

Сахарная

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ» 1965

КОМПЕНСАЦИЯ ВЛИЯНИЯ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ МНОГОКОРПУСНЫХ ВЫПАРНЫХ УСТАНОВОК

В. Д. Попов, В. Г. Трегуб, К. А. Уткина

КТИПП

Многокорпусная выпарная установка (МВУ) с промежуточным пароотбором испытывает в процессе работы большое количество возмущающих воздействий, среди которых наиболее неблагоприятным яв-

ляется накипеобразование. Связано это с целым рядом факторов. Во-первых, накипеобразование в отличие от других возмущений (переменного пароотбора, изменений сокового потока и др.) имеет монотон-

но-нарастающий характер, что особенно затрудняет построение систем с регулированием по возмущению. Во-вторых, отсутствуют устройства, дающие возможность количественно оценить влияние этого возмущения на работу МВУ. Попытки же оценить влияние накипеобразования по величине плотности конечного продукта не достигают цели, так как на изменение плотности влияют все возмущения, причем это изменение в практических условиях происходит непрерывно и с большим запаздыванием.

В большинстве из предложенных в последнее время схем автоматизации МВУ [1, 2, 3] использован принцип регулирования по возмущению (поддержание материального баланса по количеству выпаренной воды для получения заданной концентрации сгущенного продукта), причем компенсация влияния переменного пароотбора достигается регуляторами, стабилизирующими давление вторичных паров по корпусам, добавлением пара в надсоковое пространство корпусов. Однако в условиях накипеобразования работа этих регуляторов обладает существенным недостатком. Известно, что на неавтоматизированной выпарной установке компенсация уменьшения коэффициентов теплопередачи в связи с накипеобразованием происходит за счет увеличения суммарного температурного напора.

Расширение температурного напора обычно достигается изменением давления пара, греющего I корпус, или разрежения в надсоковом пространстве последнего корпуса, или одновременным изменением того и другого.

Стабилизация параметров вторичных паров с помощью регуляторов давления при накипеобразовании препятствует расширению температурных напоров в промежуточных корпусах. Это приводит к снижению производительности выпарной установки, плотности сиропа на выходе, а также к увеличению расхода ретурного пара на технологические потребители.

В этих условиях возникает необходимость в автоматическом изме-

нении (корректировании) задания регуляторам давления по мере накипеобразования.

Коррекция по плотности на основании причин, изложенных выше, привела бы к постоянным колебаниям параметров вторичных паров, причем в зависимости от тех факторов, влияние которых на параметры вторичных паров необходимо исключить.

Наиболее целесообразным в этом случае является способ, позволяющий проводить непосредственное определение степени «загорания» поверхности нагрева корпуса выпарки с автоматическим изменением задания регуляторам давления. С этой целью авторами разработан способ и схема автоматического введения коррекции на степень накипеобразования в задание регуляторам давления при автоматическом регулировании МВУ с промежуточным отбором пара [4].

Как известно, полезная разность температур в выпарном аппарате составляет:

$$\Delta t = \Delta t_0 + \Delta t_n,$$

где Δt_0 — начальная полезная разность температур для чистой поверхности нагрева;

Δt_n — приращение полезной разности температур, необходимое для компенсации влияния накипеобразования, или

$$\Delta t_n = \Delta t - \Delta t_0.$$

Таким образом, Δt_n показывает, на какую величину должна измениться полезная разность температур по сравнению с начальной полезной разностью температур, чтобы интенсивность испарения для данного аппарата осталась постоянной ($u = \text{const}$).

Измерив текущее значение Δt аппарата и сравнив его с начальным значением Δt_0 , можно получить значение Δt_n при определенной производительности аппарата. В том случае, когда нагрузка аппарата в процессе работы меняется, необходимо по рассчитанным или снятым характеристикам $\Delta t_0 = f(W)$ определить

значение начальной полезной разности температур Δt_0 для данного количества выпаренной воды W , а затем по найденному значению Δt_0 и текущему значению Δt определить значение Δt_n :

$$\Delta t_n = \Delta t - \Delta t_0.$$

Полученное приращение полезной разности температур определяет степень загорания поверхности нагрева данного аппарата.

Определение значения Δt_n для любого другого корпуса многокорпусной выпарной установки может производиться двумя способами: либо методом непосредственного измерения, рассмотренным выше, либо косвенным методом — по известному значению Δt_n данного корпуса. Последний метод менее точен, но более прост в аппаратурном отношении, так как не надо определять количество испаренной воды во всех корпусах.

Теоретические предпосылки второго способа заключаются в следующем. Известно, что начальный режим работы многокорпусной выпарной установки после очистки поверхностей нагрева от накипи (выварки) является режимом выпаривания при некотором определенном весовом напряжении и, следовательно, Δt_n можно определить по формуле:

$$\Delta t_n = \psi r u^2 \tau,$$

где r — теплота парообразования, ккал/кг ;

ψ — термический коэффициент накипеобразования; $\text{м}^4 \times \text{ч} \cdot \text{град}/(\text{кг} \cdot \text{ккал})$;

u — весовое напряжение поверхности нагрева, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;

τ — продолжительность работы выпарки, ч.

Если обозначить через $(\Delta t_n)_N$ известное приращение полезной разности температур N корпуса, а через $(\Delta t_n)_i$ искомое приращение полезной разности температур i корпуса данной многокорпусной выпарной установки, то:

$$\begin{aligned} (\Delta t_n)_i &= (\Delta t_n)_N \frac{\psi_i r u_i^2 \tau}{\psi_N r u_N^2 \tau} = \\ &= (\Delta t_n)_N \frac{\psi_i u_i^2}{\psi_N u_N^2}. \end{aligned}$$

Следовательно, по значению $(\Delta t_n)_N$ одного из корпусов выпарной установки можно с достаточной точностью определить $(\Delta t_n)_i$ любого корпуса, умножив известное приращение полезной разности температур на коэффициент:

$$x_{\Delta i} = \frac{\psi_i u_i^2}{\psi_N u_N^2}.$$

Величина $x_{\Delta i}$ зависит в основном от соотношения интенсивности испарения и плотности сока в данных корпусах и может определяться расчетным путем.

На основании вышеизложенного разработана структурная схема устройства для внесения коррекции на степень накипеобразования в задание регуляторам давления соковых паров (см. рисунок).

Прибор 1 определяет в N корпусе текущее значение полезной разности температур Δt (разность между температурой в греющей камере и надсоковом пространстве).

Прибор 2 определяет производительность (W) N корпуса в данный момент.

Приняв с достаточной степенью точности, что количество греющего пара равно количеству испаренной воды $D = W$, можно измерить значение W расходомером, установленным на паровом трубопроводе (измерение возможно и расходомером 2б, установленным на конденсатном трубопроводе). Сигнал, пропорциональный W , поступает в преобразующее устройство 3, воспроизводящее зависимость количества выпаренной воды от полезной разности температур при чистой поверхности нагрева для данного аппарата $W = f(\Delta t_0)$.

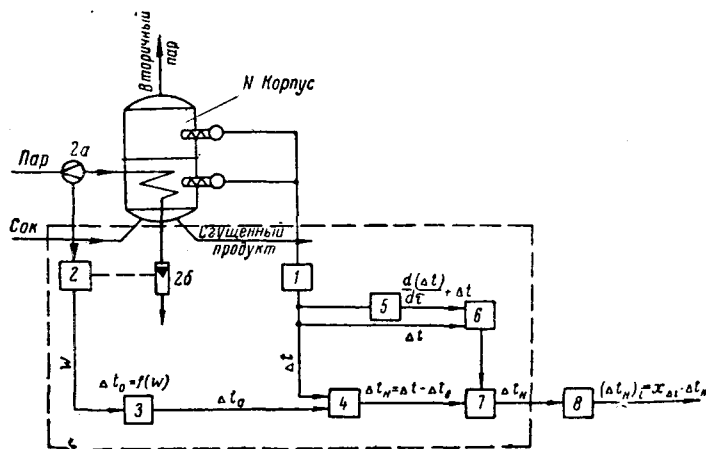
Зависимость $W = f(\Delta t_0)$ может быть получена расчетным или опытным путем в первые сутки работы аппарата.

Сигнал, пропорциональный начальной полезной разности темпера-

тур Δt_0 , приведенный прибором 3 к данному значению производительности, совместно с сигналом, пропорциональным Δt , поступает на вход сумматора 4. Сумматор 4 образует

стоянным до того момента, когда Δt вновь не примет установившегося значения.

В многокорпусных выпарных установках степень накипеобразования



Структурная схема устройства для введения коррекции на степень накипеобразования:

1 — прибор для определения текущей полезной разности температур в греющей камере и надсоковом пространстве; 2 — прибор для определения производительности аппарата по количеству выпариваемой воды; 2а — дроссельное устройство; 2б — измеритель расхода конденсата; 3 — преобразующее устройство; 4 — сумматор; 5 — дифференциатор; 6 — элемент сравнения; 7 — прерыватель; 8 — вычислительное устройство.

сигнал, характеризующий степень накипеобразования и пропорциональный значению полезной разности температур $\Delta t_n = \Delta t - \Delta t_0$, необходимой для компенсации термического сопротивления, вызванного накипеобразованием.

Кроме того, предлагаемое устройство имеет узел, прекращающий изменение сигнала на выходе сумматора 4 при переходных процессах, т. е. в случае неустановившихся значений производительности выпарного аппарата.

Этот узел состоит из дифференциатора 5, элемента сравнения 6 и прерывателя 7.

Если имеет место неравенство $\Delta t \neq \Delta t + \frac{d(\Delta t)}{dt}$, что соответствует переходному процессу, прерыватель 7, получив команду от элемента сравнения 6, прекращает поступление сигнала от сумматора 4 к вычислительному элементу 7, оставляя значение Δt_n по-

стоящим во всех других корпусах можно определить также с помощью вычислительного элемента 8, который определяет разность температур, необходимую для компенсации потери температурного напора в связи с накипеобразованием i корпуса по известному значению аналогичной разности температур, измеренной для N корпуса. Вычислительный элемент 8 производит определение значения $(\Delta t_n)_i$ корпуса путем умножения входного сигнала $(\Delta t_n)_N$ корпуса на значение коэффициента $x_{\Delta i}$:

$$(\Delta t_n)_i = x_{\Delta i} (\Delta t_n)_N.$$

Рассмотренная структурная схема может быть реализована с помощью типовых элементов пневмо- или электроавтоматики, например элементов УСЭППА, ЭАУС, АУС. В последнем случае в качестве прибора 1 может быть использован мост типа МС с несколько измененной измерительной схемой, в которой 2 —

дифманометр ДМПК-100, 3 — программный задатчик ПД-36А, 4 — реле БС-34А, 5 — блок БП-28В, 6 — блок ИРБ-13, 7 — реле РП-17А, 8 — реле РС-33А и БС-34А.

Выбор способа измерения Δt_n , аппаратурное решение данного устройства во многом определяется системой автоматического регулирования МВУ. Один из возможных вариантов применения устройства измерения накипеобразования в схеме автоматизации МВУ рассмотрен в работе [5]. Кроме того, данное устройство может быть использовано как самостоятельный прибор для определения степени загорания выпарных аппаратов при проведении исследований, связанных с изучением влияния различных факторов на накипеобразование.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козак А. М. Автоматическое управление выпарными станциями. «Пищевая промышленность» (сахарная и крахмалопаточная), ЦИНТИПищепром, 1963, № 4.

2. Михлин И. А. Автоматизация выпарных установок сахарного завода. Труды VI конференции молодых ученых ИАТ АН СССР, Изд. АН СССР, 1960.

3. Dyer Harold C., Joung Wendell S. Non Central Graphic Panels Automate Bulk — Food Operation. «Food Engineering», 1959, № 9.

4. Попов В. Д., Трегуб В. Г., Уткина К. А. «Способ и схема введения коррекции на накипеобразование при автоматическом регулировании многокорпусных выпарных установок». Авторское свидетельство № 859477/28-13.

5. Попов В. Д., Трегуб В. Г., Уткина К. А. «Система автоматического регулирования многокорпусных выпарных установок». «Пищевая промышленность» (сахарная и крахмалопаточная), ЦИНТИПищепром, 1965, № 4.