

664.1.053.1/ : 658.564

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПАРНЫХ УСТАНОВОК

В. Д. ПОПОВ, В. Г. ТРЕГУБ, К. А. УТКИНА, С. И. СИРЕНКО, Е. А. ЯЦЕНКО

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Описана схема автоматизации четырехкорпусной выпарной установки с развитым пароотбором и концентратом для получения конечного продукта заданной плотности и поддержания параметров вторичных паров в допустимых пределах с применением корректора накипеобразования.

Выпарная установка сахарного завода постоянно испытывает действие разнообразных возмущающих факторов, так как наряду с выполнением технологической функции она является источником пара для различных объектов завода. Количественный и качественный характер возмущений обуславливает работу установки по нестационарному режиму. При этом изменению плотности сиропа свойственны большие переходные запаздывания. Как видно из таблицы, изменение концентрации

Таблица

Плотность продукта после корпуса	Входная величина	Динамические параметры объекта		
		запаздывание, сек	постоянная времени, сек	коэфф. передачи на сл. изм. регул. величин
III*	пароотбор со II корпуса	645	432	2,4 % СВ / т, час
I**	плотность продукта перед выпаркой	0	~2000	~1,2 % СВ / % СВ
II**	то же	696	~3800	~3,3 % СВ / % СВ
III**	" "	804	~4800	~5,8 % СВ / % СВ

* По данным [1]; ** по данным [2].

при нанесении возмущения на предыдущем корпусе происходит с запаздыванием на 10—11 мин. Сложность выпарной установки, как объекта регулирования, ее неблагоприятные динамические свойства привели к попыткам решения проблемы автоматизации с помощью вычислительной техники [3, 4].

Научно - исследовательской лабораторией КТИПП разработана схема автоматизации четырехкорпусной выпарной установки с концентратом обычными средствами регулирования. В основу положены следующие требования: получение конечного продукта заданной концентрации, поддержание параметров вторичных паров в допустимых пределах, экономичность. При проектировании схемы в качестве возмущающих воздействий рассматривали: изменение сокового потока и его плотности, колебание пароотборов, изменение коэффициентов теплопередачи в связи с накипеобразованием и колебанием уровня, изменение параметров греющего пара. Цель автоматизации установки — перестраивать режим выпаривания в соответствии с изменением сокового потока и его плотности, пароотборов и накипеобразования. Для выполнения этого необходимо поддерживать баланс:

$$W_3 = W_{\phi} \tag{1}$$

где W_3 — количество воды, выпариваемой для получения сиропа заданной плотности, кг/ц свеклы:

$$W_3 = S_0 \left(1 - \frac{b_0}{B} \right), \quad (2)$$

S_0 — количество сока, поступающее на I корпус, кг/ц свеклы;

b_0, B — содержание СВ соответственно в соке и сиропе, %;

W_{ϕ} — количество воды, фактически испаряемое для удовлетворения потребителей соковым паром, кг/ц свеклы: $W_{\phi} = \sum W_i$ (3);

W_i — количество воды, испаряемое в i -корпусе, кг/ц свеклы.

В большинстве предложенных способов автоматическое управление работой многокорпусных выпарных установок с развитым пароотбором производится изменением суммарного напора $\Sigma \Delta t$ путем регулирования потенциала греющего пара, а также изменением абсолютного давления в надсоковом пространстве последнего корпуса.

Анализ статических характеристик показывает, что изменением $\Sigma \Delta t$ можно восстановить баланс (1) только в том случае, если его нарушение произошло за счет изменения коэффициента теплопередачи в связи с накипеобразованием или за счет изменения сокового потока и его плотности. В последнем случае необходимо одновременно провести перераспределение пароотборов по корпусам. Если нарушение баланса (1) вызвано изменением потребления экстрапара при переменном соковом потоке и коэффициенте накипеобразования, восстановление баланса изменением $\Sigma \Delta t$ достигнуть не удастся. Действительно, $\Sigma \Delta t$ однозначно определяет то количество воды, которое можно испарить на данной установке, а оно при заданной конечной концентрации продукта согласно (2) зависит только от начального количества сока и его плотности. Следовательно, поддержание баланса (1) и получение заданной плотности конечного продукта в случае переменного потребления соковых паров возможно при компенсации отклонений пароотборов от расчетных значений только за счет независимого внешнего источника или потребителя пара. Компенсация может производиться двумя способами:

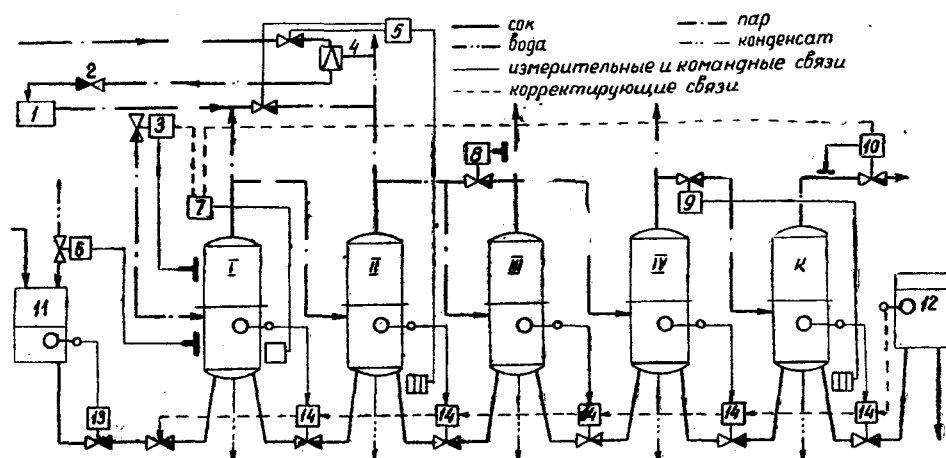
По первому способу W_{ϕ} поддерживается равным W_3 за счет добавки ретурного пара в надсоковое пространство корпуса, в котором произошло отклонение пароотбора от расчетного значения [4, 5]. По второму — нарушение равенства между W_3 и потребностью в экстрапарах компенсируется либо добавкой ретурного пара в надсоковое пространство, когда $W_3 < W_{\phi}$, либо дополнительным пароотбором на «независимый» потребитель, когда $W_3 > W_{\phi}$.

В условиях сахарного завода в качестве «независимого» потребителя пара может служить пароструйный компрессор, работающий при переменном режиме в расчетных пределах.

Естественно, что регулирование «с добавкой» по первому способу требует настройки регуляторов давления на такой режим, при котором минимальному пароотбору соответствовала бы заданная плотность и отсутствие добавки. В этом случае пароотбор должен быть рассчитан на создание «голодного» режима в отборе соковых паров, когда потребность внешней тепловой аппаратуры в греющем паре превышает количество вторичного пара, образующегося в корпусах выпарки. Создание такого режима имеет ограниченные возможности и не может обеспечить заданную плотность при минимальном отборе соковых паров, когда добавка ретура должна быть равна нулю. Исходя из этого, мы разработали схему, в основу которой положен второй способ (см. рисунок).

Получение конечного продукта с заданным содержанием сухих веществ осуществляется с помощью стабилизирующего регулирования плотности B после II корпуса и концентратора «К» 9.

Необходимость стабилизации плотности после II корпуса вызвана неблагоприятными динамическими свойствами выпарной установки в передаче импульса по концентрации, а также большими колебаниями количества выпариваемой воды на I и II корпусах.



В качестве регулирующего воздействия приняты: добавка ретур в надсоковое пространство II корпуса, если плотность выше расчетного значения, и увеличение пароотбора за счет интенсификации работы термокомпрессора 4, если плотность ниже заданного значения.

Доведение плотности сиропа после концентратора до заданного значения производится регулятором 9 изменяющим перепуск сокового пара IV корпуса в греющую камеру концентратора.

Учитывая быстрое реагирование и большое самовыравнивание давления в надсоковом пространстве любого корпуса на изменение отбора экстрапаров [1], разработанная схема предусматривает стабилизацию давления в надсоковом пространстве корпусов: первого — регулятором 3, третьего — 8 и в концентраторе — 10.

Регулирование давления в надсоковом пространстве I корпуса осуществляется воздействием регулятора 3 на изменение давления греющего пара. В III корпусе — воздействием регулятора 8 на перепуск вторичного пара из надсокового пространства II корпуса в надсоковое пространство III корпуса. Разрежение в концентраторе поддерживается на заданном значении изменением положения заслонки на трубопроводе к конденсатору 10.

При нестабилизированных параметрах экстрапаров компенсация уменьшения коэффициентов теплоотдачи в связи с накипеобразованием производится увеличением суммарного температурного напора $\Sigma\Delta t$. При этом увеличение температурных напоров происходит в каждом корпусе. Работа регуляторов 3, 8, 10, стабилизирующих давление в надсоковых пространствах, препятствует такому увеличению температурных напоров, понижает производительность выпарной установки и увеличивает расход ретурного пара [4]. Для устранения указанного недостатка по мере накипеобразования и увеличения $\Sigma\Delta t$ необходимо изменять задание регулятора давления.

Увеличение $\Sigma\Delta t$ достигается одновременным изменением давления пара, греющего I корпус, и разрежения в конденсаторе («комбинированное» регулирование). При этом увеличение температуры греющего пара компенсирует накипеобразование в I и II корпусах, а углубление вакуума в концентраторе расширяет температурные напоры хвостовых корпусов.

Температура кипения сока в III корпусе остается постоянной. Такое изменение температурных напоров по корпусам по мере накипеобразования устранит указанный недостаток, возникающий в связи со стабилизацией параметров вторичных паров автоматизированной установки.

Определение степени загорания выпарки и изменение задания регуляторов 3 и 10 производит корректор накипеобразования 7.

Регулирование сокового потока должно согласоваться с работой предыдущих и последующих станций завода. Это возможно, если изменение сокового потока будет рассматриваться как возмущающее воздействие.

Регулирование количества поступающего на выпарку сока производится по уровню в сборнике 11. Изменение уровня приводит к изменению положения клапана регулятора 13. Минимальная пропускная способность его соответствует наименьшей допустимой производительности выпарной установки, а максимальная — наибольшей. При отклонении величины сокового потока в допустимых пределах уровень сока в сборнике будет постоянным. Если же уровень сока отличается от заданного, значит, величина сокового потока колеблется сверх допустимых пределов. В этом случае необходимо изменить производительность предыдущих станций технологического потока.

Стабилизация уровней по корпусам производится регуляторами уровней 14, действующими на отвод сока из корпуса. Для предотвращения переполнения корпусов при уменьшении выхода сиропа предусмотрена блокировка, прекращающая подачу сока в соответствующий корпус. В схеме предусмотрены также аварийные блокировочные цепи, связанные с предыдущими станциями и срабатывающие по достижении верхнего предельного уровня в сборнике перед выпаркой; блокировка сиропного вентиля на выходе выпарки с последующими емкостями по технологическому потоку. Схема аварийной подачи аммиачной воды 6 выполнена по способу [7].

ВЫВОДЫ

1. В связи с неблагоприятными динамическими свойствами выпарной установки в передаче импульса по концентрации, а также большими колебаниями количества выпариваемой воды на I и II корпусах применено двухступенчатое регулирование плотности: после II корпуса и концентратора.

2. Для поддержания баланса между W_3 и W_{ϕ} при $W_3 > W_{\phi}$ используется пароструйный компрессор, работающий в переменном режиме в зависимости от значения плотности сока после II корпуса.

3. Для компенсации возмущений, связанных с накипеобразованием, предусмотрена установка корректора, определяющего степень загорания выпарки и автоматически изменяющего задание регулятора давления вторичных паров.

Кафедра автоматизации

Поступила 3 VIII 1963

ЛИТЕРАТУРА

1. Dieckers W. Zucker, № 5, 120, 1962.
2. Таубман Е. И. Изв. вузов СССР, Пищевая технология, № 6, 82, 1963.
3. Кулик М. И. Сахарная пром-сть, № 4, 35, 1962.
4. Козак А. М. Анализ работы многокорпусных выпарных установок и обоснование рационального способа их автоматического регулирования. Канд. дисс., Одесса, 1963.
5. Силин П. М. Сахарная пром-сть, № 5/6, 1, 1927.
6. Попов В. Д., Трегуб В. Г., Уткина К. А. Справка о регистрации № 859477/28-13 от 26 октября 1963 г.
7. Еременко Б. А. и др. Сахарная пром-сть, № 5, 29, 1962.