

(19) C2 (11) 34473 (13) UA

(98) вул. Микільсько-Ботанична, буд. 27/29, кв. 48, м. Київ, 01032

(85) null

(74) Горська Ірина Анатоліївна, (UA)

(45) [2001-03-15]

(43) null

(24) 2001-03-15

(22) 1994-01-21

(12) null

(21) 95073529

(46) 2001-03-15

(86) 1994-01-21 PCT/FI94/00024

(30) 930321 1993-01-26 FI

(54) СПОСІБ ФРАКЦІОНУВАННЯ МЕЛЯСИ СПОСОБ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЛАССЫ METHOD FOR THE FRACTIONATION OF MOLASSES

(56)

(71)

(72) FI Хеіккіля Хеіккі FI Хейккіля Хейккі FI Heikkilae Heikki FI Хюеккію Геран FI Хюеккію Геран FI Нюекю Goe ran FI Кюісма Ярмо FI Кюісма Ярмо FI Kuisma Jarmo

(73) FI ДАНИСКО ФІНЛЕНД ОЙ FI ДАНИСКО ФІНЛЕНД ОЙ FI Danisco Finland Oy

Изобретение относится к способу фракционирования мелассы с помощью хроматографической системы с моделированным подвижным слоем.

Винахід стосується способу фракціонування меляси за допомогою хроматографічної системи з модельованим рухомим шаром.

The invention relates to a method for the fractionation of molasses using a chromatographic simulated moving bed system.

Настоящее изобретение относится к способу фракционирования мелассы с помощью хроматографической системы с моделированным подвижным слоем, в соответствии с которым в системе, включающей в себя по меньшей мере два хроматографических парциальных слоя насадочного материала, истечение жидкости осуществляют в единственном направлении. Фракционирование мелассы означает выделение фракций различных побочных продуктов растительного происхождения в производстве пищевых продуктов и бродильном производстве, в частности свеклосахарной мелассы и мелассы тростникового сахарного производства, мелассы перегонки, барды, кубовых остатков, из древесины, мелассы кукурузного экстракта, из пшеницы, ячменя и кукурузы (гидролизированный С-крахмал). В соответствии со способом настоящего изобретения продукт или продукты выделяют при осуществлении многостадийной технологической последовательности, включающей в себя нижеследующие фазы: фазу подачи сырой мелассы, фазу элюирования и фазу рециркуляции.

Жидкость, находящаяся в парциальных слоях насадочного материала с их профилем сухих твердых частиц возвращают в процесс в фазу рециркуляции в контуре, включающем в себя один, два или большее число парциальных слоев насадочного материала.

Эти фазы используют для создания технологических последовательностей, включающих в себя несколько технологических стадий. В соответствии с изобретением предпочтительная технологическая последовательность включает в себя от пяти до десяти стадий. Стадия включает в себя, например, фазу подачи исходной мелассы и/или подачи исходной элюантной жидкости и выделения продукта или продуктов или фазу элюирования с выделением продукта или продуктов, или фазу рециркуляции и фазу элюирования с выделением продукта или продуктов, или две или большее число фаз рециркуляции.

Технологические последовательности, которые включают в себя указанные стадии, повторяют от пяти до семи раз до достижения равновесия.

В предпочтительном варианте используют от трех до двенадцати, предпочтительнее от трех до шести хроматографических парциальных слоев насадочного материала. Контур может включать в себя один, два или большее число парциальных слоев насадочного материала. В качестве насадочного материала для колонны предпочтительнее применять сильнокислотную катионообменную смолу.

Система моделированного подвижного слоя была разработана и внедрена американской фирмой "ЮОП" ("Юнайтед ойл продактс") в начале 1960-х гг., первоначально для нефтехимического производства (описание к американскому патенту 2985589). Сейчас известно несколько способов с моделированным подвижным слоем для ряда различных областей применения (описания к американским патентам 3706812, 4157267, 4267054, 4293346, 4312678, 4313015, 4332623, 4359430, 4379751, 4402832, 4412866, 4461649, 4533398 и 5127957 и опубликованное описание к заявке на европейский патент 0279946).

Система моделированного подвижного слоя обладает разделительной способностью, которая во много раз выше, чем при осуществлении метода периодического процесса, и работает при пониженном разбавлении продуктов (расходе элюанта).

Процесс с моделированным подвижным слоем проводят либо непрерывно, либо в технологической последовательности.

В ходе проведения непрерывного процесса с моделированным подвижным слоем потоки всех материалов непрерывны. Материалами потоков служат: исходный раствор и элюантная жидкость, рециркулирующая жидкая смесь и выделяемые продукты (обычно только два). Расход этих потоков можно регулировать в соответствии с достигаемыми при разделении целями (выход, степень чистоты, производительность). Обычно в единственном контуре сочетают от 8 до 20 парциальных слоев насадочного материала. В соответствии с описанием к вышеуказанному американскому патенту 4402832 для возврата в процесс разбавленных фракций предусмотрены рециркуляционные фазы. Точки ввода сырья и выделения продукта циклически смещаются в нижнем направлении по ходу движения. В соответствии с подачей элюантной жидкости и исходного раствора (и в соответствии с выделением продуктов) и расходом потока через слой насадочного материала формируется профиль сухих твердых частиц. Компоненты с пониженной скоростью миграции в насадочном слое концентрируются в нижнем по ходу движения конце профиля сухих твердых частиц, а компоненты с более высокими скоростями миграции – соответственно в верхнем конце. Точки ввода исходного раствора и элюантной жидкости и точки выделения продукта или продуктов постепенно смещаются практически с той же скоростью, с которой в слое перемещается профиль сухих твердых частиц. Продукт или продукты выделяют в основном из верхнего и нижнего по ходу движения концов профиля сухих твердых частиц, исходный раствор вводят приблизительно в точке максимума профиля сухих твердых частиц, а элюантную жидкость – приблизительно в точке минимума профиля сухих твердых частиц. Вследствие непрерывного циклического истечения и поскольку только часть профиля сухих твердых частиц удаляют из слоя насадочного материала, часть выделенной фракции продукта возвращают в процесс.

Циклическое смещение точек ввода и выделения осуществляют с использованием впускных и выпускных клапанов, размещенных вдоль слоя насадочного материала в верхнем и нижнем по ходу движения концах каждого парциального слоя насадочного материала. Если желательно выделить фракции продукта высокой степени чистоты, следует прибегнуть к кратковременным фазам и множеству парциальных слоев насадочного материала (установка снабжена соответствующими клапанами и оборудованием для подачи и отвода).

В ходе проведения процесса с технологической последовательностью с моделированным подвижным слоем не все потоки материалов являются непрерывными. В ходе проведения процесса с технологической последовательностью с моделированным подвижным слоем материалами этих потоков служат: исходный раствор и элюантная жидкость, рециркулирующая жидкая смесь и выделяемые продукты (от двух

до четырех или большего числа продуктов, например бетаин в качестве третьей фракции при разделении свеклосахарной мелассы и моносахариды при сепарировании тростникового сахара). Расход потоков и объемы различных сырых материалов и фракций продуктов можно регулировать в соответствии с достигаемыми при разделении целями (выход, степень чистоты, производительность). Такой метод включает в себя три основных фазы: подачу сырья, элюирование и рециркуляцию. Во время фазы подачи сырья в заданные парциальные слои насадочного материала вводят исходный раствор и возможно также элюантную жидкость и одновременно выделяют две или даже три фракции продуктов. Во время фазы элюирования элюантную жидкость подают в заданный парциальный слой упаковочного материала, причем во время указанных фаз помимо остатка выделяют одну или даже две фракции продуктов. Во время фазы рециркуляции в парциальные слои насадочного материала не вводят ни исходный раствор, ни элюантную жидкость и не выделяют никаких продуктов.

В описании к заявке на патент Финляндии 882740 (описание к американскому патенту 5127957) предлагается способ выделения бетаина и сахарозы их свеклосахарной мелассы с использованием метода технологической последовательности с моделированным подвижным слоем, причем хроматографическая система включает в себя при этом по меньшей мере три хроматографических парциальных слоя насадочного материала, размещенных последовательно и приспособленных для истечения жидкостей в единственном направлении в парциальных слоях насадочного материала. При осуществлении такого способа бетаин и сахарозу выделяют в одной и той же технологической последовательности, включающей в себя:

- фазу ввода мелассы, в которой исходный раствор мелассы подают в один из упомянутых парциальных слоев насадочного материала и в которой элюантную воду практически одновременно вводят в другой парциальный слой упаковочного материала,

- фазу подачи элюантной воды и

- фазу рециркуляции,

причем эти фазы в такой технологической последовательности повторяют либо однажды, либо несколько раз.

Теперь разработан новый способ с последовательными моделированными подвижными слоями, который в особенности приемлем для фракционирования мелассы. Осуществление этого нового способа позволяет получать более чистый раствор сахарозы с улучшенными выходом и/или производительностью.

При осуществлении этого нового способа жидкий поток подают в единственном направлении в системе, которая включает в себя по меньшей мере два парциальных слоя насадочного материала, а продукт/продукты выделяют осуществлением многостадийной технологической последовательности. Парциальный слой насадочного материала обычно включает в себя одну колонну. Технологическая последовательность состоит из фаз подачи, элюирования и рециркуляции. В фазе рециркуляции жидкость в парциальных слоях насадочного материала с их профилем сухих твердых частиц возвращают в контур, включающий в себя один, два или большее число слоев насадочного материала.

Таким образом, при осуществлении нового способа рециркуляцию применяют по-новому. В рециркуляционной фазе образуется один, два, три или даже большее число отдельных последовательных контуров. Так, например, если число колонн равно четырем, предпочтительный контур включает в себя две колонны. Контур может быть закрытым или "открытым", то есть когда жидкость рециркулирует в другом контуре, элюантную жидкость можно вводить в другой контур и из него можно отводить фракцию продуктов. Во время подачи сырья и элюирования истечение потока через слои насадочного материала можно осуществлять между последовательными контурами, причем такие потоки переносят материал из одного контура в другой. Во время рециркуляционной фазы контур закрывают и отделяют от других контуров. В каждом контуре рециркулирует один отдельный профиль сухих твердых частиц.

Меласса богата различно окрашенными компонентами (красящими веществами), достаточно полное удаление которых по ранее известным методам сопряжено с затруднениями технологического порядка. Были необходимы отдельные фазы удаления красящих веществ или же для получения бесцветного продукта необходимо прибегать к двухстадийной кристаллизации. Осуществление нового способа в соответствии с настоящим изобретением с единственной фазой фракционирования мелассы позволяет удалять даже 90% или более красящих веществ. Основную часть красящих веществ отделяют уже в комплекте колонн того контура, в который подают исходный раствор, и они по существу не загрязняют комплекты колонн второго (или третьего) контура. При этом достигается непрерывное и стабильное удаление красящих веществ. При осуществлении, например, периодического процесса или обычных методов с моделированным подвижным слоем (в непрерывном процессе или с технологической последовательностью) в ходе проведения непрерывного долговременного разделения степень удаления красящих веществ обычно составляет лишь 75–80%.

Кроме того, при осуществлении способа настоящего изобретения обеспечивается выделение несахаров, то есть солей, благодаря чему содержание сахарозы в сахарной фракции, получаемой в результате разделения, может быть очень высоким, обычно в предпочтительных случаях превышая 92–95% в пересчете на сухие вещества. Основную массу солей отделяют уже в комплекте колонн контура, в который подают исходный раствор, благодаря чему в последующих контурах ионное исключение оказывается более полным. Результатом является более симметричный, более острый и более высокий сахарозный пик или, другими словами, достигается улучшенное выделение сахарозы. В ходе проведения, например, периодического процесса или обычных процессов с моделированным подвижным слоем (непрерывных или циклических процессов) в предпочтительных случаях содержание сахара в сахарной фракции обычно составляет приблизительно 90–92% или меньше в пересчете на сухие вещества.

В качестве насадки для колонн используют сильнокислотную катионообменную смолу гелевого типа (например, Zerolit 225, Finex или Purolite), предпочтительнее в натриевой или калиевой форме.

Перед хроматографическим фракционированием исходный раствор (свеклосахарную мелассу) предпочтительнее разбавлять водой до содержания сухих веществ 20–65 вес.%, умягчать карбонатом натрия и наконец фильтровать с использованием диатомовой земли в качестве ускорителя фильтрования. Перед подачей в разделительные колонны меласный раствор нагревают до 40–85°C и даже до 95°C.

Для элюирования предпочтительнее использовать воду при температуре 40–85°C.

Расход потока жидкости в колоннах составляет 0,5–10 куб.м/ч/кв.м и даже 20 куб.м/ч/кв.м.

Новый способ последовательного фракционирования мелассы с моделированным подвижным слоем проиллюстрирован с помощью нижеследующих примеров. Эти примеры не следует рассматривать как ограничивающие рамки изобретения, поскольку они служат лишь примерами осуществления способа выделения сахарозы и бетаина из свеклосахарной мелассы в соответствии с настоящим изобретением.

Пример 1. Применяли хроматографическую испытательную установку ползу заводского масштаба. Эта установка включала в себя четыре колонны, питающие насосы, рециркуляционные насосы, насосы для подачи элюантной воды, регуляторы расхода потоков и давления, а также впускные и выпускные клапаны для различных технологических потоков. Технологическая схема представлена на фиг. 1.

Колонны заполняли сильнокислотной катионообменной смолой (Purolite). Эта смола характеризовалась полистирол/дивинилбензолной главной молекулярной цепью и была активирована сульфокислотными группами; средний размер сферических частиц составлял приблизительно 0,36 мм. Содержание дивинилбензольных звеньев в молекулах смолы составляло 5,5%. Первоначально смолу регенерировали до натриевой формы, а в ходе эксперимента ее балансировали катионами из исходной мелассы.

Условия испытаний:

Диаметр колонн	200 мм
Высота слоя смолы/хроматографической колонны	2800 мм
Температура	75°C
Расход потоков	40, 50, 70 и 90 л/ч.

Исходный раствор состоял из свеклосахарной мелассы, из которой кальций удаляли добавлением карбоната натрия (рН = 9) и отфильтровыванием осадка с использованием диатомовой земли в качестве ускорителя фильтрования.

Выделение сахарозы и бетаина производили осуществлением восьмистадийной технологической последовательности, в которой каждая колонна выполняла свою особую функцию. Как показано на фиг. 1, на каждой из стадий 5, 6 и 7 предусматривали одну рециркуляционную фазу и одну фазу подачи элюантной воды, а на стадии 8 предусматривали две рециркуляционные фазы. Продолжительность осуществления этой последовательности составляла 79 мин, а выход сахарозы был равным 84,0% (в пересчете на вводимое количество сахарозы).

Стадия 1: мелассу подавали (фаза подачи) в колонну 1 с расходом потока 50 л/ч и остаточную фракцию элюировали из нижней части колонны. Одновременно в колонну 2 с расходом потока 90 л/ч подавали воду (фаза элюирования) и из колонны 4 элюировали рециркулирующую фракцию и сахарозу. Указанную рециркулирующую фракцию использовали для разбавления сырого материала (мелассы).

Стадия 2: продолжали подачу мелассы в колонну 1 и элюирование остатка из нижней части колонны 1. Одновременно в колонны 2 и 4 с расходом потока 90 л/ч подавали воду, остаточную фракцию элюировали из колонны 3 и продолжали элюирование сахарозы из колонны 4.

Стадия 3: в колонны 1 и 4 подавали воду (с расходом потоков 50 и 90 л/ч) и остаточную фракцию элюировали из колонн 1 и 3.

Стадия 4: в колонну 2 подавали воду с расходом потока 90 л/ч и из колонны 3 элюировали остаточную фракцию.

Стадия 5: рециркуляция (рециркуляционная фаза) в колоннах 1 и 2 с расходом потоков по 90 л/ч; одновременно в колонну 3 с расходом потока 70 л/ч подавали воду и из колонны 4 элюировали бетаиновую фракцию.

Стадия 6: в колонну 1 с расходом потока 90 л/ч подавали воду и из колонны 2 элюировали остаточную фракцию; в колоннах 3 и 4 одновременная рециркуляция с расходом потоков по 70 л/ч.

Стадия 7: рециркуляция в колоннах 1 и 2 с расходом потоков по 90 л/ч.

Стадия 8: рециркуляция в колоннах 1 и 2 при расходе потоков по 90 л/ч и в колоннах 3 и 4 с расходом потоков по 40 л/ч.

После завершения последовательности программу технологического контроля продолжали, возвращая процесс на стадию 1. Повторением этой последовательности от пяти до семи раз в системе достигали равновесия. Эксперимент продолжали в равновесном состоянии, а фракции продуктов постоянного состава выделяли и анализировали (сравните табл. 1 и 2).

За ходом процесса разделения следили с помощью плотномера, прибора для измерения оптической активности и прибора для измерения проводимости, а разделение регулировали с помощью микропроцессора, благодаря чему с помощью измерений количества/объема, клапанов и насосов регулировали точно определяемые объемы и расход потоков исходных материалов, рециркулирующей жидкости и фракций продуктов.

В табл. 1 представлены объемы исходных материалов, рециркулирующей жидкости и фракций продуктов, а в табл. 2 представлены составы мелассы и фракций продуктов. Из колонны 4 отводили фракции сахарозы и бетаина. В табл. 5 приведены красящие вещества мелассы, фракций остатков и продуктов.

Таблица 1.

Объемы исходных материалов, рециркулирующей жидкости и фракций продуктов (1)

Стадии №	1	2	3	4	5	6	7	8
Исходная меласса	18 ^{*)}		–	–	–	–	–	–
Исходная вода	21	5,0+8,5	4,0+8,0	5,0	26,0	25,0	0	–
Рафинатная фракция из колонны 1	18 ^{*)}		4,0	–	–	–	–	–
Рафинатная фракция из колонны 2, 3 или 4	–	5,0	8,0	5,0	–	25,0	0	–
Бетаиновая фракция	–	–	–	–	26,0 ^{**)}	–	–	–
Рецирк. фракция	7,5	–	–	–	–	–	–	–
Сахарозная фракция	3,5	8,5	–	–	–	–	–	–
Рецирк. раствор	–	–	–	–	26,0	20,0	26,0 ^{****)}	–

^{*)} В общем со стадий 1 и 2

^{**)} В общем со стадий 4 и 5

^{****)} В общем со стадий 7 и 8

Таблица 2

Состав сырья и фракций продуктов

Сухие вещества (кг/л)	Сахароза (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	Бетаин (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	Другие вещества (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	
Исходная меласса	0,76	58,2	5,6	36,2
Остаточная фракция	0,75	21,2	7,5	71,3
Бетаиновая фракция	0,028	10,1	41,4	48,5
Сахарозная фракция	0,279	94,8	0,7	4,5

Пример 2. Применяли хроматографическую испытательную установку ползаводского масштаба. Эта установка включала в себя три колонны, питающие насосы, рециркуляционные насосы, насосы для подачи элюантной воды, регуляторы расхода потоков и давления, а также впускные и выпускные клапаны для различных технологических потоков. Технологическая схема представлена на фиг. 2.

Колонны заполняли сильнокислотной катионообменной смолой (Purolite). Эта смола характеризовалась полистирол/дивинилбензолной главной молекулярной цепью и была активирована сульфокислотными группами; средний размер сферических частиц составлял приблизительно 0,36 мм. Содержание дивинилбензолных звеньев в молекулах смолы составляло 5,5%. Первоначально смолу регенерировали до натриевой формы, а в ходе эксперимента ее балансировали катионами из исходной мелассы.

Условия испытаний:

Диаметр колонн	200 мм
Высота слоя смолы/хроматографических колонн 1 и 3	4100 мм
колонны 2	2800 мм
Температура	75°C
Расход потоков	25, 35, 45, 85 и 100 л/ч.

Исходный раствор состоял из свеклосахарной мелассы, из которой кальций удаляли добавлением карбоната натрия (рН = 9) и отфильтровыванием осадка с использованием диатомовой земли в качестве ускорителя фильтрации.

Выделение сахарозы и бетаина производили осуществлением пятистадийной технологической последовательности, в которой каждая колонна выполняла свою особую функцию. Как показано на фиг. 2, на каждой из стадий 2 и 3 предусматривали по одной рециркуляционной фазе и по одной фазе подачи элюантной воды, а на стадии 5 предусматривали две рециркуляционные фазы. Продолжительность осуществления этой последовательности составляла 100 мин, а выход сахарозы был равным 87,3% (в пересчете на вводимое количество сахарозы).

Стадия 1: мелассу подавали в колонну 1 с расходом потока 45 л/ч и остаточную фракцию элюировали из той же самой колонны (из нижнего конца колонны); одновременно в колонну 2 подавали воду и из колонны 3 элюировали рециркулирующую фракцию и сахарозу с расходом потока 85 л/ч.

Стадия 2: в колонну 2 подавали воду с расходом потока 110 л/ч и из колонны 1 элюировали остаточную фракцию; одновременная рециркуляция в колонне 3 с расходом потока 25 л/ч.

Стадия 3. рециркуляция в колоннах 1 и 2 с расходом потоков по 110 л/ч; одновременно в колонну 3 подавали воду с расходом потока 35 л/ч и из той же самой колонны элюировали бетаиновую фракцию.

Стадия 4: воду подавали в колонну 1 с расходом потока 110 л/ч и в колонну 3 с расходом потока 35 л/ч и из колонн 2 и 3 элюировали остаточную фракцию.

Стадия 5: рециркуляция в колоннах 1 и 2 с расходом потоков по 110 л/ч и в колонне 3 с расходом потока 25 л/ч.

После завершения последовательности программу технологического контроля продолжали, возвращая процесс на стадию 1. Повторением этой последовательности от пяти до семи раз в системе достигали равновесия. Эксперимент продолжали в равновесном состоянии, а фракции продуктов постоянного состава выделяли и анализировали (сравните табл. 1 и 2).

В табл. 3 представлены объемы исходных материалов, рециркулирующего раствора и фракций продуктов, а в табл. 4 представлены составы мелассы и фракций продуктов. В табл. 5 приведены красящие вещества мелассы, фракций остатков и продуктов.

Таблица 3

Объемы исходных материалов, рециркулирующей жидкости и фракций продуктов (1)

Стадии №	1	2	3	4	5
Исходная меласса	18	–	–	–	–
Исходная вода	33,3	5,0	13,0	34,0+10,0	–
Остаточная фракция из колонны 1	18	5,0	–	–	–
Остаточная фракция из колонны 2 или 3	–	–	–	34,0+10,0	–
Бетаиновая фракция	–	–	13,0	–	–
Рециркуляционная фракция	7,3	–	–	–	–
Сахарозная фракция	26,0	–	–	–	–
Рециркуляционный раствор	–	6,0	26,0	–	44,0+5,0

Таблица 4

Состав сырья и фракций продуктов

В пересчете на сухие вещества (кг/л)		Сахароза (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	Бетаин (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	Другие вещества (вес.%, в пересчете на сухие вещества)
Исходная меласса	0,760	57,1	5,4	37,5
Остаточная фракция	0,069	18,7	6,8	74,5
Бетаиновая фракция	0,048	5,3	47,4	47,2
Сахарозная фракция	0,264	89,4	1,0	9,6

Таблица 5

Красящие вещества в мелассе и фракциях продуктов

	Красящее вещество ICUMSA	Остаток		
		1	2	3
Пример 1				
Меласса	47700			
Остаток	115400	123600	151000	43324
Бетаин	29900			
Сахароза	2100			
Пример 2				
Меласса	38250			
Остаток	92500	136000	240600	25900
Бетаин	21800			
Сахароза	4300			

Пример 3. Применяли хроматографическую испытательную установку полузаводского масштаба. Эта установка включала в себя три колонны, питающие насосы, рециркуляционные насосы, насосы для подачи элюантной воды, регуляторы расхода потоков и давления, а также впускные и выпускные клапаны для различных технологических потоков. Технологическая схема представлена на фиг. 3.

Колонны заполняли сильнокислотной катионообменной смолой (Finex). Эта смола характеризовалась полистирол/дивинилбензолной главной молекулярной цепью и была активирована сульфокислотными группами; средний размер сферических частиц составлял приблизительно 0,36 мм. Содержание дивинилбензольных звеньев в молекулах смолы составляло 5,5%. Первоначально смолу регенерировали до натриевой формы, а в ходе эксперимента ее балансировали катионами из исходной мелассы.

Условия испытаний:

Диаметр колонн	200 мм
Высота слоя смолы/ хроматографических колонн 1, 2 и 3	5000 мм
Температура	75°C
Расход потоков	22, 35, 40, 45, 70, 75 л/ч.

Исходный раствор состоял из свеклосахарной мелассы, из которой кальций удаляли добавлением карбоната натрия (рН = 9) и отфильтровыванием осадка с использованием диатомовой земли в качестве ускорителя фильтрации.

Выделение сахарозы и бетаина производили осуществлением пятистадийной технологической последовательности, в которой каждая колонна выполняла свою особую функцию. Как показано на фиг. 3, на стадии 3 предусматривали одну рециркуляционную фазу, а на стадии 5 предусматривали три рециркуляционные фазы. Продолжительность осуществления этой последовательности составляла 111 мин, а выход сахарозы был равным 81,9% (в пересчете на вводимое количество сахарозы).

Стадия 1: мелассу подавали в колонну 1 с расходом потока 35 л/ч и из колонны 3 элюировали рециркулирующую фракцию и фракцию сахарозы.

Стадия 2: в колонну 1 подавали воду с расходом потока 70 л/ч и из колонны 3 элюировали сахарозную и рециркуляционную фракции.

Стадия 3: рециркуляция в колонне 1 с расходом потока 70 л/ч; одновременно в колонну 2 подавали воду с расходом потока 40 л/ч и из колонны 3 элюировали бетаиновую фракцию.

Стадия 4: воду подавали в колонны 1, 2 и 3 с расходом потоков 70, 75 и 40 л/ч, из колонн 1, 2 и 3 элюировали остаточные фракции, а из колонны 3 продолжали элюировать бетаиновую фракцию.

Стадия 5: рециркуляция в колоннах 1, 2 и 3 с расходом потоков 22, 75 и 45 л/ч.

После завершения последовательности программу технологического контроля продолжали, возвращая процесс на стадию 1. Повторением этой последовательности от пяти до семи раз в системе достигали равновесия. Эксперимент продолжали в равновесном состоянии, а фракции продуктов постоянного состава выделяли и анализировали.

В табл. 6 представлены объемы исходных материалов, рециркулирующих растворов и фракций продуктов, а в табл. 7 представлены составы фракций мелассы и продуктов.

Таблица 6

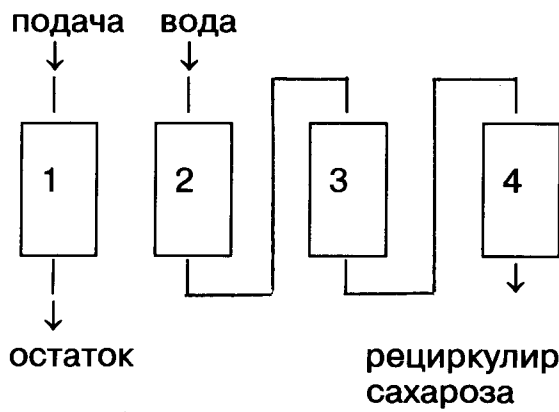
Объемы исходных материалов, рециркулирующей жидкости и фракций продуктов (1)

Стадии №	1	2	3	4	5
Исходная меласса	20				
Исходная вода		20	10	20+26+20	
Остаточная фракция					
из колонны 1				26	
из колонны 2				26	
из колонны 3			10	15	
Бетаиновая фракция	9	4		5	
Рециркуляционная фракция	11	16			
Сахарозная фракция			8		11+12+11
Рециркуляционный раствор					

Таблица 7

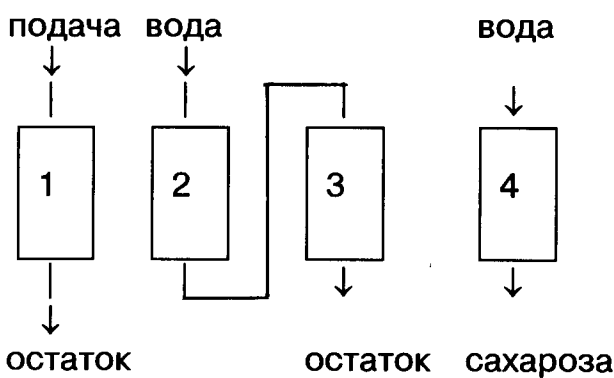
Состав сырья и фракций продуктов

В пересчете на сухие вещества (кг/л)	Сахароза (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	Бетаин (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	Другие вещества (вес.%, в пересчете на сухие вещества)	
Исходная меласса	0,754	59,6	5,6	34,8
Остаточная фракция	0,081	16,7	8,8	74,5
Бетаиновая фракция	0,071	45,9	22,9	31,2
Сахарозная фракция	0,252	92,7	0,7	6,6



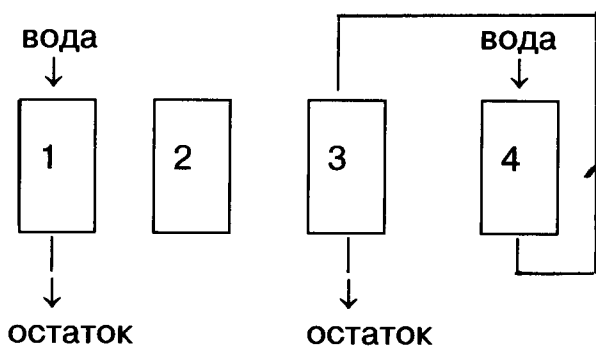
СТАДИЯ 1

подача 18 л (50 л/ч)
 остаток 18 л (50 л/ч)
 рециркулирующая
 фракция 7,5 л (90 л/ч)
 сахара 13,5 л (90 л/ч)



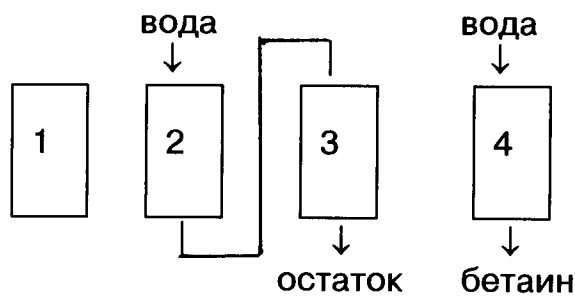
СТАДИЯ 2

остаток (1) (продолж)
 (50 л/ч)
 остаток (3) 5,0 л
 (90 л/ч)
 сахара 8,5 л
 (90 л/ч)



СТАДИЯ 3

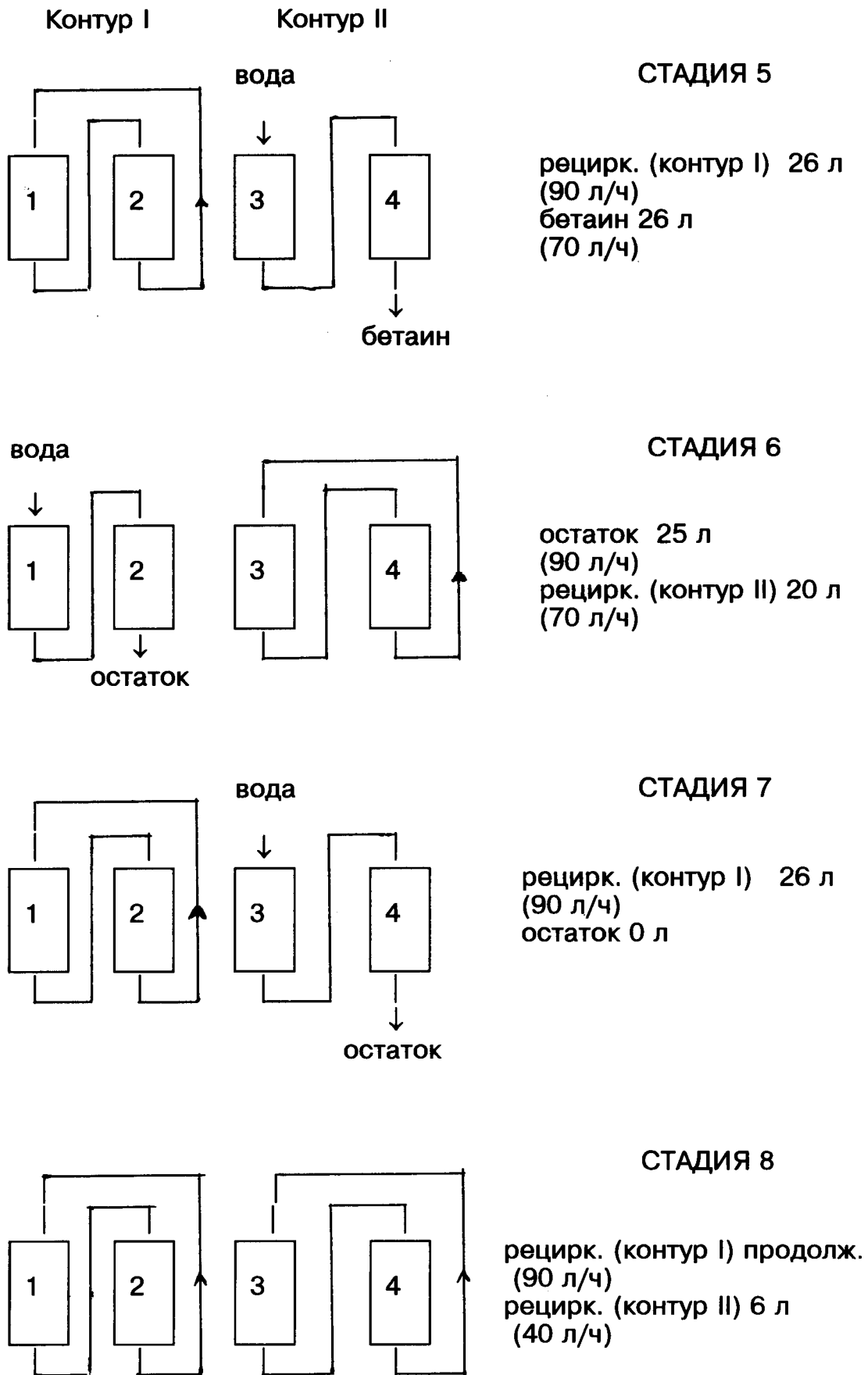
остаток (1) 4,0 л (50 л/ч)
 остаток (3) 8,0 л (90 л/ч)



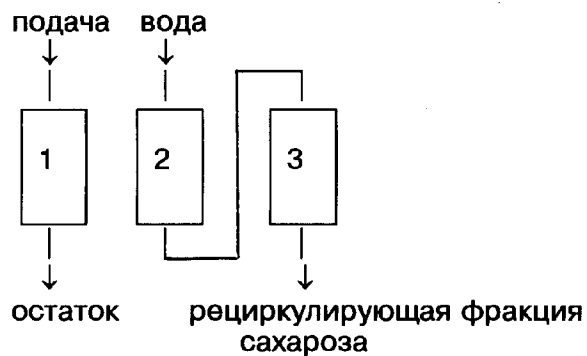
СТАДИЯ 4

остаток 5,0 л (90 л/ч)
 бетаин 0 л

Фиг. 1

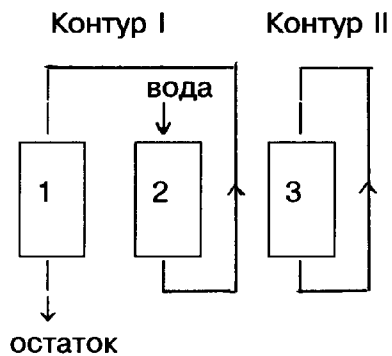


Фиг. 1 (продолжение)



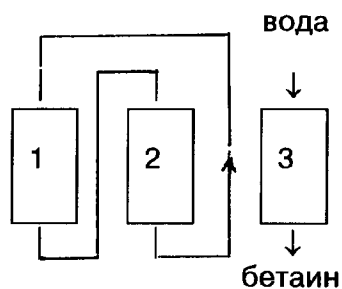
СТАДИЯ 1

подача 18 л (45 л/ч)
 остаток 18 л (45 л/ч)
 рециркулирующая
 фракция 7,3 л (85 л/ч)
 сахара 26 л (85 л/ч)



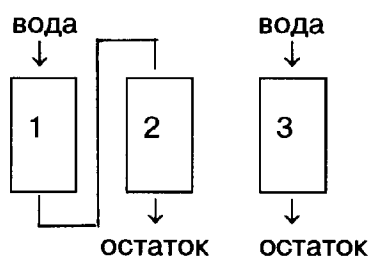
СТАДИЯ 2

остаток (контур I) 5 л
 (110 л/ч)
 рецирк. (контур II) 6 л
 (25 л/ч)



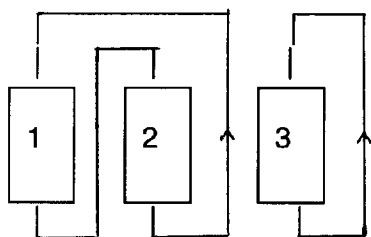
СТАДИЯ 3

рецирк. (контур I) 26 л
 (110 л/ч)
 бетаин 13 л
 (35 л/ч)



СТАДИЯ 4

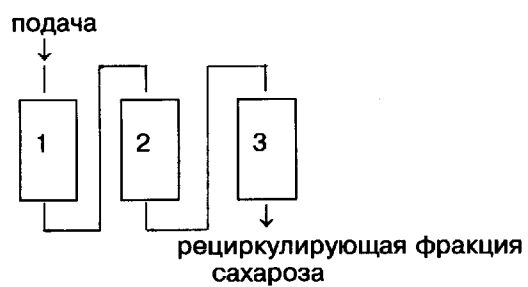
остаток (контур I) 34 л
 (110 л/ч)
 остаток (контур II) 10 л



СТАДИЯ 5

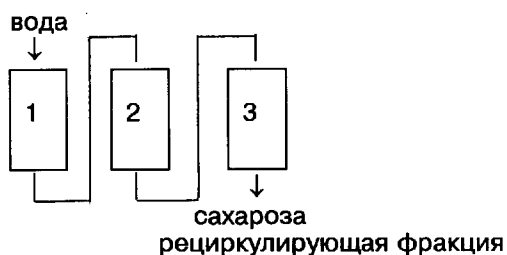
рецирк. (контур I) 44 л
 (110 л/ч)
 рецирк. (контур II) 5 л
 (25 л/ч)

Фиг. 2



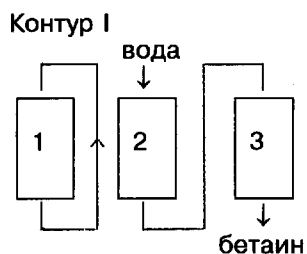
СТАДИЯ 1

подача 20 л (35 л/ч)
 рециркулирующая
 фракция 9 л (35 л/ч)
 сахароза 11 л (35 л/ч)



СТАДИЯ 2

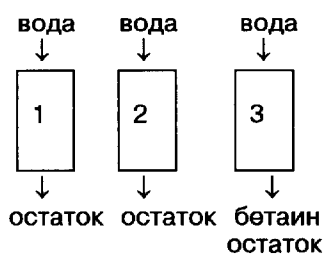
сахароза 16 л (70 л/ч)
 рециркулирующая
 фракция 4 л (70 л/ч)



СТАДИЯ 3

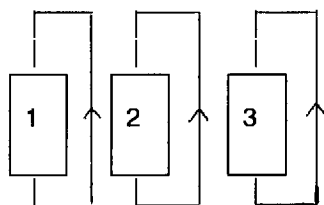
рецирк. (контур I) 8 л
 (70 л/ч)
 бетаин 10 л
 (40 л/ч)

Контур II Контур III



СТАДИЯ 4

1. остаток 26 л (70 л/ч)
 2. остаток 26 л (75 л/ч)
 бетаин 5 л (40 л/ч)
 3. остаток 15 л (40 л/ч)



СТАДИЯ 5

рецирк. (контур I) 11 л
 (22 л/ч)
 рецирк. (контур II) 12 л
 (75 л/ч)
 рецирк. (контур III) 11 л
 (70 л/ч)

Фиг. 3

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
