

*Республиканская
межвузовская
научно-техническая
конференция*

ИОННЫЙ ОБМЕН И ХРОМАТОГРАФИЯ

Рефераты и краткие сообщения

**ИЗДАТЕЛЬСТВО ВОРОНЕЖСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ВОРОНЕЖ 1968**

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РСФСР

**РЕСПУБЛИКАНСКАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ХРОМАТОГРАФИИ,**

**посвященная вопросам использования
ионитов и других сорбентов
в сахарной промышленности
2—4 декабря 1968 г.**

ИЗДАТЕЛЬСТВО ВОРОНЕЖСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ВОРОНЕЖ 1968

ТЕОРИЯ СОРБЦИИ ИОНИТАМИ И ДРУГИМИ СОРБЕНТАМИ МИНЕРАЛЬНЫХ ИОНОВ И ЦВЕТНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ САХАРОЗНЫХ РАСТВОРОВ

В. П. МЕЛЕШКО, М. В. РОЖКОВА

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРОЗЫ НА КИНЕТИКУ ИОННОГО ОБМЕНА И НАБУХАНИЯ СУЛЬФОКАТИОНИТА КУ-2Х8

Исследование процессов сорбции, кинетики ионного обмена и набухания ионитов в присутствии сахарозы представляет значительный интерес, поскольку в практике иониты уже давно используются для очистки сахарных растворов, а литературные данные по этим вопросам почти полностью отсутствуют.

Задачей настоящей работы явилось получение кинетических характеристик катионита КУ-2Х8 в присутствии сахарозы, выяснение влияния сахарозы на скорость, механизм обмена, набухание и кинетику набухания сравнительно с обменом и набуханием в водных растворах.

Результаты опытов по изучению влияния концентрации сахарозы на скорость ионного обмена в ходе реакции $RH \pm 0,25n$ хлористого натрия показали, что увеличение содержания сахарозы от 0 до 60 проц. приводит к заметному падению скорости. Обмен из водных растворов сравнительно с обменом из водно-сахарозных сред протекает более быстро. Для выяснения причин подобного влияния сахарозы была измерена набухаемость КУ-2Х8 в водно-сахарозных ра-

створах и их вязкость. Оказалось, что линейная зависимость константы скорости реакции от концентрации сахарозы есть следствие уменьшения относительной набухаемости смолы и увеличения вязкости сахарозных растворов.

Представление опытных данных в полулогарифмических координатах — $\text{Lg}(1-F) - t$ показало, что в растворах, концентрированных по отношению к сахарозе, единственной стадией, контролирующей обмен ионов, является диффузия в пленке.

Поскольку выяснилось, что сахароза вызывает значительную контракцию смолы сравнительно с водными растворами, интересно было проследить влияние сахарозы на скорость этого процесса. Микроскопическим методом были получены кинетические кривые контракции гранулы катионита КУ-2Х8 в ходе реакции обмена $\text{RH} + \text{Na} +$ с различным содержанием сахарозы. С помощью параболического уравнения скорости вычислена константа скорости контракции K и все остальные коэффициенты этого уравнения. Было обнаружено, что увеличение содержания сахарозы в растворе приводит к увеличению константы скорости контракции. Чем больше содержание сахарозы в растворе, тем быстрее сжимается в нем зерно, тем труднее происходит обмен ионов, тем меньше скорость обменных реакций. Следовательно, третьей причиной уменьшения скорости обмена в водно-сахарозных растворах можно считать увеличение в них скорости контракции смолы.

Полученные нами данные выясняют роль сахарозы в ионообменном процессе, присутствие которой отрицательно сказывается на кинетике сорбции минеральных ионов из сахарных растворов. Они свидетельствуют о необходимости критического подхода к опыту перенесения в сахарную промышленность технологии и методов водоподготовки без учета влияния сахарозы.

Ю. Д. ГОЛОВНЯК

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ И ИОНИТОВ В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассматриваются возможные пути и перспективы использования гранулированных активных углей и ионитов в сахарной промышленности и значение сорбентов в решении проблемы повышения качества сахара — важнейшей задачи сахарной промышленности.

Приводится краткий анализ промышленного применения активных углей и ионитов на сахарных заводах. Комбинированная схема применения этих сорбентов является одним из наиболее эффективных путей снижения цветности сахарных сиропов.

Отмечается важное практическое значение аппаратного оформления процессов при использовании гранулированных активных углей и ионитов. В этом направлении перспективны работы, проводимые во ВНИИСП по разработке непрерывно действующих противоточных установок.

В настоящее время в исследованиях большое внимание уделяется вопросу разработки новых марок гранулированных активных углей и ионитов, удовлетворяющих требованиям сахарной промышленности и проведению исследований по их токсико-гигиенической оценке.

Затрагиваются вопросы регенерации гранулированных активных углей и ионитов, а также некоторые теоретические вопросы, связанные с применением сорбентов в сахарной промышленности.

Г. А. ЧИКИН, В. П. МЕЛЕШКО

СОРБЦИЯ ЦВЕТНЫХ ВЕЩЕСТВ АНИОНООБМЕННЫМИ СМОЛАМИ

Обсуждаются результаты исследований, проведенных в лабораторных и заводских условиях по выяснению закономерностей сорбции цветных веществ анионообменными смолами.

Установлено, что на величину сорбции влияет концентрация цветных веществ в исходных растворах, рН равновесных растворов, температура, набухаемость, зернение и рабочая форма сорбента, содержание сухих веществ в обрабатываемых растворах и время их контакта с ионитом.

Сорбированные цветные вещества вызывают изменение физико-химических свойств анионообменных смол.

Полученные результаты позволяют обосновать режим работы анионообменных смол при обесцвечивании различных сиропов.

**В. П. МЕЛЕШКО, И. П. ШАМРИЦКАЯ, Г. А. ЧИКИН,
В. Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, Т. А. ЗАВЬЯЛОВА**

О ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ОЧИСТКЕ САХАРОЗНЫХ СИРОПОВ ИОНИТАМИ

В условиях очистки сахаро-рафинадных сиропов иониты выступают как сорбенты минеральных ионов и органических красящих веществ.

Органические вещества, содержащиеся в сахаро-рафинадных сиропах, отличаются большим разнообразием. Они имеют катионный или анионный характер. В них могут содержаться карбоксильные, гидроксильные и аминоксильные группы, связанные с ароматическими ядрами или с гетероциклами. Вследствие большого разнообразия в свойствах органических веществ сорбция их на ионообменных смолах может осуществляться по механизмам ионного обмена и молекулярной сорбции. Видимо, возможно и механическое сцепление молекул органических веществ с матрицей ионита. При этом сорбированные вещества и сама матрица ионита будут претерпевать изменения. Большая прочность связи сорбента с ионитовой смолой вызывает трудности при ее регенерации.

Целью настоящей работы явилось изучение изменения физико-химических свойств анионита АВ-16 в процессе сорбции цветных веществ сахаро-рафинадного производства.

В ходе исследований были установлены основные закономерности набухания и сорбционные свойства этой смолы для образцов, не бывших в употреблении и проработавших опре-

деленное время в реакторах Краснопресненского сахаро-рафинадного завода г. Москвы. Изучалось влияние температуры, концентрации раствора сахара и длительности работы ионита на его физико-химические свойства.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в условиях очистки сахаро-рафинадных сиропов резко изменяются свойства полufункционального анионита АВ-16. Значительно уменьшается (вплоть до полного отсутствия) количество высокоосновных групп. Обнаруженный гидролиз ионита после обработки его раствором щелочи, а также изменение объема смолы при замене гидроокиси калия, контактирующей с ней, на гидроокись натрия указывают на то, что анионит приобретает катионообменную функцию.

А. Р. САПРОНОВ

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА СОРБЦИЮ ЦВЕТНЫХ ВЕЩЕСТВ

В настоящее время из-за повышенной цветности до 20 проц. сахара-песка отправляется на рафинадные заводы. При рафинировании сахара цветных веществ образуется в 5—10 раз больше, чем их поступило с исходным сырьем. Для получения сахара стандартной цветности значительно усложняют технологические схемы производства, применяют сорбенты. Однако не всегда эти мероприятия достигают цели. Например, сорбцией на активированном угле из соков и сиропов удается извлечь не более 50 проц. цветных веществ, остальная их часть не удаляется даже при добавлении свежих порций угля. Причины указанного оставались невыясненными. Многие авторы объясняли это различием в химическом строении отдельных групп цветных веществ.

Нами выполнена работа по сорбции различных групп цветных веществ на 14 марках отечественных углей, применяемых как в гранулах, так и в порошке. Выяснилось, что на угле в гранулах эффект сорбции всех групп цветных веществ не превышал 40—60 проц. и только на молотом угле он достигал 95—98 проц. Это дало основание предположить, что

некоторые цветные вещества плохо сорбируются на угле, потому что имеют диаметр частиц, превышающий диаметр пор угля.

Были проделаны опыты с различными группами продуктов катализации сахарозы—карамеланом, карамеленом, карамелином, имеющими одинаковое химическое строение молекул, но разный размер частиц. Эффект сорбции карамелана (диаметр 8\AA) составил 33 проц., а карамелина (диаметр 90\AA) — всего лишь 3,5 проц. Следовательно, карамелин сорбировался только на поверхности сорбента и не мог проникнуть в глубь его. Это же подтвердилось опытами, в которых поверхность раздела фаз между сорбентом и сорбтивом была различной. В одинаковых условиях сорбировали цветные вещества на уголь с различным размером гранул. Эффект сорбции возрастал пропорционально увеличению поверхности раздела фаз от 40—50 до 90—100 проц.

Указанное выше предположение подтвердилось и рядом других опытов с цветными веществами различной степени дисперсности. Поэтому для повышения эффекта сорбции цветных веществ в условиях сахарного производства необходимо стремиться к сокращению цикла и верстата, величина которых влияет на размеры частиц цветных веществ. Следует также изучить условия использования мелкодисперсных сорбентов или сорбентов, имеющих большой диаметр пор. Разовое применение порошкообразных углей может оказаться экономически более эффективным, чем гранулированных, если учитывать всего лишь 10-кратную регенерацию гранулированного угля.

А. Я. ШАТАЛОВ, В. А. УГЛЯНСКАЯ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНИОНИТА АВ-16

Метод инфракрасной спектроскопии представляет собой один из современных методов идентификации химических соединений, количественного анализа различных смесей и изучения строения молекул. В последнее время он находит широкое применение для исследования различных ионообменных материалов.

Методом инфракрасной спектроскопии были исследованы анионит АВ-16 (товарный и работавший), сухие остатки водных экстрактов из смолы АВ-16 (товарной и работавшей), полученные вакуумной перегонкой, и сахар-рафинад Краснопресненского рафинадного завода.

Инфракрасные спектры образцов снимали на спектрофотометре с призмами из фтористого лития и хлористого натрия. Образцы смол и сахара для снятия инфракрасных спектров готовили в виде суспензий в вазелиновом масле, сухих остатков — в виде тонкой пленки на пластинках из бромистого калия.

Инфракрасный спектр анионита АВ-16 товарного имеет несколько достаточно интенсивных полос поглощения, которые являются характерными для основных групп смолы. Изучение полученного спектра и сравнение его со спектром АВ-16 работавшего показали, что большинство полос в первом размыто, нет четких максимумов поглощения, наблюдается сдвиг полосы аминов в сторону длинных волн, что характерно для вторичных аминов, принадлежащих пиридиновому циклу. На основании полученных результатов можно сделать предположение, что анионит АВ-16 товарный загрязнен продуктами неполной поликонденсации и другими примесями гораздо больше, чем работавший.

ИК-спектр сухих остатков АВ-16 работавшего по виду очень напоминает спектр самой смолы, в то время как для сухих остатков АВ-16 товарной четкие полосы поглощения больше напоминают максимумы поглощения смеси мономеров, содержащих аминокруппы и пиридиновые циклы.

Изучение ИК-спектров неионитного и ионитного сахара-рафинада показало, что наряду с полосами поглощения, принадлежащими сахарам, в спектре ионитного сахара наблюдаются слабые полосы с несколькими максимумами в интервале частот $1750—1500$ и 830 см^{-1} . Появление лишних полос поглощения в ионитном сахаре можно объяснить наличием в нем следов продуктов деструкции анионита.

Однако исследования токсикологического действия ионитного сахара на животных не обнаружили какого-либо отрицательного влияния его на организм даже при длительном поступлении.

В. П. МЕЛЕШКО, И. П. ШАМРИЦКАЯ, Н. М. ИВОЧКИНА,
В. Ф. СЕЛЕМЕНЕВ, А. И. ГОРЛОВА

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ КАЛЬЦИЯ НА СМОЛЕ КУ-2 ИЗ ВОДНО-САХАРОЗНЫХ РАСТВОРОВ

В последние годы использование ионообменных смол в пищевой промышленности все более расширяется. Особый интерес представляет возможность применения ионитовых смол для глубокого обессоливания сахарных растворов. Однако, несмотря на большую перспективность этой проблемы, решение ее наталкивается на ряд специфических трудностей. Все шире используются катионитовые смолы для умягчения сатурационных соков. Однако теоретические предпосылки для создания рациональных технологических схем пока разработаны недостаточно.

Среди вопросов, подлежащих исследованию, в первую очередь необходимо выделить те, которые связаны с особенностями ионообменной реакции катионита в натриевой форме с кальцием (магнием), проходящей в присутствии раствора сахара и являющейся основной в процессе умягчения соков.

Целью настоящей работы было исследование сорбции ионов кальция на смоле КУ-2 в натриевой форме во всем диапазоне содержания кальция в растворе при температурах 25, 50 и 70° С.

Изучено равновесие обмена в водном и 30-процентном сахарозном растворах с общим солесодержанием, равным 0,05 н., а также изменение набухаемости ионита в процессе обмена. Было установлено, что с повышением температуры сорбция кальция возрастает, что можно объяснить объемными эффектами, сопровождающими данную реакцию. При этом увеличивается различие величин объемов смолы в натриевой и кальциевой формах. По представлению ряда автоионов, это должно способствовать селективности поглощения иона кальция.

Показано, что в изученном интервале температур сорбируемость ионов кальция на смоле в присутствии сахарозы ниже, чем из водных растворов.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ В САХАРО-РАФИНАДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ АКТИВНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УГЛЕЙ

Исследованы возможность и целесообразность применения в сахаро-рафинадном производстве активных гранулированных углей АЛГ, АЛГ-КС, СКТ, СКЛТ, АР-3, АГ-5, АГ-3, АГС-3, АГС-5', АГС-4, АГС-5, изготовленных из лигнина, торфа, каменного угля и полукокса методами парогазовой и химической активации, с размерами гранул от 0,8 до 5,0 мм в диаметре и от 1,6 до 8,0 мм по длине, в сопоставлении с костяным углем.

По физико-химическим свойствам исследованные активные гранулированные угли отличаются от костяного: у них в 3—15 раз меньше размеры гранул, в 1,7—5,0 больше суммарная пористость, в 1,3—2,4 раза меньше удельный гранулометрический вес и в 3—6 раз меньше содержание золы. Все активные угли, как и костяной, щелочные: рН их водной вытяжки от 7,2 до 9,7.

При одинаковом размере гранул (1 мм), длительности и контакта с сиропом от 15 до 300 мин, скорости пропускания сиропов через слой от 5 до 10 мл/мин, температуре сиропа от 60 до 80° С, концентрации СВ от 50 до 70 проц., рН от 6,5 до 7,5 наибольшую обесцвечивающую способность показал уголь АГ-5 из полукокса, наименьшую — уголь СКТ из торфа.

Производственные испытания углей АГ-5, АГ-3, АГС-3, АГС-5', АГС-4, АГС-5 подтвердили их большую обесцвечивающую способность по сравнению с костяным углем. Эта способность углей АГ-3, АГС-3 и АГС-5' больше, чем костяного, для сиропов рафинадной группы соответственно в 6,2, 4,0 и 1,8 раза и сиропов продуктовой группы — в 3,9, 2,8 и 1,9 раза.

Зольный состав сиропов, обработанных активными гранулированными углями, которые изготовлены из лигнина (АЛГ-КС) и торфа (СКТ), увеличивается за счет растворимой золы углей, а при углях из полукокса (АГ-5, АГС-3) остается почти без изменения.

Активные угли мелкой грануляции, испытанные в существующих заводских адсорберах высотой 7 м, оказывают по-

вышенное сопротивление прохождению сиропа даже при снижении его концентрации до 60—65 проц. СВ. Поэтому для обесцвечивания сиропов сахаро-рафинадного производства более пригоден уголь АГС-3 с размерами гранул 2,6—3,2 мм, гранулометрическим весом 470 г/л и рН водной вытяжки 8,2—8,5, оказывающий значительно меньшее сопротивление прохождению сиропов. При одинаковой производительности адсорберов время контакта сиропов с углем АГС-3 в 2 раза больше, чем с костяным. Общий рабочий цикл угля АГС-3 в производственных условиях может быть в 3—4 раза больше, чем костяного.

Из основных групп цветных веществ сахаро-рафинадного производства уголь АГС-3 лучше всего адсорбирует продукты щелочного разложения инвертного сахара.

При обработке малобufferных рафинадных сиропов углем АГС-3 значение рН снижается с 7,2—7,4 до 6,6—6,9. Для поддержания нейтральной и слабощелочной реакции обесцвеченных сиропов предприятия химической промышленности изготовили образцы с различными щелочными добавками. Из 21 исследованного образца выбран уголь с окисью магния, прокаленной при 1600° С. Производственные испытания углей АГС-4 и АГС-5 с добавкой окиси магния подтвердили их способность поддерживать слабощелочную реакцию сиропа при незначительном содержании в нем окиси магния и обесцвечивать сиропы так же, как АГС-3.

При лабораторной термической регенерации отработанного угля АГС-3 и при заводских испытаниях в существующих костокальных патронных печах и во вращающейся печи барабанного типа получены лучшие результаты, чем при химической. Испытания показали возможность проведения этого процесса при длине вращающейся печи 10,8 м, диаметре 1,6 м, числе оборотов 1,5 об/мин., при 700—800° С, с производительностью 350 кг/час. При отсутствии такой печи можно с несколько меньшим эффектом регенерировать уголь раствором соды и прокаливанием в костокальной печи при 500—550° С с производительностью 150—200 кг/час.

Опыт применения угля АГС-3 вместо костяного на семи сахаро-рафинадных заводах показал, что этот уголь дает такой же эффект обесцвечивания при меньшем в 3—4 раза расходе его, повышении производительности труда и уменьшении количества промывных вод.

О. Н. МЯГКОЙ

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТИОНИТА КУ-2 В ПРОЦЕССЕ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ТРОСТНИКОВОГО СОКА

Исследование старения ионита и его эксплуатационных потерь крайне необходимо для обсчета экономики и грамотного ведения технологического процесса нейтрализации тростникового сока катионитовыми смолами.

На полупромышленной установке одного из тростниково-сахарных заводов проведено 100 циклов нейтрализации сока сульфокатионитом КУ-2 (8 проц. ДВБ) и регенерации последнего по ранее разработанным регламентам. После 25, 50, 75 и 100 циклов работы определены физические и химические характеристики катионита.

Оказалось, что потери смолы после 100 циклов работы составляют 9,38 проц. от первоначально взятого количества. При этом основная доля теряется в течение первых 50 циклов работы, после чего потерь практически не наблюдается. Абсолютные количества крупнозернистых фракций также остаются без изменений. Следовательно, потери обусловлены не разрушением смолы, а лишь уносом мелкозернистых фракций, содержавшихся в исходном катионите, что указывает на достаточно высокую устойчивость последнего в данных рабочих условиях.

Установлено незначительное снижение полной обменной емкости катионита, происходящее монотонно от цикла к циклу. За счет этого уменьшается и суммарное количество ионов магния и кальция, сорбируемых катионитом из сока, а также возрастает удельный расход смолы на нейтрализацию. Однако этот эффект, по-видимому, не связан целиком с отщеплением сульфогрупп, а обусловлен их частичной блокировкой молекулами цветных веществ, сорбирующихся катионитом и не удаляющихся при кислотной обработке в процессе регенерации. Щелочная обработка катионита приводит к частичной десорбции красок и несколько восстанавливает обменную емкость смолы.

В процессе эксплуатации катионита наблюдается некоторое увеличение набухаемости катионита (на 7,4 проц. после 100 рабочих циклов). Вследствие этого улучшаются кинетические характеристики смолы, хотя и в очень незначитель-

ной мере, а также и регенерируемость катионита. Степень восстановления обменной емкости при кислотной регенерации (4 эквивалента серной кислоты) после 100 циклов обработки катионита горячим соком в процессе многократной обработки растворами серной кислоты при регенерации происходит частичный разрыв поперечных связей в смоле, что несколько повышает ее набухаемость. При подобной обработке этому способствует и вымывание из смоляной фазы остающихся в катионите продуктов неполного синтеза.

В результате проведенных испытаний установлена полная практическая пригодность катионита КУ-2 для целей нейтрализации тростникового сока, фильтрованного после дефекации кальцинированным магнезитом.

СИНТЕЗ СОРБЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ САХАРА

В. П. МЕЛЕШКО, С. З. ИВАНОВ, Г. А. ЧИКИН

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИОНИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В САХАРО-РАФИНАДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Практика использования обесцвечивающих анионитов АВ-16г на двух сахаро-рафинадных заводах — Московском и Тульском — уже дает возможность сформулировать некоторые обобщения.

Положительными сторонами применения анионитов являются: достижение более высоких эффектов обесцвечивания по сравнению с другими обесцвечивающими средствами, возможность регулирования рН сиропов в оптимальных пределах без ввода на верстат заводов щелочей, улучшение условий труда и возможность полной автоматизации и механизации станции обесцвечивания.

Использование обесцвечивающих анионитов имеет и некоторые отрицательные стороны: разбавление обрабатываемых сиропов до концентрации 64 проц. СВ, что влечет за собой некоторый дополнительный расход тепла на варку утфелей, обработка анионитами вызывает некоторое снижение термоустойчивости сахарозы в сиропах, анионитовая рафинадная меласса содержит продукты распада сорбента и непригодна для непосредственного пищевого использования.

Полученные результаты позволяют утверждать, что обесцвечивающие аниониты положительно влияют на технологию рафинирования. Этот вывод находит подтверждение и в зарубежной практике: в ряде государств обесцвечивающие аниониты (Япония, Чехословакия, Италия) уже получили широкое применение.

Поэтому назрела необходимость дальнейшего совершенствования методов использования ионитов в рафинадном производстве. В связи с этим необходимо разрешить следующие вопросы: создание и промышленное производство обесцвечивающих отечественных ионитов, в наибольшей степени отвечающих требованиям сахарного производства; разработка непрерывного и автоматического способа обработки сиропов анионитами; рационализация современной типовой технологической схемы с тремя рафинадными кристаллизациями в направлении дальнейшего перемещения верстата сахарозы к головным циклам кристаллизации и быстрее вывода сахарозы с готовыми продуктами, т. е. снижение количества продуктовых утфелей, а следовательно, и химических потерь сахарозы.

Совершенствование технологии применения анионитов должно быть органически связано с физико-химической и технологической характеристикой продуктов рафинадного производства (термоустойчивость, буферность, кристаллизруемость, вязкость и др.).

Необходимо всестороннее исследование физико-химических и технологических параметров анионитной рафинадной мелассы как критерия для оценки работы рафинадного завода и оптимизации его технологического режима, особенно последней кристаллизации.

Исследования пригодности новых марок ионитов в сахарном производстве нужно начинать с глубокого анализа их токсикологической характеристики и лишь после этого приступать к технологическим исследованиям.

В. А. ИЛЬИН, И. В. САМБОРСКИЙ, М. С. ШУЛЬМАН

СИНТЕЗ ГЕЛЬ-СОРБЕНТОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С каждым годом области применения смол все расширяются. Уже имеется много работ, посвященных сорбционным и

ионообменным методам концентрирования и выделения ферментов. Работами М. С. Шульмана показано, что существующие катиониты КМЦ, КМТ, СГ и аниониты ДАУЭКС-1, ЭДЭ-10П и другие обладают незначительной емкостью по амилазе, которая у анионитов больше. В связи с тем, что амилаза, как и другие ферменты, имеет сравнительно большой молекулярный вес (50 000—60 000), для ее сорбции требуется смола, имеющая большую набухаемость и влагоемкость, т. е. смола типа гель-сорбента.

Для синтеза смол типа гель-сорбента с анионообменными группами, обладающих большей емкостью по ферментам, получены смолы, где в качестве матрицы использован декстран. Синтез смол осуществлялся следующим образом:

1) через стадию совместной конденсации декстрана с олигомером эпихлоргидрина и аммиака в щелочной среде;

2) через стадию совместной конденсации декстрана, эпихлоргидрина (ЭХГ), полиэтиленполиаминов (ПЭПА) в щелочной среде. Гель-сорбенты на основе декстрана и олигомера хотя и обладают емкостью по амилазе выше, чем у ЭДЭ-10П, имеют неудовлетворительную кинетику обмена.

Гель-сорбенты на основе декстрана, ЭХГ, ПЭПА имеют хорошие кинетические характеристики и удовлетворительную обменную емкость, но при сорбции амилазы из растворов в присутствии электролитов и особенно из культуральной жидкости их емкость резко снижается по сравнению с емкостью по амилазе из растворов ферментного препарата. С целью получения сорбентов, не снижающих емкости по амилазе в присутствии электролитов, проведен синтез гель-сорбентов на основе декстрана, ЭХГ и ПЭПА, где исходные ПЭПА были предварительно модифицированы добавками:

а) снижающими основность азота (хлористый бензил, динитролхлорбензол, фурфурол, этиленхлоргидрин);

б) увеличивающими основность азота (метил, хлорэтил-пиридиниумхлорид, хлорэтилтриэтаноламмонийхлорид).

При получении гель-сорбентов на основе декстрана, ЭХГ, ПЭПА, модифицированных ПЭПА в известном интервале найдена прямая зависимость емкости по амилазе от набухаемости смолы. Найдено различие по сорбции амилазы гель-сорбентами на ПЭПА с увеличивающими и уменьшающими основность добавками.

По-видимому, причиной различия является влияние этих добавок на участие в процессе сорбции гидроокислов глюкопиранозного кольца.

Высказаны предположения о механизме сорбции амилазы.

С. З. ИВАНОВ, Т. И. БЕРЕСТНЕВА, В. А. ЛОСЕВА, М. М. МИТЬКОВА,
Л. А. РЕЗНИКОВА, В. И. ТЯГУНОВА, С. Н. ШКАТОВА

ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ПРОДУКТОВ РАФИНАДНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ОБРАБОТАННЫХ ИОНИТАМИ

При сопоставлении состава и физико-химических свойств головного рафинадного сиропа с рафинадной мелассой можно сделать вывод о значительном развитии реакций разложения сахарозы. Это разложение становится понятным, если принять во внимание кинетику реакции автоинверсии сахарозы и проанализировать размер факторов распада сахарозы, существующих в технологии рафинирования: длительность процессов свыше 100 часов, температура продуктов 80—100° С и рН в пределах 6,0—8,0.

Дополнительную характеристику процессов распада сахарозы можно также получить исследованием буферности продуктов, которая в общем незначительна вследствие того, что продукты эти довольно высокой чистоты — от 99,75 до 70,0, а также и тем, что многие несахара способны понижать рН при длительном нагревании: компоненты редуцирующих сахаров—глюкоза и фруктоза, а также органические кислоты—продукты распада моносахаридов.

Между тем при помощи обесцвечивающих анионитов можно регулировать рН обрабатываемых сиропов, видоизменяя в нужном направлении режим регенерации и активации отработавших анионитов.

Для исследования термоустойчивости сахарозы в головных рафинадных продуктах был применен метод, предложенный С. З. Ивановым, состоящий в определении величины индукционного периода кинетики реакции автоинверсии сахарозы при длительном нагревании. Этот метод отличается от других тем, что является кинетической характеристикой пове-

дения исследуемого продукта при длительном нагревании и поэтому дает исчерпывающие данные о режиме регулирования рН сиропов.

Для исследования поведения рафинадных сиропов при длительном нагревании были выбраны следующие параметры: температура нагревания 80 и 100° С, диапазон рН — от 6,0 до 8,0, длительность нагревания — до завершения индукционного периода реакции автоинверсии сахарозы. Что же касается самих продуктов, то исследовались водные растворы чистой сахарозы, а также рафинадные сиропы, полученные от роспуска сахара-песка. При этом последние были трех сортов: необработанные адсорбентом и анионитом, обработанные костеугольной крупкой и обработанные анионитом АВ-16 г.

Показателем термоустойчивости, как уже было отмечено, являлась величина индукционного периода, определенная по кривой автокаталитического распада сахарозы в координатах: распад сахарозы в процентах к первоначальному, как функция длительности нагревания.

Исследование показало, что сиропы, обработанные костеугольной крупкой, приобретают более высокую термоустойчивость по сравнению с необработанными, тогда как обработка сиропов анионитами придает им разные свойства термоустойчивости, а именно: при нагревании анионитных сиропов щелочного характера при 80° С увеличивается термоустойчивость сахарозы, тогда как при более высокой температуре (100° С) и слабокислом рН сахароза рафинадных сиропов разлагается быстрее, чем в необработанных.

Полученные данные позволяют уточнить режим регенерации анионитов с целью обеспечения сиропом, обработанным анионитом, термоустойчивости в соответствии с условиями последующего нагревания сиропов.

Настоящее исследование будет продолжено с более широким диапазоном факторов распада сахарозы с тем, чтобы более полно сформулировать рекомендации для оптимизации режима регенерации анионитов (соотношение интенсивности обработки щелочью и хлористым аммонием с целью регулирования числа гидроксильных и хлорных ионогенных групп). Это обеспечит необходимое оптимальное выходное рН обрабатываемых сиропов.

Ф. П. АЛЕКСЕЕНКО, М. Б. ЯРМОЛИНСКИЙ, И. Л. ЗДАНОВИЧ,
Г. А. ЧИКИН, М. Б. СТАРОДУБЦЕВА, В. И. СИГОВА

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОМБИНИРОВАННОЙ СХЕМЫ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ СИРОПОВ САХАРО-РАФИНАДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В последние годы в сахаро-рафинадном производстве для очистки сиропов начали применять новые адсорбенты: активный гранулированный уголь АГС-3 и анионит АВ-16 гс.

Анионит АВ-16 гс обладает высокой обесцвечивающей способностью к цветным веществам сахарных сиропов. В то же время слабая механическая прочность удорожает его эксплуатацию. Для улучшения условий его использования целесообразно предварительно удалить часть цветных веществ из сиропов более дешевыми способами.

Проведенные лабораторные исследования последовательной обработки сиропов активным гранулированным углем АГС-3 и анионитом АВ-16 гс показали, что нагрузка цветных веществ на анионит уменьшилась в 2 раза, а длительность работы цикла до регенерации увеличилась.

Результаты производственных испытаний схемы на стендовой установке и заводском оборудовании Одесского сахаро-рафинадного завода, перерабатывающего тростниковый сахар-сырец на рафинад, подтвердили выводы лабораторных исследований. Нулевой рафинадный сироп с цветностью 3,2—3,9 ед. Шт. обесцвечен активным гранулированным углем АГС-3 в среднем на 46—52 проц., а после дальнейшей обработки анионитом АВ-16 гс общий эффект обесцвечивания сиропа составил 100—75 проц. (от исходной цветности).

Увеличение удельной нагрузки ведет к уменьшению количества красящих веществ, адсорбированных из одинаковых объемов сиропа. Поэтому для обесцвечивания поступающего на анионит сиропа с 1,4—2,5 до 0,5 ед. Шт., при высоте слоя анионита 1,5 м, объеме 3,75 м³ и удельной нагрузке 1,0 час⁻¹ длительность работы анионита не должна превышать 8 суток, при увеличении удельной нагрузки до 1,5 час⁻¹ — 6 суток.

Отработка оптимальных технологических параметров комбинированной схемы очистки сиропов продолжается.

В. А. ВАКУЛЕНКО, И. В. САМБОРСКИЙ, Е. И. КАСЬЯНЕНКО

УДАЛЕНИЕ ЦВЕТНЫХ ВЕЩЕСТВ С ПОМОЩЬЮ ИОНИТОВ

Наиболее известными материалами, применяемыми для обесцвечивания сахарозных и других растворов, являются активные угли и активные земли. С появлением синтетических ионообменных материалов в процессы обесцвечивания стали внедряться иониты: АН-1, КУ-1 — в гидролизной промышленности, ЭДЭ-10П — при получении антибиотиков, АВ-16 гс — в сахаро-рафинадной промышленности. Преимущества очистки растворов от цветных веществ ионитами очевидны: многократное использование, применение в фильтре, большая механизация процесса.

Однако практика использования ионитов в разнообразных технологических процессах потребовала расширения их ассортимента.

Были созданы пористые материалы, более пригодные для сорбции высокомолекулярных соединений, — АВ-17-4, АВ-17П, ИА-51-2 и др. Ионсорбент ИА-1, обладая вполне удовлетворительной обесцвечивающей способностью по продуктам термоллиза сахарозы, показал хорошую пригодность для процессов очистки от цветных веществ, близкую по характеру к мелансидам пентозного гидролизата, раствора L-лизина, стрептомицина, сточных вод. На ряде предприятий ионсорбент внедряется в технологическую схему очистки от цветных веществ. В производстве ксилитана очистку готового продукта от цветных веществ осуществляют активным углем или коллактивитом (сульфированным лигнином). Поэтому интересно было проверить пригодность ионитов для такой очистки.

Для работы использовали ксилитан-сырец Краснодарского химкомбината. Содержание кислот в сырце: минеральных (по серной кислоте) — 1,7 проц., органических (по уксусной кислоте) — 0,3 проц.

Предварительно была проверена статическая обесцвечивающая способность большинства отечественных ионитов. Результаты проверки показали, что лучшей обесцвечивающей способностью по цветным веществам ксилитана-сырца обладают ионсорбент ИА-1ф и катионит КБ-51-2.

Ионосорбент ИА-1ф является продуктом поликонденсации раствора м-фенилендиамина и фенола с формальдегидом в солянокислой среде. Для придания полученному гелю пористой структуры его термическую обработку проводят в условиях неполного удаления воды. Катионит КБ-51-2 является продуктом соконденсации салициловой кислоты и фенола с формальдегидом. Конденсацию проводят в две стадии: в первой — в кислотной среде конденсируют салициловую кислоту, во второй — в щелочной среде для образования трехмерной структуры вводят фенол в количестве 0,25 моль на 1 моль салициловой кислоты. Небольшая добавка фенола позволяет получить катионит с малой сшивкой.

В технологической схеме производства ксилитана применяют 5-процентный раствор соды и 2-процентный раствор серной кислоты. Поэтому подготовку ионитов осуществляли указанными растворами с последующей отмывкой водой. Для анализа брали 10 мл набухшей смолы и 50 мл раствора ксилитана-сырца. Время контакта смолы с раствором составляло 2 часа. Обесцвечивающую способность в процентах определяли как отношение разности начальной и конечной оптических плотностей раствора к начальной. Оптическую плотность измеряли на фотокалориметре с синим светофильтром. Лучшие результаты достигнуты при применении анионитов в ОН-форме, а катионитов — в Н-форме. Однако целесообразней применять аниониты в сульфат-форме, так как обработка серной кислотой не приводит к увеличению содержания натрия в растворе, в противоположность обработке содой.

Повышение температуры увеличивает эффект осветления за счет возрастания набухаемости ионита и снижения вязкости раствора. Для испытаний в динамических условиях были выбраны катионит КБ-51-2 и ионосорбент ИА-1ф. С удельной нагрузкой 2 час (линейная скорость 0,3 м/час) производственный раствор ксилитана подавали на фильтр со смолой.

Повышение температуры, при которой происходит обесцвечивание, увеличивает количество и улучшает качество очищенного раствора. По сорбции цветных веществ из раствора ксилитана катионит КБ-51-2 значительно превосходит ионосорбент ИА-1ф. Дальнейшую работу проводили только с катионитом.

Для установления оптимальной концентрации раствора соды, применяемого для регенерации, были найдены набухаемость и эффективность регенерации катионита в растворах различной концентрации. Эффективность регенерации определяли в статических условиях по оптической плотности раствора соды после контакта со смолой. Предварительно смолу при соответствующей температуре насыщали одинаковым количеством цветных веществ.

Оптимальная концентрация соды — 2-процентная. При ней набухаемость максимальная и эффективность регенерации наибольшая. Проведение регенерации в динамических условиях полностью подтвердило статические испытания.

С. З. ИВАНОВ, В. А. ЛОСЕВА, З. А. МИЛЬКОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ АВТОИНВЕРСИИ САХАРОЗЫ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТИ И БУФЕРНОСТИ САХАРНЫХ РАСТВОРОВ

При обработке продуктов сахаро-рафинадного производства активированными углями и обесцвечивающими анионитами происходит изменение их термоустойчивости и буферности. Поскольку режим регенерации активированных углей и анионитов нужно оптимизировать в соответствии с обеспечением термоустойчивости сиропов при последующих технологических операциях, необходим контроль за термоустойчивостью и буферностью сиропов.

Обычные методы контроля за термоустойчивостью соков и сиропов (нагревание при определенных, строго регламентированных условиях в течение короткого времени), а также буферности (потенциометрическое и кондуктометрическое титрование) не дают достаточно полных данных.

Для характеристики вышеуказанных факторов соков и сиропов сахарного производства, обработанных и необработанных адсорбентами и ионитами, предлагается использовать кинетические кривые автоинверсии сахарозы в водных растворах при их длительном нагревании. Как известно, эти кривые характеризуются наличием трех стадий процесса: начальный индукционный период медленного распада сахаро-

зы, второй период быстрого распада сахарозы и затухающий, последний период, обусловленный снижением концентрации сахарозы в растворе.

Характеристикой термоустойчивости сахарозы и буферности сахарных продуктов может являться величина индукционного периода.

В практических целях удобно конкретизировать термоустойчивость и буферность сахарных растворов в относительных величинах, используя относительный коэффициент термоустойчивости и буферности продукта.

Очевидно, что величины относительного коэффициента термоустойчивости и буферности, меньшие единицы, характерны для продуктов менее устойчивых и буферных по сравнению с растворами чистой сахарозы, и наоборот.

Для технологического процесса особенно важна характеристика термоустойчивости и буферности соков и сиропов при наиболее типичных для сахарного производства температурных условиях (80—100 градусов С) и для реакций среды с рН 6,0—8,0.

Данные, характеризующие термоустойчивость и буферность рафинадных сиропов до и после обработки активированными углями и обесцвечивающими анионитами, следует использовать для оптимизации режима регенерации отработавшего анионита.

С. А. БРЕНМАН

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАЗЛИЧНЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРОДУКТОВЫХ УТФЕЛЕЙ В САХАРО-РАФИНАДНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Разработанная Н. И. Нахмановичем и И. Ф. Зеликманом технологическая схема получения сахара-рафинада, основанная на четком разделении продуктов по их качеству и на создании условий, уменьшающих разложение сахарозы, принята на сахаро-рафинадных заводах в качестве типовой.

Свое дальнейшее развитие она получила в схеме с 0-рафинадным utfелем. Однако и в настоящее время при работе заводов по этой схеме количество продуктовых utfелей в среднем по промышленности достигает более 30 проц. к весу сахара-рафинада.

Одним из основных путей снижения количества продуктовых утфелей может быть использование адсорбентов и ионитов (каждого в отдельности или последовательно обоих) для очистки растворов продуктовых сахаров и уваривание их на более высоких продуктах.

В лабораторных условиях проведены испытания по обесцвечиванию растворов продуктовых сахаров 1, 2 и 3-го продуктов сахаро-рафинадного завода кстеугольной крупкой, активными гранулированными углями марок АГС-3, АГ-5, САЛ, анионитами АВ-16 г, IRA-401, IRA-402, IRA-900, а также последовательным пропусканием этих растворов через активный гранулированный уголь АГС-3 и анионит АВ-16 г. Результаты лабораторных исследований подтверждают возможность направления сахаров 1-го и 2-го продуктов на более высокую степень кристаллизации. Лабораторными исследованиями установлено, что сахар 3-го продукта перед дополнительной обработкой адсорбентом следует подвергнуть пробеливанию водой.

На Бердичевском сахаро-рафинадном заводе, дооборудованном линией очистки сахаров 1-го и 2-го продуктов, проверена в производственных условиях возможность направления дополнительно очищенных продуктовых сахаров на более высокую степень кристаллизации. Это позволит значительно уменьшить количество продуктовых утфелей, снизить потери в патоке и неучтенные потери сахара в производстве, уменьшить расход топлива на получение сахара-рафинада.

Настоящая работа является частью исследований по разработке путей снижения количества продуктовых утфелей в сахаро-рафинадном производстве.

А. П. КОЗЯВКИН, Л. Д. БОБРОВНИК, К. Д. ЖУРА

ОЧИСТКА ЗЕЛЕННОЙ ПАТОКИ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ И ПОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗАТОВ В УСЛОВИЯХ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Очистку зеленой патоки методом электродиализа проводили на лабораторной установке. Электродиализатор работал по схеме с параллельным питанием камер раствором зеленой патоки (СВ 32—35 проц.) и концентрата. Для стаби-

лизации рН использовали электродиализатор — анодатор. Электродиализ вели при температуре 42—43 градуса С.

Изучено движение несахаров в электрическом поле и установлена относительная скорость их удаления при электродиализе из зеленой патоки. Установлено, что очистку растворов зеленой патоки рационально проводить в три ступени с различной плотностью тока на каждой из них: на I ступени (до 45 проц. деминерализации) плотность тока составляет 13 ма/см², на II (до 60 проц. деминерализации) — 6—7 ма/см² и на III (60—80 проц. деминерализации) — 2,5 ма/см².

Удаление при электродиализе зольных элементов и относительное обогащение электродиализатов слабодиссоциированными, в частности, азотистыми веществами, оказывает влияние на буферность растворов и падение рН их при нагревании. Изучено поведение электродиализатов при 100—130 градусах С и продолжительности нагревания до 1 часа.

Определены скорости кристаллизации сахарозы из электродиализатов различной степени очистки и вязкость сгущенных насыщенных электродиализатов. Показано, что высаливающее действие малых количеств несахаров будет тем больше, чем выше в электродиализатах отношение органического несахара к золе. Сравнительные опыты с искусственными утфелями из очищенного и исходного продуктов показали, что кристаллизация утфеля последнего продукта из деминерализованного продукта происходит быстрее и приводит к более глубокому истощению межкристального оттека.

Показано, что при оптимальном эффекте очистки зеленой патоки электроионитным методом выход сахара увеличится на 0,83 проц. В результате проведенных исследований предложена схема продуктового отделения свеклосахарного завода с электроионитной очисткой зеленой патоки.

Л. Е. ФЛЕЙШМАН, Р. У. МИЩУК, В. Н. ЕРЕМЕНКО

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИТОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА САХАРА И ПОЛУЧЕНИЯ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Значение глутаминовой кислоты и ее натриевой соли для нужд народного хозяйства страны огромно. Для удовле-

ния потребности в ней при трех сахарных заводах — Отрадинском, Никифоровском и Орельском — построены цеха для получения глутаминовой кислоты мощностью 3600 т в сутки.

В качестве сорбента глутаминовой кислоты и ее форм использованы иониты типа Allasion, изготавливаемые во Франции.

Одновременно с сорбцией глутаминовой кислоты повышается доброкачественность обрабатываемой зеленой патоки и выход сахара.

Опыт эксплуатации ионитов в заводских условиях позволил выявить положительные стороны их применения в сахарной промышленности.

Проводимая в лаборатории работа направлена на изучение и устранение причин пониженной производительности ионообменных реакторов, полноты регенерации ионитов и десорбции глутаминовой кислоты.

Я. О. КРАВЕЦ

ПРОТИВОТОЧНЫЙ АДСОРБЕР ДЛЯ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ ПРОДУКТОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА АКТИВНЫМИ ГРАНУЛИРОВАННЫМИ УГЛЯМИ

Процесс обесцвечивания сахарных растворов в противоточном адсорбере с движущимся слоем угля имеет ряд преимуществ по сравнению с обесцвечиванием в аппарате со стационарным слоем.

Кинетика процесса адсорбции цветных веществ из сахарного раствора в противоточном аппарате зависит от движения материальных потоков: нисходящего потока твердой фазы—адсорбента— и восходящего потока жидкой фазы — сахарного раствора.

С 1964 г. во ВНИИСП ведутся работы по изучению гидродинамики и кинетики процесса противоточной адсорбционной очистки.

На лабораторных стендах и полужаводской установке изучены факторы, влияющие на движение материальных потоков. Предложены математические зависимости:

- а) для определения критической скорости псевдооживления слоя активного гранулированного угля;
- б) для определения скорости истечения концентрированной пульпы (смеси твердой и жидкой фаз) из отверстий (насадок).

На полужаводской установке, смонтированной на Яготинском экспериментальном сахарном заводе, проведен исследование по макрокинетике процесса обесцвечивания сахарных растворов активными гранулированными углями марок АГС-3, АГ-3 и АГ-5.

Доказано, что изменение цветности сиропа по высоте движущегося слоя угля подчиняется экспоненциальной зависимости.

Результаты исследований обработаны на электронной вычислительной машине и представлены в виде таблиц и номограммы. Для адсорбентов марок АГС-3, АГ-3 и АГ-5 определены кинетические коэффициенты (суммарная константа внешней и внутренней диффузии). Предложена методика расчета противоточного адсорбера с движущимся слоем адсорбента.

Определены угли естественного и динамического откосов для трех марок углей.

Изучены конструктивные особенности отдельных узлов противоточных аппаратов и транспортных устройств на лабораторных стендах и полупромышленной установке.

Результаты лабораторных и полупромышленных исследований позволили сконструировать первые промышленные противоточные адсорбционные установки для обесцвечивания сахарных растворов производительностью 3,0—3,5 м³/час (авторское свидетельство № 192 684, г). Установки смонтированы и испытаны на Яготинском экспериментальном сахарном заводе и Черкасском рафинадном заводе. Основные размеры противоточного адсорбера: высота рабочей части — 7,0 м, диаметр — 1,0 м. Рабочая скорость потока $(7,5—12,5) \times 10^{-4}$ см/сек.

Производственные испытания первых промышленных образцов противоточного адсорбера показали его работоспособность и подтвердили практические рекомендации и теоретические выводы, сделанные по результатам лабораторных и полупромышленных исследований.

Эффект обесцвечивания продуктов рафинадного производства (Черкасский завод) активным углем марки АГС-3—

35—45 проц., сиропов в условиях свеклосахарного производства (Яготинский завод) — 50—60 проц.

В настоящее время разработан головной образец противоточного адсорбера производительностью 20—25 м³/час.

Г. А. БЕДЮХ, Н. И. ИСАЕВ, Л. Д. МАЛЫШЕВА, З. Д. ЛАВРОВА

О ПОВЕДЕНИИ САХАРНЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОЙ ОЧИСТКЕ

Проведены исследования процесса электродиализной очистки имитированного сока II сатурации при различных электрических и гидродинамических режимах работы лабораторного электродиализатора прокладочного типа.

Показано, что не удастся достичь стабильного режима работы электродиализатора вследствие понижения электропроводности ионообменных мембран и непрерывного роста напряжения на электродиализаторе. Нестабильным оказалось напряжение и при предварительной подготовке сока путем его умягчения и обесцвечивания.

Количественные определения показали, что в процессе электродиализной очистки содержащиеся в соке коллоиды коагулируют и осаждаются на поверхности ионообменных мембран, увеличивая их сопротивление.

Экспериментально установлено, что осаждающиеся коллоиды являются основной причиной непрерывного роста напряжения на электродиализаторе.

В условиях интенсивной поляризации, когда повышается рН в камерах концентрирования, создаются благоприятные условия для выпадения на поверхности ионообменных мембран труднорастворимых соединений. Это приводит к дополнительному увеличению сопротивления мембран.

Найдено, что при электродиализной очистке сока цветные вещества сорбируются ионообменными мембранами, что вызывает «отравление» мембран и снижает их электрохимические свойства.

С целью стабилизации электрического режима работы электродиализатора была проведена серия опытов с переплюсовкой электродов. Однако положительных результатов получено не было.

Определено, что эффективнее очистка сока низкой доброкачественности.

Выявлена общая зависимость изменения доброкачественности сока от плотности приложенного тока. Эта зависимость имеет вид кривых с максимумом.

Полученные в работе результаты позволяют сделать вывод о том, что без решения проблемы освобождения сахарных растворов от коллоидов использование электродиализа для чистки от нес сахаров не представляется возможным, если не применять периодически электрохимическую регенерацию ионообменных мембран.

**В. А. КАШИРСКИЙ, Г. А. ЧИКИН, В. А. ЛОСЕВА, С. З. ИВАНОВ,
И. И. ПЕРВУШИНА, М. М. МИТЬКОВА, В. И. ТЯГУНОВА**

ПРИМЕНЕНИЕ ИОНИТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОДУКТОВ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Важное значение в технологическом процессе сахарного производства имеет проблема удаления цветных веществ, ухудшающих качество получаемого сахара-песка. Для устранения этого недостатка необходимо применение сорбентов, хорошо поглощающих цветные вещества.

В последнее время большое внимание уделяется вопросу применения для обработки сахарных растворов синтетических ионообменных смол (ионитов), обладающих высокой обесцвечивающей способностью.

В лабораторных и заводских условиях (Яготинский экспериментальный сахзавод) проведены исследования по обесцвечиванию свеклосахарных сиропов с использованием обесцвечивающего анионита марки АВ-16 г. Установлено, что эффект обесцвечивания сиропов зависит от содержания в них нес сахаров и уменьшается с увеличением их концентрации. Это объясняется возрастанием концентрации конкурирующих противоионов в растворе. Количество сорбируемых анионитом цветных веществ пропорционально их концентрации в обрабатываемых сиропах.

Наблюдалось увеличение чистоты обесцвеченных сиропов. Установлена ее зависимость от чистоты исходных сиропов.

пов. Увеличение чистоты обесцвеченных сиропов объясняется удалением цветных веществ, анионов некоторых солей и части катионов.

Обсуждается экономическая сторона вопроса обесцвечивания свеклосахарных сиропов анионитом АВ-16 г.

В. Н. РАЗБАЕВ, И. В. САМБОРСКИЙ, Е. П. КУЗНЕЦОВА

СИНТЕЗ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПИЩЕВОГО МЕЛАССНОГО СПИРТА СВЕКЛОВИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Этиловый спирт, получаемый из мелассы свекловичного производства, содержит более значительные количества масляного альдегида, масляной и изовалериановой кислоты, триметиламина, чем зерно-картофельный спирт. Эти примеси заметно ухудшают вкусовые качества пищевого спирта. Поскольку процент мелассного спирта в общем объеме производящегося в стране этилового спирта год от года возрастает, возникает необходимость очистки мелассного спирта. Очистка от примесей обычными методами (активированный уголь, метод Грацианова) малоэффективна. За основу сорбента, пригодного для этих целей, взят анионит ЭДЭ-10П как ионообменный материал, допущенный в пищевой промышленности.

Опыт применения товарного ионита ЭДЭ-10П для очистки спирта показал, что этот ионит хорошо сорбирует названные выше примеси, улучшая вкусовые качества спирта, но обладает недостаточной устойчивостью в спиртовой среде и загрязняет спирт спирторастворимыми продуктами неполной конденсации или деструкции, вызывая увеличение окисляемости и оптической плотности спирта выше допустимых пределов.

Поэтому была проведена работа по созданию модификаций ЭДЭ-10П, устойчивых в растворах этилового спирта. Прежде всего исследована возможность синтеза ЭДЭ-10П на высокомолекулярных ПЭПА. Предполагалось, что более равномерная структура ПЭПА и равномерное распределение первичных аминогрупп благоприятно повлияет на прочность и химическую устойчивость смолы. Результаты оказались положительными, улучшилась гранулометрическая стойкость — растрескиваемость ионита уменьшилась с 40 до 15—20 проц.

С целью повышения устойчивости анионита к спиртовым растворам конденсация водного раствора ПЭПА с эпихлоргидрином проводилась в спирто-глицериновой среде. Снижение количества воды, участвующей в конденсации, позволяло достичь нужной степени сшивки смолы в более мягких температурных условиях, что сказалось на уменьшении количества макромолекул с дефектной структурой и привело к получению продуктов, устойчивых в спиртовой среде. Кроме того, глицерин оказывает пластифицирующее действие на частицы смолы.

Результаты лабораторных испытаний опытных образцов ЭДЭ-10П, полученных конденсацией высокомолекулярных ПЭПА с ЭХГ в спиртоглицериновой среде, показали возможность применения такой модификации ЭДЭ-10П для очистки пищевого этилового спирта. Основными критериями пригодности ионита для вышеуказанных целей были приняты: емкость по масляной кислоте и масляному альдегиду, оптическая плотность в области 200—280 мкм, окисляемость (по ГОСТ 5964—67).

В образцах спирта, как мелассного, так и зерно-картофельного, очищенных с помощью новой модификации ЭДЭ-10П по н. масляной кислоте составляет 350—400 мг-экв/л, по масляному альдегиду — 100—125 мг-экв/л.

Укрупненные образцы ЭДЭ-10Пс проходят промышленные испытания на экспериментальном спиртовом заводе УкрНИИСП.

А. С. ТЕВЛИНА, Г. С. КОЛЕСНИКОВ, С. Е. ВАСЮКОВ

ГОМОГЕННЫЕ АНИОНИТОВЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ ПРИВИТЫХ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ СОПОЛИМЕРОВ

В последнее время ионитовые мембраны нашли широкое применение в различных электрохимических процессах для выделения и разделения катионов и анионов, в источниках тока в качестве мембранных электродов. Широко известно также использование ионитовых мембран в электродиализах установках для очистки сахарных сиропов и фруктовых соков, в диализаторах при разделении кислых гидролизатов древесины на раствор сахаров и кислоту.

Наиболее перспективным типом ионитовых мембран являются гомогенные мембраны, получаемые привитой сополимеризацией мономеров к пленкам из синтетических гидрофобных полимеров. Гомогенные анионитовые мембраны различной основности синтезированы путем привитой сополимеризации мономеров (стирол, винилтолуол, винилпиридины) к фторсодержащим полиолефиновым пленкам.

Исследовано влияние различных факторов процесса привитой сополимеризации на получение мембран с высокими механическими и электрохимическими показателями. Изучена топохимия процессов прививки. Привитые сополимеры с полистиролом и поливинилтолуолом использованы для синтеза сильноосновных мембран, содержащих группы третичных сульфониевых, четвертичных аммониевых и фосфониевых оснований. Алкилирование слабоосновных мембран, синтезированных прививкой к фторсодержащей пленке винилпиридина, ведет к получению сильноосновных мембран.

Методом дифференциально-термического анализа оценена термостабильность привитых сополимеров и мембран на их основе. Гомогенные ионитовые мембраны имеют высокие электрохимические и физико-механические показатели, обладают рядом специфических свойств: селективностью, комплексообразующей способностью к фенолу, галогенам, солям тяжелых металлов.

Полученные мембраны оказались эффективными при разделении кислых гидролизатов древесины на раствор сахаров и кислоту.

**Т. Д. АЛЕКСЕЕНКО, И. К. МАРШАКОВ,
С. М. АЛЕЙКИНА, Э. М. ГУРОВА**

КОРРОЗИЯ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В РАСТВОРАХ САХАРНЫХ СИРОПОВ

На сахаро-рафинадных заводах с применением ионообменных материалов для очистки сиропов отмечено усиление коррозионного разрушения сборников из стали Ст. 3. после ионитных реакторов. Причина интенсификации коррозии может заключаться в изменении параметров технологического процесса при переходе на новый метод очистки.

Можно было полагать, что продукты деструкции ионитных смол, являясь комплексообразователями, ускоряют

анодный процесс и увеличивают скорость коррозии. Нельзя также исключить возможность нарушения технологического процесса при регенерации и отмывке смол, что поведет к проникновению в сироп хлористого аммония. Изменение концентрации сахарного сиропа с 73 до 64 проц., которое произошло при переходе на новую технологию, могло тоже вызвать увеличение скорости коррозии.

Для проверки этих предположений проведены электрохимические и коррозионные испытания. Анодные поляризационные кривые на стали Ст. 3 в 20, 50, 64 и 73-процентных растворах сахара обычной очистки показали, что с увеличением концентрации анодный процесс замедляется из-за недостатка воды для гидратации образующихся ионов. Введение сульфат- и хлор-ионов, а также повышение температуры ведет к растормаживанию анодного процесса, но в концентрированных растворах его скорость во всех случаях оказывается более низкой.

Катодный процесс восстановления кислорода при увеличении концентрации сахара тормозится, так как предельная растворимость кислорода при этом уменьшается.

Кинетика анодного и катодного процессов на стали Ст. 3 в растворах сахара обычной и ионитовой очистки осталась без изменения.

Следовательно, электрохимические исследования указывают на облегчение анодного растворения железа и процесса восстановления кислорода при снижении концентрации сахарного сиропа с 73 до 64 проц. Коррозионные испытания стали Ст. 3 во всех перечисленных растворах (80 градусов С) подтвердили это. Снижение концентрации сиропа на 9 проц. ведет к увеличению скорости коррозии в 2 раза. Коррозионное разрушение увеличивается с введением хлор- и сульфат-ионов. Поведение стали Ст. 3 в растворах сахара различной обработки одинаково. Однако если в растворах сахара обычной очистки продукты коррозии рыхлые и легко удаляются с поверхности стали, то в растворах сахара ионитовой обработки они более плотные, имеют прочное сцепление с поверхностью металла и удаляются с нее в виде отдельных блоков. Та же картина наблюдается в мелассах.

Таким образом, увеличение коррозионного разрушения конструкционной стали Ст. 3 оборудования сахарного производства при переходе на ионитную очистку вызвано снижением концентрации сахарного сиропа и присутствием ионов

хлора и сульфата, если иониты не были хорошо отмыты после регенерации.

Изменение характера продуктов коррозии приводит к накоплению последних на поверхности металла, а затем внезапному срыву, что вызывает загрязнение товарного сахара. Наиболее стойкой для этих условий является нержавеющая сталь типа Х18Н9Т. Ее можно рекомендовать как конструкционный материал для сахаро-рафинадного производства с применением ионитных смол.

**Г. А. ЧИКИН, В. П. МЕЛЕШКО, И. Я. ПОЗДНОВА,
М. Б. СТАРОДУБЦЕВА, Л. М. БУРАВЛЕВА, В. И. ТЯГУНОВА**

РЕГЕНЕРАЦИЯ ОБЕСЦВЕЧИВАЮЩИХ АНИОНИТОВ

Изучалась эффективность использования для регенерации обесцвечивающих смол растворов соляной кислоты, гидроокиси натрия, хлористого натрия и гипохлорита натрия.

Эффективность применения регенерирующих веществ определяется степенью их влияния на физико-химические свойства как сорбентов, так и цветных веществ.

Количество десорбированных цветных веществ зависит от концентрации растворов регенерирующих веществ, их температуры и скорости пропускания через слой сорбента.

О. Н. МЯГКОЙ, Л. И. ИВАНОВА, П. ЗАЯЦ

ПРИМЕНЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ СУЛЬФОКАТИОНИТОВЫХ СМОЛ, ОТРАБОТАННЫХ ПРИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ТРОСТНИКОВО-САХАРНОГО СОКА

Рассмотрена возможность использования растворов для регенерации полимеризационных сульфокатионитовых смол, применяемых в процессе нейтрализации тростниковосахарного сока, фильтрованного после дефекации кальцинированным магнезитом.

Определены максимально допустимые концентрации растворов, исключающие загипсовывание катионитового слоя в начальной стадии процесса. Установлены зависимости степе-

ни регенерации смолы от концентрации серной кислоты в регенерирующем растворе, скорости его потока, температуры и соотношения высоты и диаметра катионитового слоя в колонне. Определен оптимальный расход серной кислоты на регенерацию. Показана возможность повторного использования половины регенерата. Разработан регламент взрыхления катионитового слоя и отмывки его от пылевидной фракции перед регенерацией, а также от контактирующего раствора кислоты после регенерации.

На основании проведенных исследований предложены параметры и технологическая схема регенерации отработанного катионита растворами технической серной кислоты кубинского производства, сводящаяся к следующим этапам.

1. Рыхление катионитового слоя и отмывка его от пылевидной фракции обратным током воды.

2. Регенерация катионита двумя эквивалентами (на один эквивалент полной обменной емкости смолы). Для этих целей используется часть регенерата от предыдущей регенерации. Первый эквивалент пропускается в виде 0,4 н. раствора, второй — 1,0 н. серной кислоты. Регенерат сбрасывается.

3. Регенерация катионита двумя эквивалентами свежеприготовленного 1 н. раствора серной кислоты. Регенерат собирается для использования при очередной регенерации.

4. Отмывка катионита от кислоты конденсатом. Промывные воды используются для разбавления первой половины регенерата, полученного на третьем этапе.

По приведенной схеме сооружена полупромышленная регенерационная установка на одном из тростниковосахарных заводов. Опыт ее эксплуатации в течение двух сафр подтвердил возможность успешной реализации разработанной схемы с применением технической серной кислоты. Достигаемая при этом степень регенерации катионита составляет 73—77 проц., что является вполне экономичным и допустимым в процессе нейтрализации тростникового сока, дефекованного магнезитом.

О. Н. МЯГКОЙ, П. ЗАЯЦ, Л. И. ИВАНОВА

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ТРОСТНИКОВОСАХАРНОГО СОКА Н-КАТИОНИТАМИ

В республике Куба в настоящее время осуществляется внедрение в промышленную практику новой технологии очистки тростникового сока с использованием местного кальцинированного магнезита вместо извести. Высокие значения рН (9,2—9,5) дефекованного магнезитом сока затрудняют дальнейшую переработку последнего (нарастание цветности), что вынуждает прибегнуть к его нейтрализации до рН равно 6,8—7,2.

Использование для этих целей минеральных кислот неприемлемо в условиях Кубы по целому ряду причин. Наиболее подходящим нейтрализующим агентом оказались Н-катионитовые смолы.

Нами исследован ряд катионитов различных типов и марок. Установлено, что по кинетическим характеристикам, нейтрализующей способности и термохимической стойкости наилучшими являются полимеризационные сульфокатиониты типа КУ-2 и ДАУЭКС-50.

Разработана технологическая схема нейтрализации дефекованного сока взвешенным слоем набухшего Н-сульфокатионита. Показано изменение цветности сока в процессе нейтрализации. Определена зависимость удельного расхода катионита от дефекующей дозы магнезита и содержания сухих веществ в соке. Изменение температуры сказывается лишь на кинетике процесса, но не влияет на удельный расход смолы. Последний не зависит и от способа введения магнезита в сок (сухая или мокрая дефекация). Для высолаживания одного объема отработанного катионита требуется полуторакратное количество конденсата.

На основе разработанной технологической схемы сооружена полупромышленная установка непрерывного действия на одном из тростниковосахарных заводов. Эксплуатация ее в течение двух сафр полностью подтвердила результаты лабораторных экспериментов и возможность успешного применения Н-катионитов в рассматриваемом процессе. Использование катионитов КУ-2 и ДАУЭКС-50 в течение 100 рабочих циклов не привело к существенным изменениям их физико-химических и механических характеристик.

Отмечена сорбция катионитами цветных веществ из сока, которые практически не извлекаются при кислотной регенерации смолы и накапливаются в ней от цикла к циклу, не оказывая, однако, заметного влияния на нейтрализующую способность катионитов. Обработка последних щелочами и окислителями приводит к частичной сорбции цветных веществ.

К. М. САЛДАДЗЕ, Т. В. КАТОРОВА, Э. М. БАЛАВАДЗЕ

СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА-ПЕСКА ИЗ СВЕКЛЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОНИТОВ И ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА

По существующему способу производства сахара-песка из свеклы 2 и более процента сахара к весу свеклы теряется в мелассе.

Из-за ряда недостатков ионообменная очистка полупродуктов сахарного производства, позволяющая значительно уменьшить потери сахара в мелассе или исключить их вовсе, широкого внедрения не получила. Предложения использовать для тех же целей электродиализ различных полупродуктов сахарного производства также практически не могут быть осуществлены, так как при достаточно полной деминерализации сахарных растворов электродиализом не удастся полностью удалить органические вещества, т. е. происходит частичная очистка.

Авторы разработали (авторское свидетельство № 218751, 1968) способ производства сахара-песка из свеклы с применением ионитов и электродиализа, так как только совокупность двух процессов — ионирования и электродиализа с ионитовыми мембранами — обеспечивает одновременное улучшение качества сахара-песка и значительное увеличение его выхода.

Сущность нашего способа и его отличие от всех известных способов заключается в том, что электродиализной очистке подвергается зеленая патока, полученная в результате переработки продуктов, предварительно прошедших обработку ионообменными смолами (сок II сатурации умягчают катионитом в натрий-форме для удаления ионов кальция и магния, которые дают осадки гидроокисей в насыщаемых ка-

мерах электродиализаторов; сироп перед увариванием проходит через анионит в хлор-форме для осветления и замены некоторых органических анионов на ионы хлора, легко удаляемые электродиализом).

Зеленая патока обрабатывается анионитом в хлор-форме до электродиализа и в ОН-форме — после него. Очищенная таким образом зеленая патока близка по доброкачественности к сиропу и вместе с ним уваривается в утфель.

На Каменец-Подольском сахарном заводе СССР построена опытно-промышленная установка производительностью 1000 ц свеклы в сутки для проверки указанного способа.

Испытания установки в сезонах сахароварения 1965—1968 гг. показали следующее:

1) процессы ионирования и электродиализа проводятся при температуре и рН, принятых в настоящее время в свеклосахарном производстве;

2) значительно увеличивается выход товарного сахара-песка (примерно на 1,1 проц. к весу свеклы);

3) сахар-песок получается по однопродуктовой схеме;

4) исключается отход производства — меласса, так как выводимая из верстата завода патока (примерно 1,1 проц. к весу свеклы в пересчете на условную) по органолептическим определениям пищевого достоинства;

5) для регенерации ионообменных смол использован наиболее дешевый реактив — поваренная соль.

С. Г. КАРА-МУРЗА, М. Д. ЗАХАРОВА, В. ДЕ ЛЯ УС

ИЗУЧЕНИЕ ДЕСТРУКЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

При нагревании восстанавливающих сахаров в щелочной среде (0,1 М раствора в 0, 1 М растворе едкого натрия) образуются окрашенные продукты. Изучена кинетика их образования и найдено, что оптическая плотность раствора при 270 мкм после достижения максимума остается постоянной. По времени это совпадает с полным разрушением глюкозы.

Поглощение видимой области после этого продолжает равномерно увеличиваться. При помощи метода гель-фильтрации показано, что при разрушении глюкозы реакция имеет ступенчатый характер — образуется окрашенный продукт с

несколько большим молекулярным весом, чем глюкоза, который в ходе реакции трансформируется в окрашенный полимер с молекулярным весом до 500. С помощью гель-фильтрации изучен ход этого процесса во времени.

С. Г. КАРА-МУРЗА, М. Д. ЗАХАРОВА,
М. ДЕ ЛОС АНХЕЛЕС МАРТИНЕС

ИЗУЧЕНИЕ ОКРАШЕННЫХ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Изучены некоторые свойства окрашенных полимерных продуктов разрушения глюкозы в щелочи. Показано, что они обладают кислотными свойствами и могут быть разделены при помощи ионообменной хроматографии, причем различные по молекулярному весу компоненты обладают различной кислотностью. Исследовано изменение оптических свойств окрашенных соединений при переходе рН в кислую область и их поведение при гель-фильтрации в различных средах. Окрашенные соединения обладают сильной комплексообразующей способностью с ионами железа, приводящей к изменению оптических свойств раствора.

Е. К. СИДОРОВА

ОЧИСТКА ГИДРОЛИЗАТОВ ГЛЮКОЗЫ ИОНООБМЕННЫМИ СМОЛАМИ

Рост объема выпуска крахмалопродуктов, в том числе продуктов гидролиза крахмала — патоки и глюкозы, требует совершенствования технологии производства. За рубежом для очистки глюкозных сиропов применяют бентонитовые глины, костяной или активированный уголь, ионообменные смолы. Наиболее эффективно использование для этих целей ионообменных смол, так как оно позволяет наряду с повышением качества и увеличением выхода глюкозы сократить длительность технологического процесса, автоматизировать его. Ионообменные смолы в большинстве случаев применяют в сочетании с активированным углем.

Во ВНИИ крахмалопродуктов исследованы смолы оте-

отечественного производства для очистки гидролизатов крахмала. Проверено около 40 марок катионообменных и анионообменных смол, выпускаемых отечественной промышленностью и приготовленных НИИ пластических масс. Лучшие результаты получены при очистке глюкозных сиропов катионитами КУ-1 или КУ-2 в сочетании с анионитом ЭДЭ-10П динамическим способом с удельной нагрузкой $2-1 \text{ ч}^{-1}$. Регенерацию смол вели: катионита — 1 н. раствором соляной кислоты, анионита — 2 процентным едким натром. Производственные испытания проводили на паточно-глюкозном заводе Верхнеднепровского комбината на типовой установке для деминерализации воды. Для очистки сиропов использовали катионит КУ-2 и анионит ЭДЭ-10П. Эффект обесцвечивания составил 99—89 проц.; удаление зольных примесей — 90,0 проц., азотистых веществ — в среднем 70 проц; доброкачественность сиропов увеличилась в среднем на 2 единицы.

Образцы глюкозы, полученной из очищенных смолами сиропов, отвечают требованиям ГОСТ на глюкозу кристаллическую гидратную. Показатель удельного вращения растворов глюкозы соответствует нормам фармакопеи. В процессе работы смол проверяли их гранулометрический состав. Ситовой анализ показал, что происходит разрушение анионита ЭДЭ-10П.

На основании результатов проведенных работ предложена принципиальная технологическая схема производства глюкозы с использованием ионитной очистки. Первая очистка жидкого глюкозного сиропа проводится активированным углем марки Б; отфильтрованный от угля сироп очищается по двухступенчатой схеме катионит—анионит—катионит—анионит. Чистый сироп направляется на уваривание и кристаллизацию. Линия второго продукта включает гидролиз оттока первого прошедшего катионирование.

Экономический эффект от внедрения ионообменной очистки для завода производительностью 25 т глюкозы в сутки составляет 26 тыс. руб. в год.

В. П. МЕЛЕШКО, В. Б. ВОЙТОВИЧ, К. С. БОГАТЫРЕВ,
Т. Г. СУСЛИНА, Л. А. РЯЗАНЦЕВА

ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАСТВОРОВ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ

Полученная путем сбраживания мелассы лимонная кислота, загрязненная минеральными примесями, образует с катионами производственных растворов как простые, так и комплексные соли, которые обуславливают цветность растворов.

Существующий на заводах химический метод очистки растворов лимонной кислоты достаточно трудоемок, сопровождается большими потерями и не позволяет получить конечный продукт более высокого и стабильного качества.

Полностью удалить примеси, загрязняющие растворы лимонной кислоты, полученные после разложения цитрата кальция, возможно при использовании катионо- и анионо-обменных смол.

В отечественной и зарубежной литературе этому вопросу посвящено очень мало исследований, в результате и до сих пор не создана рациональная ионообменная технология очистки растворов лимонной кислоты. Разработка эффективного и рационального способа очистки производственных растворов лимонной кислоты с помощью ионообменных смол являлась целью наших исследований.

В лабораторных условиях изучен состав минеральных примесей разложенных растворов и проведены испытания различных марок ионитовых смол по их сорбционной способности в растворах лимонной кислоты. Наилучшими оказались катионит КУ-2 и анионит АВ-16 гс.

Исследованы состав, свойства и поведение цитратных комплексов железа на катионите, а также закономерности сорбции ионов минеральных примесей в слое сорбента. Выбраны оптимальные режимы работы ионитовых фильтров и их регенерации.

На основе проведенных исследований разработаны технология очистки производственных растворов лимонной кислоты и проект полупромышленной ионообменной установки производительностью 4,8 м³/сутки с самостоятельной выпарной и кристаллизационной линией для получения готового продукта.

В 1966 г. установка была пущена в опытную эксплуатацию с целью проверки разработанной технологии в производственных условиях. В течение 1966—1968 гг. были завершены полупромышленные испытания, которые подтвердили целесообразность и эффективность ионообменного способа очистки растворов лимонной кислоты. Была получена кристаллическая лимонная кислота лучшего качества, чем это предусматривается ГОСТ 908—41 на пищевую лимонную кислоту. Результаты полупромышленных испытаний позволили провести расчет продуктового баланса, циклограммы, оборудования, экономической эффективности метода и разработать техническую документацию и рабочий проект технологической части промышленной ионообменной установки.

Внедрение метода в производство позволит исключить ряд производственных операций, сократить расход вспомогательных материалов, значительно повысить и стабилизировать качество готовой продукции и снизить потери лимонной кислоты на 1,5—2 проц. Годовой экономический эффект от внедрения метода на заводе производительностью 3000 т/год составит 60—65 тысяч рублей.

ТОКСИКО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРБЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В САХАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В. А. ПОКРОВСКИЙ, В. А. МАКРИНОВ, Е. В. ЩУКИНА

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ионообменные смолы находят все более широкое применение в пищевой промышленности, в частности при производстве сахара. Давая значительную экономическую выгоду, их внедрение может быть связано с определенными вредными последствиями для здоровья населения.

При гигиенической оценке ионитов следует принимать во внимание возможность воздействия на организм как комплекса всегда содержащихся в них низкомолекулярных продуктов, так и макромолекул самого полимера. Вместе с тем токсичность ионообменных смол может измениться благодаря примесям, содержащимся в исходных мономерам, и за счет веществ, образующихся в процессе эксплуатационной деструкции. Преобладающее большинство этих веществ в состоянии при соответствующих условиях переходить в контактирующие среды.

Подробная химическая характеристика структуры, состава и свойств изучаемого полимера дает возможность предвидеть основные особенности биологического действия. В некоторых же случаях это позволяет прийти к заключению о недопустимости их использования в пищевой промышленности, что относится ко всем ионитным смолам, в которых содержатся ингредиенты, обладающие канцерогенным и мута-

В основу гигиенической оценки ионитных смол должны быть положены соответствующие данные подострого и хронического токсикологического эксперимента. Определение верхних параметров токсичности обычно не проводится, так как смертельные дозы для многих полимеров практически недостижимы.

Незначительное содержание вредных веществ в составе ионитных смол позволяет говорить о воздействии на организм токсических факторов малой интенсивности, обуславливающих развитие в организме неспецифических патологических нарушений. Это требует использования при проведении эксперимента наиболее чувствительных методов лабораторного исследования, прежде всего путем широкого проведения биохимических анализов, определяющих изменения в биосинтезе тканевых белков и активности ферментов.

Основными объектами для токсикологического испытания должны являться водные экстракты из товарного, отмытого и работавшего полимеров. Вместе с тем необходимо давать оценку токсичности готового пищевого продукта. В отдельных случаях возникает потребность проведения соответствующих исследований и для промежуточных полупродуктов, если они могут использоваться для пищевых целей.

Заключение о допустимости применения в сахарной промышленности той или иной ионообменной смолы должно основываться на результатах химических и токсикологических исследований. При этом необходимо установить остаточные концентрации мигрирующих из полимера токсических веществ в составе готовых пищевых продуктов (сахар, патока). Однако, решающее значение имеют результаты химического и токсикологического эксперимента, доказывающие безопасность длительного их употребления в пищу.

Одним из важнейших гигиенических условий, определяющих возможность применения ионитных смол в сахарной и других видах пищевой промышленности, является стандартизация химического состава полимеров.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Наиболее характерной чертой современного развития учения об ионитах и возможности их применения в пищевой промышленности является создание нового направления в исследовании этих веществ — токсикологии полимеров.

В настоящее время не вызывает сомнения факт, что иониты, как правило, содержат в своем составе исходные для их синтеза вещества (стирол и дивинилбензол, эпихлоргидрин и полиэтилен-полиамины и др.), а также продукты деградации, которые могут переходить в обрабатываемые жидкие фазы (растворы) и сообщать им токсические свойства. Поэтому на современном этапе главным требованием, предъявляемым к качеству смол, используемых в пищевой промышленности, несомненно, является их безвредность.

Исследования и опыт убеждают в том, что «очищенные» от посторонних примесей сорбенты в значительной мере теряют свои вредные свойства и некоторые из них могут быть рекомендованы для использования в пищевой промышленности (например, катионит КУ-2).

Вместе с тем так называемые «очищенные» иониты нередко продолжают выделять в растворы токсические компоненты, что, естественно, требует дополнительных мероприятий. Например, для удаления микродоз этих веществ из жидких сред может быть рекомендована фильтрация через березовый активированный уголь.

Заслуживает пристального внимания и тщательной экспериментальной проверки способность ионитов подвергаться «старению» в процессе эксплуатации и приобретать не только токсические, но и, по-видимому, бластомогенные свойства (О. Г. Архипова). Так, установлено, что анионит ЭДЭ-10П, стареющий в процессе эксплуатации в течение 3—5 лет, отличается не только низкими физико-химическими свойствами (изменение цвета и гранулометрического состава), но и оказывает отчетливо выраженное вредное действие на животных.

Возможное содержание в ионитах канцерогенных веществ также должно привлечь внимание исследователей.

Известно, что процессы термической переработки некоторых ископаемых (угля, нефти, сланцев) сопровождаются образованием канцерогенных веществ (3,4-бензпирена). Вместе с тем продукты переработки этих веществ (фенол, бензол и др.) используются для синтеза ряда ионитов. Более того, отдельные сорбенты синтезируются на основе кокса сланцевой смолы (катионит КУ-11).

Предварительными спектрофотометрическими исследованиями не установлено присутствие канцерогенных веществ (3,4-бензпирена) ни в ионитах (КУ-2, ЭДЭ-10П, АВ-17 и АН-31), ни в растворах, обработанных этими сорбентами.

Методологические вопросы токсикологии ионитов, используемых в пищевой промышленности, также нуждаются в корреляции. По-видимому, для унификации исследований в этом направлении необходимо разработать единую оптимальную методическую схему, включающую наряду с простыми предварительными тестами (например, экспресс-методы) приемы, позволяющие в хронических экспериментах регистрировать тончайшие изменения, наступающие в системах и тканях организма.

Предлагаемая методическая схема также должна включать тесты, позволяющие квалифицированно ответить на вопрос о возможном бластомогенном действии полимера.

Е. В. ЩУКИНА, М. П. ШАМИНА, С. И. ПОПОВА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ИМПОРТНЫХ ИОНИТОВ

Нами исследовались иониты марок: амберлиты IRC-50 и IRA-411 производства США, зеролиты FF-IP, M-IP, N-IP и 226 производства Англии и вофатиты KPS, EZ, ESEA-60 производства ГДР. Для сравнения изучались отечественные иониты АВ-16 гс, АВ-17 г, АВ-17-8 гс и КУ-2.

В водных вытяжках из ионитов определялись перманганатная и бихроматная окисляемость, бромное число и мономеры: стирол и дивинилбензол. Кроме того, проведено изучение органолептических свойств экстрактов из ионитов, их влияние на процессы биохимического потребления кислорода, действие на простейшие водные организмы и изолированное сердце лягушки.

Исследовались вытяжки из товарных и отмытых (кислото-щелочными растворами) ионитов.

Результаты определения перманганатной и бихроматной окисляемости показывают, что все иониты исследуемых образцов выделяют в контактирующую среду органические вещества, причем, с увеличением времени контакта их количество увеличивается. Наименьшая величина окисляемости отмечается у ионитов марок зеролит-226 и FG-IP, а также у анионитов АВ-17г, АВ-17-8гс.

При отмывке количество органических веществ, выделяемых в экстракты, уменьшается.

Бромное число, характеризующее количество непредельных соединений в экстрактах, для большинства смол находится на уровне 3—10 мг брома в 1 л, и только у анионита АВ-17гс оно равно 1,57 мг брома в 1 л.

Определение дивинилбензола в экстрактах спектрофотометрическим методом показало отсутствие его в пределах чувствительности метода; стирол обнаружен в экстрактах из товарных вофатита ES и анионита АВ-17-8гс.

Органолептические свойства экстрактов из отмытых смол характеризуются в 4—5 раз большей интенсивностью, чем органолептические свойства экстрактов из товарных ионитов. Очевидно, отмывка способствует выделению из смол качественно иных органических веществ, органолептически очень активных.

Процесс биохимического потребления кислорода в результате действия экстрактов из ионитов зеролит M-IP и КУ-2 резко угнетается. Экстракты из остальных ионитов или не оказывают выраженного действия (вофатиты всех марок, амберлиты, зеролит F F-IP), или стимулируют его (АВ-17г, АВ-17-8гс).

По действию на простейших наибольшей агрессивностью отличаются экстракты из АВ-16г, зеролитов M-IP, N-IP и КУ-2, на изолированное сердце лягушки — экстракты из товарных зеролитов M-IP, F F-IP, N-IP и амберлита IRA-411. Экстракты из отмытых смол заметного действия не оказывают (кроме зеролита M-IP).

Проведенные исследования позволяют считать, что иониты исследуемых марок содержат значительные количества растворимых примесей, выделяющихся в контактирующие со смолами растворы.

Т. А. КЛОЧКОВА, Т. А. ЛОВЧИНОВСКАЯ,
И. В. КРАМАРЕНКО, В. Ф. БОЛотова

К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ АНИОНИТА АВ-16 г ПРИ ОБЕСЦВЕЧИВАНИИ РАФИНАДНЫХ СИРОПОВ

Цель исследований: качественное и количественное определение токсических примесей, выделяющихся из анионита АВ-16 г в процессе обесцвечивания рафинадных сиропов.

Объектами исследований являлся анионит, некоторые контактирующие с ним растворы и конечные продукты — рафинад и рафинадная меласса.

Ряд интегральных методов — бихроматная окисляемость, бромное число, интерферометрический анализ — показал, что в экстрактах из анионита АВ-16 г присутствует большое количество органических примесей, причем в вытяжках из работавшей смолы их в несколько раз больше, чем из товарной. Следовательно, анионит подвергается деструкции, продукты которой попадают в контактирующие растворы.

Среди продуктов деструкции обнаружены пиридин, полиэтиленполиамины.

Пиридин найден в конденсате с рафинадных аппаратов и сиропах, прошедших ионитовый реактор (качественно). При больших догрузках анионита пиридин обнаруживается в рафинаде в количестве, близком к предельно допустимой концентрации — 0,2 мг/л, в других случаях пиридина нет.

Полиэтиленполиамины в небольших количествах (1—2 мг/л) обнаружены в заводских конденсатах и в щелочных промоях после регенерации. Основные количества органических загрязнений накапливаются в рафинадной мелассе. В частности, там найдено 250—350 мг/л полиэтиленполиаминов.

В рафинаде полиэтиленполиамины в пределах чувствительности метода бумажной хроматографии, равной 0,0000005 г вещества, не открыты.

Е. В. ЩУКИНА, Н. Н. ТУРБИНА, А. Б. МИРОШНИЧЕНКО,
С. М. СУЛЕЙМАНОВ, А. В. ЯРОВЕНКО

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНИОНИТА АВ-16 гс

Для окончательного решения вопроса о возможности использования анионита АВ-16гс в сахарной промышленности проведены токсикологические исследования водных вытяжек из товарной и работавшей смолы, в том числе органолептические, ориентировочные опыты на изолированных органах и простейших водных организмах, изучение влияния их на биологическое потребление кислорода (БПК), подострые опыты на крысах и длительные хронические опыты на кроликах и мышах.

Органолептические исследования важны для нас как показатель общего количества органических примесей, переходящих в контактирующие со смолой растворы.

Установлено, что интенсивность вкусовых и запаховых ощущений водных вытяжек из работавшего анионита в 3—4 раза больше, чем из товарного.

Изучение влияния вытяжек на простейшие водные организмы (туфельки, стилонихии, кольпидии) показало, что наибольшей агрессивностью по отношению к простейшим отличаются вытяжки из товарного анионита. Вытяжки из работавшей смолы были менее токсичны.

Опыты с изолированным сердцем лягушки подтвердили факт выделения в контактирующие со смолой растворы целого комплекса органических примесей, обладающих отрицательным физиологическим действием.

По результатам определения БПК можно утверждать, что содержащиеся в экстрактах органические примеси вызывают угнетающее действие на процесс биохимического потребления кислорода.

Результаты подострого опыта на крысах длительностью 65 дней показали, что имеют место значительные изменения со стороны внутренних органов, в частности печени, почек и селезенки.

Хронические опыты на кроликах длительностью 6—7 месяцев показали, что у животных отмечались некоторые изменения в соотношении между отдельными видами форменных элементов белой крови и со стороны лейкобластического ро-

стка костного мозга, а также незначительное напряжение протеиногенной функции печени, что выражалось в увеличении динамики отдельных фракций белков сыворотки. Имели место небольшие изменения относительного веса внутренних органов и их гистологической картины.

Специальная серия опытов была посвящена изучению условно-рефлекторной деятельности белых мышей в условиях хронической затравки. Результаты опытов позволяют говорить о некотором нарушении корковых процессов у животных под влиянием исследуемых веществ.

Е. В. ЩУКИНА, Т. А. КЛОЧКОВА, С. М. СУЛЕЙМАНОВ,
Н. Н. ТУРБИНА, Л. М. БУРАВЛЕВА, К. Т. ЛЁГКАЯ

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАФИНАДНОЙ МЕЛАССЫ

Известно, что анионит АВ-16гс в условиях рафинадного производства обладает недостаточной химической стойкостью и выделяет в контактирующие растворы значительное количество органических веществ, в том числе мономеров: пиридина и ПЭПА.

Значительные количества пиридина улетучиваются с парами воды при уваривании сахарных сиропов, поэтому присутствие его в патоке едва ли возможно.

ПЭПА, попадающие в сахарный сироп, в основной массе остаются в межкристальном оттеке. Учитывая тот факт, что оттеки проходят ионитные реакторы 3—4 раза, можно ожидать накопления ПЭПА в ионитной мелассе.

Была разработана химическая методика определения ПЭПА в рафинадной мелассе, основанная на том, что они дают с натровой солью эозина окрашенные соединения.

По отработанной методике найдено содержание ПЭПА в мелассе Краснопресненского завода с января по июль сезона 1966/67 г (250 мг/л) и с сентября по июнь сезона 1967/68 г. 350 мг/л).

Исследование токсических свойств рафинадной мелассы проводилось в подострых опытах на крысах и хронических опытах на кроликах.

Крысам ионитная патока вводилась через зонд или спа-

ивалась вместо воды в течение 30—60 дней. Обнаружено, что введение ионитной мелассы в организм вызывает резкое падение количества эритроцитов и процента гемоглобина, снижение количества лейкоцитов и изменение активности ферментов. При этом действие на красную кровь и активность холинэстеразы обнаруживается уже через 7 дней от начала затравки.

При длительном спаивании ионитной мелассы кроликам у них отмечалась тенденция к снижению количества эритроцитов и процента гемоглобина, нарушению костномозгового кроветворения, изменению активности холинэстеразы и увеличению относительного веса селезенки, надпочечников и сердца.

Данные санитарно-химического анализа и результаты токсикологических исследований позволяют считать, что использование ионитной мелассы в хлебопекарной промышленности нежелательно.

Е. В. ШТАННИКОВ, А. И. ХРУЛЬКОВ

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ИОНИТОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ

Исследование токсичности сорбентов — длительный процесс, требующий наряду с использованием сравнительно простых тестов применения сложных методических приемов в хронических экспериментах на животных. Как правило, для квалифицированного заключения о качестве сорбента и возможности его применения требуется весьма длительное время, нередко годы. Поэтому особую актуальность приобретают изыскание и апробация биологических тестов, позволяющих в короткие сроки составить предварительное суждение о токсичности ионита и необходимости дальнейшего его изучения.

Ориентировочным тестом для исследования смол, к качеству которых предъявляются особенно высокие требования, может быть рекомендовано использование изолированного сердца лягушки, перфузируемое вытяжками, полученными от полимеров. Этот прием позволяет получать не только предварительные данные о степени токсичности смолы, но и главным образом прогнозировать необходимость его дальнейше-

го изучения, а следовательно, и перспективы применения в пищевой промышленности.

С помощью указанного теста были изучены катиониты КУ-2, КУ-23, КУ-6г, КУ-1г, КУ-41, а также аниониты АВ-17, АВ-21, ЭДЭ-10П, АН-31 и АН-261.

Исследования убеждают в том, что товарные образцы сорбентов содержат в своем составе посторонние примеси, в той или иной степени угнетающие деятельность этого органа. В действии токсических компонентов наблюдаются известные закономерности, наиболее характерными из которых являются отрицательное хронотропное и инотропное влияние. Например, экстракты всех изученных полимером уменьшали частоту сокращений сердца на 15—20 проц., а также снижали амплитуду сокращений на 60—70 проц. по сравнению с контролем ($p < 0,05$).

Под действием вредных веществ из неотмытых смол значительно снижается также общая продолжительность работы этого органа, особенно отчетливо выраженная у сорбентов АВ-21, АВ-17, КУ-41 и др. Так, если в контроле длительность работы сердца составляла минуты (372 ± 19), то под действием веществ из этих смол — секунды (30 ± 13).

После отмывки смол содержание примесей в вытяжках уменьшается, что существенно сказывается и на работе сердца: параметры указанных показателей его деятельности приближаются по величине к контролю, а для некоторых полимеров, отличающихся особенно высоким качеством (например, катионит КУ-2), полностью с ним совпадают.

Под действием экстрактов от «очищенных» сорбентов наблюдается увеличение продолжительности деятельности сердца, а также уменьшение периода последействия, что также свидетельствует об отсутствии значительной токсичности у изученных ионитов.

Для окончательного суждения о качестве ионита и возможности его применения в пищевой промышленности ориентировочные данные, полученные с помощью рекомендуемого метода, целесообразно дополнить специальными исследованиями, выполненными на животных.

Л. Н. ЯКУШКИНА, Т. А. КЛОЧКОВА, Е. В. ЩУКИНА,
С. М. СУЛЕЙМАНОВ, А. В. ЯРОВЕНКО

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ К ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ИОНИТОВ ЭДЭ-10П и КБ-4П2

Применение ионообменных смол в пищевой промышленности связано с опасностью попадания продуктов деструкции ионитов (мономеров) в обработанные растворы.

Как правило, эти мономеры обладают высокой токсичностью. Поэтому во всех случаях, а в пищевой промышленности особенно, когда имеется опасность неблагоприятного действия на организм продуктов, очищенных ионитами, важно знать их токсикологическую характеристику.

К сожалению, имеющиеся в литературе данные по изучению токсичности смол относятся в основном к оценке воды, спресненной отечественными смолами, и совершенно отсутствует токсикологическая оценка смол, используемых в крахмало-паточном и сахарном производствах.

Исследования по токсико-гигиенической оценке ионитов ЭДЭ-10П и КБ-4П2 проводились в следующих направлениях: во-первых, изучался качественный и количественный состав токсических веществ, перешедших из смол ЭДЭ-10П и КБ-4П2 в водные экстракты, промежуточные и конечные продукты крахмало-паточного производства: во-вторых, проводилась токсикологическая оценка водных экстрактов из товарного анионита ЭДЭ-10П, товарного и работавшего катионита КБ-4П2 и ионитной карамельной патоки.

Результаты проведенных исследований позволили сделать следующие выводы:

1. Определение органических веществ, выделившихся в раствор из смол КБ-4П2 и ЭДЭ-10П, интегральными методами (интерферометрический анализ, перманганатная и бихроматная окисляемость, бромное число) показало, что количество их значительно увеличивается в зависимости от времени контакта воды со смолой и температурой экстрагирования.

2. Экстракт из товарной смолы ЭДЭ-10П содержит в 6—7 раз больше органических соединений, чем экстракт из работавшего анионита. Для катионита КБ-4П2 получается обратная закономерность.

3. Анализ водных экстрактов из смолы КБ-4П2 на содер-

жание дивинилбензола спектральным методом показал отсутствие его в пределах чувствительности метода. Содержание метилметакрилата в экстрактах из товарного катионита колеблется в пределах от 1 до 5 мг/л в зависимости от времени контактирования воды со смолой, из работавшего катионита — от 2 до 17 мг/л. Следовательно, в процессе эксплуатации смолы при 60 градусов С происходит ее деструкция.

Анализ ионитной патоки на содержание мономеров показал, что в процессе ионитной очистки в сироп переходят следующие органические вещества: метилметакрилат — 10—15 мг/л, полиэтиленполиамины — 4—5 мг/л.

Длительное спаивание кроликам ионитной карамельной патоки показало, что за 7 месяцев затравки у животных развивались определенные патологические изменения со стороны внутренних органов.

СОДЕРЖАНИЕ

Теория сорбции ионитами и другими сорбентами минеральных ионов и цветных веществ из сахарозных растворов	
В. П. Мелешко, М. В. Рожковач. Влияние концентрации сахарозы на кинетику ионного обмена и набухания сульфокатионита КУ-2Х8	3
Ю. Д. Головняк. Некоторые вопросы применения грабулированных активных углей и ионитов в сахарной промышленности	5
Г. А. Чикин, В. П. Мелешко. Сорбция цветных веществ анионсменными смолами.	5
В. П. Мелешко, И. П. Шамрицкая, Г. А. Чикин, В. Ф. Селеменев, Т. А. Завьялова. О теоретическом обосновании сорбционных процессов при очистке сахарозных сиропов ионитами.	6
А. П. Сапронов. Влияние некоторых факторов на сорбцию цветных веществ.	7
В. А. Углянская, А. Я. Шаталов. Применение метода инфракрасной спектроскопии для изучения анионита АВ-16.	
В. П. Мелешко, И. П. Шамрицкая, Н. М. Ивочкина, В. Ф. Селеменев, А. И. Горлова. Некоторые особенности сорбции кальция на смоле КУ-2 из водно-сахарозных растворов.	10
И. Л. Зданович. Рациональные условия применения в сахаро-рафинадном производстве активных гранулированных углей	11
О. Н. Мягкой. Изменение физико-химических свойств катионита КУ-2 в процессе нейтрализации тростникового сока.	13
Синтез сорбентов и технология их использования в производстве сахара	
В. П. Мелешко, С. З. Иванов, Г. А. Чикин. Основные вопросы совершенствования ионитной технологии в сахаро-рафинадном производстве.	15
В. А. Ильин, И. В. Самборский, М. С. Шульман. Синтез гель-сорбентов для применения в пищевой промышленности.	16
С. З. Иванов, Т. И. Берестнева, В. А. Лосева, М. М. Митькова, Л. А. Резникова, В. И. Тягунова, С. Н. Шкатова. Термостойчивость продуктов рафинадного производства, обработанных ионитами	18
Ф. П. Алексеенко, М. Б. Ярмолинский, И. Л. Зданович, Г. А. Чикин, М. Б. Стародубцева, В. И. Сигова. Исследования по применению комбинированной схемы обесцвечивания сиропов сахаро-рафинадного производства.	20
В. А. Вакуленко, И. В. Самборский, Е. И. Касьяненко. Удаление цветных веществ с помощью ионитов.	21
С. З. Иванов, В. А. Лосева, З. А. Милькова. Использование закономерностей кинетики реакции автоинверсии сахарозы для характеристики термоустойчивости и буферности сахарных растворов	23

С. А. Бренман. Исследования по применению различных адсорбентов для уменьшения количества продуктовых утфелей в сахаро-рафинадном производстве	24
А. П. Козявкин, Л. Д. Бобровник, К. Д. Жура. Очистка зеленой патоки электродиализом и поведение электродиализаторов в условиях свекло-сахарного производства.	25
Л. Е. Флейшман, Р. У. Мищук, В. Н. Еременко. Опыт применения ионитов для увеличения выхода сахара и получения глутаминовой кислоты.	26
Я. О. Кравец. Противоточный адсорбер для обесцвечивания продуктов сахарного производства активными гранулированными углями.	27
Г. А. Бедюх, Н. И. Исаев, Л. Д. Малышева, З. Д. Лаврова. О поведении сахарных растворов при электродиализной очистке.	29
В. А. Каширский, Г. А. Чикин, В. А. Лосева, С. З. Иванов, И. И. Первушина, М. М. Митькова, В. И. Тягунова. Применение ионитов для обработки продуктов свекло-сахарного производства.	30
В. Н. Разбаев, И. В. Самборский, Е. П. Кузнецова. Синтез сорбента для очистки пищевого мелассного спирта свекловичного производства.	31
А. С. Тевлина, Г. С. Колесников, С. Е. Васюков. Гомогенные анионитовые мембраны на основе привитых фторсодержащих сополимеров.	32
Т. Д. Алексеенко, И. К. Маршаков, С. М. Алейкина, Э. М. Гурова. Коррозия малоуглеродистой стали в растворах сахарных сиропов.	33
Г. А. Чикин, В. П. Мелешко, И. Я. Позднова, М. Б. Стародубцева, Л. М. Буравлева, В. И. Тягунова. Регенерация обесцвечивающих анионитов.	35
О. Н. Мягкой, Л. И. Иванова, П. Заяц. Применение серной кислоты для регенерации сульфокатионитовых смол, отработанных при нейтрализации тростниковосахарного сока	35
О. Н. Мягкой, П. Заяц, Л. И. Иванова. Нейтрализация тростниковосахарного сока Н-катионитами.	37
К. М. Салдадзе, Т. В. Каторова, Э. М. Балавадзе. Способ производства сахара-песка из свеклы с применением ионитов и электродиализа.	38
С. Г. Кара-Мурза, М. Д. Захарова, В. де ля Ус. Изучение деструкции глюкозы в щелочной среде.	39
С. Г. Кара-Мурза, М. Д. Захарова, М. де лос Анхелес Мартинес. Изучение окрашенных продуктов деструкции глюкозы в щелочной среде.	40
Е. К. Сидорова. Очистка гидролизатов глюкозы ионообменными смолами.	40
В. П. Мелешко, В. Б. Войтович, К. С. Богатырев, Т. Г. Суслина, Л. А. Рязанцева. Очистка производственных растворов лимонной кислоты с помощью ионообменных смол	42

Токсико-гигиеническая оценка сорбентов, применяемых в сахарном производстве	
В. А. Покровский, В. А. Макринов, Е. В. Щукина. Гиги- енические аспекты применения ионообменных сорбентов в пищевой промышленности.	44
Е. В. Штанников. Токсикологические аспекты приме- нения ионообменных сорбентов в пищевой промышленности.	46
Е. В. Щукина, М. П. Шамина, С. И. Попова. Сравительная токсикологическая характеристика некоторых импортных ионитов.	47
Т. А. Клочкова, Т. А. Ловчиновская, И. В. Крамаренко, В. Ф. Болотова. К вопросу о химической стойкости анионита АВ-16 г при обесцвечивании рафинадных сиропов	49
Е. В. Щукина, Н. Н. Турбина, А. Б. Мирошниченко, С. М. Сулейманов, А. В. Яровенко. Токсикологическая оценка анио- нита АВ-16 гс.	50
Е. В. Щукина, Т. А. Клочкова, С. М. Сулейманов, Н. Н. Турбина, Л. М. Буравлева, К. Т. Лёгкая. Изучение токсических свойств рафинадной мелассы.	51
Е. В. Штанников, А. И. Хрульков. Изучение токсичности ионитов с помощью экспресс-методов.	52
Л. Н. Якушкина, Т. А. Клочкова, Е. В. Щукина, С. М. Су- лейманов, А. В. Яровенко. Предварительные данные к токсико- логической характеристике ионитов ЭДЭ-10П и КБ-4П2	54

ИОННЫЙ ОБМЕН И ХРОМАТОГРАФИЯ

Рефераты и краткие сообщения

Редактор издательства О. Д. Текутьева

Технический редактор Ю. А. Фосс

Корректоры А. Г. Лапотько, О. П. Шишова

ЛЕ 05085	Сдано в набор 1. XI 1968 г.
Подп. в печ.	30. XI 1968 г.
Печ. л. 3,75	Форм. бум. 60x84 1/16.
Заказ 4879	Уч.-изд. л. 3,6
	Тираж 550.
	Цена 36.

Издательство Воронежского университета
Воронеж, пл. Ленина, 10
Семилукская типография

Цена 36 коп.