**Определение эффективности турбулентного осаждения аэрозолей на контактных устройствах с элементами интенсификации**

**Лаптев Анатолий Григорьевич**

Казанский государственный энергетический университет, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технология воды и топлива

Адрес: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д.51

Тел.раб. (843) 519-42-54; e-mail: [tvt\_kgeu@mail.ru](mailto:tvt_kgeu@mail.ru)

**Башаров Марат Миннахматович**

Казанский государственный энергетический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технология воды и топлива

Адрес: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д.51;

Тел.раб. (843) 5194253; e-mail: [tvt\_kgeu@mail.ru](mailto:tvt_kgeu@mail.ru).

***Ключевые слова:*** *турбулентная миграция, аэрозоли, газосепараторы, эффективность разделения.*

Рассмотрена турбулентная миграция тонкодисперсной фазы в газах и осаждение частиц на стенки каналов с элементами интенсификации и поверхность хаотичной насадки. Представлены выражения Медникова В.П. для расчета скорости турбулентной миграции частиц к стенке, связанные с динамической скоростью. На основе применения ячеечной модели структуры потока в канале получены выражения для расчета профиля концентрации частиц и эффективности сепарации. Даны формулы для определения параметров модели – диффузионного числа Пекле и числа ячеек полного перемешивания. Приведены результаты расчетов эффективности осаждения частиц в каналах с гладкими и шероховатыми стенками, с пленкой жидкости при сильном взаимодействии при осевом движении и с закруткой потока ленточным завихрителем, а также и с хаотичной насадкой. Сделаны выводы о наиболее эффективных конструкциях контактных устройств аппаратов газоочистки.

**Библиография**

1. Медников Е.П.Турбулентный перенос и осаждение аэрозолей. // М.: Наука, 1980.

2. Сугак Е.В., ВойновН.А., Николаев Н.А. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинимическими режимами. // Казань: РИЦ «Школа», 1999.

3. Рамм В.М. Абсорбция газов. // М.: Химия, 1976.

4. Лаптев А.Г., Лаптева Е.А. Определение коэффициентов турбулентного перемешивания в одно- и двухфазных средах по модели Тейлора. // Фундаментальные исследования, 2015, №2, С. 2810 - 2814.

5. Лаптев А.Г., Николаев Н.А., Башаров М.М. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов: учебно-справочное пособие. // М.: «Теплотехник», 2011.

6. Николаев Н.А. Эффективность процессов в многоступенчатых аппаратах с прямоточно-вихревыми контактными устройствами. // Казань: Издательство «Отечество», 2011.

7. Каган А.М., Лаптев А.Г., Пушнов А.С., Фарахов М.И. Контактные насадки промышленных тепломассобменных аппаратов. // Казань: Отечество, 2013.

8. Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Лаптева Е.А. Модели явлений переноса в неупорядоченных насадочных и зернистых слоях // Теоретические основы химической технологии. 2015, №4, С.407 - 414.

9. Фарахов М.И., Лаптев А.Г., Башаров М.М. Импортозамещение по аппаратам очистки газов от дисперсной фазы в нефтегазохимическом комплексе // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2016, №5, С. 14 - 16.

**Разработка математической модели реактора алкилирования бензола этиленом в присутствии цеолитсодержащего катализатора**

**Кошкин Станислав  Александрович**

Томский политехнический университет, кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики, аспирант

Тел.раб. 8(962)7856815; e-mail: [stanislav.koshkin@gmail.com](https://mail-cas.main.tpu.ru/owa/redir.aspx?C=DlC7pdWkgtUD4uuFIyfhx2EvrlCJlIXX0A2HIkI4BjZyNsWZNCPUCA..&URL=mailto%3astanislav.koshkin%40gmail.com)

**Ивашкина Елена Николаевна**

Томский политехнический университет, кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики, профессор, д.т.н.

Тел.раб. 8(913)845-62-68; e-mail: ivashkinaen@tpu.ru

**Долганова Ирэна Олеговна**

Томский политехнический университет, кафедра Химической технологии топлива и химической кибернетики, научный сотрудник, к.т.н.

Адрес: 634510, г. Томск, с. Тимирязевское, ул. Большая Пионерская, 2

Тел.раб. 8(960)978-43-07; e-mail: [dolganovaio@tpu.ru](mailto:dolganovaio@tpu.ru)

***Ключевые слова:*** *этилбензол, математическая модель, реактор алкилирования.*

Получение этилбензола и последующее производство стирола одно из основных направлений потребления производимого бензола. На сегодняшний день на рынке полимеров стирола наблюдается снижение спроса, в связи с чем, становится актуальной задача повышения ресурсоэффективности установок в цепочке производства этого мономера. В данной статье описывается подход к разработке математических моделей гетерогенно каталитических реакторов алкилирования промышленных процессов производства этилбензола. Разработка математической модели включает стадии: анализа статистических и экспериментальных данных работы промышленного реактора, разработка формализованной схемы превращений, обоснование реакций включенных в формализованную схему превращений посредством определения термодинамических параметров, составления кинетической схемы, определения параметров кинетических уравнений и проверку математической модели на адекватность посредством сравнения расчетных и наблюдаемых значений. Разработанная математическая модель реактора может использоваться для оптимизационных исследований для повышения ресурсоэффективности производства этилбензола.

**Библиография**

1. Долганов И. М., Иванчина Э. Д., Кравцов А. В., Киргина М. В., Романовский Р. В., Францина Е. В. Система моделирования процесса получения линейных алкилбензолов с учетом рециркуляции сырья // Химическая промышленность сегодня, 2012, №1, C. 33-42.

2. Ивашкина Е.Н., Хлебникова Е.С., Беккер А.В., Белинская Н.С. Исследование процесса смешения реагентов в технологии алкилирования бензола этиленом с использованием методов вычислительной гидродинамики//Химическая промышленность сегодня, 2014, № 8, С.46-56.

3. Ingham J., Dunn J.I. Chemical Engineering Dynamics: An Introduction to Modeling and Computer Simulation.//Wiley-VCH, 2007, C 643.

4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов.// М: Альянс, 2009, C 750.

5. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., и др. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии: Учебник для вузов.//М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012, C 725.

6. Цышевский Р.В., Гарифзянова Г.Г., Храпковский Г.М. Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций // Казань: КНИТУ, 2012, С 86.

7. Долганова И.О. , Белинская Н.С. , Ивашкина Е.Н. , Мартемьянова Е.Ю. , Ткачев В.В. Повышение эффективности технологии получения этилбензола с использованием метода математического моделирования // Фундаментальные исследования, 2013, № 8. C. 595-600.

8. Constantinos C.P., Min. O. Process modelling tools and their application to particulate processes // Powder Technology, 1996, № 87, P. 13-20.

9. Хлебникова Е.С. , Ивашкина Е.Н. , Паппел К.Х. Оптимизация процесса смешения реагентов в технологии получения этилбензола с использованием гидродинамической модели // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний, 2016, № 9, C. 30-35.

**Методы изготовления катода для литий-ионных батарей и влияние компонентов катодного композита на основе активного материала LiFePO4 на электрохимические показатели ЛИА**

**Мальчик Федор Игоревич ,** PhD докторант Казахского национального университета им. аль-Фараби**,** Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета им. аль-Фараби. Алматы, Республика Казахстан.

Тел.: 87714576720; e-mail: [frodo-007@mail.ru](https://e.mail.ru/compose?To=frodo%2d007@mail.ru)

**Курбатов Андрей Петрович ,** д.х.н., профессор Казахского национального университета им. аль-Фараби**,** Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета им. аль-Фараби. Алматы, Республика Казахстан.

Тел.:87772517152; e-mail: [kurbatovap@gmail.com](https://e.mail.ru/compose?To=kurbatovap@gmail.com)

**Галеева Алина Кулбаевна ,** к.х.н., PhD Казахского национального университета им. аль-Фараби, Центр физико-химических методов исследования и анализа Казахского национального университета им. аль-Фараби. Алматы, Республика Казахстан.

Тел.: 87055550932; e-mail: [alinex@bk.ru](https://e.mail.ru/compose?To=alinex@bk.ru)

***Ключевые слова****: химический источник тока, электрод, катодный материал, подложка, оптимизация, нанесение композита, активный материал, связующее, электропроводящая добавка, лития железофосфат.*

Электрохимические показатели литиевых источников тока практически напрямую зависят от типа используемого катодного материала, однако способы формирования электродного композита, метод его нанесения на токоотвод и последующие операции по изготовлению электрода могут существенно влиять на эксплуатационные характеристики электрода. В статье рассмотрены различные промышленные и лабораторные методы изготовление катода для литий-ионных аккумуляторов. Представлена схема изготовления катода, детально рассмотрены и проанализированы каждая стадия. Рассмотрен качественный и количественный состав компонентов электродной смеси (активный материал, связующее и электропроводящая добавка) и их влияние на электрохимические показатели литий-ионной батарей на примере катодного материала LiFePO4.

**Библиография**

1. Kim K.M., Jeon W.S, Chung I.J Chang., S.H. Effect of Mixing Sequences on the Electrode Characteristics of Lithium-Ion Rechargeable Batteries // Journal of Power Sources. – 1999. – Vol. 83. –P . 108-113.

2. Lee G.-W., Ryu J.H., Han W., Ahn K.H., Oh S.M. Effect ofslurry preparation process on electrochemical performances of LiCoO2composite electrode // Journal of Power Sources. – 2010. -Vol. 195.- P. 6049-6054.

3. Cho K.Y., Kwon Y.I., Youn J.R., Song Y.S. Interaction analysis between binder and particles in multiphase slurries // Materials Research Bulletin. – 2013. -Vol. 48.- Р. 2922-2926.

4. Li C.-C., Lin Y.-S. Electrochemical properties of ceria-based intermediate temperature solid oxide fuel cell using microwave heat-treated La0.1Sr0.9Co0.8Fe0.2O3−δ as a cathode // Journal of Power Sources. – 2012. -Vol. 220.- Р. 413-421

5. Bauer W., Nötzel D. Rheological properties and stability of NMP based cathode slurries for lithium ion batteries // Ceramics International – 2014.- Р. 4591-4598

6. Hodges A. M., Chambers G. Multilayer Dielectric substrate overcoated with electroconductive layer // US Patent 6,946,067. Accessed 20 Sept 2005

7. Chu WB, Yang JW, Wang YC, Liu TJ, Tiu C, Guo J. The effect of inorganic particles on slot die coating of poly(vinyl alcohol) solutions // J Colloid Interface Sci. -2006. – Vol. 297. -P. 215–225.

8. Lee KY, Liu LD, Ta-Jo L Minimum wet thickness in extrusion slot coating // Chem Eng Sci. -1992.- Vol. 47.-P. 1703–1713.

9. Tymecki L, Zwierkowska E, Koncki R Screen-printed reference electrodes for potentiometric measurements // Anal Chim Acta. – 2004.- Vol. 526,- P. 3–11.

10. T. Syrový and others Cathode Material for Lithium Ion Accumulators Prepared by Screen Printing for Smart Textile Applications // Journal of Power Sources. - 2016. - Vol. 309.- P. 192–201.

11. Oh S.W., Myung S.-T., Oh S.-M., Yoon C.S., Amine K., Sun Y.-K. Polyvinylpyrrolidone-assisted synthesis of microscale C-LiFePO4 with high tap density as positive electrode materials for lithium batteries // Electrochimica Acta. -2010. -Vol. 55- Р. 1193-1199.

12. Fey G.T.-K., Huang K.-P., Kao H.-M., Li W.-H. Particle size effects of carbon sources on electrochemical properties of LiFePO4/C composites // Journal of Power Sources. – 2011. -Vol.196- Р. 2810-2818.

13. Beninati S., Damen L., Mastragostino M. A Three-dimensional carbon-coated LiFePO4 electrode for high-power applications// Journal of Power Sources. - 2009. -Vol. 194.- Р. 1094-1098.

14. Xu J., Chen G., Teng Y.-J., Zhang B. Flow-controlled vertical deposition method for the fabrication of photonic crystals // Solid State Communications. - 2008. -Vol. 147.- Р. 414-418.

15. Mi C.H., Zhang X.G., Zhao X.B., Li H.L. Effect of sintering time on the physical and electrochemical properties of LiFePO4/C composite cathodes// Journal of Alloys and Compounds. -2006. -Vol. 424.- Р. 327-333.

16. Wang K., Cai R., Yuan T., Yu X., Ran R., Shao Z. Preparation and performance study of LiFePO4 and xLiFePO4·yLi3V2(PO4)3 // Electrochimica Acta. – 2009.- Vol. 54.- Р. 2861-2868.

17. H. Zheng, L. Tan, G. Liu, X. Song, V.S. Battaglia Investigation of degradation mechanisms of a high-temperature polymer-electrolyte-membrane fuel cell stack by electrochemical impedance spectroscopy // Journal of Power Sources. – 2012. - Vol. 208.- Р. 52-57.

18. Shim J., Striebel K.A. Effect of electrode density on cycle performance and irreversible capacity loss for natural graphite anode in lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. - 2003.- Vol. 119.- Р. 934-937.

19. Liu Z., Zhang X., Hong L. Preparation and electrochemical properties of spherical LiFePO4 and LiFe0.9Mg0.1PO4 cathode materials for lithium rechargeable batteries // J Appl Electrochem. - 2009.- Vol. 39.-Р. 2433-2438.

20. Örnek A., Bulut E., Can M., Özacar M. Characteristics of nanosized LiNixFe1−xPO4/C (x  =  0.00-0.20) composite material prepared via sol-gel-assisted carbothermal reduction method // J Solid State Electrochem. - 2013.- Vol. 17.- Р. 3101-3107.

21. Goren A., Costa C.M., Silva M.M., Lanceros-Mendez S. State of the art and open questions on cathode preparation based on carbon coated lithium iron phosphate // Compos Part B Eng. – 2015.- Vol. 83.- P. 333–345.

22. Marks T., Trussler S., Smith A.J., Xiong D., Dahn J.R Study of electrolyte additives using electrochemical impedance spectroscopy on symmetric cells// Journal of The Electrochemical Society. – 2011.-Vol. 158- Р. 51-57.

23. Shi Z., Huang M., Huai Y., Lin Z., Yang K., Hu X., Deng Z. Superconductivity Modulated by Binary Doping in Nd1-xBaxFeAsO1-2xF2x// Electrochimica Acta. – 2011. -Vol. 56.- Р.4263-4267.

24. Huang Y., Zheng F., Zhang X., Li Y., Yin J., Li Q. Functional electrospun nanofibrous scaffolds for biomedical applications// Solid State Ionics. - 2013.- Vol. 249–250.- Р. 158-164.

25. Zhang H., Liu D., Qian X., Zhao C., Xu Y. Neat ionic liquid electrolytes based on functionalized 1,3-dialkylimidazolium cation and bis(fluorosulfonyl)imide anion were investigated in MCMB/LiFePO4 // Journal of Power Sources. -2014. -Vol. 249.- Р. 431-434.

26. Chou S.-L., Pan Y., Wang J.-Z., Liu H.-K., Dou S.-X. Small things make a big difference: binder effects on the performance of Li and Na batteries // Physical Chemistry Chemical Physics. – 2014. -Vol. 16.- Р. 20347-20359.

27. Myung S.T., Komaba S., Hirosaki N., Yashiro H., Kumagai N. Emulsion drying synthesis of olivine LiFePO4/C composite and its electrochemical properties as lithium intercalation material // Electrochem. Acta. -2004. - Vol. 49.- P. 4213-4222.

28. Wang K., Cai R., Yuan T., Yu X., Ran R., Shao Z. Process investigation, electrochemical characterization and optimization of LiFePO4/C composite from mechanical activation using sucrose as carbon source // Electrochem. Acta. -2009.- Vol. 54.- P. 2861-2868.

29. Doeff M.M., Wilcox J.D., Kostecki R., Lau G. Optimization of carbon coatings on LiFePO4 Multi-resonator System for Contactless Measurement of Relative Distances// J. Power Sources. -2006. - Vol. 163.- P. 180-184.

30. Liu Y., Cao C. Enhanced electrochemical performance of nano-sized LiFePO4/C synthesized by an ultrasonic-assisted co-precipitation method // Electrochimica Acta. – 2010. - Vol. 55.- Р. 4694-4699.

31. Cheng F., Wan W., Tan Z., Huang Y., Zhou H., Chen J., Zhang X. High power performance of nano-LiFePO4/C cathode material synthesized via lauric acid-assisted solid-state reaction // Electrochimica Acta. – 2011. - Vol. 56.- Р. 2999-3005.

32. Jugović D., Mitrić M., Cvjetićanin N., Jančar B., Mentus S., Uskoković D. Synthesis and characterization of LiFePO4/C composite obtained by sonochemical method // Solid State Ionics. – 2008. - Vol. 179.- Р. 415-419.

33. Liu H., Tang D. The low cost synthesis of nanoparticles LiFePO4/C composite for lithium rechargeable batteries // Solid State Ionics. – 2008. - Vol. 179.- Р. 1897-1901.

34. Liu H.-p., Wang Z.-x., Li X.-h., Guo H.-j., Peng W.-j., Zhang Y.-h., Hu Q.-y. Synthesis and electrochemical properties of olivine LiFePO4 prepared by a carbothermal reduction method // Journal of Power Sources. – 2008. - Vol. 184.- Р. 469-472.

35. Kavan L., Exnar I., Cech J., Graetzel M. Enhancement of Electrochemical Activity of LiFePO4 (olivine) by Amphiphilic Ru-bipyridine Complex Anchored to a Carbon Nanotube // Chem. Mater. – 2007. - Vol. 19.- Р. 4716-4721.

36. Li X., Kang F., Bai X., Shen W. A novel network composite cathode of LiFePO4/multiwalled carbon nanotubes with high rate capability for lithium ion batteries // Electrochem. Commun. – 2007. - Vol. 9.- Р. 663-666.

37. Georgakilas V., Otyepka M., Bourlinos A.B., Chandra V., Kim N., Kemp K.C., Hobza P., Zboril R., Kim K.S. Functionalization of Graphene: Covalent and Non-Covalent Approaches, Derivatives and Applications // Chem. Rev. – 2012. - Vol. 112. - Р. 6156-6214.

38. Kucinskis G., Bajars G., Kleperis J. Graphene in lithium ion battery cathode materials: A review // J. Power Sources. – 2013. - Vol. 240.- Р. 66-79.

39. Su F.Y., You C., He Y.B., Lv W., Cui W., Jin F., Li B., Yang Q.H., Kang F. Flexible and planar graphene conductive additives for lithium-ion batteries // J. Mater. Chem. – 2010. - Vol. 20.- Р. 9644-9650.

40. Wei W., Lv W., Wu M.B., Su F.Y., He Y.B., Li B., Kang F., Yang Q.H. The effect of graphene wrapping on the performance of LiFePO4 for a lithium ion battery// Carbon. – 2013. - Vol. 57.- Р. 530-536.

41. Kim W.K., Ryu W.H., Han D.W., Lim S.J., Eom J.Y., Kwon H.S. Fabrication of Graphene Embedded LiFePO4 Using a Catalyst Assisted Self Assembly Method as a Cathode Material for High Power Lithium-Ion Batteries // ACS Appl. Mater. Interfaces. – 2014. - Vol. 6.- Р. 4731-4736.

42. Guo X., Fan Q., Yu L., Liang J., Ji W., Peng L., Guo X., Ding W., Chen Y. Sandwich-like LiFePO4/graphene hybrid nanosheets: In situ catalytic graphitization and their high-rate performance for lithium ion batteries // J. Mater. Chem. – 2013. - Vol. A 1.- Р. 11534-11538.

43. Ma Z., Fan Y., Shao G., Wang G., Song J., Liu T. In Situ Catalytic Synthesis of High-Graphitized Carbon-Coated LiFePO4 Nanoplates for Superior Li-Ion Battery Cathodes // ACS Appl. Mater. Interfaces. – 2015. - Vol. 7.- Р. 2937-2943.

44. Hu L.H., Wu F.Y., Lin C.T., Khlobystov A.N., Li L.J. Graphen-modified LiFePO4 cathode for lithium ion battery beyond theoretical capacity // Nat. Commun. – 2013. - Vol. 4.- Р. 1687-1693.

45. Gui X., Zeng Z., Zhu Y., Li H., Lin Z., Gan Q., Xiang R., Cao A., Tang Z. Three-Dimensional Carbon Nanotube SpongeArray Architectures with High Energy Dissipation // Adv. Mater. – 2014. - Vol. 26.- Р. 1248-1253.

46. Xu Y., Sheng K., Li C., Shi G. Self-Assembled Graphene Hydrogel via a One-Step Hydrothermal Process // ACS Nano. – 2010. - Vol. 4.- Р. 4324-4330.

47. Xing W., Qiao S.Z., Ding R.G., Li F., Lu G.Q., Yan Z.F., Cheng H.M. Superior electric double layer capacitors using ordered mesoporous carbons // Carbon. – 2006. - Vol. 44. - Р. 216-224.

48. Chang H.H., Wu H.C., Wu N.L. Enhanced high-temperature cycle performance of LiFePO4/carbon batteries by an ion-sieving metal coating on negative electrode // Electrochem. Commun. -2008.- Vol. 10.- P. 1823-1826.

**Влияние структуры и влажности гранул сложных фосфорсодержащих удобрений на их физико-механические свойства**

**Кочетова Инна Маратовна**, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова» (АО «НИУИФ»), научный сотрудник; e-mail: [inna\_kocetova@mail.ru](mailto:inna_kocetova@mail.ru), [IMKochetova@phosagro.ru](mailto:IMKochetova@phosagro.ru)

**Соколов Валерий Васильевич**, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова» (АО «НИУИФ»), к.т.н., начальник отдела качества и сертификации АО «НИУИФ»

**Михайличенко Анатолий Игнатьевич, доктор химических наук**, профессор, Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева; e-mail: mikhayl@muctr.ru

***Ключевые слова:*** *сложные минеральные удобрения, влажность гранул, статическая прочность, структура гранул, неразрушающие методы контроля, микротомография, сканирующая электронная микроскопия/*

Одним из важнейших показателей физико-механических свойств минеральных удобрений, определяющих сохранность продукта при его хранении, отгрузке и транспортировке, является статическая прочность гранул. На примере NP-, NPS- и NPK- удобрений исследована зависимость статической прочности гранул от их структуры и влажности. Структуру гранул удобрений исследовали с помощью современных неразрушающих методов анализа: рентгеновской микротомографии и сканирующей электронной микроскопии. При повышении влажности продукта статическая прочность гранул значительно снижается, что, вероятно, обусловлено, растворением части твердофазных контактов между кристаллами и заменой их менее прочными жидкофазными. Показано, что при отсутствии в гранулах крупных дефектов в виде трещин и пор, прочность гранулы определяется прочностью ее связующей фосфатной части.

**Библиография**

1. Fertilizer manual. IFDC/UNIDO, Netherlands, 1998

2. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли. Свойства и способы их улучшения М.: Химия, 1987

3. Гришаев И.Г., Сырченков А.Я., Тихонович З.А. Режимы образования «пластичных» гранул фосфатов аммония. Химическая промышленность сегодня, 2004, №1

4. Грибков А.Б., Соколов В.В., Андриянова Е.А., Петропавловский И.А. Влияние условий процесса гранулирования на физические свойства фосфатов аммония. Современные тенденции в производстве и применении фосфорсодержащих удобрений и неорганических кислот. Материалы международной научно-практической конференции. Москва, 2015 г.

5. Андриянова Е. А., Соколов В.В., Петропавловский И.А., Почиталкина И.А. Определение статической прочности гранул минеральных удобрений. Мир серы N P и K 2012, №6

6. Кочетова И.М., Соколов В.В., Михайличенко А.И. Методы исследования структуры гранул минеральных удобрений. // Современные тенденции в производстве и применении фосфорсодержащих удобрений и неорганических кислот. Материалы международной научно-практической конференции. Москва, НИУИФ, 2015, с. 73-80.

7. Щукин Е. Д. Кинетика и катализ. Москва, 1965.

**Исследование СВЧ-регенерации активного угля, насыщенного н-бутанолом**

**Клушин Виталий Николаевич**, доктор химических наук, профессор РХТУ им. Д.И.Менделеева, факультет Биотехнологии и промышленной экологии, кафедра Промышленной экологии. Адрес: 125047 Москва, Миусская пл., 9

**Старостин Кирилл Геннадьевич**, аспирант РХТУ им. Д.И. Менделеева, факультет Биотехнологии и промышленной экологии, кафедра Промышленной экологии; e-mail: kirill@anabot.ru

***Ключевые слова****: газоочистка; активные угли; СВЧ-излучение; регенерация; десорбция.*

Исследована десорбция бутанола из активного угля АГ-3 в модифицированной 800-ваттной бытовой СВЧ-печи. Эксперимент проводили в кварцевом бюксе, в который помещали навеску насыщенного угля. Для отведения конденсата в процессе десорбции, в бюксе была предусмотрена крышка со штуцером, к которому крепился силиконовый шланг. Последний был выведен из СВЧ-печи сквозь небольшое просверленное отверстие. Температуру угля в бюксе измеряли пирометром с узким спектральным диапазоном — это позволило проводить измерение сквозь стеклянную дверцу СВЧ-печи, но ограничило нижний порог измерения 550 оС. В результате были получены кинетические кривые изменения температуры угля и объема конденсата в процессе 15-минутного эксперимента. Показано, что основная часть бутанола десорбируется из активного угля в СВЧ-печи в первые 3 минуты регенерации, что не достижимо для его десорбции острым водяным паром.

**Библиография**

1. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 308 с.

2. Исследовательская группа «Инфомайн». Обзор рынка активированного угля в СНГ. Электронный ресурс: http//www.infomine.ru/files/catalog/169/file\_169.pdf.

3. Roskill Information Services Ltd., The economics of activated carbon, Clapham Road, SW9 OJA, London, 1998, p. 17.

4. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1976. – 512 с.

5. Регенерация сорбентов. Электронный ресурс: http://engineeringsystems.ru/r/regeneracia-sorbentov.php.

6. Кузнецов В.П. Технико-экономический обзор производства и регенерации активированных углей. Электронный ресурс: http://do.gendocs.ru/docs/index-322101.html#7438118.

7. Foo K.Y., Hameed B.H. A cost effective method for regeneration of durian shell and jackfruit peel activated carbons by microwave irradiation // J. Chemical Engineering, 2012, № 192, pp. 404-409.

8. Liu X, Yu G., Han W. Granular activated carbon adsorption and microwave regeneration for the treatment of 2,4,5-trichlorobiphenyl in simulated soil-washing solution // J. Hazard Mater, 2007, № 147 (3), pp. 746-751.

9. Peng W., Shan-Shan Z., Wei Z. Treatment of an industrial chemical waste-water using a granular activated carbon adsorption-microwave regeneration process // J. Chemical Technology and Biotechnology, 2012, V. 87, pp. 1004-1009.

10. Bradshaw S.M., van Wyk E.J., Swardt J.B. Microwave heating principles and the application to the regeneration of granular activated carbon // J. South African Inst. Mining Metall, 1998, № 4, pp. 201-212.

11. Coss P.M., Cha C.Y. Microwave Regeneration of Activated Carbon Used for Removal of Solvents from Vented Air // J. Air Waste Manage. Assoc., 2000, № 50, pp. 529-535.

12. Balba I.S., Oda S.J., Haque K.E., Kondos P.D., MacDonald R.J.C. Microwave reactivation of cip spent carbon // Ceramic transactions, Amer. Ceram. Soc., 1991, № 21, pp. 475-483.

13. Cha C.Y., Carlisle M.W. Microwave Process for Volatile Organic Compound Abatement // J. Air Waste Manage. Assoc., 2001, № 51, pp. 1628-1641.

14. Jones D.A., Lelyveld T.P., Mavrodis S.D., Kingman S.W., Miles N.J. Microwave heating applications in environmental engineering — a review // Resources, Conservation and Recycling 2002, № 34, pp. 75-90.

15. Ku H.S., Siores E., Taube A., Ball J.A.R. Productivity improvement through the use of industrial microwave technologies // Comput. Ind. Eng., 2002, № 42, pp. 281-290.

16. Семенищева Е.Л., Старостин К.Г., Клушин В.Н. К анализу эффективности десорбции бутанола из активного угля с использованием СВЧ-излучения // Сборник научных трудов «Успехи в химии и химической технологии», М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014, т. XXVIII, № 5, с. 66-69.

17. Семенищева Е.Л., Старостин К.Г., Клушин В.Н. Регенерация гранулированного активного угля, насыщенного парами бутанола, микроволновым излучением // Молодой ученый, 2014, № 6 (65), с. 235-239.

18. Большая советская энциклопедия. Электронный ресурс: <http://bse.sci-lib.com/article056216.html>.

**Исследование эффективности электрофлотационного метода извлечения высокодисперсных углеродных материалов из сточных вод и жидких техногенных отходов в присутствии поверхностно-активных веществ**

**Колесников Артём Владимирович**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, старший научный сотрудник Технопарка "Экохимбизнес-2000+"

Адрес: 125047, Москва, Миусская пл., 9; e-mail: [artkoles@list.ru](mailto:artkoles@list.ru)

**Милютина Алёна Дмитриевна**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, аспирант и ведущий инженер кафедры ТНВ и ЭП

Адрес: 125047, Москва, Миусская пл., 9; e-mail: [alenchik-1991@mail.ru](mailto:alenchik-1991@mail.ru)

**Крюков Александр Юрьевич**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, доцент кафедры физической химии

Адрес: 125047, Москва, Миусская пл., 9; e-mail: [kruk\_s@mail.ru](mailto:kruk_s@mail.ru)

**Колесников Владимир Александрович**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, профессор, заведующий кафедрой ТНВ и ЭП;

e-mail: [kolesnikov-tnv-i-ep@yandex.ru](https://e.mail.ru/compose?To=kolesnikov%2dtnv%2di%2dep@yandex.ru)

***Ключевые слова****: электрофлотация, ПАВ, высокодисперсные углеродные материалы (ВДУМ), углеродные наночешуйки, активированный уголь, электрокинетический потенциал, гидродинамический радиус, степень извлечения.*

Экспериментально изучен процесс электрофлотационного извлечения высокодисперсных углеродных материалов – углеродных наночешуек и активированного угля ОУ-Б из водных растворов в присутствии разных типов поверхностно-активных веществ. Изучено влияние важных характеристик межфазных явлений, таких как гидродинамический радиус, электрокинетический потенциал, на эффективность электрофлотационного извлечения высокодисперсных углеродных материалов, а также было приведено сравнение этих параметров для активированного угля и углеродных наночешуек. Показано влияние рН раствора на процесс электрофлотации углеродных наночешуек. Исследовано влияние флокулянтов различной природы на эффективность электрофлотационного извлечения углеродных наночешуек.

**Библиография**

1. Шашок Ж.С., Прокопчук Н.Р. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях // Минск: БГТУ, 2014.

2. Э. Г. Раков. Углеродные нанотрубки в новых материалах // Успехи химии. 2013. Т. 82. № 1. С. 27-47.

3. Милютина А.Д., Колесников А.В. Эффективное извлечение ионов La(III) и Nd(III) из водных растворов с использованием углеродных наночастиц // Успехи в химии и химической технологии. Том XXIX, №1. 2015. С. 28-30.

4. О.Д. Козенков, Т.В. Пташкина, А.Т. Косилов. Плотность и микротвердость композиционных покрытий, содержащих углеродные наноматериалы // Вестник ВГТУ. ¬ 2015. Т. 11. № 1. С. 56-60.

5. Харламова Т.А., Колесников А.В., Бродский В.А., Кондратьева Е.С. Перспективные электрохимические процессы в технологиях очистки сточных вод // Гальванотехника и обработка поверхности. 2013. № 1. Т. 21. С. 54.

6. Vu T.P. et al. Characteristics of an electrocoagulation–electroflotation process in separating powdered activated carbon from urban wastewater effluent // Separ. Purif. Tech. 2014. V. 134. P. 196.

7. Шуленина З.М., Багров В.В., Десятов А.В. и др. Вода техногенная: проблемы, технологии, ресурсная ценность. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.

8. Бродский В.А., Колесников В.А., Ильин В.И. Влияние физико-химических характеристик дисперсной фазы малорастворимых соединений цветных металлов на эффективность их электрофлотационного извлечения из водных растворов // Теор. основы хим. технологии. 2015. Т. 49. № 2. С. 144.

**Метод расчета мембранного разделения газовых смесей**

**Вяткин Юрий Леонидович**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Доцент кафедры общей химической технологии

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

Тел.раб.8 (499) 978-90-63; e-mail: yuris-vtk@mail.ru

**Шмелев Александр Сергеевич**

Фирма Резикон , Украина, Луганская область, г. Северодонецк

ул.Космонавтов д.23, кв. 106; e-mail: Asshmel@mail.ru

**Каграманов Георгий Гайкович**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

профессор, зав. кафедрой мембранных технологий

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

Тел.раб. 8 (499) 978-82-60; e-mail: kadri@muctr.ru

***Ключевые слова:*** *расчет, мембранное разделение, термодинамика, паро-жидкостное равновесие, идеальное смешение, идеальное вытеснение, каскад , мембранные модули.*

Предложен метод расчета мембранного разделения газовых смесей, использующий аналогию с термодинамическим расчетом парожидкостного равновесия. Расчетный модуль реализован для режимов идеального смешения в зонах пермеата и ретантата. Проведен анализ решения математического описания процесса. Для режима идеального вытеснения в зонах набирается каскад из стандартных мембранных модулей произвольной конфигурации. Метод расчета реализован в информационно-вычислительной системе САТРАПиС, которая позволяет с помощью разработанной математической модели мембранного процесса решать прямые (известны проницаемости компонентов через мембрану, определяем составы и количества пермеата и ретантата) и обратные ( известны составы и количества пермеата и ретантата, определяем проницаемости компонентов через мембрану) задачи разделения. Получен критерий, содержащий физико-химические и технологические параметры существования решения, удовлетворяющего физическому смыслу задачи.

**Библиография**

1. Дытнерский Ю.И. , Брыков В.П., Каграманов Г.Г. , Мембранное разделение газов//

М., Химия, 1991. 344 с.

2. Коваленко Н.Ф. Мембранное разделение газовых смесей, содержащих диоксид серы,

дис. к.т.н., М., МХТИ, 1991г, 136 с.

3. Киселев Ю.И., Математическое моделирование мембранного разделения многоком-

понентных смесей, дис. к.т.н., М, МХТИ, 1985г, 197 с.

4. Baker R.W., Membrane technology and applications (second edition)//2004, 427 p.

5. Bernardo P., Drioli E., Colemme G., Membrane gas separation: A review/state of art//

Ind. Eng. Chem. Res., 2009, 48, 4638-4663

6. Реестр программ для ЭВМ, баз данных и технологий интегральных микросхем Российского Агентства по правовой защите программ для ЭВМ и технологий интегральных микросхем Свидетельство № 950424 от 30.10.1995 г.