

Повышение фильтрационных свойств соков при переработке сахарной свёклы

Ю.И. ЗЕЛЕПУКИН, канд. техн. наук, доц. каф. технологии броидильных и сахаристых производств (e-mail: yura.zelepukin.57@mail.ru)

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (ВГУИТ)

С.Ю. ЗЕЛЕПУКИН, инженер-технолог
ООО «Вестерос»

Введение

Совершенствованию способов очистки диффузионного сока на свеклосахарных заводах уделяется большое внимание. Это связано с вариативностью технологических показателей сырья, поступающего в переработку, с изменением способов уборки урожая, использованием импортных семян при возделывании сахарной свёклы и др. Схемы очистки диффузионного сока не всегда позволяют эффективно удалять из него несахара, что и приводит к постоянному поиску рациональных режимов извлекательно-углеродной очистки.

В последнее время особый интерес вызывают вопросы, связанные с разработкой способов очистки диффузионного сока, в ходе которых можно улучшить фильтрационно-седиментационные свойства сатурационных соков. Это напрямую связано с производительностью сахарного завода, потерями сахарозы при хранении свёклы. От этого зависят также себестоимость сахара, положение предприятия-изготовителя на рынке и т. д.

Ухудшение фильтрационных свойств сатурационных соков влечёт за собой существенное снижение производительности работы завода и потери сахарозы при хранении из-за увеличения продолжительности производственного

периода. В последние годы она увеличивается из-за значительных урожаев, и в производство, особенно в конце сезона, поступает сырьё невысокого технологического качества, что затрудняет его переработку. Наиболее существенной проблемой в таком случае является ухудшение фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков. Поэтому создание новых способов переработки свёклы пониженного технологического качества представляется актуальным.

Чтобы повысить фильтрационно-седиментационные свойства сатурационных соков, некоторые учёные предлагают использовать различные флокулянты, которые целесообразно применять при переработке сырья пониженного качества, когда наблюдается значительное ухудшение означенных свойств. Флокулянты рекомендуются для интенсификации осаждения высокомолекулярных соединений (ВМС) диффузионного сока. Реагенты имеют высокую эффективность при pH обработки сока от 6 до 10.

В производственный период 2020/21 г. на ряде сахарных заводов возникли значительные проблемы, вызванные ухудшением фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков.

По данным заводских лабораторий, в конце сезона поступала свёкла с pH нормального сока ниже 6 и его чистотой (Ч) ниже 86,0 % [1].

Переработка сахарной свёклы пониженного технологического качества

Для переработки свёклы пониженного технологического качества был разработан способ очистки диффузионного сока, предусматривающий проведение дефеко-сатурации, совмещённой с прогрессивной предварительной дефекацией (ППД). В целях сравнения диффузионный сок подвергали типовой очистке, которая включала в себя ППД, комбинированную основную дефекацию, I сатурацию, фильтрование, дополнительную дефекацию перед II сатурацией, II сатурацию, фильтрование. В аппарате ППД поддерживался режим прогрессивного нарастания pH по секциям аппарата с конечным значением 11,0–11,4. Средняя скорость осаждения твёрдой фазы преддефекованного сока S_d составляла 3,5–3,7 см/мин. В конце производственного сезона перерабатывалась свёкла пониженного технологического качества с pH нормального сока 5,6–5,7 и чистотой 83,8–84,0 %.

При увеличении расхода извести на ППД скорость седимен-

тации частиц осадка преддефектованного сока не превышала 2,0–2,2 см/мин. Для улучшения седиментационных свойств преддефектованного сока в производственных условиях использовали флокулянт. Скорость осаждения твёрдой фазы преддефектованного и сока I сатурации составила соответственно 2,7 см/мин и 3,1 см/мин. В результате применения флокулянта удалось обеспечить производительность завода в соответствии с плановой. Показатели очищенного сока и сиропа представлены в табл. 1.

Эффект очистки на станции дефеко-сатурации при переработке свёклы стандартного качества составил 33,0–33,4 %; при переработке сырья пониженного качества, даже с использованием флокулянта, эффект очистки равнялся 24,2–25,6 %; содержание солей кальция в очищенном соке повысилось в два-три раза по сравнению с содержанием в свёкле стандартного качества, выход мелассы увеличился с 3,3 до 4,7 % к массе свёклы.

Из приведённых данных следует, что применение флокулянта в процессе очистки диффузионного сока способствует улучшению фильтрационно-седиментационных показателей сатурационных соков, однако технологические показатели очищенного сока и сиропа при переработке свёклы

пониженного технологического качества существенно не улучшаются. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования способов интенсификации очистки диффузионного сока из сырья пониженного качества, позволяющих не только улучшить фильтрационно-седиментационные показатели сатурационных соков, но и повысить качество продуктов, поступающих на стадию кристаллизации сахарозы.

Одновременная дефеко-сатурация при проведении прогрессивной предварительной дефекации

В целях получения сока с хорошими фильтрационно-седиментационными показателями был разработан способ очистки диффузионного сока, который существенно улучшает фильтрационно-седиментационные свойства сока I сатурации. Для этого предлагается при ППД сока подвергать его одновременной дефеко-сатурации. Диффузионный сок пониженного технологического качества (чистотой менее 84 %) подвергается ППД при температуре 55–60 °C в течение 15 минут. В качестве возврата используется суспензия сока II сатурации. Из-за низкого качества диффузионного сока адсорбционно-активная поверхность введённых частиц карбоната кальция суспензии быстро загрязняется, и поверхность карбоната каль-

ция утрачивает адсорбционную способность. Для восстановления адсорбционных свойств осадка карбоната кальция, введённого с суспензией сока II сатурации, и улучшения формирования его структуры рекомендуется при достижении на ППД pH 8,0–8,6 проводить одновременную дефеко-сатурацию при постоянном pH в течение 1,5–2 минут. Расход извести на одновременную дефеко-сатурацию составляет 0,20–0,25 % CaO, это количество обеспечивает восстановление адсорбционной поверхности осадка. Меньшая дозировка затрудняет восстановление, и в этом случае проблематично поддерживать постоянное значение pH на дефеко-сатурации. При большем расходе извести наряду с восстановлением адсорбционной способности введённого с суспензией осадка происходит образование мелкодисперсных частиц карбоната кальция, которые увеличивают эффект адсорбционной очистки сока от несахаров, но при этом ухудшаются фильтрационно-седиментационные свойства сатурационных соков. Кроме того, поскольку общий расход извести на очистку неизменный, то, увеличивая её расход на дефеко-сатурацию, тем самым снижаем его на основную дефекацию, а это понижает эффект адсорбции несахаров на I сатурации.

После одновременной дефеко-сатурации сок направляется в секцию преддефекатора для завершения ППД. Далее очистка проводится по традиционной схеме очистки диффузионного сока. Применение дефеко-сатурации при ППД позволяет значительно, почти в два раза, улучшить фильтрационно-седиментационные свойства сока I сатурации и уменьшить примерно на столько же объём его осадка [2].

Было исследовано влияние дефеко-сатурации на качество очи-

Таблица 1. Показатели очищенного сока и сиропа

Показатель	pH	Цветность, усл. ед.	Содержание солей кальция, % CaO/100 СВ	Чистота, %
Свёкла стандартного качества				
Очищенный сок	9,0–9,2	9,1–9,3	0,21–0,24	91,1–91,2
Сироп	8,2–8,4	14,2–14,8	0,20–0,23	91,2–91,3
Свёкла пониженного качества				
Очищенный сок	8,9–9,0	16,8–18,0	0,51–0,64	88,3–88,4
Сироп	7,8–8,1	25,8–27,2	0,55–0,62	88,3–88,5

Таблица 2. Влияние расхода извести в процессе дефекосатурации на качественные показатели очищенного сока

Расход СаО на дефекосатурацию, %	Соли кальция, % к массе раствора	Цветность, усл. ед.	Ч, %
0,2	0,042	17,60	88,1
0,3	0,040	15,94	88,3
0,5	0,045	18,21	88,0
0,8	0,050	21,85	87,8
Контрольный опыт	0,049	19,87	87,8

щенного сока. Расход оксида кальция на дефекосатурацию составлял 0,2; 0,3; 0,5; 0,8 % СаО к массе свёклы. В качестве контрольной проводилась типовая схема очистки диффузионного сока того же качества (табл. 2). Результаты показывают преимущества схемы очистки с проведением промежуточной дефекосатурации при расходе 0,3 % СаО к массе свёклы. Из полученных данных следует, что рациональным расходом является ввод 0,25–0,30 % СаО к массе свёклы. Это обеспечивает восстановление адсорбционной активности поверхности частиц осадка.

Седиментационно-фильтрационные свойства частиц суспензии преддефекованного сока и сока I сатурации в схеме с использованием комбинированной ППД (схема 2) приведены в табл. 3. Для сравнения были получены аналогичные показатели по типовой схеме очистки (схема 1).

Таким образом, проведение одновременной дефекосатурации

в процессе ППД привело к повышению седиментационных свойств преддефекованного сока и сока I сатурации. Фильтрационные свойства сока I сатурации по схеме 2 на 45,5 % выше, чем сока, очищенного по схеме 1.

Проведение дефекосатурации одновременно с ППД даёт возможность выдерживать оптимальную «рН-паузу», о необходимости которой говорится в работах многих учёных-сахарников [3]. Для применения такого способа очистки диффузионного сока был разработан аппарат, позволяющий на ППД проводить одновременную дефекосатурацию [4]. Аппарат состоит из горизонтально расположенной корытообразной ёмкости, разделённой подвижными и неподвижными перегородками на шесть секций и снабжённой патрубками для подачи диффузионного сока в первую секцию и известкового молока в последнюю секцию. Имеются патрубки для подачи различного вида воз-

вратов, переливной патрубок для отвода преддефекованного сока. Перемешивающее устройство представлено укрепленными на валу лопастями, состоящими из стоек с пластинами для перемешивания обрабатываемых сред. Третья секция аппарата отделена от четвёртой секции глухой перегородкой и снабжена переливным коробом с V-образной трубой для сатурирования сока, в нижней части которой расположена газораспределительная коробка. Входной участок V-образной трубы подключён к переливному коробу третьей секции, а выходной участок — к сборнику с выходным патрубком, сообщённым с четвёртой секцией аппарата и снабжённым также газораспределительной коробкой.

Конструкция аппарата допускает проведение ППД при различных режимах. В случае необходимости можно осуществлять пересатурацию сока, выполнять одновременную дефекосатурацию, добавляя известковое молоко непосредственно в зону сатурации. У преддефекованного сока, обработанного в таком аппарате, улучшенная структура осадка. Это, в свою очередь, позволяет снизить степень пептизации сахаров в условиях высокой щёлочности и температуры на основной дефекации, улучшить фильтрационно-седиментационные показатели сатурационного сока, активно воздействовать на процессы формирования определённой структуры и дисперсности частиц осадка преддефекованного сока. Повышение седиментационных свойств преддефекованного сока может способствовать разработке варианта очистки диффузионного сока с отделением преддефекованного осадка до поступления его на основную дефекацию в зону высокой щёлочности, что крайне желательно с точки зрения повышения

Таблица 3. Фильтрационно-седиментационные свойства соков, полученных по различным схемам очистки

Схема очистки диффузионного сока	Преддефекованный сок S_5 , см/мин	Сок I сатурации	
		S_5 , см/мин	F_k
Схема 1	2,1	2,3	5,6
Схема 2	3,0	3,3	3,1

эффекта очистки на станции дефекасации.

К сожалению, исследования, направленные на усовершенствование технологического режима производства сахара, в настоящее время практически не проводятся. Несколько десятков лет назад этими проблемами занимались научно-исследовательские институты соответствующего профиля и ведущие вузы страны, где готовились специалисты для сахарных заводов. На данный момент в вузах деятельность такого рода находится в зачаточном состоянии. Очевидно, назрел вопрос о создании научно-исследовательских лабораторий на базе передовых предприятий сахарной промышленности, где можно было бы проводить работы по совершенствованию технологии, например с учётом качества отечественного сырья и климатических условий. Тематику их работы могли бы определять технологические службы предприятий сахарной промышленности. На базе лабораторий можно организовать мероприятия по повышению квалификации операторов производства и ИТР, что также весьма актуально. Они послужат в решении спорных вопросов по качеству сырья и готовой продукции на отраслевых предприятиях в целом. Опыт создания таких лабораторий был заложен ещё в советские времена и подтверждён эффективностью их работы. Более того, существовали опытно-экспериментальные сахарные заводы, на которых проводились промышленные испытания научных исследований, показавших хорошие результаты.

Выводы

При переработке сахарной свёклы, особенно пониженного технологического качества, для повышения фильтрационно-седиментационных свойств сатурацион-

ных соков необходимо проводить одновременную дефекасацию при осуществлении прогрессивной предварительной дефекации. В данном процессе целесообразно использовать специальный аппарат, который позволяет достигнуть желаемых результатов. Улучшение фильтрационных свойств преддефекованного сока будет способствовать отделению осадка, содержащего большое количество высокомолекулярных соединений до его поступления на основную дефекацию, в зону с высокой щёлочностью. Это существенно повысит эффект очистки на станции дефекасации, соответственно, можно будет значительно уменьшить или даже полностью исключить применение флокулянтов при очистке диффузионного сока, что даст возможность снизить финансовые затраты при производстве сахара.

В целях совершенствования технологии получения сахара необходимо организовать научно-исследовательские лаборатории на ряде сахарных заводов Российской Федерации, на базе которых можно проводить работы широкого спектра.

Список литературы

1. Патент SU 1406168 A1, Российская Федерация, МПК C13 D 3/02. Способ прогрессивной преддефекации диффузионного сока : заявл. 09.12.1985 : опубл. 30.06.1988 : бюл. № 24 / В.А. Голыбин, Ю.И. Зелепукин, Н.С. Остроухов ; заявитель Воронежский технологический институт, 5 с.
2. Патент SU 2215041 C1, Российская Федерация, МПК C13D3/02. Способ очистки диффузионного сока : заявл. 05.06.2002 : опубл. 27.10. 2003 : бюл. № 30 / Фурсов В.М., Голыбин В.А., Сьянов А.Т., Зелепукин Ю.И., Наволокин В.В. ; ЗАО «Финансово-промышленная компания «Союзгропром», 5 с.
3. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. — М. : Колос, 1999. — 495 с.
4. Патент RU №2119957 C1, Российская Федерация, МПК C13D003/02. Аппарат для преддефекации диффузионного сока : заявл. 24.12.1996, опубл. 10.10.1998 : бюл. № 28 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И. Воронежская государственная технологическая академия, 6 с. : ил.

Аннотация. Вопросам совершенствования способов очистки диффузионного сока уделяется большое внимание. В последние годы длительность производственного сезона по переработке свёклы увеличивается из-за значительных урожаев этой культуры. В конце производственного сезона поступает свёкла невысокого технологического качества, что затрудняет её переработку. Наиболее существенной проблемой при переработке такого сырья является ухудшение фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков. Для повышения фильтрационно-седиментационных свойств сатурационных соков необходимо проводить одновременную дефекасацию при проведении прогрессивной предварительной дефекации.

Ключевые слова: одновременная дефекасация, прогрессивная предварительная дефекация.

Summary. A lot of attention is paid to improving the methods of purification of diffusion juice. In recent years, the duration of the beet processing production season has been increasing due to significant sugar beet harvests. At the end of the production season, beetroot of low technological quality arrives, which makes it difficult to process it. The most significant problem in the processing of such beets is the deterioration of filtration and sedimentation properties of saturated juices. To increase the filtration and sedimentation properties of saturation juices, it is necessary to carry out simultaneous defecation during progressive preliminary defecation.

Keywords: simultaneous defecation, progressive preliminary defecation.