

Увеличение производительности сушильного отделения сахарного завода в условиях ограниченного бюджета

А.В. ЗАВИРЮХА, канд. техн. наук, техн. директор ООО «ТКС Сервис»

С.Л. ВАСИЛЬЕВ, директор ООО «Проминвест»

подавляющее большинство российских сахарных заводов были построены ещё во времена Советского Союза и имели проектную производительность 2–4 тыс. т свёклы в сутки.

Приватизация отрасли и приход на рынок частного собственника повлекли за собой острую необходимость в модернизации производственных мощностей. Проводимая на первом этапе модернизация чаще всего имела основной целью повышение производительности предприятий в целом за счёт роста мощностей основного производственного процесса, связанного с увеличением количества перерабатываемого сырья и производимой продукции. При этом общие процессы модернизации заводов редко затрагивали глубокую модернизацию сушильно-охладительного отделения.

Итогом следствием такой модернизации становилось опережение роста перерабатывающей мощности заводов (до 4, 5 и даже 11 тыс. т свёклы в сутки) по сравнению с увеличением производительности сушильно-охладительных комплексов. Кратное увеличение количества перерабатываемой свёклы, естественно, на втором шаге вскрыло проблему обеспечения качественных параметров готового продукта, связанных в первую очередь с его влажностью, и особенно температурой, и повлекло за собой острую необходимость в модернизации оборудования участка сушки.

В общем случае проблема обеспечения требуемого качества сахара-песка по влажности и температуре является не особо сложной и давно уже решена. В сложившейся на российских предприятиях ситуации её урегулирование шло по трём направлениям:

— обеспечение завода сушильно-охладительным оборудованием, производительность которого с учётом климатических особенностей соответствует производительности базового цикла. С технической точки зрения такое решение видится самым простым, надёжным и правильным. К сожалению, практическая реализация означенного подхода предполагает кардинальную замену практически всего оборудования отделения сушки и влечёт за собой потребность в больших инвестиционных затратах;

— модернизация оборудования отделения сушки без применения дополнительного технологического оборудования. Самый дешёвый путь, ориентированный на то, чтобы выжать максимум возможного из уже действующего оборудования. По этому пути пошло большинство российских заводов. Более подробно об итогах такой модернизации изложено ниже;

— компромиссный вариант модернизации, предполагающий максимальное использование возможно-



Рис. 1. Патент на полезную модель

стей существующего оборудования с использованием двухстадийного процесса сушки и охлаждения и применением на второй стадии дополнительных охлаждающих или сушильно-охлаждающих аппаратов.

На подавляющем большинстве российских сахарных заводов базовым оборудованием участка сушки сахара были и остаются барабанные сушильно-охлаждающие установки, которые имеют расчётную номинальную производительность, заложенную ещё на стадии проектирования завода. Основным путём последующей модернизации таких установок была попытка увеличения их производительности при достижении минимально возможной влажности получаемого продукта и его приемлемой температуры в условиях всегда ограниченного бюджета. Поскольку замена ключевого оборудования, как правило, не предполагалась, модернизация сушильно-охлаждающих комплексов многих российских сахарных заводов сводилась к выполнению доработок вспомогательного оборудования в следующих направлениях:

- повышение температуры воздуха, подаваемого в сушильную установку;
- увеличение количества воздуха, подаваемого в сушильно-охлаждающую установку до максимально возможного по условиям уноса части продукта из аппарата;

- увеличение времени пребывания продукта в сушильно-охлаждающих установках за счёт увеличения его уровня до допустимой по условиям механической прочности аппарата;

- применение разного рода ворошителей и систем дополнительной аспирации влажного продукта в тракте его подачи в сушильную установку.

Проводимые в таком направлении работы по модернизации участка сушки давали, конечно, определённый результат, но побочным эффектом становилось ухудшение качества готового продукта за счёт:

- повышения влажности готового продукта;
- повышения температуры готового продукта;
- повышения истираемости материала;
- увеличения количества материала, уносимого из сушильно-охлаждающей установки.

Основной причиной появления негативных моментов в ухудшении качества готового продукта была и остаётся невозможность в необходимой мере учесть фактор времени, который играет существенную роль в процессе сушки и охлаждения сахара.

Изначально при проектировании завода в целом в проект сушильного отделения закладывалось время нахождения продукта в сушильно-охлаждающей установке на уровне 200–240 с в номинальном режиме работы. После модернизации основной технологии производства сахара и увеличения производительности в 1,5–2,4 раза по сравнению с проектной время нахождения продукта в сушильно-охлаждающей установке уменьшается соответственно до 100–110,5 с со всеми вытекающими из этого последствиями.

Заметим, что достижение высокого качества готового продукта и обеспечение оптимального процесса сушки сахара невозможно без тщательного учёта процессов тепло- и массопереноса, происходящих при его сушке и охлаждении. В общем виде качественные процессы изменения параметров сахара в ходе сушки и охлаждения представлены на рис. 3 и 4. Усреднённые типовые графики кинетики сушки сахара-песка при различной температуре греющего воздуха и различной производительности представлены кривыми 1 и 2 на рис. 3. Соответствующие им графики изменения температуры продукта представлены на рис. 4 кривыми 3 и 4.

При проектной производительности завода барабанные сушильно-охлаждающие установки позволяют сушить сахар до влажности 0,06–0,08 % при его температуре на выходе из такой установки 32–35 °С (в зависимости от погодных условий). В номинальном режиме работы этого состояния продукт достигал в точке «А» на кривой 1.

Если увеличивать производительность установки, скажем, в два раза по сравнению с проектной без из-

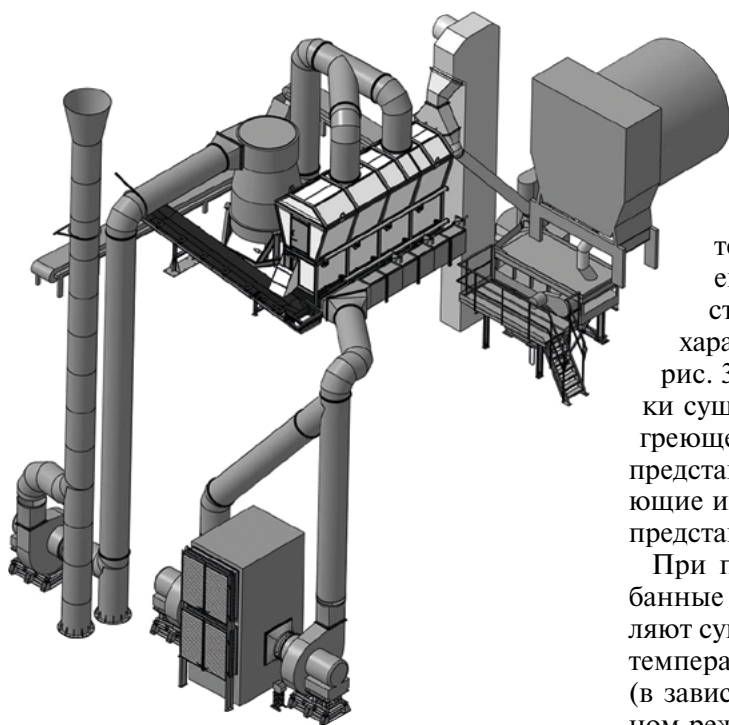


Рис. 2. Автоматизированный комплекс сахаросушильного отделения. 3D-модель

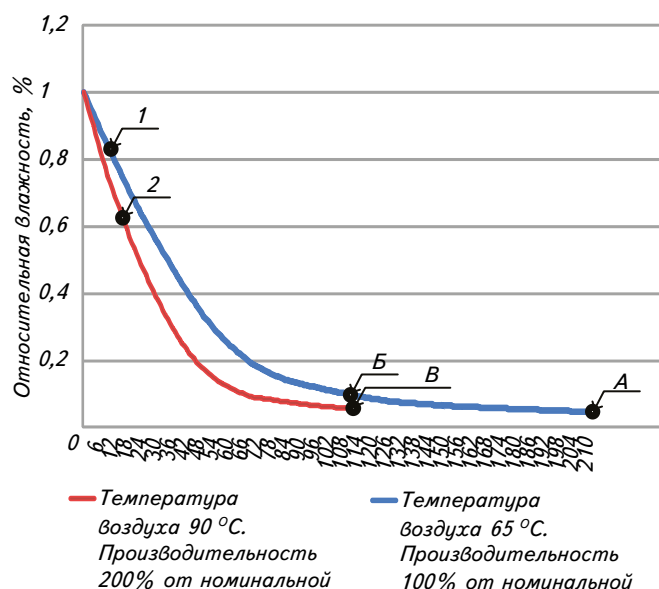


Рис. 3. Кинетика сушки сахара

менения режима её работы, то время нахождения продукта в ней уменьшится также в два раза и продукт перейдёт в состояние, при котором его влажность увеличится до 0,09–0,11 %, а температура – до 53–55 °C (точка «Б» на рис. 3).

Естественно, что такая влажность готового продукта является недопустимой, особенно при силосном хранении, поэтому приходится принимать меры по исправлению ситуации. Поскольку время нахождения продукта в сушильно-охладительном аппарате зависит от геометрии самого аппарата и не может быть существенно изменено без угрозы его повреждения, снизить влажность продукта при удвоенной производительности можно только за счёт ускорения процесса сушки путём увеличения или температуры греющего воздуха, или его количества. Такое решение даёт определённый эффект. График кинетики сушки продукта при увеличении температуры греющего воздуха смещается в сторону повышения скорости сушки (кривая 2). Состояние материала перемещается в точку «В» с влажностью 0,06–0,08 %. Правда, при этом температура готового продукта повышается до 42–45 °C, а в тёплое время года, в начале сезона, нередко достигает 50–55 °C и более, что серьёзно затрудняет хранение такого продукта. Последнее обстоятельство иногда вынуждает менеджмент предприятий откладывать начало сезона переработки свёклы.

Однако уже стало понятным, что потенциал модернизации сушильно-охладительных комплексов сахарных заводов, ориентированный только на изменение режимов работы существующего оборудования, себя исчерпал.

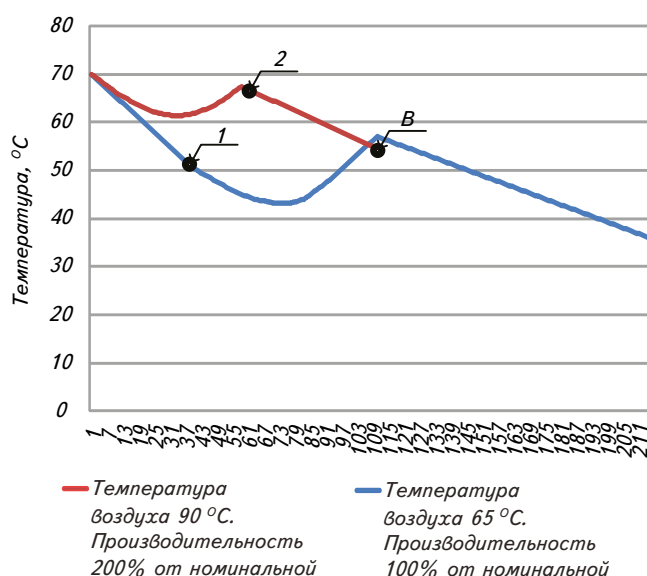


Рис. 4. Изменение температуры сахара в процессе сушки

Дальнейшее повышение производительности завода по условиям работы отделения сушки и охлаждения готового продукта без существенных инвестиционных затрат возможно только на основе компромиссного решения, предполагающего сушку сахара в два этапа:

- с максимальным использованием возможностей существующих барабанных сушильно-охладительных аппаратов и их вспомогательного оборудования;
- с применением дополнительных охлаждающих или сушильно-охладительных аппаратов.

В последнее время на рынке сушильно-охладительного оборудования для сахара всё чаще используются аппараты с псевдоожиженным слоем. Основным достоинством технологий псевдоожиженного слоя является огромная поверхность тепло- и массообмена, создаваемого в таком слое, что недостижимо в аппаратах другого типа. Последнее обстоятельство позволяет построить аппараты, способные вести процессы сушки, сепарации и охлаждения сахара в щадящем режиме с высоким качеством, имеющие большую единичную производительность и в полной мере учитывающие:

- влажность и температуру исходного материала;
- время нахождения материала в процессе сушки и охлаждения;
- характер процессов тепло- и массообмена;
- скорость греющего и охлаждающего воздуха в аппарате;
- внешние факторы (температуру окружающей среды и вспомогательных теплоносителей).

Вместе с тем технологии псевдоожиженного слоя хорошо работают только там, где они применимы.



Рис. 6. Аппарат охлаждения сахара-песка с кипящим (псевдоожженным) слоем модели ОКСТП-40С

— максимально использовать в технологическом процессе вторичное тепло, включая тепло самого продукта, или охлаждающие свойства технической воды.

Таким образом, по нашему мнению, применение статических аппаратов с псевдоожженным слоем с теплообменными поверхностями, устанавливаемых после существующих сушильно-охладительных аппаратов, является оптимальным решением для сахарных заводов, на которых:

- уже проведена, проводится или предполагается модернизация по увеличению производительности основного производства;
- имеются базовые сушильно-охладительные установки;
- есть проблемы со свободными производственными площадями;
- отсутствуют необходимые ресурсы для кардинального обновления оборудования отделения сушки.

Структура отделения сушки для такого случая в самом простом исполнении представлена на рис. 5.

При необходимости она может быть дополнена системами осушения и кондиционирования технологического воздуха для предприятий, работающих в круглогодичном цикле.

В 2017 г. специалистами ООО «ТКС Сервис» совместно с ООО «Проминвест» на Кшенском сахарном комбинате (Курская область, Россия) была проведена модернизация отделения сушки сахара-песка по предлагаемой на рис. 5 схеме.

Основные результаты, которых удалось достичь в результате модернизации, состояли в следующем:

- производительность отделения сушки возросла с номинальных 3 до 5 тыс. т свёклы в сутки. Увели-

чение производительности до 40 т/ч по сахару было достигнуто без замены основного технологического оборудования отделения;

- температура готового продукта снизилась с 40–45 до 25–28 °С;

- влажность готового продукта снизилась с 0,06–0,08 до 0,04–0,05 %;

- активная мощность, потребляемая технологическими вентиляторами сушилки, сократилась со 186 до 124 кВт.

На сегодняшний день ООО «ТКС Сервис» разрабатывает, производит и предлагает своим заказчикам сушильные и сушильно-охладительные аппараты со стационарным псевдоожженным слоем с теплообменными поверхностями и без них, а также сушильные аппараты с виброкипящим слоем производительностью 20–100 т/ч по готовому продукту (рис. 1, 2, 6). Можем выполнить весь комплекс работ, а также адаптировать типовое оборудование под особые требования и условия заказчика.

Список литературы

1. Заборсин, А.Ф. Сушка и охлаждение сахара-песка в псевдоожженном слое / А.Ф. Заборсин, А.А. Дмитриук. — М. : Пищевая промышленность, 1979.
2. Азрилевич, М.Я. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов / М.Я. Азрилевич. — М. : Агропромиздат, 1986.
3. Хафеман, Х. Сушка и охлаждение сахара с учётом специфических требований и условий окружающей среды / Х. Хафеман, Х. Грибель // Сахар и свёкла. — 2013. — № 1. — С. 20–25.
4. Шурбованый, В.Н. Увеличение производительности сушильного отделения сахарного завода в условиях ограниченного бюджета / В.Н. Шурбованый, А.В. Завирюха, Г.Б. Осипенко // Сахар Украины. — 2014. — № 10 (106). — С. 18–22.

Аннотация. В настоящей статье основное внимание уделено особенностям процессов сушки и охлаждения сахара-песка на российских заводах, прошедших частичную модернизацию, а также методам их оптимизации с использованием сушильно-охладительных аппаратов с псевдоожженным (кипящим) слоем.

Ключевые слова: сахар, сушка, охлаждение, барабанная сушильно-охладительная установка, охладитель с псевдоожженным слоем.

Координаты представительства в России:

ООО «Проминвест», 344019, Россия,
г. Ростов-на-Дону, ул. 11-я Линия, д. 39, офис 306.
Тел.: 8-928-758-85-11, 8(8634) 43-11-55
e-mail: 16707@mail.ru
www.prominvest.biz