием мембран на основе высокопроницаемых стеклообразных полимеров, позволяющий выделять диоксид углерода при одновременном снижении потерь паров сорбента по сравнению с традиционными пористыми мембранами. На основании эффекта отрицательного значения коэффициента задерживания предложен одностадийный способ фракционирования растворенных веществ, а на основании найденных рекордных значений коэффициента распределения нейтрального растворенного вещества для Р1М-1 (на два порядка выше, чем для ПТМСП, ПТМГП и ПМП) предложен интегрированный способ разделения сорбция/наночистота, где Р1М-1 применяется в качестве селективного сорбента.

В связи с вышесказанным результаты диссертации могут быть полезны для многих научных и учебных заведений, работающих в области нефтехимии, мембран и мембранных

технологий, а также ряда специализированных и прикладных предприятий: Химические факультеты Московского, С.-Петербургского, Кубанского, Казанского и Воронежского государственных университетов, ИНХС им. А.В.Топчиева РАН, ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М.Губкина», ИНХ им. А.В.Николаева СО РАН, ИОНХ им. Н.С.Курнакова РАН, ИК им. А.В.Шубникова РАН, ИФХЭ им. А.Н.Фрумкина, ИОХ им. Н.Д.Зелинского РАН, ИОФХ им. А.Е.Арбузова КНЦ РАН, ИППУ СО РАН, ИК им. Г.К.Борескова СО РАН, ИВС РАН, НГТУ им. Р.Е.Алексеева, ИХВВ им. Г.Г.Девярых РАН, РХТУ им. Д.И.Менделеева, МАТХТ им. М.В.Ломоносова, НИЯУ «МИФИ», ВНИПИ Нефть, МГУИЭ, ФГУП ГНЦ «ГНИИХТЭОС» и «ГИРЕДМЕТ», АО "РМ Нанотех", ЗАО НТЦ "Владипор", ООО НПП «Технофильтр», ЗАО «НПК Медиана-Фильтр», ООО «ВНИИГАЗ», НИИХимии при ННГУ им. Н.И. Лобачевского, ООО «Фирма «ХОРСТ», ОАО «Газпромнефть», ФГУП «ИРЕА» и др.

#### **6. Соответствие содержания диссертации указанной специальности**

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 02.00.13 – нефтехимия, химические науки по пункту 4. «Комплексная переработка нефти и природного газа: производство жидких топлив, масел, мономеров, синтез газа, полупродуктов и продуктов технического назначения (растворители, поверхностно-активные вещества, синтетические присадки и др)» и паспорту специальности 05.17.18 – мембраны и мембранная технология, химические науки по пунктам 3. «Разработка принципов функционирования мембран различного назначения (обратноосмотических, нано-, ультра-, микрофильтрационных, первапорационных, ионообменных, газоразделительных) при мембранном разделении компонентов жидких и газовых смесей и мембранном катализе» и 5. «Комбинированные процессы мембранной технологии (сочетание мембранных процессов с другими процессами химической технологии: адсорбцией, ректификацией и др.)».

#### **7. Замечания по работе (недостатки в диссертации)**

По работе можно сделать следующие замечания:

- 1) В разделе 4.4 « Мембраны на основе высокопроницаемых стеклообразных полимеров, устойчивые в условиях процесса гидроформилирования» в таблице 4.4.2 на стр. 195 показано, что путем варьирования состава сополимеров ТМСП-со-ТФПС можно достичь стабильности мембранного материала в среде  $\alpha$ -олефинов (субстрат) и альдегидов (продукт). Затем были проведены эксперименты по фильтрации этанола, а также раствора анионного маркера в этаноле. Логичнее было бы исследовать

мембраны из соответствующих сополимеров в режиме наночелювтрационного выделения гомогенного катализатора из реальных реакционных смесей.

- 2) В разделе 4.6 «Регенерация абсорбентов углекислого газа в мембранном контакторе газ-жидкость высокого давления» было показано, что синтезированные образцы ПТМСП, ПТМГП и ПМП демонстрируют высокие значения газопроницаемости при температуре 100°C (рисунки 4.6.1-4.6.3), химическую устойчивость в среде водных растворов алканоламинов, а также отсутствие течения данных промышленных абсорбентов через мембрану при перепаде давления 40 атм. и 100°C. Однако, в приведенных на стр. 210 экспериментах по регенерации нагруженного углекислым газом водного раствора ДЭА при 100°C перепад давления на мембране не превышал 10 атм. Мотивировки выбора таких условий проведения эксперимента по регенерации абсорбента в мембранном контакторе в работе не приведено.
- 3) В таблице 4.3.8. (стр. 188) приведен элементный состав поверхностного слоя мембраны ПТМСП до и после ее односторонней плазменной модификации в разряде постоянного тока на аноде. Приведены только атомные концентрации углерода, кремния и кислорода. Необходимо было представить данные и по азоту, так как при модификации мембран ПТМСП в плазме в качестве рабочего газа использовался воздух.

Однако эти недостатки не затрагивают сути работы и не влияют на надежность и обоснованность сделанных в работе выводов. В целом, диссертационная работа заслуживает высокой оценки.

## 8. Заключение

По актуальности темы, новизне, объему и достоверности экспериментальных результатов, обоснованности выводов и практической значимости диссертация Волкова А.В. на тему «Высокопроницаемые стеклообразные полимеры для процессов разделения органических сред и регенерации абсорбентов диоксида углерода» соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальностям 02.00.13 – нефтехимия, химические науки и 05.17.18 – мембраны и мембранная технология, химические науки. В ней решена важная проблема нефтехимии, связанная с необходимостью увеличения эффективности стадии выделения целевых компонентов – предложено применение высокопроницаемых стеклообразных полимеров для процессов разделения органических сред (например, выделения гомогенных катализаторов) и регенерации абсорбентов диоксида углерода при повышенных давлениях. Автор работы, Волков Алексей Владимирович,

заслуживает присуждения учёной степени доктора химических наук по специальностям 02.00.13 – нефтехимия, химические науки и 05.17.18 – мембраны и мембранная технология, химические науки.

Основные результаты диссертации Волкова А.В. опубликованы в 29 статьях (в изданиях Перечня ВАК – 29); 5 свидетельствах об официальной регистрации изобретений Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (в соответствии с п. 3 ст. 7 Закона РФ «Об авторском праве и смежных правах» отнесены к объектам авторского права и приравнены к научным сборникам). Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Волкова А.В. обсуждалась на расширенном заседании кафедры физической и коллоидной химии с участием ведущих специалистов в области нефтехимии, протокол № 2 от «26» октября 2016 г.

Заведующий кафедрой  
физической и коллоидной химии  
д.х.н., профессор

  
/Винокуров Владимир Арнольдович/

Факультет химической технологии и экологии  
ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина»  
Адрес: 119991, Город Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1.  
Тел.: +7 (499) 507-88-88  
Факс: +7 (499) 507-88-77  
e-mail: [com@gubkin.ru](mailto:com@gubkin.ru)



Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский государственный университет  
нефти и газа (национальный исследовательский  
университет) имени И.М. Губкина»



(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

119991, г. Москва, Ленинский просп., д. 65, корп. 1  
Телефон: (499) 507-88-88 (многоканальный); факс: (499) 507-88-77  
E-mail: [com@gubkin.ru](mailto:com@gubkin.ru); <http://www.gubkin.ru>  
ОКПО 02066612; ОГРН 1027739073845  
ИНН/КПП 7736093127/773601001

12 сентября 2016 г. № 645/ 6792  
на № 891/104-03 от 02.09.2016 г.

Председателю  
диссертационного совета Д  
501.001.97, созданного на базе  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Московский государственный  
университет имени  
М.В.Ломоносова»,

доктору химических наук,  
профессору  
Караханову Э.А.

### Глубокоуважаемый Эдуард Аветисович!

Подтверждаю согласие на назначение Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) ведущей организацией по диссертации Волкова Алексея Владимировича на тему: «Высокопроницаемые стеклообразные полимеры для процессов разделения органических сред и регенерации абсорбентов диоксида углерода», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальностям: 02.00.13 – нефтехимия, химические науки и 05.17.18 – мембраны и мембранная технология, химические науки.

Сведения, необходимые для внесения информации о ведущей организации в автореферат диссертации Волкова А.В. и для размещения на сайте МГУ имени М.В.Ломоносова прилагаются.

Проректор



Исполнитель  
Телефон: 8(499) 507-88-88  
E-mail: [ivano@phs.gubkin.ru](mailto:ivano@phs.gubkin.ru)



Кошелев В.Н.

## Сведения о ведущей организации

### 1. Полное и сокращённое наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина»), РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина)

2. Местонахождение: г. Москва;

3. Почтовый адрес: 119991, город Москва, Ленинский проспект, дом 65, корпус 1;

Телефон: +7 (499) 507-88-88; e-mail: [com@gubkin.ru](mailto:com@gubkin.ru); [fch@gubkin.ru](mailto:fch@gubkin.ru); <http://www.gubkin.ru>

### 4. Список основных публикаций работников по теме диссертации за последние 5 лет.

1. Семенов А.П., Медведев В.И., Гуцин П.А., Якушев В.С., Винокуров В.А.. Исследование ингибирующих свойств композиции полимер + метанол в процессе образования газовых гидратов// Химия и технология топлив и масел. 2016. Т. 594. № 2. С. 29-33;
2. Дадашев М.Н., Филенко Д.Г., Винокуров В.А., Мурсалов Р.Р.. Исследование зависимости кинетических от термодинамических параметров растворителя. // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2015. № 1. С. 46-50
3. Колесников С.И., Кильянов М.Ю., Чернышев К.И., Винокуров В.А., Иванов Е.И., Котелев М.С. Безотходная свс-технология производства катализаторов гидроочистки. // Химия и технология топлив и масел. 2014. №1. С. 3-5;
4. Мельников Д.П., Антонов И.А., Котелев М.С., Новиков А.А., Винокуров В.А.. Влияние типа катализатора на состав продуктов гидрокаталитической переработки кокосового масла. // Химия и технология топлив и масел. 2014. №2. С. 3-5;
5. Семенов А.П., Гуцин П.А., Шувалов С.А., Винокуров В.А.. Исследование влияния температуры на кинетику реакции замещения гидрата метана на гидрат углекислого газа // Технологии нефти и газа. 2014.Т. 90. №1. С. 39-44;
6. Альмяшева Н.Р., Копицын Д.С., Винокуров В.А., Новиков А.А. Метанолиз подсолнечного масла с использованием иммобилизованных клеток грибов в качестве биокатализатора. // Химия и технология топлив и масел. 2014. № 6. С. 5-6;
7. Шувалов С.А., Винокуров В.А., Бакулин Д.А. Синтез сшитого полиакриламида в обратной миниэмульсии под воздействием радиационного облучения. // Технологии нефти и газа. 2013. Т. 89. № 6.С. 10-16;

8. Семенов А.П., Гущина Ю.Ф., Викторов А.С., Винокуров В.А. Исследование зависимости индукционного периода образования гидрата метана от степени переохлаждения в системе, содержащей кинетический ингибитор. // Технологии нефти и газа. 2013. Т. 88. № 5. С. 11-14;
9. Семенов А.П., Гущина Ю.Ф., Викторов А.С., Винокуров В.А. Синтез поли(пирролидиниламидов итаконовой кислоты) и исследование их ингибирующих свойств в процессе гидратообразования // Технологии нефти и газа. 2013. Т. 87. № 4. С. 43-48;
10. Колесников И.М., Винокуров В.А., Колесников С.И., Кильянов М.Ю.. Теория катализа полиэдрами и термодинамическое определение оптимального химического состава цирконосиликатных катализаторов // Промышленный сервис. 2013. Т. 46. № 1. С. 7-9;
11. Филенко Д.Г., Щеколдин К.А., Дадашев М.Н., Винокуров В.А.. Физико-химические свойства диоксида углерода как растворителя // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2012. № 2. С. 44-48;
12. Новиков А.А., Котелев М.С., Гущин П.А., Винокуров В.А.. Получение этанола из продуктов газификации биомассы // Технологии нефти и газа. 2012. Т. 78. № 1. С. 20-23;
13. Семенов А.П., Викторов А.С., Берберов А.Б., Волков А.С., Винокуров В.А. Извлечение пропан – бутановой фракции из углеводородных газовых смесей с помощью процесса образования газовых гидратов. // Технологии нефти и газа. 2012. Т. 82. №5. С. 24-32;
14. Семенов А.П., Викторов А.С., Волков А.С., Бардин М.Е., Винокуров В.А. Исследование влияния 2-бутоксизтанола на ингибирующую способность высокомолекулярных соединений N-акрилоилпирролидина и N-виниллактамов в процессе образования газовых гидратов // Башкирский химический журнал. 2011. Т. 18. № 4. С. 18-25;

Ученый секретарь  
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,  
д.т.н., профессор



Глебова Е.В.