

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУШИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ САХАРНОГО ЗАВОДА В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО БЮДЖЕТА.

В.Н.Шурбованый, А.В.Завирюха, Г.Б.Осипенко

В настоящей статье основное внимание уделено особенностям существующего процесса сушки и охлаждения сахара-песка на украинских заводах, прошедших частичную модернизацию, а также методах их оптимизации с использованием сушильно-охладительных аппаратов с псевдооживленным (кипящим) слоем.

Ключевые слова: сахар, сушка, охлаждение, барабанная сушильно-охладительная установка, охладитель с псевдооживленным слоем, охладитель со свободным потоком.

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

Итоговым следствием подобной модернизации становилось опережение роста перерабатывающей мощности заводов с проектной 2000-3000 т свеклы в сутки до 4000, 5000 и даже 7000 т по сравнению с увеличением производительности существующих сушильно-охладительных комплексов. Кратное увеличение количества перерабатываемой свеклы, естественно, тут же вскрыло проблему обеспечения качественных параметров готового продукта, в первую очередь связанных с его влажностью и температурой и повлекло за собой острую необходимость в модернизации оборудования участка сушки.

В общем случае, задача обеспечения требуемого качества сахара-песка по влажности и температуре с технической точки зрения не является особо сложной и давно уже решена. При этом, в сложившейся на украинских предприятиях ситуации, решение задачи обеспечения высокого качества готового продукта в процессе его сушки и охлаждения шло по трем направлениям:

1) обеспечение завода сушильно-охладительным оборудованием, производительность которого, с учетом климатических особенностей, соответствует производительности завода в целом. С технической точки зрения такое решение является самым простым, надежным и правильным. К сожалению, практическая реализация обозначенного подхода предполагает кардинальную замену практически всего оборудования отделения сушки и влечет за собой потребность в больших инвестиционных затратах;

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

3) компромиссный вариант модернизации, предполагающий максимальное

использование возможностей существующего оборудования с организацией двухстадийного процесса сушки и охлаждения и применением на второй стадии дополнительных охладительных или сушильно-охладительных аппаратов.

На подавляющем большинстве украинских сахарных заводов базовым оборудованием участка сушки сахара были и остаются барабанные сушильно-охладительные установки, которые имеют расчетную номинальную производительность, заложенную еще при проектировании завода.

Основным путем модернизации таких установок до сих пор была попытка увеличения их валовой производительности при достижении минимально возможных влажности и температуры получаемого продукта в условиях всегда ограниченного бюджета. Поскольку замена существующего сушильно-охладительного аппарата, как правило, не предполагалась, то модернизация сушильного отделения на большинстве украинских сахарных заводов сводилась к выполнению доработок или замены вспомогательного оборудования для обеспечения форсированного режима работы базового аппарата путем:

- повышение температуры воздуха, подаваемого в сушильную установку;
- увеличение количества воздуха, подаваемого в сушильно-охладительную установку до максимально возможного по условиям уноса части продукта из аппарата;
- увеличение времени пребывания продукта в сушильно-охладительных установках за счет увеличения его уровня, допустимого по условиям механической прочности аппарата.

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

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

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

Изначально, в процессе проектирования завода, в проект сушильного отделения сахарного завода закладывалось время нахождения продукта в сушильно-охладительной установке на уровне 200-220 с в номинальном режиме работы. После модернизации основной технологии производства сахара и увеличения производительности завода в 1,5-2 раза, по сравнению с проектной, время нахождения продукта в сушильно-охладительной установке уменьшается, соответственно, до 100-110 с со всеми вытекающими из этого последствиями.

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

При проектной производительности завода, барабанные сушильно-охладительные установки позволяют сушить сахар до влажности 0,04-0,06% 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.

Увеличение производительности установки, скажем, в 2 раза, по сравнению с проектной, без изменения режима ее работы, влечет за собой уменьшение времени нахождения продукта в аппарате также в 2 раза и продукт перейдет в состояние, в котором его влажность увеличится до 0,09-0,12 %, а температура - до 53-55 °С (точка «Б» на рис.1)

Естественно, что такие влажность и температуру готового продукта являются недопустимыми, особенно при силосном хранении, поэтому приходится принимать меры по исправлению ситуации.

Кинетика сушки сахара

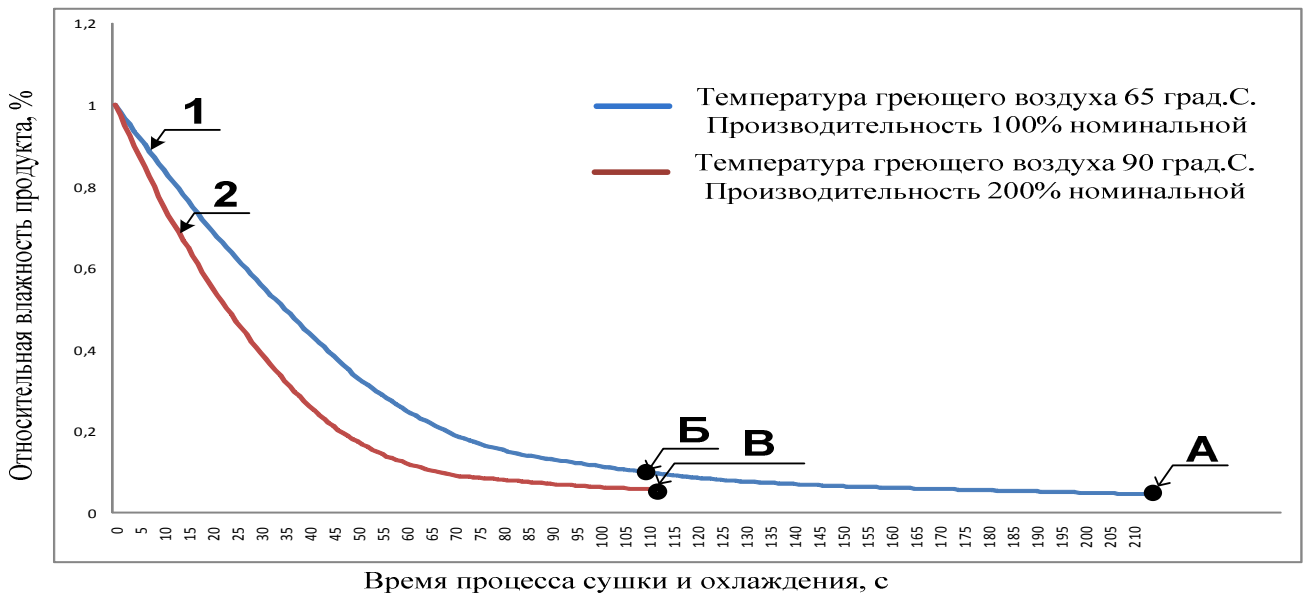


Рис.1

Изменение температуры сахара в процессе сушки и охлаждения

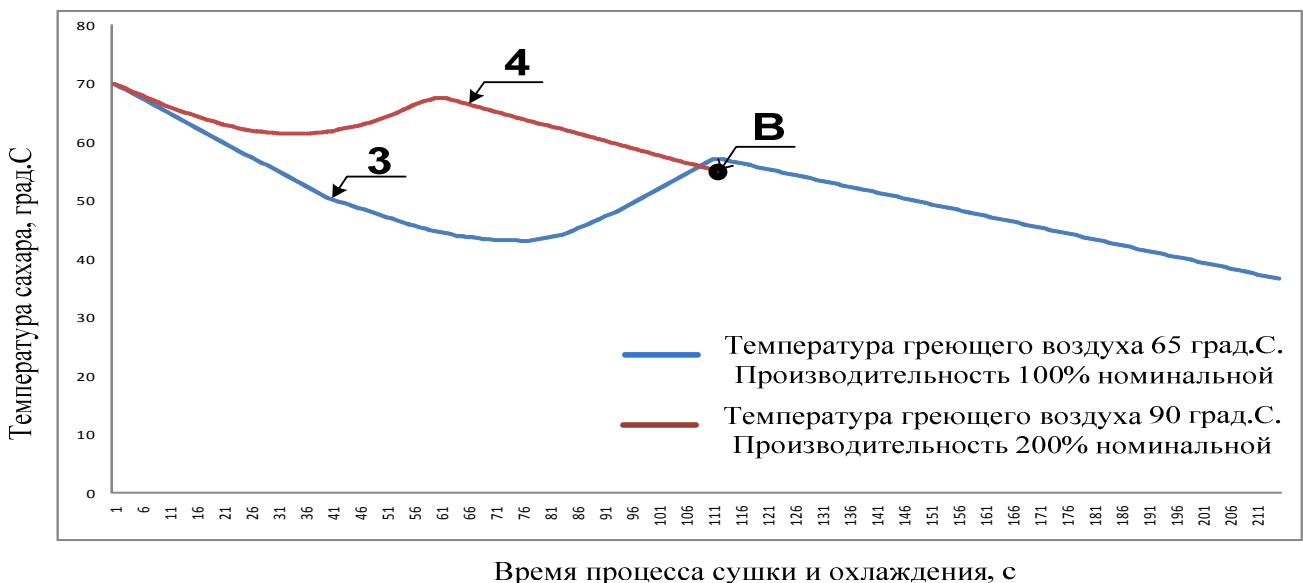


Рис.2

Поскольку время нахождения продукта в сушильно-охладительном аппарате зависит от его геометрии и не может быть существенно изменено без угрозы повреждения аппарата, то снизить влажность продукта при удвоенной производительности можно только за счет форсирования процесса сушки путем увеличения и температуры греющего воздуха и его количества. Такое решение дает определенный 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 0,05-0,06%. Правда, при этом температура готового продукта повышается до 42-45 °С, а в теплое время года, в начале сезона, нередко достигает 50-55 °С и более, что создает серьезные трудности по хранению такого продукта. Последнее обстоятельство иногда вынуждает менеджмент предприятий затягивать начало сезона переработки свеклы.

Таким образом, уже стало понятным, что потенциал модернизации сушильных отделений сахарных заводов, ориентированный на форсирование технологических режимов работы существующего оборудования, себя исчерпал.

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, а также применением дополнительных охлаждательных или сушильно-охладительных аппаратов.

В последнее время все чаще на рынке сушильно-охладительного оборудования для сахара используются аппараты с псевдооживленным слоем. Основным достоинством технологий псевдооживленного 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 все существующие факторы процесса сушки-охлаждения.

Вместе с тем, технологии псевдооживленного слоя хорошо работают только там и тогда, где их применение возможно и целесообразно.

Статические аппараты с псевдооживленным слоем непригодны для сушки сахара-песка, имеющего влажность более 0,5-0,6%. Именно этим обстоятельством обусловлены в целом неудачные попытки эффективного использования на практике аппаратов СПС-20 разработки ВНИИСП и их модификаций. При этом, проводимые в заводских условиях попытки их модернизации за счет установки разного рода механических мешалок, ворошителей и побудителей особого эффекта не дали.

Вместе с тем, правильное применение технологии псевдооживленного слоя позволяет:

- построить гибкую структуру сушильно-охладительного комплекса, позволяющего получать продукт с высоким качеством;
- снизить требования к подаваемому на сушку материалу по влажности и содержанию пылевидных частиц;
- максимально использовать имеющееся оборудование;
- с максимальным эффектом использовать имеющиеся производственные площади;
- минимизировать затраты на модернизацию;

- исключить влияние человеческого фактора на технологические процессы;
- существенно снизить влияние факторов окружающей среды (в первую очередь - температуры и влажности технологического воздуха);
- максимально использовать в технологическом процессе вторичное тепло, включая тепло самого продукта, или охлаждающие свойства технической воды.

Таким образом, по нашему мнению, оптимальным решением для действующих сахарных заводов, на которых:

- уже проведена, проводится или предполагается модернизация по увеличению производительности основного производства,
 - имеются базовые сушильно-охладительные установки по сушке и охлаждению сахара;
 - есть проблемы со свободными производственными площадями,
 - отсутствуют необходимые ресурсы для кардинального обновления оборудования отделения сушки,
- является применение статических аппаратов с псевдооживленным слоем с теплообменными поверхностями, устанавливаемых после существующих сушильно-охладительных аппаратов.

Структура отделения сушки для такого случая представлена на рис.3.

Реализация предлагаемой на рис.3 схемы сушильно-охладительного отделения позволит:

- существенно снизить требования к влажности и температуре продукта на выходе из действующего барабанного сушильно-охладительного аппарата. При необходимости, можно отказаться от его работы в режиме охлаждения, существенно повысив, тем самым, пропускную способность и производительность. Допустимая влажность продукта на выходе из такого аппарата может достигать 0,2-0,3% при температуре до 60 °С и более;
- получить влажность готового продукта на выходе из охладителя на уровне 0,015-0,03% при его температуре 25-27 °С в начале сезона и 20-22 °С в конце сезона;
- обеспечить, при необходимости, два режима работы охладителя:
 - режим с активной сушкой поступающего продукта;
 - режим только охлаждения поступающего продукта;
- обеспечить контролируемую сепарацию входного материала по крупности, удалив из него мелкие и пылевидные частицы;
- обеспечить щадящий с механической точки зрения режим сушки и охлаждения, минимизирующий разрушение кристаллов продукта;
- использовать воздухоочистительное оборудование минимальных габаритов.

Следует заметить, что, кроме сушильно-охладительного аппарата кипящего слоя с теплообменными поверхностями, возможно также применение статических аппаратов с псевдооживленным слоем без теплообменных поверхностей, основным достоинством которых является меньший вес и стоимость. Недостатком таких аппаратов является бо'льшая потребность в технологическом воздухе, и, как следствие, бо'льшие габариты как самих аппаратов, так и вспомогательного очистного оборудования.

Отдельно хотелось бы дать короткую оценку статических колонных охладителей сахара со свободно-падающим потоком продукта. Такие аппараты предлагают компании Solex Thermal Science Inc, VMA Braunschweigische Maschinenbauanstalt AG и другие.

Несомненным достоинством указанных аппаратов являются малый вес, габариты и занимаемая площадь, высокая удельная производительность, а также низкие удельные затраты электроэнергии на процесс охлаждения.

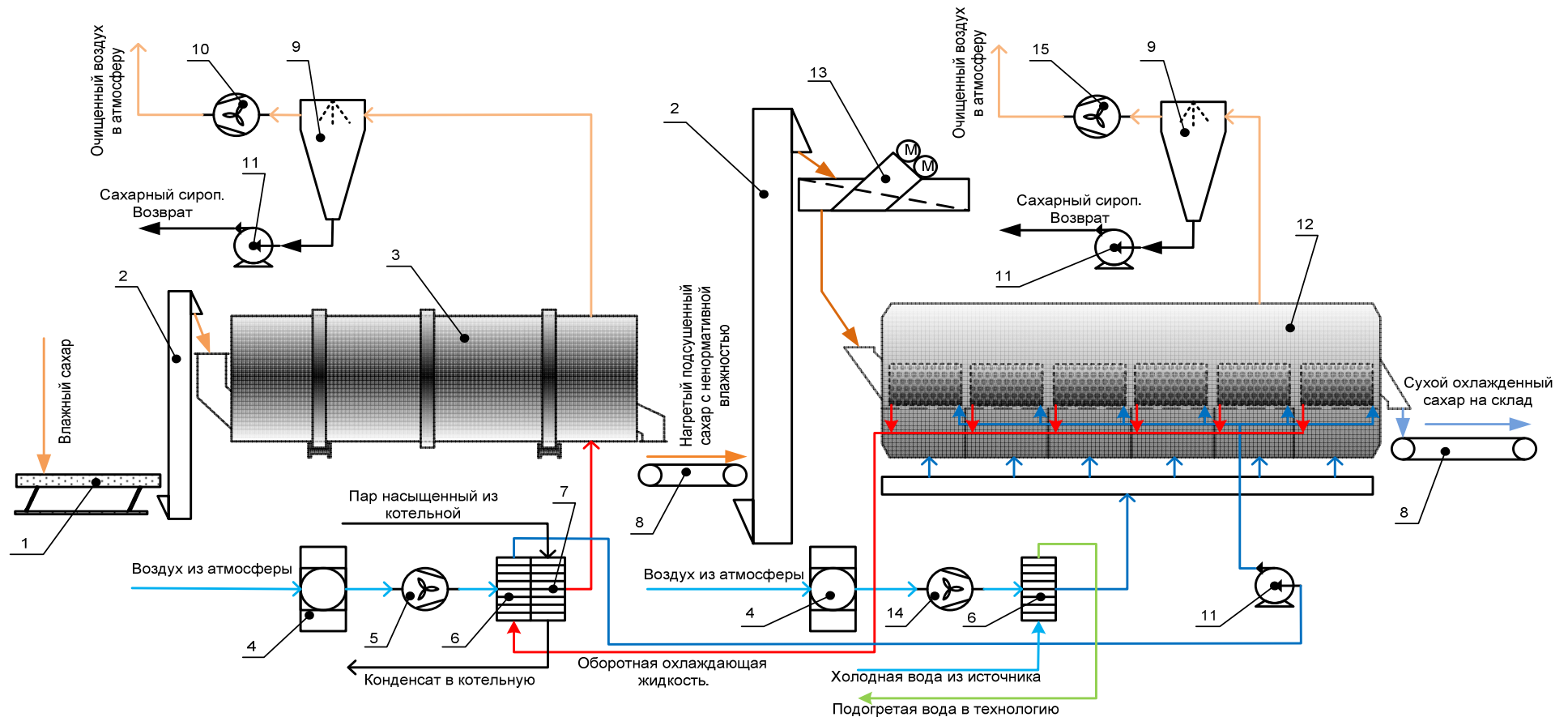


Рис.3. Структурная схема отделения сушки с сушильно-охладительным аппаратом с псевдоожиженным слоем с теплообменными поверхностями: 1- транспортер вибрационный, 2 – элеватор ковшовый, 3 – существующая барабанная сушилка, 4-воздушный фильтр; 5 – существующий нагнетающий вентилятор барабанной сушилки, 6 – водо-воздушный теплообменник; 7 – паровоздушный теплообменник, 7 – ленточный транспортер, 9 – мокрый скруббер, 10 – существующий вытяжной вентилятор барабанной сушилки; 11 – центробежные насосы, 12 – сушильно-охладительный аппарат с псевдоожиженным слоем и теплообменными поверхностями, 13 – отделитель комков, 14 – нагнетающий вентилятор аппарата с псевдоожиженным слоем, 15 – вытяжной вентилятор аппарата с псевдоожиженным слоем.

При этом, как обычно и бывает, недостатки таких аппаратов являются продолжением их достоинств.

Главный недостаток – угроза появления конденсата на холодных поверхностях охлаждения при переработке переувлажненного продукта, имеющего влажность более 0,04%. Другими словами, их можно использовать только в том случае, когда есть полная уверенность в том, что влажность подаваемого в них материала не превышает 0,03-0,04%.

Кроме того, принцип действия подобных аппаратов и их конструктивные особенности вызывают сомнения в возможности организации в таких аппаратах полноценного псевдооживленного слоя в силу физических свойств самого продукта. Приблизительная оценка показывает, что создание псевдооживленного слоя сахарного песка высотой 5-7 метров (в неподвижном состоянии) потребует следующих параметров нагнетающей машины:

- расход оживающего воздуха – до 9000 м³/ч;
- давление оживающего воздуха – до 80 000 Па;
- установленная мощность привода – до 200 кВт.

Вместе с тем, очевидно, возможна организация частичного псевдооживленного слоя в верхней части вертикального охладительного аппарата, который позволил бы обеспечить его устойчивую работоспособность за счет сушки поступающего продукта с повышенной влажностью. Однако подобного рода доработка во многом нивелирует первичные преимущества аппаратов и увеличивает и так немалую их стоимость.

На сегодняшний день ООО «ТКС Сервис» разрабатывает, производит в Украине и предлагает своим заказчикам сушильные и сушильно-охладительные аппараты со стационарным псевдооживленным слоем с теплообменными поверхностями и без них, аппараты со свободно-падающим потоком, а также аппараты с виброкипящим слоем производительностью 20-50 т/ч по готовому продукту. Можем выполнить весь комплекс работ, а также адаптировать типовое оборудование под особые требования и условия заказчика.

Наши координаты: +38044-495-77-14, +38044-495-77-14, +36067-448-19-61, www.tksservis.com.

Литература:

1. А.Ф.Заборсин, А.А. Дмитрюк. Сушка и охлаждение сахара-песка в псевдооживленном слое. М: Пищевая промышленность, 1979.
2. М.Я. Азрилев. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов. М: Агропромиздат, 1986.
3. Х.Хафеман, Х.Грибель. Сушка и охлаждение сахара с учетом специфических требований и условия окружающей среды. Ж: Сахар и свекла. №1, 2013 – с.20-25.