**Химическое предприятие как объект управления в модели открытых инноваций**

**Шинкевич Алексей Иванович** (Казань, Россия) – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой логистики и управления Казанского национального исследовательского технологического университета (420000, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Толстого, 8; e-mail: ashinkevich@mail.ru)

**Кудрявцева Светлана Сергеевна** (Казань, Россия) – кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики и управления Казанского национального исследовательского технологического университета (420000, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Толстого, 8; e-mail: sveta516@yandex.ru).

**Ключевые слова:** инновация, открытая инновация, химическое предприятие, химико-технологическая система, химическая отрасль, инновационное взаимодействие, логистический подход.

Статья содержит теоретические подходы к модели открытых инноваций. На основе системного подхода обобщены принципы, отличительные особенности и причины перехода к открытым инновациям в постиндустриальной экономике. Показано преимущество открытых инноваций в управлении химическими предприятиями. Доказано, что в условиях развития пятого и формирования основ шестого технологического уклада химическая отрасль является одной из приоритетных в управлении инновационными процессами. Принимая во внимание уровни иерархии химико-технологических систем, рассмотрено управление инновациями на примере химической отрасли промышленности. Представлены инновационные процессы с позиции логистического подхода, а также субъекты инновационного взаимодействия на микро-, мезо- и макроуровнях в модели открытых инноваций, в том числе инструменты, цели и результаты инновационного взаимодействия.

**Библиография**

1. Wolfe R. Organizational innovation: review, critique and suggested research directions. Journal of Management Studies, 1994, Vol. 31, no 3, pp. 405-431.

2. Yoon J. How Team Leaders Use Salient Vision and Self-Sacrifice to Enhance Team Effectiveness. Advances in Group Processes, 2006, Vol. 23, pp. 63-87.

3. Kingston W. The Political Economy of Innovation (Studies in Industrial Organization). Springer, 1984, 272p.

4. Rogers M. Evolution: Diffusion of Innovations. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2004b, pp. 4982-4986.

5. Swan J. Newell S., Scarbrough H., Hislop D. Knowledge management and innovation: networks and networking. Journal of Knowledge Management, 1999, Vol. 3, no 4, pp. 262-275.

6. West M.A., Farr J.L. Innovation at work. Innovation and creativity at work, Psychological and organizational strategies. England, Wiley, 1990, pp. 3-13.

7. Гамидов Г.C., Колосов В.Г., Османов Н.О. Основы инноватики и инновационной деятельности. – СПб.: Политехника, 2000. – 323с.

8. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. – М.:. ВалДар, 1993. – 310с.

9. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. – М.: Экономика, 2004. – 443с.

10. Кафаров В.В., Мешалкин В.П. Анализ и синтез химико-технологических систем. – М.: Химия, 1991. – 432с.

11. Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Грун Г., Нойманн В. Методы обеспечения и оптимизации надежности химических и нефтехимических производств. – М.: Химия, 1987. – 270с.

12. Абрамов А.А. Теоретические основы физико-химического моделирования процессов селективной флотации руд цветных металлов // Цветные металлы. 2013. №2. с. 41-45.

13. Дробот Д.В., Никишина Е.Е., Лебедев Е.Н, Петракова О.В. Методы «мягкой» химии в технологии получения функциональных материалов на основе редких элементов III, V-VIII групп // Цветные металлы. 2011. №3. с. 52-55.

14. Ларичкин Ф.Д. Азим Иброхим, Глущенко Ю.Г., Новосельцева В.Д., алиева Т.Е. Методические подходы к оптимизации комплексной переработки минерального сырья // Цветные металлы. 2011. №4. с. 38-44.

15. Чесборо Г. Открытые инновации: создание прибыльных технологий. – М.: Поколение, 2007. – 336с.

16. Кудрявцева С. С. Развитие национальных инновационных систем на принципах открытых инноваций // Экономический вестник Республики Татарстан. 2014. № 2. с.41-46.

17. Мешалкин В.П., Дови В., Марсенич А. Принципы промышленной логистики. – Москва-Генуя: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2002. – 722с.

18. Шинкевич А.И., Шинкевич М.В. Состояние и перспективы инновационного развития институционально-логистических систем промышленности Республики Татарстан. – Казань: Казан.гос.технол.ун-т, 2006. – 252с.

19. Мешалкин В.П., Какатунова Т.В. Информационные системы управления инновациями в региональных промышленных комплексах // Журнал правовых и экономических исследований. 2011. № 4. с. 191-193.

20. Мешалкин В.П., Какатунова Т.В., Дли М.И. Влияние рисков информатизации на инновационную деятельность в региональных промышленных комплексах // Транспортное дело России. 2011. №4. с. 56-59.

**Влияние порозности слоя железо-калий-цериевого катализатора на процессы дегидрирования метилбутенов и газификацию углеродистых отложений**

**Ламберов Александр Адольфович**.Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, д-р техн. наук, проф. кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18.

Тел.: (843) 231-53-46; е-mail: lamberov@list.ru

**Сапожников Александр Алексеевич**Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, инженер лаборатории адсорбционных и каталитических процессов, кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; e-mail:franz90@mail.ru

**Гильмуллин Ринат Раисович** канд. Техн. Наук, начальник лаборатории ЛДУ НТЦ.

Тел.: (8555) 37-51-56; e-mail: GilmullinRiR@nknh.ru

**Гильманов Хамит Хамисович**, доктор технических наук первый заместитель генерального директора ОАО «Нижнекамскнефтехим», главный инженер.Тел.: (8555)37-58-77

**Ключевые слова**: удельная поверхность, порозность катализаторного слоя, железокалиевый катализатор дегидрирования метилбутенов, газификация углеродистых отложений, опытно-промышленные испытания.

Исследовано влияние размера частиц железокалиевого катализатора на эксплуатационные показатели процесса дегидрирования метилбутенов. Показано, что данный катализатор не обладает развитой внутренней поверхностью, и реакция дегидрирования на нем протекает в кинетической области. Установлено, что процесс дегидрирования определяется порозностью катализаторного слоя, с понижением которой увеличивается перепад давления. Это в свою очередь оказывает влияние на реакцию газификации углеродистых отложений и эффективность процесса дегидрирования. Определено оптимальное значение порозности (0,62; Dгранулы=3мм) и выданы рекомендации по изменению технологии производства железокалиевого катализатора дегидрирования метилбутенов. Проведены опытно-промышленные испытания образца с измененным диаметром гранул и зафиксировано увеличение выхода изопрена.

**Библиография**

1. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. С. 679.

2.Ламберов А.А. Гильманов Х.Х., Дементьева Е.В. и др. Катализаторы дегидрирования метилбутенов на основе железооксидных пигментов с различными физико-химическими свойствами // Кинетика и катализ. 2005. №5 С. 18-19.

3.Дияров И.Н., Мальковский П.А., Дияров И.И. Методы исследования гетерогенных катализаторов. – Казань: КНИТУ, 2002. С. 191.

4.Мухленов И.П., Добкина Е.И., Дерюжкина В.И., Сороко В.Е. Технология катализаторов / Под ред. Мухленова И.П. 3-е изд., перераб.- П.: Химия, 1989. С. 272.

5.Дементьева Е.В. Способ регулирования ферритных фаз в железооксидном катализаторе дегидрирования в условиях промышленного синтеза: дис. … канд. техн. наук: 05.17.01 / Е.В. Дементьева. – Казань, 2009. – 175 с.

1. Gozde D., Taichi W., Jale Y., Md. Azhar U. // Fuel Processing Technology. 2014. V.126.PP 276-283.
2. Ламберов А.А., Гильманов Х.Х., Дементьева Е.В., Шатохина Е.В., Гильмуллин Р.Р. // Катализ в промышленности. 2007. №6.
3. Зборщик А.М. Конспект лекций по дисциплине «Теория металлургических процессов». – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2008. – С. 101.
4. Wei H., [Zhijie Z](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236114003937)., Fuchen W., Yifei W., Guangsuo Y. // Fuel. 2014. V.131.PP 59-65.

**Степень использования поверхности катализатора на керамических носителях различной структуры**

**Беспалов Александр Валентинович**, профессор кафедры Общей химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, доктор технических наук. Адрес:127299, г.Москва, Вокзальный переулок,д.8, корп.2,кв.158. р.т.(499) 978-90-63.

**Гаспарян Микаэл Давидович**, ведущий научный сотрудник кафедры Общей химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, кандидат технических наук. Адрес: 117042, г. Москва, ул. Южнобутовская, д.50, кв.12. р.т. (499) 978-90-63, E-mail: migas56@yandex.ru

**Грунский Владимир Николаевич**, зав. кафедрой Общей химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, доктор технических наук. Адрес:125480, г.Москва, ул. Вилиса Лациса, д.25, корп.2, кв.29. р.т. (499) 978-90-63, E-mail:oxt2011@mail.ru

Золотухин Сергей Егорович, доцент кафедры Общей химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева, кандидат технических наук. Адрес: 115470, г. Москва, ул. Судостроительная, д.1, кв.210, р.т. (499) 978-90-63.

**Ключевые слова:** использование внутренней поверхности, керамический высокопористый ячеистый катализатор, керамический сотовый катализатор, диоксид серы.

Представлены результаты расчета степени использования внутренней поверхности катализаторов на керамических носителях различной структуры: гранулированные, кольца Рашига, блочные сотовые и ячеистые. В качестве тестовой для катализаторов различной структуры выбрана реакция окисления диоксида серы в триоксид серы со следующими допущениями: концентрация кислорода в каталитическом слое незначительна, коэффициенты диффузии SO2 и SO3 близки, в уравнении кинетики окисления диоксида серы скорость реакции зависит от концентрации только SO2. Для оценки количественного влияния внутренней диффузии на протекание реакции использовали модуль Зельдовича-Тиле. Определены значения степени использования внутренней поверхности катализаторов различной структуры в зависимости от эквивалентного диаметра и порозности.

**Библиография**

1. Беспалов А.В., Грунский В.Н., Козлов А.И., Татаринова И.Н., Ванчурин В.И. Гидравлические свойства регулярных, нерегулярных структур и структур типа ВПЯМ при малых скоростях фильтрации жидкости // Химическая промышленность сегодня. 2005. № 3. С. 9-14.

2. Анциферов В.Н., Овчинникова В.И., Порозова С.Е., Федорова И.В. Высокопористые ячеистые проницаемые материалы // Стекло и керамика. 1986. № 9. С. 19-20

3. Анциферов В.Н., Беклемышев А.М., Гилев В.Г. и др. Проблемы порошкового материаловедения. Часть II. Высокопористые проницаемые материалы. Екатеринбург.: УрО РАН, 2002. 262 с.

4. Данченко Ю.В., Анциферов В.Н., Саваков Д.И. Композиционные материалы на основе сетчато-ячеистых структур // ФХОМ. 1998. № 2. С. 84-89.

5. Peng Y., Richardson J.T. Properties of ceramic foam catalyst supports one dimensional and two-dimensional heat transfer correlations. // Applied Catalysis: A General. 2004, № 266, P. 235-244.

6. Игнатенкова В.В., Беспалов А.В., Грунский В.Н. Расчет внешней поверхности высокопористых ячеистых носителей // Энциклопедия инженера-химика. 2011. № 5. С.37-39.

7. Кулаков С.В. Моделирование структуры высокопористых ячеистых материалов. Перспективные материалы. 2000. № 3. С. 22-26.

8. Малиновская О.А., Бесков В.С., Слинько М.Г. Моделирование каталитических процессов на пористых зернах. Новосибирск.: Наука, 1975. 264 с.

9. Бесков В.С. Общая химическая технология. Учебник для вузов. М.: ИКЦ, «АКАДЕМКНИГА», 2005. 470 с.

10. Крылов О.В. Гетерогенный катализ. М.: ИКЦ «АКАДЕМКНИГА», 2004. 679 с.

11. Боресков Г.К. Гетерогенный катализ. М.: Наука, 1986. 304 с.

12. Беспалов А.В., Чечеткина Е.М., Шинковская Е.Ю. Об оптимальном диаметре сквозного канала в блочном катализатору сотовой структуры // Журнал прикладной химии. 1994. Т. 67, Вып. 11. С. 1897-1899.

13. Федоров А.А. Высокопроницаемые ячеистые катализаторы. Синтез и свойства. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. доктора хим. наук. Екатеринбург, 1994. 39 с.

14. Саулин Д.В., Пузанов И.С., Кетов А.А., Островский С.В. Теплоперенос в слое блочных каталитических носителей // ЖПХ. 1998. Т. 71, Вып. 2, С. 276-282.

15. Леонов А.И., Сморыго О.Л., Ромашко А.Н. и др. Сравнительная оценка свойств блочных носителей сотового и ячеистого строения с точки зрения использования в процессах каталитической очистки газов // Кинетика и катализ. 1998. Т. 39, № 5. С. 691-700.

**Регенерация соединений лантана и хрома**

**из отработанных хромитлантановых нагревателей**

**Супоницкий Юрий Львович**
Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менде-леева, д.х.н., пенсионер, кафедра Общей и неорганической химии, e-mail: yury\_chemist@rambler.ru

|  |
| --- |
| **Соловьев Геннадий Семенович**  |

 к.х.н., доцент, кафедра рекуперации.

**Ляшенко Светлана Евгеньевна** к.т.н., доцент, кафедра Общей и неорганической химии, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, SvetlanaLiashenko@yandex.ru (89629684916)

**Ключевые слова**: керамические нагреватели, хромит лантана, электролиз, хромат лантана, электрод

Была изучена возможность регенерации соединений лантана и хрома с использованием метода диафрагменного электролиза (в качестве анода был взят отработанный керамический хромитлантановый нагреватель). Доказана принципиальная возможность получения соединений лантана в осажденном состоянии в виде гидроксида, а в его соединениях с хромом - в виде хроматов в водном растворе NaCl при 298К. Было установлено, что при пропускании через электролитическую ячейку заряда в 1 фарадей перерабатывается 9,3 г. керамического хромитлантанового нагревателя. Таким образом, было доказано, что в растворе NaCl с изолированным и подкисленным анодным пространством при плотности тока 5 А/дм2 можно раздельно получать порошкообразные гидроксид лантана и хромат лантана.

**Библиография**

1. Комиссарова Л.Н., Пушкина Г.Я., Супоницкий Ю.Л., Шацкий В.М., Знаменская А.С., Долгих В.А., Шахно И.В., Покровский А.Н., Савельева М.В. Книга: Соединения редкоземельных элементов. Сульфаты, селенаты, теллураты, хроматы. М.: Наука, 1986, 366 с.

2. Пршибил Р. Книга: Аналитические применения ЭДТА и родственных соединений. М.: Мир, 1975, 509 с.

3. Кольтгоф И. М., Стенгер В.А. Книга: Объемный анализ*.* М-Л.: ГХИ, 1961. Т.3, 250 c.

4. Цыренова С.Б., Супоницкий Ю.Л., Карапетьянц М.Х. Термохимические свойства хроматов лантана.Ж. физ. химии., 1974, Т. 48, N 11, c. 2705.

5.СмышляевС.И. Физико-химическое исследование  гидроокисей метал-лов: Автореф. дис. …док. хим. наук. М., 1975, 18 с.

**Методология выбора способа удаления водорастворимых примесей из суспензий пигментов**

**Леонтьева Альбина Ивановна**

Тамбовский государственный технический университет, профессор, заведующий кафедрой «Химия и химические технологии»

Адрес: 392000, Тамбов, ул. Советская, 106

Тел. раб.: 8 (4752) 63-89-56

e-mail: htov@mail.tambov.ru

**Орехов Владимир Святославович**

Тамбовский государственный технический университет, доцент, доцент кафедры «Химия и химические технологии»

Адрес: 392000, Тамбов, ул. Советская, 106

Тел. раб.: 8 (4752) 63-89-56;

e-mail: htov@mail.tambov.ru

**Образцова Елена Юрьевна**

Тамбовский государственный технический университет, доцент кафедры «Химия и химические технологии»

Адрес: 392000, Тамбов, ул. Советская, 106

Тел. раб.: 8 (4752) 63-89-56

e-mail: htov@mail.tambov.ru

**Зарапина Ирина Вячеславовна**

Тамбовский государственный технический университет, доцент, доцент кафедры «Химия и химические технологии»

Адрес: 392000, Тамбов, ул. Советская, 106

Тел. раб.: 8 (4752) 63-89-56;

e-mail: htov@mail.tambov.ru, irina-zarapina@mail.ru

**Осетров Александр Юрьевич**

Тамбовский государственный технический университет, доцент кафедры «Химия и химические технологии»

Адрес: 392000, Тамбов, ул. Советская, 106

Тел. раб.: 8 (4752) 63-89-56

e-mail: htov@mail.tambov.ru

**Ключевые слова:** суспензия, пигмент, репульпация, декантация, водорастворимые примеси, наночастицы металлов.

На основании анализа результатов удаления водорастворимых примесей из пигментов предложена классификация их суспензий, позволяющая выбрать оптимальный метод отмывки. Разработана инженерная методика расчета технологических параметров процессов удаления водорастворимых примесей многократной репульпацией-декантацией суспензий пигмента желтого С с использованием водной дисперсии наночастиц металлов. Предложена методика отмывки осадка пигмента оранжевого Ж на фильтровальной перегородке при цикличной подаче промывной жидкости. Она позволяет определить количество промывной жидкости, необходимое для достижения требуемой концентрации водорастворимых примесей в готовом продукте, время проведения составляющих цикла, количество циклов, концентрации водорастворимых примесей в промывной жидкости и в осадке в конце каждого цикла. Осуществлена идентификация разработанных методик и приведены результаты проверки их адекватности реальному процессу на промышленных установках. Расхождение между расчетными и экспериментальными значениями составило 10,4 %.

**Поверхностно-активные свойства полисилоксан-полиоксиалкиленовых сополимеров**

**Петроградский Артем Викторович**

ООО «ПЕНТА-91» старший инженер-технолог, Адрес: 109316, г. Москва,

 а/я 73, +7(495) 730- 05-30, e-mail:petrotem@yandex.ru

**Грешилова Елена Юрьевна**

ООО «ПЕНТА-91» старший инженер-технолог, Адрес: 109316, г. Москва,

 а/я 73, тел. раб. (495) 730- 05-30, e-mail:proporola@mail.ru

**Маркузе Иннеса Юрьевна**

ООО «ПЕНТА-91» Главный инженер-технолог, Адрес:109316, г. Москва,

 а/я 73, тел. +7 (495) 730-05-30, e-mail:Lady-markuze@yandex.ru

**Копылов Виктор Михайлович**

ООО «ПЕНТА-91»,д.х.н., профессор, заместитель генерального директора по науке, Адрес:109316, г. Москва, а/я73, тел. +7(495)730-05-30,

e-mail:vmkopylov@rambler.ru

**Ключевые слова:** полисилоксан-полиоксиалкилен, сополимер, смачиваемость, растекаемость, энергия растекания, поверхностное натяжение, полидиметилсилоксанов.

Исследована смачивающая способность гребнеобразными полиметилсилоксан-полиоксиалкиленовыми сополимерами и их водными растворами поверхности стали, стекла и поликарбоната. Для оценки смачиваемости определяли краевой угол смачивания, поверхностное натяжение и рассчитана работа (энергия) растекания Wf= -F, где F мН/м коэффициент Гаркинса. ПСПЭ подобно ПМС имеют очень высокую растекаемость и для них значения Wf близки к нулю. Подобно неионогенным ПАВ полисилоксан-полиоксиалкиленовые сополимеры в несколько раз снижают **σ** и Wf водных растворов. Некоторые из них проявляют свойства суперсмачивателей с Wf ≈ 0. Высокая смачивающая способность и низкое поверхностное натяжение делает их весьма перспективными соединениями для использования в качестве добавок к водным или полимерным композициям в качестве растекателей, смачивателей, эмульгаторов.

**Библиография**

1. Gruning B., Koerner G., Tenside Surfactants Deterg. 1989, 26, p.312.
2. Vick S.C., Soap Cosmetic Chem. Spec. May 1984, p 36.
3. Gould C., Spec. Chem. August 1991, p.354.
4. Kleine K.D, Schaefer D., Lersch P., Tenside Surfactants Deterg 1994, 31.p.234.
5. Gradzielski M., Hoffmann H., Robisch P., Ulbricht W., Tenside Surfactants Deterg., 1990, 27, p.366.
6. Starch M., De Vrries C., Parfum. Kosme.1986, 67, p.148.
7. Fink H.F., Tenside Surfactants Deterg, 1991, 28, p.306.
8. Demes H., Gaudchau M., Burow R.F., Role of organosilicone surfactants, in enhancing the performance of inorganic fungicides. Pestic. Sci. 1993, 38, p.278-280.
9. Burow R.F., Penner D., Roggenbuck F.C., and Hill R.M., Relationshp of organosilicone adjuvant structure and phase behavior to activity enhancement of actifluorfen and glyphosate Proceedings of the Fourth International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals, Melbourne, Australia, 1995 p.54-59.
10. Hill R.M. Silicone Surfactants. Surfactant science series 86. Marcel Dekker, New York, 1999, p.360.
11. Пат. Германия № 2007002, C08L83/04.Verbesserung der standfestigkeit von bei raumtemperatur zu elastomeren hartenden organopolysiloxanmassen.

Improving The Stability Of Elastomers At Room Temperature To Curing Organopolysiloxane, Nitzsche, S, Hittmair, P; Kaiser, W; Wohlfarth, E, 1971.

1. А.С. СССР № 514873, С08L8304. Электропроводящая пастообразная композиция. Северный В.В., Уклонский Д.А., Варламова Н.В., Величко Н.В., Бюлл №19, 1976.
2. А.С. СССР № 512853, В22С9/04; С04B35/00. Суспензия для изготовления керамических форм. Иванов В.Н., Чулкова А.Д., Уклонский Д.А., Лысенко Л.С., Бюлл №17,1976.
3. А.С. СССР № 512853,C08L83/04; С08K5/54. Композиция на основе органосилоксановой жидкости. Северный В.В., Уклонский Д.А., Будько Т.И., Бюлл №34,1977.
4. Klaus D., Chem. Eng., 1974, V.81, № 23, p.321.
5. Owen M.J., in Silicon-Based Polymer Sciense (J. M. Zeigler and F.W.G. Fearon, eds.), American Cemical Society, Washington, DC, 1990, p.707.
6. Jang M.S., Bieon J.H., Ku M., Son H.G., Jung Y.M., Jang J.H., Min Y.G., Park S.H., Park Y.T.; Syntesis of Poly(dimethylsiloxane)-graft-Poly(ethyleneoxide) by Hydrosilation and their Properties, ISOS XVII BERLIN 2014 THE 17 th international Symposium on Silicon Cheistry.p.237.
7. ПАТ. США № 4777277, C07F7/08, C07F7/10. Organosilicon sulphosuccinates. Colas A., Renauld F.,1988.
8. ПАТ. США № 5700351, D21H17/14, D21H19/44, D21H21/12. Antifoams based on oil-in-water emulsions for the paper industry. Schuhmacher R., Dralle-Voss G., Oppenlaender K., Wegner B., Hohmann A., BASF AG, 1997.
9. Alexandridis, P., Lidman B., Amphiphilic Blok Copolymers: Self-Assembly and Applications, Elsevier, Amsterdam, 1999, p257.
10. Kosaric, N., Biosurfactants, Surfactant Science Series, 48, Marcel Dekker, New York, 1993.
11. Porter, M.R. Handbook of Surfactants, Blackie& Sons, London, 1991.

**Определение коэффициентов массоотдачи от пузырей в жидкости и эффективности процесса при турбулентном режиме**

**Лаптев Анатолий Григорьевич** – ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология воды и топлива», e-mail: tvt\_kgeu@mail.ru, +7(843)5194253, 420066, РТ, г. Казань, ул. Красносельская д.51.

**Лаптева Елена Анатольевна** – ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет», канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения», e-mail: tvt\_kgeu@mail.ru, +7(843)5194255, 420066, РТ, г. Казань, ул. Красносельская д.51.

**Ключевые слова:** газовый пузырек, турбулентность, массоотдача, газосодержание, прямоток, эффективность массопередачи.

С использованием концепции псевдоламинарного пограничного слоя рассмотрено применения уравнения, полученного на основе модели диффузионного пограничного слоя Левича, для расчета коэффициента массоотдачи от пузырей при различных режимах движения. Основным параметром уравнения является касательное напряжение на межфазной поверхности пузырька и безразмерная толщина вязкого подслоя. Получены выражения для определения касательного напряжения на поверхности пузырей при свободном движении и в турбулентном прямотоке с жидкостью в каналах с элементами интенсификации (кольцевые накатки и хаотичная насадка). Показана перспективность применения турбулентного проточного смесителя с хаотичной насадкой для проведения массообменных процессов с газожидкостными средами. Даны результаты расчета эффективности массопередачи при удалении из воды растворенного диоксида углерода.

**Библиография**

1. Исследование диффузионных пограничных слоев методом голографической интенферометрии / С.Г. Дьяконов, Н.Б, Сосновская, Л.П. Клинов и др. // Докл. АН СССР.-1982.-Т.264.-№4.-С.905-908.
2. Клинова Л.П., Сосновская Н.Б., Дьяконов С.Г. Математическое моделирование процесса растворения твердых частиц в аппаратах с перемешивающими устройствами // Массообменные процессы и аппараты химической технологии: Межвуз. тематич. сб. науч. тр. -Казань: КХТИ, 1987.-С.114-125.
3. Войнов Н.А., Жукова О.П., Лукачева О.Н. Массоотдача в проточном газожидкостном биореакторе// Биотехнология.2014.№1.с.62-66.
4. Kawase Y. Mathematical models for design of biorectors applications of Kolmogoroff’s theory of isotropic turbulence / Y. Kawase, M.Moo-Young // Chem. Eng. J. – 1990. – V. 43, № 5. – P. 1319–1341.
5. Брагинский Л.Н. Перемешивание в жидких средах: физические основы и инженерные методы расчета / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984.
6. Броунштейн Б. И. Гидродинамика. Массо- и теплообмен в колонных аппаратах / Б. И. Броунштейн, В. В. Щеголев. – Л.: Химия, 1988.
7. Лаптев А.Г. Модели пограничного слоя и расчет тепломассообменных процессов. – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2007. – 500 с.
8. Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Модель массоотдачи при жидкостной экстракции в турбулентном прямотоке // ИФЖ, Т.88. №1. 2015. 203-209с.
9. Нигматуллин Р. И. Динамика многофазных сред / Р. И. Нигматуллин. – М.: Наука, 1987. -464с.
10. Соколов В.Н. Газожидкостные реакторы / В.Н. Соколов, И.В. Доманский. – Л.: Машиностроение, 1976. -216с.
11. Лаптев А.Г., Лаптева Е.А. Модель турбулентности в жидкой фазе барбатажного слоя/ Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2013. №12. –С.18-22.
12. Белов И.В., Проколов Е.В. Исследование массообмена в системе газовых пузырей и жидкости /Прикладная механика и техническая физика, 1969, № 1, стр. 116-121.
13. Лаптева Е.А., Фарахов Т.М. Математические модели и расчет тепломассообменных характеристик аппаратов. Под ред. А.Г. Лаптева. – Казань: Отечество, 2013 – 174с.
14. Каган А.М., Лаптев А.Г., Пушнов А.С., Фарахов М.И. Контактные насадки промышленных тепломассообменных аппаратов. Под ред. Лаптева А.Г. – Казань: Отечество, 2013, - 454 с.
15. Рамм В. М. Абсорбция газов. Изд. 2-е, переработ. и доп. М., "Химия", 1976. -656с.
16. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии / В.Б. Коган. – Л.: Химия, 1977.-592с.

17.Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Модели турбулентной вязкости и перемешивания в каналах и насадочных проточных смесителях // ЖПХ. Т.86. Выпуск 7. 2013. С.1112-1121