

Повышение качества сатурационных соков^S

Ю.И. ЗЕЛЕПУКИН, канд. техн. наук, доц. каф. технологии бродильных и сахаристых производств

(e-mail: yura.zelepukin.57@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

С.Ю. ЗЕЛЕПУКИН, инженер-технолог

ООО «Перелёшинский сахарный комбинат»

Введение

В настоящее время вопросам совершенствования способов очистки диффузионного сока уделяется большое внимание. Это связано с изменением ряда технологических показателей сахарной свёклы, поступающей в переработку, выбором способов уборки свёклы с полей и её последующего хранения на заводах, использованием импортных семян при возделывании сахарной свёклы и другими факторами. Типовая схема очистки диффузионного сока не позволяет эффективно удалять несахара из сока, что и приводит к поиску и разработке рациональных режимов известково-углекислотной очистки.

Значительный интерес вызывают вопросы, связанные с созданием способов очистки диффузионного сока, в ходе которых можно повысить фильтрационно-седиментационные свойства сатурационных соков и уменьшить содержание солей кальция в соке II сатурации, снизить потери сахарозы при хранении сахарной свёклы из-за увеличения продолжительности производственного сезона, свести к минимуму расход топлива на переработку сахарной свёклы, поскольку от этого зависят себестоимость сахара, положение предприятия-изготовителя на рынке пищевой продукции и т. д.

Для улучшения фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков некоторые учёные предлагают использовать флокулянты [1]. В настоящее время они широко используются на

сахарных заводах, особенно при переработке свёклы пониженного технологического качества. С учётом того обстоятельства, что в последние годы длительность производственного сезона увеличивается из-за значительных урожаев, на предприятия, особенно в конце сезона, поступает сырьё невысокого технологического качества, и это существенно затрудняет процесс. Наиболее значимой проблемой в данной ситуации является ухудшение фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков, именно поэтому создание новых способов переработки свёклы пониженного качества представляется актуальным.

Аппарат для проведения прогрессивной предварительной дефекации

Многие специалисты свекло-сахарного производства особо выделяют прогрессивную предварительную дефекацию (ППД), так как эта стадия очистки может определить весь последующий ход удаления несахаров из диффузионного сока. На эффективность ППД влияют не только технологические режимы, но и конструктивное оформление данного процесса. При разработке и усовершенствовании аппаратов для проведения ППД необходимыми условиями являются возможность управления гидродинамической обстановкой внутри аппарата, снижение вероятности образования застойных зон, обеспечение строгого противотока обрабатываемого диффузионного сока,

гидроксида кальция и щелочных возвратов, направляемых в аппарат. Конструктивное исполнение аппаратов ППД должно предусматривать совмещение прогрессивных технологических элементов, например таких, как одновременная дефеко-сатурация, создание «рН-паузы» в определённой зоне проведения прогрессивной преддефекации [2].

При переработке диффузионного сока, полученного из свёклы пониженного технологического качества, целесообразно проводить одновременную дефеко-сатурацию при рН около 8,0 с целью восстановления адсорбционной способности частиц осадка карбоната кальция, поступающего в аппарат ППД с возвратом. Для решения данной технологической задачи аппарат был усовершенствован. После реконструкции он позволяет совмещать ППД и одновременную дефеко-сатурацию, что даёт возможность повысить фильтрационно-седиментационные свойства преддефекованного сока, снизить пептизацию несахаров на основной дефекации в условиях высокой щёлочности. Чтобы обновлять адсорбционную поверхность карбоната кальция, введённого с возвратом, предлагается проводить одновременную дефеко-сатурацию при достижении на ППД рН преддефекованного сока около 8,0.

Проведение одновременной дефеко-сатурации при осуществлении ППД даёт возможность создать «рН-паузу», благодаря которой происходит укрупнение частиц карбоната кальция, подавае-

мого в аппарат с возвратом для обработки преддефектованного сока. При дефекосатурации величина щёлочности с учётом качества диффузионного сока выдерживается в достаточно узком диапазоне, что способствует получению необходимой структуры осадка с высокими фильтрационно-седиментационными свойствами.

Кроме конструктивного изменения аппарата ППД в целях повышения фильтрационно-седиментационных свойств был разработан первоначально способ очистки диффузионного сока, который позволяет существенно повысить фильтрационно-седиментационные свойства сока I сатурации. Так, диффузионный сок пониженного технологического качества (чистотой менее 84 %) предлагается подвергать ППД при температуре 55–60 °С в течение 15 минут, в качестве возврата использовать суспензию сока II сатурации. Из-за низкого качества диффузионного сока адсорбционно-активная поверхность введённых частиц карбоната кальция суспензии быстро загрязняется сахарами, и карбонат кальция существенно утрачивает адсорбционную способность. Для восстановления адсорбционных свойств осадка карбоната кальция, введённого с суспензией сока II сатурации, и улучшения формирования его структуры предлагается при достижении на ППД рН около 8,0 проводить одновременную дефекосатурацию при постоянном рН в течение некоторого времени. Расход извести на одновременную дефекосатурацию составляет 0,20–0,25 % СаО к массе свёклы. Он обеспечивает восстановление адсорбционной поверхности осадка, а при меньшем расходе извести восстановление адсорбционной способности осадка затруднено и поддерживать постоянное значение рН на дефекосатурации очень сложно. При увеличении расхода извести на одновременную дефекосатурацию

наряду с восстановлением адсорбционной способности введённого с суспензией осадка происходит образование мелкодисперсных частиц карбоната кальция, которые увеличивают эффект адсорбционной очистки сока от сахаров, но при этом ухудшаются фильтрационно-седиментационные свойства сатурационных соков. Кроме того, так как общий расход извести на очистку неизменный и составляет 100 % СаО к массе сахаров диффузионного сока, увеличивая расход извести на дефекосатурацию, тем самым снижаем её расход на основную дефекацию, а это понижает эффект адсорбции сахаров на I сатурации [3].

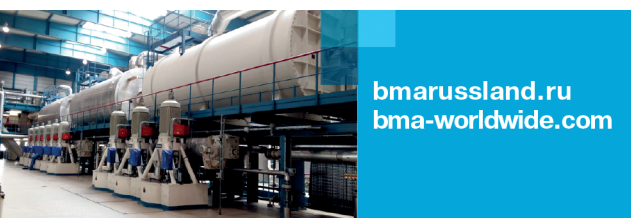
Закончив проведение одновременной дефекосатурации, сок направляют в последующую (после его отбора) секцию преддефектора для завершения ППД. Далее очистка проводится по традиционной схеме очистки диффузионного сока. Применение дефекосатурации при ППД позволяет существенно, почти в два раза, улучшить фильтрационно-седиментационные свойства сока I сатурации, уменьшить примерно во столько же объём его осадка. В целях реализации такого способа очистки диффузионного сока в производственных условиях и был разработан аппарат для преддефекции диффузионного сока, который позволяет на ППД проводить одновременную дефекосатурацию. Кроме того, проведение одновременной дефекосатурации на ППД даёт возможность создать эффект «рН-паузы», необходимость в ней отмечена в работах многих учёных [1].

Режим работы сахарного завода не всегда стабилен, поэтому приходится обрабатывать различные объёмы сока в зависимости от производительности предприятия. Чтобы быстро перенастроить аппарат ППД в таких условиях, было предложено внести изменения

в перемешивающее устройство [4], это помогло улучшить гидродинамическую обстановку внутри аппарата. Рекомендуются также изменить сечение отверстий, по которым сок переходит из секции в секцию [5]. С этой целью предлагается установить специальные шибера, при перемещении которых изменяется проходное сечение для сока при его переходе из секции в секцию, т. е. повышается пропускная способность аппарата в целом. При изменении количества обрабатываемого продукта сечение переходных отверстий меняется, и тем самым сохраняется требуемый щелочной режим в аппарате. Перемещение шибера может осуществляться вручную с помощью специального привода или автоматически по заданному режиму прогрессивной обработки сока.

Общая схема аппарата, позволяющего осуществлять одновременную дефекосатурацию при проведении ППД, представлена на рисунке.

Модернизированный аппарат состоит из корытообразной ёмкости, разделённой перегородками на ряд секций, и размещённого в ней перемешивающего устройства. Третья секция отделена от четвёртой глухой перегородкой и снабжена переливным коробом, а ёмкость – V-образной трубой для сатурирования сока. В нижней части трубы расположена газораспределительная коробка с кольцевым барботёром. Входной участок V-образной трубы подключён к переливному коробу третьей секции, а выходной участок – к сборнику с выходным патрубком, сообщённым с четвёртой секцией ёмкости. Выходной патрубком также снабжён газораспределительной коробкой. Аппарат обеспечивает проведение дефекосатурации в процессе преддефекции, что улучшает качество сока и структуру осадка, образующегося на преддефекции.



Корытообразная ёмкость 1 разделена подвижными 2 и неподвижными 3 перегородками на шесть секций 4. Аппарат снабжён патрубками 5 и 6, подающими диффузионный сок в первую секцию и известковое молоко – в последнюю. Патрубки 7 служат для подачи различного вида возвратов в аппарат, переливной патрубков 8 – для отвода преддефекованного сока из аппарата. Устройство, содержащее укрепленные на валу 9 лопасти, состоящие из стойки 10 с пластинами 11 между ними, предназначено для перемешивания обрабатываемых сред. Между третьей и четвёртой секциями установлена глухая перегородка 12. Третья секция имеет переливную короб 13 с V-образной трубой 14, где и происходит сатурация сока. В нижней части V-образной трубы расположена газораспределительная коробочка 15. Входной участок 16 V-образной трубы подключён к переливному коробу третьей секции, а выходной участок 17 – к сборнику 18 с выходным патрубком 19, сообщённым с четвёртой секцией аппарата и снабжённым также газораспределительной коробочкой 20.

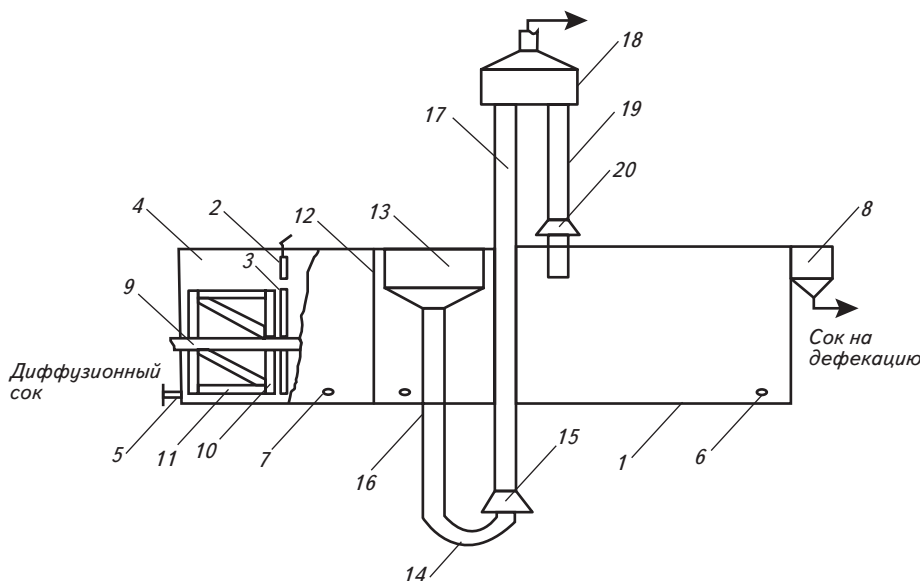
Усовершенствованный таким образом аппарат позволяет проводить ППД при различных режимах – например, можно осуществлять пересатурацию сока, проводить одновременную дефеко-сатурацию, добавляя известковое молоко непосредственно в зону сатурации. Преддефекованный сок, обрабатываемый в таком аппарате, имеет лучшую структуру осадка, что, в свою очередь, позволяет понизить степень пептизации несахаров в условиях высокой щёлочности и температуры на основной дефекации, повысить фильтрационно-седиментационные свойства сатурационного сока. При этом можно активно воздействовать на процессы формирования определённой структуры и дисперсности частиц осадка карбоната кальция преддефекованного сока.

По сравнению с типовым аппаратом ППД предлагаемый аппарат обеспечивает получение преддефекованного сока с заданными фильтрационно-седиментационными свойствами и структурой осадка. Сформированный преддефекованный осадок позволяет значительно уменьшить пептизацию несахаров с осадка обратно в сок в условиях

высокой щёлочности на основной дефекации (ОД).

С целью улучшения гидродинамической обстановки и проведения «рН-паузы» перегородки, разделяющие аппарат на секции, установлены с возможностью перемещения вдоль его продольной оси для изменения времени пребывания сока в секции. Каждая лопасть перемешивающего устройства состоит из укрепленных на валу двух стоек, одна из которых смещена относительно другой в поперечном сечении на угол 5–10°. Между стойками параллельно укреплены полосы с образованием спиралеобразной формы лопасти [5]. При изменении положения перегородок изменяется время пребывания сока в секциях, т. е. появляется возможность осуществления «рН-паузы» в соответствующей зоне по рН в аппарате. Например, при создании «рН-паузы» в диапазоне около 8 можно получить золь коллоидов, которая при обработке известью переходит в хорошо скоагулированный осадок, уменьшая тем самым процесс пептизации коллоидов в жидкой фазе и улучшая фильтрационно-седиментационные свойства соков. В предлагаемом аппарате обеспечивается постепенно нарастающий щелочной режим прогрессивной обработки сока и создаются условия для максимально полной коагуляции белковых веществ диффузионного сока. Фильтрационно-седиментационные свойства преддефекованного сока повышаются на 25–50 %, чистота очищенного сока увеличивается на 2–5 %, содержание солей кальция в очищенном соке снижается на 20–35 %, цветность очищенного сока уменьшается на 25–35 %.

Конструктивное усовершенствование аппаратов ППД с целью улучшения качественных показателей соков могут быть



Аппарат для проведения одновременной дефеко-сатурации и прогрессивной предварительной дефекации (пояснения в тексте)



осуществлены без значительных материальных затрат на отечественных сахарных заводах.

Повышение седиментационных свойств предефектованного сока

Для улучшения фильтрационно-седиментационных свойств насыщенности соков и качественных показателей очищенного сока было изучено использование керамзитового порошка при очистке диффузионного сока.

Состав керамзитового порошка представлен в основном двумя соединениями: двуокисью кремния и окисью алюминия, которые в процессе обжига превращаются частично в алюмосиликаты. Являясь нерастворимым соединением, двуокись кремния в водных растворах диссоциации на ионы не подвергается, а окись алюминия в малых количествах в воде диссоциирует на ионы. Ионы алюминия несут положительный заряд и за счёт электростатических сил притягиваются к отрицательно заряженным молекулам несахаров. Уместно предположить, что в определённый момент количество положительно заряженных ионов алюминия компенсирует отрицательный заряд молекулы несахара, т. е. общий заряд конгломерата становится нейтральным. Это обстоятельство приводит к нарушению структуры гидратной оболочки вокруг молекулы несахара. Учитывая, что молекулы воды ярко поляризованы, их расположение вокруг заряженной частицы будет упорядоченным относительно друг друга, гидратная оболочка — иметь более прочную плотную структуру и включать в себя максимальное количество молекул воды. Если молекула несахара нейтральна, то расположение поляризованных молекул воды вокруг неё будет хаотичным, нарушится плотность взаимного расположения молекул воды в гидратной оболочке относительно друг друга и, как следствие, гидратная оболочка станет непроч-

ной, количество молекул воды, составляющих эту оболочку, уменьшится. Всё это способствует агрегации молекул несахаров друг с другом, т. е. формируются комплексы макромолекул, которые способны выпасть в осадок. Частицы двуокиси кремния, включаясь в формируемые агрегаты, повлияют на повышение фильтрационно-седиментационных свойств формирующегося осадка.

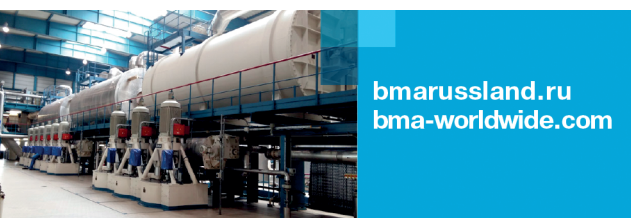
Целесообразно вводить керамзитовый порошок в сок II сатурации в небольшом количестве — около 0,015 % к массе сока, после чего направлять его на отстаивание. Процесс отстаивания обычно называют дозреванием. После дозревания сок фильтруют, а фильтрат сульфитируют. В сульфитированный сок добавляют аналогичное количество керамзитового порошка. Полученную смесь направляют на выпарную установку для удаления избытка воды. Введение керамзитового порошка в очищенный сок позволяет провести процесс кристаллизации солей кальция на готовых центрах кристаллизации, которыми и являются частицы керамзитового порошка. Так как частицы керамзитового порошка являются центрами кристаллизации карбоната кальция, то регулируя их ввод, можно управлять процессом декальцинации сока II сатурации.

Ввод керамзитового порошка в сок непосредственно перед выпариванием даёт возможность перенести процесс кристаллизации кальциевых солей с поверхности теплообмена на частицы керамзитового порошка, которые в качестве абразивных материалов дополнительно способствуют удалению отложений с поверхности теплообмена. При поступлении порошка вместе с соком на выпарную станцию удаётся снизить накипеобразование на поверхности теплообмена за счёт того, что керамзитовый порошок является

антинакипином, т. е. способствует выкристаллизовыванию солей кальция не на поверхности теплообмена, а на частицах керамзитового порошка. Это очень важно с точки зрения экономии топлива и снижения себестоимости вырабатываемого сахара.

Введение керамзитового порошка в сок II сатурации и последующее его отделение позволяет увеличить количество осадка сока II сатурации, который рекомендуется использовать в качестве возврата на прогрессивной предварительной дефекации. В предлагаемом способе осадок сока II сатурации поступает на предефекацию непрерывным равномерным потоком, это создаёт благоприятные условия для стабилизации режима прогрессивной предефекации и тем самым повышает её эффективность. Дробное добавление керамзитового порошка в несколько приёмов позволяет без снижения эффективности уменьшить общий расход реагента на очистку, а совмещение отстаивания и дозревания сока II сатурации способствует более полной декальцинации сока с одновременным упрощением аппаратного оформления станции сокоочистки, что также важно с экономической точки зрения.

В качестве примера хотелось бы отметить следующее. В ходе очистки диффузионного сока чистотой 87,5 % с использованием керамзитового порошка был получен очищенный сок, в котором содержание солей кальция составило 0,20 % на 100 сухих веществ (СВ), а цветность равнялась 10,1 усл. ед. Процесс очистки диффузионного сока включал в себя: ППД диффузионного сока, тёплую ОД, горячую ОД, I сатурацию. После чего сок фильтровали, подвергали дополнительной дефекации перед II сатурацией, II сатурации. Затем добавляли 0,015 % к массе сока керамзитового порошка, отстаивали некоторое время, сульфитировали,



фильтровали, добавляли 0,015 % к массе сока керамзитового порошка.

Для сравнения проводили очистку диффузионного сока по типовой схеме, т. е. без добавления керамзитового порошка. Очищенный сок содержал солей кальция 0,35 % на 100 СВ; цветность составила 12,5 усл. ед.

Анализируя полученные данные по качеству очищенного сока, необходимо отметить, что при очистке диффузионного сока с применением керамзитового порошка содержание солей кальция в очищенном соке уменьшилось более чем на 40 %, цветность понизилась более чем на 15 % по сравнению с очисткой диффузионного сока по типовой схеме. Таким образом, результат достаточно высокий. Он достигается благодаря дополнительной выкристаллизации солей кальция на вводимой двуокиси кремния, формированию более развитой адсорбционной поверхности, на которой дополнительно адсорбируются красящие соединения. Отдельные группы красящих соединений, являясь коллоидными веществами, за счёт введённого иона алюминия укрупняются и эффективно адсорбируются на адсорбенте.

Керамзитовый порошок является отходом строительного производства, и его залежи в отвалах на предприятиях составляют значительные объёмы. Себестоимость этого материала определяется в основном затратами на погрузочно-разгрузочные работы и транспортными расходами. Кроме того, существенных изменений в технологической схеме сахарного завода не требуется, таким образом, в целом применение керамзитового порошка для повышения эффективности очистки диффузионного сока представляется целесообразным. На способ очистки диффузионного сока с использованием керамзитового порошка получен патент [6].

Выводы

В целях повышения технологических показателей сатурационных соков предлагается проводить одновременную дефекацию при проведении ППД. Для этого целесообразно использовать аппарат ППД. Совмещение ППД и дефекации позволит существенно повысить фильтрационно-седиментационные свойства сока I сатурации, а применение керамзитового порошка значительно снизит содержание кальциевых солей в очищенном соке.

Список литературы

1. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства : учебник для вузов / А.Р. Сапронов. — М. : Колос, 1999. — 495 с.
2. Патент № 2119957 Российская Федерация, С 13 D 3/02. Аппарат для преддефекации диффузионного сока : заявл. 24.12.1996 : опубл. 10.10.1998 : бюл. № 28 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И. ; патентообладатель — Воронежская государственная технологическая академия.

3. Патент SU 1406168, С 13 D 3/02. Способ прогрессивной преддефекации диффузионного сока : опубл. 30.06.1988 : бюл. № 24 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Остроухов Н.С.

4. А. с. 1482949 СССР, МПК С 13 D 3/02. Аппарат для прогрессивной предварительной дефекации : заявл. 15.09.1986; опубл. 30.05.89 : бюл. № 20 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И.

5. Патент № 2267539 Российская Федерация, С 13 D 003/02. Аппарат для прогрессивной предварительной дефекации : заявл. 04.10.2004 : опубл. 10.01.2006 : бюл. № 01 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Жигульский А.К., Пономарёв А.В.

6. Патент № 2215041 Российская Федерация, МПК С1D 3/00. Способ очистки диффузионного сока : заявл. 05.06.2002 : опубл. 27.10.2003 : бюл. № 30 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Наволокин В.В., Сьянов А.Т., Фурсов В.М. ; патентообладатель — ЗАО «Финансово-промышленная компания «Союззагпропром».

Аннотация. В целях повышения фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков предлагается при проведении прогрессивной предварительной дефекации (ППД) осуществлять «рН-паузу» путём одновременной дефекации при определённом рН. Для этого предназначен усовершенствованный аппарат ППД. Технологический режим также разработан и позволяет существенно улучшить качественные показатели преддефекованного и сатурационных соков. Повысить качество очищенного сока и снизить содержание в нём кальциевых солей рекомендуется добавлением в него керамзитового порошка. Предлагаемый технологический режим значительно улучшает качественные показатели продуктов сахарного производства. В ходе модернизации станции очистки можно не только повысить качество свеклосахарной продукции, но и понизить её себестоимость.

Ключевые слова: прогрессивная предварительная дефекация, дефекация, керамзитовый порошок.

Summary. To increase the filtration and sedimentation properties of saturation juices, it is proposed to carry out a «pH pause» during progressive preliminary defecation (PPD) by performing a one-time defecation at a certain pH. To do this, you can use an advanced PPD device that allows you to do this. The technological regime has also been developed and allows to significantly improve the quality indicators of pre-baked and saturated juices. To improve the quality of the purified juice, it is recommended to add expanded clay powder to the juice. This allows you to lower the content of calcium salts in the purified juice. The developed technological regime significantly improves the quality indicators of sugar products. During the modernization of the purification plant, it is possible not only to increase the quality of sugar beet products, but also to lower its cost. **Keywords:** progressive preliminary defecation, defecation, expanded clay powder.