**Перспективы применения системы электрохимической регенерации воздуха на основе топливных элементов с расплавленным карбонатным электролитом**

**Баранов Алексей Евгеньевич**

Государственный научный центр Российской Федерации – федеральное государственное унитарное предприятие "Исследовательский центр имени М. В. Келдыша" (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»), начальник отдела.

Адрес: 125438 г. Москва, ул. Онежская, д. 8.

Тел. раб. 8(495) 456-64-34, доб. 3-68

email: aebrnv@yandex.ru

**Ерохин Михаил Александрович**

Государственный научный центр Российской Федерации – федеральное государственное унитарное предприятие "Исследовательский центр имени М. В. Келдыша" (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»), к.т.н., ведущий научный сотрудник.

Адрес: 125438 г. Москва, ул. Онежская, д. 8.

Тел. раб. 8(495) 456-64-34, доб. 3-53

email: mikhail-81@yandex.ru

**Казанцева Наталья Николаевна**

Государственный научный центр Российской Федерации – федеральное государственное унитарное предприятие "Исследовательский центр имени М. В. Келдыша" (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»), к.т.н., ведущий научный сотрудник.

Адрес: 125438 г. Москва, ул. Онежская, д. 8.

Тел. раб. 8(495) 456-64-34, доб. 3-53

email: [natalya\_kazantseva@rambler.ru](mailto:natalya_kazantseva@rambler.ru)

**Какуркин Николай Потапович**

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева), к.т.н., доцент кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов.

Адрес: 123514, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 20, УЛК

Тел. раб. 8 (495) 495-50-62 доб. 50-88

email: [npk@muctr.ru](mailto:npk@muctr.ru)

***Ключевые слова:*** *система регенерации воздуха, топливный элемент с расплавленным карбонатным электролитом, концентратор диоксида углерода.*

Необходимость разработки перспективной технологии электрохимической регенерации воздуха в герметичных объектах продиктована увеличением продолжительности пребывания людей в атмосфере замкнутого пространства и недостаточной надежностью существующих систем. Приведен анализ технологий генерации кислорода и очистки воздуха от диоксида углерода. Предложена система регенерации, включающая электролизер с твердым полимерным электролитом и концентратор диоксида углерода, работающий по технологии топливного элемента с расплавленным карбонатным электролитом (РКТЭ). Традиционно РКТЭ применяют для генерации энергии и очистки топливных газов с концентрацией СО2 до 30 %, сведения о их работе при концентрациях СО2 менее 1 % незначительны. В результате испытаний демонстрационного образца системы ЭХРВ показана ее эффективность.

**Библиография**

1. Аврущенко А.Е., Новиков А.Ф., Френкель В.И. Системы электрохимической регенерации воздуха атомных подводных лодок. М.: Русская история. 2002. 364 с.

2. Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г. Введение в водородную энергетику. М.: Энергоатомиздат, 1984. 264 с.

3. Д.А. Лялин, А.Е. Баранов, М.В. Нечаев. Новое поколение электролизеров для космической техники. Пилотируемые полеты в космос. 2011. № 2 (2). С. 62-72.

4. Mangalapally H.P., Notz R., Hoch S., Asprion N. Pilot plant experimental studies of post combustion CO2 capture by reactive absorption with MEA and new solvents // Energy Procedia. 2009. V. 1. Р. 963-970.

5. Kittel J., Idem R., Gelowitz D., Tontiwachwuthikul P. Corrosion in MEA units for CO2 capture: pilot plant studies // Energy Procedia. 2009. V. 1. Р. 791-797.

6. Патент RU 2499622 C1, РФ. МПК А62И 11/00. Способ контроля степени отработки электролита в системах электрохимической регенерации воздуха совмещенного типа подводных лодок. Меркурьев Ю. М., Зюкин В. В., Беляев В. П. Бюл. № 33, 2013.

7. Матвейкин, В.Г., Погонин, В.А., Путин, С.Б., Скворцов, С.А., Математическое моделирование и управление процессом короткоцикловой адсорбции. М.: Машиностроение, 2007. 140 c.

8. Соколов А. Системы очистки воздуха на подводных лодках ВМС Великобритании // Зарубежное военное обозрение. 1996. N. 1. Интернет-ресурс http://commi.narod.ru/txt/1996/0101.htm

9. Montanari, T., Busca, G. On the mechanism of adsorption and separation of CO2 on LTA zeolites: An IR investigation // Vib. Spectrosc. 2008. V. 46. P. 45-51.

10. Stuckert, N. R., Yang, R. T. CO2 Capture from the Atmosphere and Simultaneous Concentration Using Zeolites and Amine-Grafted SBA-15 // Environ. Sci. Technol. 2011. V. 45. P. 10257-10264.

11. Н.В. Постернак, С.Б. Путин, С.И. Симаненков, Н.Ц. Гатапова. Методы концентрирования диоксида углерода в системе регенерации воздуха в условиях длительных пилотируемых космических полетов. Вестник ТГТУ (Тамбовского государственного технического университета). 2012. Т. 18, № 1. С. 173-181.

12. Otsuji, K., Hirao M. A Regenerable Carbon Dioxide Removal and Oxygen Recovery System for the Japanese Experiment Module // Acta Astronautica. 1987. Vol. 15. No. 1. Р. 5-54.

13. Choi, S., Drese, J. H., Eisenberger, P. M., and. Jones C. W. Application of Amine-Tethered Solid Sorbents for Direct CO2 Capture from the Ambient Air // Environ. Sci. Technol. 2011. V. 45. P. 2420-2427.

14. Гладышев, Н.Ф., Гладышева, Т.В., Путин, Б.В., Путин, С.Б. Известковые поглотители нового поколения. М.: Издательский дом «Спектр», 2012. 136 с.

15. Деревщиков В. С. Регенерируемые поглотители СО2 на основе карбоната калия и оксида кальция для сорбционно-каталитических процессов в энергетических приложениях. Диссертация кандид. хим. наук. Новосибирск – 2014. 142 с.

16. Kim S., Jung J.Y, Song H.H., Song S.J., Ahn K.Y., Lee S.M., Lee Y.D., Kang S. Optimization of molten carbonate fuel cell (MCFC) and homogeneous charge compression ignition (HCCI) engine hybrid system for distributed power generation // Int. J. Hydrogen Energy. 2014. V. 39. P. 1826-1840.

17. Discepoli G., Cinti G., Desideri U., Penchini D., Proietti S. Carbon capture with molten carbonate fuel cells: Experimental tests and fuel cell performance assessment // Int. J. Greenhouse Gas Control. 2012. V. 9. P. 372-384.

18. Rexed I., della Pietra M., McPhail S., Lindbergh G., Lagergren C. Molten carbonate fuel cells for CO2 separation and segregation by retrofitting existing plants - An analysis of feasible operating windows and first experimental findings // Int. J. of Greenhouse Gas Control. 2015. V. 35. P. 120-130.

19. Discepoli G., Cinti G., Desideri U., Penchini D., Proietti S. Carbon capture with molten carbonate fuel cells: Experimental tests and fuel cell performance assessment // Int. J. Greenhouse Gas Control. 2012. V. 9. P. 372-384.

20. Weaver, J.L., Winnick J. The molten carbonate carbon dioxide concentrator: cathode performance at high CO2 utilization // J. Electrochem. Soc. 1983. V. 130. P. 20-28.

21. Kang, M.P, Winnick J. Concentration of carbon dioxide by a high-temperature electrochemical membrane cell // J. Appl. Electrochem. 1985. V. 15. P. 431-439.

**Влияние температуры на кинетику азотнокислотного разложения высокореактивного фосфатного сырья**

**Почиталкина Ирина Александровна (автор для связи)**

Российский химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, к.т.н., доцент кафедры «Технология неорганических веществ и электрохимических процессов».

Адрес: 125047, Москва, Россия, ул. Героев Панфиловцев, 21

Тел. раб. 8 (495) 495-50-62 доб.5088

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

**Филенко Игорь Анатольевич**

Российский химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, аспирант кафедры «Технология неорганических веществ и электрохимических процессов».

Адрес: 125047, Москва, Россия, ул. Героев Панфиловцев, 21

Тел. раб. 8 (495) 495-50-62 доб.5088

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

**Петропавловский Игорь Александрович**

Российский химико-технологического университета им. Д. И. Менделеева, д.т.н., профессор кафедры «Технология неорганических веществ и электрохимических процессов».

Адрес: 125047, Москва, Россия, ул. Героев Панфиловцев, 21

Тел. раб. 8 (495) 495-50-62 доб.5088

e-mail: ipetropavlovsky@gmail.com

**Кондаков Дмитрий Феликсович**

ИОНХ РАН им. Курнакова, к.т.н, заведующий лабораторией природного и минерального сырья.

Адрес: 119991, Ленинский пр., 31, Москва

Тел. раб. 8(495)- 955 48 51.

e-mail: [kdf@igic.ras.ru](mailto:kdf@igic.ras.ru)

***Ключевые слова****: фосфатное сырье, кислотное разложение, кинетика, ионометрический и фотометрический методы анализа.*

В температурном диапазоне (20-50 °C) исследована кинетика азотнокислотного разложения полпинского фосфорита полидисперсного состава. Непрерывный и периодический контроль процесса осуществляли соответственно ионометрическим и фотометрическим методами анализа. Определены кинетические параметры процесса. Установленная высокая реакционная способность полпинского фосфорита, обусловленная его химическим составом и минералогической структурой, показывает возможность реализации энергосберегающего процесса разложения по технологии получения сложных удобрений азотносернокислотным способом при температуре 20-25 °C, достигая практически полного разложения полпинского фосфорита, для кольского апатититового концентрата подобное достигается лишь при температурах 45 - 50 °С.

**Библиография**

1. Ангелов А.И., Левин Б.В., Барбашин А.А. Возможности промышленности фосфорных удобрений в обеспечении продовольственной безопасности России // Мир серы, N, P и K. 2005. Выпуск 5. С. 3-8.

2. Непряхин А.Е., Сенаторов П.П., Карпова М.И. Фосфатно-сырьевая база России: новые технологии и перспективы освоения // Горная техника’09, с. 136-144.

3. Шульга Н.В., Крутько Н.П. Физико-химические закономерности разложения фосфоритной муки слабой кислотой // Журнал прикладной химии. 2011. Т. 84. Вып. 8. С. 1264-1269.

4. Петропавловский И.А., Почиталкина И.А., Киселев В.Г., Кондаков Д.Ф., Свешникова Л.Б. Оценка возможности обогащения и химической переработки некондиционного фосфатного сырья на основе исследования химического и минералогического состава // Химическая промышленность сегодня. 2012, №4, с. 5-8.

5. Почиталкина И.А., Филенко И.А., Петропавловский И.А. The method of control of acid’s decomposition of phosphate raw materials /7-th the International scientific and practical conference "European Science and Technologies" (April 23 - 24 Munich, Germany 2014).стр. 547-551.

6. Федотов П.С., Ряшко А.И., Киселев В.Г., Почиталкина И.А., Петропавловский И.А., Петропавловская Н.Н. Исследование кинетики солянокислотного разложения фосфорита полпинского месторождения ионометрическим методом // Успехи в химии и химической технологии. Т. XXVI, 2012. №8. стр. 63-66.

7. Добрыднев С.В., Почиталкина И.А., Богач В.В., Бесков В.С. Ионометрическое изучение кинетики кислотного вскрытия фосфорсодержащего сырья // Теоретические основы химической технологии - Москва, 2001 г.- Т.35.-№3.-С.310-315.

8. Dobrydnev S.V., Bogatch V.V., Pochitalkina I.A., Beskov V.S. Potentiometrik (acidimetric) studi of the fluoroapatite concentrate decomposition reaction with nitric acid. Hemic industrie. 2000.-№54 (7-8). P. 319-323.

9. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1983. – 336 с., ил.

10. Филенко И.А., Почиталкина И.А., Петропавловский И.А., Кекин П.А. Математическое описание процессов кислотного разложения фосфатного сырья // Актуальные направления фундаментальных и прикладный исследований. Материалы VI международной научно-практической конференции, North Charleston, USA, 22-23.06.2015, V.1, pp.138-140.

**Исследование процесса анионообменной доочистки биоглицерина-сырца от органических примесей**

**Есипович Антон Львович**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, кандидат химических наук, старший научный сотрудник.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

E-mail: margyn@yandex.ru

**Орехов Сергей Валерьевич**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, кандидат химических наук.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49

**Завражнов Сергей Александрович**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, младший научный сотрудник.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

**Рогожин Антон Евгеньевич**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, младший научный сотрудник.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

E-mail: [anton.dpi@yandex.ru](mailto:anton.dpi@yandex.ru)

**Канаков Евгений Александрович**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, младший научный сотрудник.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

**Чужайкин Илья Дмитриевич**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, магистрант.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49

***Ключевые слова:*** *ионообменная очистка, анионит, биоглицерин, таннин, соль высшей жирной кислоты, неорганические анионы.*

В работе изучен процесс ионообменной доочистки биоглицерина, полученного при производстве биодизеля и предварительно очищенного ультрафильтрацией и электродиализом. Биоглицерин предлагается использовать в качестве сырья для производства автомобильных антифризов. Был исследован состав предварительно очищенного биоглицерина. Установлено, что основными примесями, придающими цветность биоглицерину, являются таннины различного строения. Также в качестве примесей в биоглицерине присутствуют соли высших жирных кислот и неорганические соли, такие как хлориды, фосфаты и сульфаты натрия. Для испытания было подобрано восемь образцов анионитов с различными свойствами. Каждый анионит был испытан как в ОН-, так и в Cl- форме. Критерием эффективности работы анионита является максимальное количество обесцвеченного и обессоленного глицерина, полученного за один цикл работы при прочих равных условиях.

**Библиография**

1. Интернет ресурс: astm.org.

2. Интернет ресурс: www.icispricing.com.

3. Ardi M.S., Aroua M.K., Awanis Hashim N. Progress, prospect and challenges in glycerol purification process: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2015. - Vol. 42. - P. 1164-1173.

4. Pagliaro M., Rossi M. The future of glycerol. // Great Britain, Birmingham, Royal Society of Chemistry. - 2010. - P. 1-190.

5. Патент WO № 2008156612. Process for the puriﬁcation of crude glycerol compositions. Harapanahalli S. Muralidhara, Myong K. Ko, 2008.

**Исследование равновесия в трехкомпонентной системе биодизель-метанол-глицерин**

**Есипович Антон Львович**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, кандидат химических наук, старший научный сотрудник.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

**Данов Сергей Михайлович**, Нижегородский Государственный Технический Университет им Р.Е. Алексеева, доктор технических наук, профессор.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

**Рогожин Антон Евгеньевич**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, младший научный сотрудник.

E-mail: [anton.dpi@yandex.ru](mailto:anton.dpi@yandex.ru)

**Канаков Евгений Александрович**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, младший научный сотрудник.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

**Белоусов Артем Сергеевич**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры химическая технология.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49

**Миронова Виктория Юрьевна**, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, студент.

Адрес: 606026, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49.

***Ключевые слова****: глицерин, биодизель, метанол, глицерооксид кальция, равновесие, бинодальные кривые, уравнение NRTL.*

В работе представлены данные экспериментов по равновесию в трехкомпонентной системе, состоящих из смеси биодизеля (полученный из рапсового масла) метанола и глицерина. Изучение равновесия жидкость-жидкость необходимо для того, чтобы предсказать концентрации веществ в смеси и в дальнейшем более эффективно проводить процесс разделения продуктов реакции переэтерификации. Фазовое равновесие трехкомпонентной системы биодизель-метанол-глицерин исследовали при Т = 293, 313 и 333 0К и атмосферном давлении. Кривые растворимости определяли по точке помутнения системы в изотермических условиях. Количественный состав смеси измеряли с помощью гель-проникающей хроматографии. По полученным данным были рассчитаны параметры бинарного взаимодействия глицерин-метанол, метанол-биодизель и глицерин-биодизель для уравнения NRTL.

**Библиография**

1. Dhar A., Agarwal A.K. Performance, emissions and combustion characteristics of Karanja biodiesel in a transportation engine. Fuel, 2014, № 119, С. 70–80.
2. Aransiola E.F., Ojumu T.V., Oyekola O.O., Madzimbamuto T.F., Ikhu-Omoregbe D.I.O. A review of current technology for biodiesel production: State of the art. [Biomass and Bioenergy](http://www.sciencedirect.com/science/journal/09619534), 2014, № 61, С. 276-297.
3. Bell J.C., Messerly R.A., Gee R., Harrison A., Rowley R.L., Wilding W.V. Ternary liquid−liquid equilibrium of biodiesel compounds for systems consisting of a methyl ester + glycerin + water. Journal of Chemical and Engineering Data, 2013, № 58, С. 1001-1004.
4. Aznar M., Arau R. N., Romanato J. F., Santos G. R., d'Avila S. G. Salt effects on liquid-liquid equilibrium in water + ethanol +alcohol + salt systems. Journal of Chemical and Engineering, 200, № 45, С. 1055-1059.
5. Segalen da Silva D.I., Mafra M.R., Rosa da Silva F., Ndiaye P.M., Ramos L.P., Filho L.C., Corazza M.L. Liquid–liquid and vapor–liquid equilibrium data for biodiesel reaction–separation systems. Fuel, 2013, № 108, С. 269–276.
6. Mesquita F.M.R., Bessa A.M.M., Lima D.D., Sant’Ana H.B., Santiago-Aguiar R.S. Liquid–liquid equilibria of systems containing cottonseed biodiesel + glycerol + ethanol at 293.15, 313.15 and 333.15K. Fluid Phase Equilibria, 2012, № 318, С. 51–55.

**Исследование условий формирования полимерных покрытий на основе водных эпоксидных эмульсий**

**Шинкарева Елена Владимировна**

Государственное научное учреждение

«Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Минск,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

Адрес: 220072, Минск, Сурганова, 9/1.

Тел. раб.(8-1037517)-284-27-37;

e-mail: shynkarowa@tut.by

**Сычева** **Ольга Анатольвна**

Государственное научное учреждение

«Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», Минск,

научный сотрудник

Адрес: 220072, Минск, Сурганова, 9/1.

Тел. раб.(8-1037517)-284-20-07;

e-mail: [olga\_sycheva@tut.by](mailto:olga_sycheva@tut.by)

***Ключевые слова:*** *эпоксидная смола, отвердитель, водная эмульсия.*

Представлены результаты исследования процесса отверждения эпоксидных композиций, содержащих водные эмульсии эпоксидно-диановых смол марок ЭД-20, NPEL 128, CHS-EPOXY 530 и сшивающие агенты разной химической природы. Термографическим методом изучены процессы, происходящие при нагревании опытных композиций, электронно-микроскопическим - структура покрытий. Показано, что отверждение водных композиций в присутствии сшивающего агента NC-558 наиболее полно происходит при температурах 80°С и 100°С в течение 2 ч, ПЭПА - 100°С – 2 ч. Структура покрытий с применением отвердителей NC-558 и ПЭПА представляет собой плотное скопление частиц (капель смолы) круглой формы, равномерно распределенных по объему сшитого материала. Присутствие в эпоксидных системах не зависимо от марки смол отвердителей Еpilink 701 и Anguamine 401 способствует более глубокой степени сшивки эпоксидных композиций. Структура пленок в присутствии водоразбавляемых отвердителей слоистая. Изучены физико-химические свойства покрытий.

**Библиография**

1. Шинкарева Е.В., Кошевар В.Д. Эмульсии промышленных олигомеров в водных средах. Регулирование их коллоидно-химических свойств и применение: Монография. // Минск: «Минар», 2015.

2. Горловский И.А., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Лабораторный практикум по пигментам и пигментированным лакокрасочным материалам. // Л.: Химия, 1990.

3. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. // М: «Мир», 1965.

**Технико-экономическое обоснование аванпроекта комплексной системы водоподготовки**

**Орлов Николай Савельевич**, профессор кафедры мембранной технологии,

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

Адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл., д.9

Тел. раб 8(499) 978- 36- 02, e-mail: info@steripore.ru

***Ключевые слова:*** *обратный осмос, ступень разделения, секционирование, капитальные затраты, себестоимость, водоподготовка, механические фильтры, микрофильтры.*

В соответствии с исходными данными, содержащими тип источника водоснабжения - поверхностный водоем, среднесезонную температуру воды, состав и концентрации примесей, а также требованиями к производительности и качеству очистки, разработан аванпроект системы подготовки питьевой и технологической воды, содержащий элементы разделов ТХ и АС. Приведена технологическая схема, выполнен подбор и расчет основного оборудования и фильтровальных материалов. Дано технико-экономическое обоснование, предлагаемого технического решения, включающее оценку капитальных затрат и себестоимости очищенной воды. Выполнена компоновка оборудования, размещаемого на участке водоподготовки.

**Библиография**

1. Методические указания. Нормы качества сетевой и подпиточной воды водогрейных котлов, организация водно-химического режима и химического контроля РД 24.031.120-91. rosnorm.ru/Index2/1/4294845/4294845210.htm

2 . <http://www.riotek.spb.ru/catalog/grabelnie/>

3. [www.aquitec.ru/katalog.../mehanicheskie\_reshetki\_dlya\_](http://www.aquitec.ru/katalog.../mehanicheskie_reshetki_dlya_%20%20ochistki_stochnyh_vod)

4. <http://www.ecos.ru/catalog/section41.php>

5. www. technofilter.ru/prod/filtry\_i\_oborudovanie\_dlya.../filtr

6. Reverse-osmosis membranes. www.inaqua.de