**Расчеты на модели и мониторинг работы колонны стабилизации на установке гидродепарафинизации дизельных топлив**

**Белинская Наталия Сергеевна**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, ассистент кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30

Тел. раб. 8 913 116 4223

e-mail: belinskaya@tpu.ru

**Францина Евгения Владимировна**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, младший научный сотрудник кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30

Тел. раб. 8 (3822) 60 62 47

e-mail: evf@tpu.ru

**Зырянова Ирина Владимировна**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, магистрант кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30

e-mail: 0909ziv@mail.ru

**Луценко Алексей Сергеевич**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, аспирант кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30

e-mail: Lutsenko\_A\_S@mail.ru

**Майлин Максим Викторович**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, аспирант кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30

e-mail: maylin\_max@mail.ru

**Иванчина Эмилия Дмитриевна**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, профессор кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30

Тел. раб. 8 (3822) 70 50 16

e-mail: [ied@tpu.ru](mailto:ied@tpu.ru)

***Ключевые слова:*** *каталитическая депарафинизация, дизельное топливо, оптимизация, математическая модель, колонна стабилизации, сероводород, коррозия.*

Исследовано влияние технологических параметров при различных схемах направления потоков в колонну стабилизации на отделение сероводорода. Проведен мониторинг работы колонны стабилизации установки депарафинизации с целью определения влияния расходов орошения и стабильного бензина (испарителя) в колонну. Установлено, что достичь отсутствия сероводорода в стабильном гидрогенизате можно повышением расхода острого орошения и совершенствованием схемы направления потоков в колонну. Расчетами на модели и по результатам проведения опытного пробега на установке депарафинизации определены оптимальные режимы работы колонны стабилизации в зависимости от состава сырья. По итогам исследования подобрана оптимальная схема потоков в колонну.

**Библиография**

1. Roffey P., Davies E.H. The generation of corrosion under insulation and stress corrosion cracking due to sulphide stress cracking in an austenitic stainless steel hydrocarbon gas pipeline // Engineering Failure Analysis. – 2014. – Vol. 44. – pp. 148–157.

2. Медведева М.Л. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа М.: ФГУП Изд-во Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. – 312 с.

3. Belinskaya N.S., Ivanchina E.D., Ivashkina E.N., Chuzlov V.A., Faleev S.A. Mathematical modeling of the process of catalytic hydrodewaxing of atmospheric gasoil considering the interconnection of the technological scheme devices // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 113. – pp. 68-72.

4. Фалеев С.А., Белинская Н.С., Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Францина Е.В., Силко Г.Ю. Оптимизация углеводородного состава сырья на установках риформинга и гидродепарафинизации методом математического моделирования // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. – 2013 – №. 10. – с. 14–18.

5. Белинская Н.С., Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Силко Г.Ю., Францина Е.В. Оптимизация технологического режима установки гидродепарафинизации дизельных топлив методом математического моделирования // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2014 – Т. 57 – №. 11. – с. 90-92.

6. Иванчина Э.Д., Белинская Н.С., Францина Е.В., Попова Н.В., Кошутин С.Н. Математическое моделирование и оптимизация процесса каталитической депарафинизации дизельных фракций и атмосферного газойля // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2016 – №. 6. - C. 37-46.

7. Белинская Н.С., Францина Е.В. Кинетическая модель процесса производства дизельных топлив // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2013. – №2 (6). – с. 145-149.

8. ГОСТ 17323 – 71 Топливо для двигателей. Метод определения меркаптановой и сероводородной серы потенциометрическим титрованием.

**Эффективный выбор вариантов ректификации для колонн с внутренними перегородками**

**Панкрушина Алла Вадимовна**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева,

аспирант кафедры информатики и компьютерного проектирования,

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9

Тел. раб. 8 (499) 978-84-11

e-mail: [avpankrushina@gmail.com](mailto:avpankrushina@gmail.com)

**Гартман Томаш Николаевич**   
Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, д.т.н., профессор, зав. кафедрой информатики и компьютерного проектирования

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9

Тел. раб. 8 (499) 978-84-11

e-mail: [gartman@muctr.ru](mailto:gartman@muctr.ru)

**Перерва Олег Валентинович**

АО «ГНИИХТЭОС»,

к.т.н., старший научный сотрудник

Адрес: Москва, Шоссе Энтузиастов, д.38,

Тел. раб. 8 (495) 673-71-62,

e-mail: [opererva@mail.ru](mailto:opererva@mail.ru)

**Новикова Дина Константиновна**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, к.х.н., доцент кафедры информатики и компьютерного проектирования

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9

Тел. раб. 8 (499) 978-84-11

e-mail: [novidin@yandex.ru](mailto:novidin@yandex.ru)

**Клушин Дмитрий Витальевич**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, к.т.н., доцент кафедры информатики и компьютерного проектирования

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9

Тел. раб. 8 (499) 978-84-11

e-mail: [dklushin@yahoo.com](mailto:dklushin@yahoo.com)

***Ключевые слова:*** *оптимальный синтез, ректификационные колонны, комплекс ректификационных колонн, энергоэффективность, критериальный метод расчет.*

В настоящей работе предлагаются критериальные уравнения, которые позволяют осуществить быстрый программный выбор между различными вариантами разделения трёхкомпонентной смеси на основании расчёта двух неравенств. Разработанные критериальные уравнения и сам метод выбора оптимальной последовательности разделения применимы для последующей оптимизации строгими расчётными методами сложных комплексов ректификационных колонн и колонн с внутренними перегородками, а также для выбора оптимальной последовательности разделения с начальными приближениями по каждой ректификационной колонне для последующего строго расчёта ректификации. Применимость предлагаемых критериальных уравнений подтверждена путем строгого технологического расчета на примере комплексов колонн с прямой, непрямой и симметричной последовательностями разделения, в том числе колонн с внутренней стенкой.

**Библиография**

1. Khalili-Garakani A., Ivakpour J., Kasiri1 N. Three-component Distillation Columns Sequencing: Including Configurations with Divided-wall Columns // Iranian Journal of Oil & Gas Science and Technology, Vol. 5 (2016), No. 2, pp. 66-83

2. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. Научные основы процессов ректификации: В 2 т. Т. 2. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л. А. Серафимова. –М.: Химия, 2004. – 416 с.

3. Фролкова А. К., Хахин Л. А. Энтропийная оценка ректификации бинарных смесей при различных вариантах расчета процесса // Вестник МИТХТ. 2008. Т .3. № 2. С. 53-61

4. Петлюк Ф. Б., Серафимов Л. А. Многокомпонентная ректификация. Теория и расчет. – М.: Химия, 1983. 303 с.

5. Петлюк Ф. Б., Платонов В. М., Аветьян В. С. Оптимальные схемы

ректификации многокомпонентных смесей // Хим. промышленность.

1966. № 11. С. 65-69.

6. Додж Б. Ф. Химическая термодинамика. Пер. с англ. М.Л. Карапетьянц. Под ред.В. А. Киреева. - М., Изд – во иностр. мет., 1950, 786 с.

7. Alcantara-Avila J.R., Cabrera-Ruiz J., Segovia-Hernandez J.G., Hernandez S., Ben- GuangRong. Controllability analysis of thermodynamically equivalent thermally coupled arrangements for quaternary distillations // Chemical engineering research and design. 2008. С. 23-37.

8. Платонов В. М., Берго Б. Г. Разделение многокомпонентных смесей // М., Изд – во « Химия », 1965 г ., 368 с.

9. M. Nakaiwa, T. Ohmori. Process intensification for energy savings through concept of «detuning» from ideal state // Translation from Synthesiology. 2009. Vol. 2. No. 1. P.51-59.

10. M. NaKaiwa, K. Huang, A. Endo, T. Ohmori, T. Akiya and T. Takamatsu: Internally heat-integrated distillation columns // Chem. Eng. Res. Design. 2003. Vol 16. No. 81 (1). P. 162- 177.

11. R.S.H. Mah, J.J. Nicholas, Jr. And R.B. Wodnik: Distillation with secondary reflux and vaporization: A comparative evaluation // AIChEJ. 1977. No. 23(5). P. 651-658.

12. Тимошенко А.В., Анохина Е.А., Рудаков Д.Г., Тимофеев В.С., Тациевская Г.И., Матюшенкова Ю.В. Энергосбережение в ректификации с использованием комплексов со связанными потоками // Теоретические основы химической технологии. 2011. т.6, №4

13. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. – М.: Химия, 1981, 352 стр.

14. Гартман Т.Н., Клушин Д.В., Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. М.:ИКЦ Академкнига, - 2006. - 412 с.

15. Underwood A.J.V. The theory and practice of testing stills // Trans. AIChE. 1932 V. 10. P. 112

16. Зиятдинова Ю.Н., Зиятдинов Н.Н. О методах оптимального синтеза ректификационных колонн // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. - №9.- С.735-738

17. Зиятдинов Н.Н., Богула Н.Ю., Островский Г.М. О подходе к решению задачи оптимального проектирования системы ректификационных колонн методом ветвей и границ // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2010. - № 2/10 (44).- С. 13-16.

18. Зиятдинов Н.Н., Закирова Ф.У., Рыжов Д. А., Караванов А. А. Оптимальный синтез системы ректификационных колонн как многоуровневая задача // Вестник Казанского технологического университета. 2013. . С. 110-117.

19. Зиятдинов Н.Н., Богула Н.Ю., Лаптева Т.В., Островский Г.М. Метод оптимального проектирования ректификационной колонны // Вестник Казанского технологического университета. С. 118-123.

20. Львов С.В. Некоторые вопросы ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. М.: АН СССР, 1960, -166 с.

21. Данилов, Р. Ю. Режим минимальной флегмы в простых ректификационных колоннах / Р. Ю. Данилов, Ф. Б. Петлюк, Л. А. Серафимов // Теорет. основы хим. технологии. – 2007. – Т. 41. – № 4. – С. 394-406.

22. П. О. Мавлеткулова, Л. А. Серафимов, Т. В. Архипова Сравнение режимов первого и второго заданного разделения при ректификации трехкомпонентных зеотропных смесей // Вестник МИТХТ. – 2013. – Т. 8. – № 6. – С. 54-58.

23. Береговых В.В., Корабельников М.М., Серафимов Л.А. Выбор

оптимальной технологической схемы ректификации тройных зеотропных

смесей // Хим.-фарм. журн. 1984. № 3. С. 350–355.

24.Г.М. Фролов, М.А. Шабуров Производство уксусной кислоты. Изд. 3-е,

переработанное. – М.: Лесная промышеленность, 1978. 240 с.

**Состав и реологические свойства аммофосфатных пульп на основе забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов**

**Ортикова Сафие Саидмамбиевна**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, старший научный сотрудник-соискатель лаборатории фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, Тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: ortikova.sofiya@mail.ru

**Алимов Умар Кадырбергенович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, Тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: igic@rambler.ru

**Намазов Шафоат Саттарович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, д.т.н., проф., заведующий лабораторией фосфорных удобрений

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, Тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

***Ключевые слова:*** *экстракционная фосфорная кислота, забалансовая руда, состав, плотность, вязкость.*

Изучены составы и реологические свойства (плотность и вязкость) как не упаренной, так и упаренной аммофосфатных пульп, полученных на основе разложения минерализованной массы фосфоритов Центральных Кызылкумов экстракционной фосфорной кислотой с последующим разделением кальцийфосфатной пульпы на твердую и жидкую фазы и доаммонизацией последней до рН 4,0-4,5. Результаты химических анализов по определению составов обоих видов аммонизированных пульп показывают, что общие и усвояемые формы Р2О5 по 2-х %-ной лимонной кислоте в них составляют (вес.%) от 8.83 до 13.84; от 8,83 до 13,65 и от 23.80 до 28.00; от 23,48 до 28,0 соответственно. Установлено влияние нормы экстракционной фосфорной кислоты, рН среды и температуры на плотность и вязкость упаренной и не упаренной аммофосфатных пульп. Показано, что полученные значения реологических свойств свидетельствуют о возможности перекачки аммофосфатных пульп из одного аппарата в другой без особых затруднений.

**Библиография**

1. Сёмкин В.И. Получение минеральных удобрений длительного действия из фосфоритов Каратау. Автореф. дис.... канд. техн. наук, 1990. С.19

2. Саттаров Т.А. Разработка технологии получения аммофосфатных удобрений на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов. Автореф. дис. ... канд. техн. наук, Ташкент, 2008. С. 25

3. У.К.Алимов, С.С.Ортикова, Ш.С.Намазов, А.М.Реймов, Д.А.Каймакова Рациональный способ решения проблемы переработки забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов на аммофосфатное удобрение. // Узбекский химический журнал, 2015, №5, С. 56-60

4. Ортикова С.С., Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Фосфорные и азотнофосфорнокальциевые удобрения, получаемые путем фосфорнокислотной переработки забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов.// Химическая промышленность сегодня, 2016, №11, С. 13-21

5. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. // М.: Химия, 1975.

6. Евдокимова Л.И., Новикова Н.И., Трутнева Н.В., Кононов А.В. Влияние содержащихся в экстракционных фосфорных кислотах примесей на рН пульп фосфатов аммония. // Химическая промышленность, 1983, № 12, С. 728-729.

7. Кононов А.В., Трутнева Н.В., Евдокимова Л.И. Влияние мольного отношения NH3: H3PO4 на вязкость пульп фосфатов аммония.// Химическая промышленность, 1982, № 12, С. 729-731

8. Кононов А.В., Стерлин В.Н., Евдокимова Л.И. Основы технологии комплексных удобрений. // М.: Химия, 1988. С.320.

**Физико-химические и товарные свойства сложных азот-фосфор-кальций-серу содержащих удобрений**

**Ортикова Сафие Саидмамбиевна**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, старший научный сотрудник-соискатель лаборатории фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: ortikova.sofiya@mail.ru

**Алимов Умар Кадырбергенович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: igic@rambler.ru

**Бадалова Ойдина Абдукаххаровна**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, младший научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: igic@rambler.ru

**Намазов Шафаат Саттарович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, д.т.н., проф., заведующий лабораторией фосфорных удобрений

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

***Ключевые слова:*** *NPSCa –удобрения, гигроскопическая точка, кинетика сорбции паров воды, забалансовая руда, экстракционная фосфорная и серная кислоты.*

В данной работе обобщены научные данные по исследованию гигроскопических точек, кинетики сорбции паров воды и сорбционной влагоёмкости гранулированных азот-фосфор-серу-кальцийсодержащих (NPSCa) удобрений на основе взаимодействия забалансовой руды фосфоритов Центральных Кызылкумов с частично аммонизированными смесями фосфорной и серной кислот. Удобрения с исходной влажностью от 1,12 до 1,92% и статической прочностью 2,38-3,92 МПа характеризуются достаточно хорошей сыпучестью. Установлено, что гигроскопическая точка гранулированных удобрений колеблется в переделах 68,61-75,26%. Показано, что удобрения, имеющие значение гигроскопической точки в вышеуказанном пределе, по шкале Н.Е.Пестова относятся к гигроскопичным и слабо гигроскопичным веществам. Значения сорбционной влагоёмкости опытных образцов сложных удобрений варьируют в диапазоне от 9,82 до 16,52%, сохраняя при этом свою форму и рассыпчатость. Удобрения с такими показателями вполне пригодны для бестарного хранения в течение всего года и перевозки на дальние расстояния.

**Библиография**

1. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. // Ташкент: АН РУз, 2013.С. 460.

2. Прянишников Д.Н. Агрохимия. Избранные сочинения. Том 1. //М.: Сельхозгиз, 1952. С.692.

3. Копейкина А.Н. Значение вторичных элементов питания для сельскохозяйственных культур. // Химическая промышленность за рубежом, 1984, №1, С. 26-44

4. Магницкий К.П. Кальциевое питание растений. // Агрохимия, 1969, № 12, С. 129 - 140

5. Бадалова О.А., Ортикова С.С., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. NPSCa-удобрения на основе взаимодействия забалансовой фосфоритной руды Центральных Кызылкумов с частично аммонизированными смесями фосфорной и серной кислот. //Узбекский химический журнал, 2016, №6, С. 22-32.

6. ГОСТ 20851.4-75. Удобрения минеральные. Методы определения воды. // М.: ИПК издательство стандартов, 2000. С. 6 .

7. ГОСТ 21560.2-82. Удобрения минеральные. Методы испытаний. // М.: Госстандарт. 1982. С.30 .

8. Пестов Н.Е. Физико-химические свойства зернистых и порошкообразных химических продуктов. // М.: АН СССР, 1947. С. 239.

9. Позин М.Е., Копылёв Б.А., Тумаркина Е.С., Бельченко Г.В. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ. // Л.: Госхимиздат, 1963. С.376.

**Кинетические константы фосфорнокислотного разложения фосфоритовой муки из фосфоритов Центральных Кызылкумов**

**Алимов Умарбек Кадырбергенович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории фосфорных удобрений ИОНХ АН РУз

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, Тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: [umaralihonalimov@mail.ru](mailto:umaralihonalimov@mail.ru)

**Таджиев Сайфитдин Мухитдинович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, к.х.н., заведующий лабораторией комплексных удобрений

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, Тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: [sayf 48@rambler.ru](mailto:sayf%2048@rambler.ru)

**Намазов Шафаат Саттарович**

Институт общей и неорганической химии АН РУз, д.т.н., проф., заведующий лабораторией фосфорных удобрений

Адрес: 100170, Ташкент, ул. Мирзо Улугбек, 77-а, Тел. раб. (99871) 262-01-02

Email: [igic@rambler.ru](mailto:igic@rambler.ru)

***Ключевые слова:*** *фосфоритовая мука (фосмука), экстракционная фосфорная кислота, кинетика разложения, константа скорости реакции, энергия активации.*

В данной статье приведены результаты лабораторных исследований по изучению кинетики разложения Кызылкумской фосфоритовой муки упаренной экстракционной фосфорной кислотой различной концентрации (35,69; 41,20; 44,98% Р2О5) при высокой норме и температуре 70-100°С в течение 5-120 мин. Показано, что максимальное значение коэффициента разложения фосфоритовой муки (Краз. 99,95%) достигается при использовании фосфорной кислоты с содержанием 35,69% Р2О5. На основе уравнения Аррениуса выведены уравнения для оптимальных условий разложения фосфоритовой муки упаренной фосфорной кислотой из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Изучены кинетика скорости реакции и кажущаяся энергия активации процесса разложения в зависимости от коэффициента разложения. Установлено, что высококарбонатные фосфориты Центральных Кызылкумов, разложенные при оптимальных температурных и концентрационных условиях, имеют низкую кажущуюся энергию активации в пределах 11,62 – 15,23 кДж/моль.

**Библиография**

1. Федянин С.Н. Управление качеством фосфоритов в потоке добычи. // Труды Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов», Ташкент, 2006, С. 17-20

2. Хохлов А.В. География мировой фосфатной промышленности. //М.: Влант, 2001. С. 41.

3. Блисковский В.З., Магер В.О. Особенности вещественного состава руд Джерой-Сардаринского месторождения, влияющие на технологию обогащения. // Технологическая минералогия фосфатных руд, тезис докл. совещ. 17-18 ноября 1987, Черкассы, 1987, С. 42-43

4. Молдабеков Ш.М., Жантасов К.Т., Жаилмолдаева Ж.К., Алтыбаев Ж.М., Балабеков О.С., Кобланова О.О. Кинетика разложения низкокачественных фосфоритов фосфорной кислотой и получение двойного суперфосфата циклическим способом. // Современные наукоемкие технологии, 2013, №11, С.107-112

5. Мырзахметова Б.Б., Бестереков У.Б., Петропавловский И.А., Почиталкина И.А., Киселев В.Г. Кинетические закономерности разложения низкосортных фосфоритов жидкофазным методом в условиях рецикла маточного раствора. // Химическая промышленность сегодня, 2012, №5, С.6-9

6. Петропавловский И.А., Почиталкина И.А., Киселев В.Г., Ахназарова С.Л., Мырзахметова Б.Б. Получение монокальцийфосфата из бедного фосфатного сырья жидкофазным рециркуляционным способом. // Химическая технология, 2012, №8, С.453-456

7. Клименко Р.Н., Тошинский В.И., Дудка С.В. Кинетика кислотного разложения сирийских фосфоритов. // Biсник ЧДТУ, 2010, №2, С. 159-162

8. Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени проф. Я.В.Самойлова НПО «Минудобрения», отчет «Разработать технологию и освоить промышленное производство нового вида азотно-фосфорного удобрения – аммофосфата». //Москва, 1984.С.91

9. Purification Phosphoric Acid. Technical Information Bulletin.//Northbook, 2012. 29 р.

10.Позин М.Е. Технология минеральных солей. Том 2. // Л.: Химия, 1974. С.1556

11. Шапкин М.А., Завертяева Т.И., Зинюк Р.Ю., Гуллер Б.Д. Двойной суперфосфат: Технология и применение. // Л.: Химия, 1987. С. 216

12. Жураев М.Т. Двойной суперфосфат на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов: Автореф. дис. … канд. тех. наук. Ташкент, 1999.

13. Турдиалиева Ш.И., Алимов У.К., Намазов Ш.С. Концентрирование Кызылкумской экстракционной фосфорной кислоты и её реологические свойства.// Химия и химическая технология, 2013, №1, С. 6-9

14.Алимов У.К., Намазов Ш.С., Реймов А.М. Нетрадиционный способ переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов в стандартные удобрения. //Химическая промышленность, 2014, т. 91. № 8, С. 377-387

15. Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Беглов Б.М. Циркуляционный способ получения двойного суперфосфата из фосфоритов Центральных Кызылкумов. //Химическая промышленность, 2013, т. 90, № 8. С. 375-381

16. Алимов У.К., Намазов Ш.С., Сейтназаров А.Р., Реймов А.М. Исследования процесса получения двойного суперфосфата из низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов. //Химическая промышленность, 2014, т. 91, № 7, С. 323-332

17. Рустамов Х.Р., Нуриллаев Ш.П. Физическая химия.// Ташкент: Фан ва технология, 2011. С.376

18. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник.// Л.: Химия, 3-е изд.перераб. и доп., 1991,С. 432

19. Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. Кинетика химических реакций. // М.: Московский государственный университет, 1986. С.232

20. Шамаев Б.Э. Переработка фосфоритов Центральных Кызылкумов экстракционной фосфорной кислотой на фосфорсодержащие удобрения: Дис. канд. тех. наук. Ташкент, 2007.

21. Оспанов Х.К. Физико-химические основы избирательного растворения минералов. // М.: Недра, 1993.С.175

22. Амирова А.М. Комплексные удобрения на основе кислотной переработке фосфатного сырья среднеазиатского региона и хлорида калия: Автореф. дис. … докт…тех. наук. Ташкент, 1993.

**Моделирование гидродинамических процессов в слое регулярной насадки**

**Андреенко Матвей Викторович**

Ангарский государственный технический университет, аспирант кафедры «Машины и аппараты химических производств»

665835, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60.

Тел. раб.: 8-3955-678335

**Бальчугов Алексей Валерьевич**

Ангарский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры «Машины и аппараты химических производств»

665835, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60.

Тел. раб.: 8-3955-678335.

e-mail: [balchug@mail.ru](mailto:balchug@mail.ru)

**Бадеников Артем Викторович**

Ангарский государственный технический университет, кандидат технических наук, профессор, ректор

665835, Иркутская область, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60.

Тел. раб.: 8-3955-671832.

e-mail: [rector@angtu.ru](mailto:rector@angtu.ru)

***Ключевые слова****: регулярное насадочное контактное устройство, га-зожидкостная система, гидродинамика, математическое моделирование, при-веденная скорость газа.*

С помощьюматематического моделированиягидродинамических процессов в слое ударно-распылительной насадки определены условия, при которых происходит смена гидродинамических режимов взаимодействия газа и жидкости. Показано, что при начальной скорости струи жидкости *w0*=0,18-0,63 м/с и приведенной скорости газа 7,0-8,3 м/с формируется режим, при котором струя жидкости под действием напора газа принимает горизонтальное положение. Увеличение скорости газа выше 7,0-8,3 м/с приводит к искривлению струи жидкости и, как следствие, к захлебыванию слоя насадки. Установлено, что характер взаимодействия газа и жидкости в слое ударно-распылительной насадки зависит от начальной скорости жидкости, приведенной скорости газа и скорости удара струи жидкости о стенку секции насадки. Выполнена экспериментальная проверка достоверности математической модели.

**Библиография**

1. Андреенко М.В., Бальчугов А.В., Кузора И.Е. Гидродинамика ударно-распылительной насадки // Химическая промышленность сегодня. 2016. № 11. С. 39-48.

2. Бальчугов А.В., Андреенко М.В., Бадеников А.В., Кузора И.Е. Регулярная насадка для тепло- и массообменных процессов. Патент на изобретение РФ № 2602118. Опубл. 10.11.2016. Бюлл. №31.

3. Пушнов А.С., Микуленок И.О., Севрюков А.С., Беренгартен М.Г. Классификация конструкций насадок колонных аппаратов и методов классификации в них процессов тепломассообмена. // Химическая технология. - 2014. - №4. – с. 244-250.

4. Шаповалов В.М. О форме свободной струи тяжелой капельной жидкости в потоке газа. // Известия ВолгГТУ, серия «Реология, процессы и аппараты химической технологии». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2013. - № 1 (104). - с. 58-61.

5. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: РГБ. - 2009. - с. 655.

**Оценка влияния обратного перемешивания сушильного агента на технологические и геометрические параметры барабанной сушилки**

**Голованчиков Александр Борисович**

Волгоградский государственный технический университет, д.т.н, профессор, зав. кафедрой процессов и аппаратов химических и пищевых производств

400005, Волгоград, пр. Ленина, 28, ВолгГТУ, Кафедра «ПАХПП»

Тел. раб. (8442) 24-84-31

e-mail: [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

**Меренцов Николай Анатольевич**

Волгоградский государственный технический университет, к.т.н, доцент, кафедра процессов и аппаратов химических и пищевых производств

400005, Волгоград, пр. Ленина, 28, ВолгГТУ, Кафедра «ПАХПП»

Тел. раб. (8442) 24-84-31

e-mail: [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

Доп. информация (\* Меренцов Николай Анатольевич, 400066 г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина д.21 кв.42, 8-917-837-67-38, (8442)38-24-33, steeple@mail.ru)

**Балашов Вячеслав Александрович**

Волгоградский государственный технический университет, к.т.н, доцент, кафедра процессов и аппаратов химических и пищевых производств

400005, Волгоград, пр. Ленина, 28, ВолгГТУ, Кафедра «ПАХПП»

Тел. раб. (8442) 24-84-31

e-mail: [pahp@vstu.ru](mailto:pahp@vstu.ru)

***Ключевые слова****: идеальное вытеснение, обратное перемешивание, продольная диффузия, число Пекле, относительное влагосодержание сушильного агента.*

Аналитически выведены уравнения рабочей линии и массопередачи для барабанной сушилки с диффузионной структурой потока по сушильному агенту. Предлагается алгоритм расчета с учетом числа Пекле продольной диффузии. Проводится сравнение технологических и геометрических параметров барабанной сушилки с рассмотренной структурой потока и типовой барабанной сушилки с идеальным вытеснением по обеим фазам. Рассмотрена аналогия результатов расчета процесса сушки в барабанной сушилке как тепломассообменном аппарате и химического реактора. Показано влияние скачка влагосодержания на входе в барабан и нелинейности рабочей линии, увеличивающей число единиц переноса и уменьшающей среднюю движущую силу процесса массопередачи, на необходимость увеличения длины барабанной сушилки.

**Библиография**

1. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. // М.: Химия, 1976.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов. // М.: Альянс, 2008.
3. Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. // М.: Альянс, 2013.
4. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию под. Ред. Ю.И. Дытнерского 4-е изд., М.: Альянс, 2008.
5. Машины и аппараты химических производств: учебник для вузов / Под общей редакцией А.С. Тимонина. –Калуга: Ноосфера, 2014.
6. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. // М.: Химия, 1969.
7. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии // М.: Химия, 1985.
8. Рамм В.М. Абсорбция газов. // М.: Химия, 1976.

Голованчиков А.Б., Симонов Б.В.Применение ЭВМ в химической технологии и экологии. Учебное пособие. Часть 4. Массообменные процессы. // Волгоград.: ВолгГТУ, 1997.

1. Гинзбург А.С., Громов М.А. Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. // М.: Пищевая промышленность, 1980.
2. Фролов В.Ф.Моделирование сушки дисперсных материалов. // Л.: Химия, 1987.
3. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. // М.: Наука, 1966.