

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВЫПАРНЫМИ УСТАНОВКАМИ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

К.О. Штангеев, канд. техн. наук, доцент, Р.П. Стадник, «Украинский научно-исследовательский институт сахарной промышленности»

г. Киев, Украина

Г.В. Тягун СКБ «Цукор»

г. Смела, Украина

Для совершенствования теплоиспользования важно иметь возможность в максимально полном объеме изучить тепловую схему конкретного сахарного завода, выявить ее „узкие места” и установить наиболее рациональные методы ее совершенствования. Для этого и необходимы методы ее расчета, которые учитывали бы основные взаимосвязи между ее элементами и эксплуатационные особенности работы оборудования.

Теплоэнергетическим отделом УкрНИИСП на протяжении ряда лет выполняются работы по усовершенствованию метода расчета тепловых схем и ее элементов, а также исследование энерготехнологических схем сахарных заводов с применением их математических моделей (т.н. адаптационная методика расчета).

Весь расчет делится на взаимосвязанные блоки, которые соответствуют основным участкам сахарного завода – свеклоперерабатывающее отделение, очистка сока, продуктивное отделение, тепловая схема, выпарная установка, подогреватели и теплообменники.

Расчет тепловой схемы объединяет указанные основные участки сахарного завода в единую систему и позволяет выполнить балансировый расчет выпарной установки с учетом фактических величин расхода пара на уваривание утфеля первой кристаллизации в зависимости от концентрации получаемого в выпарной установке сиропа.

После этого выполняется расчет температурного режима выпарной установки для существующего ее аппаратного оформления на сахарном заводе. Расчет температурного режима базируется на расчете коэффициентов теплопередачи в отдельных корпусах и определении величины перепадов температур в корпусе выпарного аппарата, а также между корпусами выпарной установки.

С учетом полученного температурного режима выпарной установки определяется распределение пара между отдельными подогревателями в соответствии с их возможностями нагрева продуктов при данном температурном режиме. После этого корректируются расчеты тепловой схемы и температурного режима выпарной установки. Выполнение полного объема расчетов требует многократного повторения довольно объемных расчетов, которые выполнить без применения ЭВМ практически невозможно.

Анализ результатов вариантных расчетов и накопленный производственный опыт позволили разработать общую классификацию энергосберегающих мероприятий по принципу их действия и принципиальную стратегию их внедрения. Используя понятие предельной концентрации сиропа с клеровкой энергосберегающие мероприятия при усовершенствовании тепловых схем свеклосахарных заводов можно распределить на три категории:

- **комплексные мероприятия;**
- **компенсирующие мероприятия;**
- **мероприятия, которые создают потенциал экономии пара.**

Анализ работы сахарных заводов в направлении снижения расхода ТЭР и проведенные вариантные расчеты показывают, что наиболее рациональным путем усовершенствования теплоиспользования в свеклосахарном производстве является

внедрение комплексных энергосберегающих мероприятий. После достижения предельной концентрации сиропа с клеровкой необходимо сосредоточиться на внедрении мероприятий, которые создают потенциал экономии пара в комплексе с соответствующим набором компенсирующих мероприятий по поддержанию концентрации сиропа.

Одновременно необходимо реализовывать технические мероприятия, которые обеспечивают повышение величины предельной концентрации сиропа и увеличение выхода сахара из свареного утфеля.

Следует отметить, что при низких концентрациях сиропа из выпарной установки, в тепловой схеме сахарного завода малоэффективно использование тепла ВЭР (конденсатов, утфельного пара и пр.).

Адаптационная методика расчета тепловых схем прошла многостороннюю проверку на более чем на двух десятках сахарных заводах Украины, Российской Федерации и Беларуси различной производительности и технического уровня. Применение этой методики позволяет глубже изучить состояние энергоиспользования на сахарном заводе и разработать сбалансированный комплекс энергосберегающих мероприятий.

На ее базе также выполнена оценка влияния изменяющихся параметров работы выпарной установки, прежде всего обусловленных работой вакуум-аппаратов. При проведении расчетов учитывалось изменение распределения пара по группам подогревателей в зависимости от изменения температур вторичных паров выпарной установки и изменение перепада температур между корпусами выпарной установки в соответствии с изменением расхода пара. В данных расчетах не учитывались инерционные характеристики выпарных аппаратов и полученные результаты являются как установившиеся через некоторый промежуток времени.

Применение адаптационной методики расчета тепловых схем является достаточно сложным и разрабатывалось для хорошо подготовленных пользователей.

Для текущей оптимизации работы энерготехнологической схемы сахарного завода разработан специальный вычислительный комплекс на базе электронных таблиц Excel, который объединяет как расчетный метод анализа работы энерготехнологической схемы, так и производственные испытания. Для его реализации необходимо отобрать пробы сока по корпусам выпарной установки и записать показания манометров, установленных на выпарных аппаратах, а также занести показания из журнала работы завода.

В результате устанавливается фактическое распределение пароотборов выпарной установки, а также сопоставляются фактические показатели работы выпарных аппаратов с расчетными. Это дает возможность установить нарушения в работе тепловой схемы и основного теплотехнического оборудования, а также установить наиболее экономичные режимы работы завода.

Для обеспечения экономного использования тепловой энергии в сахарном производстве имеет обеспечение номинальных теплотехнических показателей работы теплообменного оборудования, прежде всего выпарных аппаратов. Опыт производственных испытаний свидетельствует, что во многих случаях выпарные аппараты работают с завышенными уровнями сока и загазованными греющими камерами. Все это значительно снижает величины коэффициентов теплопередачи, а значит, приводит к увеличению перепадов давлений и температур между греющей камерой и надсоковым пространством, снижению температур вторичных паров последних корпусов и способствует т.н. «внутреннему переносу» пароотборов на первые корпуса выпарной установки. На ряде предприятий возникает необходимость вносить изменения в конструкции выпарных аппаратов и подогревателей для достижения ими расчетных теплотехнических показателей.

Имеют место существенные проблемы при совершенствовании теплоиспользования на сахарных заводах, связанные с «перекосами» в распределении поверхностей теплообмена по корпусам выпарной установки. Выпарные установки многих сахарных заводов СНГ имеют существенно большие удельные поверхности теплообмена, по сравнению с западноевропейскими. Это частично обусловлено объективными причинами: повышенными

откачками и разбавлением соков при очистке, а также недостаточно широким использованием ингибиторов накипеобразования, нарушениями технологического и теплотехнического режимов.

Завышенные удельные поверхности теплообмена не только связаны с дополнительными финансовыми расходами на установку и эксплуатацию оборудования, но одновременно приводят к увеличению продолжительности пребывания сахарных растворов в выпарной установке, что ухудшает качество получаемого сиропа. В то же время для абсолютного большинства сахарных заводов удельные поверхности последних корпусов выпарных установок оказываются заниженными, что препятствует переносу паротборов на последние корпуса и получению концентрированных растворов. В сочетании с ухудшением теплотехнических показателей из-за несовершенства конструкций и нарушения эксплуатации все это приводит к существенным перерасходам тепла (пара) на технологические нужды. В ряде случаев возникает необходимость изменения в конструкции выпарных аппаратов, а так как это сосуды, работающие под давлением, тут действуют особые требования. УкрНИИСПом совместно с Смелянским СКБ «Сахар» – разработчиком конструкторской документации для значительного количества видов оборудования для сахарной промышленности, в том числе выпарных и вакуум-аппаратов, подогревателей накоплен опыт реконструкции существующих выпарных аппаратов с целью обеспечения высоких теплотехнических показателей.

Увеличение производительности сахарных заводов приводит к необходимости дублирования выпарных аппаратов в пределах одного корпуса выпарной установки. Проведенные исследования с помощью расчетов и выполненные производственные испытания показывают что, в случае, если возникает необходимость устанавливать несколько выпарных аппаратов в составе одной ступени испарения (корпусе) выпарной установки, наиболее предпочтительным является их последовательное соединение по соку. Это позволяет, при тех же материальных затратах, повысить производительность выпарной установки, а за счет сокращения времени пребывания раствора снизить потери сахарозы от термического разложения и улучшить качество получаемого сиропа.

Проведенные расчеты показывают, что первые по ходу сока выпарные аппараты для данного корпуса имеют более высокие теплотехнические показатели и несут на 10...23 % большую нагрузку, чем последующие выпарные аппараты с такой же поверхностью теплообмена, но в которых происходит испарение из более концентрированных растворов.

Сравнительные расчеты среднего времени пребывания для выпарных установок, которые содержат дублированные корпуса, при последовательном и параллельном направлении потоков раствора показывает, что несмотря на то, что объемы сока в выпарных аппаратах остаются одинаковыми, при последовательном соединении выпарных аппаратов по соку среднее время пребывания раствора в выпарной установке почти в три раза ниже, чем в случае параллельного соединения.

Использование указанных разработок позволяет УкрНИИСП и Смелянского СКБ «Сахар» позволяют при совершенствовании энергоиспользования в тепловых схемах сахарных заводов получить максимальный эффект при минимизации необходимых капиталовложений для предприятий различной производительности и технического уровня.