

УДК 664.1

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА НА ПРИМЕРЕ  
ЖАБИНКОВСКОГО САХАРНОГО ЗАВОДА  
TECHNOLOGY OF SUGAR PRODUCTION ON THE EXAMPLE OF THE  
ZHABINKO SUGAR FACTORY**

Д.А. Бабинец

Научный руководитель – А.А. Бобич, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

D. Babinets

Supervisor – A. Bobich, Candidate of Technical Science, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** в данной научной работе рассматривается описание принципа работы Жабинковского сахарного завода.*

***Abstract:** this scientific work considers the description of the work of the Zhabinka sugar factory.*

***Ключевые слова:** сахар, сахарный сок, дефекация, утфель.*

***Keywords:** sugar, sugar juice, defecation, massequite.*

### **Введение**

Среди многообразия производств пищевой промышленности трудно найти второе такое производство, где тепловые процессы применялись бы так широко и имели бы такое же большое значение в технике и экономике, как в сахарном. По своей энергоёмкости, по сложности и стоимости теплоэнергетического комплекса, по неразрывности связей между технологическими и теплоэнергетическими процессами сахарное производство занимает одно из первых мест среди отраслей пищевой индустрии. Энергетическая схема сахарного завода по сравнению с предприятиями других отраслей пищевой промышленности весьма совершенна.

### **Основная часть**

Стоит для начала заметить, что далеко не каждая свекла подходит для производства сахара. Сахарная свекла характеризуется следующими технологическими показателями: сахаристостью, спелостью, состоянием тургора, степенью загрязнённости, концентрацией несахаров в свекловичном соке. Чем выше сахаристость, меньше содержание несахаров и загрязнённость корнеплодов, тем качество свеклы выше. В переработку должны поступать корнеплоды технически спелой свеклы массой 350...500 г с минимальным содержанием примесей (земля, зеленая масса, камни) и хорошим тургором.

Свеклосахарное производство условно делят на три основных отделения: свеклоперерабатывающее, в котором проводят подготовительные операции со свеклой и извлекают свекловичный сок из стружки диффузией; сокоочистительное, в котором очищают диффузионный сок от несахаров и сгущают его до сиропа; продуктивное, где происходит выкристаллизовывание сахарозы из сиропа и оттеков с получением готового продукта. Основными элементами принципиальной технологической схемы являются: очистка свеклы

от посторонних примесей, получение свекловичной стружки, экстрагирование сахара методом диффузии, известково-углекислотная очистка, выпарка сахарного сиропа, сгущение сока и кристаллизация сахара, сушка и хранение сахара. К вспомогательным относят известковое, жомосушения, брикетирования.

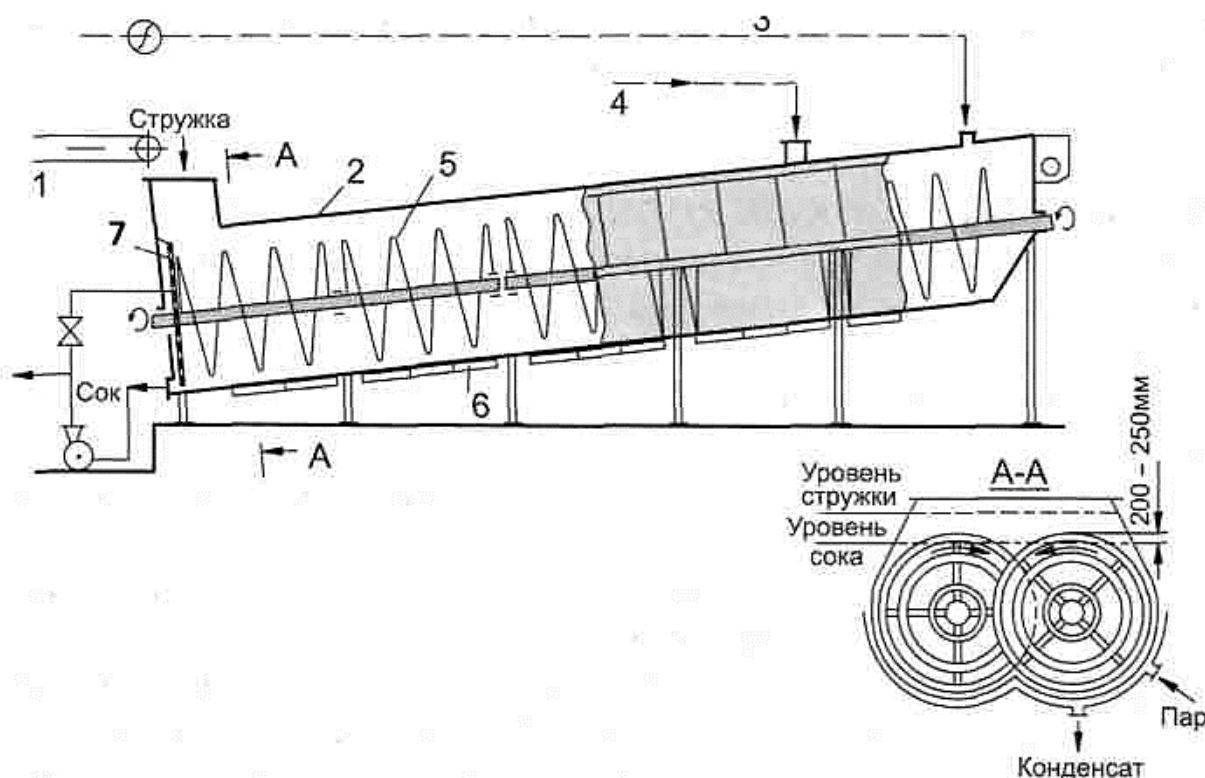
Остановимся на каждом этапе по подробнее:

Очистка свеклы от посторонних примесей относится к свеклоперерабатывающему отделению. На данном этапе свеклу тщательно промывают от посторонних примесей, а так же термически обрабатывают.

Далее свеклу изрезают в стружку необходимого размера. Если размер стружки будет отличаться от стандартного, то в случае его уменьшения процесс диффузии будет проходить гораздо хуже. Если же размер стружки будет больше положенного, то стружка создаст пробку в диффузионном аппарате.

После свекловичная стружка направляется в диффузионный аппарат (рисунок 1).

Он напоминает всем нам знакомую мясорубку, только лезвия с горячей водой движется на встречу свекловичной стружке.



1- стружка; 2 – корпус диффузионного аппарата; 3 – свежая питательная вода ; 4 – жомопрессовая вода; 5 - шнеки ; 6 – паровая камера; 7 – лобовое сито.

Рисунок 1 – Схема наклонного шнекового диффузионного аппарата

Потом полученный сок идёт на очистку, так называемую дефекацию.

Однако сначала у нас идёт процесс преддефекации, т.к. уже в начале XX в. было замечено, что при предварительной обработке диффузионного сока небольшим количеством извести качественные показатели его улучшаются, проявляется коагулирующее действие извести на многие вещества коллоидной

дисперсности и ВМС. С увеличением щелочности образующийся осадок становится плотнее, а сок – прозрачнее.

Основную дефекацию проводят сразу после преддефекации без промежуточного фильтрования. Здесь также различают холодную, теплую и горячую основную дефекации, т. е. обработку сока известковым молоком при температуре соответственно ниже 50, 50...65 и 85...88 °С. На преддефекации под действием ионов гидроксила и кальция полностью заканчиваются реакции нейтрализации кислот диффузионного сока, коагуляции и осаждения веществ коллоидной дисперсности, ВМС, а также реакции осаждения большей части анионов фосфорной, щавелевой, уксусной, лимонной, оксалимонной, яблочной, винной кислот и катионов солей магния, алюминия и железа. Но реакции разложения ряда органических несахаров, содержащихся в диффузионном соке, на преддефекации только начинаются, и для их завершения необходимы более высокие щелочность, температура и продолжительность реакции. Поэтому главная задача основной дефекации – разложение амидов кислот, солей аммония, редуцирующих веществ, омыление жиров, доосаждение анионов кислот, а также создание избытка извести, необходимой для получения достаточного количества  $\text{CaCO}_3$  на I сатурации. Если реакции разложения не завершены в сокоочистительном отделении, то, продолжаясь на следующих стадиях технологического процесса, они будут снижать качество сиропа и сахара.

Дефекованный сок, содержащий коагулят, гидроксид кальция в растворе и осадке, подают на I сатурацию, где обрабатывают сатурационным газом. Вследствие карбонатации образуется карбонат кальция, частицы которого, обладая положительным зарядом, адсорбируют отрицательно заряженные несахара – продукты распада редуцирующих веществ, красящие вещества, соли карбоновых кислот и др. Причем удаление растворимых солей карбоновых кислот зависит от члена гомологического ряда, представляемого данной кислотой. Чем он выше, тем больше солей будет удалено. Следовательно, если на преддефекации и основной дефекации осуществляется химическая очистка сока путем коагуляции, осаждения и разложения несахаров, то на I сатурации происходят физико-химическая очистка сока адсорбцией и формирование хорошо фильтрующегося осадка.

Далее сок идёт на фильтрацию. Фильтрование сатурированного сока – это разделение суспензии при помощи пористой фильтрующей перегородки на условно чистую жидкость (фильтрат) и влажный осадок, называемый фильтрационным.

Далее сок сгущают.

После чего сок с I сатурации ещё поступает на II сатурацию. Цель II сатурации – достижение оптимальной (эффективной) щелочности. Повторную обработку диоксидом углерода проводят для того, чтобы перевести оставшиеся после I сатурации свободные гидроксиды кальция, калия и натрия в карбонаты, а также вывести в осадок растворимые соли кальция.

После чего происходит сульфитация сока II сатурации. Сульфитацией называют обработку сахарных растворов диоксидом серы. По технологической

схеме сульфитации подвергают фильтрованный сок II сатурации, смесь сиропа с клеровой и воду, подаваемую на диффузию.

Сульфитированный очищенный сок II сатурации – это ненасыщенный раствор сахарозы и оставшихся в нем несахаров. При сгущении до пересыщения сахароза начинает осаждаться в виде кристаллов, что является конечной целью технологического процесса. Сгущение очищенного сока проводят в два этапа: сначала выпаривают воду в выпарной установке до состояния, близкого к насыщенному, а затем – в вакуум-аппаратах до пересыщения с последующей массовой кристаллизацией. Всего из очищенного сока удаляется 100...115 % воды к массе свеклы. Разделение процесса сгущения сока выпариванием на два этапа обусловлено необходимостью сократить расход теплоты на выпаривание такого большого количества воды. На первом этапе к воду выпаривают в многокорпусной выпарной установке, многократно используя отработавший в турбине пар (ретурный).

Сок сгущают в выпарной установке (рисунок 2), которая является наиболее крупным потребителем отработавшего пара и одновременно генератором пара для технологических нужд. В ней пар более высокого потенциала преобразуется в пар с пониженными давлением и температурой, который затем используют для нагревания различных промежуточных продуктов. По важности выполняемых функций выпарная установка занимает центральное место в технологической и тепловой схемах завода. От работы выпарной установки зависят производительность завода, расход топлива, потери сахара и его качество

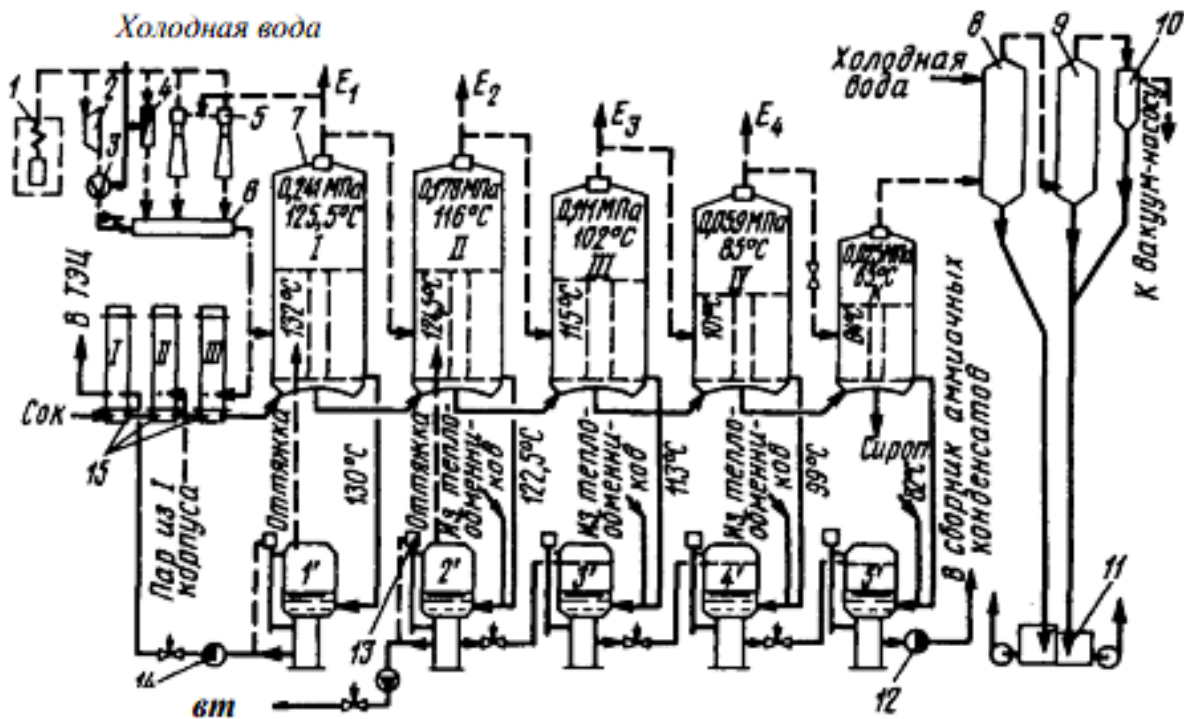


Рисунок 2 – Пример схемы многокорпусной выпарной установки

Кристаллизация – завершающий этап производства сахара. Цель кристаллизации – выделить сахар, растворенный в сиропе, в виде кристаллов. В



процессе известково-углекислотной очистки из диффузионного сока удаляют около 1/3 несахаров, остальные несахара вместе с сахарозой поступают в продуктовое отделение, где сироп сгущают до пересыщения и из него выкристаллизовывается сахароза, а несахара остаются в межкристальном растворе. Выделение сахарозы из раствора кристаллизацией проводят в 2 или 3 степени (рисунок 3). На первой ступени, когда содержание кристаллов в утфеле достигнет примерно половины (по массе), а утфель станет вязким и малоподвижным, кристаллы отделяют в поле центробежных сил, а межкристальный раствор вновь сгущают на второй ступени до пересыщения и выкристаллизовывают остальную сахарозу. Небольшую часть сахарозы удаляют с завода вместе с отходом производства – мелассой.

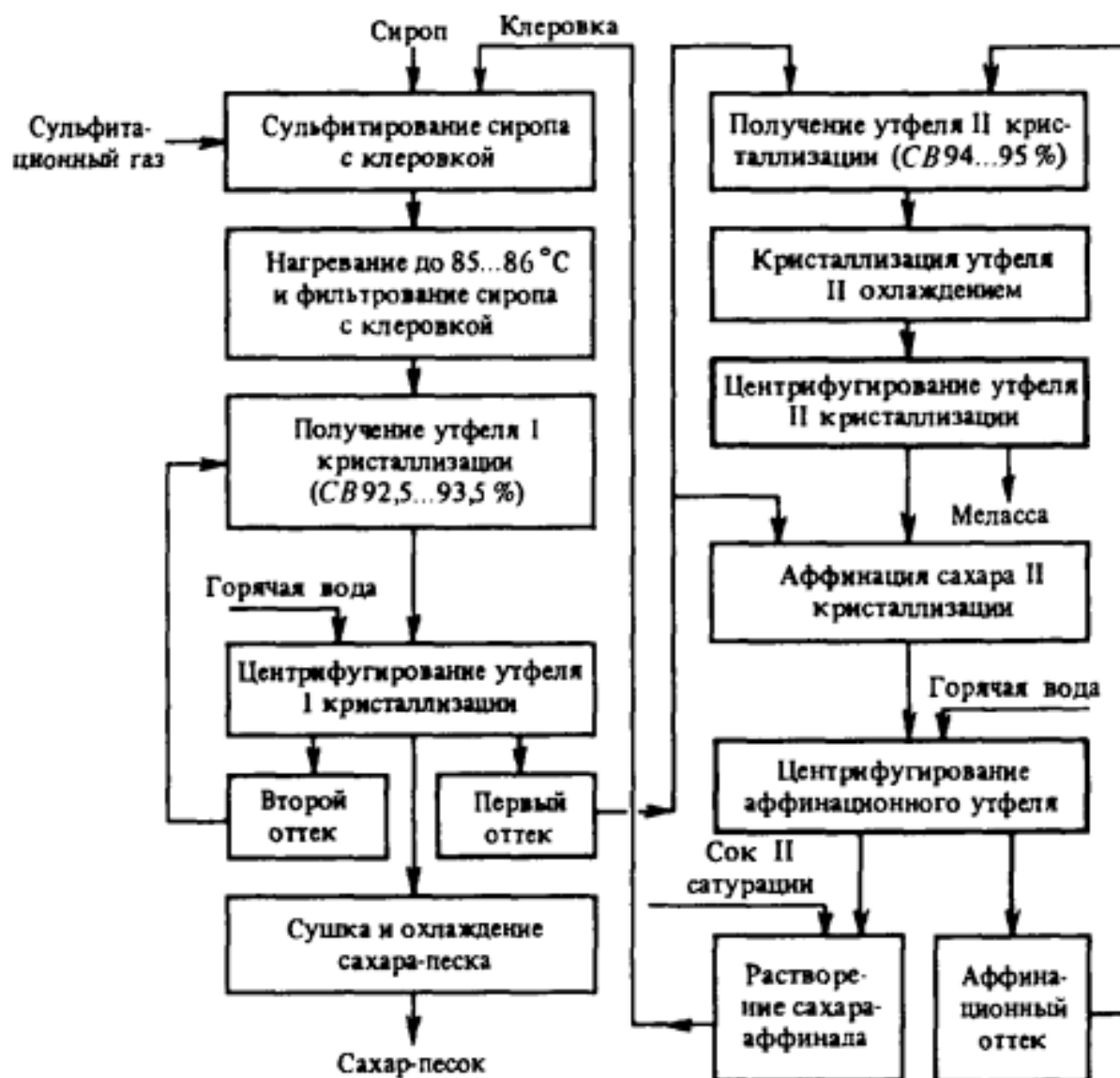


Рисунок 3 – Принципиальная технологическая двухкристаллизационная схема продуктового отделения

Стоит заметить, что утфель представляет собой суспензию, состоящую из двух фаз: твердой (кристаллы сахара) и жидкой (межкристальный раствор). Чтобы получить кристаллический сахар, твердую фазу отделяют от жидкой гидромеханическим способом – на центрифугах. Этот процесс называют центрифугированием или центробежным фильтрованием. Центробежная сила, возникающая при вращении ротора центрифуги с утфелем, во много раз больше силы тяжести, поэтому разделение твердой и жидкой фаз происходит очень быстро.

Из центрифуг с механической выгрузкой выходит сахар-песок с содержанием влаги до 1,5 %. Такой сахар необходимо сушить, так как в нем образуются комки, а при транспортировании влажные кристаллы легко повредить. Поэтому сахар-песок высушивают подогретым воздухом до содержания влаги 0,14 % при хранении в мешках и до 0,04 % – при бестарном хранении в силосах, а затем охлаждают до температуры 22...25 °С. Так как почти вся влага находится на поверхности кристаллов (в пленке), сахар-песок высушивается легко.

Конечный этап – это хранение сахара. Он хранится в основном в силосах и же запаковывается в пакетики по несколько грамм или килограмм, а так же в мешки.

По качеству сахар-песок должен соответствовать требованиям ГОСТ 21: чистота не менее 99,75 %; содержание редуцирующих веществ не более 0,05 %; содержание золы не более 0,04 %; цветность сахара на 100 частей сухих веществ не более 0,8 усл. ед. (или не более 104 усл. ед. оптической плотности); содержание влаги не более 0,14 %, ферропримесей не более 0,0003 % к массе СВ. По внешнему виду сахар-песок должен быть белым, однородным по величине кристаллов, с минимальным количеством сросшихся кристаллов (друз) и кристаллической «муки» (мельчайших кристалликов, проходящих через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм). Коэффициент однородности, выражаемый отношением суммы двух наибольших по массе смежных фракций (например, масса кристаллов, проходящих через сита с отверстиями диаметром 1,0...0,75 и 0,75...0,5 мм) к общей массе сахара-песка, должен быть не менее 80 %. Размер кристаллов сахара-песка колеблется в интервале 0,2...2,5 мм. По их размеру различают крупную (1,5...2,5 мм), среднюю (0,5...1,5 мм) и мелкую (0,2...0,5 мм) фракции сахара-песка, в 1 г массы которых содержится соответственно около 1500, 3000 и 5000 кристаллов. Кристаллы сахара-песка должны быть прозрачными, с ровным блеском и ясно выраженными гранями, а растворы, приготовленные из них, прозрачными, термоустойчивыми, свободными от микроорганизмов и нерастворимых осадков, не иметь запаха, легко фильтроваться и не пениться.

### **Заключение**

ОАО «Жабинковский сахарный завод» с 1963 г. успешно работает, производит сахар и побочные продукты – мелассу, свекловичный жом. Свою продукцию завод поставляем на рынок Беларуси и отправляет на экспорт. На всех этапах развития ОАО «Жабинковский сахарный завод» придерживается главного принципа: выпускать только высококачественную продукцию, потому

что качество и безопасность пищевой продукции – гарант надежности. Накопленный опыт, современные технологии, высокая квалификация персонала, способного решать сложные задачи, как технические, так и экономические, позволяют предприятию занимать прочные позиции в отрасли. ОАО «Жабинковский сахарный завод» гарантирует высокое качество и безопасность продукции.

#### Литература

1. Сапронов А. Р. Технология сахарного производства, 1999. –491 с.
2. Колесников В. А., Начаев Ю. Г. Теплосиловое хозяйство сахарных заводов, 1980. – 387 с.