

### Практическая работа №3

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА-ПЕСКА ИЗ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Цель работы: Изучить технологическую линию производства сахара-песка из сахарной свеклы.

#### Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов

Сахар – практически чистая сахароза ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), обладающая сладким вкусом, легко и полностью усваиваемая организмом, способствующая быстрому восстановлению затраченной энергии. Сахароза – это дисахарид, который под действием кислоты или фермента расщепляется на глюкозу и фруктозу (инвертный сахар). Сахароза может находиться в двух состояниях: кристаллическом и аморфном. По химической природе сахар является слабой многоосновной кислотой, дающей с оксидами щелочных и щелочноземельных металлов соединения – сахараты.

Инвертный сахар благодаря фруктозе гигроскопичен. Он предохраняет варенье от засахаривания, замедляет процесс черствения хлеба, предохраняет от высыхания кондитерские изделия (мармелад, пастилу, зефир, помадку и др.).

Сахароза хорошо растворяется в воде, при повышении температуры ее растворимость возрастает. В растворах сахароза является сильным дегидрататором. Она легко образует пересыщенные растворы, кристаллизация в которых начинается только при наличии центров кристаллизации. Скорость этого процесса зависит от температуры, вязкости раствора и коэффициента пересыщения.

Исходным сырьем для получения сахара являются сахарная свекла и сахарный тростник. Благодаря более высокой урожайности сахарного тростника по сравнению с сахарной свеклой с каждого гектара его посевов получают сахара примерно в 2 раза больше, хотя содержание сахарозы в стеблях сахарного тростника несколько меньше, чем в сахарной свекле.

Сахарная промышленность выпускает следующие виды сахара:

– сахар-песок – сыпучий пищевой продукт белого цвета (без комков), имеющий сладкий вкус без посторонних привкусов и запахов (с содержанием влаги не более 0,14 %, сахарозы не менее 99,75 %, металлопримесей не более 3 мг на 1 кг сахара, с размерами не более 0,3 мм);

– сахар жидкий – жидкий пищевой продукт светло-желтого цвета, сладкий на вкус, без посторонних привкусов и запахов (с содержанием сахарозы не менее 99,80 % для высшей категории и не менее 99,5 % для первой категории, с содержанием сухих веществ не менее 64 %);

					Практическая работа №3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА-ПЕСКА ИЗ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ		
Разраб.							
Провер.							
					Лит.	Лист	Листов
						1	6
					ГГТУ им.П.О.Сухого гр.С-__		

– сахар-рафинад – кусковой прессованный сахар, рафинадный сахар-песок и рафинадная пудра белого цвета, сладкие на вкус, без посторонних привкусов и запахов (с содержанием сахарозы не менее 99,9 %, редуцирующих веществ не более 0,03 %, влаги не более 0,2 %).

#### Особенности производства и потребления готовой продукции

На сахарных заводах Республики Беларусь действует типовая схема получения сахара – песка из сахарной свеклы с непрерывным обессахариванием свекловичной стружки, прессованием жома и возвратом жомопрессовой воды в диффузионную установку, известково-углекислотной очисткой диффузионного сока, тремя кристаллизациями и афинацией желтого сахара III кристаллизации. В корнеплодах сахарной свеклы содержится 20...25% сухих веществ, из них содержание сахарозы колеблется от 14 до 18 %. Сахарозу извлекают из свеклы диффузионным способом. Полученный диффузионный сок содержит 15... 16 % сухих веществ, из них 14... 15 % сахарозы и около 2 % несахаров. Чтобы избавиться от несахаров проводят очистку диффузионного сока известью (дефекация) с последующим удалением ее избытка диоксидом углерода (сатурация). Для снижения цветности и щелочности фильтрованный сок II сатурации обрабатывают диоксидом серы (сульфитация). Сгущение сока ведут в два этапа: сначала его сгущают на выпарной установке до содержания сухих веществ 55...65 % (при этом сахароза еще не кристаллизуется), а затем после дополнительной очистки вязкий сироп на вакуум-аппарате сгущают до содержания сухих веществ 92,5... 93,5 % и получают утфель. Готовый утфель I кристаллизации центрифугируют, получая кристаллы сахара и два оттока. Сахар-песок выгружают из центрифуги с содержанием влаги 0,8... 1 % и высушивают горячим воздухом температурой 105... 110 °С до 0,14 % (при бестарном хранении массовая доля влаги в сахар-песке должна быть 0,03...0,04 %).

Норма потребления сахарозы составляет 75 г в день, включая сахар, находящийся в других пищевых продуктах. В настоящее время в России действует 95 свеклосахарных заводов, перерабатывающих в сутки 280 тыс. т свеклы. Период уборки сахарной свеклы длится 40... 50 сут. в году. Средняя производственная мощность одного завода составляет 2,84 тыс. т переработки свеклы в сутки с коэффициентом извлечения сахара из свеклы 72 %.

#### Стадии технологического процесса

Процесс получения сахара-песка на свеклосахарных заводах складывается из следующих стадий:

- подача свеклы и очистка ее от примесей;
- получение диффузионного сока из свекловичной стружки;
- очистка диффузионного сока;
- сгущение сока выпариванием;
- варка утфеля и получение кристаллического сахара;
- сушка, охлаждение и хранение сахара-песка.

					Практическая работа №3	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Характеристика комплексов оборудования

Линия начинается с комплекса оборудования для подготовки свеклы к производству, состоящего из свеклоподъемной установки, гидротранспортера, песколовушки, ботволловушки, камнеловушки и водоотделителя, а также свекломоечной машины.

Ведущий комплекс оборудования линии состоит из конвейера с магнитным сепаратором, свеклорезки, весов, диффузионной установки, шнекового пресса и сушилки для жома.

Следующий комплекс оборудования представляют фильтры с подогревательными устройствами, аппараты предварительной и основной дефекации, сатураторы, отстойники, сульфитаторы и фильтры.

Наиболее энергоемким комплексом оборудования линии является выпарная установка с концентратом, а также вакуум-аппараты, мешалки и центрифуги.

Завершающий комплекс оборудования линии состоит из виброконвейера, сушильно-охладительной установки и вибросита.

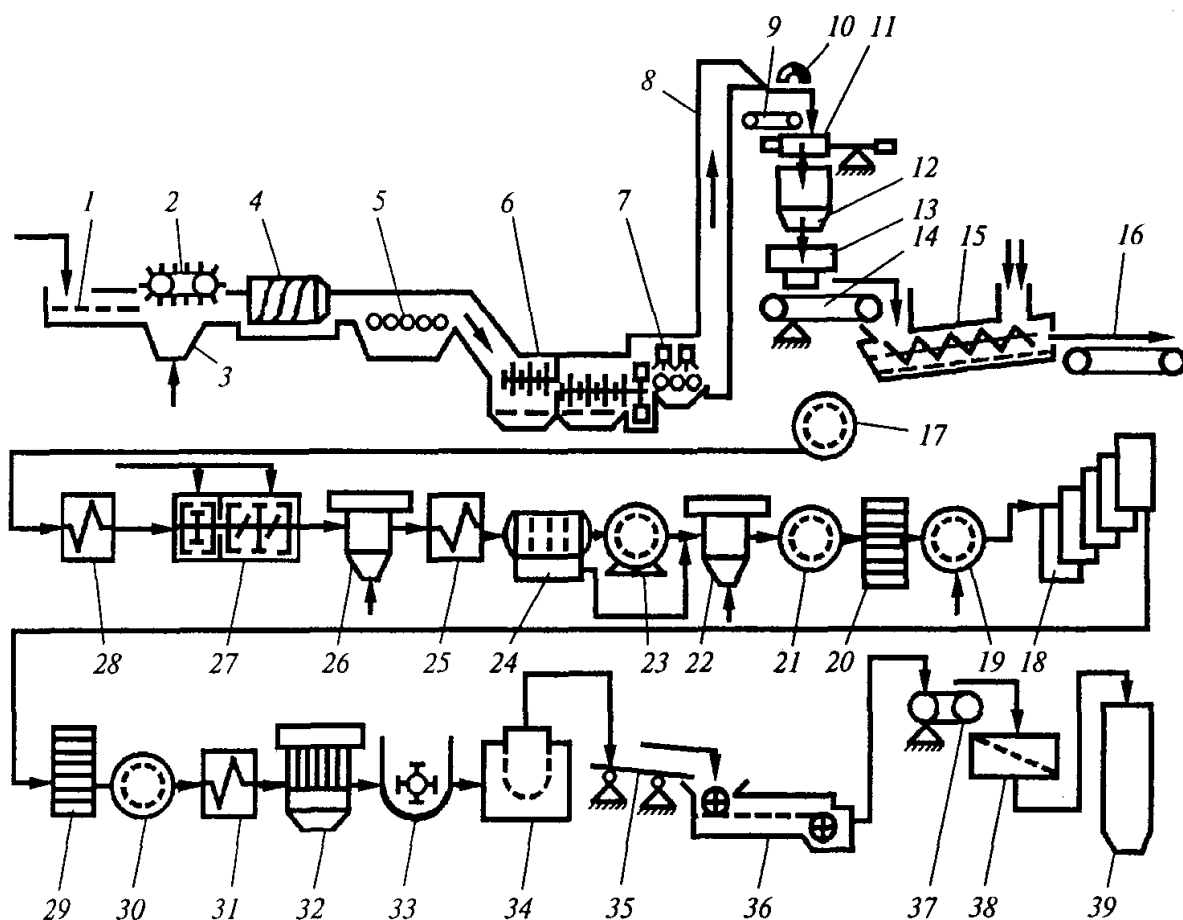


Рисунок 2.1. Машинно-аппаратурная схема линии производства сахара-песка из сахарной свеклы

## Устройство и принцип действия линии

Сахарная свекла подается в завод из бурачной или с кагатного поля. По гидравлическому конвейеру она поступает к свеклонасосам и поднимается на

высоту до 20 м. Дальнейшее перемещение ее для осуществления различных операций технологического процесса происходит самотеком. По длине гидравлического конвейера 1 (см. рисунок.2.1) последовательно установлены соломоботволоушки 2, камнеловушки 4 и водоотделители 5.

Это технологическое оборудование предназначено для отделения легких (солома, ботва) и тяжелых (песок, камни) примесей, а также для отделения транспортерно-моечной воды. Для интенсификации процесса улавливания соломы и ботвы в углубление 3 подается воздух. Сахарная свекла после водоотделителей поступает в моечную машину 6.

Моечная машина предназначена для окончательной очистки свеклы (количество прилипшей земли составляет при ручной уборке 3...5% свеклы, а при механизированной уборке комбайнами -8...19%).

Количество воды, подаваемой на мойку свеклы, зависит от степени ее загрязненности, конструкции машины и в среднем составляет 60...100% к массе свеклы. В сточные воды гидравлического конвейера и моечной машины попадают отломившиеся хвостики свеклы, небольшие кусочки и мелкие корнеплоды (всего 1...3 % к массе свеклы), поэтому транспортерно-моечные воды предварительно направляются в сепаратор для отделения от них хвостиков и кусочков свеклы, которые после обработки поступают на ленточный конвейер 14.

Отмытая сахарная свекла орошается чистой водой из специальных устройств 7, поднимается элеватором 8 и поступает на конвейер 9, где электромагнит 10 отделяет металлические предметы, случайно попавшие в свеклу. Затем свеклу взвешивают на весах 11 и из бункера 12 направляют в измельчающие машины-свеклорезки 13. Стружка должна быть ровной, упругой и без мезги, пластинчатого или ромбовидного сечения, толщиной 0,5... 1,0 мм.

Свекловичная стружка из измельчающих машин с помощью ленточного конвейера 14, на котором установлены конвейерные весы, подается в диффузионную установку 15.

Сахар, растворенный в свекловичном соке корнеплода, извлекается из клеток противоточной диффузией, при которой стружка поступает в головную часть агрегата и движется к хвостовой части, отдавая сахар путем диффузии в движущуюся навстречу экстрагенту высолаживающую воду. Из конца хвостовой части агрегата выводится стружка с малой концентрацией сахара, а экстрагент, обогащенный сахаром, выводится как диффузионный сок. Из 100 кг свеклы получают приблизительно 120 кг диффузионного сока. Жом отводится из диффузионных установок конвейером 16 в цех для прессования, сушки и брикетирования.

Диффузионный сок пропускается через фильтр 17, подогревается в устройстве 28 и направляется в аппараты предварительной и основной дефекации 27, где он очищается в результате коагуляции белков и красящих веществ и осаждения ряда анионов, дающих нерастворимые соли с ионом кальция, содержащимся в известковом молоке (раствор извести). Известковое молоко вводится в сок с помощью дозирующих устройств.

					Практическая работа №3	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Дефектованный сок подается в котел первой сатурации 26, где он дополнительно очищается путем адсорбции растворимых несахаров и особенно красящих веществ на поверхности частиц мелкого осадка  $\text{CaCO}_3$ , который образуется при пропускании диоксида углерода через дефектованный сок. Сок первой сатурации подается через подогреватель 25 в гравитационный отстойник 24. В отстойниках сок делится на две фракции: осветленную (80 % всего сока) и сгущенную суспензию, поступающую на вакуум-фильтры 23.

Фильтрованный сок первой сатурации направляется в аппараты второй сатурации 22, где из него удаляется известь в виде  $\text{CaCO}_3$ .

Сок второй сатурации подается на фильтры 21. Соки сахарного производства приходится фильтровать несколько раз. В зависимости от цели фильтрации используются различные схемы процесса и фильтровальное оборудование.

Отфильтрованный сок из фильтра 21 подается в котел сульфитации 20. Цель сульфитации – уменьшение цветности сока путем обработки его диоксидом серы, который получают при сжигании серы.

Сульфитированный сок направляют на станцию фильтров 19, а затем транспортируют через подогреватели в первый корпус выпарной станции 18. Выпарные установки предназначены для последовательного сгущения очищенного сока второй сатурации до концентрации густого сиропа; при этом содержание сухих веществ в продукте увеличивается с 14...16 % в первом корпусе до 65...70 % (сгущенный сироп) в последнем. Свежий пар поступает только в первый корпус, а последующие корпуса обогреваются соковым паром предыдущего корпуса. Площадь поверхности нагрева выпарной станции сахарного завода производительностью 5000 тонн свеклы в сутки составляет 10 000 м<sup>2</sup>.

Полученный сироп направляется в сульфитатор 29, а затем на станцию фильтрации 30. Фильтрованный сироп подогревается в подогревателе 31, откуда поступает в вакуум-аппараты первого продукта 32. Сироп в вакуум-аппаратах уваривается до пересыщения, сахар выделяется в виде кристаллов. Продукт, полученный после уваривания, называется утфелем. Он содержит около 7,5 % воды и около 55 % выкристаллизовавшегося сахара.

Сироп уваривают в периодически действующих вакуум-аппаратах. Утфель первой кристаллизации из вакуум-аппаратов поступает в приемную утфелемешалку 33, откуда его направляют в распределительную мешалку, а затем в центрифуги 34, где под действием центробежной силы кристаллы сахара отделяются от межкристалльной жидкости. Эта жидкость называется первым оттеком. Чистота первого оттока 75...78 %, что значительно ниже чистоты утфеля.

Чтобы получить из центрифуги белый сахар, его кристаллы промывают небольшим количеством горячей воды – пробеливают. При пробеливании часть сахара растворяется, поэтому из центрифуги отходит оттек более высокой чистоты – второй оттек.

Второй и первый оттеки подают в вакуум-аппарат второй (последней) кристаллизации, где получают утфель второй кристаллизации, содержащий около 50 % кристаллического сахара.

					Практическая работа №3	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Этот утфель постепенно охлаждают до температуры 40 °С при перемешивании в утфелемешалках - кристаллизаторах. При этом дополнительно выкристаллизовывается еще некоторое количество сахара. Наконец, утфель второй кристаллизации направляется в центрифуги, где от кристаллов сахара отделяется меласса, которая является отходом сахарного производства, так как получение из нее сахара путем дальнейшего сгущения и кристаллизации нерентабельно. Желтый сахар второй кристаллизации рафинируют первым оттеком, полученный утфель направляется в распределительную мешалку, а затем в центрифуги. Полученный сахар растворяется, и сок поступает в линию производства.

Белый сахар, выгружаемый из центрифуг 34, имеет температуру 70°С и влажность 0,5 % при пробеливании паром или влажность 1,5 % при пробеливании водой. Он попадает на виброконвейер 35 и транспортируется в сушильно-охладительную установку 36.

После сушки сахар-песок поступает на весовой ленточный конвейер 37 и далее на вибросито 38. Комочки сахара отделяются, растворяются и возвращаются в продуктовый цех.

Товарный сахар-песок поступает в силосные башни 39 (склады длительного хранения).

Вывод: изучили технологическую линию производства сахара-песка из сахарной свеклы.

					Практическая работа №3	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		