

Техническая программа

► Кристаллизационное оборудование

Оборудование БМА для кристаллизации затравки, испарительные вакуум-аппараты, вакуум-аппараты непрерывного действия (ВКТ) и утфелемешалки-кристаллизаторы с охлаждением используются для экономически эффективной оптимальной кристаллизации сахара на свеклосахарных и тростниковосахарных заводах по всему миру.

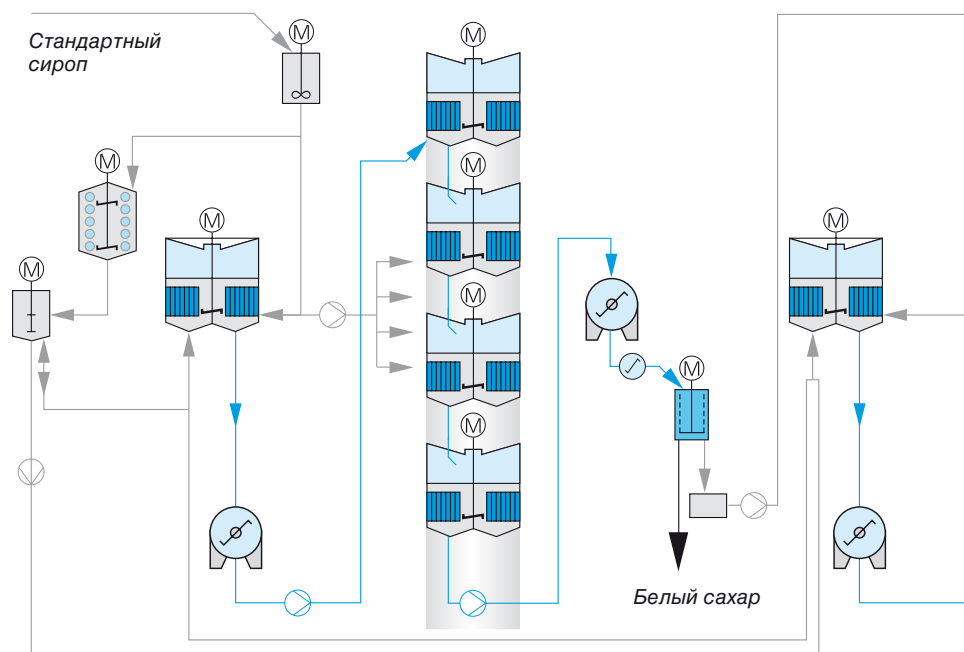


BMA 

„L' Art de Rafiner le Sucre“ – так назывался изданный в 1764 г. учебник, в котором автор Дюамель де Монсо описывал рафинирование и кристаллизацию сахара.

Этим искусством БМА владеет уже свыше 100 лет; все эти годы фирма принимала активное участие в разработке и внедрении нового кристаллизационного оборудования и технологий. Сейчас БМА – ведущий производитель оборудования

для кристаллизации сахара выпариванием и охлаждением. Например, вертикальный вакуум-аппарат непрерывного действия (VKT) в настоящее время – единственный во всем мире аппарат, в котором удастся без проблем проводить непрерывную кристаллизацию белого сахара 1 (рафинада).



Кристаллическая заправка 1

Белый сахар

Кристаллизация сахара

Основные положения

Кристаллизация сахара – важный этап технологического процесса. Его цель – выделение растворенной в сиропе сахарозы. В ходе кристаллизации технически достижимое обессахаривание раствора ограничено содержанием кристаллов в утфеле. Поэтому кристаллизация проводится в несколько ступеней. Количество получаемого сахара зависит от достигаемой в ходе процесса чистоты мелассы, зависящей, в первую очередь, от качества кристаллизации (особенно ее последней ступени) и от условий насыщения.

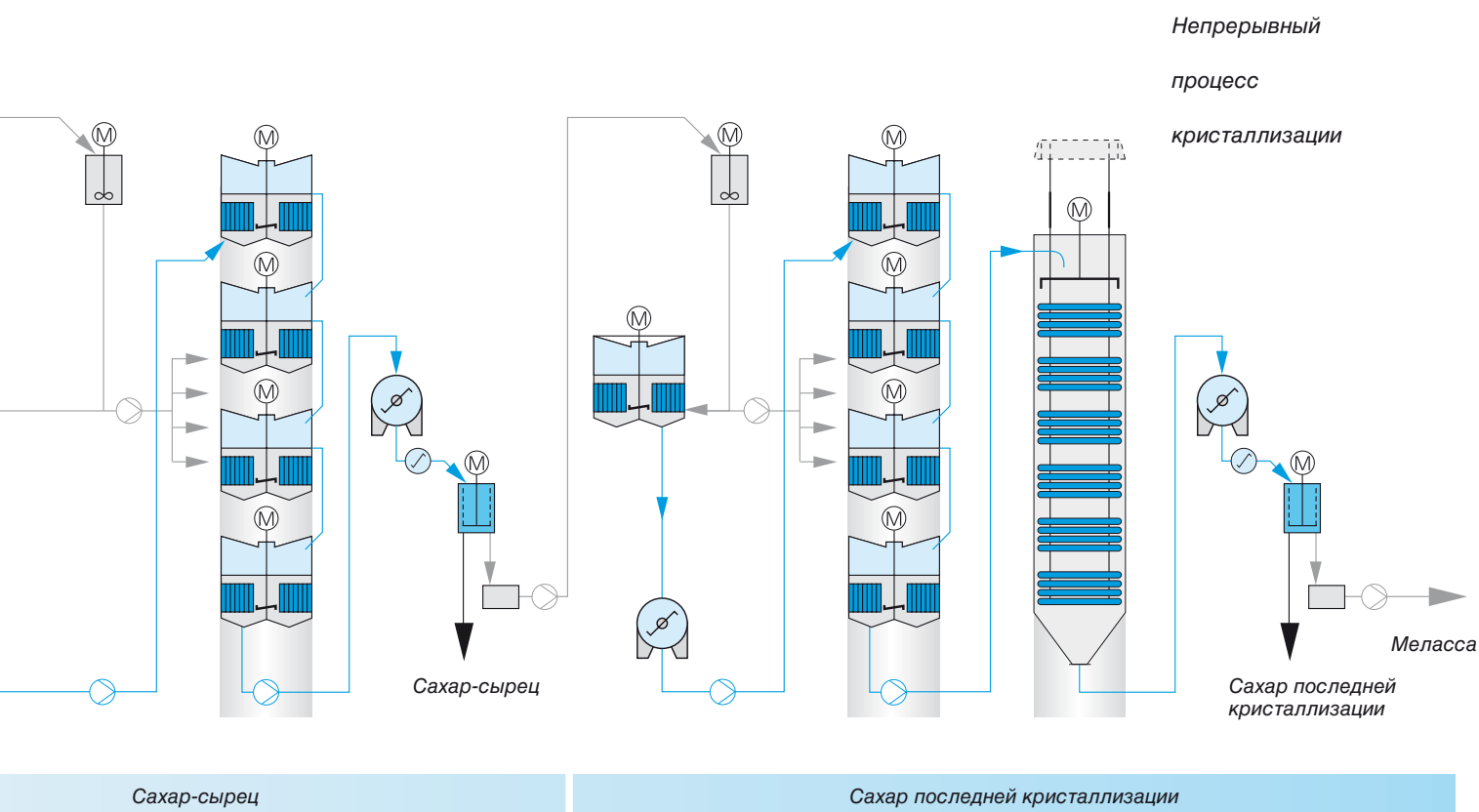
В ходе физического процесса кристаллизации может быть достигнуто очень хорошее отделение сахара от несахаров. Предпосылкой для этого является правильное ведение процесса кристаллизации, с получением утфеля с малой долей конгломератов и небольшим количеством ложных кристаллов. Этим обеспечивается высокий выход продукта на каждой ступени кристаллизации. Вплоть до 80-х гг. XX века испарительная

кристаллизация сахара проводилась почти исключительно в аппаратах периодического действия. Первым шагом в направлении повышения качества сахара и снижения энергозатрат при кристаллизации было применение механических мешалок в испарительных вакуум-аппаратах периодического действия. Однако процесс кристаллизации подразделяется на несколько технологических шагов с собственными режимами. Для фазы кристаллообразования больше подходит вакуум-аппарат с небольшой площадью греющей поверхности, т.к. на этом этапе технологического процесса испарительная способность должна соответствовать малой производительности по кристаллизации. В конце же процесса имеющаяся площадь греющей поверхности часто бывает недостаточной для достижения желаемой испарительной способности.

Однако вакуум-аппараты периодического действия рассчитаны на работу в усредненном режиме.

Решающим шагом на пути к получению однородного утфеля с малым количеством конгломератов было внедрение кристаллогенераторов для работы с кристаллической затравкой. Фаза образования кристаллов была выделена из общего процесса и сосредоточена на участке получения кристаллической затравки.

Однако наиболее важным технологическим новшеством в области кристаллизации сахара было внедрение процесса непрерывной испарительной кристаллизации. Только этот шаг позволил реализовать в продуктовом отделении новые технологические и теплотехнические концепции в сочетании со значительным снижением первичного энергопотребления.



Испарительные вакуум-аппараты периодического действия

Стандартные типоразмеры испарительных вакуум-аппаратов периодического действия

Диаметр	мм	3.200	3.600	4.000	4.400	4.800	5.200	5.600	6.000
Полезный объем (ок.)	м ³	25	32	40	49	59	70	82	95
Площадь греющей поверхности, мин.	м ²	167	217	272	339	413	484	568	654
Площадь греющей поверхности, макс.	м ²	193	247	319	385	468	546	636	745

Конструкция современных испарительных вакуум-аппаратов периодического действия разработана с использованием более чем столетнего опыта конструирования и изготовления таких вакуум-аппаратов, а также нового опыта работы с испарительными вакуум-аппаратами непрерывного действия (разработка БМА).

Преимущества и особенности:

- центральная циркуляционная труба
- сварные греющие трубки с размером мостиков между трубками <10 мм (возможна установка греющих поверхностей большей площади)
- оптимальный вывод неконденсирующихся газов и конденсата из греющей камеры
- механические мешалки, рассчитанные для работы в конкретных условиях с данной греющей камерой, центральной трубой и формой днища аппарата
- хорошо обтекаемое сливное днище (без „мертвых“ зон)
- объем набора <30%
- низкий уровень утфеля над греющей камерой
- хорошее качество кристаллов и в больших вакуум-аппаратах (коэффициент от 25 до 30%)
- эффективное отделение сока из вторичного пара

В настоящее время БМА производит испарительные вакуум-аппараты периодического действия для всех продуктов кристаллизации свекло- и тростниково-сахарной промышленности, а также для сахарорафинадных заводов. Аппараты выполняются из рядовой стали, а также частично или полностью из высококачественной стали.

Хотя сахарная промышленность все больше и больше переходит на непрерывную кристаллизацию сахара, аппараты периодического действия все же по-прежнему находят применение, например, для получения кристаллической затравки.

Испарительные
вакуум-аппараты
периодического
действия для
белого
сахара 1 и 2



Аппараты для получения кристаллической затравки

Предъявляемые к утфелю продуктовой кристаллизации технологические и экономические требования (малое количество конгломератов, отсутствие мелких кристаллов) трудно выполнимы при использовании кристаллической пасты в качестве затравки для кристаллизации испарением. Слишком малая площадь поверхности кристаллов пасты ведет во время фазы образования кристаллов к нежелательному росту перенасыщения выше метастабильной области, т.к. рост кристаллов в этой фазе не успевает за увеличением концентрации раствора.

Образование вторичных центров кристаллизации, и, в первую очередь, образование конгломератов ведет к ухудшению качества продукта. К тому же из-за неравномерного профиля перенасыщения в обычном испарительном вакуум-аппарате значительная часть кристаллов вводимой пасты вновь растворяется. Однако введение затравки (технически трудная фаза заводки кристаллов) имеет решающее значение для качества конечного продукта. Как показала практика, для того, чтобы лучше контролировать эту фазу, необходимо выделить ее как по месту, так и по времени из процесса кристаллизации испарением.

Получение кристаллической затравки I

Первая ступень процесса получения кристаллической затравки реализует-

Стандартные типоразмеры утфелемешалок-кристаллизаторов с охлаждением для кристаллической затравки

Полезный объем	м ³	2,1	4,2	5,0	6,8	10,0	15,0
Диаметр	м	1,4	1,8	2,0	2,0	2,4	2,6
Общая высота, макс.*	м	4,4	5,3	6,0	6,0	6,3	7,2
Площадь поверхности охлаждения	м ²	11,3	19,0	21,0	27,0	44,0	61,0

*включая мешалку

ся в утфелемешалке-кристаллизаторе с охлаждением, которая оборудована мешалкой, специально рассчитанной на высокий градиент сдвига. Низкий температурный уровень и четко определенный коэффициент перенасыщения обеспечивают равномерный рост кристаллов добавляемой затравочной пасты без образования конгломератов.

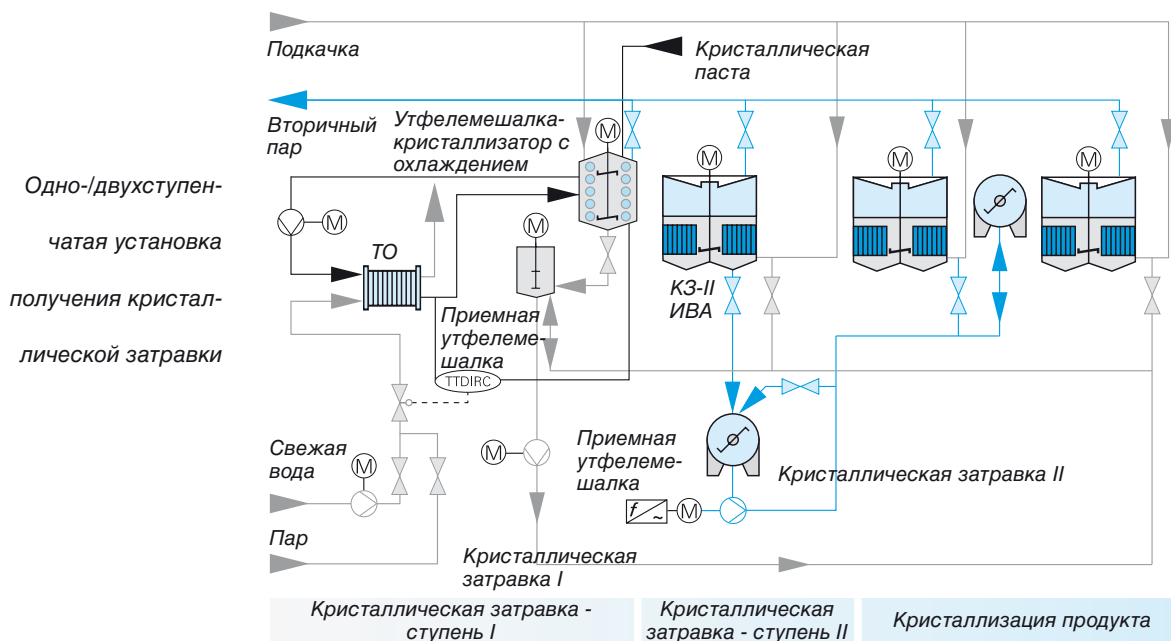
Используемый сироп (главным образом, сгущенный сок) на первой ступени сгущают испарением в утфелемешалке-кристаллизаторе с охлаждением до желаемого содержания сухих веществ. Затем концентрированный сироп охлаждают. При достижении перенасыщения в 1,1 добавляют требуемое количество кристаллической пасты. Затем следует повторное медленное охлаждение суспензии примерно до 30°C. Через разность температур утфеля и охлаждающей воды регулируют градиент охлаждения для выдерживания коэффициента пере-

насыщения, требуемого для процесса кристаллизации при охлаждении.

После получения в конце охлаждения кристаллов со средним размером ок. 0,08 - 0,11 мм (в зависимости от требований) при примерно 20 %-ном содержании кристаллов готовый утфель кристаллической затравки I спускают в приемную утфелемешалку.

При работе в периодическом режиме утфель кристаллической затравки I может использоваться как кристаллическая затравка непосредственно в продуктовых вакуум-аппаратах до среднего размера кристаллов продукта примерно в 0,5 мм.

При среднем размере кристаллов продукта более 0,5 мм, а также всегда при работе в непрерывном режиме требуется вторая ступень, в ходе которой в испарительных вакуум-аппаратах периодического действия получают утфель кристаллической затравки II.





VKT

Получение кристаллической затравки I

На второй ступени в испарительных вакуум-аппаратах периодического действия получают утфель со средним размером кристаллов примерно от 0,3 до 0,5 мм. В состав оптимально сконструированной установки входит мешалка, создающая большой градиент сдвига. Новые модели испарительных вакуум-аппаратов периодического действия оптимально рассчитаны на производство кристаллической затравки.

Сгущают подкачку до тех пор, пока при пересыщении примерно в 1,1 не будет достигнута точка введения затравки; тогда как можно быстрее подкачивают утфель кристаллической затравки I. После короткой фазы гомогенизации с выравниванием температуры немедленно начинают варку на подкачках. По окончании варки полученный утфель кристаллической затравки II с содержанием кристаллов примерно в 45 - 50% спускают в приемную утфелемешалку. При кристаллизации продукта в непрерывном режиме утфель кристаллической затравки II перекачивают в обход аппаратов во вторую вертикальную приемную утфелемешалку.

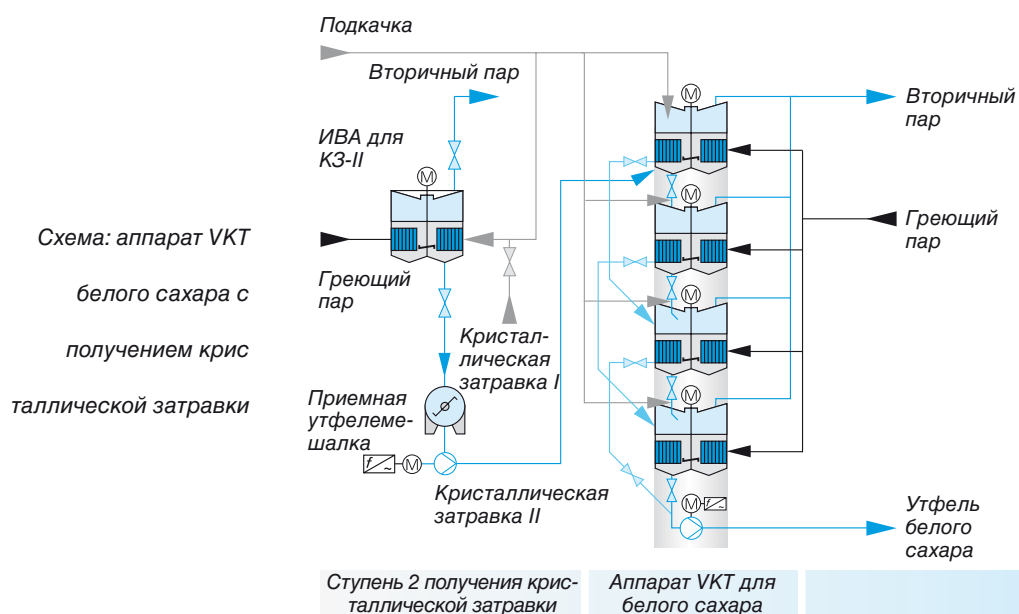
Таким образом требуемое количество утфеля кристаллической затравки II может быть быстро подкачено в продуктовые аппараты. При использовании испарительных вакуум-аппаратов непрерывного действия в них подается требуемое

количество утфеля кристаллической затравки II.

Путем соответствующего регулирования количества кристаллической пасты и затравки можно по желанию варьировать среднюю величину кристаллов белого сахара в диапазоне от 0,5 до примерно 1 мм. Для сахара-сырца желательны кристаллы продукта от 0,4 до 0,5 мм, для продукта последней кристаллизации - от примерно 0,3 до 0,35 мм.

Преимущества:

- легкое ведение процесса, т.к. процесс кристаллизации ограничен периодом варки на подкачках и уваривания утфеля
- прекрасное качество кристаллов продукта в сочетании с хорошей центрифугируемостью утфеля
- использование подкачек с высоким содержанием сухих веществ без подкачки воды, также и для растворов высокой чистоты
- оптимальное использование пробеливания сиропом и снижение количества пробелочной воды на центрифугах
- благодаря перечисленным выше преимуществам - снижение расхода пара в продуктовом отделении
- возможность выбора места установки для получения утфеля кристаллической затравки I
- оптимальная адаптация к требованиям продукта



Непрерывная испарительная кристаллизация

Вертикальный испарительный вакуум-аппарат непрерывного действия (VKT) фирмы БМА базируется на испытанной конструкции вертикальной цилиндрической камеры вакуум-аппаратов периодического действия. Это позволяет использовать, в числе прочего, механические мешалки для достижения оптимальной циркуляции и перемешивания утфеля. Аппарат VKT состоит из расположенных друг над другом камер кристаллизации. Т.е. он представляет собой каскад котлов с мешалкой, в котором поток утфеля под действием силы тяжести свободно стекает от верхней к нижней камере. Сочетание принудительной циркуляции с поддерживаемыми в камерах низкими уровнями утфеля позволяет использовать греющий пар очень низкого давления, т.к. гидростатическое давление столба утфеля в аппарате, работающем в непрерывном режиме, значительно ниже, чем в обычном испарительном вакуум-аппарате.

Типы конструкции

Самый распространенный вариант VKT – это аппарат с четырьмя расположенными друг над другом камерами. Его можно использовать для всех сахаропроductов – для белого сахара 1 и 2 (рафинад и основной сорт белого сахара), для сахара-сырца и сахара последней кристаллизации, как на свекло- и тростниковосахарных, так и на сахарорафи-

надных заводах. В аппаратах для белого сахара и сахара-сырца имеющиеся байпасные трубопроводы позволяют работать в обход отдельных камер во время их очистки. 4-камерный аппарат может быть сконструирован так, чтобы для увеличения производительности позднее можно было надстроить пятую камеру. Аппараты VKT для сахара-сырца, а также для сахара последней кристаллизации оснащены наружной системой перелива.

Если для работы в непрерывном режиме предназначена площадка с современными, хорошо работающими испарительными вакуум-аппаратами периодического действия, для работы в каскаде может быть применена и горизонтальная конструкция (VKH). При этом все имеющиеся испарительные вакуум-аппараты должны иметь аналогичную конструкцию и быть оснащены мешалкой.

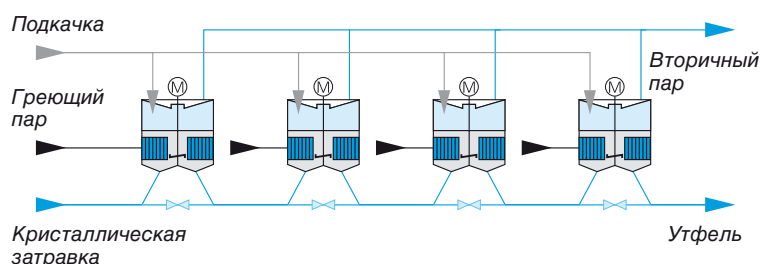
Принцип работы

Утфель кристаллической затравки, полученный в специальной, описанной выше установке, подают в первую камеру вакуум-аппарата. Во все камеры непрерывно подают подкачку. Смешивание содержимого последующей камеры с содержимым предыдущей исключено.

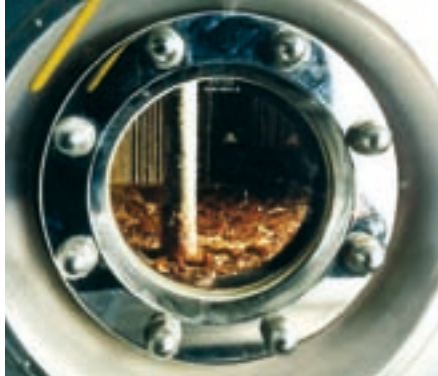
Содержание сухих веществ в утфеле и, тем самым, содержание в нем кристаллов непрерывно увеличивается от камеры к камере и достигает в последней камере максимального значения. В аппарате VKT для сахара последней кристаллизации в последней камере может быть задано соотношение несахара/вода, оптимальное для следующей далее кристаллизации при охлаждении.

Режим работы каждой камеры VKT регулируется индивидуально, что обеспечивает надежную работу в непрерывном режиме, обладающем следующими технологическими преимуществами:

- равномерный отбор греющего пара из выпарной установки
- равномерный отбор подкачки
- равномерная отдача вторичного пара и равномерная нагрузка на конденсатор
- равномерное получение утфеля



Горизонтальная установка
испарительной
кристаллизации (VKH)



Утфель в
камере VKT

Об эффективности процесса кристаллизации можно судить прежде всего по выходу продукта на центрифугах, тесно связанному с получаемым в ходе кристаллизации качеством кристаллов и их содержанием в утфеле. При помощи механического перемешивания утфеля в вакуум-аппаратах с хорошими гидродинамическими показателями удастся получить утфель с малым содержанием мелких фракций и конгломератов. Получаемое содержание кристаллов в утфеле белого сахара достигает примерно 55%. При этом выход готового продукта на центрифугах составляет ок. 50%. Без механического перемешивания таких показателей не удастся достичь даже впрыском пара, часто используемым для поддержания циркуляции.

Из-за распределения времени пребывания в аппарате непрерывной кристаллизации утфеля с более крупными кристаллами гранулометрический состав немного шире. Поэтому на практике показатели однородности немного выше, чем при работе в сравнимом периодическом режиме. Однако решающее влияние на качество продукта оказывает качество кристаллической затравки, а также ее количество относительно к потоку продукта.

Регулирование

Регулировать работу испарительного вакуум-аппарата непрерывного действия гораздо проще, чем аппарата с периодическим режимом работы, т.к. здесь речь идет только об автоматической стабилизации параметров. Контролируются следующие основные параметры процесса:

- давление греющего пара
- давление вторичного пара
- состояние утфеля (содержание сухих веществ)
- расход подкачки
- соотношение подкачка/кристаллическая затравка
- уровень утфеля (только для белого сахара)

Концепция регулирования аппарата VKT для белого сахара

Состояние утфеля, т.к. содержание сухих веществ в утфеле всех четырех камер, регулируется подкачкой сиропа. Для измерения используются, главным образом, микроволновые измерительные приборы. Применяются и радиометрические плотномеры. Объемный расход подкачки измеряют электромагнитным расходомером и регулируют до уставки, требуемой системой регулирования состояния утфеля (каскадное регулирование).

Суммарное измеренное количество подкачки используется для подачи кристаллической затравки в определенной пропорции к подкачке.

Давление греющего и вторичного пара регулируется отдельно для всех четырех камер. Такой метод обеспечивает работу в оптимальном режиме, а также возможность отсоединения каждой камеры от системы для очистки. Производительность аппаратов VKT по переработке регулируется лишь изменением уставок давления греющего пара.

В каждой камере измеряется высота утфеля; его постоянный уровень поддерживается регулированием отвода утфеля через клапаны в перепускных трубопроводах, а также (в камере 4) при помощи числа оборотов утфеленасоса.

Концепция регулирования аппарата VKT для сахара-сырца и сахара последней кристаллизации

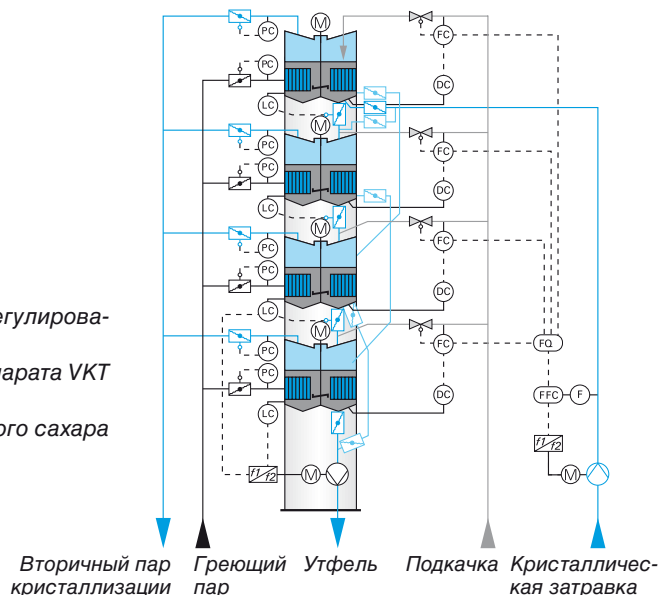
В камерах с 1 по 3 аппарата VKT для сахара-сырца или сахара последней кристаллизации наблюдается меньше отложений кристаллов на стенках, поэтому они могут работать с наружным переливом утфеля. Благодаря этому здесь не требуется регулировать уровни.

Значительное влияние чистоты на повышение точки кипения в аппарате VKT для сахара последней кристаллизации позволяет определять состояние утфеля измерением температуры. Предпосылкой для этого является постоянный и точно регулируемый вакуум, а также равномерная чистота подкачки.

Очистка

Испарительный вакуум-аппарат непрерывного действия должен работать бесперебойно в течение всего сезона для поддержания работы всего остального оборудования. Известно, что особенно у утфелей высокой чистоты никогда не удастся полностью избежать отложений кристаллов на стенках камер.

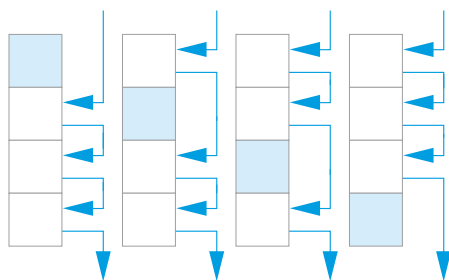
Схема регулирования аппарата VKT
белого сахара



Для предотвращения отложения кристаллов на стенках камер были разработаны такие новые элементы конструкции, как, например, облицовка соприкасающихся с утфелем стенок аппаратов для продуктов высокой чистоты мембранами из тонких листов высококачественной стали. Слегка вибрирующие мембраны сбрасывают прилипающие к ним кристаллы продукта. Для очистки камер кристаллизации требуется система, позволяющая проводить эту очистку без прерывания кристаллизационного процесса.

Башенная конструкция аппарата VKT идеально соответствует этому требованию. Т.к. имеется возможность работать в обход какой-либо камеры, она может быть выведена из процесса, а остальные продолжают в это время работать.

Поэтому аппарат VKT может работать в течение всего сезона, в особенности с продуктами с чистотой утфеля более 94%. Период между очистками аппарата VKT, т.е. непрерывная работа всех 4-х камер аппарата до возникновения необходимости в очистке, составляет для аппаратов белого сахара от 15 до 20 дней, сахара-сырца – от 20 до 30 дней и для сахара последней кристаллизации – от 45 до 60 дней.



Схематическое
изображение
процесса очистки

Аппарат VKT для
сахара последней
кристаллизации



Преимущества и особенности:

- пригоден для всех ступеней кристаллизации свекло- и тростниковосахарных, а также сахарнорафинадных заводов
- оптимальное перемешивание утфеля механическими мешалками в вертикальных цилиндрических котлах на базе испытанных в эксплуатации испарительных вакуум-аппаратов периодического действия
- равномерный режим работы благодаря непрерывной подаче и отводу массовых потоков
- оптимальная адаптация отдельных камер аппарата и мешалок к параметрам процесса
- система автоматической стабилизации параметров - простое управление процессом и контроль за его ходом
- высокое содержание кристаллов и тем самым высокий выход продукта
- использование специального ноу-хау при конструировании и изготовлении камер - малое количество отложений, долгие периоды между очистками даже для продуктов высокой чистоты

Стандартные типоразмеры испарительных вакуум-аппаратов непрерывного действия (VKT)

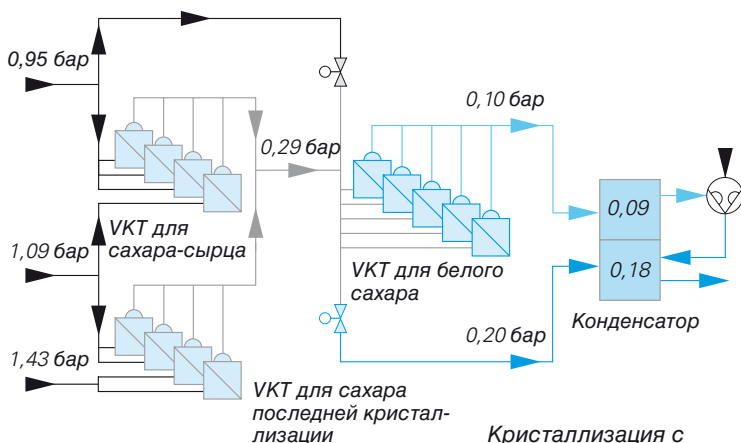
Диаметр	мм	3.200	3.600	4.000	4.400	4.800	5.200	5.600	6.000
Полезный объем (ок.)	м ³	62,1	79,7	101	124	150	178	208	243
Площадь поверхности нагрева, макс.	м ²	772	988	1.276	1.540	1.872	2.184	2.544	2.980

- особая концепция очистки - непрерывная работа аппаратов VKT в течение всего сезона использование греющего пара низкого давления
- возможность использования специальных энергосберегающих схем, например, испарения с двойным эффектом и компрессии вторичного пара в процессе кристаллизации
- ввод в эксплуатацию и вывод из эксплуатации производится без проблем
- быстрая и легкая адаптация производительности по переработке к изменяющимся производственным условиям завода
- даже при длительных простоях и при высокой чистоте продукта не требуется спускать утфель из камер
- простое наращивание производительности – дооснащение аппарата дополнительной камерой

- установка под крышей и над открытой площадке с экономией производственных площадей
- простые фундаменты без металлоконструкций

Современные энергетические концепции при работе с VKT

Благодаря специальной конструкции камер кристаллизации аппарата VKT, низкому уровню утфеля над греющей камерой и применению механических мешалок в каждой камере аппарат VKT может без затруднений работать с очень малой разностью температур греющего пара и утфеля, а также с давлением греющего пара значительно ниже 1 бар. Поэтому при оптимальном использовании аппаратов VKT могут быть реализованы самые различные энергосберегающие схемы. Одна из таких возможных схем – испарение с двойным эффектом в варочно-кристаллизационном отделении, позволяющее снизить расход пара в продуктовом отделении и тем самым и общезаводской расход пара на 3-4 % к массе свеклы. Принцип испарения с двойным эффектом заключается в том, что часть вторичного пара кристаллизации используется для обогрева одного из аппаратов VKT (например, для белого сахара), что позволяет сэкономить идущий на эти цели греющий пар выпарного отделения. Благодаря оптимальной адаптации процесса конденсирования остается достаточно тепла для подогрева диффузионного сока, для чего обычно используется часть вторичного пара кристаллизации.



Кристаллизация с
испарением с
двойным эффектом

*Испарение с двойным
эффектом – современная
энергосберегающая
концепция*



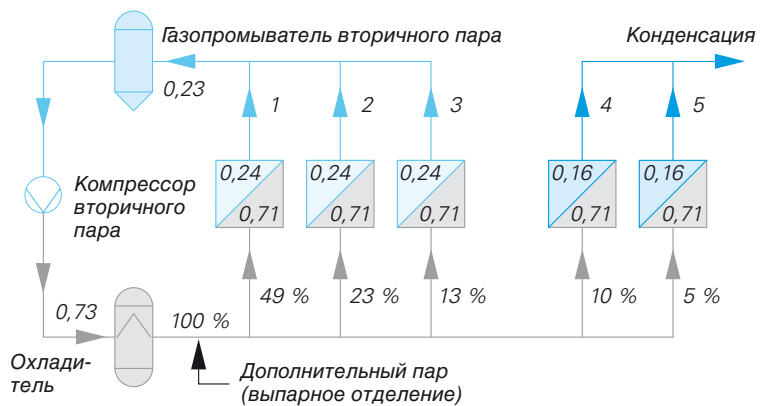
При работе с аппаратами VKT и греющим паром низкого давления возможно также экономически целесообразное использование механических компрессоров для компрессии вторичного пара кристаллизации. Для кристаллизации, протекающей в обычных испарительных вакуум-аппаратах периодического действия, нуждающихся в греющем паре высокого давления, требуется компрессор вторичного пара со степенью сжатия 6:1 и соответственно высоким потреблением электроэнергии. При работе с аппаратами VKT достаточно давление греющего или вторичного пара в 0,71 или же 0,24 бар со степенью сжатия от 3:1 до 2,5:1, для чего может быть использован не такой дорогой компрессор.

Особенно на сахарорафинадных заводах целесообразно использовать возможность термической компрессии вторичного пара. Вторичный пар кристаллизации от испарительных вакуум-

аппаратов периодического действия сжимается в термическом компрессоре с давления 0,2 до примерно 0,3 бар.

В качестве рабочего пара может быть использован отработавший пар турбины с давлением 3,0 бар. Вторичный пар после компрессора служит греющим паром для аппарата VKT фирмы БМА для рафинада, работающего с давлением вторичного пара 0,1 бар.

*Эксплуатация VKT и испарительных
вакуум-аппаратов периодического
действия в сочетании с
компрессией вторичного пара*



- 1 VKT белого сахара
- 2 VKT сахара-сырца
- 3 Испарительный вакуум-аппарат кристаллической затравки
- 4 VKT сахара последней кристаллизации
- 5 Испарительный вакуум-аппарат кристаллической затравки для сахара-сырца и сахара последней кристаллизации



Вертикальная utfелемешалка-кристаллизатор с охлаждением и с колеблющимися пучками охлаждающих труб

Кристаллизация для обессахаривания межкристального раствора сахара последней кристаллизации протекает в два следующих друг за другом этапа.

Первый этап – испарительная кристаллизация, в ходе которой достигают снижения чистоты межкристального раствора примерно на 15 % и получают примерно 85 % utfеля последней кристаллизации. После этого utfель последней кристаллизации охлаждают при выдерживании почти постоянного соотношения несахара/вода.

Это делается для того, чтобы забрать из межкристального раствора как можно больше сахарозы путем наращивания уже имеющихся кристаллов. Кристаллизация охлаждением чрезвычайно важна, т.к. она является последней ступенью обессахаривания в процессе производства сахара и ошибки в ведении процесса ведут к невозвратимым потерям сахара в мелассе.

Параметры процесса кристаллизации охлаждением должны быть оптимизированы. Определяющие параметры для скорости выкристаллизовывания сахарозы из межкристального раствора – это, главным образом, перенасыщение и температура межкристального раствора. Однако масса выкристаллизовавшейся за единицу времени сахарозы является результатом умножения площади поверхности кристаллов на скорость их роста. Площадь поверхности кристаллов определяется содержанием кристаллов в растворе и их размером.

Содержание кристаллов ограничено максимально возможной вязкостью; размер кристаллов существенно влияет на работу центрифуг. Достижимое при

одинаковой конечной температуре абсолютное обессахаривание зависит от специфических условий насыщения. Оно повышается с ростом соотношения „несахара/вода“ и снижением остаточного перенасыщения. Однако на практике при более высоких значениях соотношения „несахара/вода“ можно рассчитывать скорее на рост остаточного перенасыщения, если одновременно не будет увеличена продолжительность пребывания продукта в аппарате.

Как показывает опыт работы современных отделений последней кристаллизации, а также исследования кафедры технологии углеводов Института технической химии (Института сахара), входящего в состав Технического университета Брауншвейга, при переработке свеклы процесс идет оптимально при соотношении „несахара/вода“ от 3,8 до 4,0. Однако при таких условиях рост вязкости utfеля уже настолько значителен, что целесообразно проконтролировать все оборудование отделения.

Конструкция аппарата влияет на такие параметры, как температурный режим, продолжительность пребывания продукта в аппарате и распределение времени пребывания. Пони-

жение температуры utfеля должно происходить лишь настолько быстро, насколько это допускает скорость роста кристаллов. В ином случае существует опасность слишком сильного роста перенасыщения межкристального раствора и образования мелких кристаллов. На практике в правильно рассчитанном аппарате utfель охлаждается со скоростью примерно в 1 К/ч.

Типы конструкции

При разработке utfелемешалок-кристаллизаторов с охлаждением для utfелей последней кристаллизации БМА уделила большое внимание описанным выше теоретическим основам процесса. В результате были разработаны кристаллизаторы, в которых высоковязкие utfели даже с соотношением „несахара/вода“, равным 4, без затруднений могут быть охлаждены до конечной температуры в 40°С. Utfелемешалки-кристаллизаторы с охлаждением фирмы БМА успешно эксплуатируются как в свеклосахарной, так и в тростниковосахарной промышленности. В настоящее время БМА предлагает исключительно вертикальную модель.



На фотографиях -
перемещение труб с



охлаждающей водой по
вертикали на поверхности
utfеля перед охлаждением
(уровень понижен)



Утфелемешал-
ка-кристаллиза-
тор с охлажде-
нием объемом
нетто 600 м³





Стандартные типоразмеры утфелемешалок-кристаллизаторов с охлаждением и с колеблющимися пучками охлаждающих труб

Полезный объем	м ³	220	300	340	400	467	533	600	667
Высота цил. части	м	15,5	19,5	21,5	24,7	27,5	30,1	33,5	36,4
Площадь поверхности охлаждения, мин.	м ²	406	406	580	580	638	754	870	870
Площадь поверхности охлаждения, макс.	м ²	406	580	638	754	870	986	1.102	1.218

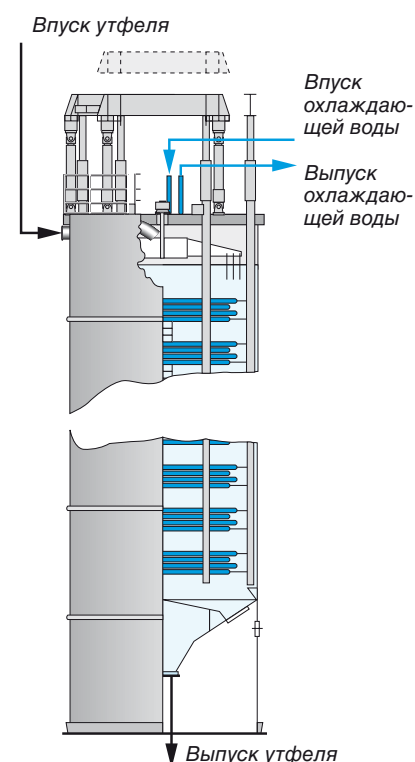
Успех этого кристаллизатора основан на следующей конструктивной особенности: охлаждающая система из блоков охлаждающих элементов, где вода перекачивается противотоком к утфелю. Вся охлаждающая система колеблется на 1 м по вертикали. Эти колебания, а также симметричное расположение охлаждающих труб обеспечивают оптимальный режим времени пребывания и охлаждения утфеля. Систему приводят в движение шесть гидравлических цилиндров, расположенных на крышке кристаллизатора.

Расположенный сверху медленно вращающийся распределитель равномерно распределяет поступающий утфель по всему поперечному сечению аппарата. На стороне утфеля во всем аппарате нет ни подшипников качения или скольжения, ни сальниковых уплотнений.

Преимущества и особенности

- Большой выход конечного продукта благодаря четко заданному распределению времени пребывания
- Прекрасный эффект самоочистки колеблющихся поверхностей охлаждения
- Охлаждение высоковязких утфелей не вызывает проблем
- Возможны аппараты больших размеров, в настоящее время фирмой поставлены аппараты вместимостью нетто до 1.000 т и с площадью поверхности охлаждения 1.200 м²
- Вертикальная конструкция может быть установлена на небольшой площадке, под открытым небом – нет затрат на здание

- Равномерное движение утфеля вдоль всех охлаждающих трубок обеспечивает хороший теплопереход между утфелем и охлаждающей средой
- Гидравлические цилиндры – простой привод колеблющейся по вертикали охлаждающей системы
- Оборудование защищено от перегрузок гидравлическим предохранительным клапаном



Утфельные насосы

Утфельные насосы фирмы БМА наилучшим образом приспособлены для перекачивания высоковязких утфелей. При максимальном числе оборотов до 40 об/мин может быть достигнуто давление нагнетания до 10 бар. Такое низкое число оборотов снижает износ деталей и узлов насоса до минимума. БМА поставляет следующие типы насосов:

Тип	Объемная подача м ³ /ч
F 150	1 - 10
F 350	5 - 25
F 500	25 - 40
F 800	30 - 65
F 1000	65 - 100

Преимущества и особенности

- Высокая надежность в эксплуатации
- Большая подача при низком числе оборотов поршня
- Торцевое уплотнение без утечек
- Свободное пространство между уплотнением и корпусом подшипника качения предотвращает повреждения подшипника и облегчает контроль
- Облегчающая техобслуживание конструкция
- Малые потери давления благодаря большим патрубкам
- Бесперебойная транспортировка утфелей высокой вязкости
- Консольное крепление ротора обеспечивает свободный доступ ко всем узлам насоса
- Выгодное соотношение цена/производительность

Утфелемешалка-кристаллизатор с охлаждением и с колеблющимися пучками охлаждающих труб



Утфельный насос F 1000 F



© Брауншвейгский
машиностроительный завод АГ
А.я. 3225
38022 Брауншвейг
Германия
Телефон +49 531 804-0
Факс +49 531 804-216
www.bma-de.com
sales@bma-de.com

► Фирма оставляет за собой право на внесение технических изменений 03/2007

