Перспективы интенсификации процесса получения изобутилена полимеризационной чистоты

**Байгузин Фархад Абдряуфович**

ООО Инженерно-Внедренческий Центр «Инжехим», кандидат технических наук, ведущий инженер

Адрес: 420049, Россия, г. Казань, ул. Шаляпина, д. 14/83

Тел. раб. +7 (843) 570-23-18

e-mail: [umns\_inform@rambler.ru](mailto:umns_inform@rambler.ru)

**Бурмистров Дмитрий Алексеевич**

ООО Инженерно-Внедренческий Центр «Инжехим», инженер Конструкторско-технологической службы

Адрес: 420049, Россия, г. Казань, ул. Шаляпина, д. 14/83

Тел. раб. +7 (843) 570-23-28

e-mail: [d\_burm@inbox.ru](mailto:d_burm@inbox.ru)

**Раков Александр Владимирович**

ООО Инженерно-Внедренческий Центр «Инжехим», инженер

Адрес: 420049, Россия, г. Казань, ул. Шаляпина, д. 14/83

Тел. раб. +7 (843) 570-23-28

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

**Ирдинкин Сергей Александрович**

ООО Инженерно-Внедренческий Центр «Инжехим», инженер

Адрес: 420049, Россия, г. Казань, ул. Шаляпина, д. 14/83

Тел. раб. +7 (843) 570-23-28

e-mail: [kep\_bene@mail.ru](mailto:kep_bene@mail.ru)

**Клинов Александр Вячеславович**

Казанский Национальный Исследовательский Технологический Университет, профессор, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии», доктор технических наук

Адрес: 420029, Казань, Сибирский тракт, 12, корп. "Е"

Тел. раб. +7 (843) 231-40-50

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

***Ключевые слова:*** *дегидратация триметилкарбинола****,*** *получение изобутилена, сульфокатионит, экспериментальные исследования.*

Показано, что используемое в настоящее время оборудование имеет ограниченный потенциал для интенсификации дегидратации триметилкарбинола, предложен альтернативный вариант организации процесса. Экспериментально исследован процесс получения изобутилена на сульфокатионитных катализаторах КУ-2ФПП и Purolite СТ275 при различных вариантах организации процесса. Экспериментально подтверждено, что предложенный вариант изменения процесса позволяет повысить удельную производительность слоя катализатора.

**Библиография**

1. Кирпичников П.А., Лиакумович А.Г., Победимский Д.Г., Попова Л.М. Химия и технология мономеров для синтетических каучуков. // Л.: Химия, 1981. C 264.

2. Knifton J.F., Sanderson J. R., Stockton M. E. Tert-butanol dehydration to isobutylene via reactive distillation. // Catalysis letters. – 2001. – V73. – P. 55-57.

3. Елизаров Д.В. Моделирование реакционно-ректификационного процесса получения изобутилена дегидратацией триметилкарбинола: дис. канд. техн. наук. Казань, 1998.

4. Бурмистров Д.А., Байгузин Ф.А., Раков А.В., Ирдинкин С.А., Клинов А.В., Фарахов М.И. Экспериментальная установка непрерывной ректификации и определение ее рабочих характеристик. // Вестник Казан.технол. ун-та. – 2014. – № 2. – С. 243-248.

5. Аэров М.Э., Тодес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем: Гидравлические и тепловые основы работы. // Л.: Химия, 1979. C 176.

**Физико-химическая гидродинамика катионной сополимеризации изобутилена с изопреном**

**улитин Николай Викторович**

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», профессор кафедры ТППКМ,

Адрес:420015, Казань, Карла Маркса 68

Тел. раб. 8(843)231-95-46

e-mail:n.v.ulitin@mail.ru

**Терещенко константин алексеевич**

ФГБОУ ВПО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», доцент кафедры ТППКМ,

Адрес:420015, Казань, Карла Маркса 68

Тел. раб. 8(843)231-95-46

e-mail:nucleurmind@yandex.ru

***Ключевые слова:*** *бутилкаучук, молекулярно-массовые характеристики, суспензионная сополимеризация, физико-химическая гидродинамика.*

Впервые математически формализована физико-химическая гидродинамика катионной суспензионной сополимеризации изобутилена с изопреном (катализатор – AlCl3, растворитель – CH3Cl, температура ≥ 173 K) с граничными условиями, соответствующими реактору с перемешивающим устройством. Установлено, что с ростом концентрации вводимого катализатора (с 10–4 до 1 моль/л) и уменьшением скорости вращения перемешивающего устройства (с 4 до 0.5 об/c) происходит уменьшение среднечисленной (с 201000 до 1200) и среднемассовой (с 406000 до 39400) молекулярных масс бутилкаучука при слабом изменении его коэффициента полидисперсности (близком к 2).

**Библиография**

1. Паутов П.Г, Прокофьев Я.Н., Полозов А.Г.,. Токарь А.Е, Головачев А.М., Осовский Е.Л., Лавриненко Н.И. Способ получения бутилкаучука. РФ № 2033997. 30.04.1995.

2. Петрова В.Д., Прокофьев Я.Н., Паутов П.Г., Космодемьянский Л.В., Полозов А.Г., Архипов Н.Б., Бугров В.П., Крапивина Х.Я., Борцова А.В., Абрамов Н.В., Головачев А.М., Токарь А.Е., Осовский Е.Л. Способ получения высокомолекулярного бутилкаучука. РФ № 1807699. 27.04.1996.

3. Sangalov Yu.A., Minsker K.S., Zaikov G.E. Polymers derived from isobutylene. Synthesis, properties, application. Utrecht: VSP, 2001.

4. Улитин Н.В., Терещенко К.А. Модель химической кинетики и идентификация кинетических констант процесса катионной сополимеризации изобутилена с изопреном // Химическая промышленность сегодня, 2015.стр.45-49

5. Pletcher R.H., Tannehill J.C., Anderson D. Computational fluid mechanics and heat transfer. CRC Press, 2014.

6. Menter F.R. Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications // AIAA Journal, 1994, V.32, no. 8, pp. 1598-1605.

7. Deberdeev R.Ya., Berlin A.A., Dyakonov G.S., Zakharov V.P., Monakov Yu.B. Fast chemical reaction in turbulent flows: theory and practice. Shawbury: Smithers Rapra Technology Ltd, 2013.

**Исследование влияния полисульфона и полиэфирсульфона на реокинетические закономерности процесса отверждения эпоксиаминного связующего**

**Сопотов Ростислав Игоревич**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, факультет НПМ, кафедра переработки пластмасс, аспирант.

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

e-mail: rostislav-sopotov@yandex.ru

**Горбунова Ирина Юрьевна**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, факультет НПМ, кафедра переработки пластмасс, профессор, д.х.н.

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

e-mail: giy161@ya.ru

**Кербер Михаил Леонидович**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, факультет НПМ, кафедра переработки пластмасс, профессор, д.х.н.

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

e-mail: kerber32@mail.ru

**Дорошенко Юлий Евсеевич**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, факультет НПМ, кафедра технологии пластмасс, главный научный сотрдник, д.х.н.

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

**Борносуз Наталья Витальевна**

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, факультет НПМ, кафедра переработки пластмасс, студент

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

e-mail: natasha\_bornosuz@mail.ru

***Ключевые слова****: эпоксидное связующее, эпоксидный олигомер, ЭД-20, модификация, полисульфон, полиэфирсульфон, вискозиметрия, реокинетика.*

На сегодняшний день наиболее распространенным типом матриц для получения клеев, заливочных и пропиточных композиционных материалов являются эпоксиаминные композиции. При производстве продуктов на основе эпоксидных композиций важнейшим вопросом является выбор режима отверждения, обеспечивающих требуемый комплекс свойств получаемых изделий. Для получения кинетической информации целесообразно использование реокинетического подхода. В данной работе было изучено влияние термопластичных модификаторов (полисульфона и полиэфирсульфона) на изменение вязкости в процессе отверждения. Рассмотрены основные закономерности процесса. Получены данные, позволяющие судить о направленности процесса при изменении условий отверждения.

**Библиография**

1. Piau J.-M., Piau M., The relevance of viscosity and slip early days in rheology and rheometry. J. Rheol., Vol 49, №6 2005 – C. 807-818
2. Зюкин С.В., Аринина М.П., Жиронкина Н.В., Горбунова И.Ю., Кербер М.Л., Изучение влияния содержания термопластичных модификаторов и режима отверждения на свойства эпоксиаминного связующего, Успехи в химии и химической технологии, 2012, Том XXVI, №3, С. 106-109
3. Куличихин С.Г., Горбунова И. Ю., Кербер М.Л., Самардуков Е.В., Реокинетика отверждения эпоксиаминной системы в области стеклования, Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 1995. – Т.37, №3. – С. 533-536
4. Аринина М.П., Ильин С.О., Макарова В.В., Горбунова И.Ю., Кербер М.Л., Куличихин В.Г., Совместимость и реологические свойства смесей эпоксидианового олигомера с ароматическими полиэфирами, Высокомолекулярные соединения. Серия А, 2015, том 57, № 2, с. 152–161
5. Малкин А.Я., Куличихин С.Г., Реология в процессах образования и превращения полимеров. М, Химия, 1985 – 240 с.

**Термодинамическое описание процесса сорбции ванадия на углеродсодержащем сорбенте**

**Ординарцев Денис Павлович**, аспирант УГЛТУ , 620100,Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37; e-mail:denis\_ordinartsev@mail.ru

**Свиридов Алексей Владиславович**, доцент кафедры ФОХ и НТ, к.х.н, УГЛТУ 620100,Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, e-mail: asv1972@mail.ru,

**Свиридов Владислав Владимирович**, д.хн. профессор кафедры ФОХ и НТ, УГЛТУ 620100,Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт,

***Ключевые слова:*** *адсорбция, сорбционное извлечение ванадия , модифицированные углеродсодержащие сорбенты, пентоксид ванадия, полиоксосоединения ванадия, термодинамика адсорбции, изотермы сорбции.*

Показана возможность адсорбционного извлечения соединений ванадия из кислых сред на высокоразвитой поверхности активированного древесного угля, модифицированного катионными ПАВ. Установлено, что адсорбируется преимущественно полиоксосоединения ванадия. Доказано, что сорбционному извлечения ванадия из водного раствора не мешают ионы меди, никеля, железа, кальция, магния, натрия и калия.Термодинамические исследования показали, что извлечение ванадия сводится к физической адсорбции полиоксоанионов на положительно заряженной поверхности древесного угля (степень извлечения составляет 84%). Конечными продуктами обжига насыщенного сорбента могут быть пентоксид ванадия или металлический ванадий. При этом степень чистоты конечных продуктов составляет 99%. В качестве примесей обнаружены только соединения марганца.

**Библиография**

1. Иванкин А.А., Фотиева А.А.Химия пятивалентного ванадия в водных растворах. Свердловск, Уральский научный центр АН,1971.

2. Рабинович Е.М., Мизин В.Г. Комплексная переработка ванадиевого сырья: металлургия. Екатеринбург: УрО РАН, 2005.

3. Музгин В.Н., Хамзина Л.Б. Аналитическая химия ванадия. М.: Наука, 1981.

4. Козлов В.А., Разыков З.А., Гусаков Э.Г. Сорбционная технология получения оксида ванадия из отработанноых ванадиевых катализаторов сернокислого производства. Т. VIII Всерос. Конф. «Ванадий. Химия, технология, применение». (г. Чусовой, 2000.) С. 206-208

5. Ситтиг М. Извлечение металлов и металлургических соединений из отходов. М.: Металлургия, 1985. 408с.

6. Свиридов А.В., Ординарцев Д.П., Свиридов В.В., Юрьев Ю.Л. Способ получения пентоксида ванадия из ванадий содержащего шлака. РФ 2515154. 2014.

**Мембранные методы разделения органических кислот**

**Шитова Вероника Олеговна**

Аспирантка 2-го года обучения кафедры мембранной технологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Россия, Москва

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9 (1-я Миусская ул. 3); e-mail: poloika-poloika@mail.ru

**Фарносова Елена Николаевна**

К. т. н., доцент кафедры мембранной технологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Россия, Москва

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9 (1-я Миусская ул. 3); e-mail: farelena\_85@mail.ru

**Каграманов Георгий Гайкович**

Д. т. н., проф., заведующий кафедры мембранной технологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Россия, Москва

Адрес: 125047, Москва А-47, Миусская пл., 9 (1-я Миусская ул. 3)

Тел. 8 (499) 978-82-60;

e-mail: kadri@muctr.ru

***Ключевые слова****:**мембранная технология, баромембранные процессы, молочная кислота, янтарная кислота, культуральная жидкость.*

Основное сырье для получения биоразлагаемых полимеров – это молочная и янтарная кислоты. Технология производства молочной и янтарной кислот путем ферментативного брожения, до сих пор, кроме основных стадий, таких как кристаллизация, разложение, осветление, выпаривание, включает в себя стадии разделения и очистки для получения конечных продуктов. Существует множество способов очистки этих кислот от примесей, среди которых экстракция, адсорбция и ионный обмен. Мембранная технология, с использованием баромембранных процессов и электродиализа, наиболее перспективна для очистки молочной и янтарной кислот из-за относительно низких капитальных затрат и высоких показателей – по удельной производительности и селективности разделения. В зависимости от природы примесей, содержащихся в культуральной жидкости, их количества, а также от требований к очищаемому веществу, применяются различные баромембранные процессы. Анализ стадии разделения и очистки показывает, что применение мембранных методов может быть весьма перспективно, особенно с точки зрения чистоты продукта, его концентрирования, а также удельных и капитальных затрат.

**Библиография**

1. Vaidya A. N., Pandey R. A., Mudliar S., Suresh Kumar M., Chakrabarti T., Devotta S. Continuous Production of Lactic Acid in Production and Recovery of Lactic Acid for Polylactide—An Overview // Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2005, v.35, №5, pp 429-467;

2. Gonzaґlez M.I., Aґlvarez S., Riera F., Aґlvarez R. Production and Recovery of Lactic Acid for Polylactide—An Overview // Journal of Food Engineering, 2007, v. 80, pp 553–561;

3. Sauer M., Porro D., Mattanovich D., Branduardi P. Microbial production of organic acids: expanding the markets // Trends Biotechnol, 2008, v. 26, pp: 100–108;

4. Rathin Datta, Shih-Perng Tsai, Patrick Bonsignore, Seung-Hyeon Moon, James R. Frank. Technological and economic potential of poly(lactic acid) // Microbiology reviews, 1995, pp 221-231;

5. Garlotta D. A. Literature Review of Poly(Lactic Acid) // Journal of Polymers and the Environment, 2001, vol. 9, №2, pp 63-84;

6. Оболенский С.В. Реамберин, новое средство для инфузионной терапии в практике медицины критических состояний, Методические рекомендации, СанктПетербург, 2001, 19 с.;

7. Спиридонов Н.А., Баканева В.Ф, Ерохина Н.С. Янтарная кислота в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, - Сборник научных трудов, Пущино, 1996, С. 187-195;

8. Cok B., Tsiropoulos J. Succinic acid production derived from carbohydrates: An energy and greenhouse gas assessment of a platform chemical toward a bio-based economy // Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 2014, v. 8, №1, pp 16–29;

9. Казеева Н. И., к.х.н., автореферат, Перекристаллизация веществ с использованием бинарных растворителей, 2012 г;

10. Harold B. Tinker, Production of lactic acid, patent US 4072709 A, 1978;

11. Miller C., Fosmer A., Rush B., McMullin T. Industrial production of lactic acid, in book Comprehensive Biotechnology, 2011, pp.179-188;

12. Caixia Wang, Wei Ming, Daojiang Yan. Novel membrane-based biotechnological alternative process for succinic acid production and chemical synthesis of bio-based poly // Bioresource Technology, 2014, v.156, рр: 6–13;

13. Sauer M., Porro D., Mattanovich D., Branduardi P. Microbial production of organic acids: expanding the markets // Trends Biotechnol, 2008, v. 26, pp: 100–108;

14. Mizrahi J., Eyal A., Riki C., Hazan B., John N. Starr, Process for producing a purified lactic acid solution, patent US 7026145 B2, 2002;

15. Кафедра мембранной технологии, электромембранные процессы [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.membrane.msk.ru/books/?id\_b=14&id\_bp=414 (дата обращения 15.10.15);

16. Компания Медиана-фильтр, мембранные элементы и аппараты [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mediana-filter.ru/kh3\_55.html (дата обращения 7.12.15);

17. Parimal Pal, Jaya Sikder, Swapan Roy, Lidietta Giorno. Process intensification in lactic acid production: A review of membrane based processes // Chemical Engineering and Processing, 2009, №48, pp 1549–1559;

18. Российское атомное сообщество. Применение проточной ультрафильтрации [электронный ресурс]. Режим доступа:http://www.atomic-energy.ru/articles/2013/06/04/42026 (дата обращения 8.11.15);

19. Кафедра мембранной технологии, теоретические основы обратного осмоса [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.membrane.msk.ru/books/?id\_b=10 (дата обращения 7.11.15);

20. Datta R., Tsai S.P., Bonsignore P., Moon S.H., Frank J.R. Technological and economicpotential of poly(lactic acid)and lactic acid derivatives // FEMS Microbiol.Rev., v. 16, 1995, pp 221–231;

21. Tanaguchi M., Kotani N., Kobayashi T. High-concentration cultivation of lactic acid bacteria in fermentor with cross-flow filtration // J. Ferment. Technol., 1987, v. 65, pp 179–184;

22. Nishikawa A., Dunn I.L. Performance of a two-stage fermentor with cell recycle for continuous production of lactic acid // Bioprocess Eng., 1999, v. 21, pp 299–305;

23. Persson A., Jonsson A-S., ZacchiG. Separation of Lactic Acid-Producing Bacteria from Fermentation Broth Using a Ceramic Microfiltration Membrane with Constant Permeate Flow // Biotechnologyand Bioengineering, 2001, v. 72 №3, pp 269-277.

24. Kwon S., Yoo I.K., Lee W.G., Chang H.N., Chang Y.K. High rate continuous production of lactic acid by Lactobacillus bulgaricus in two-stage membrane cell-recycle bioreactor // Biotechnol. Bioeng., 2001, v. 73, pp 25–34;

25. Chakkrit Umpucha, Sylvain Galier, Sunthorn Kanchanatawee, Heґlene Roux-de Balmann. Nanofiltration as a purification step in production process of organic acids: selectivity improvement by addition of an inorganic salt // Process Biochemistry, 2010, № 45, pp1763–1768;

26. Sunhoon Kwon, Ik-KeunYoo, Woo Gi Lee, Ho Nam Chang, Yong Keun Chang. High-rate continuous production of lactic acid by Lactobacillus rhamnosus in a two-stage membrane cell-recycle bioreactor // biotechnology and bioengineering, 2001, v. 73, №1, pp 25-34;

27. Liew M.K.H., Tanaka S., Morita M. Separation and purification of lactic acid: Fundamental studies on the reverse osmosis down-stream process // Desalination, 1995, v.101, pp 269–277;

28. Timmer J.M.K., H.C. van der Horst, Robbertsen T. Lactic acid separation from fermentation broths by reverse osmosis and nanofiltration // Membr. Sci., 1994, v. 92, pp 185–197;

29. Glassner D.A., Datta R. Process for the production and purification of succinic acid, 1992, patent US 5,143,834.

**Cравнение расчетов двухтрубного теплообменника по типовой интегральной и дифференциальной методикам**

**Голованчиков Александр Борисович**

Волгоградский государственный технический университет, д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Процессы и аппараты химических производств»;

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

**Воротнева Светлана Борисовна**

Волгоградский государственный технический университет, аспирант кафедры «Процессы и аппараты химических производств»;

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

**Дулькин Борис Александрович**

Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт; e-mail: [dulios@mail.ru](mailto:dulios@mail.ru)

***Ключевые слова****: интегральная методика расчета, дифференциальная методика расчета, двухтрубный теплообменник, дутьевой воздух, дизельное топливо.*

Проведены расчеты основных параметров двухтрубного теплообменника по типовой интегральной и дифференциальной методикам. Показано, что при нагревании дутьевого воздуха обе методики расчета обеспечивают практически одинаковые результаты по величине технологических параметров и геометрических размеров, а при нагревании дизельного топлива отклонения параметров могут достигать десятков процентов. Проведена оценка влияния термического сопротивления отложений на геометрические размеры двухтрубного теплообменника при нагревании жидкостей (дизельного топлива) и газов (дутьевого воздуха). Выявлено, что увеличение термического сопротивления отложений в 2 раза приводит к необходимости увеличить поверхность теплопередачи: при нагревании жидкостей на 37%, а в случае нагревания газов – на 1÷2%. Поэтому теплообменники, в которых нагреваются жидкости, требуют регулярной периодической очистки от отложений. Для теплообменников, в которых идет нагревание газов, период между очистками от отложений можно значительно увеличить.

**Библиография**

1. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. пособие для вузов // М.: Альянс, 2005.

2. Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию // М: ООО ИД «Альянс», 2008.

3. Голованчиков А.Б., Симонов Б.В. Применение ЭВМ в химической технологии и экологии: учеб. пособие. Ч.1 // Волгоград: ВолгГТУ, 1994.

4. Бобылёв В.Н. Тепловой расчет подогревателя с учетом структуры потока теплоносителя // Химическая промышленность сегодня, 2009, № 7. – С. 45-50.

5. Иваницкий М.С., Грига А.Д., Фокин В.М., Грига С.А. Физико-химические процессы механизмов образования бенз(а)пирена при сжигании углеводородного топлива // Вестник ВолгГАСУ, 2012, № 27(46). – С. 28-33.

6. Иваницкий М.С., Грига А.Д., Фокин В.М., Грига С.А. Построение модели для определения концентрации бенз(а)пирена при сжигании углеводородного топлива в котельных установках систем теплоснабжения // Вестник ВолгГАСУ, 2012, № 28(47). – С. 143-150.

7. Мищенко К.П., Равдель А.А. Краткий справочник физико-химических величин // М.: Книга по Требованию, 2012.

8. Перри Дж. Справочник инженера-химика. Том 1 // Л.: Химия, 1969.