

# Совместная переработка сахарной свёклы и сахара-сырца

**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 «Вестерос»

## Введение

В начале 2000 г. российские сахарные заводы кроме сахарной свёклы перерабатывали значительное количество сахара-сырца, который импортировали из-за рубежа. Временами объёмы сахара-песка, выработанного из сахара-сырца, превышали объёмы сахара, полученного из сахарной свёклы. Затем ситуация стала меняться — заводы перешли на отечественное сырьё, т. е. на сахарную свёклу (и это было правильно), которую в основном перерабатывают и в настоящее время. Однако, исходя из современной политико-экономической обстановки в мире, когда в любой момент можно ожидать существенных изменений на мировых рынках, в том числе сахарном, нельзя исключать вероятность поступления в нашу страну сахара-сырца для его переработки с последующей реализацией сахара-песка как на отечественном, так и на мировом рынке. Учитывая это обстоятельство, сахарные заводы должны обладать гибкой технологической схемой, чтобы в случае необходимости перейти на совместную переработку сахарной свёклы и сахара-сырца. Это позволило бы увеличить период переработки свёклы совместно с сахаром-сырцом, тем самым повысив рентабельность и технико-экономические показатели завода в целом. И.Ф. Бугаенко с соавторами [1, 2] в своё время предлагал способ переработки свёклы и сахара-сырца, который предусматривал, например, получение из свёклы сока I сатурации, растворение им сахара-

сырца, смешивание клеровки с фильтрованным соком I сатурации. После чего полученную смесь подвергали дефекации перед II сатурацией, собственно II сатурацией и далее по типовой технологической схеме переработки свёклы. Однако рекомендуемый способ не позволяет эффективно использовать возможности углекислотной очистки, так как обработка смеси на дополнительной дефекации с последующей II сатурацией не обеспечивает необходимой степени удаления несахаров.

## Совместная переработка сахарной свёклы и сахара-песка

Достаточно легко осуществляемая на сахарных заводах схема совместной переработки свёклы и сахара-сырца предусматривает получение клеровки сахара-сырца на основе сока II сатурации, смешивание полученной клеровки с сиропом и уваривание из неё utfеля I кристаллизации. Однако наличие в сахаре-сырце высокомолекулярных соединений затрудняет эффективное проведение дальнейших технологических операций по получению белого сахара стандартного качества.

На некоторых сахарных заводах отдельно очищают клеровку сахара-сырца, что усложняет технологическую схему и требует установки значительного количества дополнительного оборудования. Авторы статьи предлагают технологическую схему совместной переработки свёклы и сахара-сырца, с помощью которой можно эффективно использовать имеющееся

оборудование завода и значительно интенсифицировать процесс такой переработки.

Сахар-сырец содержит большое количество высокомолекулярных соединений, значительно ухудшающих качество сахара-песка, так как продукты их деструкции затрудняют процесс переработки свёклы и сахара-сырца. Данная схема предусматривает удаление некоторой части высокомолекулярных соединений за счёт остаточной адсорбционной активности частиц карбоната кальция, что повышает суммарный эффект очистки и улучшает качество сока перед выпариванием. Предлагается растворять сахар-сырец суспензией сока II сатурации до массовой доли сухих веществ в смеси 35–40 %. Введение достаточно чистых частиц  $\text{CaCO}_3$  позволяет уже в процессе клерования сахара-сырца адсорбировать различные группы несахаров, в том числе высокомолекулярных соединений и красящих веществ. Последующая дефекационная очистка способствует уменьшению пептизации ВСМ и получению однородного легкофильтрующегося осадка.

Технологическая схема совместной переработки свёклы и сахара-сырца включает в себя следующее. В клеровочную мешалку к тростниковому сахару-сырцу добавляют суспензию сока II сатурации температурой 85–90 °С, что обеспечивает получение клеровки с содержанием СВ 35–40 % и  $\text{CaCO}_3$  0,4–0,6 %. Затем клеровку смешивают с фильтрованным соком

I сатурации, смесь нагревают и проводят с определённым расходом СаО дефекацию перед II сатурацией, затем II сатурацию до pH 9,0–9,2, фильтрацию и т. д.

Предлагаемая схема даёт возможность повысить эффект очистки на 1,5–2,0 %, снизить содержание высокомолекулярных соединений (ВМС) на 21–25 %, содержание солей кальция на 19–22 %, а также цветность смешанного сока. Дополнительное удаление высокомолекулярных соединений и красящих веществ сахара-сырца вызвано повышением адсорбционной активности частиц карбоната кальция в результате локальной пересатурации жидкой фазы суспензии за счёт естественной кислотности сахара-сырца и ростом положительных значений ЭКП (электрокинетического потенциала). Вывод из сока указанных несахаров улучшает условия адсорбционной очистки в процессе II сатурации и формирования частиц карбоната кальция, что повышает их однородность и обеспечивает удовлетворительные фильтрационно-седиментационные свойства карбонатных суспензий.

Для повышения эффекта очистки продуктов сахарного производства и улучшения их качественных характеристик авторами были опробованы способы очистки, в которых использовался керамзитовый порошок. Состав керамзитового порошка представлен в основном двумя соединениями – это двуокись кремния и окись алюминия, которые в процессе обжига при температуре 900 °С превращаются частично в алюмосиликаты. Двуокись кремния является нерастворимым соединением, следовательно, в водных растворах диссоциации на ионы не подвергается. Окись алюминия – напротив: хотя и в малых количествах, но в воде диссоциирует на ионы. Положительно заряженные ионы алюминия за счёт электростатических сил притягиваются к отри-

цательно заряженным молекулам несахаров. Вероятно, в определённый момент количество положительно заряженных ионов алюминия компенсирует отрицательный заряд молекулы несахара, т. е. общий заряд конгломерата становится нейтральным. Это приводит к тому, что вокруг молекулы несахаров нарушается структура гидратной оболочки. Поскольку молекулы воды ярко поляризованы, их расположение вокруг заряженной частицы будет упорядоченным относительно друг друга; гидратная оболочка, следовательно, имеет более прочную плотную структуру и включает в себя максимальное количество молекул воды, входящих в неё. Если молекула несахара нейтральна, то расположение поляризованных молекул воды вокруг него будет хаотичным, нарушится плотность взаимного расположения молекул воды в гидратной оболочке относительно друг друга. Гидратная оболочка будет непрочной, количество молекул воды, составляющих её, уменьшится. Всё это будет способствовать повышению агрегации молекул несахаров друг с другом, т. е. начнут формироваться комплексы макромолекул, которые способны выпадать в осадок. В связи с этим повысятся фильтрационные свойства сатурационных соков и продуктов сахарного производства. Частицы двуокиси кремния, включаясь в формируемые агрегаты, будут также повышать фильтрационно-седиментационные свойства формирующегося осадка, кроме того, в нефилтрованном соке II сатурации частицы двуокиси кремния станут центрами кристаллизации для кальциевых солей, что дополнительно приведёт к снижению солей кальция в очищенном соке.

При совместной переработке свёклы и сахара-сырца определённые затруднения вызывают вопросы фильтрации сатурационных соков и качество смеси клеровки сахара-сырца и сока I сатурации.

Для снижения содержания высокомолекулярных соединений в смеси клеровки сахара-сырца и сока I сатурации, повышения эффекта очистки и улучшения качества смеси клеровки сахара-сырца и сока I сатурации необходимо предусмотреть клерование сахара-сырца фильтрованным соком I сатурации в клеровочной мешалке, последующее смешивание клеровки с фильтрованным соком I сатурации, дефекацию смеси, II сатурацию, фильтрацию, сульфитацию, фильтрацию и выпаривание очищенной смеси. В процессе клерования в мешалку вводят хлорную известь в количестве 0,05–0,10 % и керамзитовый порошок в количестве 0,3–0,5 % к массе сахара-сырца. Способ осуществляют следующим образом. В клеровочную мешалку к тростниковому сахару-сырцу добавляют фильтрованный сок I сатурации до достижения СВ 35–40 %. В мешалку вводят хлорную известь в количестве 0,05–0,10 % к массе сахара-сырца и 0,3–0,5 % мелкодисперсного керамзитового порошка. Одновременное клерование и обработку клеровки хлорной известью и керамзитовым порошком проводят при температуре 85–90 °С в течение 10–15 минут. Обработанную таким образом клеровку смешивают с фильтрованным соком I сатурации, смесь нагревают до температуры 85–90 °С, проводят дефекацию путём добавления к смеси 0,2–0,3 % СаО к массе свёклы в течение 5–6 минут, II сатурацию до pH 9,0–9,2, фильтрацию, сульфитацию до pH 8,2–8,5, фильтрацию, выпаривание до сиропа с содержанием СВ 60–65 %.

Предлагаемая технологическая схема позволяет повысить эффект удаления несахаров в процессе очистки смеси клеровки сахара-сырца и сока I сатурации по сравнению с известным способом. Это объясняется тем, что ВМС сахара-сырца при добавлении хлорной извести разлагаются.

Продукты деструкции ВМС и красящие вещества сахара-сырца адсорбируются на введённых частицах керамзитового порошка. Последующие дефекация и сатурация способствуют более полной адсорбции несахара и формированию крупнозернистого осадка, который повышает фильтрационные свойства сока I сатурации. Это приводит к удалению большего количества различных групп несахаров, увеличению эффекта дефекационной очистки, повышению фильтрационных свойств сока I сатурации. С применением хлорной извести для очистки можно уменьшить расход оксида кальция на дефекацию смеси перед II сатурацией. Введение хлорной извести в количестве менее 0,05 % недостаточно, так как не удаётся достичь максимального разложения ВМС, а при добавлении более 0,10 % значительно возрастают расходы, что повышает себестоимость готовой продукции. Это относится и к расходу керамзитового порошка. При расходе менее 0,3 % процесс адсорбции продуктов деструкции ВМС недостаточно эффективен, что не обеспечивает необходимые качественные показатели очищаемой смеси клеровки сахара-сырца и сока I сатурации. При внесении порошка более 0,5 % эффективность процесса незначительна по сравнению с приведённым выше расходом порошка. В связи с этим увеличение расхода последнего выше 0,5 % нецелесообразно.

Как следует из приведённых данных, предложенный способ даёт возможность повысить по сравнению с известным способом эффект очистки на 1,5–2,0 %, снизить содержание ВМС и солей кальция почти в 2 раза, понизить цветность сиропа на 23–28 %, что обеспечивает получение сахаропеска стандартного качества [3].

Учитывая, что на заводах строительных материалов керамзитовый порошок является отходом

производства, залежи которого в отвалах составляют значительные объёмы, его себестоимость определяется в основном затратами на погрузочно-разгрузочные работы и транспортные расходы. Следовательно, использовать порошок в сахарном производстве целесообразно. Кроме того, значительных изменений в технологической схеме сахарного завода не требуется, что в целом и подтверждает рациональность применения керамзитового порошка для повышения эффективности очистки диффузионного сока. На способ очистки диффузионного сока с использованием керамзитового порошка получен патент.

Неплохие результаты получены при очистке клеровки сахара-сырца с использованием керамзитового порошка. На способ очистки клеровки также получен патент [4].

#### Выводы

Сахарные заводы должны иметь гибкую технологическую схему, предусматривающую, например, возможность совместной переработки сахарной свёклы и сахара-сырца. Необходимость в этом может возникнуть в любой момент, так как обстановка на мировом сахарном рынке постоянно меняется и вероятность поступления на

российский рынок сахара-сырца не исключена, а значит, заводы должны быть мобильны к совместной переработке свёклы и сахара-сырца. Это позволит увеличить период такой переработки, повысив тем самым рентабельность и технико-экономические показатели предприятия в целом.

#### Список литературы

1. Бугаенко, И.Ф. Технология производства сахара из сырца / И.Ф. Бугаенко, Н.А. Чернышёва. — М. : Союзроссахар, 2002. — 296 с.
2. Бугаенко, И.Ф. Переработка тростникового сахара-сырца совместно со свёклой / И.Ф. Бугаенко, И.Ю. Дешева. — М. : Сахар. — 2001. — № 3. — С. 21–22.
3. Патент № 2269575 Российская Федерация, МПК C13D 3/02, МПК C13F 1/02. Способ производства сахара. Патентообладатель сахарный завод «Большевик». Заявл. : 19.03.2004; опубл. 10.02.2006 : бюл. № 4. / Власов В.А., Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Фурсов В.М.
4. Патент № 2215041 Российская Федерация, МПК C13D 3/00. Способ очистки диффузионного сока. Патентообладатель ЗАО «Финансово-промышленная компания «Союзагропром». Заявл. : 05.06.2002 : опубл. 27.10.2003 : бюл. № 30 / Голыбин В.А., Зелепукин Ю.И., Наволокин В.В., Съянов А.Т., Фурсов В.М.

**Аннотация.** Свеклосахарные заводы должны иметь гибкую технологическую схему, которая предусматривала бы возможность совместной переработки сахарной свёклы и сахара-сырца. Целесообразность совместной переработки может возникнуть в любой момент, так как обстановка на мировом сахарном рынке постоянно меняется и вероятность поступления на отечественный рынок сахаропеска не исключена, а значит, свеклосахарные заводы должны быть мобильны к совместной переработке свёклы и сахара-сырца. Это позволит увеличить период активной работы на сахарных заводах, повысив тем самым рентабельность и технико-экономические показатели завода в целом.

**Ключевые слова:** совместная переработка свёклы и сахара-сырца, хлорная известь, керамзитовый порошок.

**Summary.** Sugar beet factories should have a flexible technological scheme that would provide for the possibility of joint processing of sugar beet and raw sugar. The expediency of joint processing can arise at any time, because the situation on the world sugar market is constantly changing and the probability of entering the domestic market of granulated sugar is not excluded, which means sugar beet factories should be mobile to the joint processing of beet and raw sugar. This will increase the period of active work in sugar fields, thereby increasing the profitability and technical and economic indicators of the plant as a whole.

**Keywords:** joint processing of beetroot and raw sugar, bleach, expanded clay powder.