

Фильтрование сиропа с клеровкой – реальные шаги к повышению качества сахара

В.Н. Кухар, генеральный директор, ООО «ФИРМА «ТМА»

Л.И. Чернявская, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом сырья, контроля и учета производства, УкрНИИСП

Представлена информация о причинах мутности растворов сахара и методах ее уменьшения путем качественного фильтрования продуктов сахарного производства – сиропа и клеровок. Дана характеристика вспомогательных фильтрующих средств, используемых при фильтровании густых продуктов, в том числе карбоната кальция суспензии сока II сатурации.

Ключевые слова: качество сахара, сироп, клеровка, мутность, взвеси, фильтрование, вспомогательные фильтрующие средства.

Сахар – пищевой продукт, который принадлежит к товарам первой необходимости. В продовольственном балансе большинства стран он занимает не менее 10%. Около половины расходуемой человеком энергии пополняется за счет углеводов, 1/5 из которых – это сахар. Имея отличные вкусовые качества и высокую калорийность, он является одним из самых важных продуктов питания человека. Сахар улучшает вкус многих продуктов и блюд. Он легко и полностью усваивается организмом человека, хорошо восстанавливает израсходованную им энергию и поэтому является незаменимым пищевым продуктом, особенно для людей умственного и физического труда [16-18]. По данным немецких информационных источников только 16,9% сахара используется населением непосредственно как продукт питания, остальное количество служит сырьем для других отраслей промышленности: кондитерской - 32,1%, для приготовления безалкогольных напитков длительного хранения - 21,7%, консервной - 5,8%, хлебопекарной - 3,2%, в других отраслях пищевой и фармацевтической промышленности (молочной, винодельческой, при производстве водки и ликерово-

дочных изделий и др.) используется 20,3% сахара [18].

Потребители, использующие сахар как сырье, предъявляют к нему требования, обусловленные технологическими регламентами своих производств. Одним из важных показателей, которые жестко контролируют эти потребители, является мутность водного сахарного раствора [13, 16, 18].

Примеси, находящиеся в сахаре и дающие при растворении его в водных растворах муть, состоят в основном из труднорастворимых солей кальция, главным образом CaCO_3 , окиси кремния, осадков органических веществ. Наличие повышенного содержания таких примесей в сахаре-песке обуславливает матовую поверхность его кристаллов. Матовый сахар-песок, как правило, дает и мутные растворы.

Содержание суспендированных примесей в сахаре-песке колеблется в значительных пределах и зависит главным образом от правильности проведения технологических процессов: очистки свеклы от легких и тяжелых примесей, отмывания корнеплодов от прилипшей почвы, экстракции сахара из свеклы, дефекосатурационной очистки диффузионного сока, фильтрования соков, каче-

ства сиропа, из которого получают сахар-песок.

Мутность сиропа обусловлена наличием в нем нерастворимых веществ разной степени дисперсности, среди которых могут присутствовать CaCO_3 ; окись кремния, кальциевые соли органических кислот, выпавшие в осадок при выпаривании; частички скоагулированных высокомолекулярных соединений; обломки накипи и т.д. Наличие CaCO_3 в сиропе зависит от качества фильтрации сока II сатурации и сиропа. Наличие взвешенных веществ, его мутность в сиропе обусловлены как за счет частичек взвешенных веществ, попадающих при фильтровании сока II сатурации (CaCO_3), так и выпадением в осадок при сгущении сока на выпарной установке труднорастворимых солей кальция, а также коагуляции ВМС. Кроме того, в сиропе могут присутствовать и нерастворимые частицы окалины, например, ржавчина из труб, ловушек и т.д., а также отколовшиеся частицы накипи [2, 3, 6].

Если же частицы мути не удалить из сиропа, то в процессе уваривания утфеля соли кальция, коллоидные вещества кристаллизуются вместе с сахарозой. При центрифугировании утфеля они будут удерживаться

в слое кристаллического сахара, что приведет к ухудшению его качества - повышению мутности его водных растворов [3, 6].

Поэтому все взвеси, находящиеся в сиропе, перед поступлением его в вакуум-аппараты должны быть удалены. Сироп хорошего качества должен быть искристым и содержать, по требованиям отечественных нормативных документов, взвешенных веществ не более 30 мг на 1 л сиропа. По зарубежным источникам количество взвешенных веществ не должно превышать 10 мг на 1 л сиропа [1, 7, 15]. Из такого сиропа можно получить сахар высокого качества.

С целью выбора технических средств для удаления взвесей из сиропа, поступающего из выпарной станции, и из клеровки желтого сахара II продукта, целесообразно рассмотреть градацию взвешенных частиц, находящихся в сахаросодержащих растворах, а также проанализировать их природу, пути образования и основные свойства.

Из коллоидной химии известно, что дисперсные системы - это образования из двух или большего числа фаз с сильно развитой поверхностью раздела между ними. В дисперсных системах одна из фаз распреде-

лена в виде мелких частиц в другой фазе - дисперсионной среде. Дисперсные системы по основной характеристике - размерам частиц или дисперсности - делятся на грубодисперсные и тонкодисперсные, или коллоидные системы. В грубодисперсных системах частицы имеют размер от 10^{-4} см и выше, в коллоидных - от 10^{-4} - 10^{-5} до 10^{-7} см. Грубодисперсные системы, как правило, седиментационно неустойчивы, т.е. их частицы оседают под действием силы тяжести или всплывают. Высокодисперсные коллоидные системы седиментационно устойчивы.

Грубодисперсные системы отличаются от высокодисперсных (коллоидных) тем, что частицы дисперсной фазы оседают в гравитационном поле, не проходят через бумажные фильтры и видимы в обычный микроскоп. Частицы высокодисперсных систем проходят через обычные фильтры, но задерживаются ультрафильтрами, практически не оседают и не видимы в обычный микроскоп. Характерным свойством высокодисперсных (коллоидных) систем является их опалесценция, т.е. свечение, наблюдаемое при освещении их с боку [3, 4].

В сиропе в выпарной уста-

новке содержатся как частицы с размерами более 1 мкм, относящиеся к грубодисперсным системам: это частички осадка CaCO_3 с размером 1-5 мкм, частички осадка других труднорастворимых солей кальция, выпадающие в осадок на выпарной станции, например, фосфат кальция, лимоннокислый кальций и т.д., примерно того же размера, так и ВМС, относящиеся к высокодисперсным системам. Следует отметить, что при правильно проведенной дефеко-сатурационной очистке диффузионного сока цитрат и фосфат кальция должны выпасть в осадок на предварительной дефекации и удалиться с осадком сока I сатурации [2, 12].

К высокомолекулярным соединениям сиропа можно отнести пектиновые вещества, декстран, которые также должны максимально удаляться в процессе очистки, часть красящих веществ и т.д. Они представляют основную часть высокодисперсной системы.

К веществам коллоидной дисперсности, которые присутствуют в сиропе, можно также отнести окись кремния и оксид железа.

В сиропе в качестве частиц грубодисперсной системы мо-

Таблица 1

Содержание веществ коллоидной дисперсности (ВКД) в свекле и полупродуктах сахарного производства, % к массе свеклы [9]

Содержание веществ коллоидной дисперсности, кг	Свекла	Свекловичный сок	Диффузионный сок	Сок II сатурации	Сироп	Меласса
Клетчатка	1,2	-	-	-	-	-
Гемицеллюлоза	1,10	-	-	-	-	-
Пектиновые вещества	2,5	0,10	0,10	0,04	0,04	0,04
Белки, пептоны	0,70	0,60	0,20	0,03	0,03	0,03
Сапонины	0,30	0,15	0,10	-	-	-
Красящие вещества		-	-	0,03	0,04	0,07
Липиды	0,20	0,15	0,15	-	-	-
Всего ВКД	6,00	1,00	0,45	0,10	0,11	0,14
Всего несахаров	7,5	2,5	2,25	1,2	1,2	1,2
Содержание ВКД						
% к массе несахаров	80,00	40,00	20,00	7,40	9,20	11,70
% к массе продукта	6,00	1,10	0,40	0,08	0,37	4,00

гут присутствовать частицы окислины и обломки накипи. Размер этих частичек составляет более 100 мкм.

По характеру структуры осадок клеровки отличается от осадка сиропа. Это в первую очередь обусловлено тем, что он состоит главным образом из веществ органического происхождения. Поэтому он и соответственно подвержен большей сжимаемости и в большей степени затрудняет фильтрование, чем осадок сиропа.

Отличительной особенностью сиропа с клеровкой, как осветляемой суспензии путем фильтрования, является низкое содержание твердой фазы (не более 0,1% к их массе) и высокая степень дисперсности осадка.

Рассмотрим вещества коллоидной дисперсности и их поведение на верстате завода. К веществам коллоидной дисперсности (ВКД) относят высокомолекулярные вещества, диспергированные в соках, сиропе, оттеках. Условно выделяют две группы ВКД. К первой группе относят вещества, содержащиеся в клетке свекловичной ткани и переходящие в производственные соки в процессе экстракции сахара, ко второй группе – вещества, образующиеся в продуктах при протекании производственных процессов. К первой группе относят белки, пектиновые вещества, арабан, галактан,

сапонины; из веществ второй группы наиболее изучены красящие вещества. ВКД свеклосахарного производства подразделяются на обратимые и необратимые: обратимые в свекловичном и диффузионном соках составляют 60-70% от общей массы; а в очищенном соке их масса увеличивается до 100% [2, 9]. В **табл.1** приведен примерный состав ВКД свеклы и полупродуктов сахарного производства.

Как следует из приведенных данных, минимальное содержание ВКД наблюдается в очищенных соках. Очевидно, что ВКД I группы в основном удаляются на очистке, а образование ВКД II группы наиболее интенсивно происходит в процессе выпаривания, а также в процессе кристаллизации сахарных растворов.

Вновь образующиеся ВКД представлены главным образом красящими веществами. Среди красящих веществ фракцию ВКД составляют карамели и меланоидины. Образование карамелей и реакция меланоидинообразования наиболее интенсивно протекает на выпарной станции при высоких температурах, и в процессе кристаллизации, где значительно повышается содержание действующих масс веществ – аминокислот и редуцирующих веществ.

Результаты определений обратимых и необратимых веществ коллоидной дисперсно-

сти по потоку технологического процесса переработки свеклы представлены в **табл.2**.

Исследователями [8] были определены средние радиусы частиц ВКД различных продуктов свеклосахарного и рафинадного производств, используя метод асимметрии светорассеяния. Средний радиус частиц ВКД свекловичного сока составляет около 72 нм, диффузионного сока - 121, сока I сатурации - 106, II сатурации - 87, сульфитированного сока – 65, сиропа - 101, I оттека утфеля I кристаллизации – 116, мелассы – 121 нм. Некоторые авторы [2, 9] в своих работах приводят более высокие значения радиусов частиц ВКД: свекловичного сока - 128 нм, сиропа - 172, мелассы - 176 нм.

В продуктах рафинадных циклов кристаллизации наименьший радиус (24,5 нм) имеют частички ВКД, содержащиеся в сиропе I рафинада, наибольший отмечен у частиц ВКД I оттека III рафинада.

В продуктовых утфелях средний радиус частиц ВКД составляет 113,5-115,8 нм, а в рафинадной патоке – 120-130 нм.

Зная концентрацию взвесей, а также размеры частиц в полупродуктах сахарного производства, можно определять средства и способы их удаления.

Процесс фильтрования можно проводить несколькими способами, например, с образовани-

Таблица 2

Соотношение между обратимыми и необратимыми веществами коллоидной дисперсности по верстату завода [10]

Исследуемые продукты	Общее количество ВКД в продукте с содержанием СВ 10%, кг/м ³	Количество обратимых ВКД, % от общего их количества
СОКИ		
Диффузионный	5,0	74,0
I сатурации	3,0	67,0
II сатурации	2,2	60,0
Сульфитированный	1,0	60,0
СИРОП ВЫПАРНОЙ СТАНЦИИ		
I корпуса	1,0	60,0
IV корпуса	2,3	90,0
Клеровка	0,2	100
ОТТЕК УТФЕЛЯ		
I продукта	2,4	91,0
II продукта	3,2	93,0
меласса	5,0	100

ем на поверхности фильтровальной перегородки осадка, состоящего из твердой фазы суспензии или вспомогательного фильтрующего материала, и фильтрацию с закупориванием пор перегородки твердой фазы [4, 5].

При фильтрации суспензии с небольшой концентрацией, но высокой степени дисперсности примесей сначала происходит фильтрация с закупориванием пор осадком, затем оно переходит в фильтрацию с образованием слоя осадка. Фильтрация с закупориванием пор обычно имеет место при следующих условиях: относительно малых размерах частиц, малой концентрации твердой фазы в растворе и значительной вязкости фильтрата [4].

Для удаления муты и тем самым получения прозрачного фильтрата применяют вспомогательные фильтрующие материалы - кизельгур, фильтроперлит, осадок CaCO_3 сока II сатурации. При применении фильтрующих порошков намывной слой осадка из фильтрующего порошка задерживает муть.

Намывной слой фильтрующих порошков (перлита, кизельгура), обычно применяемых в сахарной промышленности, пропускает частицы диаметром меньше 0,5-1 мкм, т.е. в этом случае из сиропа удаляется более тонкая муть. Именно за счет этого можно объяснить то, что фильтрация сиропа через слой фильтрующего порошка позволяет получить более прозрачный так называемый «искристый» сироп.

Кизельгур представляет собой тонкий порошок с размером частиц от 7 до 60 мкм и имеющий объемную массу 300-350 кг/м³. Кизельгуры (природные диатомиты) – остатки древних микроорганизмов и диатомитовых водорослей в высохших морях. Состоят преимущественно из диоксида кремния. Качество конечного продукта очень сильно зависит от исходного материала. Добыча исходного ма-

териала, как правило, производится открытым способом. Материал, добытый в карьере, попадает на завод, где производится его очистка и классификация. После чего производится кальцинация – обжиг с флюсом (карбонат натрия), в результате этого процесса вскрываются дополнительные поры и увеличивается удельная поверхность. Кальцинированный диатомит подвергается фракционированию на специальных сепараторах для получения относительно однородных материалов с определенными свойствами. В результате фракционирования получают в основном 6 фракций (I фракция - 7 - 14 мкм; II - 17 - 30 мкм; III - 25 - 35 мкм; IV - 20 - 35 мкм; V - 35 - 45 мкм; VI - 45 - 60 мкм). В зависимости от размера частиц кизельгур может применяться как вспомогательное средство для фильтрования растворов различных веществ.

Фильтроперлит – порошок вулканического происхождения, состоящий главным образом из гидратированных силикатов кальция, подвергнутых термической обработке. Насыпная масса перлита, используемая для намыва на фильтровальную поверхность при фильтрации сиропа, должна составлять 110-120 кг/м³, массовая часть гранул, всплывающих в воде, составляет около 10-11%, влажность - 0,4%, коэффициент фильтрационной проницаемости по воде - 0,8-2 дарси. Основные компоненты перлита: двуокись кремния SiO_2 (65-75%), окись алюминия Al_2O_3 (10-16%), окись калия K_2O (до 5%), окись натрия Na_2O (до 4%), окись железа Fe_2O_3 (до 3%), окись магния MgO (до 1%), окись кальция CaO (до 2%), вода H_2O (2-6%). Также могут присутствовать следовые количества других примесей.

Фильтровальный перлит получают из узкофракционированного перлитового сырья, либо отсевом узких наиболее легких фракций из рядового вспученного перлита с последующим дро-

блением в специальных мельницах. В результате такой обработки частицы приобретают максимально открытую пористую структуру и размер около 10-45 мкм. Удельная поверхность перлитового фильтровального порошка составляет 24 000 см²/г. Объемная насыпная масса от 80 до 120 кг/м³, фильтрационная проницаемость – 750 л/(м²*мин), количество частичек, всплывающих в воде, не более 10%.

Частички **кизельгура** имеют отрицательный заряд (за счет аморфной кремниевой кислоты), поэтому способны задерживать положительно заряженные частички коллоидной дисперсности; частицы **перлита** не имеют заряда.

Качество вспомогательного фильтрующего средства играет очень важную роль при получении прозрачных фильтратов. Так, тонкий кизельгур дает более высокое осветление, но при этом замедлена фильтрация, для более крупных частиц имеет место обратная зависимость.

Фильтрующие порошки можно использовать тремя способами:

- намывкой фильтрующего слоя;
- непрерывной подачей суспензии порошка в фильтруемый сироп;
- комбинированным способом, включающим намывку слоя и подпитку сиропа суспензией фильтрующего порошка. Этот способ является наиболее эффективным.

Расход кизельгура составляет **0,8-1,0** кг/м² фильтрующей поверхности, фильтроперлита - **0,3-0,4** кг/м² при толщине слоя около 1 мм.

Для повышения качества фильтрата и получения более устойчивого намытого слоя фильтрующего порошка иногда добавляют целлюлозу в количестве около 5 г на 1 м² фильтрующей поверхности.

Необходимость применения фильтрующих вспомогательных средств обусловлена тем,

что тонкая муť проходит через фильтровальную ткань, используемую в настоящее время в дисковых фильтрах, используемых в основном для фильтрования сиропа, в результате чего трудно получить прозрачный («искристый») фильтрат. Частички осадка карбоната кальция, образующегося на II сатурации, имеют небольшой размер, они составляют в основном до 10 мкм. Естественно такие частички, если попадут в сироп из-за неудовлетворительной фильтрации сока II сатурации, при помощи указанных фильтров удалить нельзя. Так как мутность сиропа обусловлена в основном именно такими частицами, то для их удаления необходима фильтрация с применением вспомогательных фильтрующих средств. Наличие муťи в сиропе отрицательно сказывается на уваривании утфеля, а полученный сахар содержит включенные нерастворимые примеси. При растворении такого сахара образуются мутные растворы.

Использование кизельгура и перлита при фильтровании сиропа с клеровкой регламентируется нормативными документами [15], а способ с использованием CaCO_3 сока II сатурации мене известен специалистам отрасли. Коротко остановимся на нем.

Фильтрование сиропа с клеровкой через намыв-ной слой карбоната кальция. Чешские специалисты [11, 20] предложили при фильтровании сиропа с клеровкой на камерных фильтр-прессах марки МК-90 в виде фильтрующего вспомогательного средства применять суспензию CaCO_3 , полученную на II сатурации. Для этого сгущенная суспензия после фильтров-сгустителей делится на две части, одна из которых направляется на преддефекацию, а вторая служит в качестве источника CaCO_3 , используемого как вспомогательное фильтрующее средство. Эта часть суспензии направляется в

сборник с перемешивающим устройством, где она смешивается со смесью сиропа и клеровки, а затем смесь подается на фильтрование. Количество сгущенной суспензии для смешивания с сиропом и клеровкой подается из расчета, чтобы в полученной смеси содержание CaCO_3 составляло 0,45-0,70 г $\text{CaO}/100$ мл.

Эффективность данного способа фильтрования смеси сиропа с клеровкой была подтверждена на Тальновском сахарном заводе [11, 20], который внедрил его в 1997 году. Нашими исследованиями в промышленных условиях [20] установлено, что добавление CaCO_3 в виде суспензии сока II сатурации к смеси сиропа с клеровкой не приводит к увеличению содержания солей кальция и не изменяет величину рН отфильтрованного раствора (табл. 3-5).

Применение в качестве фильтрующего слоя осадка CaCO_3 , полученного на II сатурации, обеспечивает более эффективное удаление муťи и позволяет получить фильтрат высокого качества с содержанием муťи приблизительно 25 мг на кг профильтрованной смеси или же 50 мг на 1 кг сухих веществ фильтрата (табл. 6). Высокое качество отфильтрованной таким способом смеси сиропа с клеровкой позволяет получать сахар с низкой мутностью и низким содержанием золы.

Схема фильтрования сиропа с клеровкой на патронных фильтрах представлена на рис. 1, на фильтрпрессах – на рис. 2.

Анализируя факторы попадания мутного сиропа с клеровкой в сборники перед вакуум-аппаратами, можно отметить, что основными причинами его получения есть следующие:

- фильтрующая ткань имеет большие размеры отверстий;
- фильтрующие элементы установлены негерметично;

- намыв слоя осадка вспомогательного фильтровального вещества осуществлен неправильно и в нем образовались трещины;

- не проведена рециркуляция первых порций фильтрата после начала нового цикла фильтрования;

- повреждена ткань или некачественно зашита швы;

- повышается до предельного значения давление фильтрования.

Поэтому требованиями технологического контроля сахарного производства являются систематическая проверка режимов фильтрования и качества фильтрата, поступающего после фильтров в сборник.

Оперативный контроль мутности, в первую очередь смеси сиропа с клеровкой, является важным моментом, позволяющим получать искристый и чистый фильтрат и, как следствие, сахар высокого качества. Определение мутности сахаросодержащих растворов должно быть обязательным элементом текущего контроля производственного процесса переработки свеклы с тем, чтобы можно было своевременно принять меры по устранению причин повышенного содержания муťи в растворах и обеспечить выпуск сахара высокого качества [19].

Важным фактором, влияющим на скорость фильтрования сиропа с клеровкой, является вязкость фильтруемого продукта, которая зависит от концентрации сухих веществ и температуры смеси сиропа и клеровки. Большие исследования по вязкости чистых и нечистых сахарных растворов проведены Беннетом и Нисом, УкрНИИСП, Сапроновой Л.Р. [14]. Были установлены границы диапазонов концентрации и температуры для сахарных растворов, в которых вязкость растворов наименьшая. Эти факторы целесообразно учитывать при организации станции фильтрования сиропа с клеровкой и ре-

Таблица 3

Содержание солей кальция в сиропе после выпарной станции, в сиропе с клеровкой перед фильтрами и в фильтрате после фильтр-прессов

№№ пп	Наименование анализируемых продуктов	Исследуемые пробы													
		1		2		3		4		5		6		Среднее	
		%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта	%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта	%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта	%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта	%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта	%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта	%CaO к массе продукта	%CaO к СВ продукта
1	Сироп после выпарки	0,097	0,181	0,078	0,146	0,123	0,228	0,156	0,259	0,143	0,266	0,128	0,183	0,121	0,211
2	Сироп с клеровкой	0,048	0,081	0,113	0,213	0,109	0,217	0,108	0,229	0,097	0,185	0,080	0,143	0,093	0,178
3	Сироп с клеровкой после прибавления суспензии сока II сатурации	0,109	0,177	-	-	0,121	0,233	0,153	0,336	0,158	0,293	0,103	0,189	0,129	0,246
4	Фильтрат после фильтр-прессов	0,100	0,165	0,081	0,162	0,098	0,191	0,090	0,198	0,099	0,179	0,086	0,143	0,092	0,173

Таблица 4

Изменение pH сиропа после выпарки, сиропа с клеровкой перед и после фильтрования

№№ опытов	Исследуемые продукты		
	Сироп	Смесь сиропа с клеровкой перед фильтрацией	Продукт после фильтрации на фильтр-прессах
1	8,82		
2	8,82		8,60
3	8,40		8,70
4	9,20		9,10
5	8,85		8,80
6	8,90		9,00
Среднее значение	8,83		8,85

Таблица 5

Результаты измерения мутности сиропа после выпарной установки, ед. ICUMSA (ед. оптической плотности)

№№ опытов	Мутность сиропа, ед. опт.плотности		Разница
	нефильтрованного (после выпарной установки)	фильтрованного в лабораторных условиях через бумажный фильтр	
1	2008,2	565,8	1442,4
2	979,0	934,1	44,9
3	1440,2	353,0	1087,2
4	1126,7	518,9	607,8
5	4982,5	526,5	4456,0
Среднее значение	2107,3	579,7	1527,7

Таблица 6

Результаты измерения мутности фильтрата после пресс-фильтров фотоэлектроколориметрическим и весовым способами

№№ опытов	Мутность фильтрата, ед. оптич. плотности		Результаты определения мутности фильтрата		
	Непосредственно после фильтров	После фильтрования анализируемой пробы в лабораторных условиях	В ед. оптической плотности (ед. ICUMSA)	Мутность фильтрата, измеренная весовым способом	
				мг/кг продукта	мг/кг СВ продукта
1	1271,9	1237,1	34,8	-	-
2	982,4	766,9	215,0	-	-
3	847,4	830,6	16,8	10,9	21,8
4	712,4	659,1	53,3	38,2	74,3
5	753,6	653,3	100,4	26,8	48,9
6	904,9	896,3	8,6	30,3	54,9
Среднее значение	912,1	840,6	71,5 (среднее по всем пробам); 28,4 (после удаления экстремальных значений)	26,6	50,0

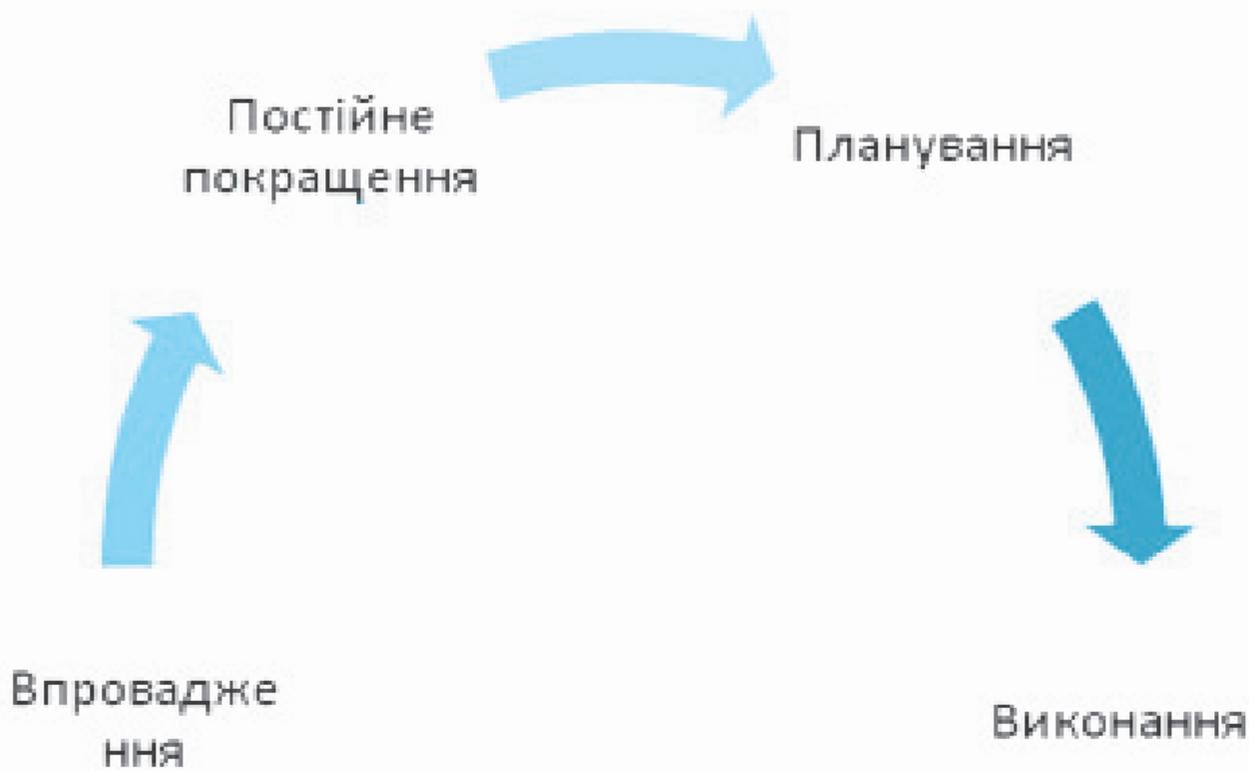


Рис. 1. Схема фільтрування сиропу з клеровкою на патронних фільтрах [15]:
 1 - фільтр; 2 - циклон; 3 - сборник воздуха; 4 - сборник текучего дозирования суспензии вспомогательного фильтровального материала; 5 - сборник осадка после фильтрования сиропу з клеровкою; 6 - мешалка для намыва суспензии вспомогательного фильтровального материала; 7 - сборник фильтрованного сиропу; 8 - сборник нефильтрованного сиропу.

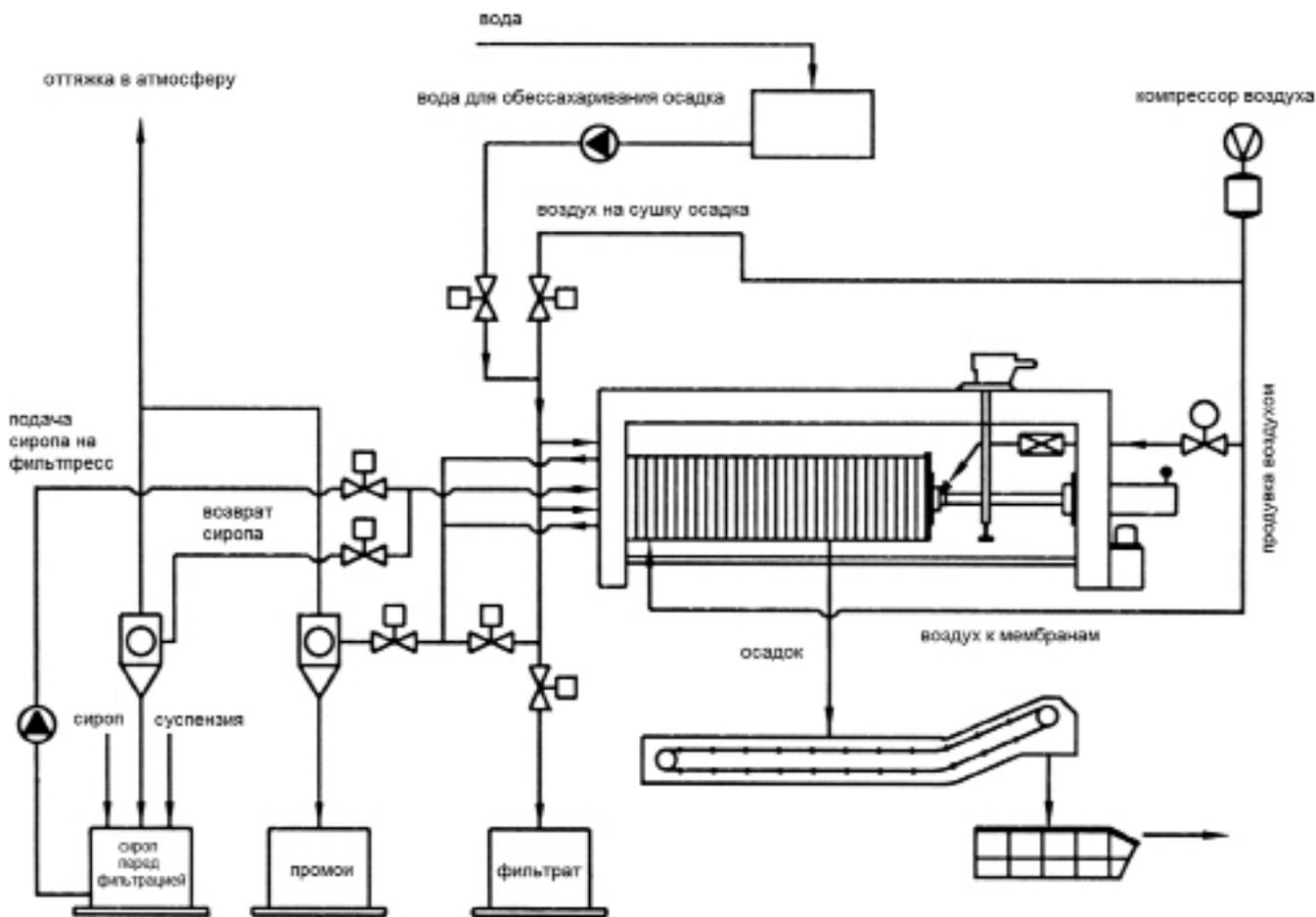


Рис. 2. Схема фільтрування сиропу з клеровкою на фільтрпрессах [11]

жимов ее эксплуатации.

Таким образом, резюмируя все изложенное выше, можно сделать выводы, что перерабатывающее предприятие для стабильного получения сахара высокого качества, востребованного для промышленной переработки, например, с целью приготовления напитков длительного хранения, где, кроме показателей цветности и зольности, большое значение имеет мутность сахарного раствора, должно осуществить целый ряд мероприятий на всех участках технологической цепи переработки свеклы:

- перерабатывать высококачественное сырье;
- осуществлять качественное отмывание корнеплодов от земли и удаление тяжелых и легких примесей;
- технологические операции экстракции, очистки, выпаривания и кристаллизации осуществлять в оптимальных режимах;
- фильтрованию продуктов должно уделяться особое внимание, начиная с сока I сатурации;
- при использовании отстойников осуществлять контрольное фильтрование соков;
- фильтрование сиропа после выпарки и клеровки желтого сахара осуществлять на фильтрах с намывом вспомогательных фильтрующих средств;
- подбор вспомогательных фильтрующих материалов осуществлять с учетом коэффициента проницаемости - не менее 1,5 - 2 дарси (по воде);
- при необходимости для удаления тонкой мути должна быть задействована полировочная фильтрация на фильтрах с намывом целлюлозы;
- для осуществления фильтрования сиропа с клеровкой необходимо учитывать вязкость растворов, обеспечивая требуемые по регламенту СВ и температуру;
- осуществлять регулярный

контроль качества фильтрования на всех станциях фотоэлектроколориметрическим и весовым методами.

Список использованных источников

1. *Аналіз роботи заводу Вінніпег, Канада*. Рекомендації семінару головних інженерів та головних технологів цукрових заводів та обласних формувань України «Основні напрямки підвищення ефективності роботи підприємств галузі в умовах переходу до ринкової економіки», Ворзель. 1996 р. С. 104-106.
2. *Бобровник Л.Д.* Физико-химические основы очистки в сахарном производстве К. : Вища школа. 1994.- 251 с.
3. *Бугаенко И.Ф.* Принципы эффективного сахарного производства. М. 2003. - С. 86.
4. *Воробьев Е.И.* Совершенствование фильтровальной техники пищевых производств. / Воробьев Е.И., Аникеев Ю.В. // К. : Урожай, 1989.- 136 с.
5. *Головняк Ю.Д.*, Современная технология очистки диффузионного сока и новое фильтрационное оборудование. // Ю.Д. Головняк, Н.И. Жаринов, В.З. Семененко и др. – М. : ВНИИТЭИАгропром, 1987, вып.12, С. 32.
6. *Добжицкий Я.* Химический анализ в сахарном производстве // М. : Агропромиздат.- 1985.- С. 276-286
7. *Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства.* – К. : ВНИИСП.- 1983.- 476 с.
8. *Ищенко Е.Б., Лосева В.А.* Определение радиуса веществ коллоидной дисперсии в продуктах сахарного производства.- М. : ЦНИИТЭИпищепром, 1980.- Серия 11 // Сах. Пром-ть, вып.4.- С. 27-30
9. Крылов С.Т. Коллоиды в свеклосахарном производстве // Сахарная промышленность.-

1982.- №5.- С. 36-38.

10. *Крылов С.Т.* Коллоидно-химический контроль в сахарном производстве: Обзор.- М. : ЦНИИТЭИпищепром, 1982.- С. 43.

11. *Навратил З.* Новое оборудование для фильтрования сиропов / З. Навратил, Я. Малек, Й. Фирст и др. // Сахар.- 1999.- №1.- С. 16-21.

12. *Рева Л.П.* Фізико-хімічні основи технологічних процесів очищення дифузійного соку у виробництві цукру. Монографія / К. : НУХТ. - 2012.- 372 с.

13. *Силаев А.В.* Сахара в индустрии напитков // Food and Drinks. - 2005.- №1.- Р. 2-7

14. *Сапронов А.Р.* Технология сахара. / М. : Пищевая промышленность 1999.

15. Технологічний процес виробництва цукру з цукрових буряків. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. ПУП 15.83-37-106:2007 / Мінагрополітики України // Цукор України.- 2007.- 420 с.

16. *Чернявська Л.І.* Вимоги споживачів цукру до його якості // Цукор України.- 2010.- №1.- С. 34-39.

17. *Чернявская Л.И.* Контроль сахарного производства в зависимости от требований потребителей сахара: технологические аспекты // Сахар.- 2009.- №7.- С. 39-47

18. *Чернявская Л.И.* Сахар. Методы определения показателей качества / Л.И. Чернявская, В.П. Адамович, Ю.А. Зотова – Киев : Фитосоцицентр.- 2007.- 268 с.

19. *ICUMSA.* Methods Book. с изменениями 2000, 2002, 2005, 2007 гг. Berlin, Verlag Dr. A. Bartens, 1998. S

20. *Navratil Z.* Technologické výsledky provozu stanice na filtraci směsi tezké st'avy a kleru v Talnovském cukrovaru / Z.Navratil, J. Sloup., V.Kuchar // Listy Cukrovarnické a Reparské.- 1998.- n.7-8. S. 211-213.