

Реконструкция продуктового отделения: новое решение

С.Л. ФИЛАТОВ, С.М. ПЕТРОВ, Е.Е. МИЛЕНКО, Д.И. МАЛЫГО

ООО ИК «НТ-Пром»

Г.П. ТОМИЛОВА

ООО «Белсахар»

При правильном проведении кристаллизации и любом количестве её ступеней содержание сахара в мелассе остается постоянным и зависит только от качества перерабатываемого сырья. По существу, выход мелассы и содержание сахара в ней при переработке сиропа одинакового качества должны оставаться неизменными при использовании любых схем кристаллизации. Различия в показателях зависят от потерь из-за термохимического разложения сахарозы в продуктах на верстаке [1, 2].

Цель оптимизации работы продуктового отделения – снижение рециркуляции сахарозы по верстаку продуктового отделения и получение сахара-песка в соответствии с требованиями ГОСТ 21-94.

Ввиду того что на сахарных заводах используются, в основном, классические двух- и трехкристаллизационные схемы, сравним их преимущества и недостатки:

➤ двухкристаллизационная схема, являясь более быстрой, при переработке сахарной свеклы нормального качества не позволяет в две ступени обессахаривать мелассу, и поэтому приходится возвращать оттеки на себя, что ухудшает качество утфелей, а соответственно, и качество сахаров;

➤ трехкристаллизационная схема имеет преимущества в возможности получения хорошо истощенной

мелассы при чистоте сиропа выше 92%, но она более продолжительная по верстаку, и при этом возрастают потери сахарозы от термохимического разложения.

Как известно, при уваривании утфеля I существует общее ограничение чистоты – $\chi_y = 88-89\%$, так как при величине чистоты сиропа ниже этого предела не удастся получить сахар стандартного качества по цветности.

Очевидна необходимость объединения преимуществ двух- и трехкристаллизационных схем. Анализ зарубежного опыта свидетельствует о том, что типовыми решениями при уваривании утфелей являются использование готовой кристаллической основы для исключения этапа заводки кристаллов и система стандарт-сиропов.

Оба этих решения были применены при разработке мероприятий по модернизации продуктового отделения ООО «Белсахар», наряду с программой балансового расчета продуктов в Excel, позволяющей не только прогнозировать результаты уваривания утфелей, но и распределять увариваемые утфели по ступеням кристаллизации, исходя из выбранного критерия оптимизации и соблюдения граничных условий технологических параметров для утфелей.

Проведенные итерационные расчеты показали целесообразность

работы продуктового отделения на 2,5 ступени кристаллизации и возможность получения сахара стандартного качества из утфеля I пониженной чистоты. При этом, качество сахара-песка обеспечивается за счет стандартизации утфеля I низкой чистоты возвратом первого зеленого оттека на себя и применения затравочной суспензии с совершенным призматическим габитусом кристаллов, полученных методом холодной кристаллизации.

Принципы научной основы технологии компании ООО ИК «НТ-ПРОМ» эффективного использования системы затравочной суспензии предусматривают реализацию следующих двух подсистем:

- дозирования кристаллической фазы. На практике разработана и успешно апробирована компьютерная программа расчета расхода затравочной суспензии для уваривания утфеля;
- оценки гранулометрического состава кристаллической фазы. Отработаны методы контроля гранулометрического состава кристаллов затравочной суспензии и готовых кристаллов в утфелях. Подсистема реализована при помощи визуализации на мониторе компьютера изображений кристаллов, полученных с оптического микроскопа, оснащенного цифровой камерой-окулярном.

Данная подсистема позволяет:

- ✓ оценивать размер кристаллов в затравочной суспензии для оптимального ее дозирования и получения требуемого размера кристаллов сахара-песка (рис. 1);

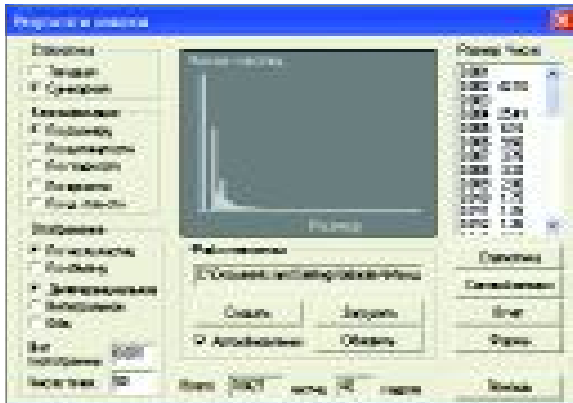


Рис. 1. Дифференциальное распределение частиц затравочной суспензии

ный в 2008 г. апробирована на заводе ООО «Белсахар» (рис. 3).

Ранее действовавшая технологическая схема продуктового отделения сахарного завода предусматривала две ступени кристаллизации и клерование желтого сахара II кристаллизации. При повышении чистоты первого оттока утфеля I кристаллизации имелась

✓ сравнивать результаты уваривания продуктовых утфелей для создания базы данных и корректировки режимов уваривания;

✓ оценивать размер кристаллов и условия конгломерации в процессе уваривания для их устранения (рис. 2).

Использование гибкой технологической схемы делает возможным максимально снизить объем утфеля II кристаллизации и снизить потери сахарозы. Технологическая схема с элементами данных реше-

возможность перехода на работу по схеме с 2,5 ступенями кристаллизации и промежуточным продуктом. Клеровка желтого сахара после сульфитации и фильтрования поступала с сиропом в сборники вакуум-аппаратов I кристаллизации. Основное технологическое оборудование было представлено следующими аппаратами и машинами:

- 4 вакуум-аппарата I кристаллизации ПВА-40 вместимостью по 40 т утфеля. В качестве греющего пара может использоваться вторичный



Рис. 2. Совершенный призматический габитус кристаллов утфеля I кристаллизации при уваривании на затравочной суспензии: $d_{\text{ср}} = 0,75-0,85 \text{ мм}$

пар I и II корпусов многокорпусной выпарной установки (МВУ);

- 2 приемные утфелемешалки вместимостью 32 м³ каждая;

- 3 вакуум-аппарата II кристаллизации ПВА-40 вместимостью по 40 т утфеля. В качестве греющего пара может использоваться вторичный пар I и II корпусов МВУ;

- 4 центрифуги утфеля I кристаллизации ФПН-1251Л-07, максимальная загрузка ротора 1000 кг утфеля;

- 3 центрифуги утфеля II кристаллизации ФПИ-1321к-01;

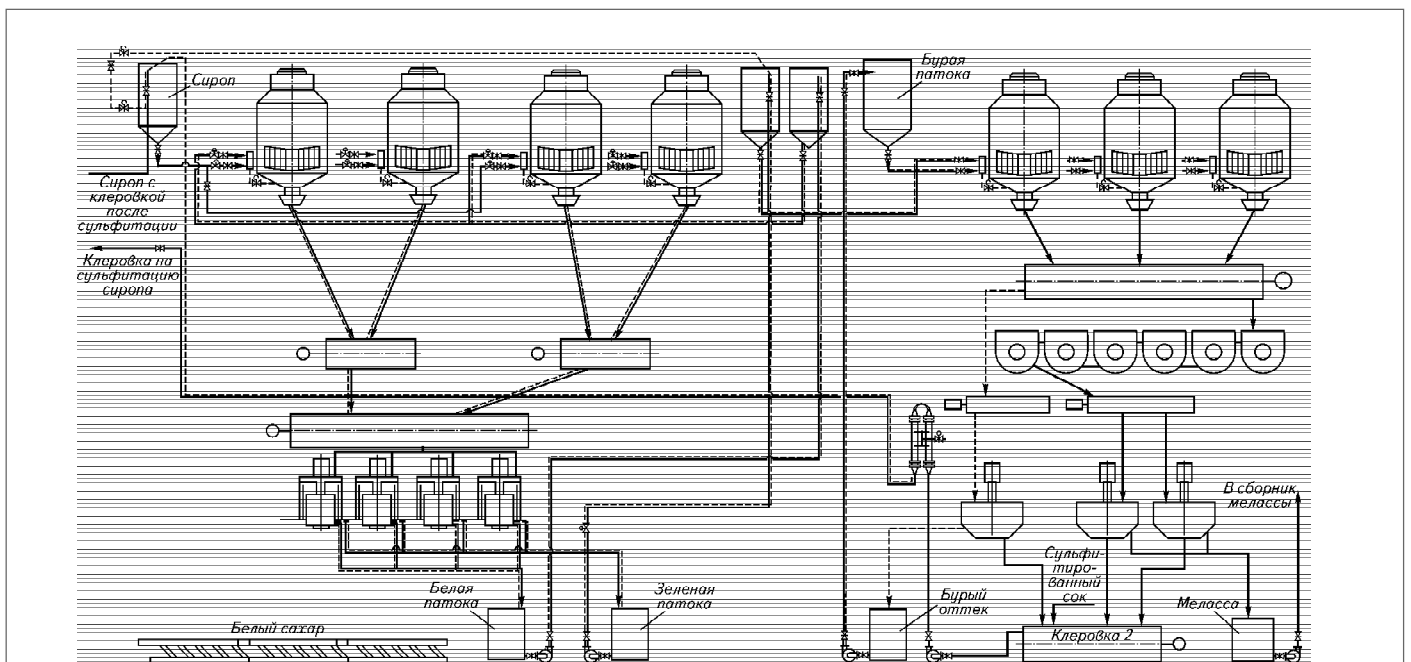


Рис. 3. Технологическая схема продуктового отделения ООО «Белсахар»: - - коммуникации при работе по двухкристаллизационной схеме; - - - - коммуникации при работе по схеме с 2,5 ступенями кристаллизации

– кристаллизационная установка для дополнительной кристаллизации утфеля II, имеющая одну горизонтальную приемную мешалку вместимостью 32 м³ и 6 горизонтальных мешалок-кристаллизаторов вместимостью 32 м³ каждая с дисковой системой охлаждения и одной мешалкой для подогрева утфеля перед центрифугированием.

При работе по такой схеме в сезон переработки сахарной свеклы урожая 2007 г., количество утфеля I кристаллизации соответствовало 26,4% к массе свеклы, продолжительность полного цикла работы вакуум-аппаратов составляла более 5 ч, чистота утфеля I кристаллизации за сезон переработки – 88,9%, цветность сахара – 0,83 ед. Шт., выход сахара – 12,33%.

Количество утфеля II кристаллизации составляло 11,0% к массе свеклы, продолжительность полного цикла работы вакуум-аппаратов II кристаллизации – 10 ч, чистота утфеля II кристаллизации за сезон – 79,1%.

В 2008 г. завод поставил задачу увеличить производительность продуктового отделения с минимальными затратами, одновременно увеличить выход сахара и снизить содержание его в мелассе.

После изучения технологических показателей работы продуктового отделения было принято решение об использовании дополнительных возможностей существующего оборудования и реализации работы продуктового отделения на основе гибкой технологической схемы с 2,5 ступенями кристаллизации, инновацией которой является стандартизация пониженной чистоты утфеля I кристаллизации. Данное решение позволило получить сахар-песок стандартного качества и одновременно снизить рециркуляцию сахарозы по верстату продуктового отделения.

Оптимизационными расчетами в математическом пакете Excel, в зависимости от чистоты утфелей, точно определили количество зеленой патоки I кристаллизации, возвращаемой на себя, увеличили количество утфеля I кристаллизации, уменьшили количество утфеля II кристаллизации, снизили содержание сахара в мелассе.

Алгоритм работы продуктового отделения заключается в следующем.

При пуске схемы утфель I кристаллизации уваривается из сиропа.

В дальнейшем, утфель I кристаллизации уваривается на смеси «сироп + клеровка + белый оттек утфеля I (полный возврат на себя) + зеленый оттек утфеля I» (частичный возврат оттека осуществляется на окончание варки из расчета достижения чистоты $Ч_{yI} = 89,5\%$ и рекомендуемой чистоты зеленого оттека утфеля I кристаллизации – 83%).

Утфель промежуточного продукта уваривается из части зеленого оттека утфеля I кристаллизации и доводится до чистоты $Ч_{yII} = 80-83\%$ возвратом на себя оттека утфеля промежуточной кристаллизации. При центрифугировании утфеля промежуточной кристаллизации «нагорячо» получают один общий оттек $Ч = 72-73\%$, который накапливался в сборниках, и из него vaporился утфель II кристаллизации в тех же вакуум-аппаратах.

Утфель II (последней) кристаллизации уваривается следующим образом.

Набор осуществляется зеленым оттеком утфеля I кристаллизации, первая подкачка проводится также зеленым оттеком утфеля I кристаллизации, а уваривание – оттеком утфеля промежуточного продукта.

Получают общую клеровку утфеля промежуточного продукта и II крис-

таллизации, $Ч_{кл} = 92-95\%$, сульфитуют, фильтруют через фильтр ГФ 2/80 и направляют в сборник сиропа перед вакуум-аппаратами утфеля I кристаллизации.

В производственном сезоне 2008 г. ООО «Белсахар» работал по вышеописанной схеме (см. рис. 3). Промежуточный продукт уваривали в аппарате последнего продукта зеленой патокой первого продукта чистотой 83% и содержанием при спуске $СВ_y = 80,3\%$. Утфель выпускали в приемную мешалку последнего продукта, затем в утфелераспределитель перед центрифугой последнего продукта, переориентированной на центрифугирование «нагорячо» промежуточного продукта.

За сезон переработки свеклы урожая 2008 г. количество утфеля I кристаллизации составило 29,1% к массе свеклы, продолжительность полного цикла работы аппарата – 3 ч. Чистота утфеля поддерживалась в пределах 91,1%. Цветность сахара за сезон составила 0,78 ед. Шт.

Количество утфеля промежуточного продукта составляло 8% к массе свеклы, продолжительность полного цикла работы аппарата – 6 ч, чистота утфеля – 82%.

Количество утфеля II кристаллизации за сезон снизилось до 7%. Чистота утфеля – 72,3%, смешанной клеровки – 93%, цветность клеровки находилась в пределах 40-42 ед. Шт. При работе по новой схеме выход мелассы снизился до 3%, содержание сахара в мелассе составило 1,42% (за сезон переработки свеклы выход мелассы составил 3,57%, а содержание сахара – 1,75%).

При этом, производительность завода по переработке сахарной свеклы увеличилась с 1800 до 2200 т/сут, ограничиваясь только производительностью центрифуг. При высо-

Результаты работы продуктового отделения ООО «Белсахар»

Продукт	2008 г. (2,5 кристаллизационная схема с утфелем I пониженной чистоты)				2007 г. (двухкристаллизационная схема)			
	Масс. %	Содержание, %		Ч. %	Масс. %	Содержание, %		Ч. %
		сах	ср			сах	ср	
Сироп с утфелем I пониженной чистоты	89,9	85,7	80,7	91,7	88,5	80,1	84,5	90,1
Кваровка	5,8	62,6	68,0	92,0	7,2	59,4	63,0	91,4
Сироп первого продукта	34,9	58,9	64,0	92,0	36,0	52,6	58,0	90,6
Утфель I кристаллизации	29,1	82,1	92,3	89,0	26,4	81,8	92,0	88,9
Сахар-песок	14,5				12,3			
Первый оттек утфеля I	8,5	66,7	80,3	83,0	12,7	63,0	80,2	78,6
Второй оттек утфеля I	5,6	67,6	77,7	87,0	5,0	64,7	77,6	83,4
Утфель II кристаллизации	7,4	75,0	91,5	82,0	11,0	73,1	92,4	79,1
Сахар II	3,7	93,9	98,0	95,8	4,4	91,9	97,6	94,2
Оттек утфеля II	—	57,5	79,8	72,0	—	46,8	82,2	56,9
Утфель III кристаллизации	7,1	66,7	92,2	72,3	—	—	—	—
Сахар III	3,8	93,0	97,6	95,2	—	—	—	—
Меласса	3,7	45,3	81,5	55,6	3,9	46,3	79,7	58,1

кой чистоте сиропа таким способом смогли добиться получения мелассы стандартного качества, в то время как в прошлые годы завод имел большие потери сахара в мелассе. Работа в сезоне 2008 г. подтвердила возможность получения сахара-песка стандартного качества по ГОСТ 21-94 из утфеля I кристаллизации пониженной чистоты.

Сводные данные по работе завода за 2007-2008 гг. представлены в таблице.

Кроме изменения технологической схемы продуктового отделения, на четырех вакуум-аппаратах I кристаллизации были установле-

ны автоматические варщики утфеля на контроллерах Allen-Bradley.

Весь комплекс мероприятий позволил снизить время уваривания утфелей, в среднем, на 2 ч и уменьшить расход условного топлива на 0,71%. Преимуществами данной технологической схемы кристаллизации по сравнению с двух- и трёхкристаллизационными схемами являются:

- её устойчивость по степени истощения мелассы при изменении качества сырья и при постоянных эффектах очистки на диффузионной установке и в известковом отделении;

- перевод работы продуктового отделения с двухкристаллизационной схемы на 2,5 ступени кристаллизации без установки дополнительного оборудования, а также без постоянного контроля чистоты промежуточного продукта технологом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаенко И.Ф. Схемы кристаллизации сахара и их анализ. – М.: Аведа, 2006. – 93 с.
2. Мишук Р.Ц., Савич А.Н., Гриб А.В. Сравнение эффективности схем кристаллизации сахара // Сахар. – 2004. – № 6. – С.30-31.

