

КОМБИНИРОВАННАЯ ВЫПАРНАЯ УСТАНОВКА

В. Н. ГОРОХ, А. А. КНЯЗЕВ,
В. А. КОЛЕСНИК-ТЕРЕЩЕНКО,
Н. Ю. ЛАВРОВ, Б. Ф. УС,
А. И. ЦЕНЗУРА, К. О. ШТАНГЕЕВ
ВНИИСП
В. Д. НОВОСЕЛЕЦКИЙ, Д. П. ОЛЕЙНИК,
В. П. РУДНЕВ, Ф. Т. ТИМОШЕНКО
Яготинский сахарный завод им. Ильича

Важное условие повышения эффективности свеклосахарного производства — совершенствование производственных схем и технологического оборудования. Одним из основных видов оборудования является выпарная установка, от работы которой зависят не только производительность завода и расход тепловой энергии на технологические нужды, но и качество выпускаемого сахара и потери его в производстве. При ненормальной работе выпарной установки значительно увеличиваются потери сахара от разложения при выпаривании, повышается цветность сиропа до величины, при которой невозможно выработать сахар-песок стандартной цветности. Пропорционально количеству образовавшихся продуктов разложения повышается содержание сахара в мелассе [1].

При сгущении сока в выпарных установках, оснащенных аппаратами с многократной естественной циркуляцией, потери сахара в среднем составляют 0,1 % к массе свеклы [2] и общее нарастание цветности до 80—120 % цветности исходного сока. Нарастание цветности зависит от физико-химических свойств сока, температурного режима и продолжительности пребывания его в аппаратах выпарной установки. Проведенными исследованиями установлено, что нарастание цветности в I корпусе составляет 30—40 %, II — 20—30, III — 15—25, IV — 10—15, концентраторе — 3—10 % [3, 4]. Улучшить технико-экономические показатели процесса выпаривания в сахарном производстве при использовании выпарных аппаратов с многократной естественной циркуляцией не представляется возможным, потому что такие аппараты при большом разнообразии их конструкций практически равноценны как по технологическим, так и по теплотехническим данным их работы [5, 6].

Повысить эффективность процесса выпаривания в сахарном производстве можно путем выпаривания сахарных соков в пленочном потоке [6]. На основании проведенных исследований ВНИИСПом разработаны прямоточно-пленочные выпарные аппараты и выпарная установка, полностью укомплектованная аппаратами такого типа [7, 8], при испытании которых установлено, что технологические и теплотехнические показатели выпаривания в них сахарных соков значительно лучше, чем в выпарных уста-

новках, применяемых на сахарных заводах в настоящее время.

Техническое перевооружение сахарных заводов необходимо проводить с минимальными затратами, что достигается при реконструкции с максимальным использованием установленного оборудования. Обычно реконструкция выпарной установки заключается в замене отдельных корпусов и перестановке демонтируемых и в редких случаях в замене всех корпусов. Поэтому выпарную установку, состоящую полностью из прямоточно-пленочных выпарных аппаратов, целесообразно устанавливать на новостроящихся сахарных заводах и реконструируемых с заменой всех корпусов.

Однако эффективность процесса выпаривания сока может быть значительно повышена не только за счет полного укомплектования выпарной установки прямоточно-пленочными аппаратами, но и их применением в составе комбинированной выпарной установки (КВУ), т. е. состоящей из прямоточно-пленочных аппаратов и аппаратов с естественной циркуляцией. Наиболее рациональна замена прямоточно-пленочными аппаратами аппаратов с естественной циркуляцией, установленных в качестве головных корпусов, что значительно уменьшит нарастание цветности и разложение сахара. Если в выпарной установке заменить I и II корпуса прямоточно-пленочными, то при прочих равных условиях можно существенно уменьшить нарастание цветности и разложение сахара в этих корпусах или, повысив температуру кипения в I корпусе, обеспечить возможность повышения кратности испарения на КВУ за счет переноса отбора вторичных паров к последним корпусам и тем самым снизить расход тепловой энергии на технологические нужды.

Для проверки работы комбинированной выпарной установки в производственных условиях на Яготинском сахарном заводе им. Ильича вместо I корпуса пятикорпусной выпарной установки [9, 10] были подключены I и II корпуса прямоточно-пленочной выпарной установки Ш1-ПВА-3 [8] с площадью поверхности теплообмена 1800 м² каждый, а в качестве остальных корпусов — выпарные аппараты с естественной циркуляцией с площадью поверхности теплообмена соответственно 3000, 2100, 2100 и 1180 м² (КВУ-2/4) (см. рис. 1). Для обогрева вакуум-аппаратов I продукта использовался вторичный пар II, с корпуса, а вакуум-аппаратов II и III продуктов — вторичный пар III корпуса КВУ. Остальные потребители обогревались паром в соответствии с существующей на заводе схемой.

Предусмотрена возможность подключения I и II корпусов прямоточно-пленочной выпарной установки вместо I и II корпусов пятикорпусной выпарной установки без изменения схемы пароотборов (КВУ-2/3).

Система автоматического регулирования работой прямоточно-пленочных выпарных

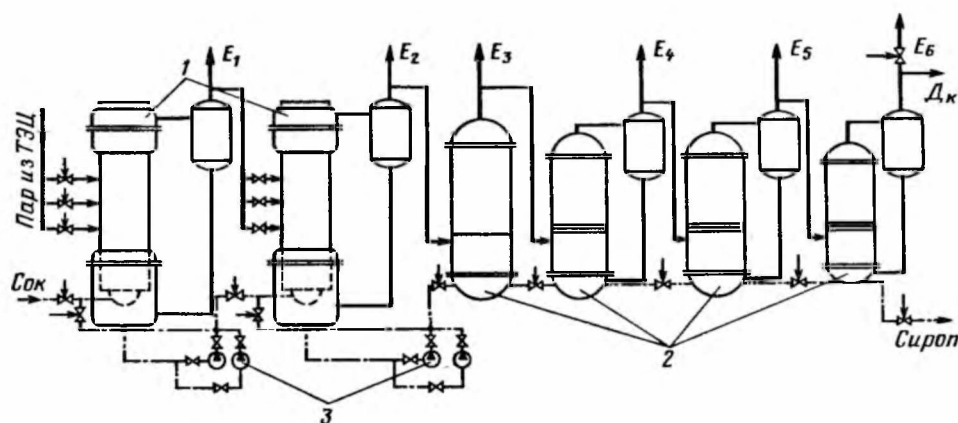


Рис. 1. Схема комбинированной выпарной установки:

1 — прямоточно-пленочные выпарные аппараты; 2 — выпарные аппараты с естественной циркуляцией; 3 — насосы подачи сока

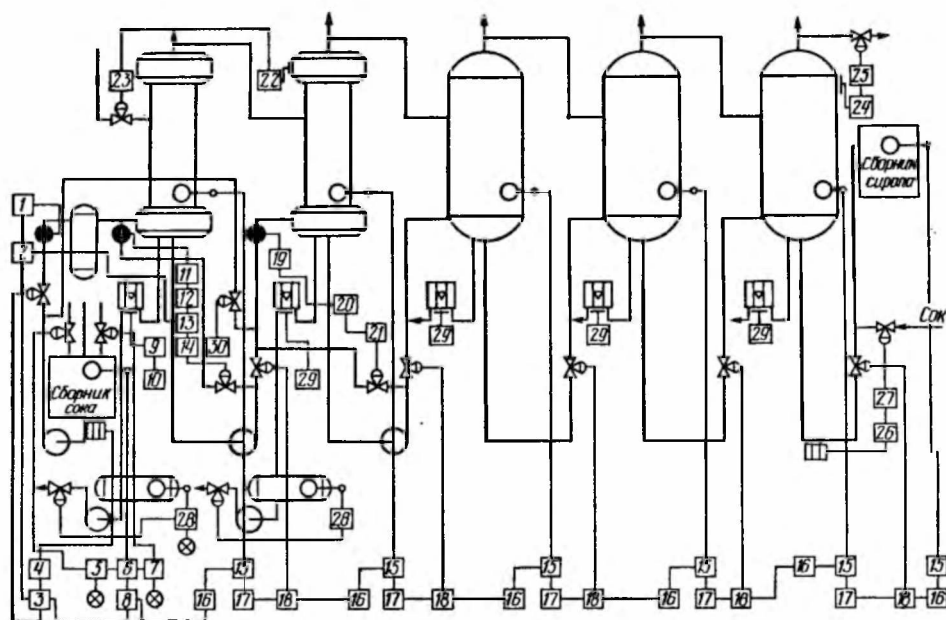


Рис. 2. Функциональная схема автоматизации комбинированной выпарной установки

аппаратов без затруднений соединяется с системой регулирования аппаратов с естественной циркуляцией. Блок-схема автоматизации комбинированной выпарной установки приведена на рис. 2. Автоматическое регулирование поступления сульфитированного сока в I корпус осуществляется с помощью электромагнитного расходомера 1, электропневмопреобразователя 2, изодромного регулятора 3, буйковых уровнемеров 6 и 15, регулятора пропорционального прямого регулирования 16 и прибора алгебраического суммирования 8.

При снижении уровня сока в сборнике перед выпарной установкой позиционный регулятор 5 открывает клапан подачи аммиачной воды, а регулятор 7 — клапан химически очищенной воды.

При недостаточном поступлении сока в прямоточно-пленочные аппараты предусмотрена рециркуляция раствора со стока на приток в аппарат. На сумматоре 13 сигнал после электромагнитного расходомера 11 и электропневмопреобразователя 12 суммируется с сигналом от электропневмопреобразователя 2. Изодромный регулятор 14 воздействует на клапан рециркуляции.

В контур регулирования поступления раствора во II корпус входят электромагнитный расходомер 19, электропневмопреобразователь 20 и изодромный регулятор 21.

Стабилизация давления пара в надсковом пространстве II корпуса осуществляется с помощью преобразователя давления 22 и изодромного регулятора 23.

Регулирование уровня раствора в аппаратах проводится автоматическим воздействием на приток и сток раствора с помощью уровнемеров буйковых 15, пропорциональных регуляторов прямого 16 и обратного 17 регулирования, селективирующего устройства 18 и регулирующих клапанов расхода раствора.

Для аварийной подачи сульфитированного сока во II корпус служит байпасная панель дистанционного управления 30.

Стабилизация разрежения в надсоковом пространстве V корпуса осуществляется вакуумметром 24, изодромным регулятором 25 и регулирующим клапаном отбора пара в конденсатор.

В автоматическом регулировании концентрации сиропа используются датчик концентрации 26, изодромный регулятор 27 и клапан подачи сульфитированного сока.

Измерение концентрации сока в сборнике перед выпарной установкой осуществляется датчиком концентрации 4.

Регулирование уровня в сборниках конденсата производится автоматическим воздействием буйковых регуляторов уровня 28 и регулирующие клапаны стока конденсата из сборников.

Контроль расхода конденсата по корпусам осуществляется по месту щелевыми расходомерами 29, а расход конденсата из I корпуса — и на щите вторичным прибором 10 от дифманометра 9.

Кроме того, электрической схемой предусматривается блокировка, предотвращающая одновременное включение основного и резервного насосов и автоматическое включение резервного или основного насоса при отключении другого.

С целью проверки в производственных условиях технической возможности совместной работы прямоточно-пленочных выпарных аппаратов и аппаратов с естественной циркуляцией в составе комбинированной выпарной установки и определения основных показателей ее работы в ноябре 1983 г. ведомственной комиссией проведены приемочные испытания.

Основные результаты работы комбинированной выпарной установки КВУ-2/4 при испытаниях ведомственной комиссией приведены ниже.

Расход сока на выпарную установку, т/ч	160—210
Содержание сухих веществ, %	
в соке	10,2—13,6
в сиропе	53,2—64,5
Расход пара на I корпус, т/ч	54—60
Разложение сахара при выпаривании, % к массе свеклы	0,064—0,131
Цветность, условных ед.	

сока	8,7—10,3
сиропа	15,7—20,3
сахара	0,65—0,70
Падение pH на выпарной установке	0,36—0,90
Рабочее давление греющего пара (избыточное), кгс/см ² :	
I корпуса	2,8—3,0
II корпуса	2,1—2,2
III корпуса	0,7—1,0
IV корпуса	0,3—0,5
V корпуса	(—0,1)—0
VI корпуса	(—0,17)—(—0,3)
Рабочее давление вторичного пара VI корпуса (избыточное), кгс/см ²	(—0,44)—(—0,58)
Температура, °C	
сока, поступающего на выпарную установку	119—129
кипения сока в I корпусе	131—135

Относительно низкая концентрация получаемого сиропа (53,2—64,5 % СВ) объясняется большим расходом сока, поступающего в КВУ, а также тем, что III—VI корпуса были включены после длительной работы и содержали на поверхности теплообмена значительное количество накипи.

Проведенные испытания подтвердили техническую возможность совместной работы прямоточно-пленочных выпарных аппаратов и выпарных аппаратов с естественной циркуляцией в составе комбинированной выпарной установки, в которой I и II (или только I) корпуса комплектуются аппаратами прямоточно-пленочного типа.

Комбинированная выпарная установка и система ее автоматического регулирования обеспечивали плановую производительность по переработке свеклы и выработку сахара стандартного качества, требуемое сгущение сока, а также снабжение теплоиспользующих технологических аппаратов паром соответствующих параметров и ТЭЦ конденсатами для питания паровых котлов.

Сравнение технологических показателей процесса сгущения на комбинированной выпарной установке с данными, полученными при работе обычной выпарной установки [8], показывает, что разложение сахара и нарастание цветности сиропа практически одинаковы для обоих случаев, несмотря на то что температура кипения сока в I корпусе КВУ была выше.

По результатам испытаний комбинированная выпарная установка рекомендована к использованию на сахарных заводах для улучшения технологических и теплотехнических показателей работы выпарных установок, а также при поэтапном осуществлении работ по внедрению автоматизированных прямоточно-пленочных выпарных установок, и в частности выпарной установки Ш1-ПВА-3 [8].

НПО «Сахар» разработаны прямоточно-

пленочные выпарные аппараты с площадью поверхности нагрева 1250, 1500, 1800, 2120 и 2360 м².

В соответствии с соглашением о многостороннем сотрудничестве по совершенствованию технологии и техники производства сахара из свеклы стран-членов СЭВ выполняется тема «Усовершенствовать тепловую схему с более полным использованием вторичных энергоресурсов с целью снижения расхода топлива в сахарной промышленности», страной-координатором по которой является СССР. При реализации этой темы ВНИИСПом предусматривается применить комбинированную выпарную установку, позволяющую обогревать вакуум-аппараты вторичным паром III корпуса.

По разработанному ВНИИСПом заданию на проектирование Гипросахпром выполнил проект такой тепловой схемы для Мионовского сахарного завода.

Список использованной литературы

1. Снижение неучтенных потерь — важный резерв выхода сахара из свеклы / А. Я. Загорулько, Д. П. Олейник, Ю. В. Товстенко и др. // Сахарная промышленность. — 1978. — № 6. — С. 33—37.
2. Нормы технологического проектирования сахарных заводов. — М.: Гипросахпром. — 1968. — 199 с.
3. Вайсман М. Л., Кисленко Е. С. О нарастании цветности сока при выпаривании // Сахарная промышленность. — 1965. — № 12. — С. 15—21.
4. Сапронов А. Р., Колчева Р. А. Красящие

вещества и их влияние на качество сахара. — М.: Пищевая промышленность. — 1975. — 347 с.

5. Тобилевич Н. Ю., Чеботарев В. А. Исследование работы выпарных аппаратов различных конструкций. — Труды ЦИНСа. — 1952. — Вып. 5. — С. 29—65.

6. Исследование полупромышленной модели прямоточно-пленочного выпарного аппарата / В. А. Колесник-Терещенко, М. Л. Вайсман, В. Н. Горох и др. — В кн.: Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в сахарной промышленности. — М.: Пищевая промышленность. — 1979. — С. 67—91.

7. Испытания прямоточно-пленочного выпарного аппарата ВАПП-1250 / В. Н. Горох, Б. Ф. Ус, Ф. Т. Тимошенко и др. — В кн.: Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в сахарной промышленности. — М.: Пищевая промышленность. — 1979. — С. 57—67.

8. Автоматизированная выпарная установка прямоточно-пленочного типа ШП-ПВА-3/ В. Н. Горох, В. А. Колесник-Терещенко, Б. Ф. Ус и др. // Сахарная промышленность. — 1984. — № 2. — С. 43—47.

9. Производственная проверка тепловой схемы с пятикорпусной выпарной установкой без концентратора на Яготинском сахарном заводе им. Ильича / В. Н. Горох, М. Л. Вайсман, А. А. Князев и др. — В кн.: Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в сахарной промышленности. — М.: Пищевая промышленность. — 1979. — С. 11—26.

10. Методические рекомендации по тепловой схеме с пятикорпусной выпарной установкой без концентратора с повышенным температурным режимом / В. Н. Горох, А. А. Князев, Б. Ф. Ус и др. — Киев: НПО «Сахар». — 1982. — 16 с.