

PDF Compressor Free Version

АВТОМАТИЗАЦИЯ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**З. С. ВОЛОШИН
Л. П. МАКАРЕНКО
П. В. ЯЦКОВСКИЙ**

АВТОМАТИЗАЦИЯ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА



664.7
В-68

З. С. ВОЛОШИН
Л. П. МАКАРЕНКО
П. В. ЯЦКОВСКИЙ

АВТОМАТИЗАЦИЯ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

40652



МОСКВА ВО АГРОПРОМИЗДАТ.

1990

БИБЛИОТЕКА
Бух. ТИП и ЛП
№ 40652

ББК 36.84

В68

УДК 664.1.002.5

PDF Compressor Free Version

Редактор А. П. Серик

Волошин З. С., Макаренко Л. П., Яцковский П. В.

В68 Автоматизация сахарного производства. 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Агропромиздат, 1990.— 271 с.; ил.

ISBN 5—10—000896—2

Автоматизация сахарного производства — одно из основных направлений современного развития отрасли, где научно-технический прогресс наиболее заметен и существен.

Настоящее издание (первое вышло в 1980 г.) характеризуется более широким охватом всего комплекса вопросов автоматизации сахарного производства, включая переработку сахара-сырца на свеклосахарном заводе. Особое внимание обращено на специальные средства автоматизации для реальных технологических растворов и режимов работы оборудования в процессе производства. Приведены современные системы управления, в том числе с использованием вычислительной техники. Отдельно выделены рекомендации персоналу метрологической службы при пуске завода и по обслуживанию систем автоматизации.

Предназначена для специалистов сахарной промышленности.

В 4001060000—081
035(01)—90 158—89

ББК 36.84

ISBN 5—10—000896—2

© «Пищевая промышленность», 1980
© ВО «Агропромиздат», 1990 с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

На современном этапе развития сахарного производства, основанного на непрерывности технологического процесса с использованием основного непрерывно действующего оборудования, имеются все предпосылки для комплексной и полной автоматизации. Вместе с тем наличие механических включений, смолообразование, отложение твердых осадков, накипе- и пенообразование и другие особенности технологических растворов и суспензий, высокие влажность и температура окружающей среды затрудняют внедрение общепромышленных средств измерений и автоматизации и связаны с необходимостью создания специальных средств автоматизации, особенно приборов контроля состава и свойств промежуточных продуктов и готовой продукции.

Рост производительности труда на сахарных заводах, разработка новой технологии, направленной на улучшение качества и повышение эффективности производства, требуют обновления и совершенствования систем управления на базе новейших средств измерений и автоматизации. В последние годы на четырех сахарных заводах (им. Ильича и Ракитнянском свеклосахарных, Одесском и Краснопресненском сахарорафинадных) внедрены АСУТП с централизованной структурой, работающие в режиме сбора и обработки данных, контроля хода процесса, выдачи рекомендаций оператору и т. д. Опыт эксплуатации таких АСУ в промышленности выявил целый ряд недостатков, но явился шагом к разработке и внедрению распределенной системы управления ГРАСмикро, созданной НПО «Промавтоматика» при участии НПО «Сахар» и «Пищепромавтоматика» на базе элементов КТС ЛИУС-2. Система управления апробирована на Тбилисском сахарном заводе на участках диффузии, дефекосатурации и кристаллизации. На Долинском сахарном заводе эта система использовалась для управления наклонными диффузионными установками и рекомендована к тиражированию.

PDF Compressor Free Version

Основополагающим документом при автоматизации сахарного производства разными организациями служит отраслевая схема автоматизации СА-85, разработанная НПО «Сахар» и «Пищепромавтоматика» при участии Гипросахпрома, Югзапгипросахпрома и завода «Сахавтомат». Схема предусматривает реализацию решений средствами локальной автоматизации и средствами вычислительной, в том числе микропроцессорной, техники; использование микропроцессорной техники при локальной оптимизации процессов вместо средств аналоговой вычислительной техники; решение задач локальной оптимизации процессов по составу участков и совершенствованию алгоритмов; реализацию по частям и в разных вариантах на основе модульной структуры и интеграции с АСУТП; обновление по частям при появлении новых прогрессивных технических решений.

Разработкой и внедрением современных средств автоматизации и систем управления сахарной промышленности занимается большой коллектив научных работников и специалистов агропромышленного и машиностроительного комплексов. Весомый вклад в дело автоматизации сахарного производства вносят НПО «Сахар» и «Пищепромавтоматика», институты Гипросахпром и Югзапгипросахпром, ПО «Укрсахреммаш» и «Укрсахтехэнергоремонт» и другие организации. Надежное и эффективное функционирование средств автоматизации на сахарных заводах обеспечивается постоянно действующей метрологической службой, созданной на каждом предприятии. Успешно действуют такие службы на Усть-Лабинском, Цыбулевском, Чортковском, Кедайнянском, Ракитнянском, Владимир-Волынском и других сахарных заводах.

Настоящее издание базируется на предыдущей книге авторов с учетом современной технологической схемы сахарного производства и последними достижениями в создании средств автоматизации и систем управления на заводах Украины, Северного Кавказа, Прибалтики и Белоруссии, в том числе с использованием микропроцессорной техники.

Главы 1, 2 написаны Л. П. Макаренко и П. В. Яцковским при участии З. С. Волошина, глава 3 — З. С. Волошиным, глава 4 — Л. П. Макаренко.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензенту В. М. Эрлиху за ценные замечания по содержанию рукописи и специалистам головного предприятия ПО «Укрсахтехэнергоремонт», Югзапгипросахпрома, ВНИИСПа, завода «Сахавтомат», Гипросахпрома и КТИППа за помощь в работе над рукописью.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УЧАСТКИ И ПОДГОТОВКА ИХ К АВТОМАТИЗАЦИИ

Автоматизация сахарного производства обеспечивает качественную и эффективную работу технологических участков только в случае комплексного подхода к решению этой задачи. При таком подходе следует подготовить к автоматизации технологическое оборудование, технологию и выбрать необходимые средства автоматизации для основных и вспомогательных процессов.

Основной и вспомогательные технологические процессы получения сахара включают участки заготовки, хранения и подготовки сырья к переработке, сокодобывающее отделение, участок очистки диффузионного сока, участок получения готового продукта, участки вспомогательного производства, участки хранения и переработки сахара-сырца.

Технологический процесс сахарного производства является в основном непрерывно-поточным и осуществляется главным образом в непрерывно действующем оборудовании, а поэтому удовлетворяет основным требованиям с точки зрения его автоматизации. Вместе с тем внедрению автоматизации предшествует большая и трудоемкая работа, связанная с капитальными затратами. С учетом последних прежде всего и определяется экономическая целесообразность автоматизации. Так, автоматизация периодического действующего оборудования, несмотря на трудоемкость обслуживания (дисковые фильтры), с помощью программных регуляторов дорогая и экономически нерентабельна. Некоторое технологическое оборудование сахарного завода практически невозможно автоматизировать, хотя оно просто по конструкции и недорого (например, серосжигательная печь БВЯ). Подобное оборудование подлежит замене более совершенным, хотя и дорогостоящим, так как автоматизация его позволяет улучшить качество и эффективность технологического процесса. Например, использование жидкого SO_2 , хотя и связано с относительно большими капитальными затратами, решает ряд важных вопросов сахарного завода.

Большое значение при подготовке объекта или технологического участка к автоматизации имеет выбор основных технологических параметров, по которым осуществляется объективное управление процессом. Например, наличие надежных автоматических рН-метров позволяет осуществлять контроль и управление процессами очистки сока и сиропа от диффузионного отделения до вакуум-аппаратов по величине pH_{20} .

При выборе средств контроля технологических параметров сахарного производства учитывают возможность их работы в разных средах и при разных режимах.

PDF Compressor Free Version

Специфичность сред сахарного производства значительно сужает круг используемых общепромышленных приборов, поэтому необходимо создание специальных КИП.

Ритмичная работа предприятия в значительной степени обеспечивается системами управления и обуславливает высокие показатели его работы. В связи с этим стабилизация основного потока продуктов завода связывается с установкой буферных сборников, резервированием оборудования и наличием энергетического запаса по регулирующим технологическим параметрам. При автоматизации технологических процессов, как правило, принимается в расчет неритмичность работы в пределах до 30 % производительности завода. Такая неравномерность вызывает необходимость иметь запас по производительности насосов и компрессоров известково-газовых печей, вакуум-конденсаторной установки и основного технологического оборудования завода. Наряду с подготовкой оборудования и технологического процесса к автоматизации серьезное внимание обращают на оснащение метрологической службы необходимыми измерительными средствами и оборудованием для ремонта, подготовку специалистов к освоению внедряемых средств автоматизации и систем управления, а также на организацию четкой работы службы.

УЧАСТКИ ЗАГОТОВКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ К ПЕРЕРАБОТКЕ

УЧАСТОК ЗАГОТОВКИ СВЕКЛЫ

Процесс заготовки свеклы осуществляется сахарным заводом, свеклосеющими хозяйствами и автотранспортными предприятиями, функционирующими как единый транспортно-заготовительный комплекс. Необходимость обеспечения его высокой эффективности диктуется такими факторами, как высокая стоимость сырья, доля которой в себестоимости сахара превышает 85 %; ухудшение технологических свойств свеклы при хранении и переработке вследствие широкой механизации ее возделывания, транспортирования и хранения; тенденция к наращиванию мощности сахарных заводов; возросшие требования к экономии топливных ресурсов; дефицит трудовых ресурсов; перевод предприятий на хозрасчет.

В частности, вынужденное хранение свеклы на поле в кучах из-за плохой организации заготовки ведет к потере массы корнеплодов на 0,7—1,2 %, а сахаристости — на 0,1—0,15 % в сутки, что в 10—15 раз превышает предельно допустимые нормы потерь при хранении на свеклопункте.

Сложность управления процессом заготовки свеклы подтверждают следующие данные: объем заготавливаемой за сезон свеклы на один сахарный завод измеряется сотнями тысяч тонн, а число ходок автомобилей — десятками тысяч.

Путь к достижению ритмичной и синхронной работы транспортно-заготовительного комплекса лежит через совершенствование форм и методов его организации, рационального выбора грузовых автотранспортных средств, погрузочных механизмов и способов доставки сахарной свеклы — через внедрение прогрессивных единых технологических процессов взаимодействия автотранспорта и погрузочно-разгрузочных средств свеклосеющих хозяйств и свеклоприемных пунктов, применение вычислительной техники.

Организирующим звеном в процессе заготовки свеклы является свеклопункт сахарного завода. В его функции входят: приемка свеклы от сдатчиков, определение ее кондиции, взвешивание, лабораторный анализ на сахаристость и загрязненность, укладка по местам хранения, учет работы автотранспорта, контроль за соблюдением графика перевозок, продолжительности простоев под погрузкой и разгрузкой.

Характерной особенностью неавтоматизированных свеклопунктов является высокая доля (более 70 %) сезонных рабочих в общей численности производственного персонала. Около $\frac{2}{3}$ сезонных рабочих составляют кагатчики, операторы буртоукладочных машин, весовщики.

При подготовке свеклоприемных пунктов к автоматизации, помимо таких мероприятий, как, например, оснащение весами с микропроцессорным управлением и дистанционной передачей информации в цифровом коде о результатах взвешивания, особая роль принадлежит унификации и рационализации документопотока. Важно, чтобы процесс автоматизации осуществлялся комплексно, путем индустриализации процесса заготовки свеклы с учетом новых возможностей, заложенных в применении вычислительной техники, а не простым «навешиванием» последней на сложившийся до автоматизации технологический процесс.

СКЛАД СВЕКЛЫ

Заготавливаемую свеклу направляют в бурчаные для немедленной переработки, а большую часть укладывают в кагаты на складе для длительного хранения. После выкопки свекловичного корня из земли в нем прекращаются процессы синтеза и начинают преобладать процессы распада. Очень быстро свекла теряет влагу, особенно в первые сутки после выкопки. По данным Всероссийского научно-исследовательского института сахарной свеклы и сахара (ВНИИСС), на первые четверо суток хранения в сентябре приходится 70—83 % потерь общей массы.

Условия хранения свеклы должны обеспечивать нормальную жизнедеятельность корней, так как ее прекращение ведет к их быстрой гибели. Так, при повышении температуры на каждые 10 °C интенсивность дыхания и соответствующее ему тепловыделение возрастают примерно в 2—4 раза. Потери сахара в свекле при хранении снижаются, если обеспечивается нормальный процесс дыхания с минимальной интенсивностью. Оптимальными параметрами среды при хранении свеклы в естественных условиях без применения специальных приемов консервирования являются температура 0—2 °C, относительная влажность воздуха 93—95 %, содержание диоксида углерода до 0,5 %, кислорода 18—20 %. В этих условиях снижаются потери сахара и интенсивность развития микробиологических процессов, наилучшим образом сохраняются технологические свойства свеклы.

Выбор склада производят с учетом конкретных для каждого сахарного завода условий. При этом предусматривается активное механическое вентилирование части свеклы. Вентиляционные системы бывают поперечными или продольными в зависимости от направления воздухопроводов: поперек или вдоль кагата. Воздуховоды строят надземными или подземными. Надземные воздухопроводы выполняют, как правило, из железобетонных колец или металлической трубы диаметром 800—1000 мм, подземные — из железобетонного лотка, перекрытого сверху железобетонными плитами. На входе каждого воздуховода устанавливают вентилятор (центробежный или осевой) с электродвигателем мощностью от 2,8 до 13 кВт. Приток воздуха в кагат за счет самотяги при остановке вентилятора прекращают с помощью автоматического отсекающего устройства конструкции ПО «Укрсахтехэнергоремонт». Воздуховоды имеют щели, через которые воздух нагнетается в нижнюю часть кагата. Благодаря скважистости уложенной свеклы нагнетаемый воздух, проходя через поры в кагате, омывает корни. При этом параметры среды при хранении корней приближаются к параметрам поступающего воздуха.

Существенное значение для эффективности вентиляции имеет схема увлажнения воздуха. Наиболее эффективна схема увлажнения с использованием кондиционеров. Хорошие результаты дает увлажнение с помощью форсунок, устанавливаемых до вентилятора или после него, с последующим доувлажнением воздуха в воздуховоде. Для этой цели дно воздуховода заполняют слоем воды 5—15 см. В упрощенном варианте увлажнение осуществляют подачей воды через форсунку во всасывающее отверстие центробежного или на лопасти осевого вентилятора.

Управление температурно-влажностным режимом хранения свеклы сводится к управлению вентиляторами (включению или выключению) и подаче увлажняющей воды с учетом температуры и влажности наружного воздуха и свеклы.

Автоматизация управления температурно-влажностным режимом хранения свеклы в кагатах сопряжена с необходимостью выполнения значительного объема строительных работ (фундаменты под аппаратуру устройств автоматизации, колодцы, асбоцементные трубы для кабельных проводок и др.). Проведение указанных работ учитывают при производстве общестроительных работ с соблюдением рациональной последовательности выполнения всех видов работ. Несоблюдение этого условия может привести к перерасходу строительных материалов, потере рабочего времени из-за переделок, ухудшению качества работ, неудобствам при эксплуатации средств автоматизации и т. п.

При оснащении склада установкой централизованного контроля температуры свеклы в кагатах в сырьевой лаборатории должно быть выделено сухое отапливаемое помещение для операторского пункта. Оно должно быть удобным для работы обслуживающего персонала и приспособлено для ведения мелких ремонтных работ.

СЫРЬЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

В связи с механизацией уборочных работ, значительным сокращением сроков уборки и вывозки свеклы с полей и укрупнением свеклоприемочных пунктов условия приемки свеклы, ее учет и оценка качества приобрели первостепенное значение. Приемщик сырья снабжается техническими средствами для быстрого объективного определения качества свеклы в целях оперативного расчета с поставщиками. При определении качества сырья используют целый комплекс разных механизмов для подготовки свеклы к измерениям, а также для измерений. Такие комплексы механизмов, объединенные в линии, предназначаются для определения общей загрязненности свеклы и ее сахаристости.

Для определения загрязненности свеклы отбирают пробу из транспортного средства, транспортируют к весам и определяют массу (брутто) загрязненной свеклы. Затем грязь со свеклы удаляют в моечной машине, снова транспортируют свеклу к весам и доочищают. Далее находят массу (нетто) очищенной свеклы, удаляют проанализированную пробу и рассчитывают загрязненность свеклы как отношение разности массы брутто и нетто к массе брутто, выраженное в процентах. Отбор проб для анализа на общую загрязненность осуществляют с помощью полуавтоматической пробоотборной установки «Рюпро» (ГДР). Расчет величины общей загрязненности свеклы производят с помощью автоматического счетного аппарата или вручную.

Анализ свеклы на сахаристость на практике осуществляют методом горячей и холодной водной дигестии. При анализе на сахаристость упрощенным методом горячей водной дигестии выполняют следующие основные операции: получение мезги из пробы

свеклы, определение навески мезги, дозирование дистиллированной воды, разбавленной свинцовым уксусом, нагревание дигестивного сосуда с пробой в течение 30 мин при 75—80 °С, охлаждение сосуда в течение 20 мин при 20 °С, фильтрование суспензии с получением дигерата, измерение содержания сахара в дигерате поляризационным методом.

Метод холодной водной дигестии включает следующие основные операции: получение мезги из пробы свеклы, определение навески мезги (дозирование), измельчение и дигерирование мезги, осветление дигерата, измерение содержания сахара в дигерате поляризационным методом.

Из этих методов для автоматизации наиболее подходит метод холодной водной дигестии, так как он проще по техническому исполнению.

Для анализа свеклы на сахаристость методом холодной водной дигестии используют линию типа УЛС-1, которую устанавливают в сырьевых лабораториях свеклоприемных пунктов (занимает она 13 м² площади). С внедрением этой линии резко повысились производительность и качество труда приемщика свеклы.

ТРАКТ ПОДАЧИ СВЕКЛЫ

В тракт входят кагатное поле, гидротранспортеры, станции подъема и очистки свеклы. В общий тракт подачи свеклы входят также свекломойка и бункер свеклы над свеклорезками. Тракт подачи свеклы делится на два участка: I — гидротранспортеры, сплавные площадки, бурачные, станции очистки, моющая часть свекломойки; II — выбрасывающая часть свекломойки, бункер свеклы над свеклорезками.

Свеклу из кагатов или бурачной при помощи гидрантов и гидротранспортеров подают в завод. Скорость движения свекловодяной смеси в главном транспортере составляет почти 1 м/с и обеспечивается уклоном последнего до 15 мм/м, а на закруглениях — до 20 мм/м. Расход воды для транспортирования свеклы достигает 600—700 % ее массы. Непосредственно перед заводом свекловодяная смесь из гидротранспортера подается центробежными свеклонасосами на эстакаду. В зависимости от производительности завода устанавливают одну или две свекломойки. Во втором случае свекла распределяется между ними при помощи поворотного шиберы. Наибольшее распространение получили свекломойки корытного типа с одним или двумя уровнями воды. При реконструкции сахарных заводов часто применяют более прогрессивную свекломойку барабанной типа, обеспечивающую производительность до 6 тыс. т свеклы в сутки.

Мытая свекла свекловичными элеваторами подается на механические весы, а затем в бункер над свеклорезками. Количество

свеклы по уровню в бункере над свеклорезками является критерием согласованности в работе тракта подачи свеклы и диффузионной установки. Если производительность диффузионной установки выше количества свеклы, подаваемой трактом подачи, то уровень ее в бункере понижается, если ниже — то повышается. Подачу свеклы в бункер осуществляют включением выбрасывающих лап свекломоек. Обслуживание свекломоек состоит в регулировании количества поступающих в нее свеклы и воды, систематической чистке песко- и камнеловушек, водосливного желоба, грабельного транспортера и решеток. Нельзя допускать перегрузки свекломойки свеклой во избежание поломок вала и привода. При наличии свеклы в моющей части свекломойки кулаковый вал этой части останавливать нельзя во избежание поломки при его пуске. Сила тока, потребляемого моющей частью свекломойки, должна быть не более 40—50 А.

При установке свекломойки барабанного типа необходимо позаботиться о том, чтобы бункер свеклы был оборудован устройством аналогового (или близкого к аналоговому) измерения уровня или массы свеклы. В противном случае возможности для плавного регулирования производительности свекломойки за счет изменения частоты вращения барабана с помощью тиристорного электропривода не будут использованы.

На участке подачи свеклы непосредственно в барабан желательно установить короткий конвейер с преобразователем нагрузки транспортера. Сигнал преобразователя позволяет улучшить качество регулирования нагрузки свекломойки.

От работы тракта подачи свеклы во многом зависит производительность завода. Управление трактом подачи свеклы затрудняют следующие моменты: значительная длина гидротранспортеров, приводящая при изменении темпа подачи свеклы в завод к пульсации свекловодяной смеси в них; нарушение непрерывности в подаче свеклы с мест ее хранения вследствие выхода из строя применяемых средств, необходимости их ремонта и недостаточного наличия свеклы в данном месте ее подачи и др.; переходы с одной точки сплава свеклы на другую. При этом затрачивается много времени на ввод в систему гидроподдачи дополнительного количества воды в начале сплава свеклы по включаемому в работу транспортеру, особенно если длина последующего превышает длину предыдущего. Наряду с учетом этих моментов при подготовке к автоматизации следует осуществить такие мероприятия: оборудовать главный гидротранспортер стабилизирующими решетками, установить в его начале буферную емкость для свеклы, правильно разместить регулирующие и отсекающие механизмы, предусмотреть в системе обратного водоснабжения гидроподдачи свеклы аккумулирующую емкость для воды, оборудовать над свеклорезками бункер для свеклы достаточной вместимости.

Целесообразность осуществления предлагаемых мероприятий обосновывается расчетами. Так, решетки целесообразно располагать на расстоянии 450—500 мм от дна гидротранспортера и делать съемными для облегчения ремонта последнего. В условиях сахарных заводов для решеток удобно использовать отработавшие трубы подогревателей $\varnothing$ 33 мм. Установка горизонтальных решеток способствует сокращению пульсации свекловодяной смеси и облегчает регулирование подачи свеклы.

Наиболее простыми и надежными механизмами для регулирования подачи свеклы являются пульсирующие и отсекающие решетчатые шиберы, причем важно их правильно разместить на тракте. Места установки шиберов по тракту подачи свеклы определяют по расходу транспортной воды в заводе, объемной массе свеклы в моющей части свекломойки и мощности ее привода. Перечисленные факторы влияют на оптимальное расстояние между первым пульсирующим шибером и моющей частью свекломойки. От правильного определения этого расстояния зависят расстановка всех средств регулирования, а также выбор типа и числа их. Исходя из допустимого транспортного запаздывания движущейся свеклы и объемной массы свеклы в мойке, указанное расстояние (в м)

$$L = 0,144 \omega \rho \Delta t / 100,$$

где 0,144 м³/кг — коэффициент; ω — скорость движения свекловодяной смеси, м/с; ρ — объемная масса свеклы, кг/м³; Δt — допустимое отклонение объемной массы свеклы, %; t — продолжительность пребывания свеклы в мойке, мин.

С учетом допустимой перегрузки электродвигателя моющей части свекломойки расстояние

$$L = 0,144 \omega \rho t (\sqrt{0,49 + 1,4 \Delta N / 100} - 0,7),$$

где ΔN — допустимая перегрузка электродвигателя моющей части свекломойки по отношению к мощности, потребляемой им при номинальной нагрузке, %.

Расчеты показывают, что первый пульсирующий шибер целесообразно устанавливать на расстоянии 30—50 м от свекломойки. Причем чем меньше это расстояние, тем надежнее система управления трактом. После определения места установки первого пульсирующего шибера расстановку остальных регулирующих механизмов осуществляют с учетом местных условий по ходу свеклы таким образом:

станцию очистки свеклы (соломо- и камнеловушки) располагают между свекломойкой и расчетным местом установки первого пульсирующего шибера. При этом пульсирующий шибер устанавливают непосредственно перед станцией очистки;

станцию очистки свеклы располагают за пределами расчетного места установки первого шибера. В этом случае первый пульсирующий шибер размещают на расстоянии не более 50 м от свекломой-

ки, а перед станцией очистки свеклы устанавливают второй пульсирующий, или отсекающий, шибер;

при наличии станции подъема свеклы с насосами перед ней устанавливают третий пульсирующий шибер;

четвертый пульсирующий, или отсекающий, шибер устанавливают за буферной емкостью для свеклы на минимальном расстоянии, что исключало бы в случае закрытия шибера завал гидротранспортера свеклой.

Условием спокойного и устойчивого регулирования подачи свеклы является синхронность работы пульсирующих шиберов. Раму шибера на опорной конструкции устанавливают так, чтобы при полностью опущенной пульсирующей заслонке зазор между дном гидротранспортера и концами граблей составлял 10—20 мм. Объем буферной емкости должен обеспечивать непрерывное питание главного гидротранспортера свеклой в требуемом количестве. Его рассчитывают исходя из возможности приема всей свеклы, движущейся по самому длинному гидротранспортеру склада свеклы, в момент прекращения забора ее заводом вследствие заполнения главного гидротранспортера (худший случай). Объем емкости (в м³)

$$V = 10Al/0,864\omega p,$$

где A — производительность завода, тыс. т в сутки; l — длина наибольшего перед емкостью полевого гидротранспортера, м.

Наличие бункера для свеклы перед свеклорезками предотвращает неравномерность в работе тракта подачи свеклы, с одной стороны, и неритмичность в работе сокодобывающего отделения, с другой. Вместимость бункера выбирают с учетом климатических условий зоны сахарного завода и в лучшем случае в расчете на 20—30 мин работы. При работе завода в условиях низких температур вместимость бункера выбирают минимальной во избежание образования комов свеклы в результате примораживания.

СОКОДОБЫВАЮЩЕЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Извлечение сахара из свекловичной стружки — один из основных процессов свеклосахарного производства, которым в значительной степени определяются качество и количество получаемого сахара и эффективность работы завода в целом. На отечественных сахарных заводах этот процесс осуществляют, как правило, на диффузионных аппаратах непрерывного действия, пришедших на смену диффузионным батареям периодического действия Роберта. Существуют диффузионные аппараты ротационные, цепные, колонные, наклонные, различающиеся по конструкции, производительности, технологическим показателям, но имеющими один принцип действия — противоточное выколачивание.

Экстракцию сахара из свеклы осуществляют на большинстве заводов в колонных и наклонных диффузионных аппаратах. Колонная диффузионная установка включает высушиватель колонного типа, ошпариватель, подогреватель сока, подогреватель подготовки воды для питания аппарата. В нижнюю часть аппарата подается сокоотружечная смесь, которая перемещается вверх транспортно-мешательным органом и где из нее отбирается диффузионный сок на ошпаривание. В верхнюю часть подводятся жомопрессовая и свежая вода и выводится жом. Работа транспортно-мешательного органа регламентируется удельной нагрузкой объема аппарата стружкой, которая поддерживается постоянной и равной 700 кг/м^3 . Средняя температура сокоотружечной смеси в высушивателе поддерживается на уровне 72°C , что достигается нагреванием воды и стружки в ошпаривателе. Различают две стадии ошпаривания: предварительное и основное.

Стружка температурой 10°C через шахту ошпаривателя поступает в теплообменную часть аппарата, где предварительно ошпаривается диффузионным соком, нагретым до 72°C в количестве 120% к массе свеклы и отобраным через сита из нижней части колонны. Из этой части ошпаривателя сок температурой 45°C через сита отводится в производство, а стружка с помощью вращающегося транспортного органа продвигается в мешалку ошпаривателя, где перемешивается и ошпаривается нагретым до 85°C циркулирующим соком в количестве 300% к массе свеклы.

Из мешалки образующаяся сокоотружечная смесь температурой 74°C в количестве 400% к массе свеклы насосом подается в диффузионный аппарат.

При работе диффузионной установки колонного типа без учета системы подготовки воды контролируют массовый расход стружки, расход диффузионного сока и содержание сухих веществ в нем, температуру и расход сока на предошпаривание и циркуляцию в мешалку ошпаривателя, уровень сока в мешалке ошпаривателя и стружки в шахте ошпаривателя, уровень, температуру и pH сока в колонне, состояние сит колонны и ошпаривателя, удельную нагрузку объема аппарата стружкой, потери сахара в жоме.

В диффузионной наклонной установке весь процесс экстракции сахара из свекловичной стружки осуществляют в одном аппарате, который располагают под углом 8° к горизонту. Стружку подают в нижнюю часть аппарата и перемещают по наклонному днищу вверх двухшнековым транспортным органом: из нижней части через сито отводят в производство диффузионный сок температурой 30°C . В верхней части аппарата выводится жом и подается вода — свежая температурой 65°C и жомопрессовая температурой 74°C . Нагревание сокоотружечной смеси осуществляют паром, подаваемым в четыре греющие камеры, расположенные по длине аппарата, благодаря чему поддерживается температура смеси

по зонам (в °C): I — 69, II — 72—76, III — 72—74, IV — 66. Частоту вращения шнеков аппарата устанавливают в зависимости от производительности аппарата и технологических параметров, удельная нагрузка объема аппарата стружкой составляет 650 кг/м³. Правильная загрузка аппарата стружкой обеспечивает нормальное течение процесса экстракции. При проведении технологического процесса в аппаратах наклонного типа контролируют соотношение стружка — вода, расход стружки, удельную нагрузку объема аппарата и частоту вращения шнеков, расход диффузионного сока и концентрацию сухих веществ в нем, уровни сокоотрующей смеси в аппарате, температуру смеси по зонам, pH сока, потери сахара в жоме, состояние сита.

Система подготовки воды для питания диффузионных установок предусматривает полное использование жомпрессовой воды и добавление свежей. Жомпрессовую воду перед использованием очищают от мезги и нагревают до 74 °C, свежую воду сульфитируют до pH₂₀ 6 и нагревают до 65 °C. В процессе работы системы подготовки воды контролируют расход и температуру жомпрессовой воды, расход, температуру и pH свежей воды.

Хорошая работа отделения достигается на тех сахарных заводах, где при проектировании, строительстве и эксплуатации учитывают особенности конструкции оборудования, вопросы технологического и организационного порядка.

При подготовке свеклоперерабатывающего отделения к автоматизации прежде всего осуществляют мероприятия, предотвращающие неритмичную работу тракта подачи свеклы и станции дефекокасации: установка бункера для свеклы перед свеклорезками, буферного сборника после диффузионного аппарата, вместимость которого рассчитана на 20—30 мин работы завода, сборника питательной воды.

Прекращение подачи питательной воды влечет за собой поломку шнеков наклонных аппаратов и вызывается как нарушениями нормальной работы системы водоподготовки, так и перерывами в подаче стружки в аппарат.

Причиной нарушений в работе отделения является неправильный выбор трубопроводов и насосов, производительность и давление которых не соответствуют требуемым, что резко ухудшает качество регулирования. Нередко из-за неправильного выбора теплообменного оборудования, просчетов в проектных решениях отделения, неполадок в системе отвода конденсата средства автоматизации бессильны обеспечить нагревание продуктов до требуемой температуры.

При установке двух и более параллельно работающих диффузионных аппаратов объединение системы подготовки жомпрессовой воды в одну общую систему нежелательно, так как это может влиять на ход процесса диффузии в каждом из аппаратов и затруд-

няет контроль по таким параметрам, как содержание сухих веществ в диффузионном соке, содержание сахара в жоме, pH сока в аппарате и др. Систему подготовки свежей питательной воды выполняют общей для всех диффузионных аппаратов. При подготовке к автоматизации важное значение имеет качество свекловичной стружки, которое обеспечивается надежной и качественной работой свеклорезок.

УЧАСТОК ОЧИСТКИ ДИФфуЗИОННОГО СОКА

СТАНЦИЯ ДЕФЕКОСАТУРАЦИИ И СУЛЬФИТАЦИИ

Среди существующих схем дефекосатурации наибольшее распространение в промышленности получила схема, включающая предварительную и основную defeкации, I сатурацию, defeкацию перед II сатурацией и II сатурацию.

В процессе предdefeкации выделяется максимальное количество коллоидов из диффузионного сока; сокам придается щелочная реакция; укрупняются нерастворимые кальциевые соли и удаляется большая часть микроорганизмов, адсорбируемых осадком. Как правило, на сахарных заводах применяются оптимальная и прогрессивная холодная, теплая и горячая предdefeкации.

Оптимальную предdefeкацию осуществляют нормально отсатурированным нефилтрованным соком I сатурации в количестве 100—150 % и defeкованным соком в количестве 15—30 % к массе свеклы. В результате смешивания соков в соотношениях, заданных заводской лабораторией, достигается оптимальное значение pH_{20} 10,8—11,2.

Прогрессивную предdefeкацию осуществляют постепенным во времени добавлением к диффузионному соку известкового молока (0,3—0,35 % CaO) и сока I сатурации (30—100 % к массе свеклы) или его сгущенной суспензии (10—20 % к массе свеклы), что обеспечивает плавное повышение pH раствора до оптимального значения 10,8—11,2.

В процессе основной defeкации к соку добавляют 1,8—2,5 % извести в виде известкового молока для образования на I сатурации карбоната кальция, осадок которого служит для фильтрования сока, а также адсорбции несахаров, в результате чего происходят разложение некоторых веществ (инвертного сахара, глутамина) и осаждение ряда кислот (щавелевой, лимонной, винной и др.). При этом из общего количества извести в соке (14 %-ный раствор сахара) растворяется только 0,25 % ее, чего вполне достаточно для химических реакций в defeкагоре. Остальная известь транспортируется через аппарат на I сатурацию. Известь в виде известкового молока дозируют с помощью разных дозаторов и регулирующих устройств.

Контроль за процессом основной дефекации осуществляют по щелочности, определяемой титрованием с помощью прибора Каппуса в присутствии фенолфталеина (свободная известь) или метилового оранжевого (общее количество извести). Щелочность сока после основной дефекации по фенолфталеину поддерживают на уровне 0,8—1,1 % СаО, что соответствует 0,8—1,1 г СаО на 100 мл сока. Различают комбинированную холодно (тепло) — горячую либо одноступенчатую горячую дефекации — обработку сока известью при температуре 40—50 (50—60) и 85—90 °С продолжительностью 20—30 [допускается до 60] (10—15) и 5—10 мин соответственно, причем в первом случае все известковое молоко подают на холодную ступень дефекации.

На I сатурации происходит адсорбция известковых солей, красящих веществ и коллоидов, оставшихся в растворе после предварительной дефекации; осадок приобретает структуру, облегчающую фильтрование.

При сатурации сока, полученного в процессе основной дефекации, различают два этапа, во время которых наступают характерные изменения структуры и осадка и раствора. На первом этапе (щелочность сока выше 0,1 % СаО) при обработке дефекованного сока CO_2 рН раствора падает, а осадок приобретает зернистую консистенцию, способствующую хорошему фильтрованию сока. Одновременно карбонат кальция адсорбирует на своей поверхности соли кальция и красящие вещества, что способствует снижению цветности сока C (рис. 1.1). При дальнейшем снижении рН наступает второй этап (щелочность сока ниже 0,09 % СаО), когда повышается фильтрующая способность осадка (скорость фильтрования v растет), но качество отфильтрованного сока падает (повышаются цветность и содержание солей кальция). Между этими двумя этапами сатурации вблизи рН₂₀ 11 находится зона (щелочность сока 0,09—0,1 % СаО), где цветность и количество солей кальция минимальны. Эта оптимальная область I сатурации количественно соответствует оптимальному рН преддефекации. Обычно оптимальная точка I сатурации колеблется в зависимости от условий конкретного завода, в частности от производительности станции фильтрования. Значительное влияние на процесс I сатурации оказывают температура и продолжительность его. При быстрой сатурации получается более мелкий осадок, что обеспечивает снижение цветности сока и повышение скорости фильтрования за счет удержания на поверхности мелких частиц осадка CaCO_3 с большой суммарной поверхностью коллоидов (белки, пектиновые вещества), содержащихся в осадке. Кроме того, осадок получается равномерным, что также облегчает фильтрование.

Продолжительность I сатурации составляет 10 мин, что позволяет поддерживать равномерную щелочность сока. Температура сока на I сатурации также влияет на дисперсность осадка CaCO_3 .

и по типовой схеме составляет 85—90 °С. Контроль в процессе I сатурации предусматривает определение щелочности методом титрования или рН сока, качества сатурационного газа, измерение температуры сока, наблюдение за уровнем сока в аппарате, определение фильтрующей способности осадка по фильтрационному коэффициенту или скорости фильтрования и качества сока (цветность, содержание солей Са, доброкачественность фильтрата).

Задачей II сатурации является снижение щелочности сока и содержания в нем солей кальция. В процессе сатурации сока содержание солей кальция в растворе поддерживают минимальным, чему соответствует определенный рН. Это значение рН носит название оптимальной щелочности и зависит от состава оставшихся в соке сахарах (рис. 1.2).

При переработке поврежденной свеклы или свеклы плохого качества перед II сатурацией проводят повторную дефекацию, для чего фильтрованный сок I сатурации подогревают до 90—96 °С и подают в нижнюю часть дефекатора совместно с известковым молоком (0,2—0,6 % СаО к массе свеклы), выдерживают 2—5 мин и направляют в сатуратор.

Контроль в процессе II сатурации предусматривает определение щелочности и рН сока, измерение температуры, наблюдение за уровнем жидкости в аппарате, нахождение оптимальной щелочности и соответствующего ей рН по минимальному количеству солей кальция.

При дефекации перед II сатурацией контролируют щелочность сока до и после дефекатора, расход сока и извести, температуру в дефекаторе.

При сульфитации происходят обесцвечивание соков путем восстановления красящих веществ в бесцветные соединения и снижение щелочности и вязкости сиропа. Щелочность сока и си-

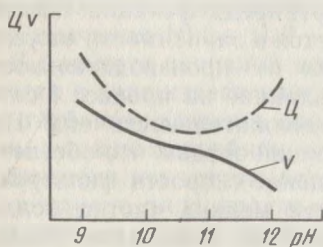


Рис. 1.1. Зависимость скорости фильтрования v и цветности $Ц$ сока I сатурации от рН

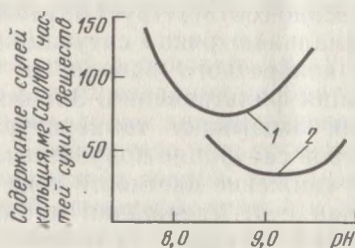


Рис. 1.2. Зависимость оптимальной щелочности сока II сатурации от содержания солей кальция:

1 — анионы сильных кислот; 2 — анионы слабых кислот

ропа при сульфитации снижается до 0,005 % CaO (pH_{20} 7,5—9,0). В сахарном производстве сульфитируют фильтрованный сок II сатурации и сироп после выпарной установки, для чего используют серу в количестве 0,025 % к массе свеклы.

Для максимального использования SO_2 в процессе сульфитации сока температура его должна быть ниже 40 °С.

Технологическое оборудование станции дефекосатурации и сульфитации является непрерывно действующим, что облегчает автоматизацию этих процессов. Вместе с тем подготовку технологических участков к автоматизации следует проводить с учетом того, что характерные возмущения (неритмичность основного и вспомогательных технологических потоков и их параметров) составляют около 30 %. Следовательно, при автоматизации процессов дефекосатурации и сульфитации требуется соответствующий запас регулирующей среды.

При подготовке станции дефекосатурации к автоматизации следует предусмотреть прежде всего автоматизацию подогревателей сока после диффузионной установки, холодной ступени дефекации и перед II сатурацией, а также упорядочить подачу разливов из сборника. Разливы направляют в аппарат холодной ступени дефекации в комбинированной схеме либо автоматически растянuto во времени в преддефекатор в схеме с горячей дефекацией. В последнем случае важно правильно выполнить слив сока из преддефекатора в дефекатор. Перелив сока в эту коммуникацию должен происходить равномерно по всему периметру входного отверстия. В противном случае движущаяся жидкость захватывает газ (воздух, пар), который, проходя затем через коммуникацию подачи известкового молока, способствует появлению пены в дозаторе известкового молока, затрудняя его работу.

Датчик pH для контроля процесса в преддефекаторе размещают в верхней крышке аппарата так, чтобы чувствительный элемент прибора находился несколько ниже (на 150—200 мм) уровня слива сока из преддефекатора.

Особенно важное значение приобретает подготовка оборудования для подачи известкового молока в аппараты станции дефекосатурации. Существующие средства автоматизации этого узла требуют обязательной установки сборника известкового молока с мешательным устройством на отметке, которая выше не менее чем на 2 м уровня перелива сока из аппарата, потребляющего известь и расположенного на самой высокой отметке в станции дефекосатурации. Из нижней части сборника известковое молоко выводится через дозирующие устройства в аппараты по коммуникациям диаметром не менее 100 мм. Избыток молока из сборника самотеком направляется в известковое отделение по коммуникации диаметром не менее 150 мм. Если известковое отделение завода расположено выше станции дефекосатурации, то возврат молока

осуществляется через промежуточный сборник, установленный на нулевой отметке. Все коммуникации для транспортирования известкового молока выполняют с уклоном не менее 1 : 10.

В зависимости от типа измерительного и регулирующего (дозировющего) устройств на площадку со сборником известкового молока подводят воду чистую питьевую и аммиачную. Песок из известкового молока удаляют в известковом отделении завода с помощью песколовушек и гидроциклонов.

Если дозирование известкового молока в аппараты осуществляется без возврата избытка, то чересные коммуникации указанного сборника и дозирующих устройств используют только в аварийном случае для предотвращения разливов.

При этом трубопровод известкового молока может выполняться в виде кольца, откуда часть потока поступает на дефекосатурацию, а избыток возвращается в известковое отделение, предварительно поднявшись на 0,5—1 м выше сборника. В верхней части кольца выполнена оттяжка в атмосферу, и в сборнике поддерживается постоянный уровень жидкости путем регулирования «на притоке» с помощью шлангового затвора. Такой же затвор устанавливают перед дозатором известкового молока, который используют только в качестве расходомера; схема улучшает расходную характеристику затворов, так как расход жидкости определяется только положением регулирующего органа.

В связи с ростом производительности сахарных заводов на отдельных участках технологической схемы, например после холодной ступени дефекации, устанавливают высоконапорные ($p_y > 0,6$ МПа) насосы, в частности НДВ, которые требуют несколько иного подхода при автоматическом регулировании производительности по сравнению с насосами типа СОТ ($p_y \leq 0,6$ МПа). Здесь целесообразно применять контур рециркуляции путем монтажа трубопровода, диаметр которого равен диаметру нагнетательного патрубка с регулирующим органом между выходом и входом насоса. При этом увеличение производительности достигается закрытием регулирующего органа, и наоборот, а сам насос «разгружен» по давлению на выходе.

При автоматизации станции сатурации после абсорберов устанавливают сборники, вместимость которых рассчитана на 10—15 мин работы завода при нормальной производительности. Разные технологические потоки, например промой концентрацией сухих веществ более 8 % с дисковых фильтров, следует направлять в сборник после сатуратора. Уровень сока в аппарате II сатурации устанавливают ниже на 500—800 мм относительно уровня его в аппарате I сатурации, что облегчит управление работой аппарата II сатурации при сбросе части газа в атмосферу. Такое положение достигается установкой перегородки в контрольном ящике аппарата I сатурации.

Если для подачи сатурационного газа используют поршневую машину, то на коллекторе сатурационного газа устанавливают механический предохранительный клапан сброса газа в атмосферу.

Подготовка станции сульфитации включает подготовку источника получения газообразного SO_2 и реактора-сульфитатора. В промышленности широко используются вращающиеся сернистые печи БВЯ в комплекте с сублиматором. Они инерционные и регулирование их производительности по газу крайне затруднено. Для облегчения обслуживания печи нужно установить бункер-питатель подачи комовой серы в аппарат.

На сахарных заводах широко внедряются жидкостно-струйные сульфитаторы ПСК (для сока) и ПСМ (для сиропа), позволяющие использовать до 98 % диоксида серы при низкой металлоемкости на малых производственных площадях. При автоматизации сульфитаторов ПСК и ПСМ насос для подачи жидкости должен обеспечить давление перед аппаратами не ниже 0,3 МПа, которое поддерживается регулятором прямого действия.

Поддержание pH продуктов осуществляется по расходу сульфитационного газа или по концентрации SO_2 в газовой смеси. Внедрение первого способа регулирующего воздействия требует, чтобы, как минимум, две сернистые печи работали на один газовый коллектор, что исключает возможность погасания любой из печей, когда отключается один из сульфитаторов. Регулирующий орган в этом случае устанавливают на газовой коммуникации. Во втором способе регулирующий орган устанавливают на трубопроводе сброса газа в атмосферу.

СТАНЦИЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ СОКОВ И СИРОПОВ

Фильтрация — один из составных процессов в схеме очистки диффузионного сока — служит для выделения твердых частиц из суспензий, которыми являются сатурационные и сульфитационные соки и сиропы. В сахарной промышленности для фильтрации применяют разное оборудование. Для основного фильтрации сока I сатурации используют фильтры ФилС, отстойники и дисковые фильтры в комплекте с вакуум-фильтрами; для фильтрации сока II сатурации — фильтры ФилС, патронные и дисковые фильтры.

Контрольное фильтрование сока I сатурации осуществляют на патронных, мешочных или дисковых фильтрах, сока II сатурации — на мешочных или дисковых, сульфитированного сока — на мешочных, патронных, тарельчатых фильтрах, сиропа — на мешочных, дисковых или фильтрах с фиксированным слоем осадка и пульсационной регенерацией.

Цикл работы фильтра ФилС состоит из следующих основных операций: активное фильтрование — частичный выпуск сока — активное фильтрование — выгрузка суспензии.

Полный цикл работы фильтра длится примерно 50 мин, из них 46 мин активного фильтрования. На вспомогательные операции затрачивается не более 5 мин. Управление фильтром осуществляется с помощью трех дисковых затворов. Работа на дисковых сгустителях заключается в обеспечении последовательности операций цикла, контроле количества фильтрата и продолжительности цикла в зависимости от качества нефильтрованного сока, контроля плотности суспензии.

На заводах небольшой производительности для фильтрования сока I и II сатурации служат дисковые фильтры. Управление технологическим процессом при их использовании осуществляется по времени, при этом полный цикл работы фильтра составляет около 3 ч. Фильтр весьма трудоемок в обслуживании, так как управляется десятью вентилями, а поэтому оператору станции фильтрования приходится свыше 500 раз в смену обращаться к ручному управлению вентилями.

При работе дисковых фильтров контролируют давление в корпусе фильтра, количество фильтрата в зависимости от качества нефильтрованного сока и концентрацию сухих веществ в промывном.

В качестве сгустителей сока I сатурации используют многоярусные отстойники и редко дисковые сгустители. Более совершенен и перспективен одноярусный отстойник Айса, время пребывания сока в котором составляет не более 10 мин, а осветленный сок содержит почти в 3 раза меньше мути по сравнению с многоярусным отстойником. Контроль работы отстойников предусматривает поддержание стабильной плотности суспензии (1160 кг/м^3) и получение фильтрованного сока требуемого качества.

Технологический процесс на вакуум-фильтрах контролируют по уровню суспензии в корыте и ее плотности, качеству обессахаривания осадка, разрежению в ресивере.

Наиболее распространены на большинстве заводов для фильтрования сиропа дисковые фильтры, принцип работы и контроль за работой которых аналогичны дисковым фильтрам для сока. В этих фильтрах отсутствуют сопловый аппарат и шнек, осадок удаляется обратным потоком фильтрованного сока. Так как фильтрование ведется через слой кизельгура, в работе с этими фильтрами существенным является управление приготовлением кизельгура, наносимого на фильтрующие рамки.

Обычно станция фильтрования состоит из аппаратов, которые включаются в параллельную работу из-за недостаточной единичной производительности отдельных фильтров. Фильтры трудоемки в обслуживании, поэтому требуется тщательная подготовка их к автоматизации. Прежде всего после фильтров размещают технологические сборники и напорные сборники требуемой вместимости, а также насосы соответствующей производительности. Самотеч-

ные коммуникации во избежание отложения твердых осадков на стенках прокладывают с уклоном в сторону сборников.

При установке фильтров предусматривают возможность монтажа автоматической регулирующей арматуры (клапанов, заслонок, шиберов) в местах, удобных для обслуживания. Для смыва осадка с дисковых фильтров обеспечивается давление воды 1 МПа. Для выслаживания осадка на вакуум-фильтрах устанавливают форсунки, которые обеспечивают наиболее равномерное орошение поверхности; воду перед подачей в коллектор форсунок фильтруют. Для фильтров (фильтры ФиЛС, ПФП, дисковые грязесгустители), где осадок плотностью 1180—1210 кг/м³ удаляется обратным потоком фильтрованного сока, весьма важно правильно выбрать трубопровод для подачи такой суспензии в сборник осадка, откуда она затем направляется в корыто вакуум-фильтров.

ВЫПАРНАЯ УСТАНОВКА

На данном участке осуществляется сгущение фильтрованного сока II сатурации с 14—16 до 65 % сухих веществ (СВ), получение пара для теплоиспользующей аппаратуры, а также снабжение конденсатом котлоагрегатов и технологического оборудования.

При выпаривании воды из очищенного сока применяют принцип многократного использования пара. В нашей стране нашла широкое применение четырехкорпусная установка с концентратором, IV корпус и концентратор которой работают под разрежением. В целях экономии топлива и интенсификации тепловых процессов на ряде заводов внедрена пятикорпусная выпарная установка с повышенным температурным режимом, в которой только V корпус работает под небольшим разрежением.

Расход пара на выпаривание составляет 40—50 % к массе перерабатываемой свеклы. В греющую камеру I корпуса выпарной установки подводят пар из коллектора, где абсолютное давление составляет 0,3—0,4 МПа. Коллектор является сборником, куда подают весь отработанный пар (пар после турбины) и часть редуцированного острого пара после котлоагрегатов, которая составляет 15—20 % общего расхода пара на выпарную установку. Оптимальные условия работы выпарной установки обеспечиваются путем контроля и регулирования по корпусам ряда параметров, основные из которых приведены в табл. 1.

Заданная испарительная способность выпарной установки достигается за счет полезной разности температур между греющим и соковым паром по корпусам, которая обеспечивается путем стабилизации теплоперепада на выпарной установке как разницы между температурой раствора в I корпусе и V (концентраторе). Если указанный теплоперепад выдержан, то давление по корпусу

Параметр	Корпуса				
	I	II	III	IV	концентра- тор)

Четырехкорпусная с концентратором

Температура греющего пара, °С	132	124,5	115	101	84
Абсолютное давление греющего пара, МПа	0,292	0,233	0,172	0,107	0,057
Полезная разность температур, °С	6	7,5	10,5	12	15,6
Температура кипения сока, °С	126	117	104,5	89	68,4
Температура сокового пара, °С	125,5	116	102	85	65
Абсолютное давление сокового пара, МПа	0,241	0,178	0,111	0,059	0,0255
Температура конденсата, °С	130	122,5	113	99	82

Пятикорпусная с повышенным температурным режимом

Температура греющего пара, °С	136	127,5	119	110	99
Абсолютное давление греющего пара, МПа	0,322	0,25	0,192	0,143	0,098
Полезная разность температур, °С	7	6,5	7	8	8,5
Температура кипения сока, °С	129	121	112	102	90,5
Температура сокового пара, °С	128,5	120	111	100	86,5
Абсолютное давление сокового пара, МПа	0,258	0,199	0,148	0,101	0,061
Температура конденсата, °С	134	125,5	117	108	97

сам устанавливается автоматически, как на саморегулируемом объекте.

С увеличением теплоперепада между I корпусом и V (концентратором) процесс выпаривания интенсифицируется и становится более экономичным. Температуру кипения сока в I корпусе во избежание интенсивного разложения сахарозы ограничивают 126—128 °С, а температура кипения сока в последнем корпусе обусловлена технически достижимым остаточным давлением в конденсаторах и не может быть ниже 60 °С.

В последнее время в связи с совершенствованием дефекосатурационной очистки диффузионного сока, позволившей получать термоустойчивые соки, температура кипения сока в I корпусе может быть увеличена до 129—132 °С. Целесообразность такого решения оправдана особенно в тех случаях, когда в качестве I корпуса применяют аппараты прямоточно-плочный ВАПП или однопроходный длиннотрубный А2-ПВД, продолжительность пребывания сока в которых минимальна и составляет 40—60 с.

Таким образом, измерение давления или температуры, которые для насыщенного пара связаны однозначно, является определяющим для контроля за работой и управления выпарной установ-

кой. Приборы для измерения давления менее инерционны и поэтому более широко распространены в промышленности.

При работе циркуляционного выпарного аппарата различают уровень, обеспечивающий покрытие трубных решеток кипящим соком и видимый в смотровом стекле, и уровень сока в циркуляционной трубе. При постоянных плотности сока и тепловой нагрузке аппарата последний однозначно характеризует уровень в смотровом стекле и надежно измеряется в камерах, установленных рядом с корпусом параллельно циркуляционной трубе. Измерительная камера соединяется с выпарным аппаратом внизу по соку и вверху по пару. Значение оптимального кажущегося уровня в выпарных аппаратах составляет (в % от высоты кипящих труб): I — 20—30, II — 30—40, III — 40—50, IV — 50—60, V — 60—70. При использовании двояных корпусов (а, б) эти значения следующие: Ia — 20—25, Ib — 25—30, IIa — 30—35, IIb — 35—40, IIIa — 40—45, IIIb — 45—50, IV — 50—60, V — 60—70. Отклонение уровней от указанных значений приводит к нарушению технологического режима выпаривания.

Выпаривание в прямоточно-пленочном аппарате ВАПП конструкции ВНИИСПа происходит при прямоточном движении раствора в центральном подъемном пучке труб и нисходящем пленочном движении в периферийном пучке труб. Для равномерного распределения раствора по трубкам пленочной части над ними расположено ситчатое устройство. Удовлетворительное орошение поверхностей нагрева достигается за счет постоянного расхода раствора, поступающего в аппарат. Для этого применяется рециркуляция части упаренного сока с выхода на вход корпуса.

В однопроводном длиннотрубном выпарном аппарате А2-ПВД конструкции КТИПП выпаривание сока происходит в греющих трубках по мере движения последнего вверх. Отвод упаренного сока производится из надтрубного пространства аппарата.

Качество работы выпарной установки оценивают по плотности сиропа на выходе из V корпуса (концентратора), которая поддерживается на уровне 65 % СВ. При снижении плотности сиропа расход пара на выпаривание резко увеличивается, так как довыпаривание воды ведет в вакуум-аппаратах с двукратным использованием пара, а продолжительность уваривания утфеля I продукта увеличивается. Сироп плотностью выше 70 % СВ хуже фильтруется и уваривается. Одновременно с контролем основных параметров работы выпарной установки измеряют ряд вспомогательных величин: температуру и расход сока в I корпус, давление и температуру пара в коллекторе, начало оголения поверхности нагрева корпусов, выход сиропа из концентратора и уровень в сборниках конденсата. Сок, поступающий в I корпус выпарной установки, подогревают в подогревателях, работа которых авто-

матизирована. Регулированием расхода сока в I корпус обеспечивают ритмичную работу установки.

Абсолютное давление пара в коллекторе перед выпарной установкой поддерживают в пределах 0,3—0,4 МПа путем регулирования производительности редуционно-охладительной установки (РОУ) ТЭЦ.

Об оголении поверхности нагрева корпусов судят по перепаду давления между греющим паром и соковым паром аппарата.

Контроль за откачкой сиропа из концентратора позволяет судить о ритмичности работы выпарной установки, а также регулировать ее производительность с учетом работы последующих участков.

Уровень конденсата в сборниках или гидравлических колонках контролируют в целях предотвращения заполнения греющих камер аппаратов конденсатом и отвода его по мере поступления на последующий сборник или в ТЭЦ.

Автоматизация выпарной установки повышает качество ведения технологического процесса и дает экономию топлива при переработке свеклы. Перед выпарной установкой размещают сборник для сока, вместимость которого обеспечивает работу завода в течение 20—30 мин. Сборник изготавливают цилиндрическим высотой 2,5—4 м с выходом в атмосферу диаметром не менее 100 мм. Если сборник отсутствует или имеет недостаточный объем, I корпус нередко используют в качестве буферной емкости, что резко ухудшает работу выпарной установки, нарушает ритмичность завода и его технологический режим.

Выпарные корпуса располагают на расстоянии, достаточном для установки регуливающей арматуры с минимальным числом колен и поворотов для получения минимального гидравлического сопротивления. На соковом потоке применяют регулирующие клапаны нормально-закрытого типа, которые монтируют на байпасных коммуникациях. В случае сдваивания циркуляционных корпусов первый аппарат устанавливают на 250—300 мм выше второго, при этом отвод вторичного пара из корпусов осуществляют трубопроводами с учетом гидравлического сопротивления и нагрузки по пару.

При автоматизации выпарной установки с прямоточно-пленочными аппаратами ВАПП предусматривается запас электронасосных агрегатов по производительности, а также контур рециркуляции на каждом корпусе с регулирующим органом для возмещения недостатка раствора, поступающего в аппарат за счет выходного продукта. После запорно-регулирующих органов системы управления для аварийной подачи сульфитированного сока в каждый корпус, а также аммиачной и химически очищенной воды в сборник сока монтируют запорную арматуру с ручным приводом.

При автоматизации однопроходного длиннотрубного выпар-

ного аппарата А2-ПВД предусматривают устройство для отвода сока из аппарата, которое представляет собой вертикальный цилиндрический сборник вместимостью 2,5 м³, имеющий сверху оттяжку в надсоковое пространство аппарата и снизу трубопровод забора упаренного сока из аппарата. Сборник оснащают выносной камерой для буйкового уровнемера и регулирующим клапаном на стоке в целях автоматизации отбора упаренного сока.

Для обеспечения и поддержания заданной плотности сиропа необходимо иметь достаточный запас тепловой производительности установки, который можно увеличить за счет отбора вторичных паров из последних корпусов установки и использования двух-трех термокомпрессоров для сжатия вторичного пара, работающих в постоянном режиме. Использование нескольких термокомпрессоров обеспечивает плавное выключение их из работы.

Под корпусами установки располагают площадку для обслуживания регулирующей и запорной арматуры, измерительных камер уровнемеров. На этой площадке устанавливают расходомеры конденсата, причем выход конденсата из них делают свободным. Это условие и определяет выбор высоты установки площадки.

Стабилизация давления в I корпусе и разрежения в V корпусе (концентраторе) обеспечивается в том случае, если ТЭЦ и конденсационная установка имеют запас по производительности. При его отсутствии или неправильной наладке РОУ регулирующие клапаны подачи пара в выпарную и конденсационную установки остаются открытыми.

Надежная работа конденсатного хозяйства выпарной установки достигается путем правильного выбора размеров сборников конденсата и диаметров регулирующих органов. Размеры сборников конденсата I—IV корпусов выбирают из условия сепарации паров вскипания конденсатов. Они должны соответствовать не менее чем двухминутному расходу конденсата при номинальной производительности завода. Объем сборника конденсата V корпуса (концентратора) должен в 1,5 раза превышать объем сборника конденсата IV корпуса, причем сборник V корпуса (концентратора) устанавливают на максимально возможную высоту для создания давления на насосах.

Для системы автоматического регулирования сборники такого небольшого объема служат в основном индикаторами отвода конденсата, что требует правильного выбора регулирующего органа. Характерными для выбора регулирующих органов являются технологические участки между сборниками, где движение конденсата происходит за счет перепада давлений в корпусах, а также на нагнетательных коммуникациях после насосов конденсата.

Расчет регулирующих органов производят по условной пропускной способности.

Движение конденсата между сборниками осуществляется благодаря значительному перепаду давлений, поэтому местные потери на трубопроводе и запорной арматуре можно не учитывать. При расчете клапанов на нагнетающих трубопроводах, после насосов перепадом давления задаемся с учетом характеристики насосов и потерь давления со стороны нагнетания. Величина перепада давлений на этих клапанах принята равной 0,1 МПа (1 кгс/см²).

СОКОВЫЙ ПОТОК

Ведущим материальным потоком на участке от диффузионных аппаратов до выпарной установки является соковый поток. Он охватывает несколько технологических участков и, как правило, включает станцию дефекосатурации (без II сатурации), станцию фильтрования сока I сатурации, II сатурации, станцию сульфитации сока II сатурации. Эти технологические участки разграничиваются между собой, а также с диффузионными аппаратами и выпарной установкой буферными сборниками.

Сокковый поток в производственных условиях может быть равномерным (ритмичным) только при условии согласования производительности всех технологических участков. Как правило, соковый поток не бывает равномерным в течение длительного времени. Равномерность потока в значительной степени определяет качество проведения химико-технологических процессов сокоочистки и эффективность работы сахарного завода в целом. Наилучшие результаты достигаются при регулировании сокового потока в соответствии с производительностью диффузионного отделения по свекловичной стружке. Несоблюдение этого условия может привести к ухудшению работы диффузионного отделения из-за неравномерности коэффициента откачки.

Полностью устранить диспропорцию между производительностью отдельных технологических участков невозможно. Для выравнивания (сглаживания) этой диспропорции на стыке участков устанавливают буферные сборники. Выравнивающая способность сборников зависит от характеристики возмущений и размеров сборников и определяется коэффициентом выравнивания K , который представляет собой отношение амплитуд колебаний потока на входе $\Delta Q_{\text{пр}}$ и выходе $\Delta Q_{\text{р}}$ из сборника:

$$K = \Delta Q_{\text{пр}} / \Delta Q_{\text{р}},$$

а с учетом параметров сборника и характеристики возмущений

$$K = F / [\partial Q_{\text{р}} / \partial H]_0 - (\partial Q_{\text{пр}} / \partial H)_0 t,$$

где F — площадь сборника, м²; $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{р}}$ — приток и расход сока, м³/с; H — высота уровня в сборнике, м; t — продолжительность импульсных колебаний потока на входе в сборник, с.

Величины $(\partial Q_p / \partial H)_0$ и $(\partial Q_{пр} / \partial H)_0$ учитывают самовыравнивание соответственно на выходе и входе сборника, которое определяется высотой уровня в нем, характеристикой насосов, трубопроводов, регулирующей арматуры и их взаимной компоновкой.

Выражение для K позволяет проанализировать динамику процесса сглаживания неравномерности потока при наличии буферных сборников. Так, при отсутствии каких-либо автоматических систем регулирования уровня приток сока в сборник $Q_{пр}$ не зависит от уровня, т. е. самовыравнивание на входе в сборник отсутствует и $(\partial Q_{пр} / \partial H)_0 = 0$. Расход же сока Q_p зависит от уровня в сборнике незначительно, так как производительность центробежного насоса мало зависит от колебаний уровня в сборнике, в результате чего величина $(\partial Q_p / \partial H)_0$ незначительна. При этих условиях величина коэффициента выравнивания потока получается большой (порядка нескольких десятков и даже сотен) и, следовательно, выравнивание потока высокоэффективно. Однако эта эффективность сведется к минимуму, если сборник переполнится, что приведет к переливу, или опорожнится, в результате чего ухудшатся условия работы насоса из-за захвата воздуха, а расход сока уменьшится или вообще прекратится. Использовать выравнивающую способность буферных сборников, предотвратив их переполнение и опорожнение, можно только при помощи средств автоматизации. В этом случае сборники являются элементами той или иной системы регулирования сокового потока.

Из выражения для K видно, что при жесткой стабилизации уровня в сборнике, например, с помощью системы пропорционально-интегрального регулирования на стоке, полностью устраняющей рассогласование между заданным и фактическим значениями уровня, расход сока из сборника может изменяться от нулевого до максимального значения при малейших колебаниях уровня в пределах чувствительности системы, чему соответствует очень малая величина коэффициента выравнивания. Теоретически $(\partial Q_p / \partial H)_0$ стремится к бесконечности, а K — к нулю. Следовательно, пропорционально-интегральный закон регулирования уровня в буферных сборниках меньше всего отвечает задаче выравнивания сокового потока. Приемлемые результаты дают простые системы автоматизации, осуществляющие пропорциональное регулирование уровня на стоке. В этом случае максимальный коэффициент выравнивания потока получается при слабой зависимости расхода сока от уровня, т. е. при малом значении $(\partial Q_p / \partial H)_0$, что имеет место при коэффициенте усиления П-регулятора $K_p \leq 1$. Однако для предотвращения переполнения или опорожнения сборника с учетом того, что последующий участок принимает весь поток без ограничения, $K_p \geq 1$. Компромисс между этими противоречиями достигается при $K_p = 1$ (диапазон дросселирования 100 %).

Таким образом, при колебаниях уровня в сборнике от нуля

до максимального значения обеспечивается изменение расхода сока также в максимальных пределах (от нуля до максимального значения) и достигается удовлетворительное выравнивание потока, хотя и с более низким коэффициентом выравнивания, чем без регулятора. В реальных системах выбирают K_p несколько большим единицы, что связано с необходимостью создания определенной резервной зоны в верхней части сборника, выбором конкретного регулирующего органа, нелинейностью характеристики участка гидравлической сети и т. д.

Из упрощенного анализа видно, что среди простых систем, используемых для регулирования уровня в буферных сборниках, лучшие результаты с точки зрения выравнивания потока получаются при пропорциональном законе регулирования. Исследования ВНИИСПа показали, что небольшие по амплитуде возмущения сокового потока возникают гораздо чаще, чем глубокие (более 15—20 % номинального потока и длительностью более 5 мин). Особенностью же пропорционального регулирования уровня является одинаковый коэффициент выравнивания потока как при малых, так и при глубоких возмущениях.

Эффективность выравнивания неравномерности сокового потока можно существенно повысить, применив систему регулирования потока, функционирующую по более сложному закону, при котором достигается в несколько раз больший коэффициент выравнивания при малых и частых возмущениях, а при глубоких и редких возмущениях — меньший, чем при пропорциональном регулировании. Этого можно достичь, например, обеспечив при колебаниях уровня в средней части сборника, равной приблизительно половине его высоты, коэффициент передачи регулятора уровня в несколько раз меньше 1, а при более значительных отклонениях уровня от среднего значения — в несколько раз больше 1, т. е. применив регулятор с так называемой переменной структурой или реализовав требуемый закон регулирования с помощью вычислительного устройства.

Однако даже самый оптимальный закон регулирования потока, отражающий зависимость уровня в буферных сборниках от расхода сока на технологических участках, искажается из-за нелинейности зависимости расхода сока на участках, особенно с большим гидравлическим сопротивлением, от положения соответствующего регулирующего органа, что ведет к существенному снижению эффективности управления потоком. Поэтому на участках с повышенными требованиями к равномерности потока (дефекосатурация, II сатурация, выпарная установка) предпринимают специальные меры для компенсации этой нелинейности.

При автоматизации управления соковым потоком очень важно правильно определить вместимость буферных сборников. Из приведенного выражения для K следует, что чем больше геометри-

ческие размеры сборников, тем выше их выравнивающая способность. С позиции управления потоком необходимо стремиться к применению сборников большой вместимости. Однако с точки зрения технологии в буферных сборниках не происходит никаких полезных химико-технологических процессов. Более того, продолжительное пребывание сока в сборниках приводит к разложению сахара, нарастанию цветности и другим отрицательным последствиям. Поэтому прежде всего необходимо устранить причины, вызывающие неравномерность потока: перебои с подачей свеклы на переработку, плохая работа сит диффузионного аппарата и, как следствие, неравномерная откачка диффузионного сока, поломка оборудования, арматуры, плохое фильтрование из-за нарушений химико-технологических режимов на дефекосатурации, ненадежная работа электросилового оборудования, отсутствие обслуживающего персонала должной квалификации, отсутствие стимулирования ритмичной работы завода и т. д. Как правило, это дает ощутимые результаты, что позволяет предъявить менее жесткие требования к системе регулирования сокового потока и, следовательно, к выравнивающей способности буферных сборников. Вместимость сборников, таким образом, выбирается минимально возможной, исходя из условий обеспечения достаточно ритмичного потока. По мере повышения культуры производства, внедрения и совершенствования системы автоматизации требования к выравнивающей способности буферных сборников могут снижаться, что позволит сократить продолжительность пребывания в них сока путем соответствующей корректировки параметров настройки элементов автоматизированной системы.

Рациональный объем буферных сборников рассчитывают из условия пребывания в них сока в течение 10—15 мин после диффузии и 20—30 мин перед выпаркой. Буферные сборники выполняют, как правило, закрытыми, но сообщаемыми с атмосферой. Часто на практике наблюдается снижение сечения трубопровода атмосферной оттяжки, что приводит к отклонениям давления в сборниках от атмосферного и нарушению работы уровнемеров. Во избежание усложнения конструкции уровнемеров вводом автоматической компенсации отклонений давления трубопровод оттяжки выбирают диаметром не менее 100 мм для сахарного завода мощностью 3—6 тыс. т переработки свеклы в сутки.

С ростом мощности сахарных заводов возможно снижение эффективности сложных систем автоматического управления соковым потоком как по причине уменьшения быстродействия регулирующей арматуры, так и относительно большой вместимости буферных сборников. Вместе с тем внедрение типовой схемы очистки диффузионного сока с комбинированной холодно-горячей дефекацией позволяет упростить систему управления и повысить ее эффективность.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что использование в качестве буферного аппарата холодной ступени дефекации значительной вместимости (до 1 ч работы завода) позволяет снизить неравномерность расхода сока из дефекатора и уменьшить диапазон колебания температуры сока в аппарате I сатурации.

При этом уровень в дефекаторе не должен опускаться ниже значения, соответствующего минимальной продолжительности дефекации.

При выборе насосов на участке сокового потока следует ограничить развиваемое ими давление на уровне 0,6 МПа и применять регулирующие клапаны диаметром не более 150 мм.

На участках с установкой электромагнитных расходомеров последние располагают после насоса и регулирующего органа. В результате этого давление среды, протекающей через датчик расходомера, снижается.

Опыт эксплуатации систем управления соковым потоком свидетельствует о том, что применение байпасных коммуникаций при установке электромагнитных расходомеров и регулирующих органов повышает надежность технологического объекта и экономически оправдано. На заводах, где установлены высоконапорные насосы типа НДВ, целесообразно осуществлять управление расходом сока путем размещения регулирующего органа на коммуникации, шунтирующей насосы.

УЧАСТОК ПОЛУЧЕНИЯ ГОТОВОГО ПРОДУКТА

КРИСТАЛЛИЗАЦИОННОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

В этом отделении в вакуум-аппаратах уваривают сироп после МВУ в целях получения кристаллического сахара. Технологическая схема движения продуктов в кристаллизационном отделении предусматривает работу в две или три стадии. На первой стадии в процессе уваривания сиропа в аппаратах I продукта получают утфель I кристаллизации, а из него после соответствующей обработки — белый сахар, белый и зеленый оттеки.

Белый оттек полностью используют в процессе варки I продукта, а зеленый — на второй стадии работы в вакуум-аппаратах II продукта, из утфеля которых получают бурый оттек, желтый сахар и мелассу.

Бурый оттек полностью используют в процессе II кристаллизации. Меласса является отходом сахарного производства и ее выводят в сборники, а желтый сахар после растворения соком II сатурации используют в процессе I кристаллизации.

При работе по трехпродуктовой схеме после II кристаллизации получают зеленый и белый оттеки и желтый сахар, который клеируют и используют на I кристаллизации. Зеленый и белый оттеки

служат сырьем для проведения III кристаллизации, в результате которой получают бурый оттек, бурый сахар и мелассу. Оттек используют в вакуум-аппаратах III продукта, бурый сахар после клеровки — в процессе I кристаллизации, а мелассу выводят в сборники.

Процесс кристаллизации в вакуум-аппаратах проводят в четыре этапа: сгущение сиропа, заводка кристалла, наращивание кристалла и сгущение утфеля. Состояние продуктов на этих этапах характеризуется коэффициентом пересыщения.

Кристаллизационное отделение в отличие от предшествующих ему участков, расположенных по ходу технологического процесса, имеет более сложную, разветвленную схему материального потока, большое число буферных сборников сиропа и оттеков, оборудование периодического действия (вакуум-аппараты, центрифуги). Этой особенностью материального потока наряду с применением значительного числа аппаратов периодического действия объясняется использование в кристаллизационном отделении разнообразной арматуры, с помощью которой в ходе процесса осуществляют переключение потоков, регулирование их интенсивности, вспомогательные операции. Все это затрудняет управление кристаллизационным отделением и прежде всего его материальным потоком.

Очень сложен в управлении также процесс кристаллизации при уваривании утфелей в вакуум-аппаратах. При заполнении верхних сборников сиропа и оттеков контролируют уровень в сборниках. Расход этих продуктов, предварительно подогретых паром, на уваривание в вакуум-аппаратах ведут в соответствии с требованиями технологического процесса.

Технологический регламент ведения процесса уваривания и конструкция аппарата требуют контроля и поддержания в заданных пределах следующих параметров: коэффициента пересыщения на разных стадиях варки ($\alpha_{\text{пр}} = 1-1,4$), уровня сиропа по высоте аппарата, разрежения в аппарате (0,08—0,09 МПа), температуры греющего пара (105—115 °С), абсолютного давления пара (0,17 МПа), температуры утфеля в аппарате (70—80 °С), расхода конденсата из греющей камеры.

Работу вакуум-аппаратов и центрифуг регулируют так, чтобы предотвратить переполнение утфелемешалок и своевременно подготовить их к приему утфеля. Спуск утфеля из утфелемешалок в утфелераспределители для утфелей I и II и из приемной мешалки утфеля III в мешалки-кристаллизаторы осуществляют небольшими дозами по мере снижения уровня в распределителях и кристаллизаторах в результате расхода из них утфеля на центрифугирование.

Режим охлаждения и подогрева утфеля III в кристаллизаторах контролируют в целях обеспечения требуемого темпа кристалли-

зации utfеля и подготовки его к получению кристаллов сахара.

Нормальная работа варочных аппаратов продуктового отделения обеспечивается конденсационной установкой, создающей разрежение в вакуум-аппаратах и выпарной установке, а также осуществляющей отвод вторичных паров и конденсированных газов из них. Установка состоит из предварительного конденсатора, основного конденсатора, сборников барометрической воды, сборников свежей и оборотной воды, вакуум-насоса, насосов воды. При охлаждении водой пар конденсируется, уменьшаясь в объеме в сотни раз. За счет этого в конденсаторах создается разрежение порядка 0,09 МПа. Основной конденсатор имеет оборотное водоснабжение. Барометрическая вода температурой 45 °С охлаждается в брызгальном бассейне или градирне и возвращается в сборник холодной оборотной воды, из которого вновь поступает в конденсатор. Количество этой воды должно быть достаточным для полной конденсации поступающего на конденсацию пара, но не чрезмерным.

Предварительный конденсатор работает на свежей воде, расход которой связан с потреблением барометрической воды, получаемой из предварительного конденсатора диффузионным отделением. При этом в предварительном конденсаторе происходит лишь частичная конденсация пара, что позволяет получить барометрическую воду температурой около 55 °С. Несконденсировавшийся пар поступает в основной конденсатор, где полностью конденсируется.

На многих сахарных заводах внедрены комбинированные прямоточно-противоточные конденсаторы А2-ПБК, имеющие незначительное гидравлическое сопротивление, меньшие габаритные размеры и металлоемкость и устойчиво работающие при перегрузках. Конденсатор состоит из двух корпусов — прямоточного конденсатора и противоточного охладителя, соединенных между собой перепускным патрубком.

Более совершенной с точки зрения интенсификации теплообмена является вакуум-конденсационная установка на «пересекающихся струях» ПО «Укрсахтехэнергоремонт». Она состоит из предконденсатора и основного конденсатора, где в каждой ступени конденсации установлены попарно форсунки, одновременно распыливающие и направляющие струи воды навстречу. В результате этого достигается максимальная дисперсность воды, а следовательно, и максимальная поверхность контакта фаз пар — вода.

При автоматизации такого сложного и несовершенного с точки зрения управления кристаллизационного отделения необходимо рационализировать схему трубопроводов, сведя к минимуму количество арматуры, задействованное в процессе управления отделением. Успех при этом достигается за счет устойчивой и ритмич-

ной работы выпарной установки и всего теплового оборудования сахарного завода.

Наиболее сложны в управлении вакуум-аппараты периодического действия, так как в процессе уваривания утфеля приходится решать целый ряд задач, определяющих ход процессов тепломассообмена. Зачастую трудности в управлении усугубляются недостатками в системе отвода конденсата и плохой работой конденсационной установки. Внедрение вакуум-аппаратов непрерывного действия облегчает задачу комплексной автоматизации отделения.

Значительно проще обстоит дело с управлением утфелемешалками утфелей I и II, утфелемешалками-кристаллизаторами утфеля III, аффинационной мешалкой, приемной мешалкой утфеля III. Управление здесь сводится практически к периодическому спуску из них определенных порций утфеля в зависимости от его потребления. Утфелемешалки, имеющие спускной шибер с ручным приводом, в процессе автоматизации необходимо дооборудовать пневмо- или электроприводом. На практике спускные шиберы нередко заклинивают в результате их засахаривания. В этом случае целесообразно подвести к местам засахаривания чистую воду, отрегулировав минимально возможный расход ее.

Автоматизация сборников продуктов не требует какой-либо специальной подготовки их. В верхних сборниках для повышения достоверности контроля температуры датчик устанавливают в нижней части емкости вдаль от нагревательного элемента. В нижних сборниках продуктов во избежание их переполнения и разливов контролируют максимальный уровень. Отход сахарного производства — мелассу — перед перекачиванием в емкости для хранения на территории завода взвешивают на весах и автоматически выводят в сборник.

Конденсационная установка — относительно несложный объект для автоматизации. Необходимый эффект от автоматизации установки достигается только при исправном технологическом оборудовании, т. е. при полной герметичности конденсаторов, хорошей работе вакуум-насоса, брызгального бассейна и т. д. Особого внимания заслуживает правильная установка перегородок в сборниках холодной и барометрической воды. В сборнике холодной воды перегородку, разделяющую его на отсеки оборотной и свежей воды, устанавливают несколько выше патрубка сброса оборотной воды в барометрический ящик с тем, чтобы оборотная вода не могла попасть в отсек свежей воды, и затем в предконденсатор и диффузионную установку.

В сборнике барометрической воды перегородку, разделяющую отсек, в который погружена труба основного конденсатора, устанавливают несколько выше патрубка сброса воды в коллектор воды III категории. Это исключает попадание оборотной воды в

средний отсек, из которого барометрическая вода идет на диффузию. Вторую перегородку, разделяющую отсек с барометрической трубой предконденсатора, располагают ниже первой. В этом случае барометрическая вода из предконденсатора переливается через нее в средний отсек с последующей подачей на диффузию. При резком снижении потребления барометрической воды диффузионным отделением уровень ее в среднем отсеке может подняться до уровня первой перегородки и избыток ее будет переливаться в отсек основного конденсатора, что не нарушит нормальной работы конденсационной установки в целом, хотя и приведет к некоторой потере свежей воды.

Трубопровод подачи свежей воды в верхний напорный сборник конденсационной установки монтируют с прямым участком достаточной длины, позволяющим установить диафрагму расходомера воды.

ОТДЕЛЕНИЕ СУШКИ САХАРА

Белый сахар-песок, получаемый после центрифугирования утфеля I, имеет температуру 70—80 °С и влажность 0,5—1,5 %. Температура сахара, поступающего на хранение, равна 20—25 °С, а влажность при бестарном хранении и в мешках — соответственно 0,03—0,05 и 0,14 %. Такие параметры сахара, обеспечивающие его сохранность, достигаются с помощью специального сушильно-охладительного оборудования, которое вместе со вспомогательным оборудованием устанавливают в отделении сушки сахара.

Большое распространение имеет двухбарабанная сушилка, состоящая отдельно из сушильного и охладительного барабанов. В однобарабанных сушилках процессы сушки и охлаждения совмещены в одном барабане. Главный недостаток этих сушилок состоит в том, что в них в результате многократного пересыпания сахара происходит истирание кристаллов с образованием пудры. В последние годы в целях уменьшения истирания кристаллов сахара и интенсификации процесса сушки проводились работы по созданию аппаратов, в которых сушка и охлаждение сахара осуществлялись в кипящем слое. Однако из-за комкования и залегания сахара сушилки такого типа не получили широкого применения на заводах.

Особенностью отделения сушки сахара как объекта автоматизации является наличие в воздухе взрывоопасной сахарной пыли, что определяет отнесение помещения сушки к классу В-IIa согласно Правилам устройства электроустановок. В связи с этим в отделении сушки используют пневматические средства автоматизации либо электрические во взрывозащищенном исполнении. Целесообразно при проектировании автоматизированного отделения сушки сахара или подготовке к автоматизации действующего неавтоматизированного отделения выделить для операторского пункта

отдельное помещение с нормальными условиями. В этом случае на щите управления можно устанавливать электрические приборы и аппаратуру в обычном исполнении.

ОТДЕЛЕНИЕ УПАКОВКИ САХАРА

Разделенный на фракции в отделении сушки сахар-песок поступает в бункера, из которых его затем направляют на упаковку. Сахар упаковывают в стандартные мешки, рассчитанные на массу нетто 50 кг. Мешки наполняют и взвешивают с помощью бункерных весов или на специальной фасовочной машине. На большинстве сахарных заводов устанавливают от 2 до 7 параллельно работающие зашивочные машины. Наполненный сахаром мешок опускают на ленточный транспортер машины, по которому он в вертикальном положении движется к сборному конвейеру. Укладка мешков на конвейер из-за наличия нескольких параллельно работающих весозашивочных линий происходит произвольно. Из-за частых столкновений мешков, поступающих на конвейер, с мешками, уже находящимися на нем, возникает несколько различных комбинаций взаимного расположения мешков на конвейере: внакладку (один на другом), встык и внахлестку (без взаимных зазоров), параллельно (два мешка лежат рядом), под углом к оси транспортера и т. д.

Упорядоченным расположением мешков на сборном конвейере принято считать такое их расположение, при котором мешки лежат вдоль оси конвейера с взаимным зазором не менее 200—300 мм. Упорядоченное расположение мешков является необходимым условием для автоматизации их счета и обеспечения нулевой погрешности. При произвольном же расположении нарушается сам принцип поштучного счета.

Вероятность столкновения мешков, очевидно, возрастает с увеличением числа одновременно работающих весозашивочных линий. При работе только одной линии столкновения исключаются вообще. Хуже обстоит дело на сахарных заводах мощностью 5 тыс. т и более переработки свеклы в сутки, на которых работает большее число параллельных линий.

Основные требования к системам счета сводятся к обеспечению практически нулевой погрешности счета, надежности в течение всего производственного сезона, производительности (емкость счетного устройства должна быть не менее 4—5 разрядов), необходимого темпа счета (до 100 единиц в минуту), дистанционной передачи показаний.

Обязательным условием работы всей транспортной системы на участке от упаковки мешков до склада сахара является наличие блокировок, построенных по принципу обратной последовательности. Это означает, что при остановке любого звена транспорт-

ной системы автоматически поочередно выключаются все предыдущие по ходу движения мешков звенья.

Существуют два подхода к автоматизации счета мешков с сахаром. Первый подход предполагает обязательное предварительное упорядочение взаиморасположения мешков в условиях производят их поштучный счет. Если удастся достичь надежного упорядочения укладки мешков, исключив всякую возможность их сбоя при укладке, то тем самым обеспечивается практически нулевая погрешность счета мешков. Такой подход к автоматизации учета готовой продукции можно считать наиболее естественным и перспективным. Другой подход не требует обязательного упорядочения укладки мешков и основан на применении систем счета, способных распознавать и считывать мешки независимо от их взаимного расположения на конвейере. Однако гарантировать требуемую точность счета в этом случае затруднительно, так как практически невозможно обеспечить распознавание всех комбинаций взаиморасположения мешков, возникающих при их произвольной укладке.

Создание нормальных условий для работы системы счета мешков — не единственная цель, которую преследует упорядочение укладки мешков на сборном конвейере. Оно необходимо также для создания ритмичной работы упаковочного отделения, а также для облегчения труда грузчиков в складе сахара.

УЧАСТКИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ИЗВЕСТКОВОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Основное назначение известкового отделения состоит в обеспечении нужд сокоочистки в сатурационном газе, содержащем CO_2 , и известковом молоке $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Сатурационный газ получают в известково-газовых печах в результате обжига известнякового камня. Обожженную известь гасят водой в известегасильных аппаратах. Получаемое при этом известковое молоко после очистки направляют в производство. Незначительное количество известкового молока используют также при хранении свеклы и в системе водоиспользования завода.

Известково-газовые печи. В этих печах получают известь и CO_2 путем разложения известняка CaCO_3 при нагревании. Потребность сахарного завода в средствах для очистки диффузионного сока обеспечивается при обжиге известняка в количестве 4,5—12 %, а в условном топливе — 0,4—1,2 % к массе свеклы.

Известково-газовая печь как объект управления имеет ряд особенностей. Одна из них состоит в том, что безаварийная работа печи и обеспечение заданных количественных и качественных показателей возможны лишь при стабильной производительности ее.

По этой причине известково-газовая печь не должна «чувствовать» колебаний производительности станции дефекосатурации. При существенном снижении потребления сатурационного газа и известкового молока появляется их избыток. Избыток газа сбрасывают в атмосферу, а лишнюю известь отводят на сторону. Вредное влияние на работу печи колебаний в потреблении известкового молока существенно снижается при установке буферного бункера для обожженной извести между печью и известегасильным аппаратом.

Другая особенность заключается в том, что процесс обжига известняка характеризуется большой продолжительностью и инерционностью. Ни одно из возможных регулирующих воздействий — изменение соотношения известняк — топливо при загрузке вагонетки скипового подъемника шихтой, изменение количества отсасываемого сатурационного газа или изменение темпа выгрузки обожженной извести из печи — не дает быстрого результата. Лишь переходная характеристика печи по каналу изменение количества отсасываемого газа — изменение температуры газа на выходе из печи позволяет добиться определенного эффекта путем стабилизации температуры воздействием на количество отсасываемого газа. Это способствует стабилизации положения зоны обжига в печи и частично компенсирует многочисленные возмущающие факторы, сопровождающие процесс обжига известняка. Следовательно, температура газа на выходе из печи является важным параметром, подлежащим контролю. Изменение этой температуры свидетельствует об изменении количества отбираемого из печи газа или темпа выгрузки обожженной извести. Не менее важен контроль температуры в зоне выгрузки извести. Ее увеличение говорит о завышенном темпе выгрузки или о недостаточной тяге, явившихся причиной смещения зоны обжига вниз. Качество производимого печью сатурационного газа контролируют по содержанию в нем CO_2 .

Наиболее сложным с точки зрения управления является процесс дозировки известняка и угля в вагонетку скипового подъемника в соотношении примерно 10:1 с последующей загрузкой дозы в печь по уровню шихты в ней. В этом процессе участвует большое число механизмов и устройств, затрудняющих работу вручную. Опыт подтверждает возможность и необходимость автоматизации процесса загрузки шихты в печь. На практике иногда нарушения в режиме обжига пытаются устранить необоснованным увеличением дозы топлива при составлении шихты, что лишь усугубляет положение. Наиболее верное решение в таких случаях принимают после анализа перечисленных выше контролируемых параметров в увязке с качеством известняка, сортом топлива, а также данных дополнительного анализа газа на содержание O_2 и CO .

Таким образом, при работе известково-газовой печи подлежат

контролю следующие основные параметры: температура сатурационного газа на выходе из печи, соотношение известняковый камень — уголь, температура обожженной извести в зоне выгрузки, содержание CO_2 в сатурационном газе.

Кроме этих показателей, контролируют работу устройств, участвующих в дозировке и загрузке шихты в печь, выгрузке обожженной извести, а также измеряют разрежение в верхней части печи и температуру по зонам печи. Применение мазута в процессе обжига известнякового камня позволяет интенсифицировать процесс и совершенствовать методы управления им.

Автоматизации известково-газовой печи предшествуют подготовительные мероприятия. Выполнение их требует определенных материальных затрат, однако без них эффект от автоматизации не будет полным, а в ряде случаев даже отрицательный. Прежде всего добиваются, чтобы вагонетка скипового подъемника двигалась по направляющим свободно, без заклинивания, надежно опрокидывалась при выгрузке шихты в загрузочное устройство печи и затем возвращалась обратно. Трос прокладывают с минимальным числом направляющих роликов, минимальным трением в осях и исключением соскакивания с них троса. Соблюдение этих условий обеспечивает приемлемую точность взвешивания и надежную работу всей системы дозировки и загрузки шихты. На старых печах осуществляют модернизацию загрузочного устройства, добиваются герметичности печи при загрузке. Наилучшие результаты получаются при двойном затворе, а дооборудование загрузочного устройства поворотным лотком улучшает равномерность загрузки печи и благоприятствует качественному и безаварийному процессу обжига известняка. Если между печью и известегасильным аппаратом нет буферного бункера, а условия компоновки известкового отделения позволяют установить его, то его устанавливают. Это облегчает управление печью, снижает влияние колебаний в потреблении обожженной извести на ее работу. Обязательно предусматривается возможность выгрузки извести «на сторону». В верхней части печи оборудуют площадки для обслуживания с учетом размещения на них конечных выключателей и другой аппаратуры системы управления.

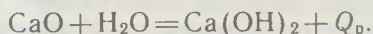
Наметилась тенденция в компоновке тракта подачи известнякового камня и угля в ковш без подскиповой емкости с соответствующей реконструкцией бункера и подающего оборудования. Надлежащее внимание уделяют рациональному выбору и подготовке места для пункта управления работой известково-газовой печи. Под него выделяют или строят отдельное, изолированное от влаги и пыли помещение, в котором располагают щиты управления, аппаратуру и др. Наибольшие удобства для оператора достигаются в том случае, если из пункта управления обеспечивается визуальный контроль за работой скипового подъемника и механизмов

тракта подготовки и дозировки шихтовых материалов. Просчеты в выборе места для пункта управления серьезно затрудняют внедрение системы управления и ее эффективную эксплуатацию.

Приготовление известкового молока и подготовка сатурационного газа. На этом участке готовят известковое молоко плотностью 1190 кг/м^3 , а также очищают от примесей и охлаждают сатурационный газ для подачи его на сатурацию.

Процесс гашения обожженной извести осуществляют в известегасильных аппаратах, куда ее подают из бункера под известково-газовой печью с помощью дозирующего механизма. В качестве последнего удобно использовать регулируемый тиристорный электропривод выгрузочного устройства печи. На практике в режиме регулируемого нередко используют обычный электропривод, работающий с короткими перерывами. Однако такой режим работы электропривода нежелателен и является вынужденным.

Воду в аппарат подают из сборника, в результате чего происходит процесс гашения чистой извести на основе химической реакции:



Получение суспензии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ сопровождается выделением значительного количества теплоты Q_p ($1,09 \text{ Дж}$ на 1 кг извести). При нормальном течении процесса, когда вода на гашение и известь подаются в соотношении примерно $4:1$, обеспечиваются оптимальные для сахарного завода условия гашения при температуре 100°C и выход известкового молока температурой $65\text{--}70^\circ\text{C}$. Точный материальный и тепловой балансы процесса гашения извести в известегасильном аппарате не могут быть описаны лишь на основе приведенной выше реакции. Это связано с тем, что поступающая на гашение обожженная известь содержит определенное количество разных примесей, гашение ведут, как правило, промоями из фильтров, содержащими сахар, и аммиачной водой. В результате гашения на выходе из известегасильного аппарата получается не только известковое молоко, но и некоторое количество неразгасившихся примесей, которые удаляют из известегасильного аппарата при очистке известкового молока. Часть тепла и влаги уносится при испарении. Следовательно, на ход гашения извести влияют качество смешиваемых реагентов и в первую очередь обожженной извести. Это обстоятельство учитывается при автоматизации управления процессом.

Суспензию из известегасильного аппарата направляют в пескоотделитель, откуда после удаления песка известковое молоко поступает сначала в сборник-мешалку, а затем насосом транспортируется на гидроциклоны, где производится тонкая очистка его. Очищенное известковое молоко сливается в сборник-мешалку, откуда насосом подается на дефекосатурацию. Избыток известкового молока, не использованного на станции дефекосатурации, воз-

вращают в этот же сборник-мешалку. При наличии нескольких сборников-мешалок последние соединяются между собой как сообщающиеся сосуды. Плотность известкового молока, подаваемого на дефекацию, равная 1190 кг/м^3 , считается оптимальной. При меньшей плотности сок разжижается, что сопровождается потерями теплоты на дополнительное выпаривание воды и электроэнергии на перекачивание повышенного количества сока. При высокой плотности известкового молока ухудшается его очистка, повышается износ насосов, арматуры, происходит отложение примесей в трубопроводах, затрудняется точная дозировка известкового молока на дефекацию.

Наличие сборников-мешалок известкового молока, являющихся буферными емкостями, позволяет частично сгладить влияние колебаний в потреблении известкового молока на работу известкового отделения. Однако они не могут сами по себе обеспечить бесперебойное снабжение потребителей, а также предотвратить разливы известкового молока при его избытке. Дополнительно учитываются специфические свойства известкового молока и при его транспортировании по трубопроводам. Управление потоком с помощью регулирующей арматуры малоэффективно из-за условий работы арматуры, заносов ее и трубопроводов примесями, содержащимися в известковом молоке, заизвестковывания трубопроводов при кратковременных остановках потока. Задача управления потоком существенно облегчается при наличии чересной коммуникации или лотка для перехода из мешалки очищенного известкового молока в мешалку неочищенного молока, для чего создается определенный перепад по высоте установки мешалок. При этом расход на участке между этими мешалками определяется не регулирующей арматурой, а производительностью насоса для перекачивания очищенного известкового молока, избыток которого возвращается в мешалку неочищенного молока. Уровень в последней является в этом случае показателем соответствия темпа потребления известкового молока темпу его приготовления.

В качестве регулирующих органов при управлении работой по приготовлению молока используют питатели-дозаторы кареточного и барабанного типов, которые устанавливаются на выходе из печи. При наличии бункера для обожженной извести последнюю подают в гасильный аппарат с помощью питателя толкающего типа, который одновременно запирает выход бункера.

Известковое отделение завода располагает оборудованием для очистки и транспортирования сатурационного газа на сатурацию. Очистка газа после известково-газовой печи температурой до 300°C осуществляется сначала в «сухой» ловушке, где из него удаляется пыль, а затем в промывателе-лавере, где газ охлаждается до 30°C и из него удаляются газообразные продукты горения топлива, смолистые вещества и другие примеси. Очищенный и

охлажденный газ транспортируют на сатурацию газовым компрессором или насосом.

На участке приготовления известкового молока и подготовки сатурационного газа контролируют плотность известкового молока, содержание CO_2 в сатурационном газе, расход воды на гашение извести, уровни в сборниках известкового молока и воды на гашение, температуру сатурационного газа, давление газа на входе и выходе из газового компрессора.

ЖОМОСУШИЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Одним из способов сохранения жома является его высушивание. Свежий жом, полученный в диффузионных аппаратах, содержит 92—93 % воды и 7—8 % сухих веществ. Удаление такого количества воды непосредственно высушиванием жома экономически невыгодно, поэтому значительную часть ее отжимают при помощи прессов с доведением содержания сухих веществ в жоме до 18—25 %. Сушку отжатого жома производят в жомосушильных аппаратах с помощью газов, получаемых в результате сжигания мазута или природного газа в топках, реже используют отходящие дымовые газы котлоагрегатов. После сушки содержание сухих веществ в жоме составляет 90 %.

В качестве типового на заводах используют жомосушильный аппарат барабанного типа с отдельной топкой, оборудованной газомазутной и газовой горелкой, и прямоточным движением жома и дымовых газов температурой 800—850 °С. Барабан вращается с частотой 1,75 мин⁻¹ от электропривода мощностью 15 кВт. Весь внутренний объем барабана заполняют крестообразными насадками, по которым жом пересыпается и равномерно омывается газами. Барабан устанавливают горизонтально или для улучшения движения жома с наклоном в сторону движения жома. Отжатый жом подают в барабан через загрузочную камеру с лотком при помощи шнека-питателя, выгрузку сухого жома осуществляют с противоположной стороны улиточным устройством.

Воздух для сжигания топлива и охлаждения топочных газов в зависимости от производительности барабана подается одним или двумя вентиляторами. При этом от каждого вентилятора воздух поступает в горелки и одновременно на охлаждение продуктов сгорания топлива температурой 1000—1200 °С. Для деления воздуха предусмотрен ручной шибер. Поэтому одновременно с регулированием подачи воздуха в горелки осуществляется охлаждение топочных газов перед поступлением в барабан до температуры 800—850 °С. Коэффициент избытка воздуха при сжигании топлива составляет 1,5—1,7, а общий коэффициент избытка воздуха для получения топочных газов заданной температуры 3—3,5.

Расход условного топлива составляет 60—70 % к массе сухо-

го жома. Распыл мазута в топке производится механическими форсунками при абсолютном давлении 1,5—2,5 МПа с отливом и без него. На некоторых заводах встречаются низконапорные форсунки, работающие только при абсолютном давлении 0,1 МПа. Отработанные топочные газы температурой 100—120 °С отсасываются дымососом и поступают в циклоны для улавливания унесенного жома. При этом разрежение в топке составляет 20—50 Па. В случае превышения температуры уходящих газов (свыше 250 °С) предусмотрена подача в барабан технологического пара, предотвращающего пожар.

При подготовке жомосушильного отделения к автоматизации предусматривается установка щитов в отдельном помещении, оборудованном вентиляцией. Ленточный индикатор расхода или питатель отжатого жома позволяет учесть и по возможности заставить расход жома в сушильный аппарат. Для осуществления последнего на сахарных заводах, которые одновременно с сушкой хранят или отпускают жом в сыром виде, предназначен регулирующийся орган, направляющий избыток жома на транспортер для удаления. Оборудование в жомосушильном отделении размещают на расстоянии, обеспечивающем свободный доступ к датчикам и исполнительным механизмам. При монтаже трубопроводов газа, мазута и воздуха предусматривают места для установки сужающих устройств расходомеров согласно Правилам РД50-213—80. Нормальная работа жомосушильного отделения достигается при наличии запаса по производительности вентиляторов воздуха и дымососа.

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Одним из существенных условий нормальной работы заводов при современном способе переработки свеклы является обеспеченность их водой. О значении воды можно судить по таким цифрам. Так, для получения 1 кг сахара требуется около 200 л воды. При этом в зависимости от совершенства схемы водоиспользования и очистных сооружений количество свежей воды, поступающей на завод, колеблется от 5 до 60 л на 1 кг сахара. Остальное количество восполняется путем повторного употребления воды, находящейся в обращении на заводе, а также возвращающейся из очистных сооружений.

Все водное хозяйство сахарного завода можно разделить на две части:

водное хозяйство, связанное с технологией извлечения сахара из сахарной свеклы и доведением его до состояния конечного продукта;

водное хозяйство, решающее вопросы подготовки использованных вод для их повторного промышленного использования или доведения их санитарно-гигиенических показателей путем очистки до

нормативов, которые допускают сброс в водоемы общего пользования.

Вторая часть схемы водного хозяйства завода включает водоснабжение чистой речной водой объектов главного корпуса и ТЭЦ; замкнутый контур вод I категории; замкнутый контур транспортно-моечных вод II категории; замкнутый контур охлаждающих вод ТЭЦ; основные объекты очистки вод III категории; основные объекты очистки хозяйственно-бытовых стоков.

Воды сахарного производства по происхождению, состоянию, местам использования и степени загрязнения разделяются на ретурные, аммиачные, барометрические, речные чистые промышленного назначения, чистые питьевые, условно-чистые I, II, III категорий, хозяйственно-бытовые сточные. Расход этих вод (в % к массе свеклы): ретурные 58—60, аммиачные 75—85, барометрические 691—787, речные чистые промышленного назначения 55—150, чистые питьевые 4,5—5, условно-чистые I категории 901—951, II категории 816—828, III категории 72—128, хозяйственно-бытовые сточные 2—3. Воды III категории и хозяйственно-бытовые непригодны для промышленного использования и подлежат специальной очистке.

Таким образом, в основном производстве осуществляются два главных контура замкнутой системы повторного использования воды:

- контур охлаждения условно-чистых вод I категории;
- контур освещения транспортно-моечных вод.

Основная масса охлажденных вод I категории потребляется конденсационными аппаратами выпарной установки, вакуум-аппаратов и вакуум-фильтров. Вода, проходя через конденсаторы и другое оборудование, подогревается, подается в градирни, где температура ее снижается до требуемой. Контур транспортно-моечных вод II категории обеспечивает систему гидроподачи свеклы. Вода при этом загрязняется и после употребления осветляется в отстойниках. Основным условием нормальной работы каждого контура оборотного водоснабжения является установившийся режим в каждой точке любого контура при постоянстве оборотной массы воды в нем. Такие условия создаются только при бесперебойной работе всех механизмов и оборудования контура и полном балансе притока вод в контур и стока из него.

При автоматизации управления водным хозяйством завода составляют картотеку возможных отступлений от расчетной схемы водопотребления, а также вероятных аварийных ситуаций в системе. При этом разрабатывают пути воздействия на систему с целью возвратить ее в нормальное состояние, средства и действия, время восстановления, характер и длительность переходного процесса; обеспечивают надежный сбор информации, особенно по расходу загрязненных вод II и III категорий и хозяйственно-фекальных

го жома. Распыл мазута в топке производится механическими форсунками при абсолютном давлении 1,5—2,5 МПа с отливом и без него. На некоторых заводах встречаются низконапорные форсунки, работающие только при абсолютном давлении 0,1 МПа. Отработанные топочные газы температурой 100—120 °С отсасываются дымососом и поступают в циклоны для улавливания унесенного жома. При этом разрежение в топке составляет 20—50 Па. В случае превышения температуры уходящих газов (свыше 250 °С) предусмотрена подача в барабан технологического пара, предотвращающего пожар.

При подготовке жомосушильного отделения к автоматизации предусматривается установка щитов в отдельном помещении, оборудованном вентиляцией. Ленточный индикатор расхода или питатель отжатого жома позволяет учесть и по возможности заставить расход жома в сушильный аппарат. Для осуществления последнего на сахарных заводах, которые одновременно с сушкой хранят или отпускают жом в сыром виде, предназначен регулирующийся орган, направляющий избыток жома на транспортер для удаления. Оборудование в жомосушильном отделении размещают на расстоянии, обеспечивающем свободный доступ к датчикам и исполнительным механизмам. При монтаже трубопроводов газа, мазута и воздуха предусматривают места для установки сужающих устройств расходомеров согласно Правилам РД50-213—80. Нормальная работа жомосушильного отделения достигается при наличии запаса по производительности вентиляторов воздуха и дымососа.

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Одним из существенных условий нормальной работы заводов при современном способе переработки свеклы является обеспеченность их водой. О значении воды можно судить по таким цифрам. Так, для получения 1 кг сахара требуется около 200 л воды. При этом в зависимости от совершенства схемы водопользования и очистных сооружений количество свежей воды, поступающей на завод, колеблется от 5 до 60 л на 1 кг сахара. Остальное количество восполняется путем повторного употребления воды, находящейся в обращении на заводе, а также возвращающейся из очистных сооружений.

Все водное хозяйство сахарного завода можно разделить на две части:

водное хозяйство, связанное с технологией извлечения сахара из сахарной свеклы и доведением его до состояния конечного продукта;

водное хозяйство, решающее вопросы подготовки использованных вод для их повторного промышленного использования или доведения их санитарно-гигиенических показателей путем очистки до

нормативов, которые допускают сброс в водоемы общего пользования.

Вторая часть схемы водного хозяйства завода включает водоснабжение чистой речной водой объектов главного корпуса и ТЭЦ; замкнутый контур вод I категории; замкнутый контур транспортно-моечных вод II категории; замкнутый контур охлаждающих вод ТЭЦ; основные объекты очистки вод III категории; основные объекты очистки хозяйственно-бытовых стоков.

Воды сахарного производства по происхождению, состоянию, местам использования и степени загрязнения разделяются на ретурные, аммиачные, барометрические, речные чистые промышленного назначения, чистые питьевые, условно-чистые I, II, III категорий, хозяйственно-бытовые сточные. Расход этих вод (в % к массе свеклы): ретурные 58—60, аммиачные 75—85, барометрические 691—787, речные чистые промышленного назначения 55—150, чистые питьевые 4,5—5, условно-чистые I категории 901—951, II категории 816—828, III категории 72—128, хозяйственно-бытовые сточные 2—3. Воды III категории и хозяйственно-бытовые непригодны для промышленного использования и подлежат специальной очистке.

Таким образом, в основном производстве осуществляются два главных контура замкнутой системы повторного использования воды:

- контур охлаждения условно-чистых вод I категории;
- контур осветления транспортно-моечных вод.

Основная масса охлажденных вод I категории потребляется конденсационными аппаратами выпарной установки, вакуум-аппаратов и вакуум-фильтров. Вода, проходя через конденсаторы и другое оборудование, подогревается, подается в градирни, где температура ее снижается до требуемой. Контур транспортно-моечных вод II категории обеспечивает систему гидроподдачи свеклы. Вода при этом загрязняется и после употребления осветляется в отстойниках. Основным условием нормальной работы каждого контура оборотного водоснабжения является установившийся режим в каждой точке любого контура при постоянстве оборотной массы воды в нем. Такие условия создаются только при бесперебойной работе всех механизмов и оборудования контура и полном балансе притока вод в контур и стока из него.

При автоматизации управления водным хозяйством завода составляют картотеку возможных отступлений от расчетной схемы водопотребления, а также вероятных аварийных ситуаций в системе. При этом разрабатывают пути воздействия на систему с целью возвратить ее в нормальное состояние, средства и действия, время восстановления, характер и длительность переходного процесса; обеспечивают надежный сбор информации, особенно по расходу загрязненных вод II и III категорий и хозяйственно-фекальных

стоков; осуществляют правильное и надежное деление потоков загрязненных вод между несколькими параллельно работающими объектами одного назначения, например радиальными отстойниками транспортерно-моечной воды; изготавливают надежные регулирующие органы для работы в загрязненных средах; модернизируют оборудование с целью обеспечить надежную работу его, в частности совершенствуют конструкцию сифона радиального отстойника.

Достижение рационального водоиспользования является важнейшей задачей для завода, что определяется не только чисто экономическими соображениями, но и современными жесткими требованиями к защите окружающей среды. Опыт показывает, что продуманное решение вопросов автоматизации водного хозяйства в привязке к конкретным условиям завода позволяет снизить расход речной воды примерно на 20 %.

Режим рационального водоиспользования обеспечивается системами управления технологическими участками, потребляющими воду, а также системами управления водного хозяйства, измерения, регистрации и учета расхода воды: свежей — на предконденсатор, мойку свеклы, ножей, фильтровальной ткани и другие нужды; артезианской, аммиачной — на сульфитацию и другие потребности, а также жомопрессовой, барометрической — на увлажнение жома; конденсата, направляемого в ТЭЦ (котельную), — в сборник аммиачной воды; других потоков — в зависимости от технологической схемы завода. Подлежат учету также сбрасываемые производственные сточные воды III категории.

Надежность и достоверность учета определяют правильным выбором технических средств, а также их установкой с учетом требований норм и правил, параметров измеряемых сред и условий окружающей среды. Это касается прежде всего первичных измерительных преобразователей расхода (стандартных сужающих устройств, труб Вентури, датчиков электромагнитных расходомеров, счетчиков воды и др.). Во всех случаях необходимо стремиться устанавливать первичные преобразователи в помещении насосных станций, главного корпуса, ТЭЦ и др. В качестве крайней меры, в частности из-за невозможности обеспечения требуемых длин прямых участков до и после сужающего устройства, можно идти на их установку в специальных колодцах. Однако в этом случае качество выполнения строительных работ должно исключать возможность затопления колодцев, обеспечивать легкий доступ обслуживающего персонала к указанным преобразователям. Температура внутри колодцев должна поддерживаться с помощью обогревающих устройств или естественным путем в пределах, оговоренных техническими условиями, как правило, не ниже 5 °С. Это легче обеспечить, если над колодцем разместить небольшое помещение в виде будки или киоска.

УЧАСТКИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ САХАРА-СЫРЦА

Сахарные заводы СССР перерабатывают большие количества импортного тростникового сахара-сырца на белый сахар. Сахар-сырец транспортируют насыпью или в джутовых мешках. Для этого используют вагоны или полувагоны открытого типа. Вагоны с сахаром-сырцом после взвешивания разгружают. Из приемного бункера сахар-сырец системой ленточных транспортеров направляют в закрытые складские помещения для хранения насыпью. Сахар-сырец, упакованный в мешки, укладывают в штабеля.

Сырьевая лаборатория завода определяет качество каждой поступившей партии сахара-сырца. В складе контролируют относительную влажность воздуха и принимают меры для поддержания ее в пределах 60—70 %.

Из склада сахар-сырец конвейерами подается на взвешивание, а затем на клерование. Клерируют его до содержания 57 ± 1 % СВ промоем, получаемым от промывки фильтрационного осадка сатурированной клеровки, с добавлением барометрической воды при необходимости. Промой и барометрическую воду предварительно нагревают до 90—100 °С. Клеровку нагревают до 70—80 °С и перекачивают насосом на дефекосатурационную очистку.

Клеровочное отделение может быть оборудовано двумя непрерывнодействующими мешалками, работающими последовательно, или двумя периодическими действующими мешалками, работающими в виде двух параллельных линий на один сборник, откуда клеровка откачивается на очистку.

В первом случае осуществляют последовательное растворение сахара-сырца: сразу — грубо, а затем — тонко. При этом во второй мешалке не только производят точную доводку плотности клеровки до заданной, но и за счет значительной длительности пребывания в мешалке сахара происходит окончательное его растворение. Мешалки оснащены паровыми рубашками для поддержания требуемой температуры клеровки.

Во втором случае в мешалках периодически поочередно готовится клеровка и подается в общий сборник, откуда откачивается на дефекосатурацию.

Несмотря на техническое совершенство и простоту первого способа, в последнее время заводы отдают предпочтение второму. Это объясняется трудностью автоматизации непрерывного процесса по плотности промоя из-за неудовлетворительного измерения последней, так как получаемая клеровка на выходе из мешалки содержит частицы мешковины, щепу, комки нерастворившегося сахара и др.

Управление клерованием сахара-сырца в периодически действующих мешалках, основанное на увеличении объема за счет

стоков; осуществляют правильное и надежное деление потоков загрязненных вод между несколькими параллельно работающими объектами одного назначения, например радиальными отстойниками транспортерно-моечной воды; изготавливают надежные регулирующие органы для работы в загрязненных средах; модернизируют оборудование с целью обеспечить надежную работу его, в частности совершенствуют конструкцию сифона радиального отстойника.

Достижение рационального водоиспользования является важнейшей задачей для завода, что определяется не только чисто экономическими соображениями, но и современными жесткими требованиями к защите окружающей среды. Опыт показывает, что продуманное решение вопросов автоматизации водного хозяйства в привязке к конкретным условиям завода позволяет снизить расход речной воды примерно на 20 %.

Режим рационального водоиспользования обеспечивается системами управления технологическими участками, потребляющими воду, а также системами управления водного хозяйства, измерения, регистрации и учета расхода воды: свежей — на предконденсатор, мойку свеклы, ножей, фильтровальной ткани и другие нужды; артезианской, аммиачной — на сульфитацию и другие потребности, а также жомопрессовой, барометрической — на увлажнение жома; конденсата, направляемого в ТЭЦ (котельную), — в сборник аммиачной воды; других потоков — в зависимости от технологической схемы завода. Подлежат учету также сбрасываемые производственные сточные воды III категории.

Надежность и достоверность учета определяют правильным выбором технических средств, а также их установкой с учетом требований норм и правил, параметров измеряемых сред и условий окружающей среды. Это касается прежде всего первичных измерительных преобразователей расхода (стандартных сужающих устройств, труб Вентури, датчиков электромагнитных расходомеров, счетчиков воды и др.). Во всех случаях необходимо стремиться устанавливать первичные преобразователи в помещении насосных станций, главного корпуса, ТЭЦ и др. В качестве крайней меры, в частности из-за невозможности обеспечения требуемых длин прямых участков до и после сужающего устройства, можно идти на их установку в специальных колодцах. Однако в этом случае качество выполнения строительных работ должно исключать возможность затопления колодцев, обеспечивать легкий доступ обслуживающего персонала к указанным преобразователям. Температура внутри колодцев должна поддерживаться с помощью обогревающих устройств или естественным путем в пределах, оговоренных техническими условиями, как правило, не ниже 5 °С. Это легче обеспечить, если над колодцем разместить небольшое помещение в виде будки или киоска.

УЧАСТКИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ САХАРА-СЫРЦА

Сахарные заводы СССР перерабатывают большие количества импортного тростникового сахара-сырца на белый сахар. Сахар-сырец транспортируют насыпью или в джутовых мешках. Для этого используют вагоны или полувагоны открытого типа. Вагоны с сахаром-сырцом после взвешивания разгружают. Из приемного бункера сахар-сырец системой ленточных транспортеров направляют в закрытые складские помещения для хранения насыпью. Сахар-сырец, упакованный в мешки, укладывают в штабеля.

Сырьевая лаборатория завода определяет качество каждой поступившей партии сахара-сырца. В складе контролируют относительную влажность воздуха и принимают меры для поддержания ее в пределах 60—70 %.

Из склада сахар-сырец конвейерами подается на взвешивание, а затем на клерование. Клеруют его до содержания 57 ± 1 % СВ промоем, получаемым от промывки фильтрационного осадка сатурированной клеровки, с добавлением барометрической воды при необходимости. Промой и барометрическую воду предварительно нагревают до 90—100 °С. Клеровку нагревают до 70—80 °С и перекачивают насосом на дефекосатурационную очистку.

Клеровочное отделение может быть оборудовано двумя непрерывнодействующими мешалками, работающими последовательно, или двумя периодически действующими мешалками, работающими в виде двух параллельных линий на один сборник, откуда клеровка откачивается на очистку.

В первом случае осуществляют последовательное растворение сахара-сырца: сразу — грубо, а затем — тонко. При этом во второй мешалке не только производят точную доводку плотности клеровки до заданной, но и за счет значительной длительности пребывания в мешалке сахара происходит окончательное его растворение. Мешалки оснащены паровыми рубашками для поддержания требуемой температуры клеровки.

Во втором случае в мешалках периодически поочередно готовится клеровка и подается в общий сборник, откуда откачивается на дефекосатурацию.

Несмотря на техническое совершенство и простоту первого способа, в последнее время заводы отдают предпочтение второму. Это объясняется трудностью автоматизации непрерывного процесса по плотности промоя из-за неудовлетворительного измерения последней, так как получаемая клеровка на выходе из мешалки содержит частицы мешковины, щепу, комки нерастворившегося сахара и др.

Управление клерованием сахара-сырца в периодически действующих мешалках, основанное на увеличении объема за счет

смешивания соответствующих доз сахара и промоя, является более совершенным.

Кроме клеровочных мешалок, отделение оснащают сборником промоя, куда дополнительно подводят барометрическую воду и пар.

При ведении процесса клерования контролируют количество клеруемого сахара-сырца, плотность, температуру, pH и расход клеровки, расход и температуру промоя и барометрической воды.

Известково-углекислотную очистку клеровки осуществляют с дефекацией продолжительностью 10—20 мин в зависимости от цветности сахара-сырца. Для этого клеровку сахара-сырца смешивают с клеровкой сахара из утфеля III кристаллизации и первым оттеком утфеля III кристаллизации (до 80 %), смесь подогревают до 85 °С, добавляют известь в количестве 4—5 % к массе сахара-сырца, а затем направляют в аппарат основной дефекации. Щелочность дефекованной клеровки 2,5 % СаО.

Сатурацию клеровки проводят в двух аппаратах последовательно без промежуточного фильтрования. Длительность сатурации определяется объемом установленных на заводе сатураторов. Перед второй ступенью сатурации к клеровке при необходимости добавляют известковое молоко в количестве 0,4 % СаО к массе сахара-сырца из общего расхода извести.

В процессе дефекоосатурации контролируют расходы клеровки и оттека; температуру в аппаратах, смеси и компонентов; плотность и расход известкового молока; содержание CO_2 в сатурационном газе, его давление перед сатураторами; щелочность в дефекаторе; щелочность и pH в сатураторах.

Сатурированную клеровку подогревают в теплообменнике до 85 °С и направляют на дисковые фильтры для фильтрования. Фильтрат подают на сульфитацию, а осадок подвергают трехступенчатому обессахариванию.

В процессе фильтрования контролируют прозрачность, расход и температуру фильтрата; содержание сухих веществ и температуру промоя на всех стадиях обессахаривания; содержание сахара в фильтрационных осадках.

Сатурированную фильтрованную клеровку совместно с клеровкой сахара II кристаллизации сульфитируют в аппаратах оросительного или жидкоструйного типа до pH 7,5. Смесь нагревают до 80 °С, фильтруют на дисковых фильтрах и направляют в сборник перед вакуум-аппаратами.

Работу в продуктовом отделении осуществляют по схеме с тремя ступенями кристаллизации. Особенностью ее является то, что из продуктового отделения на дефекоосатурацию возвращают до 80 % первого оттека утфеля I кристаллизации и утфель II кристаллизации центрифугируют с отбором только одного оттека.

В процессе уваривания утфелей контролируют расходы материальных потоков продуктового отделения; доброкачественность и содержание сухих веществ клеровки, утфелей и оттеков, их температуру; давление и температуру греющего пара, величину вакуума в вакуум-аппаратах и др.

При переработке сахара-сырца процессы сушки, охлаждения, упаковки, учета, складирования и хранения ведут так же, как и при переработке свеклы. При подготовке к автоматизации участков по переработке сахара-сырца особое внимание следует обратить на клеровочное отделение. С этой целью обеспечивают наличие в нем сжатого очищенного воздуха для питания средств пневматоматики. Если клеровочное отделение находится на большом расстоянии от главного корпуса (более 100 м), целесообразно установить автономную установку приготовления сжатого воздуха небольшой производительности.

Нагревание клеровки в клеровочных аппаратах открытым паром запрещается Инструкцией по ведению технологических процессов приемки, хранения и переработки сахара-сырца на свекло-сахарных заводах. Это позволяет в любом удобном для оператора месте, желательно на отметке II этажа, установить щит управления для удобства визуального наблюдения за потоками сахара и клеровки. Одновременно этим обеспечивается удовлетворительная работа весов, так как остаток сахара, прилипаемый к внутренним стенкам весов, сводится к минимуму. В противном случае в целях обеспечения длительного срока службы щит управления и весы устанавливают на максимальном расстоянии от «выпара» из клеровочных аппаратов.

Для учета сахара-сырца на заводах применяют весы общего назначения для сыпучих грузов. В них приемное устройство и устройство довешивания выполнены в виде узкой щели, которая часто забивается комками сырца, препятствуя точному довешиванию массы сахара. Поэтому указанные устройства с весов демонтируют, а подачу и довешивание сахара осуществляют шибером с пневмоприводом, размещаемым на бункере перед весами. Управление довешиванием осуществляют от конечных выключателей измерительного устройства весов, которые по мере увеличения массы ступенчато прикрывают шибер.

Шибера с пневмоприводами устанавливают и на других бункерах, что позволяет дистанционно или автоматически регулировать расход сахара-сырца.

Сборник промоев, а также регулирующие клапаны и средства автоматизации оснащают площадками для обслуживания.

На участке дефекосации дополнительно по сравнению с переработкой свеклы предусматривают расходомеры клеровок и оттека. При необходимости щель из дозатора известкового молока свекловичного производства заменяют щелью нужного расхода.

Экономическая эффективность — основной критерий качества функционирования автоматизированного объекта.

Целевая функция автоматических и автоматизированных систем управления — получение максимальной величины технологической составляющей прибыли за счет достижения основных технико-экономических показателей производства на уровне или выше их нормируемых значений.

Целевая функция достигается за счет повышения выхода сахара и снижения его потерь; материаловосбережения — снижения удельных затрат сырья, удельного расхода известнякового камня, фильтровальной ткани, других вспомогательных материалов; энергосбережения — снижения удельных затрат топлива, пара, электроэнергии; повышения производительности завода — улучшения использования мощности оборудования; снижения затрат труда — повышения выработки сахара на одного работающего; улучшения организации труда, определения рационального уровня автоматизации, обеспечения необходимой надежности систем управления и технологического оборудования.

Два последних направления играют особую роль. В прошлом, когда автоматизация сахарного производства делала первые шаги, уместно было ставить задачу неуклонного повышения уровня автоматизации. Однако сегодня, если воспользоваться современными возможностями и полностью (или почти полностью) охватить автоматизацией все задачи управления, то стоимость и сложность такой системы окажутся высокими и необоснованными. Это обуславливает задачу выбора рационального уровня автоматизации, пути решения которой изложены в литературе. Предназначенные для системы управления ресурсы необходимо так распределить между разными направлениями ее действия, чтобы максимизировать общий экономический эффект.

Дальнейшее развитие автоматических систем за счет их усложнения и большего насыщения средствами автоматизации экономически нецелесообразно. Необходимо повышать технический уровень систем и расширять круг задач управления.

Для оценки показателей эффективности систем управления пользуются разными методами.

Ожидаемые показатели можно прогнозировать: при тиражировании системы — на основе данных испытаний ее головного образца; при разработке головного образца — на основе анализа резервов производства. Выявление резервов конкретного завода состоит в нахождении таких отрезков производственного сезона, на которых технико-экономические показатели оказываются существенно выше средних. Система управления в той или иной мере не позволяет технологическому процессу отклоняться от рационального

режима, что обеспечивает стабильную работу с более высокими показателями.

Оценить эффективность системы управления (автоматической или автоматизированной), действующей в течение всего производственного сезона, можно путем сравнения данных декадных отчетов о работе основного производства с прогнозируемыми показателями, рассчитанными по уравнениям, полученным в результате статистической обработки отчетных данных завода за предыдущие производственные сезоны до внедрения системы управления.

Расчет экономической эффективности автоматизации технологических участков выполняется при проектировании новых заводов и реконструкции действующих, при внедрении автоматики на реконструируемых объектах. Методические материалы и нормативы для расчета могут меняться по мере совершенствования экономического механизма хозяйствования. В расчете приводятся сведения по базе для сравнения и сравниваемым вариантам, экономическим выгодам, ожидаемым от внедрения. В зависимости от уровня автоматизации производства в качестве базы для сравнения принимают неавтоматизированный или автоматизированный объект (участок). Первый случай характерен для первоначального внедрения автоматики. Во втором случае объект оснащается новой, более эффективной системой управления. Под экономическими выгодами понимают показатели работы объекта (участка), которые отражают эффективность и качество функционирования системы управления. Ориентировочные данные по этим показателям приведены ниже.

База сравнения — неавтоматизированный объект

Склад свеклы

Снижение потерь сахара при хранении свеклы, % к массе свеклы за сутки	0,002—0,006
---	-------------

Тракт подачи свеклы

Снижение потерь сахара в свекле, % к массе свеклы	0,01
Повышение производительности завода, %	3—4

Диффузионное отделение

Уменьшение коэффициента неравномерности при переработке свеклы, %	3—5
Снижение потерь сахара в жоме, % к массе свеклы	0,01—0,04

Отделение дефекосатурации

Увеличение эффекта очистки сока, %	4—6
Снижение потерь сахара, % к массе свеклы	0,066—0,1

Соковый поток

Уменьшение коэффициента неравномерности при переработке свеклы, %	6,3
---	-----

Подогреватели сиропа и патоки

Уменьшение потерь сахара от разложения, % к массе исходного сахара	0,04—0,08
Уменьшение цветности, % к начальной величине	1—1,6

Вакуум-фильтры PDF Compressor Free Version

Снижение потерь сахара, % к массе свеклы	0,005
Увеличение производительности фильтров, %	10

Выпарная установка

Снижение расхода пара, % к массе свеклы	3,3
---	-----

Вакуум-аппараты периодического действия

Увеличение выхода сахара, % к массе продукта	2,44
Повышение производительности аппаратов, %	8,82

Отделение сушки сахара

Уменьшение количества дробленых кристаллов сахара, % к массе сахара	3,8
---	-----

Известковое отделение

Снижение расхода известняка, % к массе свеклы	0,4
Уменьшение расхода топлива, % к массе свеклы	0,11

Сахарный завод

Увеличение коэффициента использования мощности	0,05
Увеличение выхода сахара, % к массе свеклы	0,53

База сравнения — автоматизированный объект на уровне
ФСА-75, сравниваемый вариант — на уровне СА-85

Выпарная установка, клеровочное, диффузионное и жомосушильное отделения

Снижение расхода условного топлива, % к массе свеклы	0,15
--	------

Сокоочистительное отделение

Снижение расхода известнякового камня, % к массе свеклы,	0,2
--	-----

Вакуум-аппараты

Снижение расхода пара, %	2
--------------------------	---

Фильтры-сгустители сока I сатурации, листовые фильтры сока II сатурации

Снижение расхода фильтровальной ткани, м ² /1000 т свеклы	3
--	---

Тракт подачи свеклы, диффузионное отделение, вакуум-аппараты

Увеличение коэффициента использования мощности	0,02
--	------

Диффузионное и сокоочистительное отделения, выпарная установка

Снижение потерь сахара, % к массе свеклы	0,01
Уменьшение содержания сахара в мелассе, % к массе свеклы	0,03

Применение микропроцессорных систем управления отдельными технологическими участками дает годовой экономический эффект 40—180 тыс. руб.

●

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Целевая функция автоматизации технологических процессов состоит в получении максимальной величины технологической составляющей прибыли за счет достижения основных технико-экономических показателей производства на уровне или выше их нормируемых значений. Реализация в полной мере потенциальных возможностей, заложенных в автоматизации, достижима при обеспечении ряда важных условий. Задача эта многогранна и для ее успешного решения необходимо учитывать все факторы, обеспечивающие функционирование технических средств автоматизации и систем управления в целом.

УСЛОВИЯ НАДЕЖНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Основными условиями надежного функционирования и эффективного использования средств автоматизации являются следующие:

- психологический настрой обслуживающего персонала;
- четкая организация метрологической работы службы;
- правильный выбор технических средств и регулирующих органов;
- качество монтажа средств автоматизации;
- учет характеристики измеряемой, регулируемой и окружающей сред;
- совершенствование и обновление средств автоматизации.

Преодоление психологического недоверия обслуживающего персонала к внедряемым средствам автоматизации — задача трудная, но очень важная, так как при этом преодолеваются сложившиеся рабочие навыки и традиции. Не случайно, что на строящихся заводах внедрение автоматизации проходит значительно легче, чем на действующих. Поэтому одновременно с внедрением автоматизации предусматривается подготовка персонала технологических участков путем непосредственного пользования системами управления при нормальной и аварийной ситуациях на объекте.

Надежное функционирование средств автоматизации достигается на тех заводах, где работа метрологической службы четко

организована и увязана с работой других служб завода. Существенную роль при этом играют материальная заинтересованность персонала службы, а также его профессиональная подготовка, которая должна непрерывно совершенствоваться под влиянием постоянного прогрессом науки и техники. Рост уровня и объема автоматизации, с одной стороны, и снижение продолжительности производства, с другой, усиливают требования к четкой организации работы метрологической службы, повышают ее мобильность в связи с необходимостью в короткий срок с началом производства обеспечить функционирование средств автоматизации и вывод на заданный режим технологического процесса.

Энергия расходуется не только на питание средств автоматизации, но и на преодоление гидравлического сопротивления регулирующих дроссельных органов и сужающих устройств расходомеров, с помощью которых обеспечивается качественное управление технологическими процессами. Выбор типа, проходного сечения и характеристики регулирующего органа производят в соответствии с заданными условиями работы. От правильного выбора насоса зависит расходная характеристика гидравлической сети технологического участка.

Перепад давления, создаваемого источником на участке сети, содержащей регулирующий дроссельный орган, расходуется на преодоление потоком сопротивления регулирующего органа и сети:

$$\Delta p = \Delta p_{po} + \Delta p_c,$$

где Δp — перепад давления на участке сети (для жидкости определяется с учетом геометрического перепада высот начала и конца участка), Па; Δp_{po} — потеря давления на регулирующем органе, Па; Δp_c — потеря давления в сети на трение и местные гидравлические сопротивления, Па.

Удовлетворительная линейность расходной характеристики гидравлической сети технологического участка достигается, если при максимальном расходе обеспечиваются следующие условия:

$\Delta p_{po} \geq 0,2 \Delta p_c$ при применении поворотной заслонки;

$\Delta p_{po} \geq 0,7 \Delta p_c$ при применении регулирующего клапана с линейной характеристикой;

$\Delta p_{po} \leq 0,35 \Delta p_c$ при применении регулирующего клапана с равнопроцентной (логарифмической) характеристикой.

Если выбор регулирующего органа и его характеристики диктуется анализом динамических характеристик автоматизированной системы, условиями комплектной поставки средств автоматизации с технологическим оборудованием, то приведенные соотношения учитывают при выборе источника давления. Обратную задачу решают при выборе регулирующего органа с учетом реально заданного источника давления.

Вследствие потери давления на сужающих устройствах расходов (диафрагма, труба Вентури и др.) получают полезный сигнал расхода, пропорциональный квадрату скорости движения измеряемой среды. Чем больше потеря давления на конкретном сужающем устройстве, тем меньше по сравнению с полезным сигналом относительный уровень помех и, следовательно, выше точность и шире диапазон измерения.

Методика расчета параметров сужающих устройств расходов определяется действующими правилами и изложена в литературе.

Немаловажную роль в обеспечении надежной работы средств автоматизации играет качество выполнения монтажных работ с учетом специфики сахарного производства. Особое внимание при этом обращают на отборные устройства, датчики и регулирующие органы, надежность работы которых зависит от свойств измеряемой и регулируемой среды.

В отличие от благоприятных для работы средств автоматизации технологических сред (вода, пар, воздух) сок, сироп, утфель, меласса, жомопрессовая вода, вода I, II, III категорий, газы SO_2 , CO_2 и др. относятся к средам, неблагоприятным для эксплуатации средств автоматизации. Неблагоприятное влияние этих сред предотвращают путем правильного выбора средств автоматизации, сведения к минимуму влияния среды, создания специальных средств автоматизации, рассчитанных на применение в условиях сахарного производства.

При выборе и размещении технических средств автоматизации необходимо учитывать классы помещений по ПУЭ (Правила устройства электроустановок), определенные применительно к сахарному производству нормами технологического проектирования: особо сырые — тракт подачи свеклы, моечное и известковое отделения; сырые — I этаж сокодобывающего, сокоочистительного и продуктового отделений, объекты водного хозяйства; влажные — II этаж сокодобывающего, сокоочистительного и продуктового отделений; сухие — щитовые помещения; взрывоопасные В-IIа — сахаросушильное, сахароупаковочное и расфасовочное отделения, силосный склад сахара-песка (собственно хранилище сахара отнесено к классу В-II); пожароопасные П-II — жомосушильное и жомогрануляционное отделения, склад упакованного сахара-песка. Следует по возможности избегать размещения средств автоматизации на I этаже главного корпуса.

Пункты управления, где устанавливаются щиты, оснащенные большим числом средств автоматизации, размещают в отдельных помещениях. При отсутствии таких помещений в щитах обеспечивается небольшое избыточное по сравнению с окружающей средой давление путем подачи некоторого количества чистого сжатого воздуха.

По мере роста интеллектуальности труда операторов, а также общей культуры производства все большее значение приобретает задача обеспечения комфортных условий для работы операторов. Одной из актуальных задач, стоящих перед оператором, является совершенствование в области автоматизации, является совершенствование и обновление средств автоматизации, в том числе на основе применения вычислительной и прежде всего микропроцессорной техники.

Таким образом, успешное функционирование системы управления определяется подготовленностью трех ее составных частей: объекта управления, технических средств автоматизации и обслуживающего персонала.

Нередко новые возможности, которые создаются при внедрении более совершенных систем управления технологическими процессами, требуют совершенствования сложившейся организации труда и управления производством в целом.

Рассмотрим некоторые из условий более подробно.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ

Потребителями электроэнергии в условиях сахарного производства являются контрольно-измерительные приборы, регулирующие устройства, электрические исполнительные механизмы, аппаратура сигнализации и управления и др.

Требуемое напряжение у электроприемников и бесперебойность питания обеспечиваются источником электроэнергии достаточной мощности. Распределение электрической энергии производится по четырехпроводной системе трехфазного переменного тока напряжением 380/220 В, а также постоянного тока напряжением 110 и 220 В.

Как правило, в качестве источников питания систем управления используют цеховые распределительные подстанции, распределительные щиты и питающие сборки системы электроснабжения автоматизируемого объекта, к которому не подключается резко переменная нагрузка.

Допускаются следующие отклонения напряжения от номинального на зажимах электроприемников *:

$\pm 5\%$ для контрольно-измерительных приборов, регулирующих устройств и т. д.;

от -5 до $+10\%$ для электродвигателей исполнительных механизмов и электроприводов задвижек, аппаратов управления (магнитных пускателей, реле и т. д.);

* Иногда заводами-изготовителями электроприемников автоматизированных систем устанавливаются более жесткие требования к обеспечению нужного напряжения электропитания, которые учитываются при выборе источника их питания.

от $-2,5$ до $+5$ % для электроламп схем сигнализации и ламп освещения щитов.

Оценку и выбор схемы электропитания систем управления производят на основе рассмотрения всего комплекса требований с учетом конкретных условий работы автоматизируемого объекта. При этом важно правильно определить необходимую степень резервирования и, следовательно, обеспечения надежного (бесперебойного) питания электроприемников систем управления на уровне не ниже надежности электроснабжения автоматизируемого объекта. При резервировании питания требуется предусмотреть, чтобы число независимых вводов (питающих линий) к системам электропитания автоматики, как правило, равнялось числу независимых вводов, питающих объект в целом. Поэтому по возможности исходят из конкретной схемы электроснабжения объекта, предусматривая меры по повышению надежности электроснабжения систем электропитания автоматики выше той степени надежности, которую имеет сам объект.

Наиболее высокие требования к обеспечению надежности электроснабжения в условиях сахарного завода предъявляются информационно-управляющим вычислительным комплексом АСУ ТП завода. Эти требования определяются заводом-изготовителем конкретной вычислительной машины и объясняются тем, что потеря памятью машины обширной информации о ходе процесса способна надолго разладить процесс. Более подробно вопросы электроснабжения автоматизированных систем регламентируются Правилами устройства электроустановок ПУЭ-85, Указаниями по проектированию электроустановок систем автоматизации производственных процессов ВСН 205—84.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

От качества сжатого воздуха, используемого для питания приборов и средств автоматизации систем пневмоавтоматики, в значительной степени зависят надежность, точность, стабильность и долговечность работы систем управления. Качество сжатого воздуха определяется количеством содержащихся в нем примесей, прежде всего влаги, минеральных масел и различных твердых частиц. Наличие твердых частиц в сжатом воздухе является причиной неустойчивой работы, а также отказов в работе средств автоматизации. Особенно быстро засоряются элементы типа сопло — заслонка, дроссельные устройства и др. Если воздух содержит еще и минеральные масла, то твердые частицы играют роль центров, вокруг которых конденсируется масло. В этом случае процесс засорения элементов средств автоматизации резко ускоряется.

Наличие влаги в воздухе вызывает коррозию аппаратуры и

пневмопроводов, способствует дополнительному засорению приборов ржавчиной и грязью. Конденсат, который скапливается в трубах (особенно в зимнее время), может замерзать, частично или полностью перекрывая проходное сечение пневмопроводов. Чаще всего это происходит в период оттепели, наступившей после сильных морозов, когда влажность исходного воздуха, всасываемого компрессором, резко повышается. Конденсация влаги возможна и в летнее время, особенно при понижении температуры ночью. Поэтому для обеспечения надежной работы систем пневмодвигатель сжатый воздух тщательно осушают и очищают, т. е. содержание минеральных масел, пыли и влаги снижают до допустимых значений, которые регламентируются ГОСТ 17433—80.

Первому классу загрязненности сжатого воздуха, который требуется по техническим условиям заводов-изготовителей пневматических приборов и регуляторов, соответствуют следующие параметры:

Содержание твердых частиц размером не более 5 мкм, мг/м ³	Не более 1
Содержание воды в жидком состоянии, мг/м ³	Не более 500
Наличие масла в жидком состоянии	Не допускается
Содержание кислот и щелочей	Следы

Температура точки росы сжатого воздуха должна быть ниже минимальной рабочей температуры не менее чем на 10 °С, но не выше — 10 °С.

В условиях сахарного производства используются централизованные и местные системы воздухообеспечения. На заводах, преимущественно оснащенных пневмодвигатель, применяются централизованные системы воздухообеспечения, состоящие из сети магистральных воздухопроводов, от которых осуществляется питание средств автоматизации отдельных технологических объектов. Для питания отдельных удаленных технологических объектов, например измерительных лотков системы водоснабжения сахарного завода, использование централизованной системы экономически нецелесообразно. В этом случае предпочтительна местная автономная система воздухообеспечения, в том числе с применением баллонов сжиженного негорючего газа, преимущественно диоксида углерода.

Систему централизованного воздухообеспечения, как правило, выполняют по следующей схеме: воздушный поршневой компрессор с масляной смазкой — воздухохранилище — теплообменник (холодильник) — водомаслоотделитель — масляный фильтр — установка (блок) осушки — воздухохранилище — потребители.

Структура системы воздухообеспечения определяется источником сжатого воздуха. Наибольшее распространение получили поршневые компрессоры с масляной смазкой. В сжатом воздухе после

таких компрессоров содержится до 20—25 мг/м³ масла, до 10—30 мг/м³ атмосферной пыли, частиц нагара и шлама, температура его находится в пределах от 60 до 150 °С для разных типов компрессоров. Сжатый воздух с такими параметрами без специальной подготовки для питания средств автоматизации непригоден.

Структурная схема системы воздухообеспечения, имеющей безмасляный источник питания, упрощается благодаря исключению масляного фильтра.

При выборе производительности системы воздухообеспечения по очищенному и осушенному воздуху предварительно определяют потребность в сжатом воздухе (в м³/ч):

$$Q = (Q_{p.н} + Q_{p.п}) K_y K_z,$$

где $Q_{p.н}$ — расход воздуха на средства автоматизации, потребляющие воздух непрерывно, м³/ч; $Q_{p.п}$ — расход воздуха на средства автоматизации, потребляющие воздух периодически, м³/ч; K_y — коэффициент утечки, учитывающий потери воздуха в пневмопроводах, приборах и аппаратуре из-за неплотностей (принимают равным 1,15); K_z — коэффициент, учитывающий увеличение расхода воздуха при работе приборов в переходном режиме, а также кратковременный расход воздуха, потребляемого приборами систем защиты и сигнализации (принимают равным 1,25).

В этой формуле расход воздуха приведен к нормальным условиям. Справочные данные о расходе воздуха разными средствами автоматизации приводятся в инструкциях по монтажу и эксплуатации этих средств. Ориентировочно номинальный расход воздуха на один пневматический прибор характеризуется следующими данными (в м³/ч): дифманометр 0,2; манометр, вакуумметр, тягомер, напорометр, буйковый уровнемер 0,5; манометрический термометр 0,1; вторичный прибор системы «Старт» 0,26—0,6; интегратор 0,7; регулятор 0,3—0,75; функциональный прибор системы «Старт» 0,1—0,9.

Во всех случаях учитывают дополнительный расход воздуха на регенерацию адсорбционных установок осушки воздуха, составляющий 20 % их производительности. Таким образом, производительность компрессоров, входящих в систему воздухообеспечения, выбирают на 20 % выше производительности установки осушки воздуха, использующей для регенерации сжатый воздух. Это обстоятельство учитывают также при определении расхода воздуха, потребляемого системой воздухообеспечения автоматики от общей компрессорной станции завода.

Основные технические характеристики некоторых поршневых компрессоров приведены в табл. 2.

Для бесперебойного получения сжатого воздуха в требуемом количестве и обеспечения безопасной эксплуатации компрессоры оснащаются следующими устройствами: автоматической системой регулирования производительности; автоматической аварийной

Таблица 2

Марка	Производительность при условии всасы- вания, м ³ /мин	Давление, МПа	Тип охлаждения	Мощность электро- двигателя, кВт
PDF Compressor Free Version				
4ВУ1-5/9М2	5	0,8	Воздушное	37
ВП2-10/9М	12	0,8	Воздушное	75
2ВМ2,5-12/9	12	0,8	Воздушное	75
ВП3-20/9	22	0,9	Водяное	132
2ВМ4-24/9	24	0,9	Водяное	160

защитой, отключающей компрессор при прекращении подачи охлаждающей воды (для компрессоров с водяным охлаждением) и повышении температуры масла сверх установленной; предохранительными устройствами и приборами контроля и сигнализации давления и температуры после каждой ступени сжатия компрессора, давления и температуры масла в системе смазки (для компрессоров с масляной смазкой), расхода воды на охлаждение и ее температуры (для компрессоров с водяным охлаждением).

Автоматическое регулирование производительности компрессоров осуществляют по изменению давления сжатого воздуха в воздухохранильнике. Благодаря этому снижается расход электроэнергии, потребляемой компрессорами, и облегчается тепловой режим их работы. Более надежными и экономичными системами регулирования производительности являются системы, изменяющие производительность компрессора без его отключения путем шунтирования по воздуху ступеней сжатия его. Однако для систем воздухообеспечения производительностью до 4 м³/мин допускается регулирование путем пуска и остановки электропривода компрессора. В этом случае во избежание частых пусков и остановок производительность компрессора (компрессоров) системы воздухообеспечения устанавливается на 40 % выше номинальной производительности системы по осушенному воздуху.

На сахарных заводах для осушки сжатого воздуха широкое распространение получили как нагревные, так и безнагревные установки (табл. 3).

Таблица 3

Тип	Производительность по осушенному воздуху, м ³ /ч	Давление, МПа	Регенерация
УОВБ-40/100	40—100	0,8	Безнагревная
УОВБ-100/250	100—250	0,8	Безнагревная
А500У-02	600	0,8	Нагревная

ЗАЩИТА УСТРОЙСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОМЕХ

Влияние электрических помех на функционирование технических средств вычислительной (микропроцессорной) техники можно устранить или существенно ослабить путем реализации ряда специальных мер защиты. В связи с нестационарностью поля распределения помех на практике нередко приходится идти на определенную избыточность применяемых мер в целях получения гарантий их эффективности.

Электрические помехи весьма разнообразны и могут быть непрерывными и дискретными, регулярными или случайными. Результирующий сигнал, воспринимаемый приемником информации, представляет собой либо сумму полезного сигнала и сигнала помехи (импульсные помехи от электросварки, коротких замыканий в электросети, коммутации выключателей, автоматов, магнитных пускателей и др.), либо их произведение (помехи, являющиеся следствием изменения параметров самого канала передачи информации). Особенно опасны импульсные помехи, которые вследствие большой крутизны фронтов проникают через паразитные емкости обмоток сетевых трансформаторов и монтажа во внутренние информационные цепи устройств. Они могут не только исказить полезный сигнал, но и вывести из строя элементы электронной техники.

Основные методы защиты от помех включают заземление устройств; гальваническое разделение цепей датчиков центральных устройств и исполнительных механизмов; рациональный монтаж и экранирование входных и выходных цепей; экранирование помещений и устройств; электропитание устройств через установку типа «мотор — генератор» или через сетевые фильтры.

Для заземления выбирают одну точку, которая является общей «землей» системы. Корпуса устройств (шкафы, столы, кожухи) соединяют с этой точкой проводом сечением не менее 25 мм^2 или латунной полосой сечением не менее 16 мм^2 . «Земляные» провода должны иметь структуру разветвленного дерева без замкнутых контуров. Общую «землю» системы подсоединяют, как правило, к отдельному контуру заземления, сопротивление которого не должно превышать 2 Ом .

Устранение помех вследствие неэквипотенциальности точек датчиков, исполнительных механизмов, других периферийных устройств и центрального устройства достигается путем гальванического разделения устройств. Для этой цели используют специальные гальванические разделители. Датчики нового поколения, например серии Сапфир, электромагнитные расходомеры ИР-61, рН-метры П-210, П-215, могут подключаться без разделителей.

Рациональный монтаж предполагает прежде всего разделение

линий связи на измерительные и энергетические, мощность передаваемых сигналов которых составляет соответственно ≤ 2 и ≥ 100 В. А. Следует разделять цепи передачи сигналов от датчиков ко входным устройствам от цепей, по которым управляющее воздействие передается от выходных устройств к исполнительным органам. Входные цепи сигналов одного типа рекомендуются также группировать и отделять от входных сигналов другого типа.

Входные цепи постоянного тока полезно защищать от импульсных помех с помощью RC-фильтров с постоянной времени 10—20 мс.

Экранирование линий связи выполняют применением экранированных кабелей или при отсутствии последних с помощью стальных защитных труб или коробов. По экранирующим свойствам короба существенно уступают трубам. Заземляют экраны, а также незадействованные жилы кабелей только в одной точке.

Экранирование помещений, в которых располагают технические средства, удобно производить при помощи стальных оцинкованных листов (пол, стены, потолок) или стальных сеток (окна), соединяемых между собой путем контактной сварки. Роль экранов устройств выполняют корпуса шкафов, столов, кожухов.

Применение для электропитания комплекса средств вычислительной техники установки типа мотор — генератор обеспечивает полную гальваническую развязку комплекса с электросетью завода и гарантирует защиту от импульсных помех по цепям питания. Эффективны также сетевые фильтры типов ФП1-ФП18, обеспечивающие подавление помех на 60—100 дБ, т. е. в 1000 и более раз.

ВЫБОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Внедрение средств автоматизации в сахарную промышленность значительно зависит от правильности их выбора. Выбор считается правильным, если при этом обеспечиваются требуемое качество контроля и регулирования процесса с учетом контролируемой или регулируемой среды, максимальная взаимозаменяемость приборов, надежная эксплуатация в условиях завода, безотказная работа в течение сезона сахароварения.

Требованиям сахарного производства в значительной мере удовлетворяют средства автоматизации общепромышленного изготовления, которые достаточно полно описаны в литературе. К ним относятся приборы и измерительные преобразователи температуры (термопреобразователи сопротивления, термометры расширения 13ДТ-74), давления (манометры МС, МП, дифманометры ДС, ДМ, 13ДД-11, вакуумметры ВС), расхода (диафрагмы нормальные, электромагнитные расходомеры, ротаметры), количества и массы веществ (автовесы ЛТМ-1М, ДС-800, дозаторы весовые типа АД), уровня (уровнемеры УБ, регуляторы-сигнализаторы

ЭРСУ, блок контроля сопротивления БКС), состава и свойств веществ (рН-метры со стеклянными индикаторными электродами типа ЭСП и ЭСТК, плотномеры ПР-1025М, газоанализаторы ТП2221), вторичные электрические (типа КС, ДИСК) и пневматические (типа ПВ и РПВ) приборы, устройства выработки команд (электрические типа РП, пневматические системы «Старт»), устройства использования командной информации (исполнительные механизмы электрические МЭО, МЭОК, пневматические МИМ, ПСП и регулирующие клапаны односедельные, двухседельные, диафрагмовые).

При выборе средств автоматизации важно учитывать специфичность контролируемых сред сахарного производства. В качестве контролируемой среды в процессе выступают сырье, продукты производства и отходы. Среды сахарного производства характеризуются агрессивностью, наличием механических и мелкодисперсных включений, кристаллизующихся и смолообразующих компонентов, коллоидов, твердых осадков, образованием пены и накипи, повышенными вязкостью и цветностью, высокими влажностью и температурой (см. приложение).

УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ О СОСТАВЕ И СВОЙСТВАХ ВЕЩЕСТВ

На современном заводе только около 20 % необходимой информации о составе и свойствах веществ дают автоматические приборы, остальную получают через химическую лабораторию с опозданием на 30 мин и более, что резко снижает качество управления процессами. Информация, получаемая с помощью автоматических приборов, включает данные о рН технологических сред, фактической загрязненности и сахаристости свеклы, содержании CO_2 в сатурационном газе и качестве уваривания утфеля в вакуум-аппаратах I продукта. Поэтому проблема создания устройств для определения состава и свойств сахарного производства очень актуальна.

ПЛОТНОМЕРЫ И ВИСКОЗИМЕТРЫ

Для измерения плотности сиропа и известкового молока в системах управления получили распространение буйковые, мембранные и гидropневматические приборы конструкции завода «Сахаравтомат», сахарных заводов и других организаций.

Устойчивая работа плотномеров во многом зависит от качества монтажа, правильности отбора пробы, непрерывности подачи раствора, необходимой и постоянной скорости прохождения жидкости через прибор, предотвращения попадания в него твердых частиц и воздушных пузырей.

Преобразователь плотности ПДТ-28А. Прибор завода «Сах-

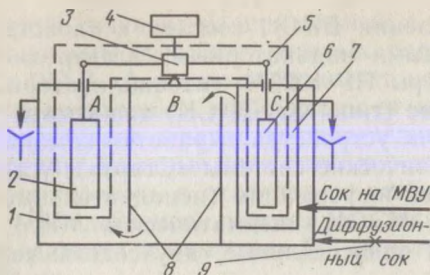


Рис. 2.1. Устройство для контроля разжижения диффузионного сока: 1 — емкость; 2, 6 — буйки; 3 — преобразователь; 4 — вторичный прибор; 5 — двухбуйковый плотномер; 7 — измерительная камера; 8 — перегородка; 9 — вентиль

автомат» представляет собой цилиндрический корпус с крышкой и пневмосиловым преобразователем уровне-

ра УБ-П, на котором подвешен буюк. Жидкость поступает через нижний патрубок корпуса и отводится из него через верхний, образуя в сосуде постоянный уровень. На буюк, погруженный в жидкость, действует выталкивающая сила, пропорциональная плотности жидкости. Изменение плотности фиксируется преобразователем и в виде пневматического сигнала передается для записи и индикации. Преобразователь ПДТ-28А предназначен для контроля плотности сока, сиропа и клеровки.

Устройство для контроля разжижения диффузионного сока. Устройство ПО «Укрсахтехэнергоремонт» предназначено для оперативного определения изменения содержания сухих веществ в рабочей жидкости на участке диффузия — выпарная установка.

Устройство (рис. 2.1) представляет собой двухбуйковый плотномер 5, состоящий из основного 2 и дополнительного 6 буйков и силового преобразователя 3.

Плотномер выполнен на базе уровнемера буйкового типа УБ, оборудованного дополнительным буйком вместо уравнивающего груза.

Основной буюк плотмера помещен в емкость 1, имитирующую транспортное запаздывание, т. е. время прохождения сока участков дефекосатурации и фильтрования, а также обеспечивающую равенство температур контролируемых жидкостей. Диффузионный сок подводится в емкость через вентиль 9. Для предотвращения перемешивания слоев жидкости емкость разделена двумя перегородками 8 на три зоны А, В и С. Дополнительный буюк 6 с измерительной камерой 7, в которую подводится часть фильтрованного сока, подаваемого в выпарную установку, также размещается в емкости 1. В устройстве предусмотрена стабилизация уровней диффузионного и фильтрованного соков за счет перелива из зон А и С емкости 1 и из измерительной камеры 7 соответственно.

Диффузионный сок подводится в нижнюю часть зоны С емкости 1 и, пройдя последовательно зоны В и А, выводится из верхней части последней. В зоне А осуществляют измерение плотности диффузионного сока с временным сдвигом относительно ввода его в зону С, определяемым временем последовательного прохождения

всех зон. Величина временного сдвига за счет емкости приводится к фактической временной разности между началом и концом технологического процесса обработки диффузионного сока, подаваемого в емкость с помощью вентиля 9. Плотность сока перед выпарной установкой измеряют буйком 6 в камере 7, в нижнюю часть которой подводят часть сока после обработки на участках дефекосатурации и фильтрования.

Силовой преобразователь 3 определяет разность между выталкивающими силами, действующими на буйки 2 и 6, которая является выходным сигналом плотномера 5, учитывающим одновременно и временной сдвиг между процессами. Равенство температур контролируемых жидкостей обеспечивается за счет помещения измерительной камеры 7 с одной жидкостью (сок перед выпарной установкой) в большую емкость 1 с другой жидкостью (диффузионный сок). Разность плотностей соков, диффузионного и перед выпарной установкой, характеризует разжижение первого. Выходной сигнал плотномера 5, пропорциональный величине разжижения, поступает для записи и индикации на вторичный прибор 4 типа ПВ. Надежная работа прибора обеспечивается за счет отборного устройства — фильтра, устанавливаемого на трубопроводе диффузионного сока.

Гидропневмометрические плотномеры. Предназначены для измерения плотности жидкости, которая при контакте с продуваемым воздухом образует осадок (известковое молоко). При этом используют промежуточную жидкость — воду, разделяющую воздух и контролируемую среду. В таком плотномере вода из напорного бачка подается в два сосуда, погруженные на разную глубину в контролируемую жидкость. Вода, вытесняя контролируемую жидкость, заполняет сосуды до уровней, зависящих от плотности этой жидкости. Разность уровней воды в сосудах, измеренная пьезометрическими трубками в комплекте с дифманометром, характеризует плотность измеряемой жидкости.

Гидропневмометрический плотномер требует бесперебойного снабжения чистой водой, что часто затруднительно.

Измеритель ИТП-3. Прибор НПО «Цветметавтоматика» используют для контроля содержания твердой фазы в известковом молоке. В принципе его действия лежит измерение электрической проводимости.

Твердая фаза известкового молока состоит в основном из СаО и примесей песка. Если количество песка незначительно, то вторичный прибор отображает концентрацию СаО в известковом молоке и градуируется в ее единицах (в г/л). Если молоко очищено от песка плохо, вторичный прибор градуируется в единицах плотности (в кг/м³). Значения электрической проводимости приводят к величинам проводимости при номинальной рабочей температуре суспензии. Для этого осуществляют автоматическую компенсацию

ее изменений. Изменение содержания твердой фазы в известковом молоке, протекающем через кондуктометрический измерительный преобразователь, вызывает изменение тока в цепи измерительной ячейки и напряжения в сопротивлении нагрузки, включающем температурный чувствительный элемент. ВРДБ Compressor Free Version

образователя поступает на вход промежуточного блока. Последний состоит из линейного выпрямителя, схемы сравнения и преобразователя напряжения 0—100 мВ в постоянный ток 0—5 мА.

Запись содержания твердой фазы в известковом молоке осуществляют вторичным прибором. Измерительный преобразователь представляет собой сборную конструкцию, предназначенную для установки на вертикальном участке трубопровода, и состоит из двух взаимозаменяемых катушек с крайними электродами и среднего электрода. Катушки гуммированы резиной и с помощью фланцев соединяются с крайними электродами. Электроды — цилиндрические кольца, изолированные от корпуса резиной, подключены к клеммной коробке, которая закрывается крышкой.

Измеритель ИТП-3 испытан на Кожанском сахарном заводе. Плотность известкового молока контролируется в пределах 1100—1400 кг/м³, причем преобразователь плотности с $D_y = 100$ мм установлен непосредственно на технологическом трубопроводе.

На работу прибора влияют источники сильных магнитных полей, расположенные в 10 м и менее от преобразователя. Измеритель надежен в работе и обеспечивает контроль плотности с точностью до $\pm 4\%$.

Ротационный вискозиметр. Прибор НПО «Пищепромавтоматика» входит в комплект устройства программного управления варкой утфеля (УПВУП) в вакуум-аппаратах периодического действия. Датчик вязкости утфеля представляет собой двухфазный асинхронный электродвигатель, на валу которого закреплен диск. Электродвигатель обеспечивает устойчивую работу в широком диапазоне частоты вращения. Датчик крепится с помощью фланца на корпусе вакуум-аппарата. При этом сам вискозиметр находится в аппарате в вертикальном положении. Центр крепления фланца на стенке вакуум-аппарата смещается на 0,5—0,6 м ниже уровня сиропа в момент заводки кристаллов. Оригинальными в конструкции вискозиметра являются бессальниковый ввод штока датчика в вакуум-аппарат и подача пара, предотвращающего засахаривание зазора, образовавшегося между штоком и седлом клапана. При наличии вакуума в аппарате с помощью электромагнита индикатора вязкости и посредством тяги качающийся кронштейн электродвигателя поворачивается на цапфах, приподнимая на 0,1—0,5 мм запирающий буртик штока, чем обеспечивается образование зазора между седлом и штоком для свободного вращения последнего.

Частота вращения вала вискозиметра определяется сопротив-

лением продукта, в который погружены часть штока и насадка. Пропорционально частоте вращения вала изменяется напряжение, снимаемое с диагонали моста, которое характеризует величину вязкости продукта. При выгрузке утфеля из аппарата электромагнит обесточивается, и шток под действием массы электродвигателя опускается до упора буртика в седло, предотвращая протекание продукта в месте выхода вала из вакуум-аппарата.

КОНЦЕНТРАТОМЕРЫ

Эти приборы предназначены для получения информации о содержании отдельных компонентов и суммы сухих веществ в продуктах, определения коэффициента пересыщения утфеля в вакуум-аппаратах и анализа наличия следов сахара в конденсате.

Определитель экстремума Ca^{2+} . Прибор основан на беспоисковом дифференциальном методе измерения электрической проводимости сока II сатурации, разработан и испытан ВНИИСПом.

В качестве вторичного прибора (рис. 2.2) в определителе использован разностный мост, изготовленный на базе автоматического электронного моста КСМ-3 с пневматическим выходом. Для увеличения чувствительности мостовой схемы применяется симметрия плеч моста $R1, R2$ и $R3, R4$, причем сопротивления резисторов $R1$ и $R2$ выбираются значительно меньшими, чем сопротивления сравнительной и измерительной ячеек. Электродная ячейка $R3$ является измерительной, а ячейка $R4$ — сравнительной. В ячейку $R3$ поступает сок из контрольного ящика котла II сатурации. Сок перед поступлением в ячейку $R4$ дополнительно обрабатывают дозированным количеством сатурационного газа. Омическое сопротивление ячеек выбирают одинаковым. В случае равенства электрической проводимости сока, поступающего в обе ячейки, стрелка прибора с помощью реверсивного двигателя $РД$ устанавливается на середине шкалы (нуль прибора). Корректировку нуля производят изменением сопротивления резисторов $R1$ и $R2$, а диапазон шкалы устанавливают резистором $R5$.

Питание мостовой схемы осуществляют напряжением $\sim 6,3$ В через резистор $R6$. Нагрузкой моста является вход электронного усилителя $УНЧ$ с входным трансформатором, имеющим малое сопротивление R , поэтому все параметры мостовой схемы

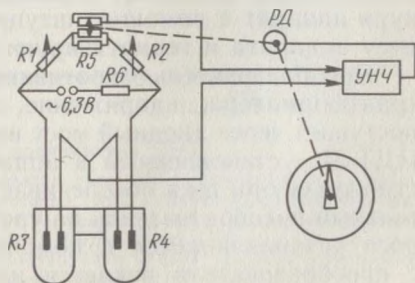


Рис. 2.2. Принципиальная схема автоматического дифференциального моста с кондуктометрическим датчиком:

$R1, R2, R5, R6$ — резисторы; $R3, R4$ — электродные ячейки; $РД$ — реверсивный двигатель; $УНЧ$ — усилитель

приводят в соответствие с параметрами усилителя по следующей формуле:

$$R = R1 - R2 / (R1 + R2) + R3R4 / (R3 + R4).$$

Если $R1 = R2$ и $R3 = R4$, то сопротивление электродных ячеек $R3 = R4 = 2R - R1$. В конкретном случае входное сопротивление усилителя $R = 148$ Ом, а $R1 = R2 = 10$ Ом, то $R3 = R4 = 286$ Ом. Очень важны при этом выбор электрографита в качестве материала для электродов, а также сечение и длина жидкого проводника, определяемые площадью электродов и расстоянием между ними.

Исследование температурной зависимости при кондуктометрическом контроле сатурационных соков показывает, что изменение температуры на 1°C вызывает изменение электрической проводимости, соответствующее в среднем $0,002\%$ СаО, или $2,7\%$ щелочности. Преимуществом дифференциального кондуктометрического датчика является наличие температурной самокомпенсации. Влияние изменения температуры сока на измерение разности электрической проводимости практически сведено к нулю, так как измерительная и сравнительная электродные ячейки находятся в соке одинаковой температуры.

Преобразователь электросопротивления растворов ПБФ-41А. Прибор завода «Сахавтомат» предназначен для косвенного определения коэффициента пересыщения раствора в вакуум-аппаратах периодического действия по величине электрического сопротивления utfеля с последующим линейным преобразованием в нормированный токовый сигнал.

Преобразователь состоит из измерительного преобразователя ПДТ-32 с пределом измерения сопротивления $330\text{—}3000$ Ом и преобразователя сопротивления в нормированный токовый сигнал $0\text{—}5$ мА. Измерительный преобразователь выполнен в виде стержневого электрода, на котором расположены и герметично зажаты накидной гайкой два контактных металлических кольца. Последние изолированы от корпуса фторопластовыми прокладками, а между собой — фторопластовой втулкой, определяющей расстояние между измерительными кольцами. В верхней части электрода расположена клеммная коробка. Электрод устанавливают в вакуум-аппарат с помощью штуцера, который приваривают к корпусу аппарата и герметизируют прокладкой.

Преобразователь сопротивления в ток состоит из понижающего трансформатора, напряжение со вторичной обмотки которого поступает через диодный мост на измерительный преобразователь ПДТ-32, установленный в аппарате. Диодный мост с помощью стабилизатора тока обеспечивает постоянство тока через измерительный преобразователь на уровне 10 или 30 мА, величина которого устанавливается с помощью переключателя. Напряжение с преобразователя подается на согласующий усилитель, после

которого в виде сигнала 0—5 мА поступает на выход измерителя. Питание усилителя и стабилизатора смещения осуществляют от выпрямителя.

ПОЛЯРИМЕТРЫ И РЕФРАКТОМЕТРЫ

Поляриметр ПЭА. Прибор предназначен для определения содержания сахарозы в свекле методом водной дигестии в лабораторных условиях при работе на линии УЛС. Производительность поляриметра 40 измерений в час, диапазон измерения 0—22,4 °S и предел основной погрешности $\pm 0,05$ °S.

Поляриметр ПЭА обеспечивает нормальную работу линии УЛС в течение 16 ч в сутки с перерывом на 0,5 ч после 8 ч непрерывной эксплуатации для охлаждения приборов и профилактики. В состав ПЭА (рис. 2.3) входят датчик контроля сахаристости ДКС, блок электронный поляриметра БЭП, устройство цифровой регистрации

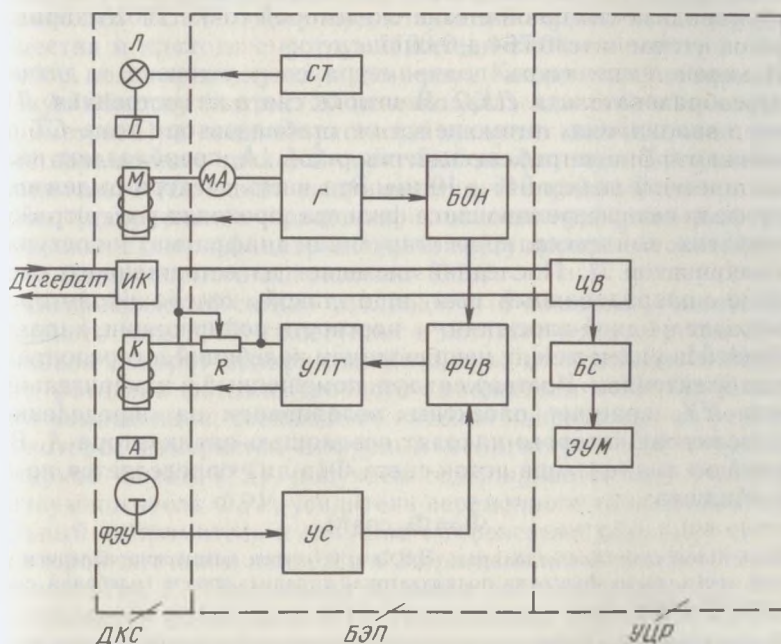


Рис. 2.3. Блок-схема поляриметра ПЭА:

Л — лампа; П — поляризатор; СТ — стабилизатор тока; ИК — измерительная кювета; А — анализатор; М — модулятор; К — компенсатор; ФЭУ — фотоэлектронный умножитель; МА — миллиамперметр; R — резистор; Г — генератор; УС — усилитель переменного тока; УПТ — усилитель постоянного тока; ФЧВ — выпрямитель; БС — блок согласования; ЭУМ — электроуправляемое устройство; БОН — блок опорного напряжения; ЦВ — цифровой вольтметр

УЦР, состоящее из вольтметра Ц300, блока согласования В-852 и устройства вывода цифробуквенной информации для печати ЭУМ-23П.

Датчик ДКС представляет собой вертикальную колонку, в которой размещены осветитель, поляризатор, модулятор, компенсатор, анализатор и фотоумножитель. БЭП выполнен в виде настольного переносного прибора в металлическом кожухе, все органы управления которого расположены на лицевой панели. УЦР конструктивно изготавливается в виде настольного прибора.

Принцип действия поляриметра основан на законе Био:

$$\alpha = |\alpha| dC / 100,$$

где α — угол вращения плоскости поляризации, град; $|\alpha|$ — удельное вращение, зависящее от длины волны и температуры, град/мм; C — концентрация активного вещества в растворе, %; d — толщина слоя, мм.

Раствор сахара является оптически активным веществом, которое поворачивает плоскость поляризации вправо. Угол вращения в зависимости от концентрации раствора определяют согласно международной сахарной шкале, по которой точка 100°S характеризуется углом $\alpha = 40,764 \pm 0,001^\circ$.

Измерительная часть поляриметра сосредоточена в датчике контроля сахаристости ДКС. В потоке света от источника Л — лампы накаливания, питающейся от стабилизатора тока СТ напряжением 6 В и потребляющей ток силой 1 А, преобладают излучения с длиной волны 546 ± 10 нм. Эта часть спектра выделяется с помощью интерференционного фильтра, проходит ряд устройств (диафрагма, конденсор, корректирующая диафрагма) и поступает на поляризатор П. Последний выделяет из естественного света линейно поляризованный свет, т. е. такой, колебания которого происходят в одной плоскости — плоскости поляризации, характеризующейся углом между направлением колебаний и горизонтальным направлением. Раствор сахара, помещенный в измерительную кювету ИК, вращает плоскость поляризации на определенный угол, величину которого находят с помощью анализатора А. Вышедший из анализатора поток света Φ (в лм) определяется по закону Малюса:

$$\Phi = \Phi_0 \cos^2 \theta,$$

где Φ_0 — поток света после поляризатора, лм; θ — угол между направлением колебаний света, выходящего из поляризатора, и направлением колебаний света после анализатора.

В поляриметре ПЭА используют магнитооптический модулятор, работа которого основана на эффекте Фарадея. Эффект заключается в том, что при прохождении плоскополяризованного света через магнитоактивное стекло, находящееся в магнитном поле, угол поворота плоскости поляризации (в град) пропорционален пути света в стекле и напряженности магнитного поля:

$$\varphi = \rho l H \cos \epsilon,$$

где ρ — постоянная Верде, зависящая от природы вещества, длины волны и температуры, град/А; l — длина пути света в веществе, м; H — напряженность магнитного поля, А/м; ϵ — угол между направлением магнитного поля и направлением распространения света, град.

Модулятор поляриметра осуществляет синусоидальные колебания поляризованного луча с частотой 380 Гц за счет сигналов генератора G блока БЭП. Контроль за работой модулятора M осуществляется миллиамперметром мА. При наличии в кювете ИК раствора сахара и измерении его концентрации анализатор следует перемещать до получения минимального значения светового потока после него. Эта задача решается также путем вращения поляризованного луча после кюветы относительно неподвижного анализатора в сторону, противоположную направлению вращения активного вещества в кювете. Для подобной цели служит компенсатор K , являющийся магнитооптической ячейкой Фарадея.

Силу тока в катушке компенсатора изменяют с помощью блока БЭП. Фототок фотоумножителя ФЭУ усиливается избирательным усилителем УС. Поэтому при отсутствии в кювете измеряемого вещества и приходе с фотоумножителя сигнала частотой 760 Гц прибор показывает нулевое значение. Компенсатор имеет специальную обмотку (на рис. 23 не показана) для установки нуля поляриметра. При наличии раствора сахара в кювете сигнал усилителя переменного тока УС поступает на фазочувствительный выпрямитель ФЧВ, где он выпрямляется, и определяется его полярность (направление вращения плоскости поляризации) путем сравнения с опорным напряжением, поступающим от генератора G через блок опорного напряжения БОН.

Выпрямленный сигнал усиливается с помощью усилителя постоянного тока УПТ и поступает в катушку компенсатора K , обеспечивая поворот поляризованного луча до величины минимального фототока фотоэлектронного умножителя ФЭУ. По величине тока компенсации, создающего падение напряжения на резисторе R , которое измеряется цифровым вольтметром ЦВ в единицах сахарной шкалы ($^{\circ}S$), получаем содержание сахара в растворе. Фотоумножитель ФЭУ, усилитель переменного тока, фазочувствительный выпрямитель и катушка компенсации образуют систему, в которой датчиком является ФЭУ, а исполнительным органом — компенсатор K . Постоянная времени системы равняется 40 с и определяется усилителем УПТ. Напряжение, снимаемое с резистора R , поступает на вход калибровочного делителя, расположенного в блоке согласования БС, и служит для градуировки цифрового вольтметра.

Блок согласования включает пятиразрядный счетчик номера пробы и органы управления УЦР. В автоматическом режиме работы поляриметра ПЭА сигнал запуска поступает на блок согласования БС в тот момент, когда заканчивается заливка дигерата в

кювету ИК датчика ДКС. Сигнал запуска задерживается в блоке управления на 20—50 с — время отработки следящей системы поляриметра. Через время задержки включается вольтметр ЦВ, делается однократное измерение, и результат фиксируется на табло вольтметра. Кроме того, в счетчик номера пробы добавляется единица, и результат измерения, снабженный порядковым номером, печатается электроуправляемым устройством ЭУМ-23П.

Рефрактометр А1-ЕД2Р. Прибор конструкции ВНИЭКИпрод-маша основан на оптическом методе предельного угла в отраженном свете и предназначен для автоматического измерения содержания сухих веществ 0—30 и 20—50 % по сахарозе в потоке жидких промышленных сред вязкостью 0,5 Па·с при температуре до 100 °С и давлении до 0,4 МПа, прозрачных и непрозрачных, содержащих механические взвеси и пузырьки газов, но не образующих налеты на рабочей поверхности призмы.

Эксплуатация автоматических рефрактометров для контроля за концентрацией сухих веществ в диффузионном соке затруднена, так как на рабочей грани измерительной призмы прибора образуются неорганические осадки и коллоидные пленки. Содержащиеся в соке мезга, пузырьки воздуха и абразивные включения на показания датчика не влияют. Применение автоматического рефрактометра позволяет обслуживающему персоналу вести непрерывный контроль за процессом диффузии и управлять им изменением откочки сока.

рН- и рОН-МЕТРЫ

Длительное использование на заводах рН-метров со стеклянными измерительными электродами при рабочей температуре 80—100 °С в диапазоне 8,5—10,5 рН и отложении осадка CaCO_3 на поверхности выявило их низкую эксплуатационную надежность. Применяемые в промышленности электроды типа ЭСП 01-14 из стекла УСТ и № 111, по данным ВНИИСП, завода «Сахавтомат» и сахарных заводов, работают в условиях I сатурации 500—600 ч, на II сатурации — 50—60 ч при одно-, двухразовом удалении вручную осадка CaCO_3 с помощью 0,1 н. раствора соляной кислоты.

Отложение нерастворимого в воде осадка CaCO_3 , толщина которого растет со временем, снижает чувствительность рН-метра, что увеличивает погрешность измерения. Скорость нарастания осадка на электродах различна, зависит от состава питательной воды для диффузионных аппаратов, натуральной щелочности свеклы, величин колебаний щелочности растворов в процессе обработки, других факторов и изменяется в широких пределах (примерно 0,35 мм/сут на Цыбулевском заводе, 0,72—0,96 мм/сут на заводах Северного Кавказа).

Для борьбы с осадком CaCO_3 используют разные устройства и приспособления для автоматической очистки электродов в ходе

процесса либо для предотвращения отложений на поверхности электродов.

Наиболее распространены механический, химический и ультразвуковой способы очистки электродов. Механический способ наиболее прост и экономичен, но характеризуется недостаточной надежностью, неравномерностью воздействия, а при наличии твердых частиц, например песка, в сахарных растворах возможно разрушение стеклянных мембран. Химический способ позволяет изменять режим очистки в зависимости от природы и скорости образования осадка на электродах, осуществлять регенеративное воздействие реагента (соляной кислоты) на последние, однако требует строгого соблюдения правил техники безопасности.

При ручной или автоматической по программе регенерации электроды извлекают из анализируемой среды и помещают в 0,1 н. раствор HCl , где осадок CaCO_3 полностью удаляется, после чего электроды промывают в дистиллированной воде и возвращают в контролируемый раствор. Время операции составляет 20—40 мин, и в течение ее технологическим процессом управляют вручную.

При очистке электродов в ходе технологического процесса без извлечения электродной системы из анализируемой среды реагент (1 н. раствор HCl) под давлением 0,2 МПа в количестве 40—100 мл подают непосредственно к очищаемым поверхностям. Устройство для химической очистки конструкции НПО «Пищепромавтоматика» включает программный блок, запорный орган, распределительную насадку, емкость с реагентом и работает следующим образом. Реагент под давлением 0,2 МПа из емкости поступает к нормально-закрытому электромагнитному запорному клапану, который открывается дискретными импульсами, вырабатываемыми программным блоком, и подает реагент через отверстия в распределительной насадке к очищаемым поверхностям электродов.

Программный блок формирует дискретные временные импульсы продолжительностью 2—8 с с интервалом между ними 1—8 ч. Устройство используется на Ракитнянском, Яготинском и других сахарных заводах.

Ультразвуковой способ очистки электродов использован в рН-метре промышленном автоматическом ПМК-VI конструкции Уральского научно-исследовательского химического института (УНИХИМ), который испытан на Цыбулевском сахарном заводе.

Во время испытаний рН-метра в условиях II сатурации при отложении осадка CaCO_3 толщиной 1 мм за трое суток определяли основную погрешность, стабильность показаний и эффективность очистки электродов. Основную погрешность прибора определяли путем сравнения показаний с ультразвуковой очисткой электродов и без нее. Она не превышает $\pm 0,1$ рН. Испытания подтвердили отсутствие положительного эффекта при использовании ультразвуковых колебаний для предотвращения отложений осадка

CaCO₃ на стеклянных электродах, а следовательно, этот способ очистки непригоден для сахарной промышленности.

Изложенные выше сложности при эксплуатации и ненадежность стеклянных электродов, особенно в условиях очистки сахарного производства, заставили специалистов КИПИА обратить внимание на металлооксидные индикаторные электроды (сурьмяные, вольфрамовые, молибденовые), которые давно и успешно применяются в основной химии, а также на сахарных заводах за рубежом (сурьмяные).

Для систем автоматического управления на станции дефеко-сатурации получили распространение сурьмяные и вольфрамовые металлооксидные электроды, поверхность которых в измеряемом растворе быстро окисляется, покрывается пленкой химических соединений, в результате чего электрод отвечает не на активность своих катионов, а на активность ионов водорода.

Потенциал сурьмяного электрода в растворе обусловлен окислительно-восстановительной реакцией с участием сурьмы и тонкого слоя Sb₂O₃ на поверхности металла. Он зависит от температуры контролируемой среды, что выражается температурным коэффициентом, изменяющимся от 1 в начале до 3 мВ/°С в конце диапазона измерения рН (табл. 4.).

Электрическое сопротивление электрода незначительно, температурные ограничения существуют в интервале от 32 до 40 °С, где он вообще неприменим из-за изменения типа иона, определяющего потенциал электрода. Точность измерения сурьмяным электродом составляет ±0,1 рН. Для повышения точности необходимы высокая степень чистоты металлической сурьмы (сумма примесей не должна превышать 0,005 %); наличие минимальной буферности контролируемой среды; непрерывное движение среды, насыщенной воздухом или кислородом; постоянство скорости раствора;

Т а б л и ц а 4

рН	ЭДС электродной системы сурьмяный электрод — каломельный электрод (в мВ) при температуре, °С/°K			
	20/293	40/313	60/333	80/353
0	2	7	11	15
1	56	64	72	79
2	110	122	133	144
3	164	179	194	208
4	218	236	254	273
5	271	294	315	337
7	379	408	437	467
8	433	465	498	532
9	487	522	559	596
10	538	575	615	660
11	585	624	665	720

рН	ЭДС электродной системы вольфрамовый электрод — хлорсеребряный электрод в сахарных растворах (в мВ) при температуре, °С				
	20	40	60	80	100
7	195	241	286	332	378
8	238	286	334	382	430
9	280	331	381	432	482
10	323	376	429	482	534
11	365	421	476	532	587
12	408	466	524	582	639
13	451	511	572	632	691
14	494	556	620	682	743

отсутствие в растворе сильных окислителей и восстановителей, а также веществ, образующих комплексные соединения с сурьмой; надежная защита нерабочей поверхности электрода от соприкосновения с раствором; жесткая стабилизация температуры раствора либо автоматическая компенсация ее влияния.

К вольфрамовым металлооксидным электродам предъявляются требования, аналогичные предъявляемым к сурьмяным электродам, за исключением степени чистоты металла. Вольфрамовый электрод характеризуется линейностью и стабильностью водородной характеристики в диапазоне рН от 3 до 12, где температурный коэффициент при изменении температуры от 20 до 100 °С изменяется от 1,75 мВ/°С при рН 3 до 3 мВ/°С при рН 12, а также высокой твердостью, что практически исключает истирание его при чистке, и отсутствием токсичных включений. Вольфрам обрабатывают с помощью твердосплавного и алмазного инструмента, он хрупок, но хорошо поддается газовой пайке припоем ПМЦ.

В щелочных растворах сахарного производства вольфрамовый электрод имеет линейную водородную характеристику в диапазоне рН от 7 до 12 при изменении температуры в пределах от 20 до 80 °С и температурный коэффициент крутизны от 2,1 мВ/°С в начале до 2,58 мВ/°С в конце диапазона рН (табл. 5).

Устройство для измерения рН конструкции ПО «Укрсахтех-энергоремонт» включает чувствительный элемент ПЭЧ, компенсатор температуры и преобразователь П201 с указателем рН.

Чувствительный элемент ПЭЧ (рис. 2.4) устройства выполнен на базе промышленного чувствительного элемента ДПг-4М и предназначен для измерения рН в диапазоне 7—12 при температуре рабочей среды 20—100 °С и давлении до 25 кПа.

Индикаторный электрод 5 с вольфрамовым кольцом 7 и термосопротивлением 6 закрепляют на трубе 4. Сигнальный провод от электрода и провода от термосопротивления выводят через защитную трубу 14. Очистку поверхности электрода осуществляют

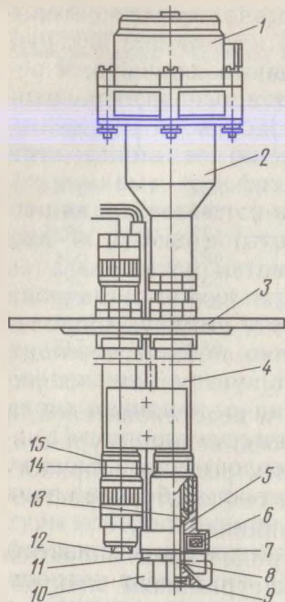


Рис. 2.4. Чувствительный элемент с вольфрамовым индикаторным электродом:

1 — электродвигатель; 2 — стакан; 3 — фланец; 4, 15 — трубы; 5 — индикаторный электрод; 6 — термосопротивление; 7 — вольфрамовое кольцо; 8 — вал; 9 — штифт; 10 — щеткодержатель; 11 — щетки; 12 — вспомогательный электрод; 13 — сальник; 14 — защитная труба

текстолитовыми щетками 11, закрепленными в щеткодержателе 10. Последний приводится во вращение от электродвигателя 1 через вал 8 с помощью штифта 9.

Электродвигатель СД-54 (или РД-09) напряжением 127 В и частотой вращения выходного вала 3,14 или $5,6 \text{ мин}^{-1}$ размещен на стакане 2. Вал 8 щеткодержателя вращается в подшипнике, находящемся в стакане, и соединяется с валом электродвигателя через муфту, одна половина которой подпружинена и имеет ход вдоль вала, чем обеспечивается прижим щеток 11 к кольцу 7.

Давление щеток регулируют перемещением стакана 2. В качестве вспомогательного электрода используют штатный погружной электрод 12 с выводным концом, закрепленный на трубе 15. Применение проточного электрода также не исключается. Сальник 13 предотвращает попадание раствора в трубу 4. Фланец 3 предназначен для крепления датчика в открытых сосудах.

Индикаторный электрод датчика ПЭЧ изготавливается неразборным и разборным.

Частота вращения щеток механической очистки определяется скоростью увеличения толщины осадка на поверхности электрода, температурой анализируемой среды и в условиях сахарного производства при температуре жидкости $60\text{--}100^\circ\text{C}$ не должна превышать $50\text{--}60 \text{ мин}^{-1}$.

Компенсация влияния изменений температуры раствора на измерение осуществляется с помощью неуравновешенного моста постоянного тока, чувствительным элементом которого служит терморезистор. Если последний не удастся разместить в корпусе электрода, используют термометр сопротивления ТСП, величина которого при 0°C равна 200 Ом; при отсутствии такового изготавливают медный термометр. Другими плечами моста являются постоянные резисторы по 400 Ом каждый и переменные резисторы «нуль», «размах» по 330 Ом и 20 кОм соответственно.

В качестве источника питания схемы применен сетевой выпрямитель СВ-4М, выходное напряжение которого должно равняться

4 В при нагрузке 15 мА. Выходной сигнал мостового компенсатора, пропорциональный изменению температуры раствора, алгебраически суммируется с сигналом рН-чувствительного элемента, и результат сложения подается на вход высокоомного преобразователя П201.

рН-метры с металлооксидными индикаторными электродами получили распространение в промышленности.

На сахарных заводах Черкассывскелосахарагропрома для рН-измерений используют вспомогательный электрод ЭВВП-04 конструкции УНИХИМ. Электрод предназначен для эксплуатации при температуре 120 °С и давлении 0,1 МПа. Корпус электрода изготавливается из нержавеющей трубы диаметром 12×1,5 и длиной 130 мм. Хлорсеребряный электрод, состоящий из серебряного контакта, полость вокруг которого заполнена кристаллами хлорида серебра и калия и их насыщенным раствором, изолируется от корпуса эпоксидным компаундом. Связь между электродом и анализируемой средой осуществляется через целлофановую полосу шириной 4—5 и длиной 12—15 мм. Электрод прост в обслуживании и надежен в эксплуатации.

В сахарном производстве основное влияние на процесс известково-углекислотной очистки диффузионного сока, клеровки тростникового сахара-сырца, а также на нарастание цветности и разложение сахарозы оказывает концентрация гидроксильных ионов, которая характеризуется активной щелочностью. Из-за отсутствия способа прямого измерения концентрации гидроксильных ионов $[\text{OH}^-]$ автоматический контроль технологических процессов осуществляется по концентрации ионов водорода $[\text{H}^+]$. При постоянной температуре ионы $[\text{H}^+]$ и $[\text{OH}^-]$ связаны уравнением

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] \text{ или } \text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH},$$

где K_w — ионное произведение воды, которое зависит от температуры.

Зависимость $\text{p}K_w$ от температуры приведена ниже:

$T, ^\circ\text{C}$	60	70	80	90	100
$\text{p}K_w$	12,9	12,678	12,468	12,284	12,131

Влияние температуры на изменение рН и рОН растворов проявляется по-разному и определяется температурными коэффициентами K_T^{pH} и K_T^{pOH} . Зависимость рН от температуры можно определить по уравнению

$$\text{pH}_T = \text{pH}_{20} + K_T^{\text{pH}} (T - 20),$$

где pH_T , pH_{20} — значения рН раствора соответственно при температуре процесса T и комнатной (20 °С); K_T^{pH} (K_T^{pOH}) — температурный коэффициент рН (рОН), характеризующий изменение рН (рОН) продукта при изменении температуры на 1 °С.

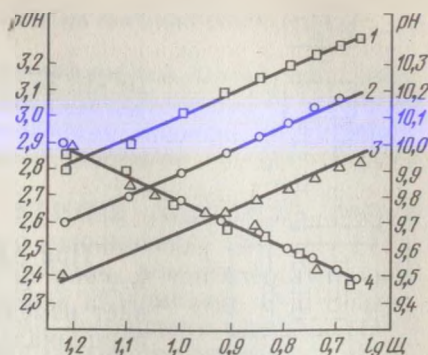
Экспериментально установлено, что в интервале 20—90 °С температурные коэффициенты рН и рОН для продуктов сахарного производства имеют отрицательное значение; с увеличением щелочности этих продуктов значения K_T^{pH} увеличиваются, а K_T^{pOH} — снижаются. Значения температурных коэффициентов рОН в несколько раз меньше температурных коэффициентов рН, например для сока I сатурации $K_T^{\text{pH}} = -0,020$, $K_T^{\text{pOH}} = -0,005$; для сока II сатурации $K_T^{\text{pH}} = -0,019$, $K_T^{\text{pOH}} = -0,007$. Следовательно, для контроля качества известково-углекислотной очистки сахаросодержащих растворов при колебаниях температуры процесса предпочтительнее измерять рОН, а не рН.

При осуществлении технологических процессов допускается колебание температуры растворов ± 2 °С от значения, установленного технологическим регламентом. С этой целью и осуществляют автоматическую стабилизацию температуры растворов на входе в технологические аппараты. Однако конструкция аппаратов и особенности технологического режима не позволяют обеспечить требуемый температурный режим очистки диффузионного сока. В аппаратах I и II сатураций колебания температуры сока обусловлены изменениями потерь тепла от испарения воды в процессе барботаж сатурационного газа через слой жидкости; в преддефектаторе и сульфитаторе сиропа они связаны с изменениями температуры смешиваемых растворов. Интервал этих колебаний температуры растворов в автоматизированных аппаратах достигает 10—12 °С и отражается на изменении рН среды, откликаясь на которое, система управления возвращает рН к заданному значению за счет изменения подачи CO_2 в аппарат. Это приводит к существенному отклонению от границ технологического регламента других параметров процесса: щелочности, фильтрационно-седиментационных свойств, цветности.

Щелочность (Щ, % СаО) и рН, а также и рОН сахарных растворов при постоянной температуре связаны между собой однозначно. При изменении температуры эта однозначность в системе щелочность — рН нарушается, тогда как в системе щелочность — рОН остается практически неизменной (рис. 2.5). Поэтому использование преобразователей рОН вместо преобразователей рН в качестве датчиков для систем управления, особенно на II сатурации, дает возможность исключить нарушения указанных параметров и практически ликвидировать влияние колебаний температуры на течение технологических процессов.

На некоторых сахарных заводах США рОН сатурируемых соков измеряют электродной системой Кусилко, где Н- и ОН-ион-селективные электроды подключены на вход дифференциального усилителя. С учетом обратной зависимости между концентрацией ионов водорода и гидроксида в растворах такая система имеет повышенную чувствительность, что особенно важно в средах

Рис. 2.5. Зависимость рН сока I сатурации от щелочности и температуры (1 — 70, 2 — 80, 3 — 90 °С) и рОН от щелочности и температуры (4 — 70, 80, 90 °С)



с высокой щелочностью ($\text{pH} > 11$). Для компенсации влияния изменений температуры раствора на работу стеклянного индикаторного электрода рН в качестве вставки рОН-электрода также используют стеклянный электрод.

В ПО «Укрсахтехэнерго-ремонт» при содействии МТИППа проведена работа по созданию системы для косвенного определения рОН, которая базируется на решении выражения $\text{pOH} = \text{pK}_w - \text{pH}$ и представляется через соответствующие напряжения в следующем виде:

$$U(\text{pOH}) = U(\text{pK}_w) - E(\text{pH}), \quad (1)$$

где $U(\text{pOH})$, $U(\text{pK}_w)$ — напряжение, пропорциональное соответственно концентрации OH^- и константе K_w ; $E(\text{pH})$ — ЭДС, пропорциональная концентрации H^+ в растворе, измеряемая с помощью Н-ионоселективного электрода, например стеклянного.

Практическая реализация косвенного метода определения рОН основана на измерении рН растворов, которое осуществляют измерительной системой индикаторный (стеклянный, металлооксидный) — вспомогательный (хлорсеребряный) электроды с выходным сигналом $E(\text{pH})$. Напряжение $U(\text{pK}_w)$ вырабатывается имитатором pK_w в зависимости от температуры раствора. Результат алгебраического суммирования значения $E(\text{pH})$ и $E(\text{pK}_w)$ — напряжение $U(\text{pOH})$ является величиной, пропорциональной рОН раствора.

Так как в производственных сахарных растворах влиянием колебания температуры на рОН можно пренебречь, то возможно более простое определение $U(\text{pOH})$ — путем коррекции сигнала $E(\text{pH})$ на величину U_k , компенсирующую изменение рН раствора в зависимости от колебаний его температуры:

$$U(\text{pOH}) = E(\text{pH}) \pm U_k \quad (2)$$

или

$$U(\text{pOH}) = E_r^{\text{pH}} \mp \Delta E^{\text{pH}} \pm U_k, \quad (3)$$

где U_k — напряжение температурной компенсации, пропорциональное изменению температуры раствора на ΔT °С; E_r^{pH} — ЭДС системы в рабочей точке рН при рабочей температуре; ΔE^{pH} — изменение ЭДС при изменении температуры раствора на ΔT °С.

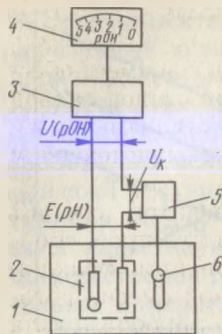


Рис. 2.6. Схема сигнализатора измерения рОН растворов:

1 — технологический аппарат; 2 — чувствительный элемент рН ДПг-4М; 3 — высокоомный преобразователь П201; 4 — указатель рОН; 5 — компенсатор температуры; 6 — термосопротивление.

При $\Delta E^{\text{pH}} = U_k$ напряжение $U(\text{pOH}) = = E^{\text{pH}}$, т. е. колебание температуры не вызывает изменения значений напряжения, пропорционального рОН, но оно изменяется при изменении количества взаимодействующих масс в аппарате. Определение напряжения $U(\text{pOH})$ по уравнениям (2,3) технически проще, чем по уравнению (1), и осуществляется с использованием серийных средств автоматизации.

Сигнализатор изменения рОН в процессе известково-углекислотной очистки сахарсодержащих растворов в диапазоне температур 60—90 °С включает чувствительный элемент рН 2 (рис. 2.6), высокоомный преобразователь 3, указатель рОН 4 и компенсатор температуры 5 с термосопротивлением 6 в качестве датчика температуры.

Чувствительный элемент рН, укомплектованный стеклянным индикаторным и вспомогательным электродами, устанавливают в аппарате 1 вместе с датчиком температуры.

Сигнал датчика рН $E(\text{pH})$ включают последовательно и встречно с выходным сигналом компенсатора U_k , а результат суммирования — напряжение $U(\text{pOH})$ подают на вход преобразователя П201, выходной сигнал которого поступает для индикации на указатель рОН. Компенсатор температуры представляет собой неуравновешенный мост постоянного тока, одним из плеч которого служит термометр сопротивления величиной 100 Ом при температуре 0 °С.

Чтобы не нарушить привычную для операторов работу с указателем рН (с ростом щелочности значение рН увеличивается), цифры на шкале последнего при использовании его в сигнализаторе рОН даны справа налево. При этом с увеличением щелочности, несмотря на то, что стрелка движется слева направо, как и при контроле рН, значение рОН уменьшается.

Сигнализатор изменения рОН испытан на Мироновском, Калининском и Яреськовском сахарных заводах в системе управления процессом сатурации. Анализ результатов испытаний показывает, что при колебаниях температуры раствора в интервале 5—12 °С достигнута более высокая точность поддержания технологического режима работы.

Большое значение для безаварийной работы котлов имеет обеспечение их чистым конденсатом. Контроль наличия следов сахара в конденсате теплообменной аппаратуры осуществляют постоянно и тщательно лабораторным методом с применением α -нафтола.

Автоматический анализатор КТИПП. Анализатор состоит из отборного устройства, выносного холодильника для проб, сборника реактива, дозирующего устройства, компонентов реакции окрашивания, реактора, холодильника реакционной смеси, фотоколориметра с проточными кюветами, командного прибора и узла питания. Анализируемый конденсат забирается отборным устройством и направляется в холодильник для проб, в котором его вначале термостатируют до 100 °С, а затем охлаждают до температуры охлаждающей воды.

Охлажденный конденсат поступает в дозатор анализируемой пробы и затем в проточную кювету сравнения, во второй дозатор подают реактив (0,2 %-ный раствор антрона в концентрированной серной кислоте). Дозатор анализируемого конденсата устроен так, что конденсат продолжительное время циркулирует в камере, как бы отмывая ее от предыдущей пробы, а отбор конденсата на анализ осуществляют в конце протока конденсата через камеру. Дозирование реактива и конденсата в соотношении 2 : 1 производят с помощью объемных камер, которые расположены в общем пробковом роторе, при круговом вращении.

Привод ротора дозирующего устройства осуществляется электрическим исполнительным механизмом с помощью командного прибора. Далее компоненты в определенных дозах одновременно сливаются в реактор, где происходит реакция антрона с углеводами при наличии их в отобранной пробе конденсата. Реакционная смесь из реактора поступает в холодильник реакционной смеси для охлаждения до температуры охлаждающей воды, а затем в проточную измерительную кювету фотоколориметра для измерения оптической плотности. Специальный электронный блок усиливает разностный сигнал по двум оптическим каналам и выдает стандартный электрический сигнал, соответствующий содержанию сахара в анализируемом конденсате. Электрический сигнал контролируется милливольтметром и используется для подключения вторичного регистрирующего прибора с сигнализирующим устройством.

Автоматический анализатор НПО «Сахар» и КТИПП. Прибор основан на измерении рН конденсата, прошедшего предварительную термическую обработку при температуре 250 °С. Падение рН термообработанного конденсата ниже 7 свидетельствует о наличии следов сахара в нем.

УСТРОЙСТВА ИНФОРМАЦИИ О ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ

Измерение физико-механических параметров процессов сахарного производства обеспечивается в основном приборами общепромышленного назначения, которые в достаточном количестве и номенклатуре выпускает приборостроительная промышленность. Вместе с тем специфика сред сахарного производства требует создания для указанных целей специальных устройств.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ КОЛИЧЕСТВА И РАСХОДА

Преобразователь расхода свеклы в гидротранспортере. Датчик Усть-Лабинского сахарного завода (рис. 2.7) состоит из чувствительного элемента 6 типа лыжи, выполненного из трех нержавеющей труб $\varnothing 33 \times 1,5$, нижняя часть которых слегка изогнута и расположена. Указанные трубы соединены с валом 2 и нижним концом погружены в свекловодяную смесь, движущуюся по гидротранспортеру 1 под трубной решеткой 7. Вода без свеклы свободно проходит между трубами, а свекла поднимает чувствительный элемент 6. Угол поворота вала последнего в подшипниках, расположенных над гидротранспортером, пропорционален содержанию свеклы в смеси. При помощи тросика с пружиной 5 и рычага 4 угол поворота чувствительного элемента преобразуется в линейное перемещение сердечника дифференциально-трансформаторной катушки 3, которая устанавливается в сухом удобном для обслуживания месте.

Преобразователь расхода свеклы ПДТ 58 подобной конструкции для гидротранспортеров выпускает завод «Сахавтомат» в системах автоматизации тракта подачи свеклы.

Расход свеклы в гидротранспортере на Кедайнском сахарном заводе определяют по числу ударов свеклы о стержень, погруженный в свекловодяную смесь.

Преобразователь нагрузки транспортера ПИТ. Устройство завода «Сахавтомат» предназначено для непрерывного преобразования массы материала (свеклы, стружки, жома, сахара), находящегося на ленте транспортера, в стандартный пневматический сигнал. Преобразователь (рис. 2.8) состоит из рамы 1, на которой при помощи двух тросиков 4 подвешена роlikопора 2, воспринимающая массу лежащего на ленте 3 материала. Две продольные тяги 10 и одна поперечная удерживают роlikопору от горизонтальных перемещений. Вал 5 жестко соединен с рычагом 6, на котором находятся груз 7 и подпружиненная опора, перемещающиеся вдоль рычага 6 и служащие для грубой настройки нуля и размаха преобразователя. Точная настройка производится на пневмопреобразователе. Винты с болтами, при помощи которых

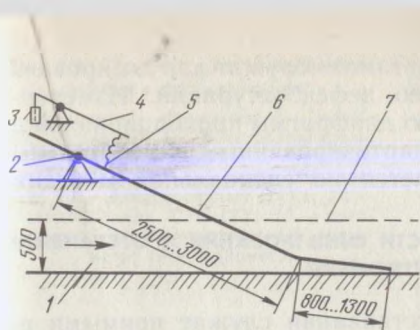


Рис. 2.7. Преобразователь расхода свеклы в гидротранспортере:

1 — гидротранспортер; 2 — вал; 3 — катушка; 4 — рычаг; 5 — тросик с пружинкой; 6 — чувствительный элемент; 7 — трубная решетка

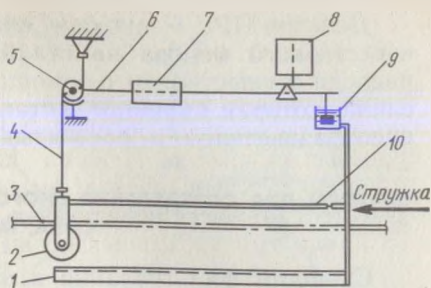


Рис. 2.8. Преобразователь нагрузки транспортера:

1 — рама; 2 — роликоопора; 3 — лента; 4 — тросик; 5 — вал; 6 — рычаг; 7 — груз; 8 — пневмопреобразователь; 9 — демпфер; 10 — тяга

фиксируются тросики, предназначены для регулирования горизонтального расположения рычага 6 относительно вертикального расположения подвешенной роликоопоры 2.

При работе преобразователя ПИТ изменение нагрузки на ленте транспортера посредством двух тросиков передается на вал 5, который поворачивает рычаг 6 и воздействует на пневмопреобразователь 8. Последний автоматически уравнивает изменение нагрузки за счет усилия, создаваемого давлением сжатого воздуха в сифоне обратной связи, одновременно являющимся выходным сигналом.

Весовое устройство 12Г.00. Устройство завода «Сахпроммеханизация» предназначено для автоматического определения массы загруженного ковша скипового подъемника в линии механизированной загрузки шихты в известково-газовую печь.

Устройство состоит из рамы со стойками, между которыми размещена ось с двумя коромыслами. К коромыслам крепятся ящик для груза и седло для посадки ковша скипового подъемника. Под седлом на раме установлен концевой выключатель, который подает сигнал на окончание загрузки ковша шихтой в момент, когда масса заполненного ковша превысит массу фиксированного груза в ящике.

Расходомеры и дозаторы пропорционального слива. Эти устройства благодаря простоте конструкции и надежности в работе широко используются в сахарной промышленности. Расходомеры со щелью пропорционального слива предназначены для автоматического контроля расхода диффузионного сока, питательной воды на диффузию, сточных вод I категории и конденсатов по корпусам выпарной установки.

Дозатор ПРУ-6 завода «Сахавтомат» служит для дозирования известкового молока на станцию дефеко saturации. Измерение расхода осуществляют с помощью диафрагмы пропорционального слива, которая является нестандартизированным измерительным преобразователем и рассчитывается по специальной методике.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ФИЛЬТРОВАНИЯ И ОТСТАИВАНИЯ СОКА, МУТНОМЕРЫ

Скорости фильтрации и отстаивания служат прямыми параметрами качества ведения процессов физико-химической очистки на дефеко saturации, а соответствующие приборы применяются в системах оптимального управления.

Прибор для определения скорости фильтрации. Прибор ПО «Укрсахтехэнергоремонт» (рис. 2.9) состоит из фильтровальной ленты 8, которая периодически перемещается с помощью зубчатого барабана 3, приводимого от электродвигателя 4. Лента сматывается с кассеты 9 через барабан 7 и поступает в приемник 2. Станина 6 и конический стакан 5 высотой 30 мм и диаметром 45 мм обеспечивают уплотнение ленты в процессе фильтрации с помощью пневмопривода 1б. Стакан соединен с приводом шарнирно. Командоаппарат 1а управляет электродвигателем 4 и пневмоприводом. Фильтрат собирается в сосуде 10 диаметром 35 мм и высотой 325 мм, где осуществляется пневмометрическое измерение уровня манометром 1д и ротаметром 1г. Клапан 1, шарнирно соединенный с приводом, служит для слива фильтрата, а регулятор 1в стабилизирует давление сока в приборе на отметке 0,1 МПа.

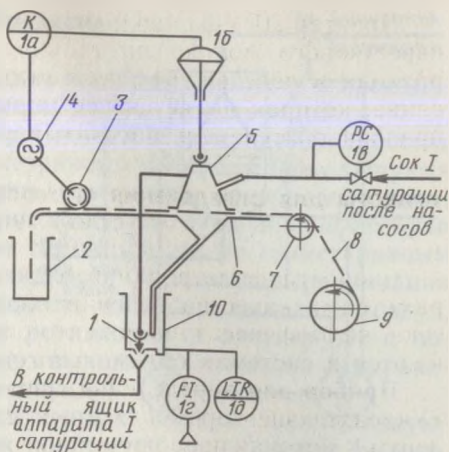
Шарнирное соединение стакана и клапана с приводом обеспечивает герметичное прижатие стакана к фильтровальной ленте и клапана к дну мерного сосуда, что исключает разбрызгивание сока в процессе фильтрации и утечку его из мерного сосуда. Зубчатый барабан не забивается фильтрационным осадком, так как по его длине выполнена выточка длиной чуть больше диаметра прижимного стакана. Образовавшийся в результате фильтрации осадок проходит между зубьями, находящимися по краям зубчатого барабана, транспортирующего фильтровальную ленту.

Коническая форма прижимного стакана и небольшая высота его исключают влияние отстаивания на процесс фильтрации сока.

Прибор позволяет при периодическом измерении за 2—3 мин получить информацию о скорости фильтрации. При работе прибора по сигналу командоаппарата 1а зубчатый барабан 3 с электродвигателем РД-09 4 перемещает фильтровальную ленту вдоль станины 6 на 60—70 мм. Пневмопривод 1б прижимает стакан 5 к фильтровальной ленте 8 и закрывает клапан 1 спуска отфильтрованного сока из сосуда 10. В течение 2—3 мин сок под давлением

Рис. 2.9. Прибор для определения скорости фильтрации:

1 — клапан; 2 — приемник; 3 — зубчатый барабан; 4 — электродвигатель; 5 — стакан; 6 — станина; 7 — направляющий барабан; 8 — лента; 9 — кассета; 10 — измерительный сосуд; 1а — командоаппарат КЭП-12У; 1б — пневмопривод; 1в — регулятор; 1г — рота-метр; 1д — манометр



0,1 МПа, постоянство которого обеспечивается регулятором 1в, фильтруется через ленту, и слой осадка собирается в мерном сосуде, где его уровень измеряется пневматическим уровнемером (1г, 1д).

Выходной сигнал последнего направляется на вторичный пневматический прибор для записи и индикации. Далее стакан отводится от станины, фильтрат удаляется из мерного сосуда и по сигналу командоаппарата начинается следующий цикл.

Прибор устанавливают над контрольным ящиком с лотком для слива отфильтрованного сока. Отработавшая фильтровальная лента размещается в приемнике 2.

При постоянной площади фильтра и известном времени фильтрации уровень в мерном сосуде характеризует скорость фильтрации сока. При этом начальная порция сока, прошедшая через фильтровальную ленту, без фильтрующего осадка не учитывается. Поэтому в мерном сосуде измерительная трубка уровнемера не доходит до дна сосуда на 10 мм.

Шкала прибора 0—8 мл/(мин·см²); габаритные размеры 300×700×600 мм; цикличность измерения от 1 раза в 2—3 мин и реже; приведенная погрешность ±3,5 %.

Прибор для определения скорости отстаивания. Прибор ПЮ «Укрсахтехэнергоремонт» (рис. 2.10) состоит из кюветы 3 с окнами 2 из стекла и узла измерения. При работе прибора по сигналу командоаппарата 1а открывается клапан 1г и измерительная прямоугольная кювета 3 заполняется соком до перелива 4, обеспечивая постоянный уровень сока 125 мм по отношению к окнам. Одновременно включается фотореле 1б и моторное реле времени (на схеме не показано), которое перемещает с постоянной скоростью переменный резистор, увеличивая его сопротивление. Фотореле отключает реле времени, фиксируя величину сопротивления резистора, когда жидкость становится прозрачной или светлых тонов, т. е. когда сок отстоится.

Величина этого сопротивления измеряется автоматическим

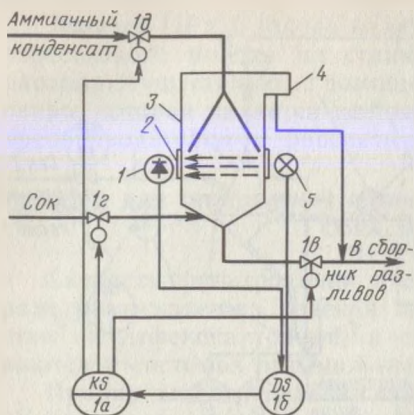


Рис. 2.10. Прибор для определения скорости отстаивания:

1 — фотоголовка; 2 — окно; 3 — кювета; 4 — перелив; 5 — осветитель; 1а — командоаппарат КЭП-12У; 1б — фотореле ФРСУ-1.

мостом КСМ-3, что при постоянной высоте сока характеризует скорость отстаивания.

После измерения величины сопротивления открывается клапан спуска пробы 1в и через клапан 1д осуществляется отмывка стекол от осадка горячим аммиачным конденсатом под давлением.

Надежность работы прибора достигается в первую очередь за счет тщательной отмывки стекол от осадка горячим конденсатом, а также применения серийно выпускаемого фотореле ФРСУ-1. Осветитель 5 и фотоголовка 1 фотореле расположены снаружи кюветы, примыкая к стеклам. Трубопроводы и клапаны диаметром 25 мм исключают забивание отбираемой пробы сока. При промышленных испытаниях прибора с пределом измерений 0—10 см/мин приведенная погрешность составила $\pm 2,5\%$.

Мутномер. Прибор конструкции Львовского политехнического института предназначен для измерения концентрации взвешенных частиц в соке и испытан на Кременецком сахарном заводе. Прибор состоит из двух усилителей постоянного тока: измерительного и компенсационного. К входу усилителей подключен фоторезистор, к выходу — лампочки накаливания, а также делитель напряжения, служащий для настройки пределов измерения вторичного прибора. Фоторезистор измерительного усилителя и его лампочка помещаются в отдельные стеклянные баллоны и погружаются в сок на одинаковую глубину и на определенном расстоянии один от другого. С другой стороны лампочки накаливания измерительного блока на таком же расстоянии устанавливается фоторезистор компенсационного усилителя. Этот фоторезистор помещается в один стеклянный баллон со своей лампочкой накаливания, а между ними устанавливается диафрагма для регулирования нуля вторичного прибора.

Мутномер работает по принципу оптической компенсации путем сравнения двух световых потоков, получаемых измерительным и компенсационным фоторезисторами, и компенсации этой разницы за счет изменения канала компенсационной лампочки. Отложения осадка на стеклянных баллонах датчика при измерении мутности сока I сатурации не наблюдалось.

Для измерения уровней жидких и твердых веществ в промышленности применяются уровнемеры разных конструкций.

Пьезометрический уровнемер. Сжатый воздух, пройдя дроссель и ротаметр, попадает в пьезометрическую трубку, находящуюся в сборнике (аппарате). Давление, измеренное преобразователем, характеризует положение уровня жидкости. При подаче воздуха давление будет повышаться до тех пор, пока не станет равным давлению столба измеряемой жидкости. В момент выравнивания этих давлений из трубки в жидкость начинает выходить воздух, расход которого контролируют ротаметром и регулируют с помощью дросселя так, чтобы воздух выходил отдельными пузырьками (примерно один пузырек в секунду).

Для контроля уровня загрязненных, вязких, кристаллизующихся и выпадающих в осадок жидкостей (известковое молоко, суспензия из отстойников, клеровка) применяют гидропневмометрические уровнемеры, в которых осуществляется пьезометрическое измерение уровня чистой разделительной жидкости, например воды, определяемого уровнем контролируемой среды.

При измерении уровня жидкости в сборнике (аппарате) под избыточным давлением необходимо, чтобы давление питающего воздуха уровнемера было больше суммы давлений столба жидкости и избыточного давления в сборнике (аппарате). В последнем случае уровнемер дополняют комплектом, состоящим из дросселя, ротаметра и измерительной трубки, которая через крышку сосуда сообщается с пространством над измеряемой жидкостью.

Воздух после дополнительного дросселя и ротаметра поступает в «минусовую» камеру пневмопреобразователя. Пневмопреобразователь ПДТ-34А завода «Сахавтомат» построен на аналоговых элементах УСЭППА, а ПДТ-40 включает пьезометрический блок и дифманометр 13ДД11.

Штанговый уровнемер. Устройство конструкции Саливонковского сахарного завода модернизировано и серийно выпускается заводом «Сахавтомат». Предназначено для измерения уровня шихты в известково-газовой печи. Уровнемер (рис. 2.11) состоит из лебедки 2 с барабаном 1

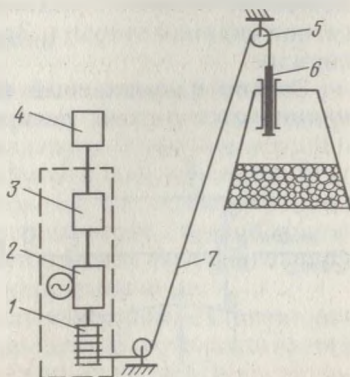


Рис. 2.11. Преобразователь уровня штанговый:

1 — барабан; 2 — лебедка; 3 — колонка дистанционного управления; 4 — вторичный прибор; 5 — система роликов; 6 — штанга; 7 — трос

и измерительной штанги 6, соединенных между собой тросом 7 через систему роликов 5.

В исходном состоянии штанга находится в верхнем положении. После выгрузки очередной дозы шихты и закрытия колокола включается электропривод лебедки и с помощью троса опускает штангу до соприкосновения с поверхностью шихты. При этом трос провисает, и конечный выключатель электропривода лебедки размыкается. Лебедка останавливается и стоит до тех пор, пока уровень шихты в печи не начнет снижаться.

По мере опускания шихты штанга периодически будет повисать на тросе, приводить в движение лебедку и непрерывно находиться на поверхности шихты.

Положение штанги фиксируется дифференциально-трансформаторным датчиком колонки дистанционного управления 3 и отображается вторичным прибором 4. Максимальный ход штанги уровнемера составляет 2 м.

УСТРОЙСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМАНДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

КЛАПАНЫ И ЗАТВОРЫ

Клапан вакуумный ПКВ. Устройство завода «Сахавтомат» (рис. 2.12) предназначено для механизации приспособления вакуум-аппаратов периодического действия к вакуумной системе. Особенностью конструкции является то, что он состоит из основного клапана 3 и клапана предварительного открытия 2 малого диаметра, встроенного в основной клапан и служащего для разгрузки последнего.

Открытие клапана происходит следующим образом. Пневмоцилиндр 5 в первую очередь перемещает клапан предварительного открытия 2, который сообщает вакуум-аппарат с конденсатором, уменьшая перепад давления на основном клапане 3. Затем перемещается основной клапан 3. Конечный выключатель 4 подает сигнал «клапан открыт». Закрытие клапана происходит в обратном порядке.

Затвор алюминиевый фланцевый 32а1р (32а3р). Устройство применяется в схеме дозирования известкового молока на Цыбулевском сахарном заводе. Затвор предназначен для использования в рабочей среде при температуре до 50 °С и давлении

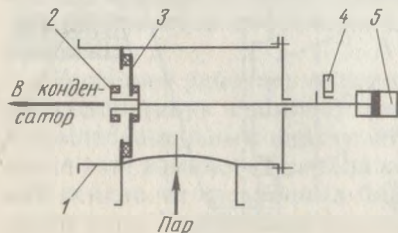


Рис. 2.12. Клапан вакуумный с пневмоприводом:

1 — корпус; 2 — клапан предварительного открытия; 3 — основной клапан; 4 — конечный выключатель; 5 — пневмоцилиндр

нии до 0,6 МПа. Диаметр условного прохода 50, 65, 80, 100, 125, 200, 300 мм.

В шланговом затворе взамен ручного привода используется мембранный исполнительный механизм. Затвор служит для управления подачи молока в мешалку по уровню в последней и после нее в дозатор ПРУ-6, который служит только для измерения суммарного расхода известкового молока на дефекацию. Шланговые затворы обеспечивают надежное функционирование системы автоматической дозировки известкового молока.

ДЕЛИТЕЛИ

В тех случаях, когда поток необходимо разделить на части по технологическим соображениям либо когда от циркулирующего по кольцу потока отбирают необходимую часть его, применяют делители. При этом делитель перемещается в вертикальной или горизонтальной плоскости.

На заводах широко используют делители в дозаторах известкового молока, поступающего на основную дефекацию и II сатурацию. В качестве регулирующего органа делитель характеризуется длиной линии перелива жидкости, что обеспечивает качественное деление потока на части. Делители служат также для возврата сока I сатурации в преддефектор. Такой делитель встраивают непосредственно в контрольный ящик котла I сатурации. В этом случае контрольный ящик имеет три штуцера: входной и два выходных. Сок из аппарата I сатурации поступает в контрольный ящик через входной штуцер и переливается через сливную перегородку в делитель, который перемещается ходовым винтом по цилиндрическому направляющим вдоль перегородки и разделяет поток. Штурвал ходового винта выводится на лицевую сторону контрольного ящика, и оператор регулирует деление сокового потока в необходимом соотношении между двумя выходами из контрольного ящика; на фильтры сока I сатурации и рециркуляцию.

ШИБЕРЫ И ЗАДВИЖКИ

В сахарном производстве они применяются при работе на загрязненных и вязких средах: свекловодяной смеси в гидротранспортере, утфеля в мешалках-кристаллизаторах и утфелераспределителях. Задвижки с приводом используются для двухпозиционного дистанционного управления потоками на коммуникациях больших диаметров, в частности на трубопроводе свекловодяной смеси перед свеклонасосами, на коммуникациях ретурного пара греющей камеры I корпуса выпарной установки и др.

Пульсирующий шибер РШ завода «Сахпроммеханизация» для регулирования подачи свеклы на завод устанавливается в гидротранспортере на нулевой отметке или эстакаде. Пульсирую-

ший шибер поставляется комплектно со щитом управления, что обеспечивает дистанционное управление им из моечного отделения завода.

Шибер состоит из механизмов пульсации и перемещения заслонки вертикальной плоскости. Пульсация заслонки осуществляется от электродвигателя АОЛ2-22-6 мощностью 1,1 кВт с частотой вращения 930 мин⁻¹ через клиноременную передачу и редуктор, на выходной вал которого насажен кривошип, соединенный шатунной тягой с заслонкой. Заслонка перемещается по вертикали электрическим исполнительным механизмом МЭО-63/100 по командному сигналу с пульта управления. Выходной вал механизма МЭО-63/100 с помощью рычага и регулирующей тяги связан с рамой перемещения, на оси которой крепится пульсирующая заслонка. Величина хода заслонки регулируется установкой конечных выключателей исполнительного механизма. Рама перемещения движется по четырем роликам в направляющей раме шибера.

В качестве отсекающего шибера используется грабельная заслонка с электрическим, пневматическим, реже гидравлическим приводом двухпозиционного действия. При отсутствии специального отсекающего шибера устанавливается пульсирующий шибер типа РШ.

В моечном отделении с двумя свекломойками устанавливается шибер-делитель для деления потока свеклы между свекломойками. Он представляет собой заслонку из стального листа толщиной 10—16 мм, приваренную к вертикальному валу. Нижний конец вала устанавливают в подпятник, а верхний — в подшипник скольжения. В заслонке шибера вырезают горизонтальные окна на высоте 300 мм от нижнего края до пропуска воды в крайних положениях делителя. Последний помещается заслонкой против течения свекловодной смеси. Управляют делителем дистанционно со щита управления либо автоматически от регулятора соотношения нагрузки между свекломойками с помощью электроисполнительного механизма МЭО-63/100 или поршневого пневмопривода ПСП-1.

В продуктовом отделении шиберы с дистанционным или автоматическим управлением используются на утфелемешалках для регулирования спуска утфеля в утфелераспределители, а также для подачи его в барабаны автоматических центрифуг. В утфелемешалках спускное окно закрывают шибером, перемещающимся по направляющим корпуса с помощью зубчатой передачи. На шибере находится зубчатая рейка, а зубчатое колесо размещено на валу. Вал поворачивается в подшипниках скольжения, которые расположены на корпусе шибера по обе стороны заслонки.

Для дистанционного или автоматического управления подъемом заслонки служит поршневой пневматический привод ПСП-1 или любой длинноходовой поршневой привод, например, типа ПЦ-17. Поршневой привод крепится на шарнирной опоре непо-

средственно к корпусу utfелемешалки, и шток пневмоцилиндра соединяется с валом шибера серпообразной тягой. Такое крепление привода и конструкция тяги позволяют преобразовать возвратно-поступательное движение поршня в угловое движение вала шибер. Подобная конструкция исполнительного устройства широко распространена на сахарных заводах.

В схемах автоматического управления работой центрифуг (импортных и отечественных) используется шибер с пневмоприводом для подачи utfеля в барабан центрифуги в момент загрузки. Заслонка шибер перемещается в направляющих корпуса с помощью пневмоцилиндра диаметром 100 мм, имеющего ход 300 мм при давлении сжатого воздуха до 0,8 МПа.

Задвижка с приводом применяется в основном на коммуникациях больших диаметров. Основной недостаток таких задвижек — невозможность использования в схемах аналогового автоматического регулирования. Кроме того, они имеют большие габаритные размеры и массу. При ручном дистанционном управлении используются задвижки типа 30ч9066р с электроприводом.

ЗАПОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Запорные заслоночные устройства (дисковые затворы). Эти устройства выполняют две основные функции: регулирование и полное перекрытие потока. Преимущества таких устройств — простота конструкции, малые габаритные размеры и масса; недостатки — сложность герметизации в закрытом положении и низкая механическая прочность заслонки при повышенных давлениях. По конструкции и расположению уплотнений запорные заслоночные устройства разделяются на несколько типов: с эластичным уплотнением на заслонке, с уплотнительным кольцом в корпусе, с седлом и рубашкой в корпусе. Они изготавливаются с соосным или эксцентричным расположением вала и заслонки, с наклонными заслонкой и валом. Кроме того, по конструкции корпуса эти устройства делятся на фланцевые и бесфланцевые.

Необходимость производства заслоночных устройств обусловлена появлением в промышленности нового фильтрационного оборудования (фильтры ФилС, ФЦВО и др.), автоматизация которого требует большого числа регулирующих органов.

Затвор дисковый ПРУ-19. Затвор конструкции ПО «Укрсахреммаш» для регулирования и герметичного перекрытия потока жидкости, насыщенного водяного пара или сатурационного газа изготавливается с $D_y = 100 - 300$ мм на давление рабочей среды не более 0,6 МПа при температуре 5—150 °С. Особенностью конструкции затвора ПРУ-19 является наличие уплотнительного эластичного кольца из термоустойчивой резины, закрепленного в цилиндрическом корпусе дискового затвора. Диск затвора изготов-

лен из нержавеющей стали и плотно прилегает к кольцу, когда затвор закрыт.

Поворот диска на угол, пропорциональный величине пневматического сигнала, осуществляется поршневым следящим приводом ПСП-1, противоположная штоку сторона диска фиксируется при помощи поворотной опоры на кронштейне. Конечный выключатель используется для сигнализации открытого или закрытого состояния затвора.

Перед монтажом затворов ПРУ-19 требуется обязательная стендовая проверка их на герметичность. Для создания давления, при котором необходимо испытать герметичность затвора, может быть применен сжатый воздух, подаваемый в верхнюю часть сосуда с водой, сообщающегося снизу посредством фланца с корпусом затвора. Регулирование степени прижатия диска к уплотнительному кольцу осуществляется продольным перемещением поворотной опоры ПСП-1 вдоль кронштейна, а также правильною зажатия уплотнительного кольца.

Устройство пневматическое заслоночное исполнительное ПРУ-9. Устройство ПО «Укрсахреммаш» является регулирующим и изготавливается с $D_y = 100 - 600$ мм для рабочей среды температурой от -30 до $+300$ °С при давлении до 0,6 МПа. В качестве исполнительных механизмов в них применены мембранные пневматические исполнительные механизмы МИМ.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УЧАСТКАМИ

Всякая система управления технологическим процессом представляет собой органическое единство объекта управления, технических средств автоматизации, оператора и каналов связи между ними. В условиях совершенствования технологического процесса, усложнения задач управления, расширения зон обслуживания одним оператором эффективность функционирования системы управления определяется не только качеством подготовки объекта к автоматизации, выполнения необходимых условий надежного функционирования технических средств автоматизации и каналов их связи с объектом, но и в значительной степени организацией взаимодействия вида человек — машина. Поэтому информация о ходе процессов должна быть представлена оператору в наиболее компактной и в то же время полной форме так, чтобы он мог активно и своевременно участвовать в управлении процессом. С этой целью широко используются информационные и оперативно-информационные мнемосхемы. Применение микроэлектроники открывает возможность представления на мнемосхемах предварительно обработанной интегрированной информации о состоянии целых технологических участков.

Важное значение для работы оператора имеет вид операторского пункта, условия в нем. Здесь должны быть обеспечены наиболее комфортные условия: температура, влажность, освещение, окраска стен и потолка, звукопоглощение. Системы управления создаются для человека-оператора. Рациональная пространственная композиция приборов в сочетании с художественной формой и функциональным цветом не только облегчают работу оператора, но и повышают ее надежность благодаря минимизации возможных ошибок, повышению скорости реакции, выбору оптимальных реакций на внешние сигналы.

Ниже кратко описаны системы управления технологическими участками сахарного завода на базе отраслевой схемы автоматизации СА-85, а также опыта, накопленного в промышленности.

УЧАСТКИ ЗАГОТОВКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Склад свеклы. На современном механизированном складе свеклы устройствами для активного вентилирования оборудуется около половины кагатов. Функционирование этих устройств регламентируется следующими требованиями операционной технологии:

Интенсивность вентилирования воздуха для районов, $\text{м}^3/\text{ч}$ на 1 т свеклы

северных и центральных
южных

25

30

Разность температуры в кагате и наружного воздуха, при которой производится вентилирование, $^{\circ}\text{C}$

$\geq 1-2$

Относительная влажность наружного воздуха, при которой производится его увлажнение, %

≤ 80

Температура наружного воздуха, при которой вентилирование не производится, $^{\circ}\text{C}$

≤ 0

Расход воды на один вентилятор, $\text{кг}/\text{ч}$

40—50

Давление воды для увлажнения, кПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)

20(0,2)

Единственными «рычагами» управления процессом активного вентилирования оказываются включение вентиляторов при благоприятных условиях и отключение — при неблагоприятных, а также увлажнение при необходимости вентилирующего воздуха.

Входными величинами системы управления температурно-влажностным режимом хранения свеклы в кагатах (рис. 2.13) * на базе приборно-аналитического комплекса ПАК-201М являются температура свеклы T_n в точках n кагата, температура T_a и относительная влажность φ наружного воздуха. Информация об этих параметрах формируется соответственно датчиками $1a-1-1a-n$, $1b$ и $2a$. Контроль по принципу обегания большого числа точек

* См. таблицы буквенных обозначений в конце книги.

Максимальное число точек контроля температуры в комплексе составляет 128; диапазоны измерения температуры $-10 \div +30$ °С, относительной влажности воздуха 40—100 %; скорость обегания точек контроля в рабочем режиме 480 с, в ускоренном 64 с; количество хранимой свеклы, охватываемое одной точкой контроля, 500—1000 т; потребляемая мощность 500 В·А. Для современного склада при заводе мощностью 6 тыс. т переработки свеклы в сутки в большинстве случаев достаточно применения одного комплекса ПАК-201М.

Сырьевая лаборатория. Качественный анализ поступающей на завод свеклы осуществляют с помощью специализированных технических средств.

Для определения загрязненности свеклы в качестве базового оборудования используют автоматизированный комплекс — линию «Рюпро» производства ГДР (рис. 2.14). Линия позволяет выполнять следующие операции: отбор пробы (дозы свеклы) с автомобиля 1 с помощью пробоотборной трубы 2 и электрофицированной тележки 3, взвешивание пробы на весах «брутто» 4 в ковше 5, промывку в свекломойке 6, подачу конвейером 7 в ковш 8, ручную дочистку, взвешивание на весах «нетто» 9. Управление исполнительными механизмами осуществляется по временной программе узлами KS и дистанционно NSA.

Базовым оборудованием для определения сахаристости свеклы является автоматизированный комплекс — линия УЛС-1 (рис. 2.15) производительностью 40 анализов в час и основной погрешностью $\pm 0,2$ °С.

С помощью устройств KS обеспечивается управление конвейерами 1, 3, скиповым подъемником 2, дозаторами мезги 4, воды 5 и свинцового уксуса 7, размельчителем мезги 6, а также фильтрационным устройством 8 и проточной кюветой 9. Температуру воды контролируют по термометру T1. Пусковая аппаратура NSA электроприводов заблокирована по поточно-транспортному принципу. Предусмотрена световая и звуковая сигнализация отказов транспортной системы.

Подготовка дигерата для измерения в поляриметре 10 осуществляется по временной программе, реализуемой блоком реле фильтрационного устройства, и происходит по двум параллельным ветвям с фазовым сдвигом между циклами работы ветвей 50 с. Время цикла одной ветви — около 100 с. Таким образом, линия позволяет выполнить необходимые подготовительные операции и с помощью автоматического поляриметра определить сахаристость отобранных проб свеклы. Результаты анализа печатаются на бланке цифропечатающим устройством QR.

Намечается осуществить замену линии УЛС-1 модернизированной установкой производства ГДР, на которой, кроме загрязненности и сахаристости свеклы, будет определяться содер-

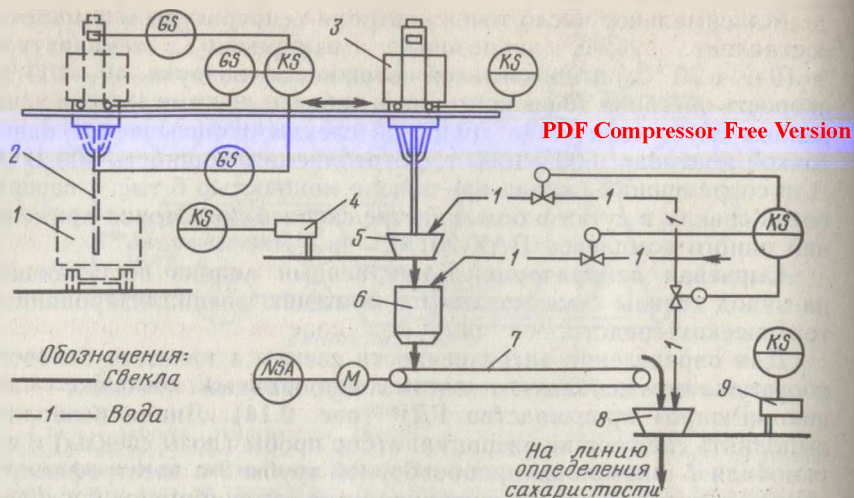


Рис. 2.14. Линия определения загрязненности свеклы:

1 — автомобиль; 2 — пробоотборная труба; 3 — электрофицированная тележка; 4 — весы «брутто»; 5, 8 — ковши; 6 — свекломойка; 7 — конвейер; 9 — весы «нетто»; KS — узлы управления механизмами по временной программе; NSA — дистанционное управление механизмами; GS — конечные выключатели

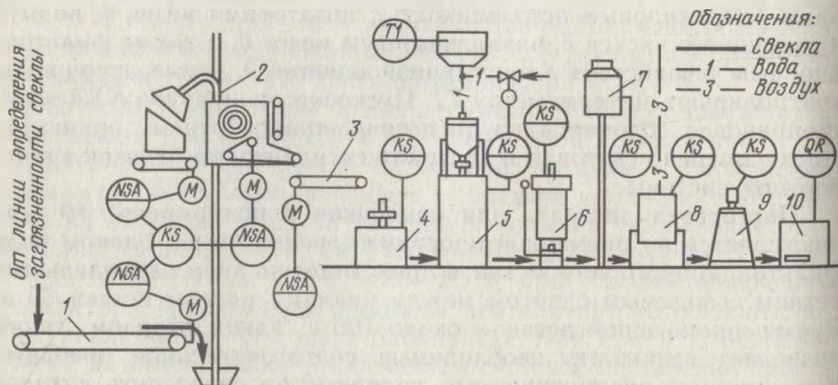


Рис. 2.15. Линия определения сахаристости свеклы:

1, 3 — конвейеры; 2 — скиповый подъемник; 4, 5, 7 — дозаторы мезги, воды и свинцового уксуса; 6 — размельчитель мезги; 8 — фильтрационное устройство; 9 — проточная кювета; 10 — поляриметр; T1 — термометр; KS — устройства управления электроприводами оборудования; NSA — пусковая аппаратура; QP — цифрорпечатающее устройство; M — электродвигатель

жание калия, натрия и α -аминного азота. Установка оснащается электронной системой управления и обработки получаемых данных.

Тракт подачи свеклы и моечное отделение. Система управления трактом подачи свеклы на переработку независимо от способа подачи и используемого оборудования строится с учетом следующих соображений:

производительность завода по свекле задается свеклоперерабатывающим отделением, поэтому темп подачи свеклы должен соответствовать темпу ее переработки;

показателем этого соответствия является текущее значение количества свеклы по массе или уровню, находящегося над свеклорезками;

в переходных режимах работы, причиной которых могут служить возмущения как в начале тракта — со стороны подачи, так и в его конце — со стороны потребления, должна исключаться перегрузка свекломойки и обеспечиваться требуемое качество очистки и мойки свеклы.

При этом должны учитываться следующие требования операционной технологии:

Главный гидротранспортер

Уровень потока свекловодяной смеси, мм	400—500
Зазор между днищем лотка гидротранспортера и заслонкой шибера, мм	50
Уровень свекловодяной смеси камнеловушек по отношению к диаметру их барабана	1/3
Давление сжатого воздуха на соломоловушки, кПа (кгс/см ²)	300(3)

Моечное отделение

Давление воды на соплоаппараты, кПа (кгс/см ²)	800—1000(8—10)
Расход воды, % к массе свеклы	30—40
Расход хлорной извести, кг на 100 т свеклы	
свежей	10
порченной	20

С ростом единичной мощности заводов управление трактом подачи свеклы затрудняется из-за увеличения протяженности тракта и общей массы свекловодяной смеси в потоке. Поэтому в каждом конкретном случае при синтезе системы управления должна решаться задача рационального расчленения тракта на участки в целях улучшения его динамических характеристик как объекта управления. «Поведение» свеклы в гидротранспортере определяется как скоростью ее движения, так и относительной плотностью при содержании 22—24 % сухих веществ (в кг/м³): свежей 1080—1120, подвяленной 1300—1400.

Один из вариантов системы управления трактом подачи свеклы

со свекломойкой барабанного типа (рис. 2.16) разработан заводом «Сахавтомат» и институтом «Югзапгипросахпром» для Ореховского сахарного завода.

Увязку производительности свекломойки 5 с производительностью сокодобывающего отделения выпол. PDF-Сопроводит. Free Version аналоговый преобразователь уровня свеклы в бункере 11, реализованный на основе блоков контроля сопротивления 1а, 1б в количестве пятнадцати и преобразователя уровня 1в; блок вычислительных операций 1д, выполняющий роль пропорционального регулирующего устройства; тумблер 1е для переключения режимов управления; станция управления 1и тиристорным электроприводом М барабана свекломойки. В режиме дистанционного управления частота вращения барабана устанавливается потенциометром 1ж. Электроды блоков контроля сопротивления располагаются в три яруса по пять в каждом, в результате чего возможны 16 сочетаний различного числа одновременно замкнутых через проводимость свеклы цепей отдельных блоков: 0, 1, 2, 3, ..., 14, 15, которые трансформируются в преобразователе 1в в унифицированный токовый сигнал силой 0—5 мА, контролируемый микроамперметром 1г. Два блока БКС-2 служат для сигнализации переполнения распределительной емкости 9 над весами 10.

В качестве датчиков уровня могут применяться также ультразвуковые уровнемеры или тензодатчики с соответствующим преобразователем. В последнем случае бункер не должен использоваться в качестве несущей конструкции и иметь свободу перемещения в вертикальном направлении.

Частота вращения барабана свекломойки контролируется с помощью тахогенератора 2а и вольтметра 2б.

Управление количеством подаваемой свеклы путем воздействия на пульсирующий шибер 3п осуществляет контур многоимпульсного регулирования электрической нагрузки свекломойки: трансформатор тока 3а, преобразователь тока 3б, преобразователь расхода свеклы 3в, преобразователь положения 3ж, преобразователь нагрузки транспортера 4а, пневмоэлектропреобразователь 3и, блок суммирования и демпфирования 3к, блок сигнала положения пульсирующего шибера 3г, миллиамперметр 3д, регулирующее устройство 3л, тумблер 3м переключения режимов управления. Положение пульсирующего шибера в режиме дистанционного управления устанавливают с помощью кнопочного выключателя 3н. Нагрузка электропривода барабана контролируется микроамперметром 3в.

Таким образом, контуры 1а — 1и и 3а — 3п поддерживают на участке материальный баланс по свекле путем автоматического управления подачей свеклы в соответствии с темпом ее переработки. При этом предполагается, что в таком же темпе свекла подается из склада (бурчаной).

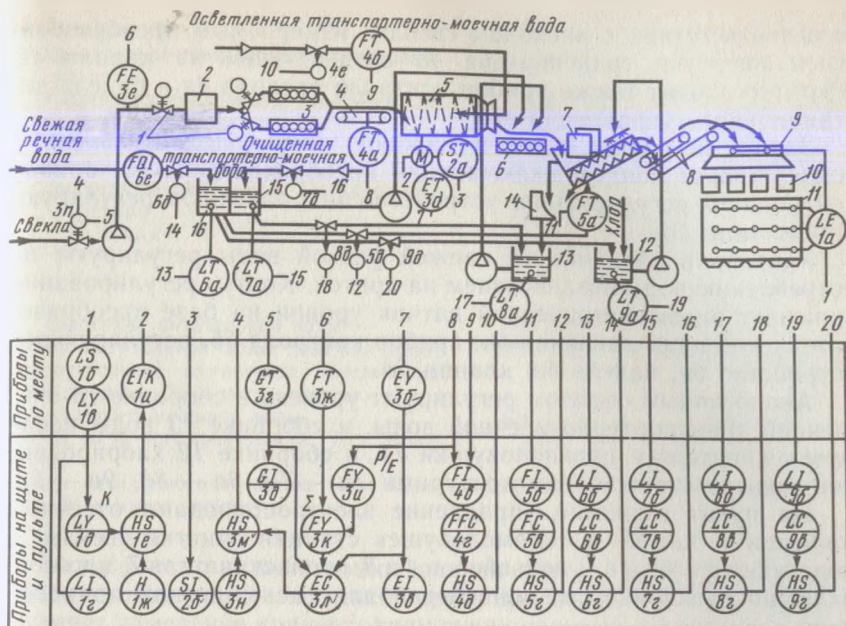


Рис. 2.16. Система управления трактом подачи свеклы со свекломойкой барабанного типа:

1 — отсечные шиберы; 2 — станция очистки свеклы; 3, 6 — водоотделители; 4, 8 — конвейеры; 5 — свекломойка; 7 — ополаскиватель; 9 — распределительная емкость; 10 — весы; 11 — бункер; 12, 13, 15, 16 — сборники; 14 — пульповозушка; 1а, 1б — блоки контроля сопротивления БКС-2; 1в — преобразователь уровня ПБЭ-2; 1г — микроамперметр Ф7227; 1д — блок вычислительных операций БВО-2; 1е, 3м — тумблеры П2Т-1; 1ж — потенциометр СП5; 1и — станция управления электроприводом М барабана свекломойки; 2а — тахогенератор ТМГ-30П; 2б — вольтметр Ф7227; 3а — трансформатор тока ТК-20; 3б — преобразователь тока ПБЭ-1; 3в — микроамперметр Ф7227; 3г — блок сигнала положения исполнительного механизма БСПТ-10; 3д — миллиамперметр; 3е — преобразователь расхода свеклы ПДТ-58; 3ж — преобразователь положения Т2Д1; 3и — пневмопреобразователь ППЭ-2; 3к — блок суммирования и демпфирования БСД; 3л — регулирующее устройство РП4-У; 3н — кнопочный выключатель ВК-16; 3п — пульсирующий шибер РШ-6; 4а — преобразователь нагрузки транспортера ПИТ; 4б, 5а — преобразователи расхода ПДТ15А; 4в, 5б, 6б, 7б, 8б, 9б — приборы контроля ПКП.2; 4г — регулирующее устройство соотношения ПР3.33; 4д, 5г, 6г, 7г, 8г, 9г — панели управления ПДУ-2; 4е, 5д, 6д, 7д, 8д, 9д — регулирующие клапаны 25с37нж; 5в, 6в, 7в, 8в, 9в — регулирующие устройства ПР3.31; 6а, 7а, 8а, 9а — преобразователи перепада давления ПДТ-34А; 6е — водосчетчик СТВ-80

Технологическая схема моечного отделения со свекломойкой барабанного типа характеризуется разветвленными водными потоками. Одна из задач системы управления — поддержание материального баланса этих потоков при экономном расходовании свежей воды и обеспечении требуемого качества очистки свеклы.

Регулирование подачи воды в барабан, измеряемого преобразователем 4б, выполняет регулирующее устройство соотношения

значение α достигается изменением количества откачиваемого диффузионного сока $m_{д.с}$ или поступающей на диффузию стружки $m_{стр}$.

Регулирование материального баланса колонных и наклонных диффузионных установок широко используется в промышленности свеклоперерабатывающего отделения.

В диффузионных установках колонного типа прямое поддержание соотношения стружка — вода невозможно, поэтому с помощью отдельных контуров регулирования (рис. 2.17, а) обеспечивают стабилизацию производительности свеклорезок 2, поддержание уровня сока в колонне 4, стабилизацию откачки диффузионного сока из буферного сборника 1, регулирование откачки сока из колонной установки.

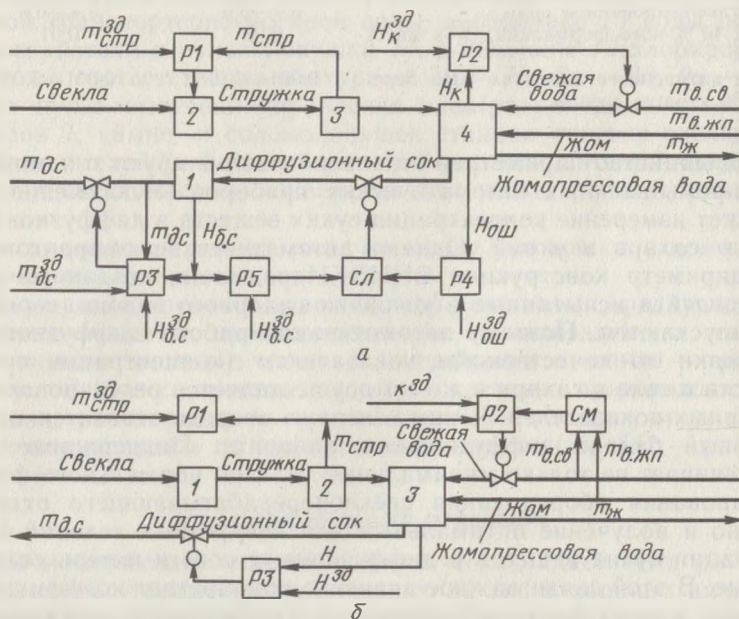


Рис. 2.17. Блок-схема регулирования материального баланса диффузионных аппаратов:

а — колонного (1 — сборник; 2 — свеклорезка; 3 — ленточные весы; 4 — колонна; $P1, P2, P3, P4, P5$ — регуляторы; $m_{стр}$, $m_{стр}^{зад}$ — расход стружки текущий и заданный; H_k , $H_k^{зад}$ — уровень сокоотраженной смеси в колонне текущий и заданный; $m_{д.с}$, $m_{д.с}^{зад}$ — расход диффузионного сока текущий и заданный; $H_{д.с}$, $H_{д.с}^{зад}$ — уровень сока в сборнике текущий и заданный; C_d — селектор; $H_{ош}$, $H_{ош}^{зад}$ — уровень сока в шахте ошпаривателя текущий и заданный; б — наклонного (1 — свеклорезка; 2 — ленточные весы; 3 — наклонный аппарат; $P1, P2, P3$ — регуляторы; $m_{стр}$ — расход стружки; C_m — сумматор; $m_{св}$ — расход жомпрессовой воды; $m_{св}$ — расход свежей воды; $K^{за}$ — заданный коэффициент соотношения стружка — вода; H , $H^{зад}$ — уровень сока в головной части наклонного аппарата текущий и заданный; $m_{ж}$ — расход жома)

Производительность свеклорезок 2 изменяется регулятором $P1$, на вход которого поступает сигнал, пропорциональный расходу стружки $m_{стр}$, от датчика ленточных весов 3 и сигнал задания $m_{стр}^{зд}$. Свежая вода $m_{в.св}$ в колонну поступает по команде регулятора $P2$ в зависимости от уровня сокоотражательной смеси в колонне H_k и установленного задания $H_k^{зд}$.

Откачка диффузионного сока из буферного сборника 1 на дефеко saturацию $m_{д.с}$ стабилизируется регулятором $P3$ на уровне заданного значения $m_{д.с}^{зд}$ с коррекцией по уровню $H_{б.с}$ в сборнике. Количество сока, откачиваемого непосредственно из диффузионной установки, регулируют регуляторами $P4$ и $P5$ через селектор $Сл$ по отклонению уровня $H_{ош}$ и $H_{б.с}$ от номинального значения $H_{ош}^{зд}$ и $H_{б.с}^{зд}$ соответственно в шахте ошпаривателя и буферном сборнике. В установившемся режиме это количество равняется расходу сока на дефеко saturацию.

Количество выгружаемого из колонны жома $m_{ж}$ соответствует производительности аппарата, косвенно определяемой мощностью, которая потребляется электроприводом высолживателя, и частотой вращения вала колонны.

Коэффициент откачки α в установившемся режиме определяется отношением $m_{д.с}^{зд}$ к $m_{стр}^{зд}$ и корректируется оператором свеклоперерабатывающего отделения в зависимости от сахаристости свеклы, потерь сахара в жоме и других параметров.

Блок-схема поддержания материального баланса в наклонных диффузионных аппаратах 3 (рис. 2.17, б) упрощается при прямом поддержании соотношения стружка — вода с помощью регулятора $P2$ по расходу стружки $m_{стр}$, измеряемому датчиком ленточных весов 2, и расходу воды, определяемому сумматором $См$ и состоящему из всего количества жомопрессовой $m_{в.жп}$ и регулируемой части «свежей» воды. Следовательно, регулятор $P2$, воздействуя на расход свежей воды $m_{в.св}$, поддерживает соотношение $(m_{в.св} + m_{в.жп})/m_{стр}$ на заданном уровне $K^{зд}$. Величину откачиваемого из аппарата сока $m_{д.с}$ устанавливают автоматически регулятором $P3$ по уровню сока в головной части аппарата H пропорционально его отклонению от $H^{зд}$. Стабилизацию производительности свеклорезок 1 и выгрузку жома $m_{ж}$ из аппарата осуществляют так же, как в колонных аппаратах. Коэффициент откачки α для каждого конкретного режима работы наклонного аппарата устанавливают соотношением $K^{зд} = m_{в}/m_{стр}$.

Разработка и внедрение простых систем управления диффузионными аппаратами ограничиваются большим запаздыванием в наступлении нового установившегося режима работы по каналу потери сахара в жоме — откачка после изменения коэффициента откачки α . Для аппаратов КДА это запаздывание колеблется от 6 до 9 ч, что соизмеримо с продолжительностью одной смены.

Диффузионные установки отечественного производства осна-

щаются автоматикой, разработанной Гипросахпромом, Югзапгипросахпромом, заводом «Сахавтомат» и др. Системы управления установками, поставляемые зарубежными фирмами, отличаются от отечественных в основном аппаратурным решением контуров регулирования. Ниже описываются автоматы управления диффузионными аппаратами, успешно внедряемые на отечественных сахарных заводах.

Функциональной схемой автоматизации колонных диффузионных аппаратов КДА2-А25/30 (рис. 2.18) предусматривается автоматическое регулирование материального баланса, теплового режима и ряда других параметров, специфических для аппаратов такого типа.

Регулирование производительности свеклорезок 3 осуществляется контуром, работающим в импульсном режиме по расходу стружки, измеренному преобразователем нагрузки транспортера 1а. Применение импульсного регулирования объясняется наличием запаздывания, которое необходимо учитывать в целях обеспечения строгого соответствия требуемой частоты вращения свеклорезки заданному расходу стружки, предотвратив при этом в динамике регулирования неоправданный разгон и снижение частоты вращения свеклорезки.

Выходной сигнал преобразователя нагрузки транспортера 4 стружкой поступает на два позиционных регулятора 1в, один из которых настроен на «минимум», а второй на «максимум». Чтобы оператор со щита управления мог изменять производительность свеклорезок, встроенные в эти регуляторы задатчики заменены задатчиками 1г, установленными на фасаде щита. Дискретные пневматические сигналы регуляторов преобразуются в электрические импульсы при помощи пневмоэлектропреобразователей 1д и прерывателя импульсного 1е. Блок задатчика интегрирующего 1и формирует управляющий сигнал, который поступает на тиристорный преобразователь электропривода М. Оператор установки путем импульсного нажатия кнопок «больше — меньше» блока ручного управления 1ж через блок задатчика интегрирующего 1и осуществляет качественное дистанционное управление производительностью свеклорезок. В электрической части предусмотрен выбор для каждой из свеклорезок режима работы: базового (нерегулируемого), регулируемого автоматически или вывода в резерв.

Вторичный прибор 1б регистрирует расход стружки, поступающей на ошпаривание.

Регулирование откачки диффузионного сока в производство осуществляют по расходу стружки регулятором соотношения 2а, задатчиком соотношения которого служит прибор 2г. Расход диффузионного сока измеряется и регистрируется электромагнитным расходомером 2а, 2б. Регулирующее воздействие регулятора через

блок селектирования 2д и байпасную панель 2е поступает на клапан 2з, регулирующий подачу сока из ошпаривателя в пульпоовушку.

Контур автоматического регулирования уровня в сборнике 1 диффузионного сока, состоящий из пневмометрического уровнемера 3а, пропорционального регулятора 3е с задатчиком 3д и блока селектирования 2д, предназначен для ограничения подачи сока в производство в случае снижения его потребления сокоочистительным отделением. Вторичный прибор 3б контролирует уровень, а позиционный регулятор 3в и сигнализатор 3г — его максимальное значение.

Поступление части потока башенного сока в шахту ошпаривателя 5 регулируют по уровню сока в шахте, измеряемому пневмометрическим уровнемером 9а. Регулирующее воздействие регулятора 9б направлено на клапан 9е. Вторичный прибор 9б со станцией управления контролирует уровень сока в шахте. Комплект позиционного регулятора 9в и сигнализатора мембранного 9г контролирует максимальный уровень сока в шахте ошпаривателя.

Для регулирования отбора башенного сока из колонны аппарата 7 предназначен регулятор соотношения 5д. Ведущим параметром регулятора соотношения является расход стружки, а ведомым — сумма потоков башенного сока в шахту и мешалку ошпаривателя.

Величины потоков башенного сока в шахту и мешалку ошпаривателя измеряют электромагнитными расходомерами 4а, 4б, 5а, 5б, выходные пневматические сигналы которых сначала умножают на постоянный коэффициент при помощи приборов 4в, 5в, а затем суммируют прибором 5г.

Автоматическую очистку сит колонны осуществляют по перепаду давления на ситах, измеренному перепадамером 6а. По сигналу позиционного регулятора 6в «сито забито» срабатывает реле переключения 5е, которое отключает от регулятора 5д пневмоклапан 5и, регулирующий отбор башенного сока из колонны, и подает на него сжатый воздух от задатчика 5к. При этом клапан прикрывают, расход сока из колонны и перепад давления на ситах несколько уменьшают. Это предотвращает дальнейшее забивание сит и создает благоприятные условия для их очистки. Вторичный прибор 6б контролирует указанный перепад, а сигнализатор 6г — его предельное значение.

Контроль и сигнализацию перепада давления на ситах ошпаривателя осуществляют аналогичными приборами 7а — 7г.

Автоматическое регулирование подачи сокоотружечной смеси в колонну выполняют по выходному сигналу пневмометрического уровнемера 8а, который поступает на вторичный прибор 8б и пропорциональный регулятор 8в, воздействующий на регулирующий орган сокоотружечной смеси 8д. Электропневмопреобразователь

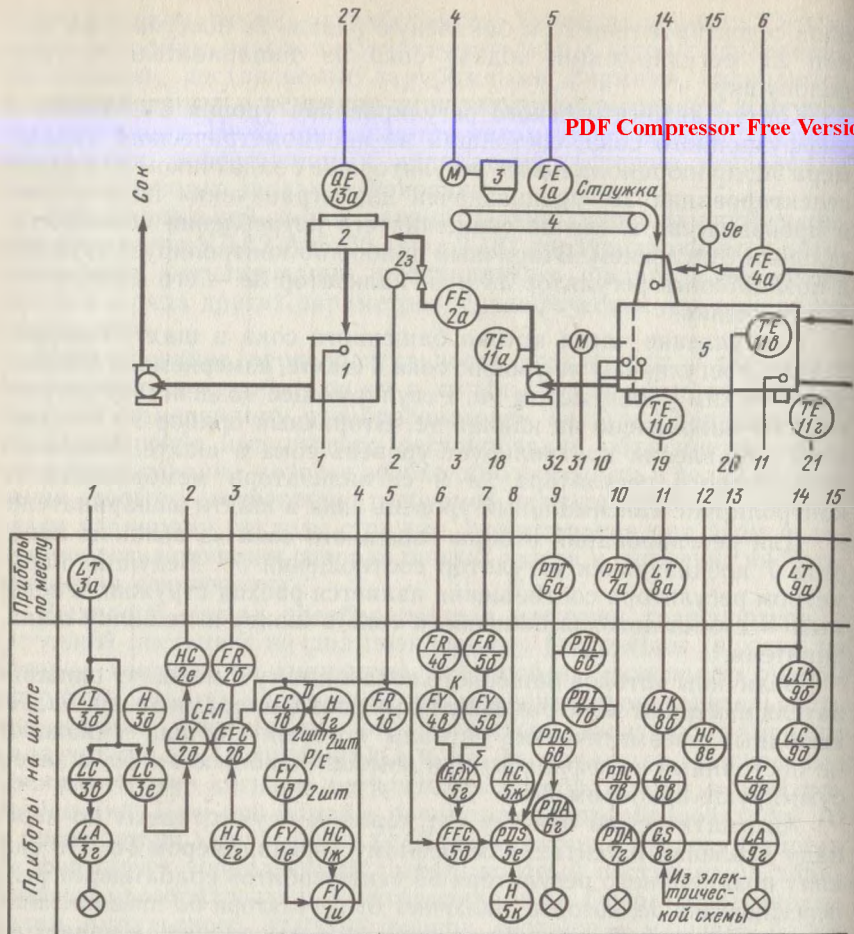


Рис. 2.18. Система управления процессом диффузии в аппарате колонного типа:
 1 — сборник; 2 — пульповловушка; 3 — свеклорезка; 4 — транспортер; 5 — ошпариватель;
 ПИТ; 16 — вторичный прибор ПК1.1; 1а, 3а, 6а, 9а, 10а, 10е — регуляторы ПР1.5;
 рыватель импульсный РИП-2; 1ж, 16д, 17д — блоки ручного управления БРУ-32; 2а — 2б,
 ПР3.34; 2г — вторичный прибор ППВ.1; 2д — блок селектирования ПФ4/5.1; 2е — бай
 образователи уровня ПДТ-34А; 3б, 6б — вторичные приборы ПК1; 3г, 6г, 9г, 10г, 10ж —
 умножения на постоянный коэффициент ПФ1.39; 5г — суммирующий прибор ПФ1.1; 5д —
 разности давления ПДТ-40; 8б, 9б, 10б — вторичные приборы ПВ3.2; 8г — электропневмо-
 воматели сопротивления ТСМ; 11к — логометр Л-64П; 11и — переключатель ПТИ-М;
 14а — чувствительные элементы ДПг-4М-1; 13б — 13а; 14б — 14а — преобразователи
 КСМ-3; 15а — панель ПП12.2; 16а, 17а — измерительные шунты; 16б, 17б — электронные
 интегрирующего БЗИ

8г осуществляет автоблокировку прекращения подачи соко- стружечной смеси в колонну при аварийной остановке транспорт- ной системы колонны или насоса сокоотружечной смеси.

Хорошие показатели работы колонных диффузионных аппа- ратов достигаются в том случае, если при PDF Compressor Free Version диффузионного отделения не прекращается циркуляция части башенного сока на участке подогреватель — мешалка ошпари- вателя — колонна. Поэтому на ряде заводов этот расход устанав- ливают дистанционно при помощи байпасной панели, а настройку регулятора уровня в мешалке ошпаривателя производят таким образом, чтобы он полностью не закрывал регулирующий орган сокоотружечной смеси.

Автоматическое регулирование уровня сокоотружечной смеси в колонне диффузионного аппарата реализуется контуром, ана- логичным контуру регулирования в шахте ошпаривателя, который включает датчик уровня 10а, вторичный прибор 10б с регуля- тором 10д, воздействующий на приток свежей питательной воды с помощью клапана 10к. Позиционные регуляторы 10в, 10е, сигна- лизаторы мембранные 10г, 10ж предназначены для контроля максимального и минимального уровней в колонне диффузион- ного аппарата.

Контроль расхода питательной и жомопрессовой воды осуще- ствляют щелевыми расходомерами 12а, 12б в комплекте с реги- стрирующим прибором 12в.

Для регулирования и регистрации температуры башенного сока в подогревателе 6 служит контур, состоящий из термопреоб- разователя сопротивления 15а, автоматического моста 15б со встроенным ПИ-регулятором, байпасной панели 15в и клапана регулирующего 15г.

Температурный режим работы всех аппаратов сокодобываю- щего отделения контролируют термопреобразователями сопро- тивления 11а — 11ж и логометром 11к в комплекте с переключате- лем 11и.

Контроль рН диффузионного сока и питательной воды осущест- вляют с помощью чувствительных элементов 13а, 14а в комплекте с преобразователями 13б, 13в и показывающими приборами 14б, 14в. Для регистрации величины рН электрические сигналы через электропневмопреобразователи 13г, 14г поступают на вто- ричный прибор 13д.

Контур регулирования удельной нагрузки объема колонны 17а — 17д и ошпаривателя 16а — 16д отличаются от контура регулирования производительности свеклорезок только тем, что применены электронные регуляторы 16б, 17б, входным сигналом которых является падение напряжения на измерительных шунтах 16а, 17а, значение которых пропорционально силе тока в силовой цепи электроприводов М. Ручные задатчики 16в, 17в предназна-

чены для дистанционного изменения оператором задания регуляторам 16а, 17б.

Система управления наклонным диффузионным аппаратом в части регулирования производительности свеклорезок, а также подготовки воды для питания диффузионного аппарата в основном не отличается от аналогичной части системы колонного аппарата.

Ключевым моментом САУ наклонным аппаратом является регулирование подачи свежей воды в аппарат по соотношению стружка — вода. Для этого применяют регулятор соотношения ПР3.34, ведущим параметром которого является расход стружки, а ведомым — суммарный расход жомопрессовой и питательной воды. На базе этого регулятора выполнена также блокировка, обеспечивающая минимальный расход воды в аппарат при аварийном прекращении поступления стружки.

Уровень сока за ситом диффузионного аппарата на стоке и температуру сокостружечной смеси по зонам регулируют одноконтурными системами. Контроль уровней в аппаратах производят пневмометрическим способом в четырех точках (I — за ситом, II — на расстоянии 200—400 мм перед ситом, III — 3,5—4 м и IV — $2/3$ длины аппарата, считая от сита).

В случае, если не представляется возможным только за счет подачи пара нагреть I зону диффузионного аппарата, осуществляют рециркуляцию части нагретого в подогревателе диффузионного сока. При этом САУ дополняют контуром регулирования нагревания сока в подогревателе и контуром регулирования соотношения стружка — возврат сока в I зону. Аппаратурная реализация системы аналогична системе стружка — вода.

На Усть-Лабинском сахарном заводе внедрена усовершенствованная система управления наклонным диффузионным аппаратом, разработанная Гипросахпромом и МТИППом, особенностью которой является учет параметров аппарата и качественных показателей процесса экстракции: содержания сухих веществ в диффузионном соке и жидкой фазе экстракционной смеси, содержания сахара в жоме.

САУ наклонным диффузионным аппаратом с применением микропроцессорной техники описана в главе 4.

Технологическая схема приготовления питательной воды не зависит от типа диффузионного аппарата и автоматизируется с учетом двух особенностей:

регулирование потока свежей воды на всех участках на потоке в целях использования ее по потребности;

регулирование потока жомопрессовой воды на всех участках на стоке, что диктуется необходимостью полного возвращения ее в диффузионный аппарат.

Отделение дефеко-сатурации и сульфитации. Процессы дефеко-сатурационной очистки, происходящие в отдельных аппаратах, взаимосвязаны между собой, поэтому эффективное отделение требует строгого соблюдения следующего технологического регламента каждым аппаратом.

Прогрессивная преддефекация

	Вертикальный аппарат	Горизонтальный по типу ППД
Расход извести, % СаО к массе свеклы	0,2—0,3	0,2—0,3
pH ₂₀ по зонам		
I	7,0—7,2	7,0—7,2
II	7,8—8,0	7,8—8,0
III	8,6—8,8	8,6—8,8
IV	9,4—9,6	9,4—9,6
V	10,2—10,4	10,2—10,4
VI	11,0—11,2	11,0—11,2
Температура процесса преддефекации, °С		
холодной	—	40—50
теплой	50—60	50—60
горячей	Более 60	—
Продолжительность процесса преддефекации, мин		
холодной	—	20—30
теплой	15	15
горячей	5—7	—
Количество возврата, % к массе свеклы		
сока I сатурации	30—100	30—100
сгущенной суспензии	—	10—20

Дефекация

	Холодная	Горячая	Перед II сатурацией
Температура процесса, °С	40—50	90	95
Продолжительность процесса, мин	20—30	5; 10	5,0—5,8
Расход извести, % СаО к массе свеклы	1,0—1,8	—	0,2—0,5
Щелочность сока по фенолфталеину, % СаО	0,8—1,2	0,8—1,2	0,3—0,5

Сатурация

	I	II
pH ₂₀ сока	11 ± 0,2	9,6 ± 0,1
Температура сока, °С	80—85	95
Щелочность сока по фенолфталеину, % СаО	0,09—0,11	0,015—0,035
Содержание СО ₂ в сатурационном газе, не менее, %	28	28

Выбор оптимальных параметров процесса определяется качеством свеклы, поступающей в переработку. Как правило, корректировка технологического режима в одном аппарате требует изменения его в смежном или во всех аппаратах одновременно. Основные принципы и системы управления отдельными аппаратами на дефеко-сатурации и всей технологической схемой в целом широко используются на сахарных заводах.

Предварительная и основная дефекации. Автоматизация предварительной дефекации основывается на двух разных системах. Первая из них предусматривает подачу известкового молока или сока основной дефекации в котел предварительной дефекации по расходу диффузионного сока. Эту схему применяют на многих сахарных заводах за рубежом, но она имеет ряд существенных недостатков. При подаче известкового молока возникает необходимость в дозировании небольшого количества его, что с учетом особенностей этой суспензии (наличие песка, отложение CaO , изменение плотности) связано с известными трудностями. Общим недостатком первой системы является отсутствие информации о качестве технологических жидкостей, подаваемых в преддефекатор. Второй вариант этой системы не вызывает никаких технических трудностей при реализации и принят на целом ряде заводов.

Вторая система предусматривает управление процессом преддефекации по рН сока в аппарате путем воздействия на те же реагенты, что и в случае первой системы. Этот способ не всегда дает удовлетворительные результаты, так как на величину рН влияет не только количество добавляемой извести, но и количество и качество диффузионного сока и плотность известкового молока. Такое регулирование по отклонению не обеспечивает требуемого качества преддефекационного сока из-за возмущений по количеству и качеству реагентов и находится в пределах $\pm 20\%$.

Наиболее рационально объединение обеих систем, т. е. подача извести пропорциональна расходу диффузионного сока с коррекцией этого соотношения по величине рН сока на выходе из преддефекатора. Благодаря этому на величину рН влияют лишь изменения состава диффузионного сока и плотности известкового молока. Последняя система на отечественных сахарных заводах получила наибольшее распространение при автоматизации процесса горячей преддефекации с применением вертикального аппарата. Она включает узел соотношения диффузионный сок — нефильтрованный сок I сатурации и узел регулирования рН в преддефекаторе путем изменения количества сока основной дефекации, подаваемого в этот аппарат.

Автоматизацию процесса преддефекации в аппарате Бригель — Мюллера осуществляют аналогично, но рН в последней

секции стабилизируют за счет части известкового молока, поступающего на основную дефекацию.

Автоматизация процесса преддефекации в описанных системах управления связана с рН сока, величина которого служит косвенным показателем фильтрационно-седиментационных свойств сока и в зависимости от качества последнего находится в пределах 10,6—11,6.

Правильный выбор рациональных значений фильтрационно-седиментационных показателей сока позволяет обеспечить не только удовлетворительную работу фильтрационного оборудования, но и снизить потери сахара. Для автоматизации процесса преддефекации с учетом прямого технологического показателя предназначена система управления ПО «Укрсахтехэнергоремонт», которая предусматривает регулирование рН сока на выходе из аппарата с коррекцией задания регулятора в зависимости от скорости отстаивания преддефекованного сока.

При автоматизации основной дефекации учитывают то, что известь в аппарат подается постоянно во времени независимо от количества переработанной свеклы и состава диффузионного сока; в зависимости от состава дефекуемого сока; по количеству диффузионного сока, подаваемого на очистку. В первом случае облегчается проведение сатурации, так как постоянная подача извести приводит к постоянству в потреблении сатурационного газа, но и при этом наблюдается перерасход извести при снижении расхода диффузионного сока.

Во втором случае подача извести в зависимости от состава дефекуемого сока теоретически представляется наиболее правильной, так как определяет качественные процессы на дефекации. Величина рН сока основной дефекации не может быть представительным показателем, так как она незначительно зависит от добавления известкового молока, поскольку основная часть его остается нерастворенной. Основным показателем технологического процесса в дефекаторе является титруемая щелочность или содержание свободной извести. Однако прибор для измерения щелочности сока основной дефекации еще не создан в связи с техническими трудностями измерения такой загрязненной жидкости.

Третий вариант подачи извести оказался наиболее простым и применяется на всех заводах мира в разном конструктивном и схемном исполнении. При этом учитывают основное требование дефекации, которое выражается уравнением

$$m_{\text{изв}} = am_{\text{св}}/100,$$

где $m_{\text{изв}}$ — массовый расход извести, подаваемой на дефекацию, т/ч; $m_{\text{св}}$ — массовый расход свеклы на переработку, т/ч; a — расход извести на дефекацию, % к массе свеклы.

Известь на основную дефекацию подают в виде известкового молока — суспензии $\text{Ca}(\text{OH})_2$, расход которой

$$m_{изв} = r V_{и.м},$$

где r — содержание СаО в 1 м³ известкового молока, т/м³; $V_{и.м}$ — объемный расход известкового молока, м³/ч.

Содержание СаО в 1 м³ известкового молока выражают однозначно через его плотность:

$$r = k(\rho_{и.м} - \rho_в),$$

где k — постоянный коэффициент; $\rho_{и.м}$ — плотность известкового молока, т/м³; $\rho_в$ — плотность воды при температуре известкового молока, т/м³.

Масса переработанной свеклы выражается через расход диффузионного сока по уравнению

$$m_{св} = 100 \rho_{д.с} V_{д.с} / \alpha,$$

где $\rho_{д.с}$ — плотность диффузионного сока, т/м³; $V_{д.с}$ — расход диффузионного сока, м³/ч; α — коэффициент откачки диффузионного сока, %.

При подстановке значений $m_{изв}$ и $m_{св}$ в первое выражение получим основное уравнение дозирования извести на дефекацию

$$(\rho_{и.м} - \rho_в) V_{и.м} = C V_{д.с},$$

где $C = \alpha \rho_{д.с} / k \alpha$ — корректирующий коэффициент, задаваемый с учетом состава свеклы, качества работы диффузионного аппарата и плотности сока, т/м³.

Таким образом, для подачи извести в дефекатор измеряют расход диффузионного сока $V_{д.с}$, расход известкового молока $V_{и.м}$ и его плотность $\rho_{и.м}$ и корректируют связь между ними изменением коэффициента C . Так как известь подают на дефекацию в количестве 2—4 % к массе свеклы, коэффициент откачки сока α устанавливают в пределах 115—150 %, тогда при постоянной плотности сока величину корректирующего коэффициента C изменяют примерно в 2 раза.

С учетом имеющихся приборов и устройств система управления дозированием извести на дефекацию реализуется на базе основного уравнения и его модификаций:

$$\text{первой } m_{и.м} - m_в = C V_{д.с};$$

$$\text{второй } \Delta \rho V_{и.м} = C V_{д.с},$$

где $m_{и.м} = \rho_{и.м} V_{и.м}$ — массовый расход известкового молока, т/ч; $m_в = \rho_в V_{и.м}$ — массовый расход воды, т/ч; $\Delta \rho = \rho_{и.м} - \rho_в$ — относительная плотность известкового молока, т/м³.

Автоматизированной системой дозирования известкового молока по основному уравнению (рис. 2.19, а) предусматривается поддержание соотношения диффузионный сок — известь путем воздействия на расход известкового молока регулирующим органом. Массовый расход извести $m_{изв}$ при этом определяется как произведение объемного расхода известкового молока $V_{и.м}$ и его плотности $\rho_{и.м}$, вычисленное с помощью множителемно-делитель-

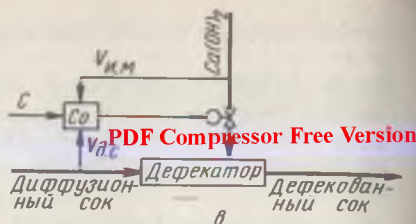
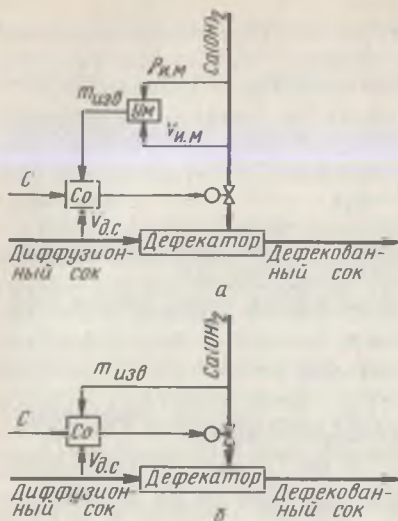


Рис. 2.19. Блок-схемы управления основной дефекацией (а, б, в — варианты)

ного устройства $Ум$, выходной сигнал которого подается на регулятор соотношения $Со$, где он соотносится с объемным расходом диффузионного сока $V_{д.с.}$ Корректирующий сигнал $С$ подается на регулятор и изменяется вручную оператором с помощью задатчика или посредством автоматического устройства.

В схеме управления (рис. 2.19, б) по основному уравнению первой модификации используют регулятор соотношения расхода диффузионного сока $V_{д.с.}$ и массового расхода извести $m_{изв}$ с коррекцией его третьей величиной — сигналом $С$, подаваемым от задатчика либо автоматического устройства. Величину $m_{изв}$ конструктивно определяют двумя путями:

вычислительным устройством, состоящим из гидростатического расходомера известкового молока, поплавкового расходомера воды и алгебраического сумматора (дозатор конструкции Городокского сахарного завода);

специальным поплавком, соединенным гибким шлангом с соплом, установленным на нулевой линии щелевой диафрагмы, где уровень воды, подаваемой во внутреннюю полость поплавка, пропорционален массовому расходу извести (дозатор ПРУ-6 завода «Сахавтомат»).

Схема управления (рис. 2.19, в) по основному уравнению второй модификации получила широкое распространение на сахарных заводах и предусматривает дозирование известкового молока по соотношению расход диффузионного сока $V_{д.с.}$ — расход известкового молока $V_{и.м}$ при условии, что из известкового отде-

ления поступает известковое молоко постоянной плотности или она медленно и плавно изменяется во времени. При этом коррекция соотношения, выполняемая на регуляторе ПРЗ.34, производится либо оператором, либо автоматически по сигналу плотномера известкового молока.

В системе ПО «Укрсахтехэнергоремонт» в качестве корректирующего сигнала используется активная щелочность дефекованного сока, выраженная через рОН последнего, которая отражает качество дефекации при изменении качественных характеристик диффузионного сока и известкового молока. Величина рОН определяется в смеси дефекованного и диффузионного соков в соотношении 1:4 — 1:8, которое зависит от условий дефекации раствора. При этом диффузионный сок обеспечивает полный перевод извести дефекованного сока в растворенное состояние.

Реализация схемы возможна при поддержании требуемого соотношения дефекованный сок — диффузионный сок — стабильном рН диффузионного сока.

Некоторые схемы автоматизации основной дефекации предусматривают автоматическую корректировку коэффициента C соотношения основных сигналов дозирования путем изменения расхода извести на дефекацию a (в % к массе свеклы) и коэффициента откачки сока α . Последний определяют путем деления расхода диффузионного сока на расход стружки, загружаемой в аппарат в схемах автоматизации диффузионных аппаратов наклонного типа института «Югзапгипросахпром», что позволяет ввести результат в схему дозирования известкового молока в качестве корректирующего импульса.

Расход извести на дефекацию a (в % к массе свеклы) учитывают по качеству сатурационного сока, которое выражается эффектом очистки (схема А. А. Антоновича), и эффективности работы фильтрационного оборудования, которая выражается через скорость фильтрования сока.

При автоматизации дефекации перед II сатурацией, как и при автоматизации основной дефекации, предпочтительна схема регулирования расхода известкового молока по расходу сока, поступающего в дефекатор. Однако отсутствие надежного расходомера малого количества известкового молока ограничивает ее распространение. Поэтому в качестве импульса по расходу известкового молока используют положение регулирующего органа, при этом путем поддержания уровня молока в мешалке стабилизируют давление молока перед ним. Последнее обеспечивает постоянство расходной характеристики регулирующего органа.

При автоматизации технологической схемы холодно-горячей дефекации с аппаратом холодной ступени дефекации большой вместимости важное значение имеет стабилизация потока на этом участке.

Синтез систем автоматического управления для поддержания технологических параметров на предварительной и основной дефекации с заданной точностью обеспечен необходимыми средствами автоматизации.

Сатурация и сульфитация. Целью I сатурации (сатурация) является поддержание заданного состава сока (качество процесса) и свойств осадка (производительность процесса) путем изменения количества газа (около 5 % к массе свеклы), подаваемого в аппарат. В зависимости от заданной программы требуется поддерживать минимальные цветность и концентрацию кальциевых солей при максимальной скорости фильтрования. Система, обеспечивающая выполнение перечисленных задач, разработана, испытана и рекомендована к внедрению на сахарных заводах. Работа системы базируется на использовании прибора для измерения скорости фильтрования соков и цветомера. Однако отсутствие серийно выпускаемых цветомеров и датчиков скорости фильтрования вызывает необходимость выбора других показателей, влияющих на процесс сатурации. Эти косвенные показатели должны изменяться соответственно изменению состава сока и структуры осадка. К таким показателям относятся некоторые параметры физических и химических свойств, зависящие от реакции сока: давление пены, способность поглощать углекислоту, электропроводимость, а также щелочность, pH и pOH сока. Измерение давления пены над соком явилось одной из первых попыток автоматизации сатурации, способность поглощать диоксид углерода легла в основу гидрохимического способа и прибора, предложенного А. Д. Маликовым.

Проходящая при сатурации реакция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с CO_2 осуществляется быстро и со значительным изменением объема смеси. При заданной чувствительности прибора 0,02 % CaO (0,2 г CaO на 1 л сока) нейтрализация такого количества извести приводит к поглощению 0,157 г CO_2 и сокращению объема газа на 0,1 л на каждый литр сока. Следовательно, при параллельном движении щелочного сока со скоростью 1 л/с и газа, содержащего диоксид углерода, изменение содержания CaO в соке на каждые 0,02 % вызывает сокращение объема газа на 0,1 л/с.

Реализация способа базируется на использовании водоструйного насоса, где рабочей жидкостью является щелочной сок, а всасываемым реагентом — сатурационный газ. Обычно водоструйные насосы всасывают 1 л воздуха на 1 л протекающей жидкости (механическое действие). Дополнительно за счет поглощения CO_2 раствором (химическое действие) скорость перемещения газа возрастает на 10 % на каждые 0,2 г извести, нейтрализованной в 1 л протекающего сока.

В приборе А. Д. Маликова (рис. 2.20) водоструйный насос 2 располагают на 2 м ниже контрольного ящика 1 с целью обеспе-

чить расход сока 30 л/мин при скорости 6,18 м/с. Вывод сока из водоструйного насоса осуществляют по желобу 5 с гидрозатвором. Сатурационный газ из заводской коммуникации подводят к насосу через диафрагму 3, перепад давления на которой измеряют водяным дифманометром (реометром) 4, отградуированным в процентах СаО. Градуировку манометра осуществляют непосредственно на работающем технологическом оборудовании. Способ А. Д. Маликова пока не нашел практического применения, однако является довольно оригинальным и интересным решением проблемы автоматического измерения щелочности в процессе дефекосатурации.

Использование электрической проводимости для контроля сатурации характеризуется большей точностью по сравнению с ручным управлением и низкими затратами на внедрение. Проводимость сатурационного сока определяется проводимостью несахаров сока и является суммой проводимостей отдельных несахаров, в том числе золы, ионов кальция, гидрата и буферных субстанций, среди которых преобладают минеральные вещества. По сравнению с обычными измерениями проводимости принцип кондуктометрического титрования сатурационного сока характеризуется резким уменьшением электрической проводимости в процессе сатурации.

Между электрической проводимостью, рН и содержанием солей кальция в сатурационных соках на I сатурации существует прямая зависимость, которая нарушается в области рН II сатурации. В этой области проводимость и содержание солей кальция достигают минимального значения при определенной величине рН сока и его щелочности, однако при дальнейшей сатурации проводимость возрастает, хотя содержание солей кальция увеличивается незначительно. Такое положение объясняется выделением ионов Ca^{2+} за счет кальция, связанного ионогенно с органическими кислотами, образованием бикарбонатов кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и щелочных металлов.

На электрическую проводимость сильно влияют состав несахаров диффузионного сока, концентрация сухих веществ в нем и температура раствора. В частности, при содержании 0,061—0,106 % СаО изменение температуры на $\pm 1^\circ\text{C}$ вызывает пропорциональное изменение проводимости в среднем на $\pm 0,002\%$

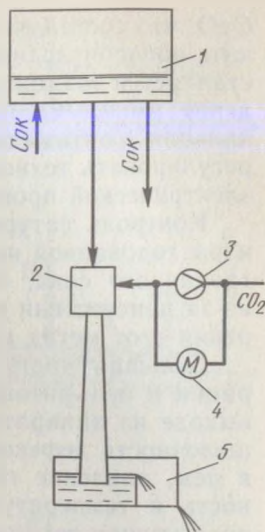


Рис. 2.20. Прибор А. Д. Маликова:

1 — контрольный ящик; 2 — водоструйный насос; 3 — диафрагма; 4 — дифманометр; 5 — желоб

CaO, что составляет в среднем 2,7 % щелочности. Поэтому получить воспроизводимые результаты в процессе сатурации не представляется возможным, однако в пределах pH II сатурации совпадение минимума проводимости и минимума содержания солей кальция (оптимальная щелочность) постоянно, что позволяет регулировать технологический процесс II сатурации по величине электрической проводимости.

Контроль сатурации по щелочности, т. е. по массе кислоты, израсходованной на нейтрализацию определенной массы отфильтрованного сока, наиболее правилен и распространен. Однако из-за присутствия в соке осадка и большого запаздывания измерения этот метод не нашел применения на заводах.

Большая часть устройств для управления процессом сатурации и сульфитации основывается на определении pH сока на выходе из аппарата. На pH сока I сатурации влияют расход и щелочность defeкованного сока, расход газа и содержание CO₂ в нем, давление газа в коллекторе, температура сока. Щелочность и температура defeкованного сока стабилизируются на предыдущем технологическом оборудовании: соответственно в defeкаторе и подогревателе, а давление газа — в коллекторе. В схеме управления I сатурацией (рис. 2.21) используются сигналы по расходу сока V_c , расходу газа V_r , содержанию CO₂ в нем и pH сатурационного сока с воздействием на регулирующий орган подачи газа в сатуратор.

Наибольшее распространение получила схема управления по отклонению величины pH сатурационного сока (рис. 2.21, а). При таком решении все изменения реагента учитывают по конечной величине — pH сока, что приводит к большим запаздываниям и колебаниям ее значения. Хорошее качество поддержания процесса с точностью до $\pm 0,1$ pH достигается путем правильного выбора закона регулирования для регулятора P и тщательной наладки средств автоматизации с учетом особенностей процесса I сатурации.

В тех случаях, когда уровень сока в аппарате II сатурации ниже уровня сока в аппарате I сатурации на 400—700 мм, а в качестве газовой машины использованы компрессоры и имеется некоторый избыток сатурационного газа, стабилизацию pH производят путем воздействия сигнала регулятора P на регулирующий орган сброса газа в атмосферу. При этом качество регулирования на II сатурации несколько ухудшается. Устранить это можно за счет применения отдельного для II сатурации газового коллектора со стабилизированным давлением.

Лучшие результаты получены при учете возмущений со стороны расхода сока V_c и газа V_r в схеме сок — сатурационный газ (рис. 2.21, б) с коррекцией этого соотношения по величине pH. Однако при этом возникает трудность в измерении объемного

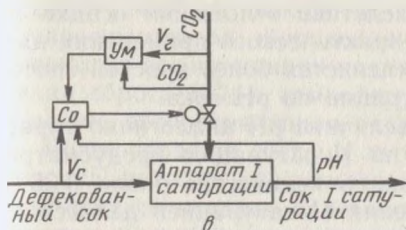
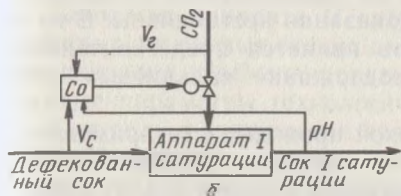
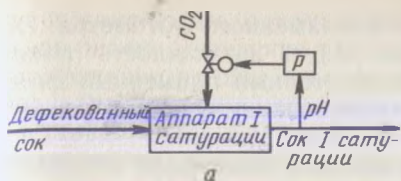


Рис. 2.21. Блок-схемы управления I сатурацией (а, б, в — варианты)

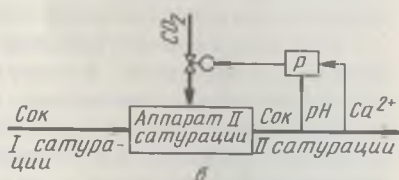
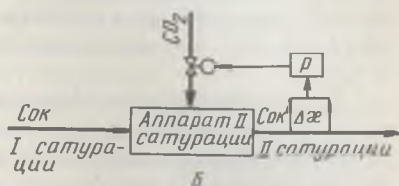
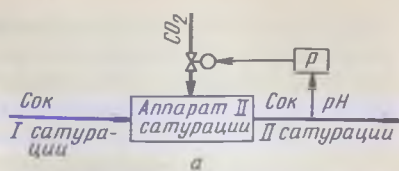


Рис. 2.22. Блок-схемы управления II сатурацией (а, б, в — варианты)

расхода сатурационного газа с помощью камерных диафрагм из-за необходимости установки сужающих устройств в соответствии с требованиями метрологии, а также вследствие сильной загрязненности сатурационного газа.

Схема сок — количество CO_2 (рис. 2.21, в) с коррекцией по pH учитывает, кроме объемного расхода газа V_g , содержание CO_2 в нем путем умножения этих сигналов на блоке Ум. Содержание CO_2 в газе определяют с помощью газоанализаторов, которые имеют запаздывание в измерении порядка 3—4 мин. Следовательно, к техническим недостаткам предыдущей схемы прибавляется инерционность газоанализатора, что затрудняет внедрение этой схемы.

Как и на I сатурации, в аппарате II сатурации поддержание заданного качества сока осуществляется изменением расхода сатурационного газа (около 1,2 % к массе свеклы), подаваемого в аппарат. Для поддержания оптимальной щелочности на II сатурации целесообразно измерять прямые параметры процесса — количество кальциевых солей в соке, либо косвенные параметры — электрическую проводимость, щелочность, pH и рОН сока.

Измерение количества солей кальция для регулирования II

сатурации производилось с помощью пламенного фотометра. Исследования подтвердили принципиальную возможность такого измерения ионов Ca^{2+} . Однако лабораторный пламенный фотометр оказался непригодным для использования в производственных условиях.

PDF Compressor Free Version

Применение специального кальциевого электрода ЭМ-Са-01 для измерения ионов Ca^{2+} также не удовлетворяет предъявляемым требованиям, поскольку его показания нестабильны. В то же время электрическая проводимость является представительным показателем, характеризующим содержание кальциевых солей в соке.

В качестве датчика электрической проводимости применяется дифференциальный кондуктометр конструкции ВНИИСПа, в котором в качестве электродов использован электрографит. Эксплуатация датчика затрудняется вследствие отложения осадка на поверхности электродов, поэтому практического применения датчик не нашел. Сейчас широко применяется более простой способ автоматического контроля II сатурации по рН сока.

Управление II сатурацией по величине рН аналогично управлению I сатурацией. К тому же на II сатурацию предусматривается подача известкового молока в количестве около 0,35 % к массе свеклы. Системы управления II сатурацией делятся на системы стабилизации рН сока и системы оптимизации по минимуму солей кальция.

Простейшая и самая распространенная схема управления II сатурацией (рис. 2.22, а) предусматривает стабилизацию величины рН путем изменения подачи газа в аппарат с помощью регулирующего органа, что обеспечивает достаточную точность за счет правильного выбора закона регулирования для регулятора P и узкопредельного рН-метра при тщательной наладке системы. Такая схема не учитывает подачу известки в аппарат, что значительно ухудшает качество регулирования. Поэтому она дополняется регулированием соотношения сок II сатурации — известковое молоко. В схеме НПО «Пищепромавтоматика» управление II сатурацией осуществляется путем стабилизации расхода сатурационного газа, измеряемого диафрагмой, с коррекцией расхода газа по рН сока на выходе из аппарата.

Системы оптимизации II сатурации включают схему управления процессом по электрической проводимости и содержанию солей кальция. Дифференциальная система экстремального регулирования (рис. 2.22, б) предусматривает измерение проводимости с помощью дифференциального датчика $\Delta\kappa$, а затем поиск экстремума по ее минимуму с помощью регулятора P . При таком управлении содержание солей кальция в соке снизилось на 40 %, а цветность — на 7,5 % по сравнению с типовой схемой стабилизации рН в котле.

Другая схема оптимального управления (рис. 2.22, в) предусматривает измерение рН сока на выходе из сатуратора и регулирование подачи газа по этой величине с помощью регулятора Р. Одновременно периодически измеряется количество известковых солей Ca^{2+} в соке с помощью пламенного фотометра, выходной сигнал которого корректирует работу регулятора.

Следует иметь в виду, что если колебание температуры сока на выходе из аппарата II сатурации превышает $\pm 3^\circ\text{C}$, целесообразно в описанных схемах датчики рН заменить на датчики рОН, что позволит стабилизировать не только этот, но и другие режимные параметры технологического процесса.

Контроль и управление сульфитацией осуществляют по величине рН продуктов путем изменения расхода диоксида серы, подаваемого в аппарат. Измерение рН сульфитируемой жидкости осуществляют на выходе из аппарата, а регулирующий орган в зависимости от оборудования станции сульфитации устанавливают на коммуникации подачи SO_2 в сульфитатор, на коммуникации сброса SO_2 в атмосферу перед сульфитатором, на оборудовании, обеспечивающем разрежение в сульфитаторе.

Более сложная система автоматизации всего комплекса станции сульфитации предусматривает получение сульфитационного газа с максимальным содержанием SO_2 , измеряемым газоанализатором. Сигнал с анализатора поступает на шаговый экстремальный регулятор, который поддерживает содержание SO_2 в газе на максимальном уровне регулированием оптимального количества кислорода для горения серы. Производительность печи регулируют по величине рН изменением количества серы, подаваемой на сжигание. Такая система позволяет предотвратить окисление сульфитируемого сока кислородом и интенсифицировать процесс абсорбции.

Описанные выше блок-схемы управления дефекосатурацией и сульфитацией комплектуются в основном средствами автоматизации общепромышленного назначения и специального изготовления.

На сахарных заводах используют разные автоматизированные системы управления дефекосатурацией и сульфитацией, разработанные ВНИИСПом, Гипросахпромом, Югзапгипросахпромом, НПО «Пищепромавтоматика» и заводом «Сахавтомат», а также системы, поставляемые комплектно из-за рубежа. Анализ используемых систем показывает, что все они принципиально мало различаются и состоят из идентичных узлов, синтезированных на базе разных по конструкции средств автоматизации.

Как отечественные, так и зарубежные системы дозирования известкового молока на дефекацию не предусматривают коррекцию его расхода с учетом плотности известкового молока, поскольку предполагают стабилизацию ее в известковом отделении,

а поэтому осуществляют объемное дозирование компонентов на дефекацию.

Управление работой преддефекатора осуществляют в зависимости от технологической схемы. На сатурации стабилизируют рН сока на выходе из аппаратов.

Стабилизацию давления сатурационного газа в коллекторе осуществляют в пределах станции дефеко-сатурации или в схеме автоматизации известкового отделения.

Работу сульфитаторов повсеместно регулируют по величине рН продукта путем изменения расхода газа SO_2 . В связи с агрессивностью серной кислоты, образующейся при взаимодействии SO_2 с водой, на этой коммуникации необходимо устанавливать регулирующий орган из некорродирующих материалов.

Вращающиеся печи, повсеместно используемые в промышленности для получения газообразного SO_2 , плохо поддаются автоматизации и являются источником повышенной загазованности помещений вредным газом. Только разработка более прогрессивного оборудования для получения газообразного SO_2 или применение жидкого диоксида серы позволяет полностью решить вопрос автоматизации сульфитации.

Опыт использования жидкого SO_2 накоплен Тимашевским сахарным заводом. Институт «Гипросахпром» разработал для завода производительностью 6000 т свеклы в сутки отдельную станцию сульфитации, где используются струйные сульфитаторы, а технологический процесс осуществляется с помощью диоксида серы, который хранится в жидком виде в специальном складе вне главного корпуса.

Наиболее характерной САУ дефеко-сатурацией является система завода «Сахавтомат», применяемая на большинстве сахарных заводов Украины.

Система автоматического управления процессом дефеко-сатурации завода «Сахавтомат» (рис. 2.23) предназначена для автоматического контроля и стабилизации заданных значений основных технологических параметров процесса дефеко-сатурации и регулирования сокового потока на этом участке. По мере накопления опыта эксплуатации, изменения технологической схемы и с учетом номенклатуры средств автоматизации система постоянно совершенствуется заводом-изготовителем.

Основой системы служат контуры управления подачей извести и поддержания рН сока при автоматической стабилизации потоков в пределах станции.

Регулятор соотношения I_2 по расходу диффузионного сока через запорный орган I_3 изменяет общий расход известкового молока в аппарат холодной ступени дефекации 3 и прогрессивный горизонтальный преддефекатор 2. Ведущий параметр регулятора (расход сока) измеряется электромагнитным расходомером $2a$, $2б$, а ведомый (расход известкового молока) — дозатором $1a$. В последнем предусмотрено также измерение расхода

известии. Расходы известкового молока и известии контролируются соответственно приборами *1б* и *1в*. Вторичный прибор *1д* используется для изменения и контроля величины соотношения между указанными расходами, а байпасная панель *1е* — для дистанционного управления затвором *1з*. Блок *1ж* сигнализирует о недостаточном количестве известкового молока на дефекационной сатурации.

Часть общего количества известкового молока отбирают в преддефекатор по рН сока в последней секции с помощью контура, состоящего из преобразователя *11б* в комплекте с чувствительным элементом *11а*, электропневмопреобразователя *11в*, регулятора *11г* со станцией управления *11д* и распределителя *11е*. Для сглаживания сигнала между электропневмопреобразователем и регулятором установлен блок демпфирования БПФ-43 (на рисунке не показан), выходной сигнал которого поступает для регистрации на вторичный прибор *10г*. Последний одновременно используется для регистрации рН сока в III секции преддефекатора, измеряемого аналогичным комплектом приборов *10а* — *10в*.

Управление расходом известкового молока в дефекатор *11* перед II сатурацией осуществляется специальным клапаном *8г*, установленным непосредственно на мешалке *6*, при помощи регулятора *8б* по расходу сока, поступающего в аппарат. Последний измеряют электромагнитным расходомером *9а*, *9б*.

В этом контуре дозирования расход известкового молока не измеряется, а фиксируется положением регулирующего органа, который однозначно определяет расходную характеристику последнего при постоянном уровне известкового молока в мешалке. Соотношение между регулируемыми расходами сока и известкового молока устанавливают задатчиком прибора *8а*, а панель *8в* служит для дистанционного управления клапаном *8г*.

Подачу известии в аппарат 5 горячей ступени дефекации при необходимости осуществляют по расходу сока, поступающего в аппарат, при помощи контура *6з*, *6к*, *7а* — *7г*, аналогичного контуру дозирования известии в дефекатор перед II сатурацией.

Расход сока рециркуляции изменяют путем регулирования соотношения диффузионный сок — сок рециркуляции с помощью регулятора соотношения *2г*, на вход которого поступают сигналы, пропорциональные расходу диффузионного сока и сока рециркуляции от соответствующих электромагнитных расходомеров *2а*, *2б*, *3а*, *3б*. Выходной сигнал регулятора через реле переключения *2д* и байпасную панель дистанционного управления *2е* воздействует на регулирующий клапан *2л*, установленный на трубопроводе подачи сока в преддефекатор *2*. Вторичный прибор *2ж* предназначен для изменения и контроля величины соотношения между указанными расходами. При переполнении преддефекатора или аппарата холодной ступени дефекации реле *2д* прекращает подачу сока рециркуляции в преддефекатор.

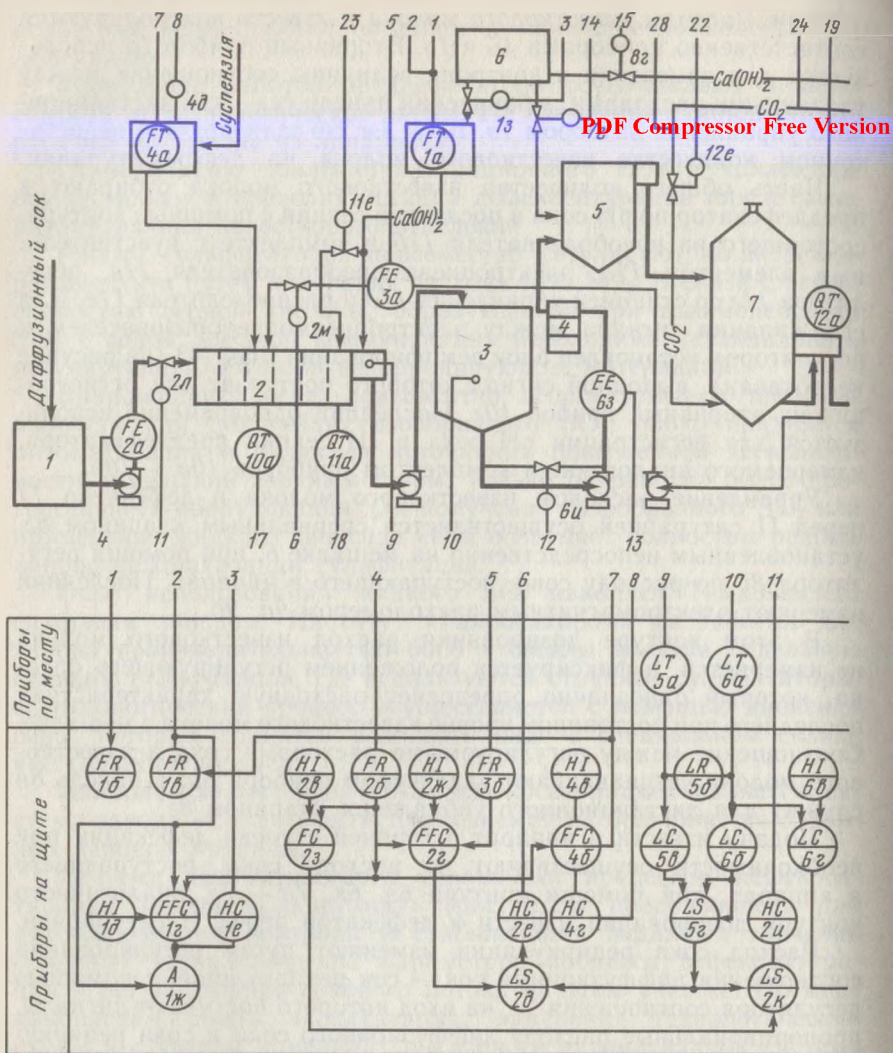
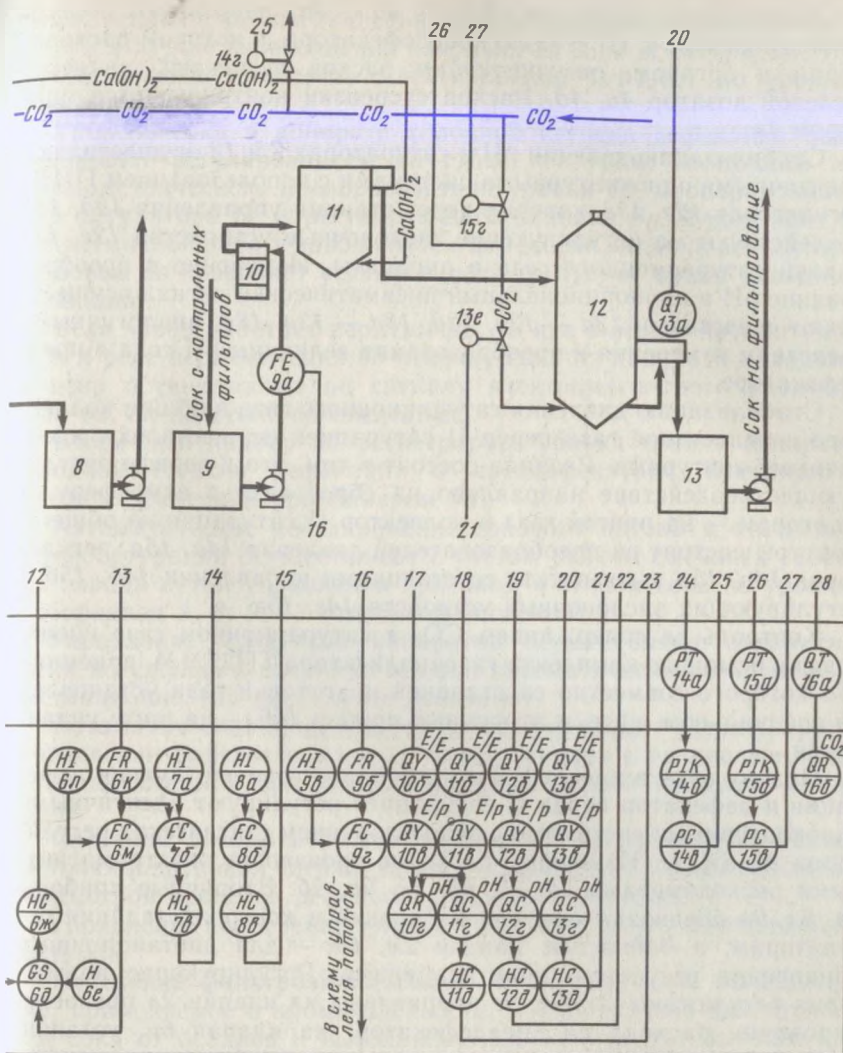


Рис. 2.23. Система управления процессом дефекосатурации завода «Сахавтомат»:

1, 8, 9, 13 — сборники сока; 2 — преддефектатор; 3 — холодный дефектатор; 4, 10 — сатураторы; 1a, 4a — щелочные дозаторы ПРУ-3; 1b, 1в — вторичные приборы ПК; вторичные приборы ППВ1.5; 1e, 2e, 2и, 4г, 6ж, 7в, 8в — байпасная панель БПДУ-А; 6к, 9а, 9б — электромагнитные расходомеры БРИМ; 2д, 2к, 3г, 6д — реле переключения 5а, 6а — пневмометрические уровнемеры ПДТ-34А; 5в, 6б — регуляторы ПР1.5; 6е — ДПг-4м; 10б—13б — преобразователи П201.2; 10в—13в — электропневмопреобразователи; 11е — распределитель известкового молока ПРУ-2; 12г, 13г — регуляторы ПР3.35; 12е, 13е — регуляторы ПР3.35; 14а, 15а — преобразователи



подогреватели; 5, 11 — горячие дефекаторы; 6 — мешалка известкового молока; 7, 12 — 1г, 2г, 4б — регуляторы соотношения ПРЗ.34; 1д, 2в, 2ж, 4в, 6в, 6л, 7а, 8а, 9а — 1ж — блок сигнализации ПБФ-35; 1з — запорный орган (затвор); 2а, 2б, 3а, 3б, 6з, ПП2.5; 2з, 6ж, 6г, 7б, 8б, 9г, 14а, 15а — регуляторы ПР2.8; 2л, 2м, 6и — клапаны 25ч30нж; пневмотумблер П1.Т; 7г, 8г — клапаны ПРУ-1; 10а — 13а — чувствительные элементы ватли ЭПП; 11г — регулятор ПРЗ.31; 11д — 13д, 14б, 15б — станции управления СУР; 13е — регулирующие заслонки ПРУ-9; 14г, 15г — запорно-регулирующие заслонки зователи давления ПДТ-40; 16а—16б — газоанализаторы ТП2221М

Аналогичным контуром (2а, 2б, 4а — 4д) регулируют поступление суспензии в III секцию преддефекатора, в котором расходомером и органом, регулирующим расход суспензии, является шелевой дозатор 4а, 4д. Расход суспензии контролируется прибором 1в.

PDF Compressor Free Version

Стабилизацию величин рН в сатураторах 7 и 12 осуществляют идентичными одноконтурными системами с использованием ПИД-регуляторов 12г, 13г, которые через станции управления 12д, 13д воздействуют на регулирующие заслоночные устройства 12е, 13е подачи сатурационного газа в аппараты. Измерение и преобразование рН в пропорциональный пневматический сигнал осуществляют средствами 12а — 12в, 12д, 13а — 13в, 13д, аналогичными средствам измерения и преобразования величины рН сока в преддефекаторе.

Стабилизацию давления сатурационного газа в общем коллекторе и коллекторе газа перед II сатурацией осуществляют идентичными контурами. Разница состоит в том, что в первом регулирующее воздействие направлено на сброс газа в атмосферу, а во втором — на приток газа в коллектор II сатурации из общего. Контурь состоят из преобразователей давления 14а, 15а, регуляторов 14в, 15в в комплекте со станциями управления 14б, 15б и регулирующих заслоночных устройств 14г, 15г.

Контроль за содержанием СО₂ в сатурационном газе производят с помощью комплекта газоанализатора ТП2221М, приемник 16а которого совместно со станцией подготовки газа установлен на специальном щите, а вторичный прибор 16б — на щите управления.

Подачу сока в преддефекатор, аппарат горячей ступени дефекации и дефекатор перед II сатурацией регулируют идентичными одноконтурными системами с использованием статических регуляторов 2з, 6м, 9г. Измерение расходов производят электромагнитными расходомерами 2а, 2б, 6з, 6к, 9а, 9б. Вторичные приборы 2в, 6л, 9в предназначены для изменения и контроля задания регуляторам, а байпасные панели 2м, 6ж — для дистанционного управления регулируемыми клапанами. Регулирующие воздействия регуляторов 2з, 6м, 9г направлены на клапан 2л при регулировании расхода на преддефекатор; на клапан 6и, установленный на трубопроводе рециркуляции, чем обеспечивается работа насоса большой производительности в разгруженном режиме при регулировании расхода сока в аппарат горячей ступени дефекации; на клапан перед подогревателем 10 при регулировании расхода сока в дефекатор перед II сатурацией.

Особенностями данной системы стабилизации потока являются автоматическая блокировка прекращения поступления сока в преддефекатор при максимальном уровне сока в нем или в аппарате холодной ступени дефекации, выполненная с помощью позиционных регуляторов 5в, 6б и реле переключения

2к, 5г; ограничение поступления сока в дефекатор перед II сатурацией в случае переполнения сборника 13 сока II сатурации, что осуществляется прибором селектирования ПФ4/5.1 по уровню в последнем.

Уровень сока в аппарате холодной ступени дефекации поддерживают регулированием на стоке контуром, состоящим из пневмометрического преобразователя уровня 6а, пропорционального регулятора 6г и регулирующего клапана 6п. Такой контур при ритмичной работе завода путем изменения задания регулятору прибором 6в позволяет устанавливать требуемое время холодной дефекации.

Если завод работает неритмично, то при помощи пневмотумблера и реле переключения 6д откачку сока из аппарата холодной ступени осуществляют по сигналу электромагнитного расходамера 6з, 6к на стоке из последнего.

Вторичный прибор 5б регистрирует уровни сока в аппарате холодной ступени дефекации и преддефекаторе, измеряемые пневмометрическим уровнемером 5а.

Автоматическое регулирование сокового потока в отделении дефекоосатурации осуществляют с учетом работы смежных участков завода путем управления притоком и стоком сока по уровню в сборниках 1, 8, 9, 13 отдельной системой.

Управление продувкой аппаратов осуществляют автоматически по уровню в сборнике осадка, автоматически по времени и дистанционно (на рисунке не показано).

Автоматическая продувка аппаратов уменьшает затраты труда в отделении дефекоосатурации и потери сахара с разливами сока, наблюдающимися при несвоевременной ручной продувке аппаратов.

Системой автоматического управления предусмотрена также световая и звуковая сигнализация отклонения от нормы основных параметров процесса дефекоосатурационной очистки.

Управление подогревателями 4, 10 осуществляется автономной системой.

Отделение фильтрации соков. Фильтрационное оборудование, применяемое в промышленности, предназначено для отделения сока от осадков и выслаживания последнего. Высокое качество фильтрованного сока и нормированные потери сахара в осадке достигаются при соблюдении следующего технологического регламента.

Сгущение сока I сатурации на фильтрах ФиЛС

Разность давлений фильтрации, кПа (кг/см ²)	70 (0,7)
Плотность сгущенной суспензии, кг/м ³	1200
Продолжительность полуцикла фильтрации, мин	15
Продолжительность частичного и полного опорожнения, мин	Около 1
Температура сока, °С	80—85

Отстаивание сока I сатурации в отстойниках

Плотность сгущенной суспензии, кг/м ³	Не менее 1150
Средняя скорость осаждения сока, определенная отстаиванием в цилиндре, см/мин	Не менее 2,5
Температура сока, °C	85—90

PDF Compressor Free Version

Фильтрация сока I сатурации на дисковых фильтрах

Разность давлений фильтрования, кПа (кг/см ²)	Не более 150 (1,5)
Продолжительность фильтрования, ч	4—5
Продолжительность вспомогательных операций, ч	Не более 1
Температура сока, °C	85
Потери сахара в осадке, % к массе свеклы	0,11

Фильтрация сгущенной суспензии сока I сатурации на вакуум-фильтрах

Давление, кПа (кг/см ²)	— 50 (— 0,5)
Рабочая частота вращения барабана, мин ⁻¹	0,15
Давление при отдувке, кПа (кг/см ²)	50—100 (0,5—1)
Плотность суспензии, кг/м ³	1150—1200
Толщина слоя удаляемого осадка, мм	10
Потери сахара в осадке, % к массе свеклы	0,1
Температура воды для промывки осадка, °C	90
Температура суспензии, °C	80
Температура барометрической воды, °C	35—40
Давление в вакуум-сборнике, кПа (мм рт. ст.)	— 46 ÷ 52 (— 350 ÷ 400)

Фильтрация сока II сатурации

	Дисковые фильтры	Патронные ПФП
Разность давлений фильтрования, кПа (кг/см ²), не более	150 (1,5)	70 (0,7)
Продолжительность фильтрования, ч	8	0,33
Продолжительность вспомогательных операций, ч	0,5	0,05
Температура продукта, °C	90	90

Контроль и управление любым фильтрационным оборудованием заключается в определении прозрачности фильтрата и количества сахара в осадке. Приборы для контроля фильтрата сатурационных соков промышленностью не выпускаются.

Количество сахара в осадке до настоящего времени не определялось, но благодаря выпуску автоматических поляриметров такая возможность появилась. Однако для решения этой задачи требуется тщательная и сложная подготовка осадка к измерению.

Таким образом, измерение основных прямых параметров процесса не производится, и управление осуществляется по косвенным показателям, к которым при контроле процесса фильтрования сока относятся количество осадка на фильтровальном элементе, количество фильтрованного сока, содержание извести в нефилтрованном соке и фильтрате, продолжительность фильтрования.

При контроле высолаживания косвенными показателями являются количество воды, идущей на высолаживание, электри-

ческая проводимость промоя, наличие сухих веществ в промое, время высулаживания.

Определение толщины осадка на фильтровальных элементах по количеству фильтрата использовалось при автоматическом управлении дисковыми фильтрами в схеме завода «Сахавтомат», а качество промоя контролировалось по расходу промоя или электрической проводимости.

Контроль высулаживания повсеместно осуществляют по концентрации сухих веществ в промое, определяемой с помощью лабораторного рефрактометра на рабочем месте оператора. Промышленные автоматические рефрактометры из-за агрессивности сред и отложения осадка распространения в сахарной промышленности не получили. В результате из всех косвенных методов управления процессом фильтрования и высулаживания получил признание только временной метод. По временной программе осуществляют управление всеми фильтрационными станциями, состоящими из параллельно работающих аппаратов (фильтры ФилС, ФЦВО, дисковые).

В отделениях фильтрования, где для высулаживания используют вакуум-фильтры, важным параметром является плотность суспензии, подаваемой в аппарат из фильтров-сгустителей, которая определяет производительность фильтра. Измерение плотности в среде, содержащей значительное количество твердых частиц, в диапазоне $1150\text{--}1210\text{ кг/м}^3$ представляет трудность и с помощью гидропневмометрических плотномеров практически не осуществляется. Для решения этой проблемы предложено также устройство, которое прошло предварительные заводские испытания. Принцип работы устройства для стабилизации плотности суспензии основан на гидростатическом измерении плотности пневмометрическим способом с узкопредельным управлением на любом участке измерения. Для этого выходной сигнал дифманометра, пропорциональный текущему значению плотности, подается в сумматор, где сравнивается с сигналом — заданием нижней границы измерения, выходной сигнал которого поступает на регулятор отвода суспензии.

Таким образом, при отсутствии датчиков параметров при фильтровании соков и сиропов необходимо автоматизировать оборудование по временной программе. В этом случае требуются командные программные приборы и исполнительные устройства. Последние играют немаловажную роль при автоматизации станции фильтрования, так как при этом требуется значительное число запорных органов диаметром от 100 до 300 мм включительно. ПО «Укрсахреммаш» освоило ряд запорных заслонок с поршневым пневмоприводом, что ускорило автоматизацию фильтрационного оборудования.

Особенностью фильтрационного оборудования сахарного за-

вода является деление его по характеру работы на циклическое (ФиЛС, ФПАКМ, ФЦВО, ДФ) и непрерывно действующее (вакуум-фильтры, дисковые грязесгустители). Поэтому системы автоматизации оборудования каждого характера имеют много общего и в схемных решениях и в применяемых средствах автоматизации.

Эффективность автоматизации дисковых фильтров может быть достигнута только за счет выделения и управления одним из основных циклов работы фильтра — обессахариванием осадка. Косвенным параметром качества ведения процесса обессахаривания осадка является плотность промоя, которую можно измерять буйковым преобразователем плотности по типу ПДТ-28А завода «Сахавтомат» с объемом вытесненной жидкости 4000—4500 см³. Управление только одним основным циклом, а не всеми позволит также минимизировать число пневматических исполнительных механизмов, которые рекомендуется непосредственно сочленять со штоками ручных вентилях.

Для управления батареями периодически действующих фильтров на сахарных заводах нашли применение разнообразные программно-временные системы, построенные на базе электромагнитных контактных реле, но имеющие недостаточную надежность в работе.

Система управления завода «Сахавтомат» ПФЭ с применением логических элементов микроэлектроники выпускается унифицированной для большинства периодически действующих фильтров (ФиЛС и патронные фильтры, в том числе ФПП) и обеспечивает автоматическое управление процессом фильтрования сока и сиропа. Она включает контуры управления батареями фильтров, индикации технологических параметров, производственной, технологической и диагностической сигнализаций.

Особенность САУ заключается в управлении фильтром по количеству фильтрата и времени, если качество нефильтрованного сока неудовлетворительно.

При таком управлении пневматический сигнал расходомера фильтрата предварительно преобразуется в стандартный токовый, а затем в частотный сигнал (0—200 Гц). Причем расходу 0,1 м³ фильтрата соответствует один импульс на выходе схемы пересчета. Временная программа обеспечивается генератором импульсов с периодичностью 0,1 мин. Импульсы по расходу и времени фиксируются цифровыми индикаторами и поступают на реле счета импульсов. При достижении в счетчике реле счета числа импульсов, равного заданному, с помощью датчиков схема срабатывает и выдает сигнал на регенерацию фильтра. Операция производится по очереди с каждым фильтром, если он не находится в режиме дистанционного управления.

Контур индикации предусматривает контроль параметров каждого фильтра раз в 24 с. В промежутке между измерениями

параметры фиксируются памятью системы. Основными элементами контура служат преобразователи пневматического сигнала в токовый и последнего в частотный. Компактный щит САУ оснащен мнемонической схемой.

Выпарная установка. Качество работы средств автоматизации выпарной установки во многом определяется правильностью выбора структурной схемы ее автоматизации, обеспечивающей ведение процесса гущения сока при следующем тепловом режиме:

	Четырехкорпусная с концентратором	Пятикорпусная
Давление греющего пара в I корпусе, кПа (кг/см ²)	192—248 (1,92—2,48)	228 (2,28)
Температура греющего пара, °C	132—138	136
Температура кипения сока в I корпусе, °C	126	129
Давление вторичного пара I корпуса, кПа (кг/см ²)	132 (1,32)	155 (1,55)
Давление в соковом пространстве концентратора (V корпуса), кПа (кг/см ²)	—75 (—0,75)	—38 (—0,38)
Содержание сухих веществ в выходящем сиропе, %	65±2	65—70

Давление в надсоковом пространстве I корпуса регулируют в основном путем воздействия на регулирующий орган, установленный на трубопроводе подачи ретурного пара в I корпус, или реже непосредственно на редуцирующий клапан редукционно-охладительной установки (РОУ). Во втором случае исключается регулирующий орган перед I корпусом, благодаря чему ликвидируются тепловые потери и потери давления пара в нем, однако качество регулирования при этом ниже, чем в первом случае.

Такое положение объясняется значительной емкостью объекта регулирования вследствие удаления РОУ от выпарной установки и увеличением запаздывания в системе. Кроме того, в этом случае регулируется только часть пара, так как производительность РОУ составляет 15—20 % общей потребности выпарной установки. При более глубоких возмущениях предъявляются повышенные требования к системе управления турбиной и клапану сброса пара.

Разрежение на выпарной установке регулируют по разрежению в концентраторе (V корпусе) путем перепуска вторичного пара в конденсаторную установку. Если выпарная установка оснащена отдельным барометрическим конденсатором, который находится вблизи концентратора (V корпуса), управление осуществляется путем изменения подачи воды в конденсатор по разрежению в нем или по температуре барометрической воды. Все три системы обеспечивают качественное регулирование, но система управления по разрежению предпочтительна, так как вакуумметр — менее инерционный датчик, чем термометр. На сахарных заводах, где выпарная установка оборудована отдельным

конденсатором, разрежение чаще всего поддерживают по температуре воды и получают информацию о состоянии воды, поступающей в подогреватели для диффузии.

Существует много вариантов регулирования уровней по циркуляционным корпусам выпарной установки PDF Compressor Edition и широко распространенным вариантам относятся регулирование уровня на притоке с блокировкой на стоке, регулирование на стоке с блокировкой на притоке. Однако в момент блокировки резко прерывается соковый поток, что приводит к повышению коэффициента неравномерности сокового потока в пределах установки. Указанный недостаток устранен в системах плавного воздействия на сток и приток сока в аппараты. В системе ВНИИСПа и Гипросахпрома (рис. 2.24, а) на вход блока селективного регулирования $Сл$ поступают сигнал уровня H_1 в корпусе 1, инвертируемый на сумматоре $См1$, и сигнал уровня H_2 в корпусе 2. Выходной сигнал блока селективного регулирования и сигнал задатчика $Зд$ подаются на пропорциональный регулятор P , который управляет регулирующим клапаном, установленным на сокопроводе между соответствующими корпусами. При заданных значениях уровня сока в аппаратах 1 и 2 регулирующий клапан, установленный на сокопроводе между ними, находится в равновесном положении, зависящем от настройки регулятора. При низких уровнях сока в соседних корпусах соковый поток регулируют на стоке, а при высоких — на притоке в выпарные аппараты. При максимальном уровне в корпусе 1 и минимальном уровне в корпусе 2 регулирующий клапан открывается, при минимальном уровне сока в корпусе 1 или максимальном уровне в корпусе 2 — закрывается.

Системой регулирования уровня института «Югзаггипросахпром» (рис. 2.24, б) предусматривается воздействие на сток с плавным ограничением притока при повышении уровня в последующем аппарате до зоны ограничения. Поддержание уровней H_1 , H_2 в аппаратах 1, 2 осуществляют регуляторами $P1$ и $P2$, воздействующими на регулирующие органы на стоке из них через селекторы $Сл1$ и $Сл2$. Заданное значение уровней устанавливается задатчиками $Зд1$ и $Зд2$. При входе уровня в верхнюю зону ограничения регуляторы $P3$ и $P4$ формируют сигнал ограничения на приток сока в аппарат. Задатчиками $Зд3$ и $Зд4$ устанавливается зона ограничения уровня. Выбор сигнала управления от регуляторов $P1$ и $P2$ на стоке или регуляторами на притоке $P3$, $P4$ осуществляется блоками селективного регулирования $Сл1$, $Сл2$. Достоинство схемы состоит в оперативном изменении зоны регулирования уровня в аппаратах с помощью задатчиков $Зд1$, $Зд2$ без изменения настройки других элементов схемы.

Аппаратурное оформление этих схем позволяет легко изменять заданное значение уровня по корпусам, что необходимо по мере появления накипи на поверхности греющих камер и при

Рис. 2.24. Блок-схемы поддержания уровней в аппаратах выпарной установки (а, б — варианты)

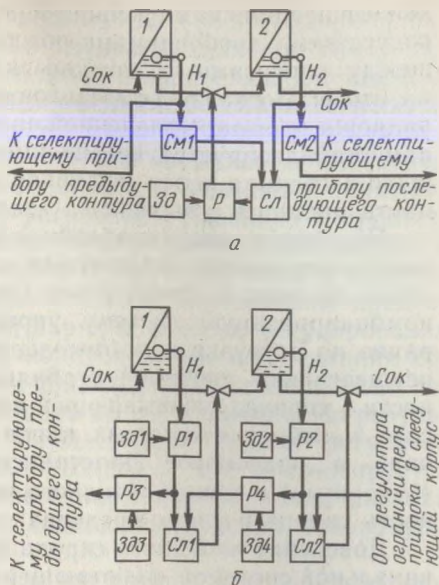
поступлении на выпарную установку сока разной концентрации. Кроме того, вторая схема благодаря своему быстродействию на стоке обеспечивает максимальную производительность выпарной установки.

Представленные системы авторегулирования уровня в циркуляционных выпарных аппаратах являются стабилизирующими. Завод «Сах-автомат» предложил и испытал на практике каскадно-связанную систему поддержания оптимальных уровней в корпусах выпарной установки.

Значение оптимального уровня сока в каждом корпусе, при котором достигается максимальный коэффициент теплопередачи, зависит от плотности и концентрации раствора, а также от тепловой нагрузки аппарата. Поддержание максимального коэффициента теплопередачи приводит к сокращению продолжительности выпаривания и оптимизации скорости движения раствора в аппарате, что предотвращает нарастание цветности сока и уменьшает образование накипи. В свою очередь, коэффициент теплопередачи при прочих постоянных условиях определяет производительность аппарата, величина которой является совокупным параметром качества ведения процесса. Отмеченная выше зависимость между коэффициентом теплопередачи и уровнем сока в аппарате выражается экстремальной кривой, свидетельствующей о том, что максимальная производительность аппарата достигается при переменном уровне раствора в нем.

Система поддержания оптимальных уровней раствора в выпарной установке отличается от системы регулирования на притоке — на стоке наличием корректирующего импульса по производительности аппаратов. Последняя определяется по расходу конденсата из греющих камер, что исключает влияние плотности сока в корпусах на измерение уровня и повышает точность поддержания его.

При автоматизации прямоточно-пленочных выпарных аппаратов (ВАПП) уровни раствора в нижних камерах корпусов не



оказывают влияния на процесс выпаривания, определяются в соответствии с требованиями обеспечения гидравлического затвора между корпусами, а поэтому поддерживаются регулированием на стоке. Поскольку определяющим в работе аппаратов ВАПП является орошение пленочной части, то раPDF Compressor Free Versionсам стабилизируется независимо от количества сока, поступающего в сборник перед выпарной установкой путем рециркуляции части раствора с выхода на вход аппарата.

По каналу регулирования плотности выпарная установка с циркуляционными аппаратами характеризуется запаздыванием около 40 мин, в связи с чем для ее стабилизации используют комбинированную систему управления, сочетающую регулирование по нагрузке и по отклонению. Регулирование по нагрузке осуществляют системой стабилизации тепловой производительности I корпуса, учитывающей возмущения на объект по расходу сока и отбору вторичных паров путем подачи части греющего пара в надсоковое пространство. Включение концентратора (V корпуса) в режим активного корпуса позволяет изменять плотность сиропа в узких пределах.

Доведение плотности сиропа до заданной осуществляют двухканальной системой, работающей по отклонению от задания. Если концентрация сухих веществ ниже 70 %, первый канал системы увеличивает подачу пара в концентратор (V корпус), если выше 70 % — подача пара в концентратор (V корпус) прекращается, и второй канал системы подает сульфитированный сок на разжижение сиропа. Стабилизацию плотности раствора в выпарной установке осуществляют также путем увеличения времени пребывания продукта в аппаратах, что вызывает рост цветности.

ВНИИСП, КТИПП, Югзапгипросоахпром и завод «Сахавтомат» для определения требуемой тепловой производительности I корпуса МВУ разработали и испытали в промышленных условиях аналоговое вычислительное устройство (АВУ), управляющее испарительной способностью I корпуса МВУ. АВУ состоит из трех вычислительных блоков. Первым блоком определяется общее количество воды, которое необходимо выпарить в выпарной установке, вторым — количество воды, фактически выпаренное в последних четырех корпусах выпарной установки, и третьим — количество воды, которое подлежит выпариванию в I корпусе, как разность между результатами вычислений первого и второго блоков.

Контур управления испарительной способностью I корпуса обеспечивает регулирование тепловой производительности аппарата по расходу конденсата путем подачи части пара из сборника перед выпарной установкой в надсоковое пространство аппарата. Такая следящая система на базе АВУ обеспечивает испарение около 98 % воды, подлежащей удалению на МВУ.

Одесским политехническим институтом (ОПИ) разработано и испытано АВУ, особенностью которого является измерение суммарного расхода пара, потребляемого корпусами, для анализа фактической испарительной способности МВУ. Широкое использование такой системы затруднено из-за сложности измерения расхода насыщенного пара при помощи нормальных диафрагм, нарушения метрологических требований к их монтажу и большого объема работ, требующих при установке сужающих устройств.

В связи с тем что основными возмущениями на МВУ являются расход поступающего сока и отбор вторичного пара в вакуум-аппараты I продукта, ВНИИСП и Югзапгипросоахпром предложили эффективный упрощенный вариант системы регулирования тепловой производительности I корпуса путем поддержания соотношения расход сока — расход конденсата. Последний является косвенным показателем расхода пара на выпаривание. По результату сравнения* этих величин осуществляют подачу регурного пара в надсоковое пространство I корпуса, чем компенсируется уменьшение количества вторичного пара при снижении расхода сока и стабилизируется работа теплоиспользующей аппаратуры завода.

Эффективность подачи пара в надсоковое пространство корпусов значительно повышается за счет термокомпрессии вторичного пара II или I корпуса в условиях перевыпаривания сока. Для стабилизации тепловой производительности I корпуса используют термокомпрессоры постоянной производительности, отключающиеся дискретно по давлению пара в сборнике перед выпарной установкой.

При автоматизации тепловой схемы с «голодным» режимом работы дополнительную подачу части вторичного пара предыдущего корпуса в надсоковое пространство последующего корпуса осуществляют по давлению в нем либо по расходу конденсата путем воздействия на регулирующий орган, установленный на паропроводе между корпусами. Это также предусматривается для МВУ с повышенным температурным режимом, в которой регулирование производительности V корпуса по плотности сиропа без указанной подпитки может влиять на работу теплоиспользующей аппаратуры, питающейся его вторичным паром. Подачу аммиачной воды в выпарную установку осуществляют по перепаду давления в греющей и соковой камерах I корпуса либо по уровню сока в I корпусе и сборнике перед выпарной установкой, причем первый способ наиболее предпочтителен.

Однопроходные длиннотрубные аппараты А2-ПВД с подъемным движением парожидкостной смеси, используемые как предвключенные перед первым циркуляционным корпусом МВУ, предназначены для стабилизации плотности раствора, поступающего в последующие корпуса. Поэтому система автоматизации таких ап-

паратов должна обеспечивать постоянство плотности раствора после него при изменяющихся плотности и расходе сока на входе.

Решение задачи достигается регулированием испарительной способности корпуса путем байпасирования пара (часть ретурного пара перепускают мимо корпуса и подается последующие корпусу МВУ) и перераспределения экономайзерной зоны и зоны развитого кипения аппарата. Последнее осуществляют изменением температуры сока в подогревателях перед МВУ.

В обоих случаях целесообразно измерять плотность сока перед аппаратом и с учетом расхода сока осуществлять регулирование. Надежное и качественное измерение плотности раствора после аппарата затруднено из-за переменных избыточного давления и температуры измеряемой среды. Кроме того, регулирование по отклонению при помощи замкнутой системы не всегда своевременно учитывает и устраняет возмущения по расходу и плотности сока, поступающего в МВУ.

Систему автоматического управления выпарной установкой (рис. 2.25), разработанную по результатам исследований ВНИИСПа, КТИППа, Юзгапгипросахпрома и завода «Сахавтомат», применяют на заводах производительностью 6 тыс. т свеклы в сутки. Системой предусматривается регулирование температуры сока и пара перед выпарной установкой и сиропа после нее тремя идентичными контурами, состоящими из термопреобразователей сопротивления *1а, 2а, 3а*, вторичных приборов *1б, 2б, 3б* со встроенными пневматическими пропорционально-интегральными регуляторами, выходной сигнал которых через панели управления *1в, 2в, 3в* воздействует на регулирующие клапаны *1г, 2г, 3г* на трубопроводах подачи пара в подогреватели *2, 11* и воды в сборник пара.

Давление в надсоковом пространстве I корпуса аппарата *5* и разрежение в концентрате *9* стабилизируют путем измерения этих параметров с помощью манометров сильфонных пневматических *4а* и *5а*, выходной сигнал которых подается на вторичные приборы *4б, 5б* и ПИ-регуляторы *4в, 5в*. Последние воздействуют на регулирующие заслонки *4г, 5г* с пневмоприводом, расположенные на трубопроводах подачи и отвода пара в аппараты.

По требованиям теплотехнической части термокомпрессоры *3* включаются на постоянную работу и отключаются только при минимальном расходе сока в выпарную установку после закрытия пара с РОУ, когда давление в сборнике *4* за счет притока острого пара компрессоров не падает.

Термокомпрессоры отключают автоматически по давлению в сборнике пара *4*, измеряемому электроконтактным манометром *бт*, который при давлении выше допустимого отключает при помощи электропневмопреобразователей *бж, бк, бм* один за другим все

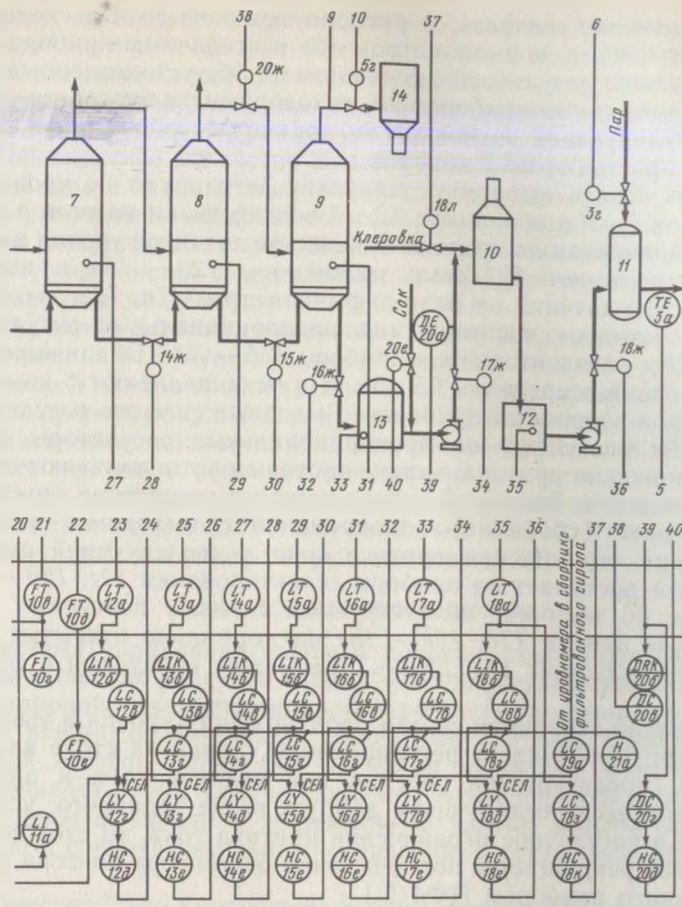
компрессоры. Во избежание гидравлических ударов включение компрессоров выполняют с помощью байпасных панелей *бз, бл, бн* путем плавного регулирования их производительности открытием клапанов *бф, бх, бц*, установленных на коммуникациях острого пара. Контроль выключения компрессоров осуществляют сигнальными табло, включаемыми через сигнализаторы мембранные *бп, бр, бс*. Давление при отключении термокомпрессоров и их производительность определяют после режимных теплотехнических испытаний. Эффективная работа термокомпрессоров достигается при максимальном использовании сжатого пара I корпуса, т. е. отключением компрессоров после закрытия РОУ, что обеспечивается соответствующим заданием.

Контроль давления вторичного пара I корпуса перед термокомпрессорами и сигнализация отклонения его от нормы осуществляются манометром *ба*, вторичным прибором *бб*, позиционными регуляторами *бв, бг* и сигнализаторами мембранными *бд, бе* в комплекте с сигнальной арматурой.

Подачу аммиачной воды в сборник I сока перед выпарной установкой производят по перепаду давления между греющим и вторичным паром I корпуса через нормально закрытый запорный диафрагмовый клапан с пневмоприводом *7д*. Перепад давления измеряют дифманометром *7а*, управление подачей аммиачной воды осуществляют показывающим сигнализирующим прибором *7б*, выполняющим функцию позиционного регулятора совместно с электропневмопреобразователем *7в*, выходной пневматический сигнал которого 0,1 МПа открывает клапан *7д* подачи аммиачной воды через байпасную панель *7г*.

Подачу сока в выпарную установку регулируют при помощи стабилизирующей многосвязанной системы с коррекцией по уровню сока в сборнике и ограничению по максимальному уровню его в I корпусе. Расход сока измеряют электромагнитным расходомером *8а*, выходной сигнал которого после электропневмопреобразователя *8б* поступает на ПИ-регулятор *8в*. Задание последнему формируется системой стабилизации сокового потока, куда входит сборник I сока. Регулятор расхода сока *8в* устанавливают совместно с вторичным самопишущим прибором *8г*, позволяющим дистанционно управлять клапаном *8е*. Выходной сигнал регулятора поступает на клапан через реле переключения *8д*, предназначенное для полного открытия клапана, если в выпарную установку подается аммиачная вода по сигналу от вторичного прибора *7б*.

Стабилизацию тепловой производительности I корпуса осуществляют при помощи системы авторегулирования соотношения, ведущим параметром которой является расход сока в выпарную установку, а ведомым — расход конденсата из корпуса с воздействием на подачу пара из сборника 4 в надсоковое простран-



10 — сульфитатор; 14 — конденсатор; 1а, 2а, 3а — термопреобразователи сопротивления ПП12.2; 1е, 2е, 3е, 8е, 12е, 13ж — 18ж, 18л — клапаны регулирующие 25430нж; 4а, 6а — боры ПВ10.13; 4в, 5в, 8г, 20г, 20е — регуляторы ПР3.31; 4г, 5г, 9в, 20ж — регулирующие 11а — вторичные приборы ППВ1.3; 6в, 6г, 18з — позиционные регуляторы ПР1.3; 6д, 6е, зователи ПР1.ПР5; 6з, 6л, 6м, 7е, 12д, 13е — 18е, 18к, 20д — байпасные панели БПДУ-А; метр ДС-П4; 7б — прибор вторичный ППВ1.1И; 7д, 20е — клапаны 25ч36эм3; 8а — реле переключения ПП2.5; 9б — регулятор ПР3.33; 10а, 10б — расходомеры конденсата УБ-П; 12б—18б — вторичные приборы ПВ3.2; 12в—18в, 13е—18е, 19а — регуляторы П1; 21а — задатчик ПЗД3.4

ство. Сравнение сигналов от расходомера сока *8а* и расходомера конденсата *10а* с дифманометром *10в* и вторичным прибором *10г* осуществляют регулятором соотношения *9б*, установленным совместно с вторичным прибором *9а*, выходной сигнал которого управляет регулирующей заслонкой *9в* подачи сокового пространства I корпуса.

Поток сока в выпарную установку регулируют по уровням в аппаратах *5—9* и сборниках *12, 13* воздействием на сток с плавным ограничением на притоке. В качестве датчиков уровня в аппаратах используют буйковые уровнемеры *12а — 16а* и пневмометрические датчики на базе дифманометров *17а, 18а*, выходные сигналы которых поступают на пропорциональные регуляторы стока *12в — 18в* и вторичные приборы *12б — 18б*. Задание регуляторам уровня в пределах *55—65* кПа устанавливают с помощью задатчиков вторичных приборов. Выходные сигналы регуляторов *12в — 18в* поступают на пропорциональные регуляторы *13г — 18г* ограничения притока, задание которым устанавливают общим задатчиком *21а*. Выходной сигнал каждого регулятора стока сока из аппарата (сборника) одновременно с выходным сигналом регулятора ограничения притока сока в последующий аппарат (сборник) поступает на приборы селектирования *12г, 13д — 18д*. Большие по величине селектируемые сигналы поступают через байпасные панели *12д, 13е — 18е* на нормально открытые регулирующие клапаны *12е, 13ж — 18ж* между корпусами и сборниками.

Каскадно-связанная система поддержания уровня в выпарной установке обеспечивает регулирование уровня на стоке каждого корпуса, предотвращая перелив или недолив сока в аппарат. Если уровень в последующем корпусе выше заданного, установленного в регуляторе ограничения притока сока, то сток сока из аппарата прекращается под действием регулятора притока, селектированного прибором ПФ4/5.1.

Подачу клеровки в сульфитатор *10* прекращают при превышении уровня в сборнике *12* сульфитированного сиропа с помощью позиционного регулятора *18з*, байпасной панели *18к* и регулирующего клапана *18л*.

Плотность сиропа регулируют при помощи плотномера *20а*, установленного на выходе из концентратора *9*, выходной сигнал которого поступает одновременно на два регулятора. Пропорционально-интегральный регулятор *20в*, вторичный прибор *20б* и регулирующее устройство *20ж* осуществляют включение концентратора в режим активного корпуса, если плотность сиропа ниже заданной, выставленной задатчиком вторичного прибора. ПИ-регулятор *20г*, байпасная панель *20д* и регулирующий клапан *20з* обеспечивают разбавление сиропа сульфитированным соком. Системой управления предусматривается также контроль

расхода конденсата из аппарата 6 с помощью дифманометров 10д, расходомеров 10б и вторичного прибора 10е; контроль уровня сока в сборнике 1 вторичным прибором 11а и связь сокового потока установки с последующими станциями завода через регулятор 19а и предыдущими через регулятор 12в.

Конденсатное хозяйство выпарной установки автоматизируют в зависимости от его технологического оборудования. ПО «Укрсахтехэнергоремонт» внедряет на сахарных заводах автоматизированное конденсатное хозяйство с использованием идентичных одноконтурных систем поддержания уровня, работающих на стоке из сборников конденсата.

В качестве датчика уровня такой системы применяют буйковый уровнемер УБ-П, чувствительный элемент которого размещают в выносной камере сборника. Выходной сигнал уровнемера поступает на пропорциональный регулятор ПР2.8. Последний управляет пневматическим клапаном 25ч32нж, обеспечивая поддержание заданного уровня в сборнике регулированием отвода конденсата на выходе из сборника. Дистанционное управление клапаном осуществляется станцией СУР или панелью БПДУ-А. Уровни по сборникам конденсата регистрируют приборами ПК1.1.

УЧАСТОК СОКОВОГО ПОТОКА

Система управления соковым потоком охватывает несколько технологических участков завода — от диффузионного отделения до выпарной установки и характеризуется наличием большого числа взаимосвязей между элементами системы. Она в значительной степени определяет качество процессов очистки сока, обеспечивает существенное снижение коэффициента неравномерности работы завода и эффективную увязку работы сокодобывающего, сокоочистительного отделений, а также выпарной установки.

Известно,* что уменьшение выхода сахара $\Delta B_{сх}$ (в % к массе свеклы) от внутридекадной неравномерности работы завода приближенно определяется из выражения

$$\Delta B_{сх} = 0,005 K_{нр},$$

где $K_{нр}$ — коэффициент неравномерной работы завода, %.

В общем случае коэффициент неравномерной работы

$$K_{нр} = \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a}) 100 / n\bar{a},$$

где a_i — фактическая производительность завода (отделения) за определяемый интервал времени (смена); $\bar{a}$ — среднеинтервальная производительность за анализируемый промежуток времени (декада); n — число интервалов в анализируемый промежуток времени; i — номер интервала времени.

* Труды Пищепромавтоматика, 1972, в. 10, с. 101—107.

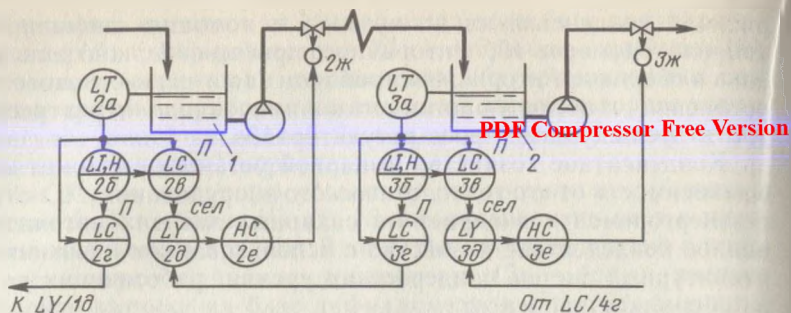


Рис. 2.26. Система управления соковым потоком завода «Сахавтомат» (фрагмент):

1, 2 — сборники; 2а, 3а — пневмометрические датчики уровня на базе дифманометра 13ДД11; 2б, 3б — приборы контроля с задатчиком ППВ1.5; 2в, 2г, 3в, 3г — пропорциональные регулирующие устройства ПР2.8; 2д, 3д — селектирующие приборы ПФ4/5.1; 2е, 3е — панели управления БПДУ-А; 2ж, 3ж — регулирующие клапаны 25ч30нж

В силу исключительной важности задачи обеспечения ритмичной работы завода, при которой $K_{up} \rightarrow 0$, разработке систем управления соковым потоком уделялось много внимания. Анализировался и обобщался отечественный и зарубежный опыт, в частности фирм ВМА (ФРГ) и Fives — Lille — Sail (Франция). В результате системы управления соковым потоком прошли путь эволюции от простейших, в которых осуществлялось пропорциональное регулирование уровня в буферных сборниках или аппаратах воздействием на приток сока с блокировкой стока из сборника (аппарата) при опорожнении либо на сток с блокировкой на притоке при его переполнении, до систем связанного управления. Последние не только защищают от разливов сока и разрывов потока, но и обеспечивают лучшее сглаживание неравномерности потока.

Одной из разновидностей таких систем является сравнительно простая система завода «Сахавтомат» (рис. 2.26), входящая в систему управления процессами дефекосатурации.

Сигнал уровня в буферном сборнике 1, измеренный пневмометрическим датчиком на базе дифманометра 2а, поступает на прибор контроля с задатчиком 2б и на два статических регулятора 2в и 2г, к которым также подведен сигнал задания от прибора контроля. Выходной сигнал регулятора 2в при отсутствии ограничения на участке сборника 2 проходит через селектирующий прибор 2д и панель управления 2е на регулирующий клапан 2ж. Таким образом реализуется П-регулирование уровня в сборнике 1 на стоке.

При увеличении уровня в сборнике 2 выше некоторого среднего значения выходной сигнал статического регулятора 3г получает приоритет перед сигналом регулятора 2в и пропускается селектирующим прибором 2д на регулирующий клапан 2ж. Последний

оказывается включенным в контур П-регулирования уровня в сборнике 2 на притоке, препятствуя его переполнению. Если ограничение потока будет настолько продолжительным, что приведет к увеличению уровня в сборнике 1, выходной сигнал регулятора 2г будет пропущен селективирующим прибором аналогичного предыдущего контура на регулирующий клапан, который ограничит приток в сборник 1.

Благодаря селективному характеру системы регулирующий клапан, управляющий соковым потоком на участке между двумя сборниками, подчиняется регулятору контура того из сборников, в котором наблюдается большее отклонение уровня от номинального значения.

При реализации системы на пневматике выбирают регулирующие органы 2ж, 3ж исполнения «НО»; регуляторы 2г, 3г — неинвертирующие, а 2в, 3в, ... — инвертирующие; приборы 2д, 3д, ... настраивают на селективирование большего сигнала. Данная система отличается от подобных использованием в контуре одного и того же задатчика для двух регуляторов — инвертирующего и неинвертирующего.

Система управления соковым потоком, вошедшая в СА-85

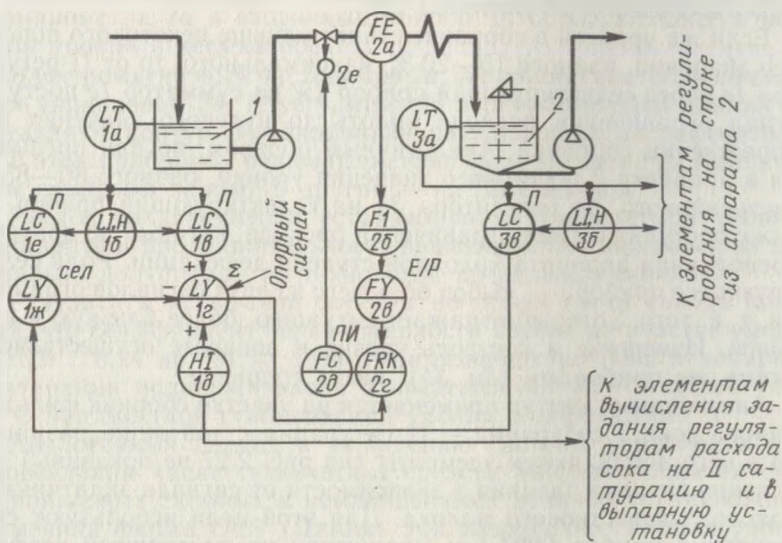


Рис. 2.27. Система управления соковым потоком ВНИИСПа (фрагмент):

1 — сборник диффузионного сока; 2 — аппарат холодной ступени дефекации; 1а, 3а — пневмометрические датчики уровня на базе дифманометра 1ЗДД11; 1б, 1д, 3б — приборы контроля с задатчиком ППВ1.5; 1а, 1е, 3а — пропорциональные регулирующие устройства ПР2.8; 1г — суммирующий прибор ПФ1.1; 1ж — селектирующий прибор ПФ4/5.1; 2а-2в — электромагнитный расходомер ИР-61; 2в — электропневмопреобразователь ЭПП; 2г — прибор контроля ПВ10.13; 2д — ПИ-регулирующее устройство ПР3.31; 2е — регулирующий клапан 25х30нж

в качестве основного варианта системы, предусматривает более сложный алгоритм управления на участках сборник диффузионного сока 1 — холодная дефекация 2 (рис. 2.27) и сборник фильтрованного сока I сатурации — II сатурация.

При номинальных значениях уровня в приборе *Compressor Filter* холодной дефекации расход сока на участке стабилизируется контуром, который образуют: электромагнитный расходомер 2а, 2б, электропневмопреобразователь 2в, прибор контроля со станцией управления 2г, ПИ-регулятор 2д, регулирующий клапан 2е. Задание регулятору в режиме программного управления устанавливается прибором контроля с задатчиком 1д. Сигнал от П-регулятора 1в, поступающий на вход суммирующего прибора 1г, компенсируется опорным сигналом и поэтому не изменяет сигнал задания.

Однако если уровень в сборнике отклоняется от номинального значения, то с помощью контура, включающего пневмометрический датчик уровня на базе дифманометра 1а, прибор контроля с задатчиком 1б, П-регулятор 1в, формируется сигнал коррекции, который, складываясь с сигналом задания от прибора 1д, влияет в небольших пределах на величину расхода сока, поддерживаемого регулятором 2д.

Если же уровень в сборнике станет меньше некоторого порогового значения, равного 15—20 % максимального, то от П-регулятора 1е через селектирующий прибор 1ж на сумматор 1г поступит сигнал ограничения расхода вплоть до нулевого значения при опорожнении сборника. Аналогичным образом, но при превышении в аппарате 2 порогового значения уровня, равного 80—85 % максимального, от регулятора 3в на селектирующий прибор 1ж также поступит сигнал ограничения расхода, который не допустит переполнения аппарата холодной ступени дефекации. Роль селектирующего прибора — выбор большего из двух сигналов ограничения, т. е. того, который отражает ситуацию, более близкую к аварийной. Измерение и контроль уровня в аппарате осуществляется такими же приборами (3а, 3б), как в сборнике.

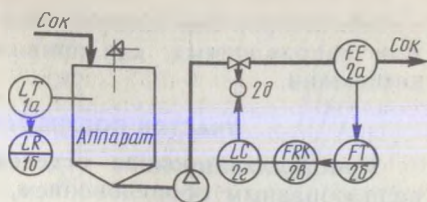
Аналогичный контур применяется на участке сборник фильтрованного сока I сатурации — II сатурация с той лишь разницей, что в него добавляются элементы (на рис. 2.27 не показаны) вычисления сигнала задания в зависимости от сигнала задатчика 1д и расхода известкового молока. Для этой цели используют суммирующий прибор ПФ1.1 и множители на постоянный коэффициент ПФ1.3.9.

На остальных участках используют более простые контуры управления соковым потоком, аналогичные или близкие приведенным на рис. 2.26.

Включение в типовую схему очистки диффузионного сока с комбинированной холодно-горячей дефекацией холодной ступени

Рис. 2.28. Система автоматической стабилизации расхода сока из аппарата холодной ступени дефекации:

1а — датчик уровня на базе дифманометра 1ЗДД11; 1б, 2в — приборы контроля ПВ10.1Э; 2а-2б — электромагнитный расходомер 5РИМ; 2г — регулятор ПР2.8; 2д — регулирующий клапан 25ч30нж



дефекации продолжительностью 20—30 мин (допускается до 60 мин) открывает новые возможности для упрощения системы управления соковым потоком при одновременном повышении ее эффективности. Большая вместимость аппарата холодной ступени дефекации, почти на порядок превышающая вместимость обычного буферного сборника, может быть использована в качестве эффективной буферной емкости, оснащенной системой автоматической стабилизации расхода сока из дефекатора.

Такая система (рис. 2.28) обеспечивает равномерный технологический поток, хотя и приводит к изменению уровня и времени пребывания сока в аппарате, которое определяется его вместимостью и расходом сока. Пневмометрический уровнемер на базе дифманометра 1а и вторичный прибор 1б образуют контур контроля уровня в дефекаторе.

Электромагнитный расходомер 2а, 2б, прибор контроля со станцией управления 2в, П-регулятор 2г и регулирующий клапан 2д составляют контур регулирования расхода сока из дефекатора.

В этом приборном решении система была внедрена на Калининском сахарном заводе, в другом — на Золочевском.

Расход из дефекатора устанавливают таким, чтобы уровень в аппарате и продолжительность дефекации не снижались за минимально допустимые по технологии предельные значения.

Результаты испытаний системы во время пуска завода показали, что коэффициент неравномерности потока на участке уменьшается с 8,24 до 4,3 %. При этом температура сока в аппарате I сатурации поддерживалась в пределах 80—84 °С вместо 74—84 °С при жесткой стабилизации уровня в дефекаторе.

Аналогичный подход к упрощению системы управления при минимальном числе технических средств автоматизации за счет рациональных схемных и компоновочных решений по технологии применила фирма DdS (Дания) при разработке системы управления соковым потоком для Ореховского сахарного завода. Стабилизация расхода сока из аппарата холодной ступени дефекации и из сборника большой вместимости в выпарную установку обеспечивается контурами, аналогичными приведенным на рис. 2.28. На промежуточных участках применено в основном простое П-регулирование на стоке. Разливы при этом исключены благодаря применению сборников закрытого типа, сатураторов и

сульфитаторов без контрольных ящиков с сетью чересных потоков, направляемых, как правило, в аппарат холодной ступени дефекации.

УЧАСТОК ПОЛУЧЕНИЯ ГОТОВОГО ПРОДУКТА

PDF Compressor Free Version

Кристаллизационное отделение. Это отделение оснащается разнообразным оборудованием, автоматизация которого осложняется периодичностью процесса в основных аппаратах — вакуум-аппаратах и центрифугах. Проще автоматизируются сборники продуктов, мешалки и конденсаторы.

Вакуум-аппараты периодического действия. Успешное внедрение вакуум-аппаратов на заводах зависит не только от рациональности самой АСУ, ее принципа функционирования, но и от постоянства следующих технологических параметров:

	I продукт	II продукт	III продукт
Содержание сухих веществ в сиропе с клеровкой, %	65—70	—	—
Температура сиропа с клеровкой и оттеков, °C	85	85	85
Содержание сухих веществ в готовом утфеле, %	92,5	93,5	94,0
Давление, кПа (мм рт. ст.)	—77 (—580)	—81 (—610)	—85 (—640)
Температура кипения утфеля, °C	72—76	65—74	60—70
Давление греющего пара, кПа (кгс/см ²)		80—100 (0,8—1)	

Разработано несколько САУ процессом кристаллизации сахара в вакуум-аппаратах, в той или иной степени решающих задачу управления. Из-за отсутствия измерительных устройств, способных давать непосредственную информацию о концентрации сухих веществ и кристаллического сахара, а также о коэффициенте пересыщения увариваемого утфеля, пользуются различными методами косвенного контроля. Чаще всего для этих целей применяют кондуктометрические, реометрические и эбулиоскопические датчики. КТИППом предложен принцип управления аппаратами периодического действия с использованием физических моделей.

Кондуктометрический метод основывается на однозначной зависимости между электрическим сопротивлением R и коэффициентом пересыщения $\alpha_{\text{пр}}$ (рис. 2.29). Внедрение этого метода в промышленность связано с работами МТИППа, сахарных заводов Северного Кавказа и завода «Сахавтомат». Основная задача управления вакуум-аппаратом сводится к поддержанию соотношения между электрическим сопротивлением продукта и его уровнем в аппарате, которые непрерывно изменяются в процессе уваривания утфеля (рис. 2.30), что позволяет разделить весь процесс на отдельные участки.

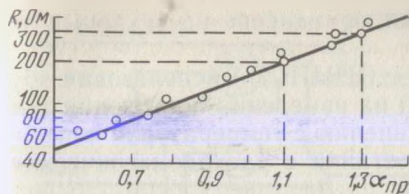
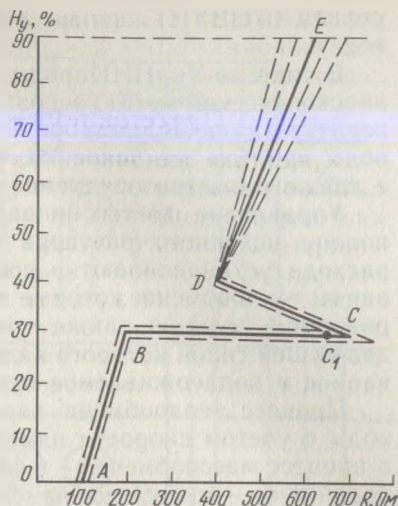


Рис. 2.29. Зависимость электрического сопротивления utfеля R от коэффициента пересыщения $\alpha_{пр}$

Рис. 2.30. Зависимость между электрическим сопротивлением utfеля R и его уровнем H_y в вакуум-аппарате при уваривании:

AB — участок заполнения аппарата сиропом; BC₁ — участок сгущения сиропа до закладки кристаллов; C₁ — точка ввода пудры; C₁C — участок образования кристаллов; CD — участок раскочки utfеля сиропом; DE — участок роста кристаллов



Для качественного автоматического уваривания utfеля остаточное давление в аппарате стабилизируют в пределах 84—87 кПа, выполняют управление подачей греющего пара, а также дистанционное управление регулирующей и запорной арматурой. Управление вакуум-аппаратами с использованием кондуктометрического метода осуществляют на приборах пневматической (завод «Сахавтомат») или электрической (сахарные заводы Северного Кавказа) системы.

НПО «Пищепромавтоматика» определены основные принципы автоматизации процесса уваривания utfелей в аппаратах периодического действия по реологическим свойствам сахарных растворов. Они заключаются в определении соотношения структурной вязкости (реологических свойств) и уровня (количества продукта) на всех стадиях активного цикла варки и в программном управлении подкачкой сиропа, проводимой в зависимости от этого соотношения. Управление процессом осуществляют по программе, в которой каждой стадии уваривания соответствует определенное сочетание структурной вязкости и уровня продукта в вакуум-аппарате.

Как показали исследования, существует зависимость между пересыщением и реологическими свойствами сахарных растворов. Кроме того, реологические свойства двухфазной среды зависят также от размеров кристаллов. Таким образом, реологические свойства utfеля являются параметром, определяющим режим уваривания сиропа.

Разработанное в соответствии с приведенными принципами пневматическое устройство программного управления варкой

ульфеля (УПВУП) находит широкое применение на сахарных заводах.

В системе УкрНИИПродмаша — ВНИИСПа использован эбулиоскопический метод, основанный на измерении повышения температуры кипения раствора по сравнению с температурой кипения воды при том же давлении, в сочетании с расходометрическим, а также реометрическим методами.

Управление процессом варки осуществляют воздействием на подачу исходного раствора в аппарат. Текущее значение его расхода устанавливают в соответствии со сложившимися условиями теплообмена, которые характеризуются количеством выпариваемой воды, а также требуемыми условиями массообмена, движущей силой которого является пересыщение раствора, создаваемое и поддерживаемое путем выпаривания воды.

Процесс теплообмена характеризуется скоростью испарения воды с учетом скорости изменения уровня раствора в аппарате, а процесс массообмена — в соответствии с технологическими требованиями — скоростью изменения пересыщения раствора данной доброкачественности с учетом изменения его уровня. Отношение скоростей процессов тепло- и массообмена к скорости изменения уровня позволяет согласовать эти процессы между собой.

Несмотря на теоретическое совершенство, применение системы пока ограничено из-за сложности ее реализации.

В системе автоматического управления вакуум-аппаратами завода «Сахавтомат» (рис. 2.31) процесс варки в автоматическом режиме осуществляют следующим образом. Нажимают кнопку «Пуск» и подают напряжение на катушку шагового искателя блока 4г. При этом обесточивается электропневматический преобразователь программного блока 4д, который подает сигнал на открытие вакуумного клапана 4ж, и в аппарате создается разрежение. Разрежение в аппарате, измеренное вакуумметром 3а, увеличивается и при достижении значения $P \geq P_{\min}$ элементы блоков 4д и 4г открывают заслонку 4з, обеспечивающую подачу сиропа в аппарат. Сироп поступает в аппарат и при достижении им уровня $H \geq H_{п.к.}$, когда греющая камера покрыта сиропом, электрическая часть системы делает следующий шаг и подает команду на открытие клапанов подачи пара 4к, 4л. При этом одновременно включается регулятор 2д, поддерживающий постоянный уровень в аппарате.

Задание регулятору устанавливает задатчик 2в. Уровень определяют при помощи преобразователя перепада давления 2а, сигнал которого поступает через блок демпфирования 4а на прибор контроля 2б, пропорциональный регулятор 2г и программный блок 4д. Постоянный уровень поддерживается до тех пор, пока сопротивление увариваемого раствора не станет $R \geq R_{затр.}$

Контроль электрического сопротивления ульфеля осуществляют

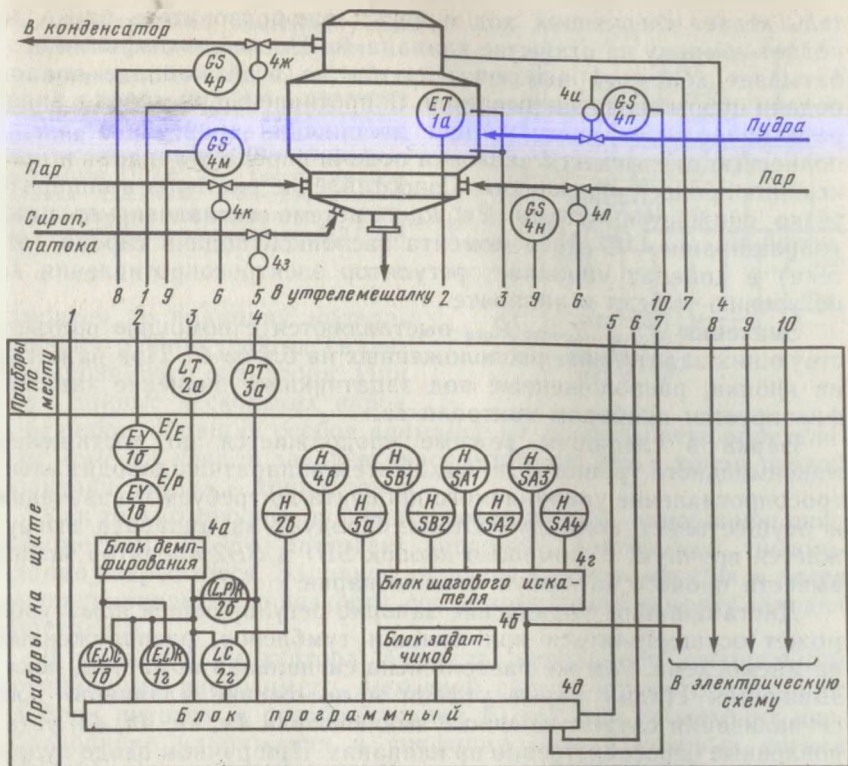


Рис. 2.31. Система управления вакуум-аппаратом периодического действия:

1а — измерительный электрод ПДТ-32; 1б — преобразователь электросопротивления ПБФ-41А; 1в — электропневмопреобразователь ЭПП; 1г, 2б — вторичный прибор ПК2.2; 1д — регулятор сопротивления; 2а — уровнемер ПДТ-34А; 2в, 4в, 5а — задатчик ПЗД.4; 2г — регулятор ПР2.8; 3а — вакуумметр ВС-П1; 4а — блок демпфирования ПБФ-34; 4б — блок задатчиков; SA1 — SA4 — тумблеры; SB1, SB2 — кнопки управления; 4г — блок шагового искателя ПФЛ.8/1; 4д — блок программный; 4ж — вакуумный клапан ПКВ; 4з — заслонка ПРУ.19; 4к, 4л — клапан 25ч30иж; 4м, 4н, 4п, 4р — конечные выключатели; 4и — клапан 25ч36зМ

при помощи преобразователей 1а и 1б с пределом измерения 0—1000 Ом. Преобразователь 1а устанавливают под углом 90° к стенке аппарата, на 450—500 мм ниже пробного крана и, сместив на 1000—1200 мм в сторону от крана, вне «застойных» зон и не ближе чем на 300—500 мм от ребер жесткости аппарата при полной герметичности.

Электропневмопреобразователь 1в преобразует нормированный токовый сигнал в пневматический. Вторичный прибор 1г осуществляет регистрацию параметра.

После достижения увариваемым раствором сопротивления, при котором необходимо производить «затравку», шаговый иска-

тель делает следующий ход и через преобразователь блока 4д подает команду на открытие клапана 4и. После его открытия срабатывает конечный выключатель 4н, по этой команде клапан подачи пудры снова закрывается. Сопротивление раствора в аппарате продолжает расти, и при достижении $R \leq R_{огр}$ система сигнализирует цикл «наращивание». С этого момента заслонкой подачи сиропа (оттека) в аппарат управляет регулятор электросопротивления 1д по уровню утфеля в аппарате.

Значения $R_{затр}$, $R_{раск}$, $R_{огр}$ выставляются с помощью соответствующих задатчиков, расположенных на блоке 4б. При нажатии на кнопки, расположенные под задатчиками, значение задания фиксируется прибором контроля 1г.

Варка в следующем режиме продолжается до достижения максимального уровня $H \geq H_{макс}$. Затем аппаратчик доводит электросопротивление увариваемого продукта до требуемого значения и осуществляет команду «Стоп». Продукт из аппарата выгружается вручную. С помощью кнопок SB1 и SB2 оператор может вывести процесс на любую стадию варки.

Дистанционное управление запорно-регулирующей арматурой может осуществляться при помощи тумблеров, расположенных на мнемосхеме. Там же расположена сигнальная арматура, показывающая стадии варки утфеля и положение клапанов. Для сигнализации служат конечные выключатели 4м, 4н, 4п, 4р, установленные непосредственно на клапанах. При ручном вводе пудры в аппарат через пробный кран требуется нажать кнопку продолжения процесса варки.

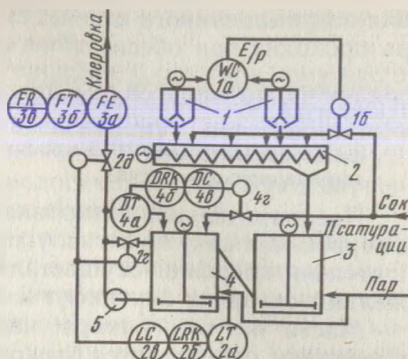
Система позволяет снизить разрежение в аппарате во время первой подкачки. Для этого сигнал от задатчика 5а в период первой подкачки подается на регулируемую заслонку на вакуумной коммуникации. Эта заслонка поставляется по отдельному заказу и не входит в данную систему.

Система управления процессом варки утфеля НПО «Пищепромавтоматика» работает следующим образом. При автоматическом режиме уваривания утфеля аппаратчик в начале цикла включает пневмотумблер «Набор». Если вакуум в аппарате находится в пределах нормы, о чем свидетельствует срабатывание реле вакуума, в работу включают программный регулятор, который подает сигнал на открытие диафрагмового пневмоклапана, и начинается набор продукта в вакуум-аппарат.

Программный регулятор построен на элементах УСЭППА и предназначен для выполнения заданной программы процесса варки утфеля по его уровню в аппарате. Программа требуемого изменения соотношения вязкости и уровня при уваривании утфеля

Рис. 2.32. Система управления процессом приготовления клеровки:

1 — центрифуга; 2 — шнек; 3, 4 — мешалки; 5 — насос; 1а — блок управления ПКА4; 1б, 2б, 2д, 4б — пневматические клапаны; 2а — уровнемер ПДТ.34А; 2б, 4б — вторичные приборы ПВ10.13; 2в, 4в — регуляторы ПР2.8; 3а — преобразователь расхода ПДТ-14Б; 3б — дифманометр ДМ-П2; 3в — вторичный прибор РПВ.23; 4а — преобразователь плотности ПДТ-28А



строится по принципу моделирования ручной работы квалифицированного оператора. При этом данные нескольких варок

усредняют, обращая особое внимание на правильность определения момента начала заводки кристаллов, начала и конца первой подкачки сиропа и конца варки.

Как только текущее значение уровня сиропа, измеряемое дифманометром ДС-П4, достигает заданного программой, пневмоклапан закрывается. Заданное значение стабилизируется и далее сироп уваривается до вязкости, соответствующей моменту заводки кристаллов.

В качестве индикатора вязкости используют специальный ротационный вискозиметр, выходной сигнал которого поступает на блок питания и преобразования БПиП, где происходит преобразование напряжения в унифицированный токовый сигнал 0—5 мА. Электропневмопреобразователь ЭПП преобразует этот сигнал для программного регулятора в пневматический.

При готовности utfеля к заводке кристаллов срабатывает звуковая и световая сигнализация. Аппаратчик вручную вводит в вакуум-аппарат порцию сахарной пудры и после образования кристаллов сахара определенной величины и в необходимом количестве включением пневмотумблера «Подкачка» вновь переводит систему на автоматический режим. С этого момента программный регулятор поддерживает соотношение вязкость — уровень utfеля в вакуум-аппарате.

При достижении utfелем конечной вязкости происходит стабилизация этого параметра до тех пор, пока заполнится полезный объем вакуум-аппарата. В этом случае включается сигнализация готовности utfеля к спуску.

Клеровочные мешалки. Для управления технологическим процессом приготовления клеровки предназначена система ПСА завода «Сахавтомат». Эта система (рис. 2.32) наиболее совершенна и базируется на ступенчатой доводке плотности в двух последовательно соединенных мешалках путем грубой (предварительной) и точной дозировки растворителя — сока II сатурации

или аффинационного оттека. Процесс растворения желтого сахара проходит при обеспечении следующих параметров:

Содержание сухих веществ клеровки, %
Температура, °С
 клеровки
 фильтрованного сока II сатурации
 аффинационного оттека

65—70

PDF Compressor Free Version

85—90

85

Предварительная дозировка предусматривает подачу раствора в первую мешалку по сигналу, пропорциональному числу выгрузок. I ступень клеровки осуществляют в мешалке 3, куда поступает желтый сахар из центрифуг I и сок II сатурации.

Масса желтого сахара, направляемого с помощью шнека 2 в мешалку, определяется блоком управления 1а, выходной пневматический сигнал которого, пропорциональный сумме разгрузок центрифуг периодического действия, поступает на регулирующий клапан 1б на трубопроводе подачи сока II сатурации или аффинационного оттека. В центрифугах непрерывного действия массу желтого сахара определяют положением загрузочных шиберов.

Точное дозирование раствора осуществляют по плотности клеровки, измеряемой на выходе из второй мешалки 4, откуда клеровка транспортируется насосом 5 на сульфитацию.

В зависимости от особенностей технологической схемы кристаллизационного отделения система управления предусматривает приготовление аффинационного утфеля с заданным содержанием сухих веществ путем дозировки аффинационного оттека по нагрузке двигателя аффинатора, куда поступает желтый сахар. Аффинационный оттек готовят с помощью объемного дозатора, осуществляющего попеременное дозирование сока II сатурации и первого оттека утфеля I кристаллизации в сборник аффинационного оттека.

Схема автоматизации предусматривает регулирование уровня в мешалке точной доводки плотности, контроль уровня в напорном сборнике сока II сатурации и сборнике аффинационного оттека, контроль содержания сухих веществ и расхода клеровки на сульфитацию, индикацию содержания сухих веществ в аффинационном утфеле, сигнализацию состояния технологических параметров и работы основных приводов.

Стабилизацию содержания сухих веществ в клеровке в заданных пределах производят в мешалке 4 путем изменения подачи раствора. При этом содержание сухих веществ в клеровке на выходе из мешалки измеряют индикатором плотности 4а, выходной сигнал которого поступает на вторичный прибор 4б с регулятором 4в, воздействующим на диафрагмовый регулирующий клапан 4г. Уровень в мешалке 4 регулируют контуром, включающим индикатор перепада давления 2а, вторичный прибор 2б и регулятор 2в, управляющий клапанами 2г и 2д. Расход клеровки измеряют

преобразователем расхода Za с мембранным дифманометром Zb и индицируется вторичным прибором $Zв$.

Клапаны $2г, 2д$ работают в противофазе, благодаря чему насос для подачи клеровки работает практически с постоянной производительностью, способствуя интенсивному перемешиванию раствора.

Стабилизация температуры технологических растворов осуществляется отдельными автономными системами.

Ут ф е л е м е ш а л к и, у т ф е л е р а с р е д е л и т е л и. Подачу утфеля из утфелемешалок I, II, III продукта в утфелераспределители регулируют автоматически позиционно по уровню, измеряемому кондуктометрическим сигнализатором уровня ЭРСУ. В качестве привода шиберов утфелемешалок применяют поршневой пневмопривод ПСП-1.

Максимальный эффект от дополнительной кристаллизации утфеля последнего продукта достигается за счет автоматизации температурного режима мешалок-кристаллизаторов, соединенных в батарею. Процессы охлаждения и нагревания утфеля последнего продукта осуществляют при следующем режиме:

Температура, °C	
утфеля, поступающего в I кристаллизатор	60—65
охлажденного утфеля конечная	30—35
утфеля перед центрифугированием	40—45
греющей воды	85—90
Перепад температуры воды и утфеля, °C	Не более 10
Содержание сухих веществ в межкристальном оттеке перед центрифугированием, %	84
Продолжительность охлаждения, ч	36

Исходная температура охлаждающей оборотной воды, подаваемой насосом из сборника, достигается с помощью теплообменника. Стабилизация температуры автоматическая. Количество охлаждающей оборотной воды регулируют в целях стабилизации ее температуры на выходе из мешалок. Режим подогрева утфеля в мешалке, так же как и режим его охлаждения, поддерживается косвенно, путем автоматической стабилизации температуры греющей аммиачной воды на выходе из мешалки воздействием на ее расход. Системы стабилизации температуры аналогичны. Расход холодной воды в теплообменник контролируют расходомером, состоящим из нормальной диафрагмы и самопишущего дифманометра, снабженного интегратором.

Барометрические конденсаторы. Эти аппараты включают сборник для свежей воды, сборник для оборотной охлажденной воды, откуда вода поступает соответственно в предварительный и основной конденсаторы. Двухсекционный барометрический сборник воды служит гидравлическим затвором для конденсаторов. Создание разрежения в вакуумной установке возможно при следующем режиме.

Давление в предконденсаторе, кПа — $85 \pm 3 (-0,85 \pm 0,03)$

(кг/см²)

Температура, °С

воды после предконденсатора

45—50

барометрической воды после основного

30—40

конденсатора

PDF Compressor Free Version

неконденсирующихся газов

20—40

Устойчивая работа основного конденсатора полочного или прямоточного комбинированного типа обеспечивается автоматизированной системой регулирования подачи охлаждающей оборотной воды из сборника по его температуре на выходе из конденсатора. Температура измеряется термопреобразователем сопротивления в комплекте со вторичным показывающим и самопишущим прибором с ПИ-регулятором. В качестве регулирующего органа применяют регулирующий клапан или поворотную регулируемую заслонку, подключаемую к регулятору через панель управления. При правильном выборе величины заданной температуры система обеспечивает экономичное использование воды.

Особый интерес представляет собой САУ основным конденсатором интенсифицированной вакуумной установки ПО «Укрсахтехэнергоремонт», работающая на пересекающихся струях (рис. 2.33). Система автоматизации построена на базе двух автономных регуляторов теплового напора, которые связаны через объект регулирования. Один из них для процесса является основным и поддерживает разрежение в конденсаторе, а второй — корректирующий, следит за температурой оборотной воды, обеспечивая заданную величину ее нагревания, максимально близкую к температуре конденсируемого пара.

Датчиком основного регулятора теплового напора *1в* служит дифманометр *1а*, измеряющий перепад давлений в системе между конденсатором *1* и коллектором *4* перед вакуумными насосами *5*. Регулятор при помощи клапана *25ч30нж* или поворотной заслонки *1г* управляет подачей части оборотной воды, поступающей в конденсатор. Контроль осуществляет регистрирующий прибор *1б* со станцией управления.

Корректирующий регулятор теплового напора *2ж* в комплекте с задатчиком *2е* управляет подачей второй части оборотной воды по разности температур пара в конденсаторе и нагретой оборотной воды. Указанные параметры измеряют термопреобразователями сопротивления *2а*, *2б* с автоматическими регистрирующими мостами *2в*, *2г*, выходные пневматические сигналы которых для определения разности поступают на прибор *2д*. Байпасная панель *2з* предназначена для дистанционного управления клапаном или поворотной заслонкой *2и*.

Контур регулирования, состоящий из термопреобразователя сопротивления *4а*, автоматического моста *4б* со встроенным ПИ-

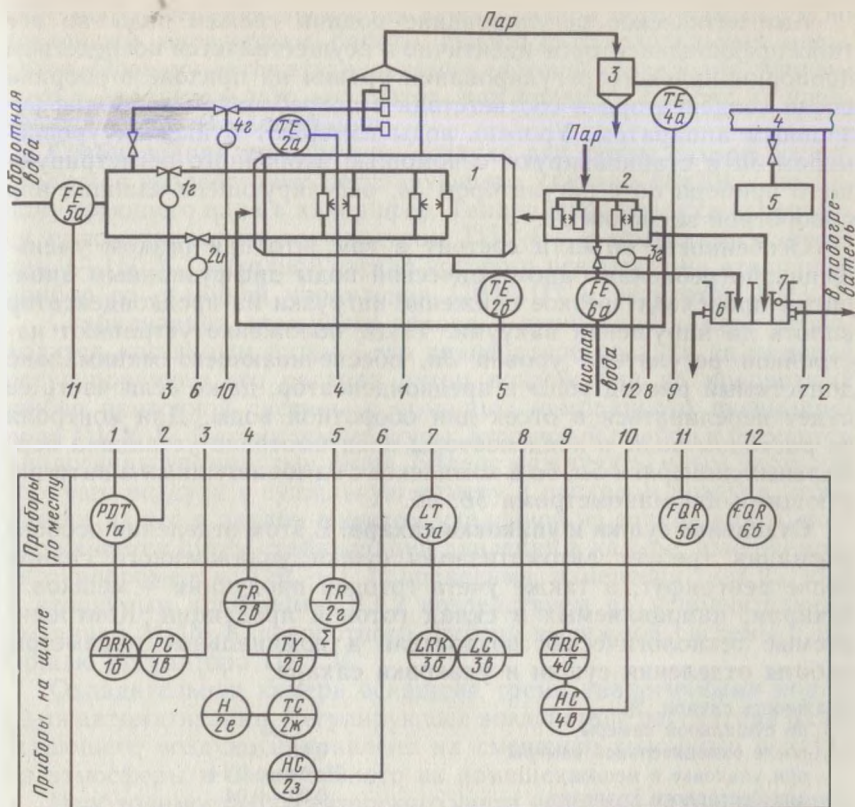


Рис. 2.33. Система управления барометрическим конденсатором:

1 — основной конденсатор; 2 — предконденсатор; 3 — влагоотделитель; 4 — коллектор; 5 — вакуумный насос; 6, 7 — сборники; 1а — дифманометр 13ДД11; 1б, 3б — вторичные приборы ПВ10.13; 1в, 2ж — регуляторы ПР3.31; 1г, 2и, 3г, 4г — регулирующие клапаны 25ч30нж или повторные заслонки ПРУ-9; 2а, 2б, 4а — термопреобразователи сопротивления ТСМ; 2в, 2г, 4б — автоматические мосты КСМ-3; 2д — прибор ПФ1.1; 2е — задатчик П23Д.4; 2з — панель БПДУ-А; 4в — панель ПП12.2; 3а — уровнемер буйковый УБ-П; 3в — регулятор ПР2.8; 5а, 6а — диафрагмы; 5б, 6б — дифманометры ДСС-712Н

регулятором, панели управления 4в и клапана 4г, стабилизирует за счет подачи обратной воды в отдельные распылители температуру неконденсирующихся газов, которые транспортируются вакуумным насосом 5.

Достоинство данной САУ заключается в функционировании по разности параметров разрежения и температур, что повышает точность измерений и чувствительность системы, а это очень важно для интенсифицированных тепломассообменных процессов.

Автоматическое регулирование подачи свежей воды во все типы предконденсаторов идентично и осуществляется посредством пропорционального регулирования уровня на притоке в сборник после конденсатора в соответствии с потреблением воды диффузионным аппаратом. Уровень воды измеряют буйковым уровнем 3а и стабилизируют с помощью вторичного регистрирующего прибора 3б с регулятором 3в, регулирующего клапана или поворотной заслонки 3г.

Особенность объекта состоит в том, что при резком уменьшении потребления барометрической воды диффузионным аппаратом происходит резкое снижение нагрузки на предконденсатор вплоть до нарушения вакуума. Такое положение устраняют настройкой регулятора уровня 3в, обеспечивающего минимально допустимый расход воды в предконденсатор, даже если часть ее будет переливаться в отсек для оборотной воды. Для контроля за расходом воды в конденсаторы предусмотрена установка нормальных диафрагм 5а, 6а в комплекте с самопишущими и интегрирующими дифманометрами 5б, 6б.

Отделение сушки и упаковки сахара. В этом отделении особого внимания требует автоматизация сушки увлажненного сахара после центрифуг, а также учета готовой продукции — мешков с сахаром, направляемых в склад готовой продукции. Контролируемые технологические показатели и номинальные параметры работы отделения сушки и упаковки сахара:

Влажность сахара, %	
до сушильной камеры	1,5
после охладительной камеры	0,02—0,05
при упаковке в мешки	Не более 0,14
для бестарного хранения	0,02—0,04
Размеры кристаллов, мм	0,25—0,5; 0,5—0,1; 1—2
Температура, °С	
сахара до сушильной камеры	50
сахара после охладительной камеры	23—25
сахара при упаковке	Не более 25
горячего воздуха до сушильной камеры	100—120
отработанного воздуха после сушильной камеры	30—70
охлаждающего воздуха	17—20
Давление пара на входе в калорифер, кПа (кг/см ²)	200—250 (2—2,5)
Остаточная запыленность воздуха, собираемого в атмосферу, мг/м ³	Не более 100

В ходе сушки из сахара горячим воздухом удаляется путем испарения и уносится из аппарата 75—98 % влаги. Следовательно, расход горячего воздуха на сушку сахара наиболее целесообразно определять по качественному параметру продукта — влажности сахара, направляемого на упаковку и складирование. Однако из-за отсутствия автоматических влагомеров реализация

системы управления процессом сушки сахара осуществляется по косвенным параметрам работы сушильно-охладительных аппаратов. Поэтому автоматизированные системы управления сушильного и охладительного аппаратов, как правило, состоят из идентичных узлов автоматизации.

Стабилизация температуры воздуха для сушки сахара осуществляется воздействием регулирующего клапана 25ч30нж на подачу греющего пара в калорифер. Температура воздуха измеряется манометрическим термометром ТПГ-4-V с пределами измерения 0—150 °С, выходной сигнал которого поступает на вторичный прибор со станцией управления ПВ10.1П и регулятор ПР3.31.

Стабилизация влажности сахара в сушильной камере производится косвенным путем — по температуре воздуха за камерой регулированием его расхода путем воздействия на поворотный шибер приточной системы с помощью мембранного пневмопривода МИМ-К. Датчик температуры, вторичный прибор и регулятор аналогичны упомянутым выше. Баланс между объемным расходом горячего воздуха в сушильную камеру и расходом воздуха, отводимого из нее в циклон с учетом удаленной из сахара влаги, поддерживается путем стабилизации давления в камере, измеряемого тягонапоромером ТНС-П1 с пределами измерения $\pm 1,25$ кПа и вторичным прибором ПВ3.2 воздействием на исполнительный механизм МИМ-К поворотного шибера вытяжной системы с помощью регулятора ПР3.31.

Охладительная камера оснащена тремя аналогичными контурами автоматизации. Регулирующее воздействие регулятора охлаждающего воздуха направлено на смешение холодного воздуха из атмосферы и более теплого из помещения.

Необходимость бухгалтерского учета мешков с сахаром является важной задачей, стоящей перед специалистами сахарной промышленности. Известны надежные системы счета Кобелякского, Купянского, Гороховского и других заводов.

На заводах реализованы разные системы автоматизации счета мешков, которые либо предполагают предварительное упорядочение взаиморасположения мешков, либо функционируют независимо от расположения мешков на конвейере (система Лиепайского завода). Последняя система (рис. 2.34) наилучшим образом соответствует реальным особенностям технологического объекта.

Система состоит из фотореле 1 (инфракрасного оптического излучателя ИК, фотодиодного приемника ФД-1) с усилителем 3, датчика обратной связи 7 с усилителем 6, сумматора 5 и шестиразрядного счетчика 4 на микросхемах серии К155. Датчик состоит из инфракрасного излучателя и фотодиодного приемника, между которыми помещен диск 8, укрепленный на оси ведомого барабана конвейера 2, что позволяет учитывать реальную скорость

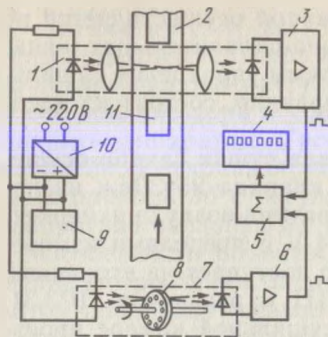


Рис. 2.34. Блок-схема счета мешков с сахаром:

1 — фотореле; 2 — конвейер; 3, 6 — усилители; 4 — счетчик; 5 — сумматор; 7 — датчик обратной связи; 8 — диск; 9 — аккумуляторная батарея; 10 — блок питания; 11 — мешок

движения ленты конвейера с мешками 11. В диске имеется 16 отверстий, благодаря чему при величине перемещения ленты, равной длине мешка, датчик формирует импульсы. Усиленные импульсы датчика поступают на сумматор 5. Как только движущийся мешок своим передним концом перекроет луч, срабатывает фотореле, и начинается считывание импульсов датчика обратной связи.

После восьмого импульса сумматор 5 выдает счетный импульс на счетчик 4. Если следующий мешок движется с зазором, то после выхода первого мешка из зоны установки фотореле фотодиодный приемник освещается инфракрасным излучателем и схема возвращается в исходное состояние, готовая к учету следующего

мешка. Если мешки следуют без зазора или с накладкой, то фотодиод остается затемненным, считывание импульсов датчика 7 продолжается и через 16 импульсов после первого счетного импульса выдается второй счетный импульс, т. е. учитываются два мешка.

Формирование счетных импульсов производится в момент, когда луч излучателя фотореле приходится примерно на середину движущегося мешка.

Система питается постоянным напряжением 5 В от блока питания 10. При исчезновении напряжения питания блока ~220 В к системе автоматически подключается аккумуляторная батарея 9 с напряжением 5 В, и показания счетчика не сбиваются. Схема имеет защиту от радио- и электропомех. Датчик обратной связи выполнен в виде отдельного блока в пыле- и виброзащитном исполнении. Точность счета составляет ± 1 в младшем разряде.

В процессе эксплуатации системы не допускается пробуксовка ленты конвейера относительно ведомого барабана.

УЧАСТКИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Известковое отделение. Несмотря на то что процессы обжига известняка в известково-газовых печах и приготовления известкового молока относятся в сахарном производстве к категории вспомогательных, влияние качества проведения этих процессов на показатели участка очистки сока, расход пара, известняка и угля велико. Этим объясняются довольно жесткие требования

к поддержанию основных параметров, регламентированных операционной технологией.

Запас известняка и топлива в бункерах, ч работы завода	16
Доза топлива, % к массе известняка	7,2—7,5
Содержание CO_2 в сатурационном газе, %	Не менее 30
Температура на выходе из печи, °C	
сатурационного газа	120—140
извести	Не более 80
Количество отходов после гашения извести, % к массе загружаемого известняка	Не более 5
Температура газа после охлаждения, °C	30
Давление воды перед форсунками, кПа (кг/см ²)	Не менее 110 (1,1)
Плотность известкового молока, кг/м ³	1180—1200
Температура воды, подаваемой на гашение извести, °C	80

Известково-газовая печь. Назначение системы управления процессом обжига известняка — сведение к минимуму неблагоприятных воздействий на процесс и обеспечение заданного качества и в требуемом количестве получаемой извести и газа при экономном расходовании сырья и топлива.

Автоматическое дозирование компонентов шихты в вагонетку скипового подъемника осуществляют в такой последовательности. В находящуюся в крайнем нижнем положении вагонетку из дозатора сначала загружают предварительно подготовленную дозу угля, затем подают известняк до достижения заданной массы вагонетки, которая соответствует требуемому массовому соотношению известняк — уголь (ориентировочно 10:1). Распространен способ взвешивания вагонетки с шихтой на рычажных весах. Мягкая посадка вагонетки на весы достигается ее остановкой при опускании несколько выше крайнего нижнего положения с последующим свободным движением при отключенном электродвигателе и тормозе лебедки скипового подъемника до упора в приемный элемент весов и ослаблением троса. Надежность управления движением вагонетки повышается при использовании в схеме управления в качестве конечных выключателей герконов (по опыту Чортковского сахарного завода). Взвешивание вагонетки известково-газовых печей поставки ПНР производят без ее посадки на какую-либо опору с помощью тензометрической системы, датчик которой установлен под верхним блоком скипового подъемника.

Управление загрузкой шихты в печь ведут по ее уровню в печи, т. е. по потребности. Для измерения уровня могут применяться радиоизотопные и штанговые уровнемеры.

Оптимальное соотношение известняк — уголь устанавливают на основе длительного наблюдения за ходом процесса по данным автоматического контроля температурного режима по зонам печи,

содержания CO_2 в сатурационном газе, а также дополнительных анализа газа на содержание O_2 и CO .

Переходная характеристика канала изменение количества отсасываемого из печи газа — изменение его температуры позволяет реализовать контур стабилизации температуры в процессе из печи. Наличие такого контура способствует стабилизации положения зоны обжига и частично компенсирует действие возмущающих факторов.

Чтобы существенное снижение по какой-либо причине потребления извести не могло повлиять на режим обжига известняка, должна предусматриваться возможность выгрузки из печи избытка извести «на сторону».

Приготовление известкового молока. Система управления приготовлением известкового молока (рис. 2.35) обеспечивает получение известкового молока заданной плотности и в требуемом количестве.

Благодаря возврату излишка известкового молока из сокоочистительного отделения в мешалку 5 очищенного молока, а затем при ее переполнении в мешалку 6 неочищенного известкового молока уровень в последней является показателем соответствия производительности известкостасильного аппарата 2, требуемой по условиям производства.

Уровень в мешалке 6 измеряют датчиком 1к, сигнал которого после демпфирования блоком 1л поступает на прибор контроля 1м, инвертор на базе суммирующего прибора 1п и пневматический широтно-импульсный модулятор 1н. Инвертированный и модулированный сигналы являются сигналом расхода известкового молока, а точнее — сигналом разности между фактическим потреблением известкового молока и его производством в известкостасильном аппарате, просуммированной за промежуток времени, зависящий от вместимости мешалки 6.

Этот сигнал используется в двух контурах, управляющих производительностью известкового отделения по молоку. Первый из них управляет темпом выгрузки обожженной извести из печи 1. Выходной сигнал широтно-импульсного модулятора, выполняющего роль пропорционального регулятора, преобразуется с помощью мембранного сигнализатора 1р в состояние контактов. Последние через переключатель режимов работы 1с, пост местного управления 1т и пускатель 1у управляют электроприводом выгрузки извести из печи. Минимальному уровню известкового молока в мешалке соответствует непрерывный режим выгрузки извести из печи.

С увеличением уровня выгрузка извести из печи становится прерывистой. В случае оснащения печи тиристорным приводом система управления выгрузкой упрощается, а ее надежность повышается.

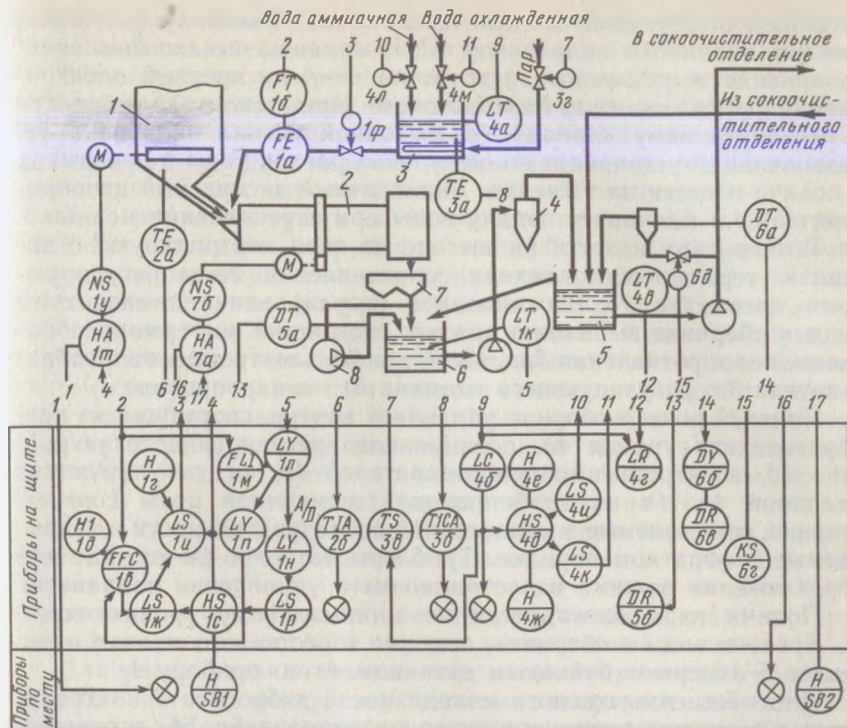


Рис. 2.35. Система управления приготовлением известкового молока:

1 — известково-газовая печь; 2 — известегасильный аппарат; 3 — сборник воды; 4 — гидроциклон; 5, 6 — мешалки; 7 — вибросито; 8 — насос; 1а-1б — преобразователь расхода ПДТ14; 1в — регулирующее устройство ПР3.34; 1г, 1д — задатчики ППВ1.5; 1ж, 1и, 3в, 4и, 4к — дискретные электропневмопреобразователи; 1к, 4в — буйковые датчики уровня УБ-П; 1л, 6б — блоки демпфирования ПБФ34; 1м, 4г — приборы контроля РПВ4.3Э; 1н — широко-импульсный модулятор ПБФ6; 1п — суммирующий прибор ПП1.1; 1р — сигнализатор СМ1; 1с — переключатель ПМОФ; 1т, 7а — посты местного управления; 1у, 7б — магнитные пускатели; 1ф, 3г — регулирующие клапаны 25ч32нж; 2а — термопреобразователь сопротивления ТСР-0879; 2б, 3б — логометры ШБ69006; 3а — термопреобразователь сопротивления ТСМ-0879; 4а — преобразователь уровня ПДТ34А; 4б — позиционное регулирующее устройство ПБФ35; 4д — тумблер ТП1-2; 4е, 4ж — тумблеры ТВ2-1; 4л, 4м — регулирующие клапаны 25ч30нж; 5а-5б — радиоизотопный плотномер ПР-1025М; 6а — преобразователь плотности Ш57-ПИМ1.03; 6в — прибор контроля РПВ4.2Э; 6г — устройство управления по временной программе; SB1, SB2 — электроаппаратура для дистанционного управления; 6д — клапан диафрагмный 25ч36эм1

Второй контур управляет подачей воды из сборника 3 на гашение и представляет собой следящую систему. Ведущий параметр — инвентированный сигнал уровня, ведомый — расход воды, сигнал которого формируется преобразователем расхода щелевого типа 1а, 1б и контролируется прибором 1м. Регулирующее воздействие на клапан 1ф с позиционером обрабатывает

регулирующее устройство соотношения $1в$. Величину соотношения устанавливают задатчиком $1д$. В моменты выключения электропривода выгрузочного устройства печи дискретный электропневмопреобразователь $1и$ подключает через усилитель мощности к регулирующему клапану $1ф$ выходной сигнал задатчика $1з$, позволяющий устанавливать ненулевой расход воды в перерывах в подаче извести на гашение. Аналогичный дискретный преобразователь $1ж$ блокирует подачу воды при переполнении мешалки.

Температуру извести на выходе из печи контролируют с помощью термопреобразователя сопротивления $2а$ и регулирующего логометра $2б$. Позиционное регулирование температуры воды в сборнике выполняет контур, состоящий из термопреобразователя сопротивления $3а$, логометра $3б$, электропневмопреобразователя $3в$, регулирующего клапана $3г$ на паропроводе.

Подачей воды в сборник управляет контур, состоящий из преобразователя уровня $4а$, позиционного регулирующего устройства $4б$, электропневмопреобразователей $4и$, $4к$, регулирующих клапанов $4л$, $4м$ на трубопроводах аммиачной воды соответственно, открываемые в приведенной последовательности и закрываемые в обратном порядке. Тумблеры $4д$, $4е$ и $4ж$ служат для переключения режима и дистанционного управления клапанами.

Подача пара блокируется по минимальному уровню воды.

Уровень воды в сборнике, а также известкового молока в мешалке 5 измеряют буйковым датчиком $4в$ по прибору $4г$.

Плотность известкового молока после вибросита 7 контролируют с помощью радиоизотопного плотнометра $5а$, $5б$, а очищенного на гидроциклонах 4 — с помощью преобразователя плотности $6а$ и прибора контроля $6в$. Сигнал плотности демпфируется блоком $6б$. Устройство $6г$ служит для продувки по временной программе преобразователя плотности с помощью клапана $6д$ с позиционером П10-100.

На пульте устанавливается аппаратура для дистанционного управления электроприводами выгрузочного устройства печи ($SB1$), известегасильного аппарата ($SB2$), а также насосов, мешалок, вибросита и др., аппаратура сигнализации (на рисунке не показана).

Жомосушильное отделение. Сухой жом хорошо сохраняется и брикетируется, если он высушен при соблюдении следующего технологического регламента:

Влажность сушеного жома, %	10—14
Давление в топочной камере, кПа (кг/м ²)	—0,02 ÷ —0,2 (—2 ÷ —20)
Температура дымовых газов в камере смешения, °С	800—900
Температура уходящих газов, °С	130—140

Наиболее эффективной системой управления процессом сушки жома является регулирование подачи топлива в топку по влаж-

ности сырого жома. Из-за отсутствия влагомеров используют косвенный показатель — температуру газов на выходе из аппарата, которая характеризует количество воды в сыром жоме на входе в барабан и в сухом жоме на выходе из барабана. Газы проходят через барабан в течение нескольких секунд, а поэтому импульс по температуре газов является малоинерционным и приемлемым для создания системы управления подачей топлива.

Автоматизация сушки по влажности сухого жома даже при наличии влагомера затруднена из-за большой инерционности объекта управления, так как сушка продолжается 30—40 мин. Следовательно, температура уходящих газов наиболее полно и своевременно характеризует процесс сушки. Подача воздуха на горение топлива и охлаждение топки осуществляется при помощи системы регулирования соотношения топливо — воздух с коэффициентом избытка воздуха 3—3,5. Если жомосушка оборудуется отдельным вентилятором для охлаждения топки, то его производительность регулируется по температуре газов на выходе из топки. В этом случае коэффициент избытка воздуха топки составляет 2,0—2,2. При работе жомосушильного барабана с двумя вентиляторами, одновременно подающими воздух в горелки, синхронизация их работы осуществляется по расходу воздуха либо положению исполнительных механизмов направляющих аппаратов вентиляторов или при помощи механической связи.

Для регулирования разрежения в топке применяют одноконтурную систему, воздействующую на направляющий аппарат дымососа, которая проста и надежна в эксплуатации. Один из вариантов САУ процессом сушки жома представлен на рис. 2.36, где стабилизация температуры уходящих из жомосушильного барабана 4 дымовых газов осуществляется регулятором соотношения 1*д*, ведущим параметром которого является расход жома, измеренный преобразователем нагрузки транспортера 1*а*, а ведомым — расход топлива, измеренный диафрагмой в комплекте с измерителем разности давлений 1*в*. В случае, если топливом является газ, расход измеряют с помощью стандартной диафрагмы, если мазут — нестандартной диафрагмы с коническим входом или сопла с профилем «четверть круга».

Температура дымовых газов, измеренная термоэлектрическим преобразователем 1*ж*, является параметром, корректирующим соотношение расходов жома и топлива.

Регулятор воздействует на подачу топлива с помощью исполнительного механизма 1*е* и регулирующего клапана.

Стабилизация соотношения расходов топлива и первичного воздуха предусмотрена с коррекцией по температуре в топке воздействием на подачу воздуха, расход которого устанавливается с помощью регулятора соотношения 2*д* и исполнительного механизма 2*е*, сочлененного с направляющим аппаратом вентилятора.

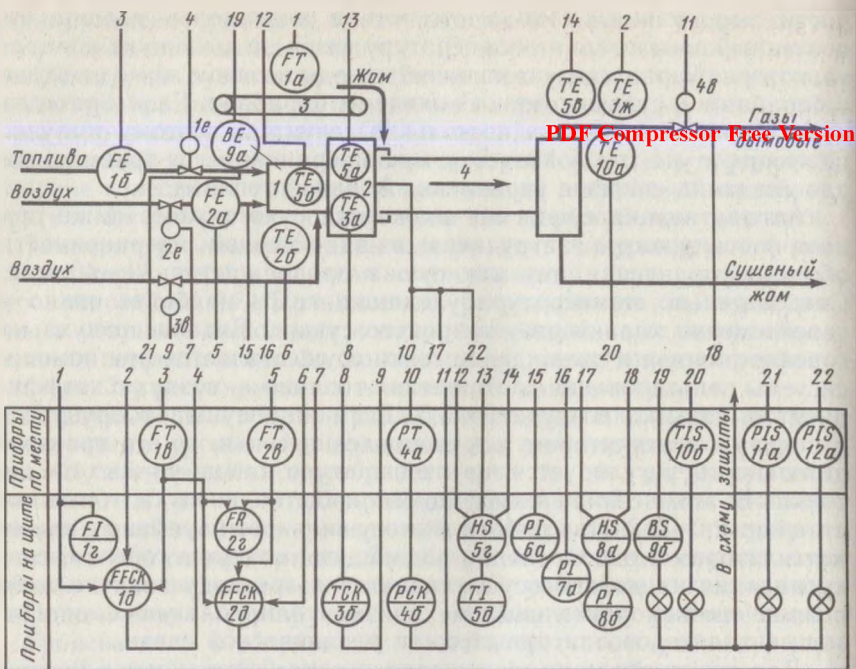


Рис. 2.36. Система управления процессом сушки жома:

1 — топка; 2 — камера смешения; 3 — транспортер; 4 — барабан; 1а — преобразователь нагрузки транспортера ПИТ; 1б, 2б — диафрагмы; 1в, 2в — измерители разности давлений «Сапфир-22ДД». 1г, 2г, 5г, 5д, 6а, 7а, 8а, 8б — приборы технологического и теплового контроля; 1д, 2д, 3б, 4б — регуляторы РС.29; 1ж, 2б, 3а — термоэлектрические преобразователи температуры; 1е, 2е, 3в, 4в — исполнительные механизмы МЭО-250/25—0,25; 4а — тягомер дифференциальный ДТ-2; 9а, 9б, 10а, 10б, 11а, 12а — сигнализаторы автоматики безопасности

Расход воздуха измеряют с помощью нестандартной диафрагмы прямоугольного сечения 2а в комплекте с измерителем разности давлений или по импульсу давления в воздуховоде. В последнем случае требования к стабильности разрежения в топке возрастают. Назначение коррекции по температуре в топке — предохранение футеровки от возможного опасного для нее повышения температуры в топке 1 при увеличении тепловой нагрузки топки путем увеличения коэффициента избытка воздуха. Указанная температура измеряется термоэлектрическим преобразователем 2б. Глубина коррекции устанавливается не из соображений достижения стабильности температуры, а прежде всего в целях защиты футеровки.

Стабилизация температуры и разрежения в камере смешения 2 достигается с помощью двух контуров, состоящих из термоэлектрического преобразователя 3а, регулятора 3б, исполнительного

механизма 3в, дифференциального тягомера 4а, регулятора 4б, исполнительного механизма 4в. Регулирующими органами являются направляющие аппараты соответственно вентилятора вторичного воздуха и дымососа.

Жомосушильная установка оснащается средствами технологического и теплового контроля: приборами 1г, 2г, 5г, 5д, 6а, 7а, 8а, 8б, а также автоматикой безопасности — сигнализаторами 9а, 9б, 10а, 10б, 11а, 12а.

В таком варианте САУ технологический режим жомосушильной установки регулируют с учетом фактического расхода жома, т. е. по нагрузке, когда при резких и частых колебаниях расхода жома трудно удержать влажность сушеного жома в требуемых пределах. Поэтому если позволяют условия производства, расход жома на сушку необходимо поддерживать постоянным.

Система управления процессом сушки жома Павловского сахарного завода предусматривает воздействие на производительность барабана по количеству сырого жома, поступающего в барабан, с помощью трехимпульсного регулятора температуры. Первым термоэлектрическим преобразователем измеряют температуру дымовых газов перед дымососом, вторым и третьим — разность между температурой газов на выходе из топки и температурой в зоне поступления сырого жома в нижнюю вращающуюся часть аппарата. С изменением температуры газов на выходе из барабана или разности температур между температурой газов на выходе из топки и температурой в зоне сырого жома автоматически изменяется подача жома в барабан. Система обладает достаточным быстродействием и обеспечивает качественное регулирование в случае избытка сырого жома. При уменьшении производительности жомосушильного отделения, связанного с неравномерностью работы свеклоперерабатывающего отделения, требуется вмешательство оператора, который отключает часть горелок.

В этой САУ реализовать регулирование подачи жома по сушильной способности можно при условии постоянного наличия излишка жома и возможности его отвода «на сторону» в склад.

Водное хозяйство. Водное хозяйство основного производства состоит из ряда отдельных контуров, однако вся система представляет собой взаимосвязанное единое целое. Поэтому система управления водным хозяйством разрабатывается централизованной с размещением операторского пункта в центральной насосной станции, где сосредоточены все насосы оборотного водоснабжения и обычно близко находятся основные объекты водного хозяйства: градирни, отстойники, большинство сборников и смотровых колодцев с запорной арматурой и измерительными устройствами. Система управления водным хозяйством предусматривает местное и дистанционное управление насосами, механизмами и ре-

гулирующей арматурой. Оборудование и исполнительные устройства, которые работают в режиме регулирования потоков, управляются автоматически. Особо ответственные насосные агрегаты имеют автоматический ввод резерва (АВР). В связи с тем что вопросы автоматического управления водным хозяйством разрабатаны недостаточно, рассмотрим только основные требования к системе регулирования отдельных контуров, например вод I и II категорий, которая должна обеспечить равномерное и непрерывное снабжение водой всех потребителей, подключенных к контурам; соответствие количества и качества воды, поступающей к потребителю, оптимальным условиям и схеме водоснабжения; стабилизацию рационального режима водоснабжения, при этом последствия аварийных ситуаций, связанных с его нарушением, должны проходить без ущерба для технологического процесса и с минимальной добавкой чистой промышленной воды; строгий учет чистой промышленной воды, поступающей в любой контур водного хозяйства.

Объем автоматизации объектов водного хозяйства в основном определен действующими типовыми проектами внешних насосных станций и сооружений. Однако чтобы водное хозяйство могло функционировать как единое целое, необходима соответствующая увязка между локальными системами управления прежде всего в целях поддержания материального баланса и во избежание разливов, перерасходов и разрывов потоков.

Отраслевая схема СА-85 по предложению Гипросахпрома рекомендует осуществлять учет расхода воды по заводу с помощью следующих контуров (рис. 2.37):

- FQR/1*—регистрация и учет расхода речной воды;
- FQR/2*—регистрация и учет расхода оборотной воды;
- FQR/3*—регистрация и учет расхода оборотной воды в лаверы;
- FQ/4*—учет расхода воды в центрифуги;
- FQR/5*—регистрация и учет расхода артезианской воды;
- FQ/6*—учет расхода аммиачной воды в выпарную установку;
- FQR/7,8*—регистрация и учет конденсата ретурного и соковых паров;
- FQR/9*—регистрация и учет расхода воды в свекломоечное отделение.

Для учета расхода воды в центрифуги, аммиачной воды в выпарную установку и речной воды на мойку свеклы удобно использовать водосчетчики УВК ($D_y = 15-40$ мм), ВТ ($D_y = 50-150$ мм) для холодной (до 30°C) и УВКГ, ВТГ — для горячей (до 90°C) воды. В пределах главного корпуса, где имеется сеть сжатого воздуха, контуры учета могут включать в себя стандартные сужающие устройства (диафрагмы камерные ДКС или бескамерные ДБС), преобразователи расхода щелевого типа, например ПДТ15А, трубы Вентури и др., дифманометры 1ЗДД11,

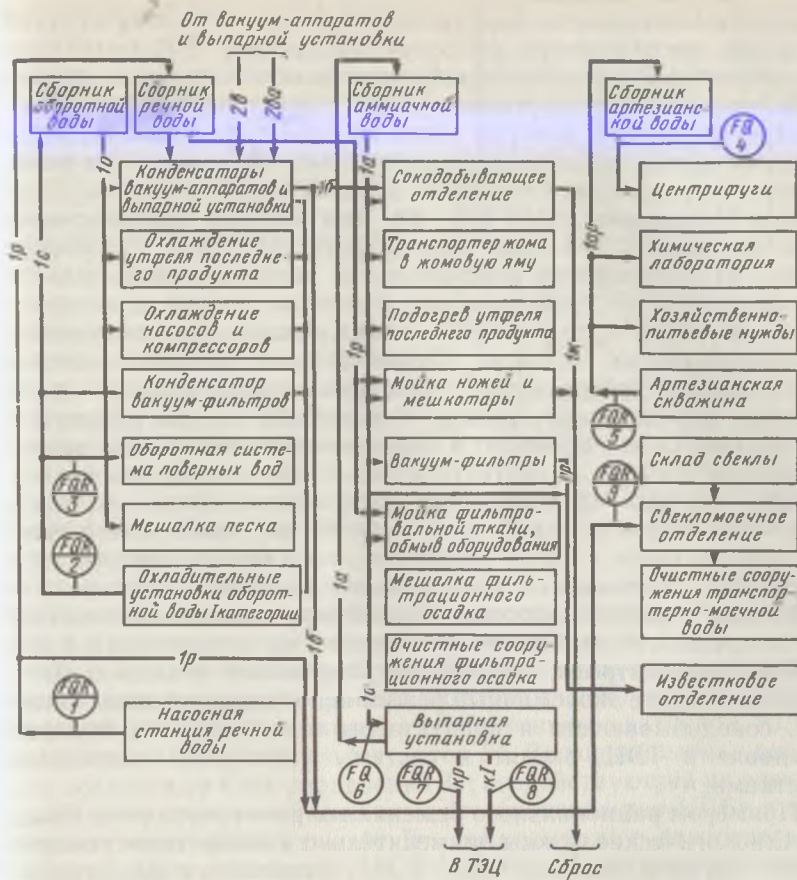


Рис. 2.37. Схема автоматизации водоснабжения. Условные обозначения:

1р — речная вода; 1б — чистая барометрическая вода; 1ар — артезианская вода; 1а — аммиачная вода; 1с — сульфитированная вода; 1ж — жомпрессовая вода; 1к — конденсат ретурного пара; 1л — конденсат сокового пара I корпуса выпарной установки; 2в — пар последнего корпуса выпарной установки; 2а — пар вакуум-аппаратов; 1р — промол вакуум-фильтров; 1о — обратная вода; 1т — транспортно-моечная вода

приборы контроля ПКР, РПВ, приборы интегрирующие ПИК-1. В насосных станциях и других наружных сооружениях применяют, как правило, средства автоматизации электрической ветви: дифманометры ДМЭР-М, ДС-ЭР, «Сапфир-22ДД» с блоком извлечения корня БИК-1, приборы контроля КСУ-2, ДИСК-250, РП160, приборы интегрирующие ПВИ-7, работающие в комплекте с сужающими устройствами.

Для измерения расхода загрязненных вод применяют трубы

Вентури и электромагнитные расходомеры при установке на трубопроводах, лотки Вентури для открытых каналов. В качестве регулирующих органов целесообразно использовать делители потоков и заслоночные регулирующие органы с электроприводом.

Для построения контура учета на базе сужающих устройств с погрешностью, не превышающей заданного значения, а также оценки погрешности измерения существующих контуров пользуются Правилами РД50-213—80. Чем меньше модуль сужающего устройства, тем ниже погрешность измерения, складывающаяся из погрешности коэффициента расхода и погрешностей от имеющихся на трубопроводах фасонных частей, арматуры и других местных сопротивлений, искажающих поля скоростей и турбулизирующих потоков. Отрицательное влияние местных сопротивлений нейтрализуют с помощью прямых участков трубопровода определенной длины, отделяющих их от сужающего устройства. Ориентировочно в порядке возрастания погрешности измерения расхода и соответственно требуемой длины прямого участка местные сопротивления располагаются так: конфузор, полностью открытая задвижка, колено 90° или тройник, диффузор, два и более колен в одной плоскости, два и более колен в разных плоскостях. Уменьшение длин прямых участков в два раза по сравнению с длинами, соответствующими заданной дополнительной погрешности, вызывает увеличение погрешности на 0,5 %.

Контуры контроля, учета и регулирования водных потоков, обеспечивающие экономичный режим использования воды в моечном, сокодобывающем и продуктовом отделениях, на выпарной установке и ТЭЦ, входят в системы управления указанными участками.

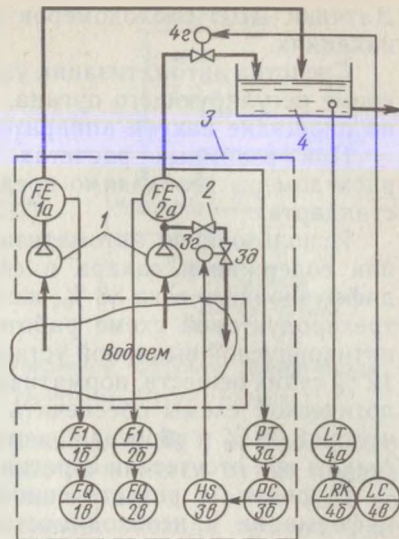
Примером рационального решения вопросов учета речной воды на технологические нужды применительно к конкретным условиям может служить система (рис. 2.38), испытанная на сахарном заводе им. 9 января 1905 г.

Вода из водоема подается насосами 1 по двум трубопроводам $D_y = 200$ мм на высоту 25 м в сборник 4, удаленный от насосной станции 3 на 100 м. При этом часть ее в зависимости от работы завода и с учетом запаса по производительности насосов возвращается в водоем из сборника по сбросной коммуникации. Для учета воды, потребляемой для технологических нужд завода, необходимо предварительно ликвидировать возврат ее в источник, что обеспечивается системой автоматизации подачи, состоящей из узлов стабилизации уровня жидкости в сборнике и давления в трубопроводе в пределах насосной станции. Такая система позволяет ограничить давление в водопроводе, что особенно важно для чугунных трубопроводов, и исключить прокладку линии связи между заводом и насосной.

Исходя из условий сахарного завода, учет воды осуществляют

Рис. 2.38. Схема учета речной воды:

1 — насосы; 2 — вентиль; 3 — насосная станция; 4 — сборник; 1а 1б — электромагнитный расходомер 4РИМ; 1в — сумматор СЧ; 2а, 2б — электромагнитные расходомеры ИР-51; 2в — счетная приставка С-1М; 3а — манометр МЭД; 3б — регулирующее устройство РП2; 3в — блок управления; 3г — электрический исполнительный механизм БДС; 3д — регулирующий орган; 4а — преобразователь уровня ПДТ40; 4б — прибор контроля ПВ10.1Э; 4в — регулятор ПР2.8; 4г — заслоночное регулирующее устройство ПРУ-9



на каждом водопроводе, а автоматизацию подачи ее только на одном — управляемом.

Уровень воды в сборнике 4 служит индикатором производительности завода и измеряется с помощью пьезометрического преобразователя уровня 4а, выходной сигнал которого поступает для записи и индикации на вторичный прибор ПВ10.1Э и на регулятор 4в, действующий на заслоночное регулирующее устройство 4г.

Изменение положения регулирующего органа приводит к изменению давления в трубопроводе, которое фиксируется в пределах насосной с помощью манометра с индуктивным датчиком 3а, сигнал которого поступает на регулятор 3б. Выходной сигнал последнего подается на блок управления 3в, действующий на электрический исполнительный механизм 3г (производством НРБ) с электродвигателем мощностью 40 Вт, сочлененный с двухседельным регулирующим органом 3д ($D_y = 100$ мм). Последний установлен на коммуникации сброса воды из водопровода сразу после насоса в источник водоснабжения, его положение определяет необходимое для технологических нужд количество воды и отсутствие сброса ее из барометрического сборника. Перед регулирующим органом установлен запорный вентиль 2.

Учет расхода воды производят на каждом водопроводе с помощью электромагнитных расходомеров 4РИМ (датчик 1а, вторичный прибор 1б) на неуправляемом трубопроводе и ИР51 (датчик 2а, вторичный прибор 2б) на управляемом трубопроводе. Выходные сигналы вторичных приборов поступают на сумматоры 1в, 2в.

Средства автоматизации узла стабилизации давления и приборы учета расхода воды, кроме датчиков и исполнительного устройства, размещены в насосной на одном щите, где предусмотрен обогрев в случае низкой температуры окружающей среды.

ной таблице (рис. 2.39, б), предусматривает приготовление дозы сахара m_c , которую направляют в мешалку, куда поступает промой. Объем промоя (в m^3)

$$V_{пр} = nm_c / C_c$$

PDF Compressor Free Version

контролируют уровнемером, сигнал H которого в зависимости от сечения мешалки ограничивает верхний уровень раствора в строгом соответствии с заданной концентрацией. Регулятор P прекращает подачу воды на клерование и спуск готового раствора с выдержкой времени на растворение либо по команде оператора.

Такая система управления может быть реализована для разных схемных вариантов клеровочного отделения.

Способ увеличения объема раствора в процессе клерования сахара-сырца использован на Городейском сахарном заводе, где узел растворения выполнен в виде двух параллельных линий, работающих периодически (рис. 2.40). Сахар-сырец поступает на пятитонные весы 1, б, взвешивается и направляется в мешалки 2, 5, куда подают воду для растворения.

Раствор заданной концентрации откачивают на очистку насосом 3 через контрольный ящик 4.

Управление концентрацией раствора производят по уровню в мешалках, который определяют положением нижнего и верхнего электродов 1а, 2а электрических регуляторов-сигнализаторов уровня 1б, 2б.

Нижним электродом задается такой минимальный уровень, чтобы якорь мешалки не оголялся при спуске клеровки через задвижки 1г, 2г, управляемые с помощью пневматических поршневых исполнительных механизмов 1в, 2в.

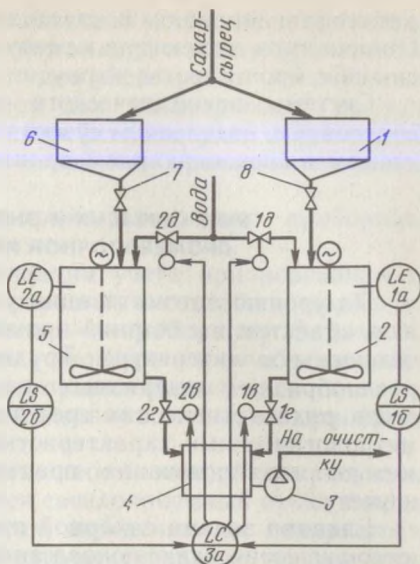
Верхним электродом задается требуемое содержание сухих веществ в растворе, которое определяется дозой сахара и объемом воды, заключенным между нижним и верхним электродами. В частности, при дозе сахара-сырца 3 т и заданной концентрации сухих веществ 55 % объем мешалки между электродами составляет 4,43 m^3 .

Воду на растворение сахара-сырца подают путем открытия пневматических клапанов 1д, 2д при минимальном уровне в мешалках одновременно со спуском дозы сахара через заслонки 7, 8. Когда уровень раствора достигнет верхнего электрода, клапан подачи воды закрывается. Одновременно открывается задвижка спуска клеровки для откачки на станцию очистки. Электрическая схема управления приготовлением клеровки размещена в блоке управления 3а.

Эксплуатация растворного узла с автоматической стабилизацией концентрации раствора в условиях сахарного завода позволила поддерживать содержание сухих веществ в клеровке на уровне 54—56 % и снизить расход топлива на переработку сахара-

Рис. 2.40. Система управления при-
готовлением клеровки сахара-сырца:

1, 6 — весы; 2, 5 — мешалки; 3 —
насос; 4 — контрольный ящик; 7, 8 —
заслонки; 1а, 1б, 2а, 2б — регуляторы-
сигнализаторы уровня ЭРСУ; 1в, 2в —
исполнительные механизмы ПСП-1; 1г,
2г — задвижки; 1д, 2д — пневматиче-
ские клапаны; 3а — блок управления



сырца на 0,1 % к массе сырца по сравнению с предыдущим сезоном, когда концентрация клеровки определялась вручную с помощью рефрактометра.

В клеровочном отделении также автоматизировано поступление барометрической воды в сборник промая по минимальному уровню в нем. Последний свидетельствует о том, что промая для растворения сахара-сырца не хватает. Осуществляется это системой, аналогичной системе управления сборником промая в известковом отделении.

Локальные системы авторегулирования температуры применяют для стабилизации теплового режима в мешалках-растворителях и сборнике промая.

Автоматическое управление процессами сатурации и дефекации при переработке сахара-сырца аналогично таковому в сахарном производстве. Исключение составляет то, что в регуляторе соотношения диффузионный сок — известь импульс по расходу диффузионного сока заменяют импульсом по расходу клеровки.

Эффективность автоматизации дисковых фильтров может быть достигнута только за счет выделения и управления основным циклом работы фильтра — обессахариванием осадка. Косвенным параметром качества процесса обессахаривания является плотность густого и жидкого промоек, которую можно измерять буйковым преобразователем плотности ПДТ-28А завода «Сахавтомат» с объемом буйка 4000—4500 см³. Управление только одним основным циклом, а не всеми позволяет также минимизировать число пневматических исполнительных механизмов, которые рекомендуется непосредственно сочленять со штоками ручных вентиляй.

Система автоматического управления тепловым режимом I корпуса выпарной установки при переработке сахара-сырца не отличается от таковой в свеклосахарном производстве, предусмат-

ривает регулирование поступления воды в корпус по уровню в нем. Подача пара в греющую камеру регулируется по давлению в надсоковом пространстве корпуса.

Системы автоматического управления кристаллизационным отделением, отделением сушки и упаковки PDF Compressor Free Version
стемам в свеклосахарном производстве.

УЧЕТ СЫРЬЕВЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

По уровню автоматизации учет является относительно отста-
лым объектом в сахарной промышленности. Вопросы учета мало
освещены в литературе. Трудности учета связаны с большим
разнообразием измеряемых сред, отсутствием необходимого для
этого ряда технических средств или неудовлетворительными их
метрологическими характеристиками. Переход на экономические
методы хозяйствования предъявляет повышенные требования
к учету.

Главная задача сахарной промышленности — улучшение тех-
нико-экономических показателей производства сахара-песка и
сахара-рафинада и повышение качества готовой продукции. Ее
решение в значительной степени обусловлено сбором объектив-
ной и своевременной информации о расходе сырья, топлива,
вспомогательных материалов, промежуточной и готовой продук-
ции, ее оперативной обработкой, конечным результатом которой
обязательно должны быть конкретные управляющие воздей-
ствия производственного персонала или системы управления в
целях оптимизации производства.

Вопросы учета в сахарной промышленности в определенной
мере регламентированы Инструкцией по химико-техническому
контролю и учету сахарного производства. Под контролем произ-
водства понимают систему методов и приемов исследования,
выполняемых с помощью приборов и вспомогательного лабора-
торного оборудования, которые позволяют устанавливать опти-
мальные параметры и определять фактические показатели на всех
стадиях процесса.

Учет производства — это составление баланса и вычисление
количества сырья, сахарозы и других веществ на отдельных
участках верстака и по заводу в целом.

Однако задача повышения эффективности сахарного производ-
ства состоит в обеспечении не только максимального выхода
сахара при минимальных его потерях, но и всемерной экономии
топливно-энергетических и сырьевых ресурсов. А это может быть
достигнуто применением эффективных систем управления произ-
водственными процессами и правильной постановкой учета на
сахарном заводе.

Учет служит также задаче объективной оценки качества труда коллективов и отдельных работников завода и стимулирования их эффективного труда. Существует два вида учета: учет бухгалтерский, являющийся основанием для коммерческих взаиморасчетов между поставщиком и потребителем; учет оперативный, цель которого — повышение эффективности производства и осуществление режима экономии.

Учет может производиться тремя способами: приборным, приборно-расчетным и расчетным.

Повышение степени автоматизации учета при поэтапном ее внедрении означает переход от расчетного способа к приборно-расчетному, от приборно-расчетного — к приборному. Задача эта должна решаться в соответствии с экономическим обоснованием и техническими возможностями, которые связаны с наличием соответствующих технических средств и возможностью их приобретения.

Учет сырья. Границей ответственности между свеклодатчиками и сахарным заводом является свеклоприемный пункт завода. Здесь свеклу взвешивают на весах, определяют ее сахаристость и загрязненность, производят документирование результатов.

Вопросы автоматизации контроля заготовки свеклы рассмотрены в главе 4. Свеклу, поступающую по железной дороге, взвешивают на вагонных весах. Достаточно точный учет массы переработанной свеклы обеспечивается только при непосредственном взвешивании на автоматических порционных весах ДС-500 или ДС-800.

Количество перерабатываемой свеклы за смену определяют с точностью до десятых долей тонны как сумму масс свеклы по счетчикам опрокидываний и перевесов, умноженную на поправочный коэффициент. Поправочный коэффициент находят по методике, принятой при госповерке, с точностью до тысячных долей единицы ежедневно.

В случае поломки порционных весов учет количества перерабатываемой свеклы можно вести по ленточным весам при оформлении результатов за смену актом в установленном порядке. Количество переработанной свеклы, а также содержание в ней сахара служат основанием для химико-технологического учета сахарного производства.

Примером автоматизации оперативного учета переработанной свеклы является система автоматизации контроля ритмичности, разработанная и внедренная заводом «Сахавтомат» на многих сахарных заводах.

Учет топлива. Бухгалтерский учет топлива организуется в зависимости от вида топлива. Уголь и мазут учитывают при приемке и складировании на территории сахарного завода. Учет расхода газа ведут только по его потреблению.

Для учета расхода топлива используются следующие возможности:

расход угля на ТЭЦ — по изменению уровня угля в бункере или расчетным путем — по расходу пара;

расход угля на обжиг известняка — по количеству поворотов весового дозатора угля, считываемому счетчиком электрических импульсов;

расход мазута на ТЭЦ — по изменению уровня в мерных емкостях, с помощью расходомеров мазута ТМ2С, СМ (СМ2, СМО) или выполненных на базе сужающих устройств — диафрагм с ко- ническим входом, с профилем «четверть круга»;

расход газа — по расходомерам, установленным в газораспре- делительном пункте и ТЭЦ с учетом давления газа, отклонение которого от расчетного значения увеличивает погрешность изме- рения.

Как правило, основанием для коммерческих взаиморасчетов сахарного завода с газоснабжающей организацией являются данные расходомеров газораспределительного пункта. Учет рас- хода газа при отсутствии интеграторов производят с помощью планиметров по диаграммам самопишущих приборов. При отсут- ствии или неисправности расходомеров газа учет его расхода для коммерческих взаиморасчетов можно вести в зависимости от но- минальной производительности газовых горелок и продолжитель- ности их работы.

Учет воды. Вопросы учета воды изложены при рассмотрении систем управления водным хозяйством. Основанием для коммер- ческих взаиморасчетов с водоснабжающей организацией за поль- зование свежей (речной) водой служат данные расходомеров воды. При отсутствии или неисправности последних взаиморас- четы ведут с учетом продолжительности производственного се- зона и номинальной мощности завода или паспортной произво- дительности насосов.

Учет пара. Расход острого пара общий и на отдельные потре- бители учитывают с помощью расходомера на базе стандарт- ного сужающего устройства. Расходомеры насыщенного пара, как правило, не устанавливают, так как погрешность измерения в этом случае не нормируется. Достаточная для практики точ- ность измерения расхода насыщенного пара может быть получена при пользовании расходомерами острого пара на турбину и в ре- дукционно-охладительные установки. В последнем случае вводят повышающий коэффициент, учитывающий увеличение расхода пара за счет охлаждающей воды.

Расход пара на выпарную установку удобно контролировать по расходу конденсата из греющей камеры I корпуса. В качестве преобразователя расхода можно использовать преобразователи с диафрагмой пропорционального слива РК-ВНИИСП.

При выборе технических средств для узла учета расхода конденсата, возвращаемого в ТЭЦ, необходимо принимать во внимание явление кавитации. Возникает оно в результате снижения в сужающем устройстве давления конденсата, имеющего температуру, близкую к температуре кипения. В этой связи перепад давления на сужающем устройстве должен быть минимальным. Если не удастся подобрать стандартное сужающее устройство, применяют специальные устройства.

Учет известнякового камня. Основанием для коммерческого взаиморасчета является учет известнякового камня при его приемке и складировании. Оперативный учет расхода известнякового камня на обжиг ведется по числу вагонеток скипового подъемника, загруженных в известково-газовую печь. Для считывания этого количества используют счетчики импульсов. Один импульс соответствует одной загруженной в печь дозе шихты. Естественно, при этом вводится поправка, учитывающая величину дозы угля в шихте.

Учет электроэнергии. В простейшем случае учет электроэнергии производят с помощью счетчиков активной и реактивной энергии типов САЗУ, СА4У и СР4У. Существенное улучшение методов управления энергопотреблением дают автоматизированные системы учета, примером которых является система на базе комплекса технических средств (КТС) ИИСЭ-3. Она обеспечивает учет расхода электроэнергии по заводу в производственный (при питании от ТЭЦ завода) и непроизводственный (при питании от энергосистемы) периоды, а также учет расхода электроэнергии на производство сахара, производство сухого жома, собственные нужды теплоэлектроцентрали, коммунально-бытовые нужды и прочие потребители.

КТС ИИСЭ-3 состоит из вычислительного устройства, пульта оператора, монтажной панели и фильтра. В автоматизированную систему учета входят также устройства формирования импульсов Е440, сбора данных Е441, ввода программ У443, а также вышеупомянутые счетчики энергии. Последние благодаря установке в них формирователей импульсов выполняют роль датчиков расхода электроэнергии.

Информация от датчиков передается в вычислительное устройство по двухпроводным каналам связи. При этом ввод осуществляется через модуль приема неуплотненной информации (ПНИ) от объектов с небольшим числом точек учета и через модуль приема уплотненной информации (ПУИ) от объектов с большим числом точек учета.

Вычислительное устройство организует отображение промежуточных и конечных результатов обработки информации на цифровом табло пульта оператора, регистрацию результатов расчета в соответствии с заданной программой или по инициативе

оператора, запись графиков основных параметров, характеризующих нагрузку потребителей, выдачу в аналоговой форме в виде унифицированного токового сигнала на самопишущие приборы КСУ-2 данных о мощности, усредненной за 3 мин или за время, прошедшее с начала получасового максимума «пик».

Пульт оператора служит также для изменения при необходимости переменной части программы обработки и отображения информации, хранящейся в оперативном запоминающем устройстве КТС ИИСЭ-3.

Ориентировочные показатели эффективности автоматизированной системы учета электроэнергии: экономия электроэнергии 4 %; снижение величины мощности, заявленной энергосистеме, 5 %.

Эффективность системы во многом определяется рациональной схемой электроснабжения потребителей, правильным выбором точек учета, активным использованием обширной интегрированной информации для влияния на процесс энергоиспользования.

Учет тепловой энергии. Узел учета количества тепловой энергии и контроля параметров теплоносителя теплофикационной установки оборудуется регистрирующими расходомерами, приборами для измерения и регистрации температуры и давления и теплосчетчиками. В первую очередь должны устанавливаться приборы учета: теплосчетчики, регистрирующие приборы контроля расхода и температуры. Основывать коммерческий учет на данных показывающих приборов не допускается.

Регистрации подлежат параметры теплоносителя как на подающем, так и на обратном трубопроводах, а также температура холодной воды. При упрощенной (без теплосчетчиков) схеме узла учета количества тепловой энергии осуществляется: регистрация расхода теплоносителя (диафрагма, дифманометр ДМЭР-М, ДС-ЭР, «Сапфир-22ДД» с блоком извлечения корня БИК-1, прибор контроля КСУ-2, ДИСК-250, РП160) *; регистрация температуры теплоносителя (термопреобразователи сопротивления ТСП, ТСМ, приборы контроля КСМ, ДИСК-250, РП160); регистрация давления теплоносителя (манометр МПЭ, «Сапфир-22ДИ», прибор контроля КСУ-2, ДИСК-250, РП160); регистрация температуры холодной воды (термопреобразователь сопротивления ТСП, ТСМ, прибор контроля КСМ, ДИСК-250, РП160).

* Могут использоваться электромагнитные расходомеры ИР-61 и другие при соблюдении технических условий в части допустимой температуры измеряемой среды и наличии в региональных центрах метрологии и стандартизации стендов для их проверки.

Полная схема узла учета количества тепловой энергии дополняется теплосчетчиком (преобразователь измерительной функционально-счетный ФС-1 или ФС-1М). Прибор контроля температуры холодной воды в этом случае не используют.

Весь набор указанных технических средств по полной схеме учета может быть заменен комплектами теплосчетчиками: измерителем теплоты ИРТ-31 или контрольно-измерительным прибором для учета расхода тепловой энергии ТЭМ-1.

Ощутимую экономию тепловой энергии, используемой на отопление, дает регулирование расхода и температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. Наиболее точно требуемый алгоритм регулирования удастся реализовать с помощью микропроцессорной техники.

Учет жома. Количество сырого и прессованного жома в непрерывно действующей диффузионной установке определяют расчетным путем по содержанию сухих веществ и сахара в свекле, свекловичной стружке, диффузионном соке и жоме. Выход сырого жома в зависимости от типа диффузионной установки ориентировочно составляет (в % к массе свеклы): для колонной — 70, для ротационной, наклонной А1-ПДС-20 и А1-ПДС-30 — 80, остальных наклонных — 90.

Учет фильтрационного осадка. Количество фильтрационного осадка принимают равным четырехкратному количеству расходоуемой на дефекацию извести, которое определяется расчетным путем.

Учет мелассы. Количество мелассы, направляемой в резервуары для хранения, определяют взвешиванием на автоматических или обычных весах грузоподъемностью 10—30 т.

Количество мелассы, отпускаемой из резервуаров, определяют по изменению уровня в резервуаре. По этому параметру находят объем выгруженной мелассы, который затем умножают на плотность мелассы при температуре хранения. Для контроля уровня с учетом слоя пены используют открытую трубу диаметром 100—150 мм, установленную вертикально снаружи или внутри резервуара. С помощью запорной арматуры трубу заполняют мелассой снизу вверх до соответствия уровню в резервуаре и определяют его; сливают мелассу в подставленную емкость и находят ее плотность. Наполнение резервуара, из которого производится отпуск мелассы, должно быть исключено.

Задача автоматизации учета мелассы сводится к измерению ее уровня с погрешностью не ниже 1 % и поправкой на плотность при температуре хранения.

Учет сахара-песка. Для определения выхода сахара и неучтенных потерь при учете весь сахар, находящийся в бункерах, должен быть взвешен и упакован. Если это условие не выполняется, то указанные показатели не определяют.

Сахар-песок после сушки взвешивают на весах с дозатором разных модификаций.

Вопросы учета сахара, упакованного в мешки, рассмотрены при описании системы управления технологическими участками сушки и упаковки сахара.

PDF Compressor Free Version

Сахар-песок, направляемый в силосный склад бестарного хранения, а также отпускаемый из склада, учитывают с помощью порционных весов. На ряде сахарных заводов используются весы ДН-500.

Учет сахара-сырца. Бестарный сахар-сырец взвешивают на весах и передают в розпуск по фактической массе. Если сахар-сырец затарен в мешки, то его массу нетто определяют как разность массы брутто и фактической массы тары. Готовый продукт из сахара-сырца учитывают так же, как в свеклосахарном производстве.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Широкое внедрение автоматики в сахарную промышленность с использованием большого числа разных общепромышленных и специальных приборов и устройств связано с обеспечением надежного и качественного функционирования систем автоматического управления (САУ) и средств измерений и автоматизации (СИА) путем правильной эксплуатации и своевременного ремонта. Решение этих задач возлагается на метрологическую службу завода. При внедрении и эксплуатации новых систем управления и выполнении сложных видов ремонтных работ завод привлекает специализированные монтажные, наладочные и ремонтные организации.

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА САХАРНОГО ЗАВОДА

Метрологическая служба является самостоятельным производственно-техническим подразделением завода, решающим комплекс задач по метрологическому обеспечению производства. В своей деятельности метрологическая служба предприятия опирается на государственные и отраслевые стандарты.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

В соответствии с требованиями производства метрологическая служба осуществляет метрологическое обеспечение производства (руководство работами по обеспечению единства и точности измерений, выполняемых подразделениями завода; систематический анализ состояния измерений и совершенствование на его основе метрологического обеспечения; рационализация номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности их измерений; разработка предложений по обеспечению достоверности контроля и управления процессами, контролю сырья, промежуточных продуктов, готовой продукции и отходов; разработка и согласование с базовой организацией метрологической службы стандартов и другой нормативно-технической документации; внедрение государственных и отраслевых стандартов, стандартов предприятия, другой НТД; контроль за состоянием и применением СИА, средств испытания продукции, правильностью выполнения измерений и соблюдением установленных метрологических требо-

ваний в подразделениях завода; участие в анализе причин нарушения технологического режима, брака продукции, производственных потерь, связанных с состоянием СИА; повышение квалификации работников метрологической службы и подготовка кадров для нее и др.), проверку и метрологический контроль СИА (ведомственная поверка, поддержание в надлежащем виде образцовых средств измерений и их эксплуатация; контроль за состоянием и применением СИА, средств испытаний продукции, соблюдением установленных метрологических правил во всех подразделениях, поверка СИА в органах Госстандарта; составление, согласование, утверждение и исполнение графиков государственной и ведомственной поверок; изъятие из эксплуатации изношенных, вышедших из класса точности, незаконных и использованных не по назначению СИА; контроль за метрологическим обеспечением всей производственной деятельности подразделений завода и др.), техническое обслуживание САУ и СИА (контроль за правильной эксплуатацией и соблюдение действующих правил эксплуатации, за состоянием и функционированием САУ и СИА; текущее и периодическое обслуживание, снятие и установка СИА для ремонта и поверки; контроль состояния и ремонт линий связи; пуск САУ одновременно с пуском завода в начале сезона и наладка в соответствии с требованиями технологического и теплового режимов работы, контроль за качеством монтажных и наладочных работ, выполняемых специализированными организациями; обучение производственно-технического персонала завода правилам технической эксплуатации САУ и СИА; текущее обслуживание СИА во всех подразделениях предприятия; обучение работников метрологической службы безопасным методам выполнения работ и др.), ремонт средств измерения и автоматизации (разработка графиков планово-предупредительных ремонтов, осуществление внеплановых, текущих и капитальных ремонтов СИА, составление ежегодных заявок на приобретение деталей, материалов и запасных частей для текущего обслуживания и ремонта СИА; ремонт в специализированных организациях средств измерений и автоматизации; совершенствование ремонта СИА), совершенствование действующих и внедрение новых САУ и СИА, в том числе с применением вычислительной техники (разработка текущих и перспективных планов автоматизации предприятия в соответствии с планом организационно-технических мероприятий и планом внедрения новой техники; внедрение новых СИА и САУ процессами в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских и проектных институтов, наладочных организаций, семинаров по обмену передовым опытом с учетом особенностей завода); участие во внедрении, эксплуатации и обслуживании СИА и САУ с использованием средств вычислительной техники, совершенствование САУ, отдельных уз-

лов и устройств (выбор рационального места установки датчиков, регулирующих устройств, выбор более надежных СИА и др.), учет, хранение и выдача СИА (создание резерва СИА для обеспечения бесперебойного функционирования САУ; ведение оперативного учета СИА, получение, организация хранения и обмена СИА; выдача подразделениям завода лабораторных измерительных приборов, оформление на них учетных карточек; определение потребности завода в образцовых и рабочих средствах измерений и автоматизации; согласование заявок и контроль за приобретением (реализацией) СИА, запчастей к ним и материалов, оформление актов на списание СИА и др.).

Особые задачи метрологической службы связаны с выполнением электротехнических работ и работ с использованием радиоактивных средств измерений и автоматизации.

В сложных системах управления работой электрического привода некоторых аппаратов (диффузионный аппарат, свеклорезка, центрифуга и др.) метрологическая служба обеспечивает подачу электрических сигналов до ключей дистанционного управления приводов этих агрегатов. При использовании СИА с источниками радиоактивных излучений их монтаж, обслуживание и ремонт осуществляются специализированными организациями ВО «Изотоп». Метрологическая служба завода в этом случае обязана действовать в строгом соответствии с требованиями Санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОСП-72/87) и инструкциями заводов-изготовителей. Администрация завода несет ответственность за точное соблюдение правил и инструкций.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Структуру и численность метрологической службы определяют исходя из уровня автоматизации производственных процессов, количества и качественного состава САУ, средств автоматизации, категории и структуры завода, а также с учетом развития автоматизации на ближайшие 1—2 года. Основными данными для определения численности рабочих, ИТР и служащих для выполнения каждого конкретного вида технической работы являются объем затрат времени на конкретный вид работ, эффективный фонд рабочего времени персонала метрологической службы, а также коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации СИА и периодичность работ, различные дополнения и ограничения.

Объем затрат времени на каждый вид работ определяется на основании норм времени на техническое обслуживание, снятие и установку, текущий и капитальный ремонт, пуск и наладку средств измерений и автоматизации. Справочные нормы времени на технические работы, их периодичность, требуемые разряды

рабочих на их выполнение, а также применяемые коэффициенты к условиям эксплуатации СИА приведены в Типовом положении о метрологической службе предприятия пищевой промышленности РДТП 18-4—80. Временными методическими указаниями «Проектирование метрологических служб предприятий (предприятий) пищевой промышленности. Основные требования» структура метрологической службы представляется в зависимости от парка средств измерения и автоматизации (СИА): от 500 до 2000, от 2000 до 4000, от 4000 до 8000 единиц.

Ориентировочная структура и численность метрологической службы сахарного завода, рекомендуемая на основании Типовых нормативов численности рабочих сахарного завода на период переработки свеклы с учетом временных метрологических указаний «Проектирование метрологических служб производственных объединений (предприятий) пищевой промышленности», Типового положения РДТП-18-4—80 и опыта промышленности составляют: для производительности до 3000 т свеклы в сутки — 15—19 человек (ИТР 1—2, группа техобслуживания 8—12, группа ремонта 4—5); для производительности 3000 т и выше — 22—32 (ИТР 2—4, группа техобслуживания 12, группа ремонта 10—16); то же, при наличии АСУ ТП — 30—40 человек (ИТР 3—5, группа техобслуживания 12, группа ремонта 17—23).

Распространенным структурным подразделением метрологической службы завода является лаборатория по автоматизации и метрологии, состав и численность которой утверждаются директором предприятия. Производственная деятельность лаборатории регламентируется Положением о метрологической службе сахарного завода, которое разрабатывается на основе руководящего материала РДТП 18-4—80 с учетом конкретных условий завода.

Метрологическую службу, представляющую собой самостоятельную производственную единицу, возглавляет начальник службы, который подчиняется непосредственно главному инженеру завода. Начальник метрологической службы имеет следующие права и обязанности:

- осуществляет техническое и организационное руководство службой и работами по ведомственному надзору за измерительной техникой;

- ведет технический надзор и контроль за работой подрядных монтажно-наладочных, ремонтных и проектных организаций;

- обеспечивает силами службы соблюдение правил монтажа, установки, эксплуатации и обслуживания средств измерения автоматизации;

- выполняет предписания органов Госстандарта по улучшению эксплуатации средств измерения и автоматизации и несет ответ-

ственность за своевременную поверку и правильную эксплуатацию средств измерения и автоматизации;

составляет список новой техники и план организационных мероприятий по дальнейшей автоматизации производства и обеспечивает выполнение указанных планов;

технически обосновывает и правильно оформляет ежегодные заявки на необходимые службе средства измерения и автоматизации и материалы с учетом потребности капитального и текущего ремонтов;

подготавливает договоры с подрядными организациями на проведение проектных и монтажно-наладочных работ;

контролирует получение фондов на приборы и материалы, их реализацию и обеспечивает своевременное освоение приобретаемых средств измерения и автоматизации;

проверяет качество и комплектность поставляемых средств измерения и автоматизации;

составляет и направляет заводам-поставщикам акты рекламаций;

снимает вышедшие из строя средства измерения и автоматизации;

оформляет документы на списание в установленном порядке морально и физически устаревших приборов, оборудования и материалов;

дает указания по вопросам эксплуатации средств измерения и автоматизации, которые являются обязательными для всех служб завода и ТЭЦ;

представляет руководству завода сведения о работниках службы для поощрения и наложения взысканий;

организует и проводит техническую учебу работников службы, а также обслуживающего персонала смен и ИТР завода по вопросам использования и эксплуатации средств измерения и автоматизации;

несет ответственность за соблюдение правил техники безопасности работников службы при монтаже, наладке и эксплуатации средств измерения и автоматизации;

контролирует сменный журнал службы и принимает необходимые меры по улучшению работы дежурных слесарей.

В составе метрологической службы завода в производственный сезон создаются сменные бригады по техническому обслуживанию САУ и СИА, бригады по ремонту, монтажу и наладке САУ и СИА, специалисты которых закрепляются за отдельными участками.

В ремонтный период обслуживающий персонал службы разбивают на следующие бригады: ремонта и поверки электрических и электронных СИА; ремонта и поверки СИ точной механики и пневматики, теплотехнических СИ; ремонта и поверки СИА меха-

низированных линий сырья, монтажных работ с газозлектро-сваркой; ремонта и поверки средств измерения и автоматизации ТЭЦ.

Для правильной и четкой организации работ по автоматизации производственных процессов требуется разграничение обязанностей между метрологической службой и другими службами сахарного завода. Метрологическая служба обеспечивает ремонт, наладку и эксплуатацию всех средств измерения и автоматизации, установленных на технологических линиях и оборудовании завода и ТЭЦ, включая промышленные телевизионные установки. При этом средства измерения и автоматизации находятся на балансе того цеха или подразделения завода, на оборудовании которого оно установлено. Сохранность их обеспечивается персоналом этого же цеха. Технологический персонал смен главного корпуса завода, ТЭЦ и лабораторий, в ведении которого находятся щиты контроля и управления, контрольно-измерительные приборы (манометры, рН-метры, газоанализаторы, поляриметры и т. п.) и другие средства измерения и автоматизации, обязан следить за чистотой и исправностью их на своем участке и информировать метрологическую службу о замеченных недостатках.

Служба главного механика сахарного завода обеспечивает: демонтаж для ревизии и ремонта регулирующей арматуры, измерительных диафрагм, заборных штуцеров с присоединительными муфтами или вентилями, бобышек под датчики температуры и давления, фланцев и другого оборудования, установленного непосредственно на оборудовании;

ремонт запорной арматуры, регулирующих органов (клапанов, задвижек, заслонок, пульсирующих шиберов и др.), пневматических и гидравлических исполнительных механизмов;

ремонт и обслуживание станций подготовки воздуха и компрессорных установок, за исключением технического обслуживания средств измерения и автоматизации этих установок, выполняемых метрологической службой;

выполнение заказов метрологической службы на изготовление или механическую обработку деталей, необходимых для ремонта средств измерения и автоматизации;

ремонт весового хозяйства завода и механизированных линий сырья.

Служба главного энергетика завода осуществляет:

подвод и включение электропитания щитов КИПиА;

ремонт и обслуживание силового электрического оборудования (электроприводы, силовые щиты и пульты, магнитные пускатели и др.) автоматизированных установок, электроприводов с программным управлением;

ремонт и обслуживание электроизмерительных приборов и электрочасов;

подключение совместно с метрологической службой командных импульсных линий к переключателям автоматически — дистанционно в схемах управления работой электроприводов свекломоек, свеклорезок, диффузионных аппаратов и другого технологического и теплоэнергетического оборудования.

Начальник ТЭЦ обеспечивает выполнение работ, аналогичных работам главного механика, если они касаются теплоэнергетического и другого оборудования ТЭЦ.

Другими основными факторами, обеспечивающими качественное обслуживание и бесперебойную работу средств измерения и автоматизации, являются правильный подбор, расстановка и подготовка кадров метрологической службы.

На многих заводах наряду с должностью начальника метрологической службы существуют должности старших мастеров и мастеров по КИПиА. Эти специалисты обычно используются как руководители службы на отдельных участках, ТЭЦ и в сырьевой лаборатории. Персонал метрологической службы комплектуется следующими специалистами, в том числе рабочими: слесарь-механик, слесарь-монтажник по наладке САУ, СИА и различной аппаратуры, слесарь по САУ и СИА, слесарь-ремонтник, электро-слесарь по ремонту средств измерений теплотехнического контроля и автоматики тепловых процессов, газозлектросварщик и др.; ИТР и служащие: инженер по метрологии, инженер по механизации и автоматизации производственных процессов, инженер-электроник, мастер по комплексной автоматизации и телемеханике и др.

При наличии средств вычислительной техники и АСУ ТП дополнительно необходимы электромеханик по ремонту и обслуживанию счетно-вычислительных машин, математик, программист, начальник ЭВМ.

Рабочие службы квалифицируются по шестиразрядной сетке в соответствии с тарифно-квалификационным справочником рабочих сквозных профессий. Подготовку рабочих кадров метрологической службы осуществляют через специализированные профтехучилища, курсы по повышению квалификации, семинары и школы передового опыта.

ДОКУМЕНТАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

Документация метрологической службы состоит из документации, находящейся в службе, исходящей и поступающей. Документация службы включает: согласованное и утвержденное директором Положение о метрологической службе завода; табель учета рабочего времени персонала; журнал прохождения инструктажа по технике безопасности, промсанитарии и противопожарной безопасности, планы работ бригад службы, журнал учета средств

измерения и автоматизации на предприятии; картотеку на СИА; оперативный журнал учета передачи смен дежурного персонала; графики плано-предупредительных работ (ППР) средств измерения и автоматизации, утвержденные главным инженером завода, графики проведения государственной поверки образцовых и рабочих средств измерения, подлежащие поверке в соответствии с инструкциями Госстандарта СССР, согласованные с руководителями местного органа Госстандарта и утвержденные главным инженером завода; документацию по поверке средств измерения; основную организационно-методическую нормативно-техническую документацию по метрологии (ГОСТ, ОСТ, руководящие документы РД, методические указания МУ) и средствам измерения и автоматизации (ГОСТ, ОСТ, руководящие материалы РМ, технические описания и инструкции по эксплуатации и др.); план повышения квалификации обслуживающего персонала метрологической службы, который утвержден главным инженером; материалы по рационализаторским предложениям, изобретениям и социалистическому соревнованию.

Документация, исходящая от метрологической службы, включает предписания начальника службы службам и отделам завода по устранению нарушений метрологического обеспечения технологических процессов; планы внедрения новых или модернизации действующих систем управления, средств измерения и автоматизации, нормативно-технической документации по метрологическому обеспечению производства; договора и документацию на выполнение и оплату услуг сторонних организаций по монтажу, наладке, ремонту и поверке САУ и СИА; акты на списание основных средств СИА и малоценного инвентаря; заявки на приобретение средств автоматизации, запчастей и материалов; заявки в механическую мастерскую на изготовление деталей и запчастей для ремонта средств автоматизации или на проведение работ другими службами завода; планы мероприятий по устранению выявленных контролирующими органами недостатков и упущений.

Часть документации метрологическая служба получает от администрации и служб завода, вышестоящих организаций, в том числе план по труду и заработной плате; план оргтехмероприятий завода; графики плановых профилактических остановок завода в сезон сахароварения; нормативно-техническую документацию по вопросам метрологического обеспечения и автоматизации производства, проектную и другую документацию; приказы и распоряжения по заводу; предписания и акты контролирующих органов; извещения по реализации заявок на средства автоматизации, запасные части и материалы.

Метрологическая служба размещается в сухом и светлом помещении площадью из расчета 4 м^2 на одно рабочее место. Помещение для ремонта и поверки средств измерения располагается вдали от источников сильного электромагнитного поля, вибрации и радиопомех. При наличии внешних электромагнитных полей, превышающих допустимые нормы по ГОСТ 12.1.006—84 и нормативно-технической документации на поверку, в помещениях для поверки средств радио- и электроизмерений, а также в помещениях с образцовой электронной аппаратурой выполняется соответствующая экранировка.

Все помещения для поверки средств измерений, в том числе массы, электрических и магнитных величин, давления и вакуума, изолируют от смежных помещений капитальными стенами. Высоту помещений определяют в зависимости от высоты устанавливаемого оборудования и средств измерения. Рекомендуются высота помещений в свету в 1,7—2,2 раза больше высоты оборудования, но не менее 2,9 м. Размеры дверей в помещениях (в м, не менее): высота 2, ширина 1,2. Оконные проемы в ремонтных и поверочных помещениях оборудуют устройствами для защиты от попадания прямых солнечных лучей. Полы в помещениях по ремонту весов и для слесарно-механических работ выполняют с покрытием из асфальтобетона, в остальных помещениях — с покрытием из линолеума, пластика или паркета.

Стены поверочных помещений окрашивают масляной краской светлых тонов на $\frac{3}{4}$ высоты, остальную часть стен и потолок — белой прочной краской, которую можно протирать от пыли.

Среди помещений метрологической службы выделяются помещения для поверки и ремонта средств измерения, слесарно-механических работ, для дежурного персонала и складские. Помещения для поверки и ремонта средств измерений оборудуют стендами, рабочими столами, шкафами для приборов и инструмента, верстаками, стеллажами, мебелью и т. п. Целесообразно выделять отдельное помещение для приборов точной механики и весоизмерений. Помещение для слесарно-механических работ оснащают станками и оборудованием, верстаками, шкафами и стеллажами. Помещение для дежурного персонала службы располагают вблизи основной массы обслуживаемых средств измерения и автоматизации и оборудуют настольными станками, шкафами для хранения приборов и запчастей, материалов и инструмента, верстаками.

Складские помещения площадью 25—30 м^2 для хранения резервных приборов и материалов должны быть сухими, не подверженными вибрации. Целесообразно иметь одну комнату для хранения приборов, другую — для хранения материалов.

Для поверки, наладки, ремонта и обслуживания СИА и АСУ в полном соответствии со всеми предстоящими работами метрологическая служба завода оснащается необходимым оборудованием, приборами, инвентарем и мебелью. В их число входят стационарные и переносные стенды и поверочные устройства, лабораторные рабочие приборы, источники питания, мерительный инструмент, станочное оборудование, вспомогательные устройства и приспособления, средства оргтехники и вычислительной техники, столы, верстаки, стеллажи.

Освещенность помещений метрологической службы нормируется в горизонтальной плоскости на уровне 0,8 м и для комбинированного рабочего освещения в помещениях ремонта и поверки должна быть не ниже 750 лк. Освещенность на уровне рабочего места должна быть не ниже 150 лк при лампах накаливания и 300 лк при люминесцентных лампах.

Основные помещения метрологической службы обеспечиваются напряжением от щита питания, куда подводится четырехпроводный фидер (три фазы-нуль) 380/220 В для слесарно-механических помещений и трехпроводный фидер (фаза-нуль и защитный зануляющий провод) 220 В в помещениях для ремонта и поверки.

Для переносного освещения и электрофицированного инструмента используют стационарные двухпроводные сети переменного тока напряжением до 42 В. В качестве источника питания желательно выделить самостоятельный силовой трансформатор мощностью до 50 кВ·А либо подключить потребителей к фидерам, имеющим стабильную нагрузку (колебания напряжения 1,5—4 % номинала). В качестве источников постоянного тока применяют выпрямители-стабилизаторы с фильтрами.

Для поверки и стендовой наладки пневматических средств автоматики службы обеспечиваются очищенным и сухим сжатым воздухом давлением 0,5—0,7 МПа, содержание твердых примесей в котором не более 0,1 мг/м³, точка росы на 10 °С ниже минимальной температуры приборов, в количестве, определяемом в каждом конкретном случае, но не менее 10—15 м³/ч. В качестве источника сжатого воздуха используют компрессорную установку завода либо отдельный компрессор со станцией подготовки воздуха.

При размещении оборудования в помещениях службы необходимо соблюдать следующие нормы: ширина прохода не менее 1,5 м, вокруг стационарных приборов не менее 1 м; столы и шкафы с приборами должны отстоять от стен, окон и отопительных систем на расстоянии не менее 0,2 м; расстояние между рабочими столами не менее 0,8 м при одном рабочем месте и не менее 1,5 м при двух.

Приборы высокой чувствительности устанавливают на жесткие кронштейны, укрепленные в капитальных стенах, образцовые

весы — на изолированные фундаменты или столы, смонтированные на кронштейнах, которые укреплены в капитальных стенах.

Определение потребности и оформление документации на средства измерения и автоматизации производит начальник службы и представляет в объединение. Заявка на средства автоматизации и материалы составляется в соответствии с дефектными ведомостями на ремонт приборов, планами внедрения новой техники и оргтехмероприятий по автоматизации производства. Оформление заявочной документации на следующий год производится сахарными заводами не позднее марта — апреля текущего года. Заявка составляется по видам приборов, деталей и материалов в строгом соответствии с требованиями органов материально-технического снабжения и комплектующих организаций.

Для заказа средств измерения и автоматизации (электромагнитных расходомеров, дифманометров, приборов системы «Старт» и др.) заполняют опросные листы. Формы заявок на приборы высылают заводы-изготовители. Снабжение службы запчастями, материалами и кабельной продукцией осуществляется через объединение. Кабельная продукция, радиодетали, импульсные трубки, газовые трубы и другие материалы для нужд службы учитываются в сводной заявке завода по этим позициям.

Заявки на запчасти к приборам КИПиА составляются на основании каталога запчастей завода-изготовителя и представляются в объединение. После получения денежного фонда через органы материально-технического снабжения с заводом-поставщиком заключают договор на поставку поименованных запчастей на выделенную сумму.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Эксплуатация средств и систем автоматического управления производится в сезон сахароварения. Следовательно, качество и эффективность их работы определяют экономическую сторону внедрения автоматических устройств. В этот период средства автоматизации эксплуатируются, с одной стороны, обслуживающим персоналом технологических участков завода, лабораторией и ТЭЦ, с другой — сменным и ремонтным персоналом метрологической службы.

Сменный обслуживающий персонал, в ведении которого находятся щиты контроля и управления, должен знать схему автоматизации рабочего процесса и основные контрольно-измерительные приборы в объеме, достаточном для эксплуатации, а также особенности автоматизации обслуживаемого оборудования и технологического процесса; изменять режим работы системы управления (автоматический — дистанционный) или переходить на ручное управление; корректировать задание автоматическим регуляторам с учетом требований рабочего процесса; следить за

исправностью средств автоматизации на рабочем месте; поддерживать чистоту в районе расположения средств автоматизации и знать приемы безопасной работы с ними; своевременно информировать непосредственного начальника и дежурного слесаря КИПиА о замеченных недостатках или отключениях средств автоматизации работы САУ. Обслуживающим персоналом метрологической службы в производственный сезон является дежурный слесарь и его помощник. При этом назначается дежурный слесарь службы по главному корпусу, наружным сооружениям и отдельно по теплоэлектроцентрали.

На заводах небольшой производительности дежурные слесари обычно не имеют помощников. Квалификационный разряд дежурного определяется производительностью завода и устанавливается на ступень выше, чем в ремонтный период. В большинстве своем дежурные слесари службы назначаются из числа подготовленных рабочих службы и имеют III — IV разряд. Сменный слесарь подчиняется непосредственно начальнику смены или его помощнику и находится в специальной дежурной комнате, размещаемой в главном корпусе завода вблизи основной массы приборов.

Дежурный слесарь КИПиА должен знать системы управления главного корпуса, наружных сооружений или ТЭЦ, контрольно-измерительные приборы и устройства, функционирующие на заводе; обеспечивать нормальную и непрерывную работу средств автоматизации; отключать систему автоматического регулирования, если невозможно устранить неисправность, и переводить объект на ручное управление; принимать и сдавать смену, о чем делается соответствующая запись в оперативном журнале дежурного персонала с информацией о работе средств автоматизации, замеченных и устраненных неисправностях; знать и соблюдать правила техники безопасности при выполнении работ по обслуживанию средств автоматизации и требовать этого от своего помощника.

Необходимый перечень резервных СИА включает приборы и устройства, которые наиболее часто выходят из строя по техническим причинам или условиям эксплуатации, а также наиболее распространенные на предприятии. К таким средствам относятся, например, электроды стеклянные для измерения pH (по условиям эксплуатации), прибор ППВ1.3 (по техническим причинам), вторичный прибор ПВ10.1Э или регулятор ПР2.8 (наиболее распространенные) и др.

Дежурный персонал обеспечивается необходимым инструментом и материалами: переносной лампой, электропаяльником, набором слесарного инструмента, ключами гаечными и газовыми, электродрелью, запасом диаграммной бумаги и чернил, пипетками, перочистками, маслом приборным МВП, демпферной жидкостью, вазелином техническим, 3,5 н. раствором хлорида калия,

обтирочным материалом, изоляционной лентой, проводами и кабельными изделиями, полиэтиленовой трубкой и др.

Слесари-ремонтники КИПиА выполняют работы, связанные с ремонтом, а затем лабораторной проверкой и наладкой средств автоматизации, которые снимают с объектов при неисправности. Они же выполняют наладочные работы САУ технологическими, теплоэнергетическими и электротехническими процессами при пуске завода и внедрении новой техники, а также сложное профилактическое обслуживание приборов и устройств.

Слесари-ремонтники являются наиболее квалифицированными специалистами метрологической службы, имеют высокие квалификационные разряды (IV и V). В своей работе они используют разные ремонтные и наладочные приспособления, стационарные и поверочные стенды и установки, специальные приборы и устройства (осциллограф С1-118, частотомер ЧЗ-63, термостат и т. п.) и обеспечиваются наиболее полным ассортиментом инструмента, запчастей и материалов, которые находятся в дежурной комнате. Набор лабораторных приборов включает потенциометр ПП-63, мост постоянного тока РЗЗЗ, магазин сопротивления РЗЗ, контрольные манометры МО-160 на 0,1 и 0,16 МПа, прибор универсальный измерительный Р4833, ампервольтметр Ц4315, мегомметр, имитатор И-02, стенд переносной для наладки пневматических приборов, ртутные термометры, осциллограф С1-96, милливольтметр ВЗ-38А и др.

РЕМОНТ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Большое число контрольно-измерительных приборов, регулирующих устройств, исполнительных механизмов и вспомогательных средств автоматизации, используемых на сахарных заводах, требует оснащения метрологической службы разнообразными установками, стендами, приспособлениями и устройствами для устранения неисправностей, выполнения ремонтных и поверочных работ. Выполнение последних разрешается органами Госстандарта в том случае, если метрологическая служба укомплектована необходимыми лабораторными приборами, установками и оборудованием. Особенно важное значение приобретает вопрос оснащения лаборатории по автоматизации и метрологии современными приборами для выполнения ремонта, наладки и проверки электронных приборов с использованием полупроводниковых элементов и интегральных микросхем, приборов с цифровой индикацией, средств вычислительной техники.

Характерные неисправности средств измерений и автоматизации и методы их устранения. При обнаружении неисправностей в работе средств измерений и автоматизации следует прежде всего проверить правильность подключения их, исправность линий

связи, питания, а также наличие технической документации (табл. 6). При поиске и устранении неисправностей необходимо строго выполнять правила техники безопасности.

Таблица 6
PDF Compressor Free Version

№ пп	Характер неисправности, ее внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
------	---	-------------------	-------------------

Преобразователь промышленный П-201 с чувствительным элементом рН

- | | | | |
|---|---|--|---|
| 1 | Показания прибора самопроизвольно изменяются | Обрыв в цепи измерительного электрода
То же, вспомогательного электрода | Заменить стеклянный электрод
Проверить электрическое сопротивление ключа, при необходимости разобрать и прочистить детали, заменить вспомогательный электрод |
| 2 | Стрелка прибора зашкаливает на начало шкалы | Обрыв в цепи токовой нагрузки
Наличие воздушных включений в электролитическом ключе | Ликвидировать обрыв
Удалить воздух прокачиванием жидкости ключа |
| 3 | При настройке прибора по буферным растворам показания его не изменяются | Трещина в стеклянном электроде | Заменить электрод |
| 4 | Показания прибора неустойчивы | Отсутствие заземления чувствительного элемента или преобразователя | Проверить целостность линии заземления |

Газоанализатор ТП 2220/ТП2221М/

- | | | | |
|---|--|--|---|
| 1 | При включении питания и продувки приемника газом в течение 3 мин стрелка вторичного прибора движется к концу шкалы | Нарушение синфазности питания приемника и вторичного прибора
Обрыв или нарушение контакта в линиях внешних соединений
Обрыв плечевого элемента | Поменять местами концы питания приемника либо прибора
Устранить
Приемник направить в ремонт |
| 2 | Вторичный прибор не работает, не реагирует на изменение содержания CO ₂ ; резко снизилась или полностью потеряна чувствительность и т. п. | См. неисправности вторичных приборов | |

Электромагнитный расходомер 4РИМ/5РИМ/ (датчик ДРИ, вторичный прибор ППР, устройство соединительное УС-1)

- | | | | |
|---|--|------------------------------|--|
| 1 | При включении вторичный прибор ППР не работает | Отсутствие напряжения в сети | Проверить напряжение на клеммах питания прибора, при его отсутствии проверить внешний монтаж |
|---|--|------------------------------|--|

№ пп	Характер неисправности, ее внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
		Сгорел предохранитель в ППР или соединитель- ном устройстве УС-1 Неисправен выключа- тель в ППР или УС-1	Заменить предохра- нитель Проверить напряжение питания на разъемах УС-1 и ППР, при его от- сутствии проверить ис- правность выключателя в УС-1 и ППР
2	При включении прибора ППР сгорает предохра- нитель	Короткое замыкание	Место короткого замыка- ния определяют методом исключения с последую- щим включением прибора в сеть, дефектный эле- мент снимают и провер- яют отдельно
3	При включении прибора стрелка из любого поло- жения стремится в одно из крайних положений	Обрыв в сигнальном ка- беле РД-75-3-11 Не сфазированы прибо- ры ППР и датчик ДРИ	Кабель «прозвонить» Поменять фазу напряже- ния питания у ДРИ или ППР
4	Реверсивный электро- двигатель РД не вра- щается	Отсутствие контролиру- емой среды в трубе ДРИ Неисправен усилитель УПДЗ-01	Заполнить датчик изме- ряемой средой Если при перемене поляр- ности входного напряже- ния усилителя электро- двигатель не вращается, то требуется ремонт уси- лителя
		Обрыв в обмотке элек- тродвигателя	Обмотки «прозвонить», при обрыве заменить или отремонтировать
5	Электродвигатель РД в крайних положениях шкалы самопроизвольно реверсируется	Нет напряжения на управляющей обмотке электродвигателя	Проверить напряжение на зажимах колодки при- бора, при его наличии проверить целостность обмотки управления
6	Стрелка ППР двигается медленно	Малое усиление в уси- лителе	Повысить усиление в уси- лителе, повернув ось ре- гулятора «чувствитель- ность» по часовой стрелке Проверить экранировку соединительных проводов и надежность заземления экранов
		Помехи	Проверить напряжение
7	Прибор ППР не реаги- рует на изменение рас- хода измеряемой среды	Нет напряжения пита- ния 220 В на обмотке ДРИ Обрыв кабеля РД-75 Обрыв вывода от элек- трода	Устранить Проверить и устранить

№ пп	Характер неисправности, ее внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
PDF Compressor Free Version			
8	Неисправен усилитель УЗ	Неисправны усилитель, электродвигатель, плата с конденсаторами Вышел из строя один из переходных конденсато- ров	Последовательно заме- нить эти узлы исправ- ными Проверить и заменить

Поляриметр электронный автоматический ПЭА

Датчик контроля сахаристости ДКС

1	Датчик сигнала не вы- дает, окошко в колпаке осветителя не освещено	Перегорела лампа Обрыв или нарушение контактов в цепи освеще- ния	Заменить лампу «Прозвонить» цепь освеще- ния и устранить по- вреждение
2	Окно освещено, датчик сигнала не выдает	Обрыв или нарушение контакта в цепи ФЭУ Вышел из строя ФЭУ	Прозвонить цепь ФЭУ и устранить повреждение Заменить ФЭУ
3	Грубые погрешности из- мерения. При изъятый кювете отсчет не равен контрольному	Загрязнилось защитное стекло рабочей камеры Питающее напряжение резко вышло за пределы допуска	Промыть стекло спир- том Проверить напряжение и исправность стабилиза- тора напряжения
4	Грубые погрешности из- мерения. При изъятии кюветы отсчет равен контрольному	В ячейке появился пу- зырек воздуха Загрязнились снаружи покровные стекла кю- веты На внутренней поверх- ности покровных стекол появился налет	Удалить воздух из кю- веты Промыть стекла спиртом Сменить стекла
5	Кювета не герметизиру- ется	Вышла из строя уплот- нительная прокладка покровных стекол кю- веты	Сменить прокладку

Блок согласования В 852 (устройства цифровой регистрации УЦР)

1	Не включается УЦР. При нажатии кнопки «сеть» не загорается сигнальный светодиод	Неисправен предохра- нитель Неисправен фотодиод	Заменить предохра- нитель Заменить фотодиод
2	Счетчик номер пробы не устанавливается в «0» или не заносит номер пробы. Машинка печатает номер пробы, не со- ответствующий набран- ному на тумблерном ре- гистре	Неисправен счетчик но- мера пробы Неисправны выходные ключи	Проверить исправность счетчика согласно схеме Проверить исправность ключей
3	При нажатии кнопки «печать» повторение пе- чати устройством ЭУМ-23П не происходит	Неисправен кабель, со- единяющий УЦР с устройством ЭУМ-23П	«Прозвонить» кабель

№ пп	Характер неисправности, ее внешнее проявление	Вероятная причина	Способ устранения
Прибор комбинированный цифровой Ш300 УЦР			
1	При включении прибора в сеть перегорает предохранитель	Короткозамкнутые витки силового трансформатора Пробой диодов выпрямителей, конденсаторов, стабилизаторов	Трансформатор заменить новым или перемотать Заменить неисправные детали
2	Прибор включен, но на отсчетном устройстве нет индикации	Короткое замыкание Перегорел предохранитель Обрыв в кабеле питания Отсутствует анодное напряжение индикаторных ламп	Устранить замыкание Заменить предохранитель Отремонтировать кабель Проверить диод VD7 (A10)
3	Не горит одна из ламп отсчетного устройства	Нет контакта лампы с печатной платой Вышла из строя индикаторная лампа	Проверить пайки Заменить лампу
4	Не горит одна из цифр индикаторной лампы	Вышла из строя микросхема, управляющая зажиганием данной цифры Отсутствие контакта лампы с печатной платой	Заменить микросхему Проверить пайки
5	Показания прибора резко зависят от напряжения питания сети	Неисправны стабилизаторы	Проверить и заменить неисправные детали
6	Прибор не работает в режиме внешнего запуска, при автоматическом запуске работает нормально	Обрыв в цепи кнопки «Дист. пуск» Неисправна кнопка	Проверить соответствующие цепи Заменить кнопку

* Неисправные элементы схем приборов приведены в соответствии с действующими техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации.

Аппаратура и приспособления для выполнения ремонтных работ. Выполнение ремонта средств измерений и автоматизации требует оснащения метрологической службы образцовыми средствами измерений и аппаратурой для поверки, разными приспособлениями и устройствами для проверки и наладки. Средства измерений параметров процессов работают по принципу преобразования значений контролируемой величины первичным измерительным преобразователем в эквивалентные значения электрических величин или давления сжатого воздуха, измеряемые вторичными электрическими или пневматическими приборами. Для поверки таких устройств служат образцовые средства измерения:

мера, измерительный прибор или измерительный преобразователь, утверждаемые в качестве образцовых.

Образцовые средства измерений включают аппаратуру для поверки приборов и устройств с измерительными преобразователями значений измеряемой величины в э ~~PDF Compressor: The Ultimate~~ электрического сопротивления, индуктивности или емкости; аппаратуру для поверки приборов и устройств с электрическими входными и выходными сигналами напряжения и постоянного тока; аппаратуру для поверки приборов и устройств с электрическими частотными входными или выходными сигналами; образцовые приборы для измерения давления и разрежения.

Аппаратура для поверки средств измерений и автоматизации с измерительными преобразователями параметров в электрические величины включает образцовые катушки и магазины сопротивлений, которые служат мерами электрического сопротивления и используются для имитации выходного сопротивления измерительных преобразователей; магазины емкостей, индуктивности и взаимной индуктивности, которые служат мерами емкости, индуктивности и взаимной индуктивности. Последние применяются для поверки дифференциально-трансформаторных приборов; мосты постоянного и переменного тока для измерения электрического сопротивления в цепях постоянного и переменного токов; измерители индуктивностей и емкостей для поверки приборов, работающих в комплекте с дифференциально-трансформаторными, ферродинамическими и емкостными измерительными преобразователями; источники регулируемого напряжения, потенциометры постоянного тока и приборы универсальные измерительные для измерения напряжения и ЭДС, поверки термоэлектрических термометров и автоматических потенциометров, а также получения плавнорегулируемого напряжения постоянного тока; установку для градуировки и поверки электромагнитных расходомеров безжидкостным способом; генераторы стабилизированных частот, частотомеры и осциллографы, которые применяются в качестве источников электрических сигналов разной частоты, для их измерения и визуального наблюдения при поверке средств измерений и автоматизации с частотными входными или выходными сигналами.

Образцовые приборы для измерения давления и разрежения включают: пружинные манометры и вакуумметры классов 0,25 и 0,4 для поверки технических приборов давления и разрежения; грузопоршневые манометры классов 0,05 и 0,2 для поверки пружинных образцовых, контрольных и технических приборов давления и разрежения; жидкостные стеклянные манометры одно- и двухтрубные, микроманометры и компенсационные манометры для поверки приборов небольших давлений и разрежений (напомеры, тягомеры, дифманометры).

Приспособления и устройства для выполнения ремонтных и наладочных работ в условиях завода обеспечивают повышение производительности труда и качества ремонта, снижение трудоемкости обслуживания средств автоматизации. Такие приспособления выпускаются заводами-изготовителями средств измерений и автоматизации, а также предприятиями сахарной промышленности. Приспособления для выполнения ремонтных и наладочных работ включают имитатор для проверки работоспособности и предварительной градуировки рХ-метров; имитатор датчиков электромагнитных расходомеров для проверки вторичных приборов; стенды пневматические стационарные и переносные для проверки средств пневмоавтоматики и герметичности линий связи; пневмозажимы, пневмоштуцеры для подключения средств пневмоавтоматики и накладные колодки для подключения элементов УСЭППА; универсальную установку для проверки электронных средств измерений и автоматизации.

Установка «Поток-5». Предназначена для беспроточной градуировки и поверки электромагнитных расходомеров ИР-51 с диаметрами условного прохода D_y от 100—300 мм класса точности 1 и 4РИМ, 5РИМ с D_y от 100—200 мм класса 1,5 и пределами измерения расхода 32—2500 м³/ч. Установка состоит из преобразователя магнитного поля (ПМП) и преобразователя напряжения «Исток-2М» (ПМ). Основная приведенная погрешность установки не превышает $\pm 0,3\%$ при следующих условиях:

Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5
Относительная влажность, %	30—80
Напряжение питания частотой 50 Гц, В	$220 \pm 4,4$
Электрические и магнитные поля (кроме земного), тряска и вибрация отсутствуют	
Мощность, потребляемая установкой, В·А	Не более 20
Масса, кг	Не более 13

Принцип работы установки заключается в преобразовании магнитного поля датчика расхода ДРИ в электрическое напряжение, равное по своим параметрам (амплитуде, фазе, частоте и форме сигнала) электрическому напряжению, возникающему на электродах датчика при протекании через канал заданного расхода жидкости.

Преобразователь ПМП представляет собой плоскую индукционную катушку, которая с помощью специального каркаса располагается в канале датчика ДРИ поверяемого прибора в плоскости оси канала и линии, соединяющей электроды. Катушка представляет собой двухзаходную спираль, выполненную печатным способом на одной или нескольких платах. Витки катушки расположены по специальному закону (по линиям уровня поверхностной весовой функции), обеспечивающему определенную математическую зависимость между ЭДС, наведенной катушкой,

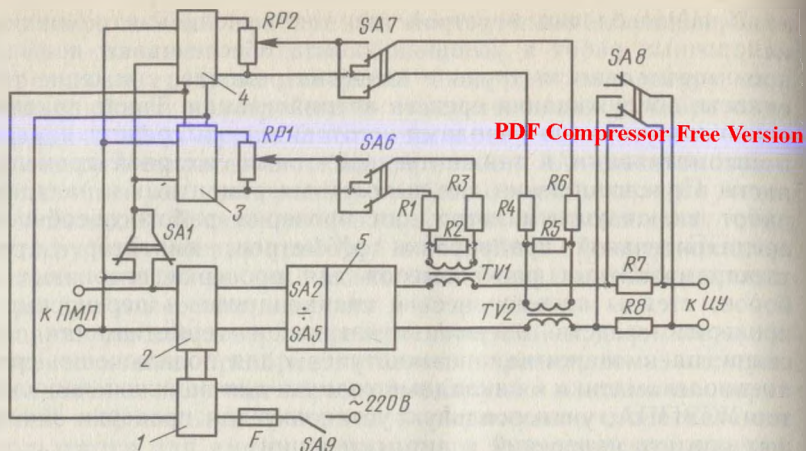


Рис. 3.1. Структурная схема преобразователя ПН установки «Поток-5»: 1 — источник питания; 2 — интегрирующий усилитель; 3, 4 — микросхемы; 5 — микросборка

и сигналом расходомера при заданных геометрических параметрах канала датчика ДРИ.

Преобразователь ПН (рис. 3.1) включает следующие основные узлы: интегрирующий усилитель 2 на микросхеме; четырех-декадный делитель напряжения на двух резисторных микросборках 5 с галетными переключателями SA2 ($\times 0,1$) — SA5 ($\times 0,0001$) («коэффициент передачи») и тумблер SA8 изменения выходного сопротивления преобразователя с помощью резисторов R7, R8; компенсатор помехи, состоящий из тумблера SA1 (компенсация сигнала помехи) и цепей компенсации сигнала помехи по амплитуде (микросхема 3, переменный резистор RP1 «X», тумблер SA6 «X», трансформатор TV1 с резисторами R1, R2, R3) и по фазе (микросхема 4, переменный резистор RP2 «Y», тумблер SA7 «Y», трансформатор TV2 с резисторами R4, R5, R6); стабилизированный источник питания 1 с предохранителем F и тумблером SA9.

Интегрирующий усилитель обеспечивает преобразование сигнала индукционной катушки ПМП в электрическое напряжение, совпадающее по форме и фазе с сигналом, возникающим на электродах датчика ДРИ при прохождении в его канале определенного расхода жидкости.

Регулируемый делитель с помощью галетных переключателей позволяет с точностью до четвертого знака установить коэффициент передачи, определяющий значение выходного напряжения преобразователя ПН в зависимости от заданного предела измерений, диаметра канала датчика ДРИ и значений расчетного пара-

метра ПМП и постоянной преобразователя ПН, указанных в паспорте на установку.

Компенсатор помехи обеспечивает получение на выходе ПН сигнала компенсации помех напряжениями, сдвинутыми относительно друг друга по фазе на 90° . При градуировке и проверке электромагнитных расходомеров на вход преобразователя ПН подключается преобразователь магнитного поля ПМП, а на выход — измерительное устройство ИУ расходомеров; прибор показывающий ППР (расходомеры 4РИМ, 5РИМ) либо измерительное устройство ИУ-51 (расходомер ИР-51).

Универсальная установка конструкции ПО «Укрсахтехэнергоремонт». Установка (рис. 3.2) предназначена для проверки электронных приборов (электронных усилителей, электронных регуляторов, вторичных приборов электромагнитных расходомеров, дифференциальных трансформаторов, вибропреобразователей, транзисторов и реверсивных двигателей), является источником регулируемого постоянного и переменного напряжений в диапазонах $0-0,03$; $0-0,3$; $0-6$; $0-30$ и $0-300$ мВ, а также фиксированных напряжений переменного тока величиной 6,12 и 127 В. Установка состоит из следующих основных узлов: силового трансформатора T , переключателя рода работ $S3$, источника регулируемого напряжения постоянного и переменного тока 5, источника стабилизированного напряжения постоянного тока 4, схемы проверки транзисторов 2, схемы проверки вибропреобразователей 1, милливольтметра переменного тока с высокоомным входом 3, реверсивного двигателя РД-09, дифференциального трансформатора ДТ, переменного резистора $3д$, миллиамперметра $мА$.

Силовой трансформатор T имеет три обмотки:

I — для подключения к сети напряжением 127 (клеммы 1, 2) или 220 В частотой 50 Гц (клеммы 1, 3) и питания сигнальной лампы напряжением 48 В;

II — напряжением 2×6 В для питания первичной обмотки дифференциальных трансформаторов напряжением 12 В и катушки вибропреобразователя напряжением 6 В;

III — напряжением 2×3 В для питания источника стабилизированного напряжения 4 (6 В) и источника регулируемого напряжения 5 (3 В).

Источник 5 регулируемого напряжения $0,03-300$ мВ состоит из потенциометра $R1$, выпрямителя, переключателя $S3$, коммутирующих резисторов, переключателей $S1$ (род напряжений) и $S2$ (полярность или фаза напряжения). Переменное напряжение, снимаемое с потенциометра $R1$, подается на выпрямитель, нагрузкой которого являются миллиамперметр $мА$, подключенный через резистор $R2$, и поля $S3.2$ и $S3.3$ переключателя $S3$.

Для получения регулируемого переменного напряжения $0,03-$

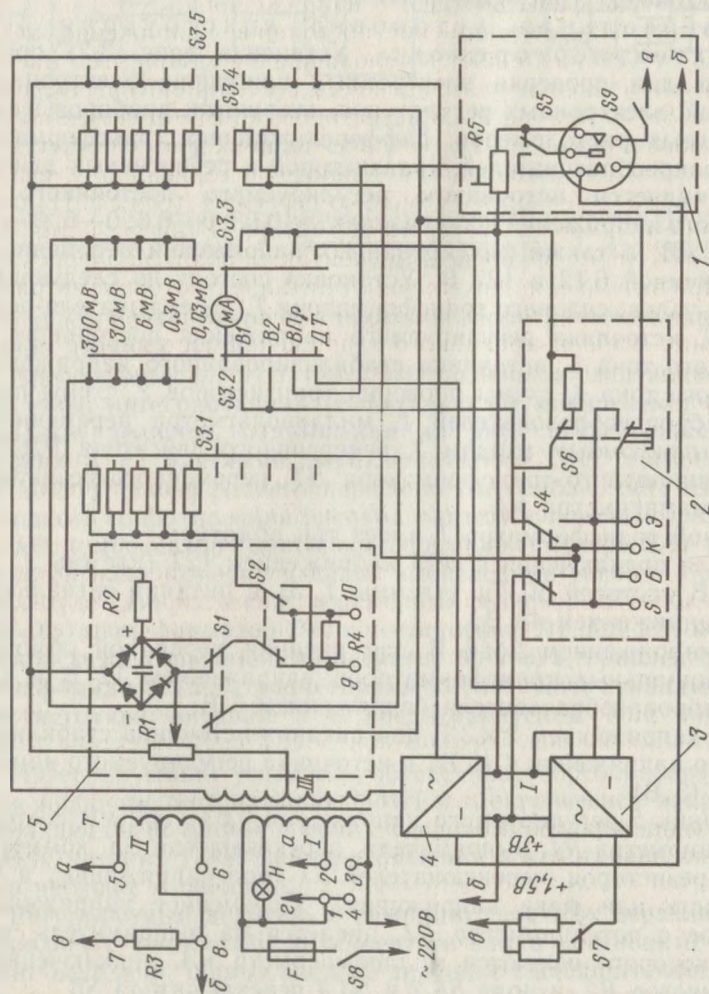


Рис. 3.2. Принципиальная схема универсальной установки ПО «Укрсахтехэнергоремонт» для проверки электронных приборов:

1 — схема проверки вибропреобразователей; 2 — схема проверки транзисторов; 3 — милливольтметр; 4, 5 — источники питания

300 мВ переключатель $S1$ ставят в положение « $\sim$ ». При этом делитель $R1$ нагружается цепочкой, состоящей из переключателей $S1$ и $S2$, выходного резистора $R4$ и резисторов, коммутируемых полями $S3.1$ и $S3.4$ переключателя рода работ $S3$. Размах шкалы миллиамперметра, отградуированного в вольтах, составляет 3 В. Резисторы подобраны так, что если с помощью потенциометра $R1$ прибор установлен на отметку 3 В, то на выходе источника (клеммы 9—10) будет напряжение, соответствующее положению переключателя $S3$ (0,03; 0,3; 6; 30; 300 мВ). Переключатель $S2$ обеспечивает изменение фазы выходного напряжения.

Чтобы получить регулируемое постоянное напряжение, переключатель $S1$ устанавливают в положение «—». При этом на выход выпрямителя подключается цепочка, состоящая из переключателей $S1$ и $S2$, резистора $R4$ и резисторов, коммутируемых полем $S3.1$ переключателя $S3$. Постоянное напряжение снимается с клемм 9—10 и устанавливается аналогично описанному выше. Полярность его изменяется с помощью переключателя $S2$. Подача напряжения с обмотки III трансформатора T на резистор $R1$ производится через закороченные контакты поля $S3.5$ переключателя. При выполнении других работ питание с потенциометра $R1$ снимается путем изменения положения переключателя $S3$.

Источник стабилизированного напряжения постоянного тока 4 предназначен для питания напряжением 1,5 и 3 В цепей милливольтметра 3, схемы проверки транзисторов 2 и схемы проверки вибропреобразователей 1. Источник питается напряжением 6 В, которое снимается с обмотки III трансформатора T и подается через контактное поле $S3.5$ только в случае установки переключателя $S3$ в положение $B1$, $B2$, $ВПр$ и $ДТ$.

Схема проверки транзисторов 2 включает клеммы Э (эмиттер), Б (база), К (коллектор) для их подключения в зависимости от вида перехода (рпр или прп) и миллиамперметр mA , контролирующий коэффициент усиления в положениях переключателя $S3$ « $B1$ » (коэффициент усиления до 50) и « $B2$ » (коэффициент усиления до 250). Переключатель $S4$ обеспечивает подачу напряжения питания на транзистор в зависимости от вида перехода. Кнопка $S6$ при ее нажатии обеспечивает контроль тока коллектора транзистора.

Схема проверки вибропреобразователей состоит из гнезда для их установки, переключателя $S5$ (левый или правый контакты вибропреобразователя), делителя напряжения $R5$, к которому подключается миллиамперметр mA при установке переключателя $S3$ в положение « $ВПр$ ». Напряжение питания катушки вибропреобразователя подается через тумблер $S9$ и выводы a , b . Проверка вибропреобразователя основана на методе омметра, когда о качестве работы контактных пар судят по отклонению стрелки миллиамперметра.

Милливольтметр 3 с высокоомным входом служит для проверки дифференциально-трансформаторных датчиков. При этом первичная обмотка их подключается к клеммам 5—6, а вторичная — к клеммам 7—8 параллельно резистору R_3 . Напряжение со вторичной обмотки дифференциального трансформатора поступает на вход a — b милливольтметра 3, на выход которого в положении ДТ переключателя S_3 подсоединяется милливольтметр mA . Изменяя положение сердечника дифференциального трансформатора, с помощью миллиамперметра снимают его характеристику. Переключатель S_7 обеспечивает подключение к милливольтметру датчиков, имеющих выходное напряжение 600 и 1200 мВ.

Реверсивный двигатель $PД$ служит нагрузкой электронных усилителей, выход которых подключается на клеммы 11—12 (обмотка управления). На вход усилителей подается напряжение с клемм 9—10 установки. Рабочая обмотка двигателя питается напряжением 127 В (выводы g , d), подаваемым с силового трансформатора T . Дифференциально-трансформаторный датчик ДТ (клеммы 13, 14, 15) и задатчик $Зд$ (клеммы 16, 17, 18) предназначены для подключения к измерительному блоку электронных регуляторов при их ремонте и проверке.

Установка питается от сети напряжением 220 В через выключатель S_8 и предохранитель F ; контроль включения осуществляется лампой H .

РЕМОНТ, НАСТРОЙКА И ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Указанные работы выполняют в лаборатории метрологической службы завода, оснащенной необходимыми установками, оборудованием, приборами и приспособлениями. К производству работ привлекают наиболее подготовленных специалистов из числа обслуживающего персонала. Обязательными условиями допуска к ремонтно-настроечным работам являются знание техники безопасности выполнения работ, наличие исправного инструмента, приспособлений и оборудования, а также технической и нормативной документации.

Датчики давления и уровня. К ним относятся манометры (вакуумметры), дифманометры, напоромеры, уровнемеры. В распространенных на заводах дифманометрах ДМ и 1ЗДД11 чувствительным элементом является мембранный блок.

Для приборов ДМ характерны следующие неисправности: негерметичность запорных вентилях, засорение отверстий, подводящих давление к камерам, вытекание жидкости из мембранного блока, затирание сердечника дифференциального трансформатора внутри разделительной трубки. Негерметичность запор-

ных вентилях устраняют подтягиванием сальниковой набивки с помощью накидных гаек или заменяют ее набивкой типа АПП или АПС ШАУ-40-МХП. Если засорены отверстия и каналы в дифманометрах, то при слегка отвернутых игольчатых пробках вытекание жидкости из корпуса должно быстро прекратиться. Для прочистки дифманометра открывают его плюсовой и минусовый вентили и соответствующие им пробки камер и продувают прибор воздухом или неагрессивной жидкостью под давлением, не превышающим предельно допустимого рабочего давления.

При вытекании жидкости из мембранного блока прибор либо совсем не реагирует на изменение перепада давления, либо при предельном перепаде стрелка вторичного прибора значительно не доходит до максимальной отметки шкалы. Чтобы установить факт утечки жидкости из мембранного блока, снимают колпак дифференциального трансформатора, сам трансформатор, разделительную трубку и специальным ключом отворачивают гайку сердечника, накрученную на ниппель верхней мембраны. На эту мембрану устанавливают стрелочный индикатор перемещения и в плюсовой камере дифманометра плавно увеличивают давление до тех пор, пока движение стрелки индикатора не прекратится или резко не замедлится. Если это произойдет при давлении, меньшем предельного перепада, значит, жидкость частично или полностью вытекла, и блок следует заполнить жидкостью или заменить.

Механически исправный блок заполняют в емкости с жидкостью. Из каждого полуэлемента удаляют воздух путем легкого неоднократного нажатия на мембрану, которое производят до прекращения появления газовых пузырей. Затем минусовый полуэлемент с помощью специального приспособления, похожего на съемник, несколько растягивают, что приводит к некоторому увеличению количества жидкости в его объеме. Далее плюсовой полуэлемент вкручивают в корпус блока и затягивают гаечным ключом. Съемник удаляют, давление в полуэлементах выравнивается; операция по заполнению мембранного блока считается оконченной, и он извлекается из емкости для установки в измерительную камеру дифманометра. После установки нового блока и сборки прибор испытывают на механическую прочность и герметичность.

Герметичность дифманометра проверяют максимальным рабочим перепадом давления с выдержкой 10 мин. При этом показания контрольного манометра не должны изменяться. Далее производят тарировку дифманометра совместно со вторичным прибором. Большая вариация показаний вторичного прибора свидетельствует о затирании сердечника дифференциального трансформатора внутри разделительной трубки. В этом случае ее снимают и устраняют причину затирания. Регулировка прибора заклю-

чается в установке нулевого значения сигнала путем перемещения катушки дифференциального трансформатора относительно сердечника.

Основные виды ремонта дифманометра 13ДД11 включают герметизацию соединений измерительной блока, герметизацию сальниковых уплотнений запорных вентилей, чистку сопла и постоянного дросселя, очистку измерительных полостей прибора, герметизацию мембранного блока и заполнение его жидкостью, переградуировку на новый диапазон измерения.

Герметизацию сальниковых уплотнений производят изложенным выше методом; герметизацию соединений измерительной системы осуществляют резиновыми уплотнительными кольцами, а в мембранном блоке — шариковым клапаном. Засорение сопла и постоянного дросселя пневмореле устраняют прочисткой с помощью иглы. Для продувания и промывания измерительных камер отворачивают четыре пробки, в две верхние подают воздух или дистиллированную воду, а через две нижние осуществляют продувание.

В условиях завода двухмембранный измерительный блок дифманометра заполнен водоглицериновым раствором (60 % дистиллированной воды и 40 % глицерина по массе). Раствор заливают через специальное отверстие в предварительно вакуумированную до 1,35 Па полость под давлением 270—405 Па. После заполнения внутреннюю полость блока герметично запирают шариковым клапаном, затягивая стопорный винт. Дифманометры 13ДД11 выпускаются с отдельными мембранными блоками на перепады давления в диапазоне от 6,3 до 25 кПа и от 40 до 160 кПа и сильфоном обратной связи диаметром 34 мм. Переградуировку прибора на новый предел измерения в рамках диапазона производят изменением передаточного отношения кинематики пневмопреобразователя путем смещения узла сильфона обратной связи. При настройке прибора на больший по сравнению с существующим перепад узел обратной связи следует переместить вдоль рычага в направлении индикатора рассогласования, при настройке на меньший перепад — в направлении измерительного блока.

Датчики давления системы ГСП электрические и пневматические состоят из силового преобразователя с усилителем и измерительного блока. Последний унифицирован независимо от ветви ГСП и выпускается в виде мембран, сильфонов и трубчатых пружин. Манометры и напорометры имеют чувствительные элементы в виде сильфонов и трубок, а дифманометры — в виде мембран и сильфонных блоков. Измерительные блоки датчиков унифицированы и зачастую различаются только размерами или расположением чувствительного элемента. Во всех датчиках, используемых в сахарной промышленности, узел чувствительного

элемента закрепляется непосредственно на Т-образном кронштейне силового преобразователя или через дополнительный рычаг. В качестве чувствительного элемента для большинства типов датчиков используются сильфоны с эффективной площадью 0,4; 2; 10; 25 и 81 см² и одновитковая трубчатая пружина (манометр пружинный МП). Для узкопределельных манометров применяются сильфоны с эффективной площадью 0,06; 0,16; 0,4; 1 и 2 см².

Измерительный сильфонный блок состоит из плюсового и минусового сильфонов, а также сильфона температурной компенсации. Последний для всех дифманометров, кроме ДС-ПЗ (ДС-ЭЗ), имеет в 2 раза больший диаметр, чем у рабочих сильфонов. Внутренняя полость их заполняется смесью воды (60 %) и глицерина (40 % по массе), дистиллированной водой или кремний-органической жидкостью вязкостью $(4-6) \cdot 10^{-6}$ м²/с. Чувствительным элементом мембранного дифманометра является вертикально расположенная резино-тканевая маслостойкая мембрана диаметром 265 мм, рассчитанная на перепад давления 100—1000 Па, и диаметром 130 мм на перепад 1—6,3 кПа.

Силовые преобразователи датчиков также унифицированы и в зависимости от ветви ГСП имеют стандартные выходные сигналы: пневматический — давление 0,02—0,1 МПа, электрический — постоянный ток силой 0—20, 0—5 мА.

В силовом преобразователе пневматической ветви ГСП пневмоусилитель установлен в его корпусе, в приборе электрической ветви усилитель УП-20 размещен вне датчика. Электропреобразователи выпускаются с линейной и квадратичной зависимостью выходного сигнала от перепада давления. В первом случае силовое устройство обратной связи использует магнитоэлектрический механизм взаимодействия (постоянный магнит — подвижная рамка с током), а во втором — ферродинамический (неподвижная катушка с постоянным током — ферромагнитный сердечник).

Ремонт датчиков давления заключается в замене чувствительного элемента, если он вышел из строя, ремонте силового преобразователя, стеновой наладке или переградуировке прибора на другой предел измерения, а затем поверке. В измерительной части дифманометров ГСП возможны те же неисправности, что и для приборов типа 1ЗДД11.

Уровнемеры буйковые типа УБ, как датчики с унифицированным сигналом, имеют характерные неисправности, связанные с работой силовых преобразователей, а также чувствительного элемента и узла рычажного вывода измеряемого усилия из полости рабочего давления. Чувствительный элемент — буюк имеет различные размеры и массу в зависимости от предельного значения измеряемого уровня.

Буюк контролируют по состоянию поверхности, наличию вмя-

тин, массе и размерам. Причем фактический диаметр буйка определяют как среднее арифметическое результатов измерений, проводимых в трех местах его длины, если она менее 1600 мм, или трех местах каждой секции, если длина буйка больше 1600 мм, посередине и на расстоянии 0,1 длины секции от PDF Compressor Free Version

речение диаметра производят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Характерные неисправности силового преобразователя аналогичны описанным выше, однако имеют некоторые специфичные для этого типа датчиков неполадки, в частности трение груза о колпак, касание рычагом демпфера кожуха преобразователя. Первая устраняется перемещением рычага вокруг резьбового соединения его с колодкой, вторая — регулировкой узла передачи движения поршню демпфера. Силовой преобразователь регулируют по стандартной методике. Следует отметить, что любые регулировки датчика необходимо выполнять осторожно, чтобы не повредить пластинчатые пружины. Рекомендуется арретировать преобразователь в период выполнения работ, связанных с затяжкой гаек, поворотом рычага с грузом и т. п.

После ремонта или перестройки при необходимости датчика давления ГСП на другой диапазон измерения производят его настройку и поверку. Работу выполняют в лаборатории метрологической службы завода на стенде с необходимыми приспособлениями, контрольными и образцовыми приборами. При этом производят настройку на рабочее избыточное давление (для дифманометров) и заданные пределы измерений, а затем поверку.

Перед настройкой следует убедиться в полной исправности узлов датчика и линий связи с источником питания, источником входного сигнала, а также приемником входного сигнала. Демпфирующее устройство заполняют жидкостью ПМС вязкостью 0,015—0,03 м²/с на ²/3 объема, а между поршнем и стаканом устанавливают радиальный зазор 0,3—0,7 мм.

Настройку на рабочее избыточное давление производят после тщательного заполнения измерительных камер жидкостью. Уравнительный вентиль вентильной головки открывают. В процессе настройки давление медленно подают через плюсовой вентиль, а сбрасывают — через минусовый. Перед настройкой при нулевом значении измеряемого перепада давления устанавливают нулевое значение выходного сигнала. В камеры датчика одновременно медленно и плавно подают давление, равное предельно допустимому рабочему избыточному давлению, а затем также снижают его до нуля. При этом для сильфонных дифманометров изменение выходного сигнала δ_s (в % диапазона его изменения)

$$\delta_s = C(p_{\text{раб}}/\Delta p_{\text{макс}}),$$

где C — постоянный коэффициент, равный $6,3 \cdot 10^{-4}$ для ДС-П/Э/3; $40 \cdot 10^{-4}$ — для ДС-П/Э/4; $160 \cdot 10^{-4}$ — для ДС-П/Э/5; $p_{\text{раб}}$ — рабочее избыточное давление, МПа; $\Delta p_{\text{макс}}$ — предельный номинальный перепад давления, МПа.

Для мембранных дифманометров $\delta_s = 1\%$ его верхнего предельного значения только при повышении или только при снижении давления. Если при подаче давления изменение выходного сигнала выходит из допустимого диапазона, приступают к настройке датчика путем совмещения в одной плоскости лент узла вывода рычага, передающего сигнал от измерительного блока к силовому преобразователю. Конструкция вывода обеспечивает возможность поворота рычага с траверсой относительно условной оси, образованной пересечением плоскостей, в которых расположены мембрана и ленты, путем перемещения их концов с помощью резьбовых пробок, удерживающих эти концы.

Если выходной сигнал приборов типа ДС при увеличении рабочего давления уменьшается, то пробки со стороны плюсовой камеры ослабляют, а пробки со стороны минусовой камеры поджимают. Если выходной сигнал увеличивается, пробки со стороны минусовой камеры ослабляют, а со стороны плюсовой камеры поджимают. В дифманометрах типа ДМ в первом случае ослабляют пробки, расположенные ближе к корпусу измерительного блока датчика, и поджимают дальние, во втором случае наоборот.

Пробки каждой ленты перемещают строго параллельно на одну и ту же величину. Операцию настройки повторяют до тех пор, пока вариация выходного давления не будет превышать допустимой величины. После сброса рабочего давления до атмосферного производят установку нулевого значения выходной величины корректором нуля. Настройку датчиков на заданные пределы измерений осуществляют при снятой крышке преобразователя. Прежде всего контролируют выходной сигнал, соответствующий нулевому или начальному значению измеряемого давления путем поворота винта корректора нуля. Величину выходного сигнала датчиков рассчитывают по соответствующим формулам. Следует отметить, что для дифманометров электрических с квадратичной зависимостью между выходным и входным сигналами при перепаде давления $\Delta p = 0$ выходной токовый сигнал находится в пределах $0,3$ — $1,2$ мА. Далее в чувствительный элемент датчика в плюсовую камеру дифманометра подают давление, равное верхнему предельному значению измеряемой величины или перепаду для дифманометров. Выходной сигнал устанавливается равным верхнему значению стандартного сигнала.

В случае, если выходной сигнал датчика выходит за пределы допустимого значения, диапазон измерений настраивают путем перемещения подвижной опоры вдоль вертикального плеча Г-образного рычага вверх, если выходной сигнал больше, и вниз, если выходной сигнал меньше. При этом вначале производят

грубую настройку перемещением всего узла подвижной опоры, а затем точную — вращением кольца относительно втулки. После установки выходного сигнала проверяют его величину при нулевом значении входного сигнала. Эти операции повторяют до тех пор, пока выходные сигналы, соответствующие PDF Сопровождение Fire Virelon му предельному значению измеряемого давления, не будут установлены в заданных пределах.

Проверку основной погрешности датчиков (поверку) производят ежегодно, а также после ремонта и перетарировки в соответствии с ГОСТ 8.053—73 и 8.092—73. Поверка датчиков включает внешний осмотр, проверку герметичности и определение погрешности выходных сигналов. Внешним осмотром устанавливают отсутствие дефектов, ухудшающих внешний вид приборов, наличие соответствующих защитных покрытий и арретира.

При поверке необходимо соблюдать следующие условия: установка датчика на стенде в рабочее положение, указанное в инструкции завода-изготовителя; выдержка прибора при температуре окружающей среды 20 ± 3 °С не менее 6 ч; соответствие температуры среды в чувствительном элементе температуре окружающей среды; питание прибора в соответствии с его техническими характеристиками; отсутствие тряски и вибрации.

Датчики с верхним пределом измерения менее 0,4 МПа проверяют только пневматическим давлением. При поверке используют контрольные (образцовые) поверочные средства измерений, погрешности которых удовлетворяют требованию:

$$\left(\frac{\Delta_1}{p_n} + \frac{\Delta_2}{A} \right) \cdot 100 \leq 0,25\delta,$$

где Δ_1 — абсолютное значение погрешности в контролируемой точке образцового (контрольного) прибора, по которому задается входное давление, единицы давления; p_n — верхнее предельное значение измеряемого давления, единицы давления; Δ_2 — абсолютное значение погрешности в контролируемой точке образцового (контрольного) прибора, по которому проверяют выходной сигнал (выражают в тех же единицах, что и величину A); A — величина диапазона изменения выходного сигнала, единицы давления или силы тока; δ — значение предельно допустимой основной погрешности поверяемого прибора на контролируемой точке, % верхнего предела измерений.

Основная погрешность и диапазон изменения выходного сигнала определяют при изменении входного давления от нуля до верхнего предела измерения, выдержке при предельном давлении в течение 5 мин и плавном снижении давления до нуля. Поверку осуществляют на пяти-шести точках измеряемого параметра, в том числе на начальной, конечной, и трех-четырех промежуточных точках при прямом и обратном ходах. Метод поверки показаний датчиков основан на сравнении величины давления, измеряемого образцовым и поверяемым приборами в контрольных точках диапазона 0, 30 (40), 50, 60 (70), 80 и 100 % его верхнего

значения. Показания контрольного прибора при поверке дифманометров-расходомеров с унифицированными выходными сигналами должны соответствовать расчетным.

Погрешность приборов, не имеющих отсчетных устройств и снабженных преобразователями с унифицированными выходными сигналами, определяют двумя способами: по расчетной величине выходного сигнала, по номинальной величине входного сигнала. В первом случае по одному образцовому прибору устанавливают на выходе датчика расчетную величину выходного сигнала, определенную по соответствующим формулам, а другим образцовым прибором измеряют величину входного сигнала. Во втором случае устанавливают номинальное значение величины входного сигнала по одному образцовому прибору, а по другому измеряют величину выходного сигнала.

Для приборов пневматической ветви ГСП основная погрешность определяется по следующим формулам:

прямой ход

$$\delta_{\text{вх}} = \delta_{\text{вых}} = 125C(p_{\text{вых}} - p_p);$$

обратный ход

$$\delta'_{\text{вх}} = \delta'_{\text{вых}} = 125C(p'_{\text{вых}} - p'_p),$$

где $p_{\text{вых}}$, $p'_{\text{вых}}$ — действительное значение выходного сигнала при входном давлении $p_{\text{вх}}$ при прямом и обратном ходах, МПа; C — коэффициент, равный 1 для всех датчиков, кроме узкопредельных манометров; p_p — расчетное значение выходного сигнала при давлении $p_{\text{вх}}$, МПа.

Для приборов электрической ветви ГСП основная погрешность определяется по формулам

прямой ход

$$\delta_{\text{вх}} = \delta_{\text{вых}} = 100 \cdot \frac{I - I_p}{I_{\text{макс}}};$$

обратный ход

$$\delta'_{\text{вх}} = \delta'_{\text{вых}} = 100 \cdot \frac{I' - I_p}{I_{\text{макс}}},$$

где I , I' — действительное значение выходного сигнала при входном сигнале $p_{\text{вх}}$ при прямом и обратном ходах, мА; I_p — расчетное значение выходного сигнала при входном сигнале $p_{\text{вх}}$, мА; $I_{\text{макс}}$ — выходной сигнал, соответствующий верхнему пределу измерения прибора, мА.

Абсолютное значение основной погрешности $[\delta]$ не должно превышать следующих величин:

для датчиков давления, перепадомеров и уровнемеров

$$[\delta_{\text{вх}}] = [\delta_{\text{вых}}] \leq \pm K;$$

для дифманометров-расходомеров

$$[\delta_{\text{вх}}] = [\delta_{\text{вых}}] \leq \pm 2\sqrt{\Delta p / \Delta p_{\text{макс}}} K = 2(N/N_{\text{макс}}) K,$$

где Δp — перепад давления, соответствующий измеряемому расходу N , МПа (кгс/см²) или кПа; $\Delta p_{\text{макс}}$ — предельный номинальный перепад давления, соответствующий верхнему пределу измерения расхода $N_{\text{макс}}$, МПа или кПа; K — класс точности прибора, %.

PDF Compressor Free Version

Основная погрешность расходомеров δ_N также выражается в процентах к верхнему пределу измеряемой величины и определяется по формулам:

прямой ход

$$\delta_N = (N_{\text{макс}}/2N)\delta_{\text{вх}} = 1/2\sqrt{\Delta p_{\text{макс}}/\Delta p}\delta_{\text{вх}};$$

обратный ход

$$\delta'_N = (N_{\text{макс}}/2N)\delta'_{\text{вх}} = 1/2\sqrt{\Delta p_{\text{макс}}/\Delta p}\delta'_{\text{вх}}.$$

При проверке определяют вариацию $\delta_{\text{в}}$ показаний выходного сигнала, т. е. наибольшую разность между значениями основной погрешности при прямом и обратном ходах измерений, выражаемую в процентах диапазона изменения выходного сигнала по формулам:

для пневматических датчиков

$$\delta_{\text{в}} = 125(p_{\text{вых}} - p'_{\text{вых}});$$

для электрических датчиков

$$\delta_{\text{в}} = 100 \cdot (I - I')/I_{\text{макс}}.$$

Вариация не должна превышать абсолютной величины допустимой основной погрешности.

Настройку и поверку уровнемеров УБ осуществляют на специальной лабораторной установке мокрым или сухим методом. В установке при поверке уровнемера мокрым методом в качестве модельной жидкости используют воду, погружение буйка в жидкость контролируют с помощью водоуказательной стеклянной трубки и мерной линейки. При такой настройке не учитывают плотность рабочей жидкости, а поэтому предпочтение обычно отдают установке с сухим методом работы. Здесь вместо буйка на рычаг прибора подвешивают груз, массу которого определяют как разность между массой буйка и массой выталкивающей его жидкости. Этот метод позволяет учитывать плотность контролируемой среды через выталкивающую силу путем расчета массы груза. Поверку прибора производят на точках 0, 20, 40, 60, 80 и 100 % шкалы. При этом предел основной погрешности, определяемый по образцовому манометру, не должен превышать паспортной величины $\pm 0,6$ или ± 1 %.

Пневматические регуляторы системы «СТАРТ». Рассмотрим порядок обнаружения неполадок, ремонта и проверки пневматических регуляторов системы «СТАРТ» на примере регулятора ПР3.31*. Для выполнения этих работ требуется пневматический испытательный стенд с тремя образцовыми манометрами, рассчитанный на предел измерения 0,16 МПа с числом больших делений 100, и переходный штуцер под ножку пятимембранного элемента. Схема для проверки включает замкнутый «на себя» регулятор и два контрольных манометра. Переключатель фазировки регулятора устанавливают в положение «обратный». На клемму «задание» подают давление $p_{зд}$ через редуктор, которое контролируется одним из манометров. Выход регулятора $p_{вых}$ заводится на клемму «переменная» и контролируется другим манометром.

Если регулятор «прямой», то клеммы «переменная» и «задание» меняют местами. Для контроля схемы регулятора используют манометр с переходным штуцером. Ниже перечислены возможные неисправности регулятора ПР3.31 и способы их устранения.

1. Отсутствует сигнал на выходе регулятора. При этом возможны прилипание мембраны к соплу питания пятимембранного элемента сравнения I, засорение дросселей XIII (время интегрирования) или X либо утечка воздуха после них, неисправность усилителя мощности VII или выключающих реле IX, XIV. Устранение указанной неисправности начинается с измерения давления p_n в пневмоемкости XII. Если давление отсутствует, последовательно проверяют выходной сигнал после элемента сравнения I, перед дросселем XIII и после дросселя X. Наличие или отсутствие сигнала указывает на состояние элемента сравнения I, выключающих реле IX и XIV, дросселей X, XIII, а также герметичность пневмолинии после них. Неисправные элементы снимают и ревизуют. Если давление в пневмоемкости XII имеется, то последовательно проверяют наличие пневмосигнала после элемента сравнения VI, усилителя VIII и выключающего реле IX. Неисправные элементы снимают и ревизуют.

2. Выходной сигнал регулятора максимальный. При этом засорены ножки сброса воздуха в атмосферу у элементов сравнения I, VI или неисправен усилитель мощности VIII. Неисправный элемент определяют путем разгерметизации соответствующих пневмолиний. Если выходной сигнал регулятора уменьшается при разгерметизации пневмоемкости, то неисправен элемент сравнения I; при разгерметизации входа на усилитель мощно-

* См. Устройство регулирующее пневматическое пропорционально-интегральное с линейными статическими характеристиками.

сти VIII — неисправен другой элемент VI. Когда обе указанные операции не дают результата, то неисправен усилитель мощности VIII.

3. Контрольная точка регулятора смещена. Такая неисправность возникает в результате нарушения герметичности линии связи на участках между входными клеммами «переменная» и «задание» и камерами элемента сравнения I; нарушения герметичности линий обвязки регулятора; расстройки элемента сравнения I.

Нарушение герметичности линий связи в местах крепления элемента сравнения I к плате, а также линий обвязки устанавливают с помощью мыльного раствора. Если контрольная точка смещена из-за нарушения герметичности, то величина смещения зависит от давления задания $p_{зд}$. Постоянство смещения указывает на расстройку элемента сравнения I, который снимают и настраивают в режиме сравнения.

4. Контрольная точка регулятора устанавливается в диапазоне изменения задания от 20 до 60—70 кПа. Указанная неисправность характеризуется тем, что выходной сигнал регулятора не увеличивается, хотя давление задания поднимается выше 60—70 кПа. Наиболее вероятная причина этой неисправности связана с засорением дросселя-демпфера ПД₁ в линии обратной связи (камера В) элемента VIII. Неисправность обнаруживают измерением давления $p_{и}$ в емкости XII при равновесии регулятора. Если $p_{и} = 2p_{вых}$, то дроссель снимают и прочищают.

5. Скорость выравнивания давлений не зависит от положения дросселя «время интегрирования» $T_{и}$. Причиной неисправности является ослабление винтов крепления головок переменных дросселей II, V, XIII или засорение постоянных дросселей III, IV сумматоров. Если винты затянуты жестко, неисправность устраняют путем прочистки постоянных делителей.

6. Выходной сигнал регулятора постепенно увеличивается при установке $T_{и} = \infty$ и изменении величины сигнала задания $p_{зд}$. Неисправность связана с неполным закрытием дросселя XIII на отметке ∞ и устраняется путем вращения винта регулировки профиля пластины переменного сопротивления на этой отметке до прекращения роста $p_{вых}$.

7. Выходной сигнал регулятора уменьшается при закрытии дросселя «время интегрирования». Эта неисправность объясняется нарушением герметичности дросселя или линии связи после него и устраняется ликвидацией утечек воздуха на участке.

8. Выходной сигнал регулятора продолжает медленно уменьшаться после резкого изменения до 50—30 делений, что объясняется негерметичностью нормально открытого контакта, выключающего реле IX в пневмоцепи между выходом регулятора и пневмодатчиком XII. При этом реле снимают и ревизуют.

9. При изменении диапазона пропорциональности с 2 до 3000 % изменения выходного сигнала не укладываются в допуск. Подобная неисправность связана с нарушением герметичности пневмолиний в цепи обратной связи элементов сравнения I, VI, утечек воздуха через сумматоры II—III, VI—V, а также с расстройкой элементов сравнения. Если линии герметичны, то утечка в сумматоре происходит через прокладку постоянного дросселя, что проверяется при снятой головке переменного дросселя. В случае, когда изложенные операции не устраняют неисправности, необходимо настроить элементы сравнения, для чего устанавливают, какой элемент расстроен.

При этом на регуляторе устанавливают $ДД=40\%$ и $T_n=0,05$ мин и измеряют давление p_n в пневмоемкости XII, которое отличается от величины выходного сигнала $p_{вых}$. Затем плавное изменяют величину $ДД$ от 40 до 3000 %. Давление p_n будет изменяться, и разность p_n и $p_{вых}$ уменьшается. Если при $ДД=3000\%$ $p_n=p_{вых}$, снимают и настраивают элемент сравнения I. Когда же $p_n \neq p_{вых}$, снимают и настраивают другой элемент сравнения VI.

10. При изменении предела пропорциональности с 3000 до 100 % и с 100 до 2 % на некоторых участках шкалы диапазона разность $p_{зд}$ и $p_{вых}$ увеличивается. Это объясняется неправильной регулировкой профиля пружины переменных дросселей II, V сумматоров. Провал характеристики дросселя устраняют регулировочными винтами таким образом, что с изменением $ДД$ от 3000 до 2 % разность $p_{зд}$ и $p_{вых}$ плавно уменьшалась. При этом нарушается заводская настройка диапазона пропорциональности на оцифрованных точках шкалы, однако гарантия того, что значение $ДД$ между двумя оцифрованными точками будет больше меньшего и меньше большего значений, остается.

Отремонтированный, исправный регулятор должен удовлетворять следующим пунктам проверки:

1. Проверка контрольной точки. На регуляторе устанавливают диапазон пропорциональности 3000 % и время интегрирования $T_n=0,05$ мин. Редуктором изменяют давление $p_{зд}$ в диапазоне 12,5—62,5 делений. Давление выхода $p_{вых}$ всегда должно устанавливаться равным $p_{зд}$ с допуском 0,8 кПа (0,5 деления по манометру).

2. Проверка работы дросселя «время интегрирования». Продолжают то же, что в п. 1 при $T_n=0,05$ мин, затем при $T_n=1$ мин и $T_n=\infty$. При увеличении времени интегрирования скорость отработки $p_{вых}=p_{зд}$ должна уменьшаться. Устанавливают $p_{зд}=40$ делениям при $T_n=0,05$ мин и $ДД=3000\%$. После того как регулятор уравновесится, выставляют $T_n=\infty$ и изменяют задание до 60 делений. Давление на выходе должно увеличиться на 2—3 деления и оставаться неизменным.

3. Проверка герметичности пневмотрассы после дросселя T_n . Устанавливают $p_{зд}=60$ делениям при $T_n=0,05$ и $ДД=3000\%$. После отработки регулятором $p_{вых}=60$ делениям устанавливают $T_n=\infty$. Давление $p_{вых}$ должно оставаться неизменным во времени. Устанавливают $ДД=100\%$ и изменяют $p_{зд}$ на 20 делений. Давление $p_{вых}$ должно резко измениться до 30—50 делений, а затем оставаться неизменным.

4. Проверка постоянства $p_{вых}$ уравновешенного регулятора при изменении диапазона пропорциональности, если $T_n=\infty$. Устанавливают $T_n=0,05$ мин, $ДД=40\%$. Задатчиком подается давление $p_{зд}=35$ делениям. После обработки регулятором $p_{вых}=35$ делениям устанавливают $T_n=\infty$. Изменяют диапазон пропорциональности в пределах 2—100—3000%. Изменение давления выхода не должно превышать трех делений.

5. Проверка дросселя «диапазон пропорциональности». Устанавливают на регуляторе $T_n=0,05$ мин, $ДД=3000\%$. Подают $p_{зд}=35$ делениям. После отработки $p_{вых}=35$ делениям устанавливают $T_n=\infty$. Изменяют давление задания до $p_{зд}=50$ делениям. Давление $p_{вых}$ должно измениться незначительно (не более чем на 1,5—2 деления). Постепенно уменьшают диапазон пропорциональности с 3000 до 2% и контролируют $p_{вых}$. Давление $p_{вых}$ должно только возрастать, а разница показаний манометров уменьшаться. При $ДД=2\%$ $p_{вых}=p_{зд}=50$ делениям. Переменный дроссель диапазона пропорциональности не должен иметь участков, на которых давление выхода уменьшалось бы.

6. Проверка отключения регулятора выключающим реле. Устанавливают на регуляторе $ДД=2\%$, $T_n=0,05$ мин и подают давление $p_{зд}=35$ делениям. После того как регулятор уравновесится, подают на клемму «выключающее реле» давление 0,14 МПа. Изменяют $p_{зд}$ в пределах 12,5—62,5 деления. Давление $p_{вых}$ должно оставаться неизменным. Снимают давление с клеммы выключающего реле при $p_{зд}=12,5$ деления. Регулятор должен отработать $p_{вых}=12,5$ деления.

Примечания: 1. Величина давления приводится в делениях контрольного манометра с пределом измерения 0,16 МПа и числом делений 100. 2. На регуляторах, имеющих $ДД_{\max}<3000\%$, все пункты проверки, где указано 3000%, делаются при $ДД_{\max}$.

ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Обслуживание действующих систем автоматического управления технологическими процессами включает автономную наладку средств автоматизации, пуск и комплексную наладку систем управления одновременно с началом переработки сахаросодержащего сырья и поддержание их в рабочем состоянии в течение сезона.

Пуск и наладку средств автоматизации и систем управления начинают на «холодной» и «горячей» пробах завода и заканчивают одновременно с пропуском всех технологических станций. Перед началом работ средства измерений и автоматизации устанавливают на рабочие места в щиты, подключают линии связи и проверяют наличие электроэнергии и сжатого воздуха для питания приборов. Так как система централизованного воздухообеспечения ремонтируется службой главного механика, специалисты метрологической службы обязаны оценить качество воздуха перед установкой воздухоочистки для систем управления, открыть продувочную арматуру на воздухопроводах и коллекторах в щитах управления, а затем продуть их в течение 15—30 мин в целях удаления масла, воды, шлама и пыли. По окончании этой операции выставляют требуемое давление в коллекторах питания щитов и других средств пневмоавтоматики. Далее производят включение и автономную наладку средств измерения и исполнительных устройств. Большинство измерительных приборов после лабораторной настройки и поверки не требуют дополнительной наладки (пневматические приборы системы «Старт», автоматические мосты и потенциометры, милливольтметры), другие, особенно вновь установленные логометры и мосты, требуют подгонки линий связи, а некоторые (электромагнитные расходомеры, дозаторы, рН-метры) требуют обязательной настройки на объекте. Ряд средств измерений — приборы состава и свойств веществ (рН-метры, газоанализаторы, плотномеры) окончательно отлаживают только с пуском завода.

Дозаторы известкового молока ПРУ-3, ПРУ-6. Эти приборы настраивают в период «холодной» пробы на воде. При этом регулируют максимальный расход жидкости в дозатор, рабочий ход регулирующего клапана дозатора и пневматический преобразователь уровня жидкости перед диафрагмой пропорционального слива в пропорциональный пневматический сигнал. Максимальный расход жидкости из мешалки в дозатор устанавливают по заполнению сечения диафрагмы с помощью задвижки на трубопроводе между ними при условии, что вода из мешалки удаляется по чересной коммуникации в известковое отделение; давление питания в позиционер отключено, а регулирующий клапан дозатора закрыт. Затем с помощью ручного дублера на исполнительном механизме клапан плавно открывают и уровень жидкости перед диафрагмой опускают ниже нижней кромки щели, фиксируя ход клапана. Далее на позиционер подают давление питания и командный сигнал величиной 100 кПа от задатчика вторичного прибора расходомера известкового молока. Затем, изменяя сигнал в пределах 20—100 кПа игольчатым клапаном

позиционер, путем изменения числа рабочих витков пружины и ее начального натяжения, отрегулировывают установленный ранее ход клапана. Игольчатый клапан закрывают и, пользуясь задатчиком вторичного прибора, осуществляют дистанционное управление дозатором, контролируют расход жидкости перед диафрагмой, особенно в крайних положениях клапана.

Градуировку расходомера выполняют путем настройки преобразователя угла поворота рычага поплавкового уровнемера в стандартный пневматический сигнал при нулевом и максимальном расходе жидкости. Нулевой расход соответствует уровню жидкости по нижней кромке щели, максимальный — по ее верхней отметке, что эквивалентно подъему поплавка на 400 мм. Дозатор дополнительно подстраивают с началом работы на известковом молоке. При этом уточняют максимальный расход жидкости в него и корректируют «нуль» расходомера с учетом фактической плотности известкового молока.

Расходомеры электромагнитные 4РИМ (5РИМ). Приборы устанавливают на место накануне «холодной» пробы. Датчик ДРИ размещают по стрелке на корпусе в направлении потока жидкости, подключают питание и сигнальный кабель РД-75-3-11, тщательно заземляют. Вторичный прибор ППР и соединительное устройство УС-1 устанавливают на щит, подключают, проверяют правильность соединения комплекта, заполняют преобразователь водой и включают питание 220 В. Спустя 2 ч после прогрева расходомера проверяют установку нуля прибора ППР нажатием кнопки КН2 блока усиления. Указатель ППР должен установиться на нулевую отметку шкалы. В противном случае производят регулировку нулевой катушки. Если при нажатии кнопки указатель движется к отметке 100 % шкалы, что наблюдается при проверке комплекта с помощью установок беспроточной градуировки электромагнитных расходомеров типа УГИР или «Поток», необходимо поменять местами на клеммной колодке провода питания обмотки возбуждения реверсивного двигателя прибора. Затем проверяют соответствие изменения расхода жидкости перемещению прибора ППР. Если при увеличении расхода путем закрытия вентилей на байпасе указатель перемещается в сторону нуля, необходимо поменять местами в щите провода питающего напряжения на первичный преобразователь ДРИ.

Окончательная операция настройки состоит в компенсации помехи (трансформаторной ЭДС), для чего предварительно закрывают вентили до и после датчика ДРИ и нажимают кнопку КН1. Указатель прибора ППР должен остаться на нуле либо медленно двигаться в ту или иную сторону от него. В противном случае производят сперва грубую компенсацию помехи с помощью переменного резистора на датчике, а затем точную резистора-

ми $U_{тр}$ и $\Phi_{тр}$ на блоке усиления вторичного прибора. После пуска завода наблюдают за установлением указателя на любой отметке шкалы после двух-трех колебаний. В случае «рыскания» указателя уменьшают чувствительность усилителя.

Комплект рН-метра. Прибор проверяют после установки остальных приборов на щит и подключения линий связи, для чего вместо датчика ДПг-4М применяют имитатор И-02, который размещают у технологического аппарата и заземляют. Выставляя с помощью имитатора ЭДС, соответствующую началу и концу рабочей точки шкалы рН-метра по градуировочной таблице для применяемой рН-измерительной системы при рабочей температуре раствора, проверяют работу комплекта прибора. Окончательную настройку рН-метра с датчиком ДПг-4М выполняют на рабочем растворе после пуска завода для переработки сахаросодержащего сырья. С этой целью отбирают 10—15 проб контролируемой рабочей жидкости и определяют их рН на лабораторном рН-метре непосредственно у рабочего места, одновременно записывая показания промышленного прибора. По результатам лабораторных измерений определяют среднюю арифметическую погрешность промышленного прибора и вносят поправку к его показаниям с помощью резистора «калибровка» промышленного преобразователя.

Комплект газоанализатора ТП2221. Комплект дополняют демонтированными на ремонтный период вторичным прибором КСМ-2 и приемником CO_2 , которые устанавливают на щиты и подключают. Газовый тракт комплекта продувают сатурационным газом из коллектора в течение 3 мин и включают питание газоанализатора. Указатель вторичного прибора должен остановиться в пределах шкалы. Если показания выйдут за пределы измерения до упора (нарушена синфазность питания приемника и вторичного прибора), необходимо поменять местами провода питания приемника или вторичного прибора. Настройку газоанализатора осуществляют с помощью стандартной газовой смеси либо приготовленной в условиях завода. При отсутствии таковых содержание CO_2 в сатурационном газе определяют 7—10 раз с помощью лабораторного прибора ГХП-5, одновременно фиксируя показания вторичного прибора.

По результатам лабораторных измерений определяют среднюю арифметическую погрешность промышленного газоанализатора и производят корректировку его показаний с помощью нулевого реостата приемника CO_2 . Следует помнить, что точность и надежность работы газоанализатора зависят от качества подготовки газовой смеси для измерения, т. е. от эффективности работы вспомогательного оборудования очистки, охлаждения и стабилизации расхода CO_2 газовой схемы.

Система автоматического регулирования. Настройку системы

осуществляют на технологическом процессе путем выбора оптимальных параметров настройки (K_p для П-регулятора, K_p и T_i для ПИ-регулятора, где K_p — коэффициент усиления, а T_i — время интегрирования), обусловленного динамическими свойствами объекта регулирования. Оптимальные параметры настройки регулятора на практике определяют методом организованного поиска (метод последовательного изменения настроек) по минимуму площади под кривой переходного процесса, которая непрерывно записывается на диаграмме вторичного прибора. Поиск осуществляют в такой последовательности:

1) при максимальном значении T_i в несколько приемов увеличивают коэффициент усиления K_p (уменьшают диапазон пропорциональности ДД) и, записывая каждый раз переходный процесс на диаграмме, фиксируют значение K_p , соответствующее минимальной площади;

2) при зафиксированном значении K_p начинают уменьшать T_i . При этом сначала площадь уменьшается, а затем начинает расти. Фиксируют значение T_i , соответствующее минимуму площади;

3) при зафиксированном значении T_i снова изменяют K_p . Процедуру повторяют до тех пор, пока любое изменение K_p и T_i не будет приводить к увеличению площади.

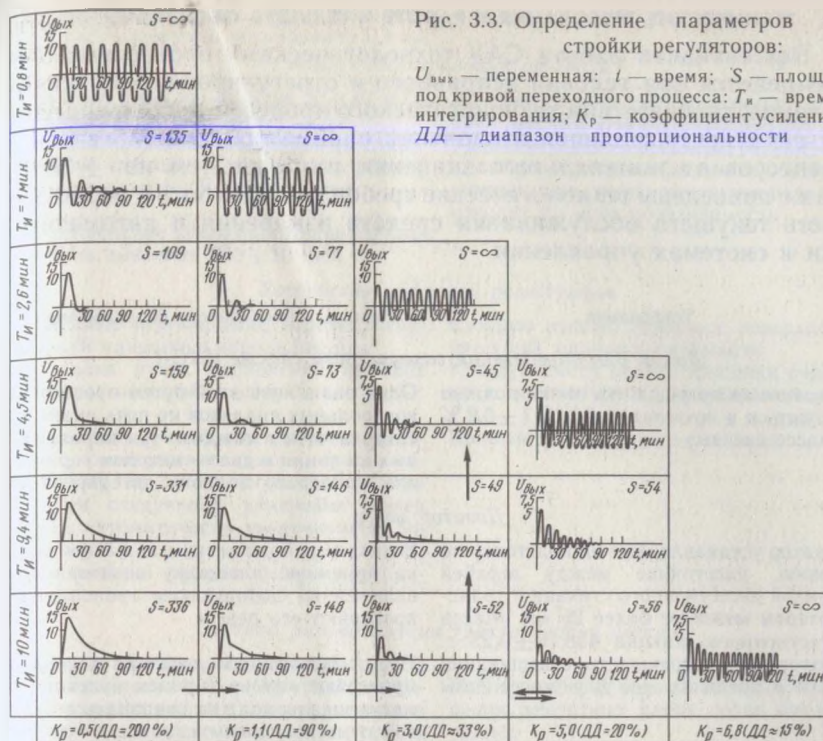
При настройке ПИ-регулятора системы «Старт» в комплекте с вторичным пневматическим прибором типа ПВ со станцией управления дроссель «диапазон пропорциональности» предварительно устанавливают на отметку шкалы, величину которой выбирают на основе теоретического расчета или практического опыта ($20 \div 200\%$), но заведомо большей. Дроссель «время интегрирования» устанавливают на отметку 10—15 мин, что соответствует наладке систем управления технологическими процессами сахарного производства, где $T_i \leq 10$ мин.

Перед включением в работу регулятора технологический процесс на объекте в течение некоторого времени ведут вручную дистанционно с помощью задатчика станции управления прибора ПВ при нажатых кнопках «Р» и «откл». При этом по величине давления в линии исполнительного механизма определяют положение регулирующего органа. Нажимают кнопку «А», задатчиком станции управления устанавливают указатель «здание» на уровне указателя «переменная» и включают регулятор нажатием кнопки «вкл».

Настройку системы регулирования выполняют в период пуска завода, что практически всегда связано с наличием возмущений на технологическом процессе. Если процесс протекает ровно, без возмущений, то последние рекомендуется создавать искусственно путем смещения задания регулятору на величину, которая не ведет к нарушению технологического процесса и аварии. В частности, для системы автоматического регулирования рН та-

Рис. 3.3. Определение параметров настройки регуляторов:

$U_{\text{вых}}$ — переменная; t — время; S — площадь под кривой переходного процесса; T_n — время интегрирования; K_p — коэффициент усиления; ДД — диапазон пропорциональности



кое возмущение находится в пределах $\pm 0,2$ рН. Процедура организованного поиска оптимальных параметров настройки регулятора последовательным изменением K_p и T_n представлена на рис. 3.3.

При поиске устанавливают максимальные значения $T_n = 10$ мин и поочередно значения коэффициента усиления, равные $K_p = 0,5$; 1,1; 3; 5 и 6,8, что соответствует с точностью до единицы значениям диапазона пропорциональности ДД = 200; 90; 33; 20 и 15 %. Переходный процесс записывают в координатах переменная $U_{\text{вых}}$ — время t на диаграмме. Для каждого значения K_p (ДД) определяют площадь S под кривой переходного процесса. При $K_p = 5$ (ДД = 20 %) площадь начинает увеличиваться, поэтому возвращается к $K_p = 3$ (ДД = 33 %). Теперь при ДД = 33 % начинаем уменьшать площадь, значит, $K_p = 3$ (ДД $\approx 33\%$) и $T_n = 4,5$ мин являются оптимальными параметрами регулятора. Последовательность поиска на рисунке показана стрелками. На практике площадь под кривой переходного процесса оценивают визуально и выбор параметров определяется квалификацией наладочного персонала.

Эффективная работа САУ технологическими процессами обеспечивается при условии исправного и отрегулированного оборудования, соответствии технологического процесса технологическому регламенту, наличии отклонения параметров технологических процессов от номинального значения не более чем на $\pm 30\%$. Ниже приведены технологические требования к работе и периодичность текущего обслуживания средств измерения и автоматизации в системах управления.

Требования

Виды и периодичность обслуживания

Линия для определения сахаристости свеклы УЛС-1

Абсолютная погрешность линии должна находиться в пределах $\pm 0,2^\circ\text{S}$ ($\pm 0,2\%$ к массе свеклы)

Один раз в пять дней путем проведения контрольных анализов по пять анализов сахаристости в каждом: три параллельных на линии и два — методом горячего или холодного водного дигерирования

Дозатор мезги

Дозатор устанавливают на подставку по уровню, расстояние между верхней кромкой дигестионного стакана и транспортером мезги не более 25 мм. Масса дигестионного стакана $438,75 \pm 0,25$ г. Допустимая погрешность взвешивания мезги в пределах $\pm 5\%$ к массе дозы

В начале работы легким нажатием руки на приемную площадку дозатора при включенном дозирующем транспортере проверяют его реверс

Перед включением дозатора в работу проверяют «нуль» (причем нулевая отметка шкалы должна совпадать с нулевой отметкой нониуса, каждые три дня работы — наличие подсвета шкалы)

Дозатор дистиллированной воды

Вариации показаний не должны превышать одного деления шкалы

Ежедневно перед пуском производят внешний осмотр дозатора и проверку правильности дозирования, при необходимости — регулировку

При установке пустого стакана указатель дозатора должен находиться на середине шкалы, при добавлении в стакан массы 50 и 100 г весы должны уравновеситься при наложении на грузоподъемную емкость массы 150 и 300 г соответственно. Погрешность дозирования не более 1 % массы воды

Размельчитель тканей свеклы

Радиальное биение шпинделя не более $\pm 0,02$ мм. Осевой люфт шпинделя не более $\pm 0,03$ мм

Натяжение ремня — прогиб 10 мм при усилии 10 кг. Острота ножей обеспечивает измельчение мезги за 90 с

Перед пуском проверяют шпиндель, направление вращения, рычажный механизм, точность дозирования уксуса. Каждую неделю смазывают трущиеся поверхности. Заточку ножей, натяжение ремней и очистку дозатора уксуса производят при необходимости

Доза свинцового укеуса 10 мл, плотность 1,24 г/см³, точность дозирования 0,1 мл

Станция фильтрования дигерата

Давление сжатого воздуха 30—40 кПа, разрежение 30—40 кПа

Полная герметичность пневмо- и гидросистемы станции. Соответствие работы станции временной циклограмме

Регулирование предохранительного клапана на давление 250±20 кПа

Каждые 10 дней пневмоцилиндр смазывают маслом «Индустриальное-20»

Удаление воды из ресивера, регулировку давления и разрежения, замену фильтра компрессора, чистку контактов реле производят по мере необходимости

Устройство цифровой регистрации

Свободное перемещение каретки печатающей машинки в направляющих
Установка ручек управления на всех приборах согласно инструкции

Печать числа, отображенного на вольтметре, соответствие номера пробы набранному на блоке согласования, при каждом следующем измерении номер пробы автоматически увеличивается на единицу

Блок питания должен выдавать напряжение с точностью до ±5 %

Каждую неделю трущиеся поверхности пишущей машинки смазывают

Каждую смену шрифт машинки очищают и аппаратуру прогревают в течение 1 ч

Вольтметр калибруют ежечасно

Система автоматизации тракта подачи свеклы

Регулирование производительности тракта
управление шиберами тракта из помещения мойки и в месте установки
контроль положения регулирующих шиберов указателями положения

уменьшение пропускной способности шиберов в автоматическом режиме работы в направлении начала тракта

значение номинального тока электродвигателей мощней части не более 70 % максимального значения

размещение заслонки шибера в крайнем положении на расстоянии 20 мм от днища гидротранспортера
смазка редуктора исполнительного механизма

регулирование тормозного устройства на фиксацию двойного номинального момента

Распределение свеклы между свекломойками

плавное перемещение шибер-делителя из одного крайнего положения в другое с зазором между стенками гидротранспортера и заслонкой порядка 20 мм

Работу шиберов проверяют после выполнения ремонтных работ перед началом сезона

Соответствие указателя положения шиберов положению заслонки контролируют один раз в 10 дней

Функционирование узла регулирования проверяют раз в 10 дней путем имитации задатчиком регулятора режима перегрузки мойки. При этом ток электродвигателей кулаковых валов не должен превышать максимальное значение

Профилактический осмотр один раз в год, раз в два года разборка, осмотр, ремонт и смазка маслом ЦИАТИМ-201, осмотр и подрегулирование тормозного устройства после 150—250 сут работы

Работу шибер-делителя проверяют со щита управления один раз в сутки

при остановке одной из свекломоек другая работает с номинальной загрузкой

смазка трущихся поверхностей при-
вода ПСП

Поддержание количества свеклы в бункере над резаками

остановка при заполнении бункера свеклой до электрода верхнего уровня электродвигателей выбрасывающих лап соответствующей свекломойки, включение их при опорожнении ниже электрода нижнего уровня и только при работающих элеваторах свеклы

сигнализация лампами на мнемосхеме уровня свеклы в бункере

Световая и звуковая сигнализация нормального режима работы технологического оборудования и нарушения его

Система автоматизации сокодобывающего отделения

Регулирование материального баланса на диффузии

поддержание соотношения «стружка — вода» для наклонного аппарата таким, чтобы при прекращении подачи стружки в аппарат поступало около 10 % воды

соблюдение разницы в уровнях стружки в наклонном диффузионном аппарате и шнека в I зоне (на 200—250 мм)

поддержание соотношения «сок в шахту ошпаривателя — сок поперечного потока» в пределах $\pm 2,5$ % величины последнего

откачка диффузионного сока в производство из колонного аппарата по соотношению «стружка — сок откачки» с точностью до $\pm 2,5$ % расхода сока

Стабилизация температуры по зонам наклонного аппарата и в колонне (поддержание в пределах ± 1 °C заданного значения)

Подготовка питательной воды для диффузионных аппаратов

Работу узла распределения проверяют раз в 10 дней путем поочередной остановки каждой свекломойки, при этом ток электродвигателя, работающего в установившемся режиме, не должен превышать 70 % **PDF Compressor Free Version**
Войлочные сальники поршня и штока пропитывают маслом «Индустриальное-50» раз в год, остальные трущиеся поверхности смазывают маслом ЦИАТИМ-201

Работу узла проверяют раз в 10 дней путем имитации верхнего и нижнего уровней свеклы в бункере

Датчики уровня свеклы в бункере проверяют каждую смену путем внешнего осмотра и наличия световой сигнализации. Каждую смену проверяют путем нажатия кнопки на мнемосхеме тракта, перегоревшие сигнальные лампы заменяют

Каждую смену проверяют «нуль» весов, раз в 10 дней — погрешность взвешивания путем отбора в тару стружки с 1 м ленты не менее 10 раз с последующим определением массы пробы на контрольных весах

Пьезометрические уровнемеры проверяют каждую смену

«Нуль» вторичного прибора электромагнитного расходомера проверяют каждые сутки, компенсацию трансформаторной ЭДС — раз в 10 дней при нулевом расходе жидкости через датчик ДРИ

Работа узла контролируется каждую смену по записи расходов стружки и воды каждую смену, при необходимости подстраивается регулятор

Работу узлов стабилизации температуры контролируют каждую смену по записи на диаграмме

поддержание температуры воды с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$

поддержание pH воды в пределах $\pm 0,1$ pH заданного значения

поддержание уровня в сборниках подготовки воды в пределах ± 100 мм от заданного значения

Узел регулирования температуры проверяют каждую смену по записи на диаграмме, при необходимости подстраивают регулятор

Периодически доливают раствор KCl в сосуд с выносным вспомогательным электродом, индикаторный электрод очищают от осадка в 0,1 н. растворе HCl. Каждую смену проверяют пьезометрические уровнемеры, кромки щелевых диафрагм расходомеров воды очищают скребком раз в неделю

Система автоматизации дефекосации и сульфитации

Поддержание соотношения «диффузионный сок — известковое молоко»

обеспечение дозатором известкового молока полного прекращения подачи молока в дефекатор и максимально требуемого количества, работа без пены с чистым отверстием диафрагмы и поплавком, без песка в измерительной камере

поддержание содержания извести в дефекованном соке в пределах $\pm 0,1\%$ CaO от заданного значения с ручной коррекцией соотношения примерно в 2 раза

Регулирование дозатора в крайних точках расхода производят на воде, проверку на известковом молоке — раз в 10 дней, осмотр дозатора — каждую смену с прочисткой иглой отверстий пеногасителя; песок удаляют деревянной лопаткой, диафрагму очищают металлическим скребком по мере необходимости. Работу узла соотношения проверяют ежедневно путем сравнения на соответствие записей на диаграммах расхода известкового молока расхода диффузионного сока, особенно, когда расход последнего равен нулю; качество поддержания соотношения проверяют раз в 10 дней путем определения щелочности дефекованного сока по прибору Каппуса в 10 пробах, взятых через 10—15 мин, и при необходимости изменяют параметры настройки регулятора

Поддержание соотношения «диффузионный сок — сок на рециркуляцию»

изменение расхода сока на рециркуляцию вручную со щита вплоть до полного прекращения
поддержание расхода сока на рециркуляцию в пределах $\pm 2,5\%$ от значения, заданного соотношением

Каждую смену проверяют по расходомеру путем закрытия регулирующего клапана на трубопроводе. Раз в смену контролируют по соответствию записей расхода сока на рециркуляцию расхода диффузионного сока; стабильность поддержания соотношения определяют раз в 10 сут и регулируют путем изменения параметров настройки регулятора соотношения

Регулирование pH в преддефекаторе, на сатурации и сульфитации

легкое и плавное, без люфтов в соединениях с приводом перемещение регулирующей заслонки, сальник подтянут, оси смазаны

Ход заслонки и люфты в соединениях проверяют раз в месяц по месту установки с помощью игольчатого вентиля позиционера, куда со щита подают командное давление, равное 0,1 МПа, оси

поддержание величины pH в пределах $\pm 0,2$ pH от заданного значения в преддефекторе, на I сатурации и сульфитации и $\pm 0,1$ pH на II сатурации

Стабилизация давления в коллекторе сатурационного газа

герметичность закрытия запорной заслонки на сбросе газа в атмосферу
стабилизация давления газа в коллекторе в пределах $\pm 10\%$ от заданного

смазывают с помощью пресс-масленки, сальник подтягивают при необходимости. Работу узла регулирования контролируют по записи величины pH на вторичном приборе каждую смену; точность поддержания pH — не менее 0,1 pH раз в 10 дней по лабораторному pH-метру путем отбора не менее 10 проб через 10—15 мин, при необходимости подстраивают регулятор

Герметичность закрытия заслонки проверяют раз в сутки по показаниям прибора давления газа на щите управления. Работу узла стабилизации давления контролируют раз в неделю путем сравнения текущего значения давления с заданным

Системы автоматизации фильтрационного оборудования

Герметичность закрытия запорно-регулирующих органов

Надежное закрепление и выставление концевых выключателей согласно временной программе

Соответствие временной программы технологическим требованиям

Наглядность мнемосхемы и сигнализации

Раз в сутки проверяют путем открытия контрольного крана, установленного после регулирующего органа в момент его закрытия

Крепление выключателей и состояние контактов проверяют каждую декаду

Программу работы фильтров корректируют по требованию службы главного технолога

Исправность световой и звуковой сигнализации проверяют каждую смену нажатием кнопки на мнемосхеме

Система автоматизации выпарной установки

Не допускается оголение греющих камер и переполнение аппаратов

Соответствие уровня по корпусам заданному оптимальному значению и поддержание его в пределах ± 100 мм от него

Контроль расхода конденсата (особенно I и II корпусов) и плотности сиропа после установки

Закрытие регулирующих органов проверяют раз в неделю, шток позиционера, другие трущиеся поверхности смазывают один раз в месяц

Измерительные камеры уровнемеров продувают раз в декаду, задание регуляторам поддержания уровня в аппаратах корректируют периодически в зависимости от появления накипи на поверхности греющих камер по данным службы главного теплоэнергетика

Индикатор расхода конденсата проверяют раз в сутки на «нуль» открытием уравнильного вентиля дифманометра, текущие значения контролируют по водоуказательному стеклу; индикатор плотности проверяют один раз в декаду весовым методом при установившемся режиме и не менее десяти измерений

Система автоматизации вакуум-аппаратов периодического действия

Надежность кондуктометрического датчика электрического сопротивления продукта и уровнемера

Обеспечение требуемого качества утфеля, равномерности кристаллов сахара и максимальной производительности аппарата путем поддержания соотношения «электрическое сопротивление — уровень продукта» в процессе варки

Кондуктометрический датчик снимают с аппарата каждую неделю, проверяют наличие отложений сахара и удаляют их; проверяют «нуль» дифманометра-уровнемера раз в сутки

Контрольную варку проводит наиболее опытный оператор для контроля узла автоматического поддержания соотношения раз в декаду; соотношение корректируют при изменении качества исходного сиропа

Система автоматизации известкового отделения

Известковообжигательная печь

поддержание уровня шихты в печи в пределах $\pm 0,5$ м от номинального закрепление и выставление конечных выключателей механизмов дозирования и загрузки шихтовых материалов в соответствии с технологией подготовки и загрузки материалов в печь

обеспечение всеми реле времени нормальной работы печи зазор между натянутым тросом ковша и датчиком натяжения равен 40—50 мм

смазка редукторов лебедки и подшипников опорных роликов троса штангового уровнемера

Участок приготовления известкового молока и подготовки сатурационного газа

поддержание температуры сатурационного газа на уровне 30 °C

надежность газоанализатора диоксида углерода (точность $\pm 1\%$ CO₂)

точность измерения плотности известкового молока $\pm 4\%$ от номинальной величины 1190 кг/м³

Крепление конечных выключателей, их положение и состояние контактов проверяют раз в декаду

Установку реле времени производят при пуске печи и проверяют раз в 10 дней Величину зазора контролируют раз в неделю

Работу узла контролируют каждую смену по записи на диаграмме вторичного прибора

Контрольный фильтр блока подготовки проверяют ежедневно, одновременно удаляя воду из предварительного фильтра: один-два раза в месяц прибор проверяют по контрольной смеси либо с помощью лабораторного химического газоанализатора

Гидропневматические индикаторы плотности и пьезометрические уровнемеры шелевого расходомера воды и известкового молока в мешалке проверяют каждую смену

Установка подготовки воздуха

Давление сжатого воздуха в коллекторе 0,5—0,8 МПа

Соответствие качества сжатого воздуха после очистки ГОСТ 17433—80

Давление сжатого воздуха контролируют раз в сутки, проверяют герметичность коллекторов воздуха в щитах управления, максимально заданное давление в ресивере компрессорной установки и отключение электропривода

Раз в сутки удаляют масло и воду из оборудования системы подготовки воздуха

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА

Безопасные условия труда персонала метрологической службы сахарного завода обеспечиваются при выполнении следующих основных мероприятий: обучение персонала и сдача экзаменов по технике безопасности; инструктаж — вводный и на рабочем месте (первичный, периодический, повторный, внеплановый); контроль за правильным выполнением инструкций, действующих правил и норм по технике безопасности и производственной санитарии; номенклатурные мероприятия, предотвращающие несчастные случаи и заболевания на производстве, улучшающие условия труда.

Основными видами работ с повышенной опасностью для персонала метрологической службы завода, связанных с обслуживанием и ремонтом средств измерения и автоматизации, являющих работы на действующем технологическом оборудовании, сварочные, со взрывоопасными и сильнодействующими веществами, со средствами измерений и автоматизации (СИА), находящимися под напряжением и на высоте, с радиоактивными источниками. Персонал метрологической службы, обслуживающий и ремонтирующий СИА в производственных условиях, должен знать и соблюдать правила безопасной работы и производственной санитарии, относящиеся к этим производствам.

Выполнение работ, в том числе сварочных, на действующем технологическом оборудовании, трубопроводах, емкостях, находящихся под давлением и в зоне высоких температур, возможно только с разрешения ответственного лица за их эксплуатацию и только после выполнения ответственным персоналом всех мероприятий, обеспечивающих безопасное ведение работ (технологическое оборудование и трубопроводы опоражнивают и дегазируют; перекрывают запорную арматуру, соединяющую СИА с оборудованием, находящимся под давлением; снимают давление с аппаратов и импульсных линий; открывают продувочные вентили; ограждают опасные места в зоне работ; вывешивают указательные и предупреждающие плакаты и т. д.).

Работы по обслуживанию и ремонту СИА в помещениях, где возможен выход газа из аппаратов и газопроводов, наличие взрывоопасной пыли в помещениях сушки и упаковки сахара, должны проводиться не менее чем двумя лицами, а при проведении работ в агрегатах и емкостях в дневное время, — с оформлением соответствующего наряда и предшествующим подробным инструктажем. На действующем под давлением оборудовании при наличии вредных газов и взрывоопасных веществ работы проводят с ведома или в присутствии производственного персонала. СИА и импульсные линии, находящиеся под давлением,

а также СИА, установленные на трубопроводах и оборудовании с высокотемпературными жидкостями и вредными газами (сатурационный, сульфитационный), ремонтировать запрещается. При техническом обслуживании и ремонте щитов, пультов и отдельных средств автоматизации, относящихся к категории действующих электроустановок, необходимо обесточить аппаратуру, а если это невозможно, то пользоваться диэлектрическими перчатками, ковриками и обувью, специальным инструментом, изолирующими и заградительными щитками, табличками и плакатами.

При работе с ручным электрофицированным инструментом необходимая безопасность достигается применением электроинструмента напряжением не более 36 В с использованием понижающих трансформаторов 220/36 В. При применении электроинструмента напряжением свыше 36 В необходимо выполнять соответствующие правила техники безопасности.

Обслуживание, ремонт и монтаж средств автоматизации с источниками радиоактивного излучения должны выполняться в строгом соответствии с требованиями Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОСП-72/87) и инструкциями заводов-изготовителей. Для постоянного контроля за использованием, обслуживанием и хранением СИА с источниками радиоактивного излучения приказом по заводу назначается ответственное лицо из числа ИТР метрологической службы. Такое лицо обучается и периодически сдает экзамены по безопасным методам работы. Специальные требования ОСП-72/87 не распространяются на помещения, где устанавливаются радиоизотопные СИА технологического контроля. Для их приобретения не требуется предварительного разрешения органов санитарно-эпидемиологической службы, технической инспекции профсоюза и органов внутренних дел. При использовании таких СИА специальные требования к их эксплуатации не предъявляются.

На заводе должен быть строгий учет транспортирования, поступления, расходования, хранения и описания радиоактивных веществ и СИА с источниками излучения. Любое помещение источника регистрируется по соответствующим формам. Элементы с радиоактивными источниками, срок службы которых истек, и непригодные для дальнейшего использования рассматриваются как радиоактивные отходы и удаляются и обезвреживаются в установленном ОСП-72/87 порядке. Блоки СИА с радиоактивными источниками излучения должны храниться в соответствии с требованиями к хранению закрытых источников излучения.

Помещение метрологической службы должно быть сухим и светлым. Столешницы столов, применяемых для оборудования рабочих мест, ремонта и регулирования электрических устройств, преобразователей, приборов, должны быть неэксплуатационными.

щами. Металлические ножки этих столов должны иметь резиновые наконечники. Ввод электроэнергии в помещение службы защищается автоматическими выключателями соответствующих типов. Распределительная сеть в помещении выполняется согласно требованиям ПУЭ. Каждое рабочее место оборудовано, например автоматическим или пакетным с защитой. Последовательно с закрытым выключателем на стендах устанавливают коммутирующие устройства с видимым разрывом — штепсельные разъемы с указанием рода тока и величины напряжения. Проверяемый прибор или устройство устанавливается на стенд и подключается к проверочной схеме.

При подаче напряжения в схему сперва включают устройство с видимым разрывом, а затем — выключатель. Напряжение снимают в обратном порядке. Проверяемые устройства не заземляют, кроме случаев, когда заземление требуется по условиям проверки.

Регулировку и поиск неисправностей на токоведущих частях проверочной схемы или прибора производят при снятом напряжении. Работы по проверке электрических устройств осуществляют инструментом с изолированными ручками, который прошел проверку сопротивления изоляции и имеет клеймо. К проверочным работам допускается персонал, имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей.

При использовании в качестве контрольных приборов ППР-2М (прибор Петрова) категорически запрещается в производственном помещении проводить работу с открытой ртутью, ее очистку, доливку и заливку прибора. После окончания работ вентили на стаканах с ртутью следует закрыть. При пролипании ртути в производственном помещении ее необходимо немедленно собрать металлическим эмалированным совком в закрывающуюся стеклянную тару и залить раствором перманганата калия. Отдельные капли собирают при помощи резиновой груши. После удаления ртути загрязненное место заливают раствором перманганата калия или хлорида железа. Во всех случаях после пролития ртути производят измерения состава атмосферы помещения специалистами санэпидемстанции. В зависимости от результатов анализа определяют объем демеркуризационных работ.

Металлообрабатывающее оборудование с электроприводом метрологической службы заземляют согласно ПУЭ. Сверлильные станки должны иметь на плите или столе тиски, кондукторы и другие приспособления. Крепление, смена или изменение положения детали в процессе обработки на станках запрещаются. На электроточиле устанавливают защитные прозрачные экраны, предотвращающие попадание осколков или пыли в глаза и на кожу работающего.

При использовании ручного электроинструмента напряжением 220 или 127 В последний заземляют, а работы производят

в диэлектрических перчатках и галошах, стоя на коврике. Перед работой необходимо убедиться в исправности электроинструмента, который подлежит периодической проверке каждые 3 мес, изоляцию проверяют ежемесячно.

Приборы и устройства хранят на стеллажах высотой до 1,7 м, надежно прикрепленных к стенам или конструкциям. Глубина стеллажей должна быть не менее 0,5 м. При перемещении аппаратуры к рабочему месту допускаются следующие нормы переноски тяжестей на одного рабочего (в кг): мужчины — 50; подростки в возрасте 16—18 лет — 16; женщины до 18 лет — 10; женщины старше 18 лет — 20.

За каждым рабочим местом закрепляют ответственного слесаря службы, который следит за соответствием этого рабочего места правилам техники безопасности и отвечает за состояние производственной санитарии. У механического оборудования и поверочных стендов вывешивают инструкции по эксплуатации, предусматривающие проведение работ безопасными методами.

Ремонт СИА в помещениях метрологической службы с использованием легковоспламеняющихся веществ и горючих жидкостей проводят в вытяжном шкафу при работающей вентиляции и включенных газовых горелках, электроприборах и нагревательных устройствах. Помещения, в которых производят пайку сплавами, содержащими свинец, оборудуют вытяжной вентиляцией.

Работы на высоте и в труднодоступных местах должны производиться после инструктажа с использованием специальных приспособлений и средств защиты и выполнением соответствующих правил техники безопасности. Работы на высоте более 1,5 м от пола или перекрытия осуществляют с лестниц или стремянок, подмостей или лесов. К производству работ допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста и прошедшие специальный медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности. Общая длина приставной лестницы допускается не более 5 м при ширине не менее 0,5 м. Дерево, применяемое для изготовления лестниц, выбирают сухим и без сучков, тетивы не реже чем через 2 м скрепляют металлическими стяжными болтами. Нижние концы приставных лестниц должны иметь упоры в виде острых металлических шипов или резиновых наконечников. Работа с лестниц около вращающихся трансмиссий и над ними, вблизи токоведущих частей, вдвоем на одной лестнице, с лестниц, установленных на промежуточных сооружениях, запрещается.

По каждому виду работ в метрологической службе завода должна быть разработана и утверждена главным инженером инструкция по технике безопасности.

Работники специализированных предприятий, привлекаемые к выполнению наладочных работ, проходят инструктаж на сахарном заводе и на рабочем месте.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

PDF Compressor Free Version

Определяющим в расширении применения вычислительной техники в системах управления технологическими процессами является возрастающая роль экономико-математических методов в управлении, а также бурное развитие самих технических средств.

Системы управления, реализующие на базе вычислительной техники экономико-математические методы, называют автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП) или производством (АСУП).

В сахарной промышленности накоплен определенный опыт по внедрению и эксплуатации средств вычислительной техники, обобщение которого позволяет сделать некоторые выводы относительно проблем их широкого применения и тенденций совершенствования АСУ.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Существует ряд общих условий эффективности АСУ в целом и применения вычислительной техники в частности:

АСУ должны иметь комплексный характер, т. е. охватывать не отдельные участки и стороны управления, а весь процесс; показатели оценки и планирования деятельности предприятия и критерии оптимальности экономико-математических моделей должны заинтересовывать коллективы предприятия в использовании АСУ;

АСУ эффективны и способны вскрыть дополнительные резервы там, где все «лежащие на поверхности» возможности исчерпаны.

Специфические условия для развития автоматизации на базе вычислительной техники определяются прежде всего тенденцией к росту единичной мощности сахарных заводов и возрастанием роли координационных задач в управлении; изменением технологических показателей качества сырья, топлива и вспомогательных материалов; сезонностью свеклосахарного производства, которая снижает эффективность систем управления в несколько раз и ужесточает требования к снижению единовременных затрат на их создание; недостаточной обеспеченностью средствами измерения, первичными преобразователями (датчиками) и особенно

исполнительными механизмами и регулирующими органами надлежащего качества.

Первые в сахарной промышленности АСУ ТП, реализованные на базе мини-ЭВМ СМ-2 (Яготинский сахарный завод им. Ильича, Ракитнянский сахарный завод) и комплекса АСВТ-М УВК М-6000 (Одесский сахарорафинадный завод, Краснопресненский сахарорафинадный завод им. Мантулина), описаны в литературе. Их основная функция — централизованный контроль и обработка данных о технологическом процессе, режим управления — советующий.

Упомянутые системы явились первым этапом на пути компьютеризации сахарной промышленности. Оценивая результаты их функционирования, можно выделить следующие негативные стороны внедрения: недостаточное использование или неиспользование вычислительного комплекса в режиме непосредственного цифрового или косвенного управления; высокая стоимость разработки и освоения средств программного обеспечения в связи с отсутствием их унификации; недостаточное использование или неиспользование вычислительного комплекса в межсезонный период производства; отсутствие или низкая надежность ряда специальных средств измерения и контроля показателей качества сырья и продуктов; трудность организации непосредственного управления технологическими объектами из-за большого удаления последних от управляющих устройств; невозможность поэтапного ввода систем; длительные сроки (более 5 лет) создания систем, соизмеримые со сроками морального старения основных технических решений; низкая живучесть; повышенный расход кабельной продукции.

Анализ функционирования АСУ ТП, постановка и разработка новых задач управления, появление новых средств вычислительной техники, в первую очередь микропроцессорной, позволили перейти к созданию распределенных (рассредоточенных) систем управления, качественно отличающихся от АСУ ТП первого поколения. По сравнению с последними распределенные системы реализуют больший диапазон функций, имеют лучшие показатели надежности, живучести, более удобны при внедрении, эксплуатации и модернизации.

Распределенные системы реализуют заданные функции с помощью связанных между собой, но территориально и функционально распределенных подсистем.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Высокоавтоматизированное сахарное производство предполагает широкое использование средств вычислительной техники. Структурная схема микропроцессорной системы управления техно-

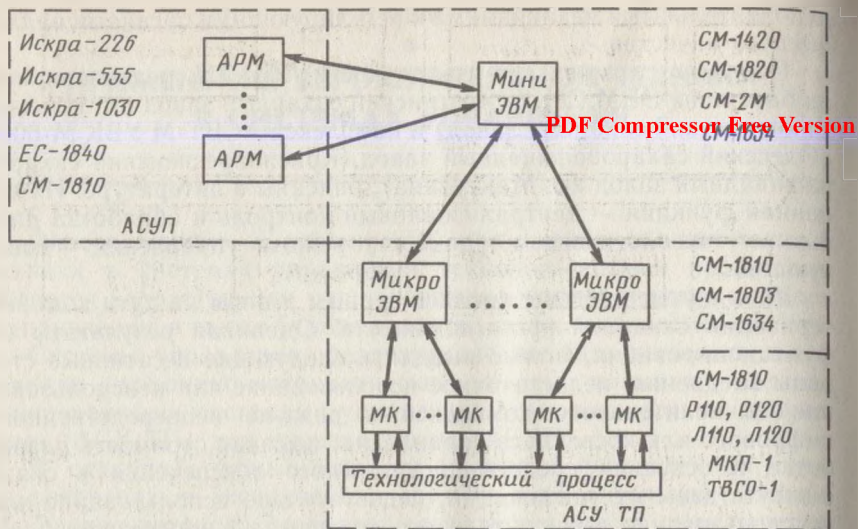


Рис. 4.1. Структурная схема микропроцессорной системы управления технологическими процессами

логическими процессами (рис. 4.1) дает определенное представление о перспективе применения средств вычислительной техники. Характерным признаком комплексно автоматизированного производства является сочетание АСУ ТП и АСУП, наличие автоматизированных рабочих мест (АРМ).

В условиях бурного технического прогресса электронной промышленности, относительно малой продолжительности «жизни» микропроцессоров (порядка 10 лет), а также учитывая реальные возможности комплектации и субъективный фактор, указанные на рисунке модели микроконтроллеров (МК), микро- и миниЭВМ следует рассматривать как ориентировочные.

Мини- и микроЭВМ. Широкое распространение получило семейство малых машин СМ ЭВМ, специально предназначенных для АСУ. В него входят управляющие вычислительные комплексы (УВК) линии СМ-1 (СМ-1, СМ-2, СМ-2М, микроЭВМ СМ1634) и линии СМ-3 (СМ-3, СМ-4, СМ-1410, СМ-1420, микроЭВМ СМ-1800 и СМ-1810). Вторая линия машин характеризуется повышенными вычислительными возможностями.

Наблюдается тенденция к быстрому росту доли микроЭВМ в общем объеме внедряемых ЭВМ. МикроЭВМ — это вычислительное устройство, выполненное на основе микропроцессора — программируемого устройства обработки данных, состоящего из одной или нескольких больших интегральных схем. Параметры микроЭВМ во многом определяются параметрами микропроцессорных (МП) комплектов больших интегральных схем (БИС), на основе которых они строятся.

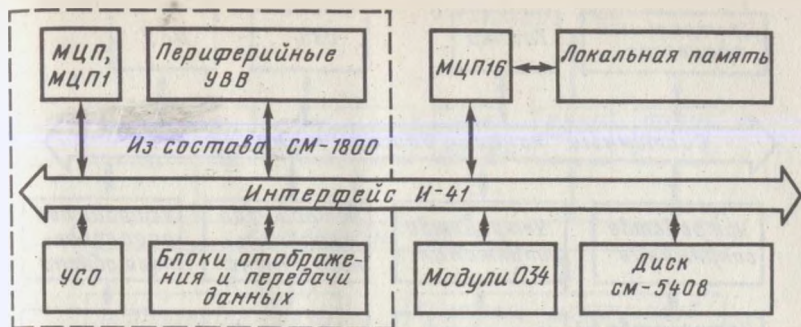


Рис. 4.2. Структура микроЭВМ СМ-1810

Наибольший интерес представляют два класса БИС: микропроцессорные комплекты с фиксированной системой команд, в которых процессорная БИС выполнена в одном кристалле с «зашивкой» в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) микрокоманд определенной кодировки, что настраивает процессор на обработку жесткозаданной (фиксированной) системы команд; секционные микропроцессорные комплекты, позволяющие «наращивать» требующуюся пользователю разрядность за счет объединения соответствующего числа БИС процессорных элементов, а также настраивать микроЭВМ на обработку произвольной системы команд за счет изменения кодировки ПЗУ.

Определенную популярность завоевала микроЭВМ СМ-1800, в которой используется модуль центрального процессора МЦП или МЦП1 на базе микропроцессорного комплекта серии К580.

Переход на новый микропроцессорный комплект серии К1810 позволил создать более совершенную модель машины СМ-1810. Новая микроЭВМ (рис. 4.2) сочетает в себе блоки машины СМ-1800, использующиеся в качестве системы ввода — вывода и предварительной обработки информации, с системным процессором МЦП16, обеспечивающим высокое быстродействие при мультипроцессорной архитектуре системы.

Для применения в сахарной промышленности представляет интерес микроЭВМ семейства «Электроника 60» (рис. 4.3). Это конфигурируемые пользователем модульные структуры, объединенные системным каналом «Общая шина» обмена информацией. При построении вычислительно-управляющих систем на базе семейства «Электроника 60» пользователь может подключать к каналу как собственные устройства ввода — вывода, так и дополнительные устройства с учетом условий работы интерфейса системного канала.

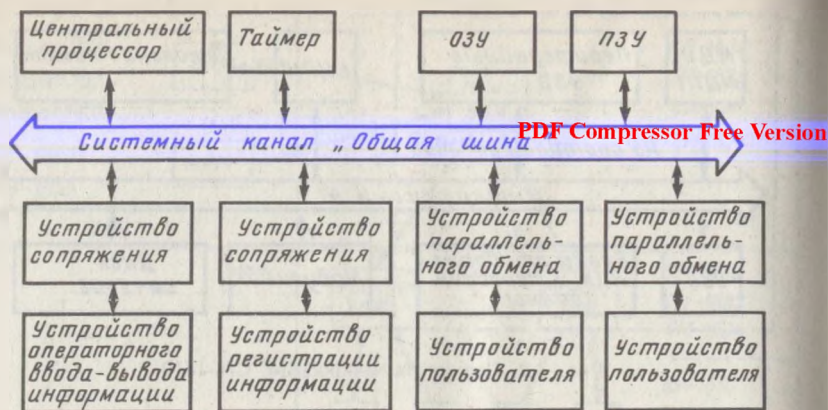


Рис. 4.3. Структура микроЭВМ семейства «Электроника 60»

В микроЭВМ используется микропроцессорный комплект К581, в новых моделях — К1801, обеспечивающий более высокое быстроедействие.

Определенный этап создания АСУ ТП участков сахарного завода связан с микропроцессорной системой ГРАСмикро (Грозненская распределенная система НПО «Промавтоматика»), выполненной на элементной базе КТС ЛИУС-2 (микропроцессорный комплект серии К580).

Устройства ГРАСмикро имеют унифицированную техническую структуру и состоят из свободно компонуемой микропроцессорной станции контроля и управления (СКУ), микропроцессорной станции реализации человекомашинного интерфейса (СЧМИ), микропроцессорной станции представления информации (СПИ), системы аппаратных средств (САС) отображения информации и ручного дистанционного управления.

Особенности СКУ (рис. 4.4) состоят в наличии энергонезависимого оперативного запоминающего устройства (ЭОЗУ) для хранения части промежуточных данных, перепрограммируемого запоминающего устройства (ППЗУ) для хранения программ обработки информации процессором (стирание информации ультрафиолетом) и двухпортового ОЗУ (ДОЗУ), с помощью которого осуществляется асинхронный обмен информацией между СКУ и СЧМИ.

В состав СКУ могут входить два процессора. Работу станции человекомашинного интерфейса организует входящий в нее отдельный процессор.

Разнообразие микроЭВМ составляют персональные машины, предназначенные для массового использования. Персональная микроЭВМ целиком размещается на столе и включает в себя

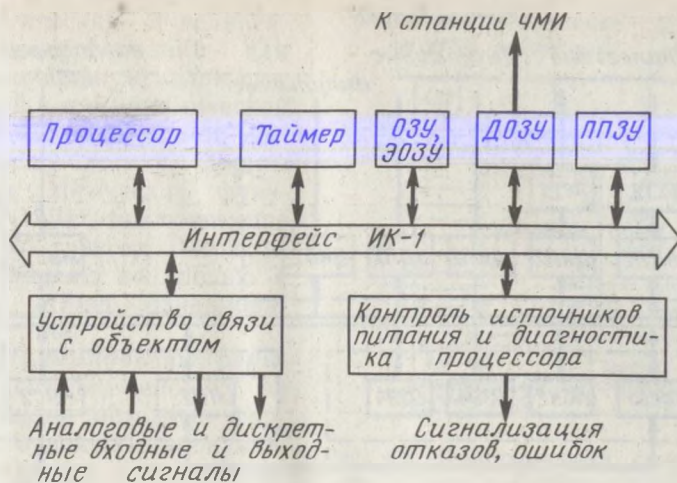


Рис. 4.4. Структура микропроцессорной станции контроля и управления (СКУ) ГРАСмикро

процессор, дисплей, клавиатуру, печатающее устройство и внешнюю память — накопители на гибких магнитных дисках или магнитной ленте (кассетные). Представителями этих машин являются НЕВА 501, АГАТ, ИСКРА 226, ИСКРА 555, ИСКРА 1030, Электроника НЦ-80-20/3 (ДВК) и др.

Регулирующие микропроцессорные контроллеры (ремиконты). Ремиконты Р-110, Р-112, Р-120, Р-122 являются многоцелевыми контроллерами, предназначенными для управления технологическими процессами в разных отраслях промышленности, включая пищевую. Они выполнены на базе восьмиразрядного микропроцессора КР580 ИК80А и имеют модульную структуру (рис. 4.5).

Модули ПРЦ5 (процессор), ПЗУ2 (постоянное запоминающее устройство) и ОЗУ4 (оперативное запоминающее устройство) образуют центральный процессор 5; панель оператора ПО2 и модуль управления и сигнализации МУС2 — устройство связи 4 с оператором; модули АЦП2, ЦАП2, ДЦП2, ЦДП2, ЦИП2 (аналого-цифровой, цифро-аналоговый, дискретно-цифровой, цифро-дискретный и цифро-импульсный преобразователи соответственно), а также РГ12, РГ22 (разделители гальванические) — устройство связи 1 с объектом. Все модули, между которыми производится обмен цифровой информацией, объединены внутренним интерфейсом И41 — системой параллельных шин 3.

Модуль интерфейсной связи 2 (МИС2) содержит четыре канала радиальной последовательной связи ИРПС с верхним уровнем управления — микро- или миниЭВМ (длина линии связи до 1 км).

математических и нелинейных преобразований для формирования сигналов статической и динамической коррекции; алгоритмов управляющей логики, формирующих логические функции И, ИЛИ, исключающие ИЛИ, RS-триггер, D-триггеры с записью по уровню и фронту, таймер, одновибратор, счетчик.

Программирование ремиконта доступно человеку, не владеющему методами формального программирования, но знакомому с традиционными аналоговыми средствами автоматического регулирования. Оснащение ремиконтов средствами тестирования, а также программой, аппаратной и алгоритмической самодиагностикой позволяет фиксировать факт неисправности, локализовать неисправность с точностью до модуля (в некоторых случаях даже до микросхемы).

При разработке систем управления на базе ремиконтов необходимо предусматривать пульт оператора, на котором размещают приборы контроля, задатчики, аппаратуру сигнализации (световой и звуковой) и дистанционного управления.

Управляющие однокристалльные контроллеры. Развитие элементной базы позволяет создавать микроэлектронные системы специального назначения, в частности для управления отдельными видами оборудования. Хорошей основой для таких систем может служить семейство управляющих микроконтроллеров, выпускаемых в виде субблоков или отдельных микросхем. Одним из представителей этого класса устройств является микроконтроллер КМ1816ВМ48. Это сверхбольшая интегральная схема однокристалльного микроконтроллера со встроенными оперативным и перепрограммируемым запоминающими устройствами небольшого объема. Для расширения объема памяти могут использоваться внешние БИС.

Наличие встроенного ПЗУ со стиранием информации ультрафиолетом в отличие от контроллеров с жесткой программой позволяет пользователю самостоятельно программировать контроллер.

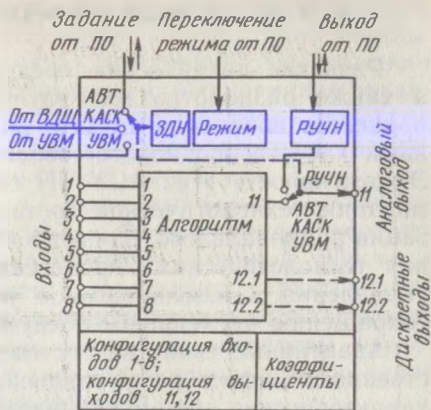


Рис. 4.6. Функциональная схема алгоритмического блока

Развитие технических средств микропроцессорной техники, а также разработка математических моделей технологических процессов позволили создать ряд АСУ ТП с микропроцессорными устройствами качественно нового, более высокого технического уровня. Эффективность этих АСУ ТП обеспечивается благодаря максимизации технологической составляющей прибыли путем реализации рационального, близкого к оптимальному, режима управления технологическими процессами с учетом адаптации системы управления к изменяющимся условиям и ситуациям, а также сокращению численности обслуживающего персонала.

Адаптивные свойства систем, реализующих режим непосредственного цифрового управления,— неотъемлемая качественная характеристика систем управления нового поколения.

АСУ ТП «СВЕКЛА»

Свеклоприемный пункт, помимо прямых своих функций (рис. 4.7), выполняет также ряд функций, вытекающих из его организующей роли во всем транспортно-заготовительном процессе. Так, по данным первичного учета принятой свеклы на пункте, производят расчеты со свеклосдатчиками, автотранспортными организациями, оценивают выполнение плановых показателей

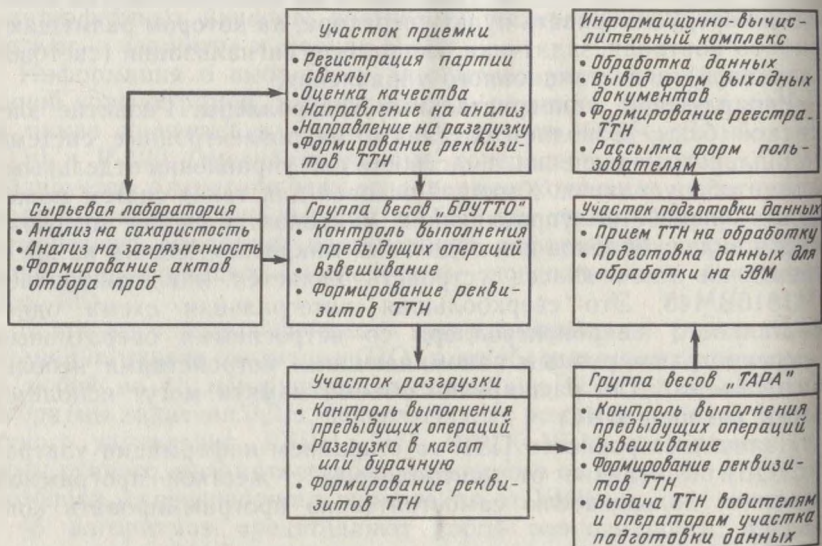


Рис. 4.7. Схема функциональной структуры свеклоприемного пункта

хозяйств по продаже свеклы государству, начисляют доплаты в соответствии с договорными условиями контрактации свеклы.

Первая очередь АСУ ТП «Свекла», внедренная Черновицким филиалом Киевского института автоматики на Черновицком сахарном заводе на базе мини-ЭВМ СМ-3, представляет собой автоматизированную информационную систему контроля заготовки свеклы. Как видно из схемы функциональной структуры (рис. 4.8), в системе ежедневно выдается 13 форм выходных документов (формы Ф1—Ф11). Две из них (Ф3 и Ф11) являются соответственно приемной квитанцией на закупку сахарной свеклы и сводным платежным поручением, остальные характеризуют выполнение плановых заданий по свекле на уровне подразделений и исполнителей (бригады, звенья, водители, операторы буртоукладочных машин), предприятий (сахарный завод, свеклосеющие хозяйства, автотранспортные предприятия).

Анализ функционирования первой очереди АСУ ТП «Свекла» показывает, что она позволяет высвободить более 20 учетчиков, существенно повышает достоверность и оперативность информации, однако не обеспечивает полной автоматизации учета свеклы, управления грузопотоком свеклы и др. Так, существующие весы с микропроцессорным управлением типа 5042РС-30ДЦ24АС позволяют автоматизировать собственно операцию взвешивания. Документирование же результатов взвешивания производит оператор. Процесс выполнения анализов сахаристости и загрязненности свеклы автоматизирован с помощью линий УЛС-1 и «Рюпро», однако данные в ЭВМ вводятся вручную.

Оперативное представление информации повышает сложность работы по заготовке свеклы. Из-за отсутствия управляющих функций системы необходимое влияние свеклопункта на соблюдение графиков перевозки свеклы и эффективное использование автотранспорта не обеспечивается.

Решение задач автоматизации сбора, контроля, обработки и хранения информации о результатах выполнения основных технологических операций по приемке свеклы, управления грузопотоком и взвешиванием поступающей свеклы с высвобождением большого числа сезонных рабочих возложено на вторую очередь АСУ ТП «Свекла».

Шагом в направлении повышения эффективности АСУ ТП могло бы явиться совершенствование сложившейся организации транспортно-заготовительного процесса с учетом возможностей вычислительной техники.

Автоматизированная система расчетов с поставщиками сахарной свеклы, разработанная НПО «Промавтоматика», «Сахар» и «Электронмаш» (г. Ленинград), а также ПО «Весоизмеритель» (г. Армавир), внедрена на Яготинском сахарном заводе им. Ильича. Система имеет ряд особенностей. Так, сбор первичной

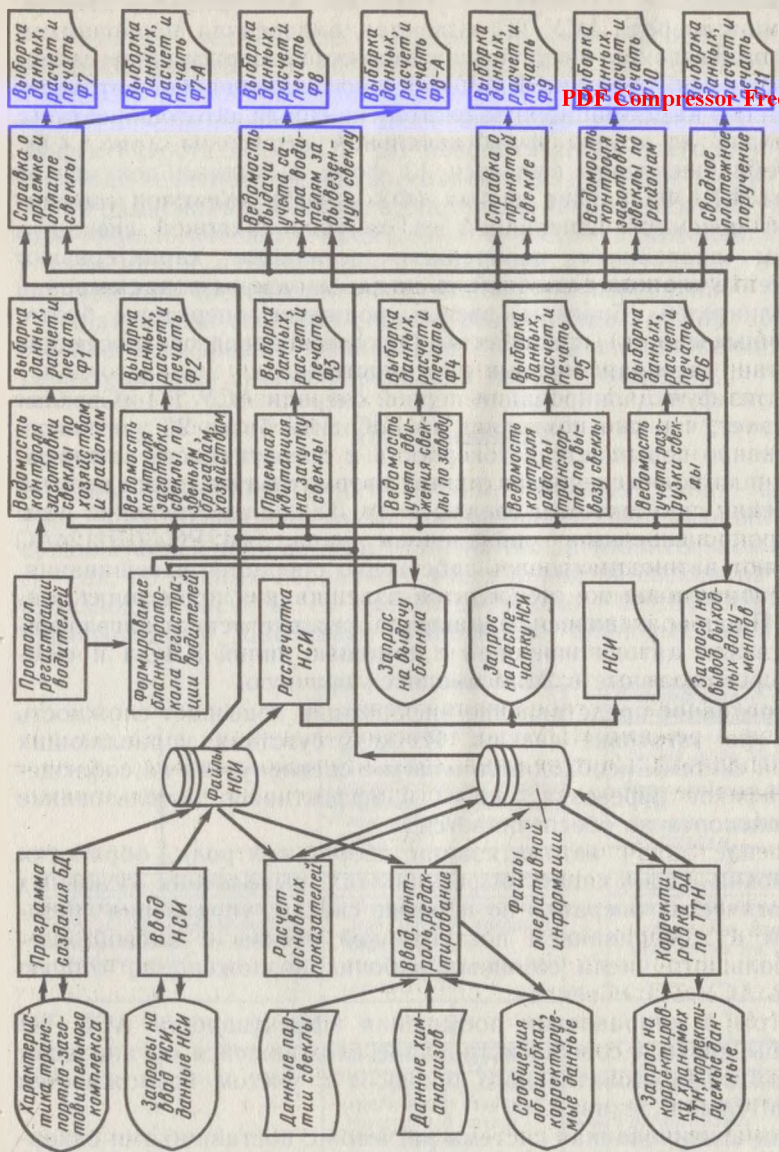


Рис. 4.8 Схема функциональной структуры автоматизированной информационной системы контроля заготовок сдвек

информации ведется в полуавтоматическом режиме на весах и в лаборатории с помощью устройства регистрации первичной информации (УРПИ), которая записывается на магнитные носители. Затем полученная информация передается на центральную ЭВМ для дальнейшей обработки по кабельной линии связи либо путем передачи самих носителей. Последнее удобно в тех случаях, когда стационарная кабельная связь экономически нецелесообразна.

Система выполнена с учетом возможности функционирования в сочетании с установкой Beta — Test производства ГДР.

АСУ ТП УЧАСТКОВ САХАРНОГО ЗАВОДА НА БАЗЕ МПК ГРАСмикро *

Наибольший опыт применения микропроцессорных систем управления в сахарной промышленности накоплен при создании и эксплуатации АСУ ТП разных участков нижнего уровня на базе микропроцессорного комплекса (МПК) ГРАСмикро.

Каждая из этих АСУ ТП выполняет следующие функции: вычислительные — оперативный расчет рационального режима управления технологическим участком по индивидуальному критерию управления, косвенное измерение параметров, обработка информации, вводимой вручную;

информационные — непрерывное, периодическое и по вызову измерение, оперативное отображение технологических параметров, обнаружение и сигнализация отклонений отдельных технологических параметров от технологических уставок;

управляющие — стабилизация основных технологических параметров в режиме НЦУ, поддержание в режиме НЦУ рассчитанного рационального режима технологического процесса, ручное дистанционное управление аналоговыми исполнительными механизмами.

Наряду с названными АСУ ТП позволяет выполнять ряд вспомогательных и сервисных функций: ввод задания регулятору с клавиатуры дисплея на видеограмме, включающей данный канал управления; корректировка нормативно-справочной информации (коэффициентов настройки регуляторов, констант, участвующих в расчете рационального режима и др.) со специальных «инженерных» кадров, недоступных оператору, но вызываемых персоналом, обслуживающим микропроцессорный комплекс с использованием защитного кода от несанкционированного доступа.

Реализация управляющих функций может осуществляться в режимах непосредственного цифрового управления, полуавто-

* Материал подготовлен при участии Б. А. Еременко, А. Ф. Кравчука (НПО «Сахар») и В. В. Терентьева, Г. Б. Шнейдермана, И. В. Романова (НПО «Пром-автоматика»).

матическом и ручном. В режиме НЦУ осуществляется автоматическая стабилизация технологических параметров, расчет параметров рационального технологического режима и автоматическое поддержание их с помощью цифровых регуляторов. Панель человекомашинного интерфейса (PDF Compressor Free Version) для индикации параметров режима. В режиме НЦУ другие панели не используются.

В полуавтоматическом (ПА) режиме функция автоматической стабилизации параметров сохраняется: производится расчет и индикация на экране ЧМИ параметров рационального режима, но изменение заданий регуляторам осуществляется вручную с соответствующих видеограмм ЧМИ. Необходимость этого режима определяется технологом в том случае, когда в результате каких-либо внешних возмущающих воздействий требуется корректировать результаты расчета рационального режима. В полуавтоматическом режиме управления также используется лишь панель ЧМИ «ГРАСмикро-09».

Ручной режим управления осуществляется с панели ручного дистанционного управления. При этом с модуля дистанционного управления аналогового МДУ-А сигнал формируется непосредственно на исполнительный механизм регулирования параметра. Контроль осуществляется грубо по шкале лимба МДУ-А, более точно по показателям узкошкального встроенного прибора, выборочно подключаемого к одному из каналов управления.

Непосредственное цифровое управление является основным видом управления технологическим процессом, полуавтоматический режим — вспомогательным и используется в тех случаях, когда необходимо скорректировать параметры рационального режима. При отказе МПК используется ручной режим, позволяющий управлять исполнительными механизмами дистанционно.

Инструментом общения оператора с процессом является ЧМИ на базе дисплейного модуля, встроенного в микропроцессорный комплекс. На экране дисплея по вызову оператора индицируется одна из видеограмм, перечисленных в видеограмме-каталоге. Каждая из них содержит фрагмент информации о состоянии технологического процесса, а также перечень директив, которые может реализовать оператор по управлению процессом (смена задания регулятору, изменение режима управления «автомат-полуавтомат» и др.).

На дисплейном модуле с помощью различных видеограмм оператору представляется информация о состоянии технологического процесса, режимных параметрах, положении исполнительных механизмов, отклонении режимных параметров от установленных пределов. При нарушении технологического режима на экране появляется мигающий сигнальный прямоугольник в правом

верхнем углу. Причина срабатывания сигнализации определяется с помощью видеограмм.

Для контроля и управления процессами сахарного производства предусмотрены видеограммы, с которыми работает оператор, инженер-технолог или инженер метрологической службы.

Панель ЧМИ каждого МПК, помимо основной функции контроля и регулирования в режиме НЦУ технологических параметров, является также инструментом ручного ввода информации, не контролируемой автоматическими датчиками (параметры аналитического контроля). Процедура ручного ввода информации аналогична процедуре смены заданий регуляторам: числовое значение параметра с помощью клавиатуры дисплея набирается на специальном наборном поле в нижней части видеограммы, содержащей наименование этого параметра, и после визуального контроля вводится в МПК с помощью специальной директивы. При этом введенное значение индицируется в поле видеограммы против наименования соответствующего параметра.

Ниже рассмотрены конкретные примеры АСУ ТП на базе МПК ГРАСмикро. Информация об АСУ ТП первого участка по технологическому потоку дана более подробно.

АСУ ТП участка диффузии Долинского сахарного завода. Система разработана НПО «Промавтоматика», «Сахар» и институтом «Югзапгипросахпром» при участии Долинского сахарного завода, завода «Сахавтомат» и ПО «Укрсахтехэнерго-ремонт».

Критерием системы управления процессом диффузии является достижение рационального соотношения между значениями коэффициента откачки диффузионного сока и потерь сахара в жоме, определяющего величину затрат на получение и дальнейшую переработку диффузионного сока.

Что касается получения диффузионного сока, то общая эффективность процесса экстракции зависит от ряда факторов, в том числе от коэффициента объекта y , который функционально зависит от коэффициента использования диффузионного потока, коэффициента диффузии, эквивалентной толщины стружки, температуры и продолжительности диффундирования и может быть определен для установившегося режима через параметры, более доступные для практического измерения по зависимости:

$$y = f(Cx_{св}, Cx_{ж}, \alpha_{дс}, \beta), \quad (4.1)$$

где $Cx_{св}$ и $Cx_{ж}$ — содержание сахара соответственно в свекле и жоме; $\alpha_{дс}$ — коэффициент откачки диффузионного сока; β — соковый коэффициент свеклы.

На практике коэффициент объекта находится в пределах $7 \leq y \leq 13$. Большему значению y соответствует более высокая эффективность процесса экстракции, достижение которой с учетом

затрат на переработку диффузионного сока является целью управления, так как при этом обеспечивается максимизация технологической составляющей прибыли.

Функции системы управления реализуются на основе алгоритмов. Алгоритм функционирования системы предназначен для координации задач сбора информации о процессе, первичной обработки информации, централизованного контроля процесса и регулирования системы. В его состав входят алгоритмы контроля достоверности информации с аналоговых датчиков, линеаризации и масштабирования значений параметров, адаптивного экспоненциального сглаживания, линейной экстраполяции данных ручного ввода, технологического контроля измеренных значений на соответствие заданным регламентным и (или) предаварийным границам и скорости изменения параметра, а также вычисления потенциальных регулирующих воздействий по ПИД-закону.

Алгоритмы контроля и управления технологическими процессами экстракции сахара из свекловичной стружки предназначены для ведения основных процессов в диффузионном аппарате в рациональном режиме. В состав технологических алгоритмов управления (рис. 4.9) входят алгоритмы расчета заданного расхода свекловичной стружки $m_{стр}^{з\delta}$, расчета заданного расхода питательной воды $m_{пв}^{з\delta}$ в диффузионный аппарат 2, расчета расхода

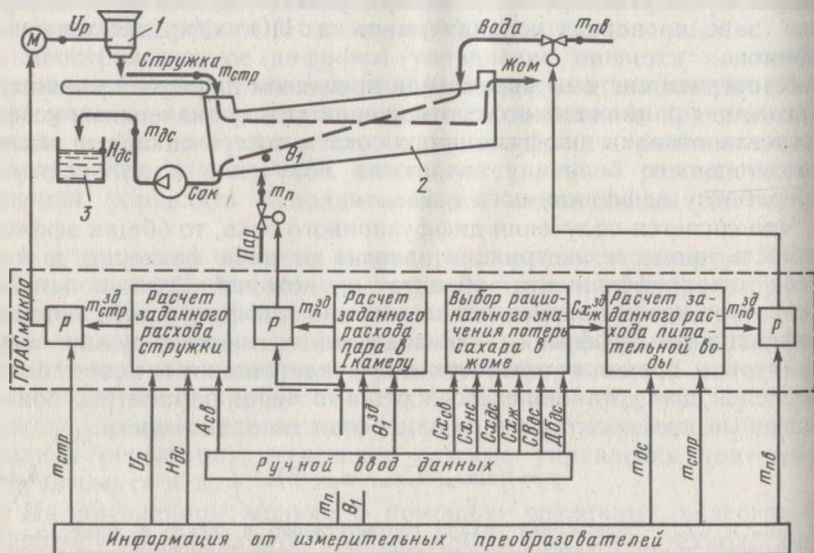


Рис. 4.9. Блок-схема формирования рационального режима управления процессом диффузии:

1 — свеклорезка; 2 — диффузионный аппарат; 3 — сборник сока

пара $m_{\text{п}}^{3\text{д}}$ в первую греющую камеру диффузионного аппарата, выбора рационального значения потерь сахара в жоме $\Pi_{\text{ж}}^{3\text{д}}$. Рассчитанные значения параметров вводят в программно реализуемые ПИД-регуляторы P .

Расчет заданного часового расхода свекловичной стружки в каждый из работающих диффузионных аппаратов производят исходя из плановой суточной производительности завода по переработке свеклы $A_{\text{св}}$. В зависимости от производственной ситуации оператор может на необходимый ограниченный интервал времени изменить задание по расходу стружки в диффузионный аппарат.

Плавное ограничение производительности свеклорезок I при переполнении сборника 3 диффузионного сока осуществляют по сигналу уровня сока $H_{\text{дс}}$. По напряжению постоянного тока $U_{\text{р}}$ силовой цепи электропривода каждой свеклорезки контролируют скорость резания. Частоту вращения улитки свеклорезки, определяющую скорость резания свеклы, регулируют пошагово в заданных пределах системой управления в зависимости от отклонения фактического расхода стружки $m_{\text{стр}}$ от заданного значения $m_{\text{стр}}^{\text{зад}}$.

Расчетное значение расхода питательной воды в диффузионный аппарат определяют путем пошагового импульсного регулирования потока питательной воды с частотой $0,0167 \text{ с}^{-1}$ и амплитудой, пропорциональной значениям расхода свекловичной стружки, отклонения фактической потери сахара в жоме от заданной (оператором в режиме ПА или рассчитанной по алгоритму в режиме А), динамического коэффициента соотношения потоков питательной воды и свекловичной стружки в предыдущем шаге регулирования.

Расчетное значение коэффициента соотношения вода — стружка определяется зависимостями

$$\alpha_{\text{пв}i}^{\text{р}} = [1 + K_{\text{д}} (\Pi_i^{\text{ф}} - \Pi_i^{3\text{д}})] \alpha_{\text{пв}(i-1)}^{\text{р}}; m_{\text{пв}i}^{\text{р}} = m_{\text{стр}i} \alpha_{\text{пв}i}^{\text{р}}, \quad (4.2)$$

где $\alpha_{\text{пв}i}^{\text{р}}$, $\alpha_{\text{пв}(i-1)}^{\text{р}}$ — расчетные значения коэффициента соотношения вода — стружка на i -м и $(i-1)$ -м шагах управления; $m_{\text{пв}i}^{\text{р}}$ — расчетное значение расхода питательной воды на i -м шаге управления; $m_{\text{стр}i}$ — расход свекловичной стружки на i -м шаге управления; $\Pi_i^{\text{ф}}$, $\Pi_i^{3\text{д}}$ — фактическое и заданное значения потерь сахара в жоме на i -м шаге управления; $K_{\text{д}}$ — динамический коэффициент потерь сахара в жоме.

$$K_{\text{д}} = \Delta t_{\text{ш}} [(\tau + 3T) K_{\text{об}} \alpha_{\text{пв}}^{\text{н}}]^{-1}, \quad (4.3)$$

здесь $\Delta t_{\text{ш}}$ — период изменения управляющего воздействия; τ , T , $K_{\text{об}}$ — средние значения времени запаздывания, постоянной времени и коэффициента передачи диффузионного аппарата по динамическому каналу формирования потерь сахара в жоме; $\alpha_{\text{пв}}^{\text{н}}$ — нормативное значение коэффициента соотношения вода — стружка.

Управление подачей питательной воды по изложенному алгоритму позволяет постепенно вывести процесс экстракции на режим работы с заданными потерями сахара в жоме. При необходимости количество подаваемой питательной воды временно может быть ограничено за счет введения ограничения коэффициента соотношения вода—стружка. Связанное с этим повышение потерь сахара в жоме зависит от величины и продолжительности действия ограничения.

Выбор рационального (близкого к оптимальному) значения потерь сахара в жоме $\Pi_{\text{ж}}$ и соответствующего коэффициента откачки диффузионного сока $\alpha_{\text{дс}}$ осуществляют на основании анализа текущих и сформировавшихся в предшествующий период показателей процесса, влияющих на величину технологической составляющей прибыли завода.

Заданный расход пара $m_{\text{п}}^{\text{зд}}$ в первую греющую камеру диффузионного аппарата находят с учетом фактических значений расхода пара $m_{\text{п}}$ и температуры θ_1 сокоотружечной смеси в первой зоне аппарата, что позволяет улучшить качество регулирования температуры в первой зоне.

Технологическая составляющая прибыли сахарного завода представляет собой разность между стоимостью получаемых конечных продуктов производства (сахара, жома, мелассы) и суммарными затратами, включаемыми в калькуляцию себестоимости этих продуктов. При оптимальном значении потерь сахара в жоме величина технологической составляющей прибыли будет наибольшей. Найденное оптимальное значение потерь сахара в жоме передают в алгоритмы управления подачей питательной воды в качестве заданного содержания сахара в жоме $Sx_{\text{ж}}^{\text{за}}$ для определения коэффициента соотношения вода—стружка, обеспечивающего достижение заданных потерь сахара.

Опыт внедрения АСУ ТП на Долинском сахарном заводе подтвердил, в частности, важную роль качественного регулирования производительности свеклорезок, обусловленную следующими причинами:

- стабилизация производительности свеклорезок способствует достижению установившегося процесса диффузии (или приближения к нему), в результате чего повышается коэффициент объекта y ;

- качественное регулирование снижает динамическую нагрузку на свеклорезку и ее привод, что повышает долговечность оборудования;

- регулирование при соблюдении оптимальных пределов скорости резания повышает качество стружки и, следовательно, коэффициент объекта y ;

- плавное ограничение производительности свеклорезок при уменьшении потребления сока ослабляет отрицательный эффект

от нанесения более резкого возмущения и более глубокого отклонения процесса диффузии от установившегося состояния, снижающего коэффициент объекта y . Таким образом, регулирование производительности свеклорезок является необходимым, хотя и недостаточным условием достижения рационального режима управления процессом экстракции.

Стыковку МПК с тиристорным преобразователем ТЕ-4 электропривода свеклорезки выполняют с учетом обеспечения безударного переключения режимов управления. При этом необходимо учитывать входное сопротивление цепи управления тиристорного преобразователя, равное 11 кОм.

Наряду с такими преимуществами микропроцессорной техники перед традиционными средствами, как реализация эффективных экономико-математических методов управления и непосредственного цифрового управления, еще одним их достоинством является принципиально новый вид представления оператору на видеограммах дисплея обработанной интегрированной информации о состоянии технологического объекта.

На рис. 4.10—4.11 приведены видеограммы «Управление получением диффузионного сока» и «Мнемосхема диффузионного аппарата». Обозначения на них те же, что и в формулах (4.1), (4.2).

Особенности мнемосхемы: материальные потоки (стружка, вода, сок) выполнены с имитацией движения; индикация уровней — с двумя видами отсчета, благодаря чему совмещены достоинства традиционных аналоговых приборов контроля (удобство, наглядность) и приборов с цифровым отсчетом (точность). Диаграммы семнадцати параметров приводятся за последние 8 ч, кончая моментом вызова видеограммы оператором.

При эксплуатации АСУ ТП выявлено отсутствие необходимого запаса по каналам регулирования расход пара — температура сокоотрующей смеси по зонам диффузионных аппаратов. Устранение этого недостатка позволило бы полнее реализовать возможность АСУ ТП участка диффузии. При создании АСУ ТП участка диффузии Долинского, а затем и Деражнянского сахарных заводов учтен опыт эксплуатации подобной системы на Тбилисском сахарном заводе, где апробированы также АСУ ТП участка сокоочистки, выпарной установки и вакуум-аппаратов, разработанные НПО «Промавтоматика», «Пищепромавтоматика» и НПО «Сахар».

АСУ ТП участка сокоочистки. В качестве критерия управления процессом принята скорость фильтрования. Цель управления — достижение минимально допустимой скорости фильтрования, обеспечивающей в сложившейся технологической ситуации максимально возможный эффект очистки при заданной производительности завода.

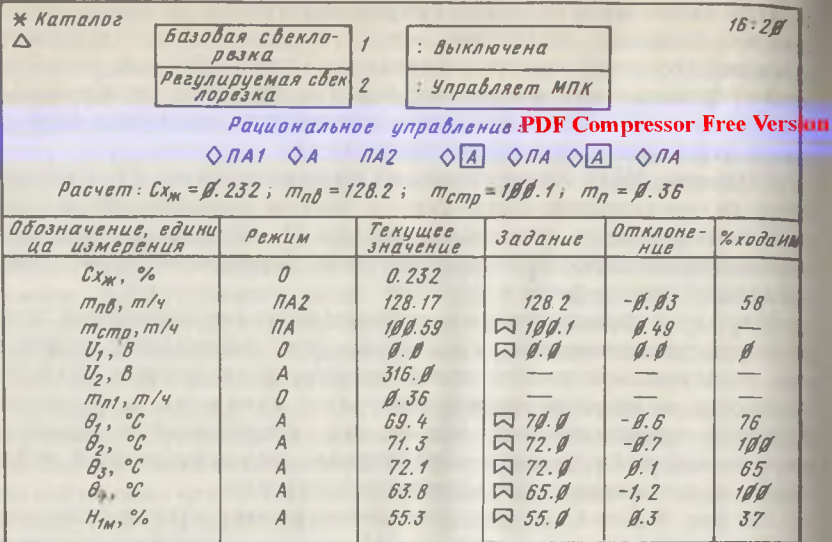


Рис. 4.10. Видеограмма «Управление получением диффузионного сока»

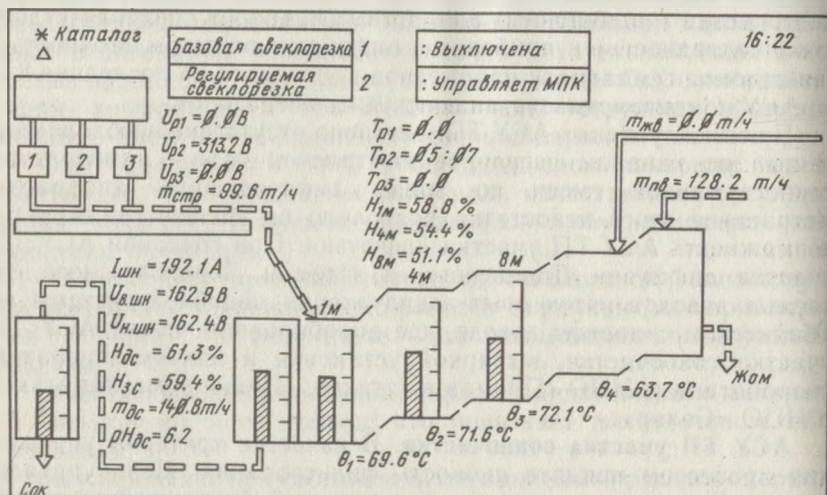


Рис. 4.11. Видеограмма «Мнемосхема диффузионного аппарата»:

T — продолжительность работы свеклорезки; $зс$ — за ситом; $в. шн$ и $н. шн$ — верхний и нижний приводы шнека

Изменение эффекта очистки, который определяется величиной рН сока I сатурации, содержанием общей извести в дефекованном соке и коэффициентом соотношения расходов диффузионного сока и сока возврата, приводит к изменению фильтрационных свойств сока. Качественным показателем очистки диффузионного сока служит скорость фильтрования сока I сатурации.

Управляющими воздействиями являются величина рН сока I сатурации, коэффициент соотношения между расходами диффузионного сока и сока I сатурации, возвращаемого в преддефектор, а также содержание общей извести в дефекованном соке. При этом содержание общей извести в дефекованном соке регулируют путем автоматического выбора и стабилизации коэффициента соотношения расходов диффузионного сока и известковой суспензии с воздействием на расход последней.

При изменении величины рН сока I сатурации и указанных коэффициентов в сторону увеличения (в пределах ограничений) эффект очистки улучшается. При уменьшении величины рН сока I сатурации и коэффициентов соотношения скорость фильтрования увеличивается, следовательно, эффект очистки при этом ухудшается.

Таким образом, управление процессом очистки диффузионного сока в рациональном режиме состоит в расчете и стабилизации на уровне расчетных значений таких режимных параметров, при которых достигается цель управления.

При практической реализации АСУ ТП было решено периодически вводить в МПК информацию о скорости фильтрования сока I сатурации по результатам определения скорости осаждения с помощью лабораторного анализа.

АСУ ТП выпарной установки. В качестве критерия управления режимом работы выпарной установки (ВУ) приняты затраты на выпаривание, определяемые расходом пара в I корпус, потерями сахара от термического разложения в выпарных аппаратах и при хранении свеклы на кагатном поле. Цель управления — минимизация этих затрат.

Оптимальным режимом работы ВУ считается такой, когда при минимально возможном температурном режиме и разгруженном концентраторе достигается заданная концентрация сиропа. Поддержание оптимального режима работы установки, подверженной случайным и монотонно изменяющимся возмущающим воздействиям, требует постоянной корректировки. При этом ведут систематический пересчет заданий системам регулирования производительности по выпаренной воде I корпуса и содержанию сухих веществ в сиропе и периодическую с временным интервалом, задаваемым с пульта управления, корректировку температурного режима ВУ путем изменения заданий регуляторам давления вторичных паров I и II корпусов. Пересчет выполняют с учетом

фактических значений расхода и концентрации сока и клеровки, нагрузки концентратора и остальных корпусов, а также содержания сухих веществ в сиропе после выпарной установки и в сиропе с клеровкой.

Корректировку температурного режима проверки необходимости и возможности ее выполнения путем сравнения фактических значений давления вторичного пара II корпуса и положения регулирующего клапана на подпитке надсосового пространства II корпуса с заданными (допустимыми) значениями.

Во избежание перерегулирования при управлении работой ВУ анализируют тенденцию изменения производительности концентратора и выбирают направление пересчета требуемой производительности I корпуса.

АСУ ТП участка вакуум-аппаратов. В качестве критерия управления вакуум-аппаратами принята продолжительность цикла варки утфеля, определяющая величину затрат на получение сахара заданного качества.

Цель управления — минимизация продолжительности цикла варки при расчетных параметрах качества получаемого сахара. При этом снижаются потери сахара и затраты на тепловую и электрическую энергию. Поставленная цель достигается решением следующих задач: программно-логическое управление работой вакуум-аппаратов; стабилизация температуры сиропа и оттеков, поступающих на уваривание утфеля; дистанционное управление запорно-регулирующей арматурой вакуум-аппаратов, сигнализация отклонения параметров от заданных граничных значений; анализ состояния оборудования, непосредственно связанного с вакуум-аппаратами по технологическому потоку.

Для микропроцессорного комплекса (рис. 4.12) входными параметрами являются аналоговые сигналы измерительных преобразователей абсолютного давления p_a , температуры утфеля T_u , уровня утфеля H_u , вязкости утфеля μ , расхода конденсата m_k , температуры T_n и давления p_n греющего пара в аппаратах 3, температуры T_c и уровня H_c сиропа в сборниках 2, температуры T_o и уровня H_o белого оттека в сборнике 1, уровня H_m утфеля в миксере 6, разрежения p_v в вакуумной системе, температуры T_k барометрической воды на выходе конденсатора 5, уровня воды H_k в гидрозатворе конденсатора; дискретные сигналы положения запорно-регулирующих органов, а также данные о доброкачественности $Дб_p$ и содержании сухих веществ $СВ_p$ в кристаллизуемом растворе, полученные в лаборатории и вводимые оператором 11 с помощью цифровой и функциональной клавиатуры, и информация от оператора центрифуг 10 о готовности утфеля к центрифугированию.

Выходные параметры МПК — аналоговые и дискретные воз-

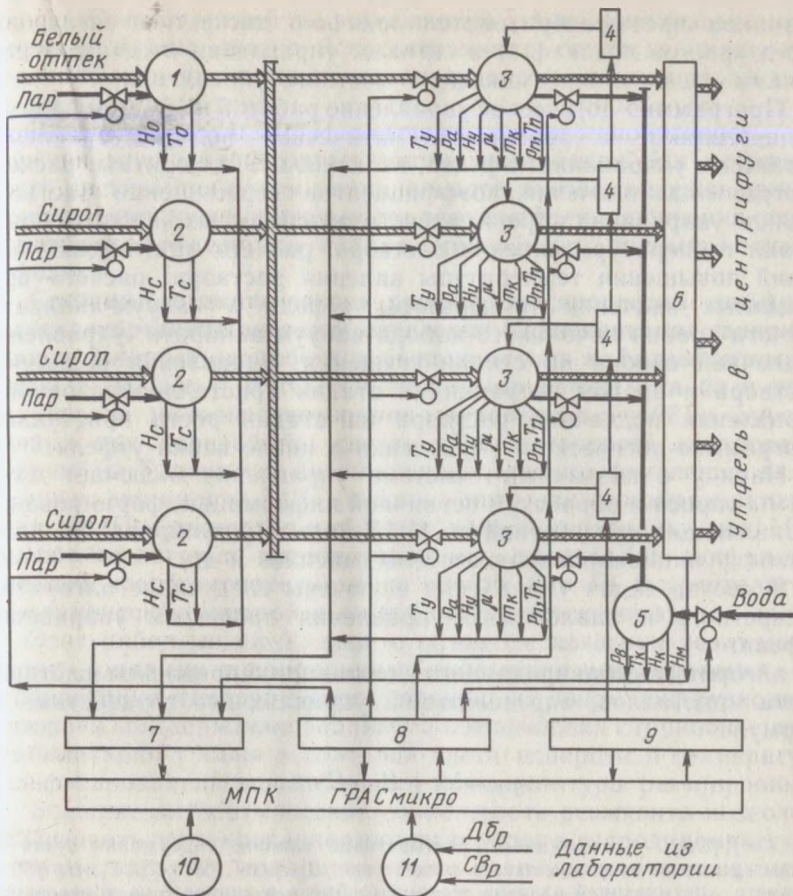


Рис. 4.12. Блок-схема АСУ ТП участка вакуум-аппаратов:

1 — сборник белого оттека; 2 — сборники сиропа; 3 — вакуум-аппараты; 4 — шкафы местного управления запорной арматурой; 5 — конденсатор; 6 — миксер; 7 — шкаф преобразователей входных сигналов; 8 — шкаф преобразователей выходных сигналов; 9 — кроссовый шкаф; 10 — оператор центрифуг; 11 — оператор вакуум-аппаратов

действия на регулирующие органы подкачки сиропа (оттека), разрежения в аппаратах, подачи охлаждающей воды в конденсатор, ввода затравки, подачи пара на подогрев продуктов; дискретные управляющие воздействия на отсечные клапаны сброса вакуума, пропарки, выбора продукта, отключения от вакуумной системы, спуска утфеля.

Входные аналоговые сигналы поступают на вход МПК через нормирующие преобразователи, установленные в шкафу 7. Выходные аналоговые сигналы поступают к исполнительным механизмам

клапанов через преобразователи шкафа 8, дискретные сигналы — через кроссовый шкаф 9, а сигналы управления отсечными клапанами — еще и через шкафы 4 местного управления.

Программно-логическое управление работой вакуум-аппаратов осуществляют на основе математической модели процесса уваривания утфелей, включающей алгоритмы: расчета программных значений коэффициентов пересыщения раствора в цикле уваривания утфеля; расчета программных значений повышения температуры кипения раствора; расчета фактических значений повышения температуры кипения раствора; расчета программных значений температуры утфеля в вакуум-аппарате; расчета уровня начального набора вакуум-аппарата; управления подкачкой сиропа на стадии сгущения; управления подкачкой раствора и вводом затравки на стадии кристаллообразования; управления подкачкой раствора на стадии роста кристаллов; программно-логического управления в цикле варки утфеля.

Наряду с названными система управления включает алгоритмы опроса и обработки первичной информации, формирования управляющих воздействий по ПИД-закону регулирования, алгоритмы функционирования системы, дисплея и др.

В состав задач управления включены следующие алгоритмы дискретного и аналогового управления процессом уваривания утфеля:

алгоритм комбинированного адаптивного управления на стадии роста кристаллов, определяющий управляющее воздействие по формуле

$$\mu_p = (A + B + C)m_k,$$

где $A = f_1(CB_p)$ — коэффициент, учитывающий влияние содержания сухих веществ в растворе на управляющее воздействие; $B = f_2(\Delta T, \Delta T^{3a}, T_n, T_p, H, H^{3a})$ — параметр, учитывающий влияние тепломассообмена в аппарате на управляющее воздействие (здесь $\Delta T, \Delta T^{3a}$ — фактическое и заданное значения повышения температуры кипения раствора; T_n, T_p — температура пара и раствора; H, H^{3a} — фактическое и заданное значения уровня раствора в аппарате); $C = f_3(dT_n/dt, dT_p/dt)$ — параметр, учитывающий влияние динамики изменения температуры пара и раствора на управляющее воздействие; m_k — текущий расход конденсата греющего пара, кг/с;

алгоритмы управления по ПИ-закону регулирования температуры сиропа и отека в сборниках, абсолютного давления в аппарате и других параметров.

АСУ ТП вакуум-аппаратов выполнена в основном на базе серийных средств автоматизации. В процессе анализа функционирования вакуум-аппаратов установлено, что запорная арматура с электроприводом, предназначенная для выбора продукта, ненадежна, затрудняет реализацию автоматического режима управления этой арматурой и подготовкой аппарата к новому

циклу. Отечественный и зарубежный опыт показывает существенные преимущества использования в системах управления аналоговых и дискретных исполнительных механизмов электропневматического типа.

Эксплуатация АСУ ТП подтверждает целесообразность применения микропроцессорных систем управления. Их эффективность достигается путем рационального режима ведения процесса, снижения продолжительности варки утфеля, улучшения гранулометрического состава сахара, уменьшения водных подкачек утфеля.

Система автоматического управления процессом диффузии в свеклоперерабатывающем отделении Ракитнянского сахарного завода. Система разработана специалистами кафедры автоматизации КТИППа и НПО «Пищепромавтоматика» на базе регулирующего микропроцессорного контроллера Р-100 и апробирована при переработке свеклы. Набор модулей контроллера состоит из базового и проектно-компонованного комплекта, включающего два модуля АЦП (аналого-цифрового преобразователя), один ДЦП (дискретно-цифровой преобразователь), два ЦАП (цифро-аналоговых преобразователя), один ЦДП (цифро-дискретный преобразователь) и по два РГ-1 и РГ-2 (разделители гальванические входной и выходной соответственно).

Этот набор модулей связи с объектом позволил реализовать наряду с такими традиционными контурами регулирования, как стабилизация температурного режима по зонам диффузионного аппарата, поддержание заданного соотношения стружка — вода, стабилизация уровня в головной части аппарата и температуры сульфитированной воды, также и новые контуры регулирования.

Большие алгоритмические возможности ремиконта позволили реализовать регулирование температурного и гидродинамического режимов загрузки аппарата, учесть транспортное запаздывание при регулировании соотношения стружка—вода.

Основными факторами, которые способствуют пробкообразованию и, следовательно, нарушению главного условия работы аппарата противотока, являются низкое качество стружки (брак свыше 7 %), перегрев сокостружечной смеси и неритмичность загрузки аппарата. В результате комплексного исследования процесса зарождения пробки в диффузионном аппарате А. П. Ладачук и Ф. В. Негода (КТИПП) установили, что в месте разрыва первой и второй секций шнеков происходит существенное изменение свойств сокостружечной смеси. Оно проявляется в изменении характера колебаний уровня сокостружечной смеси при установившемся противотоке и образовавшейся пробке (рис. 4.13). Зарождение пробки характеризуется колебаниями уровня сокостружечной смеси с определенной частотой и амплитудой.

Эта амплитуда превышает величину, характерную для выбран-

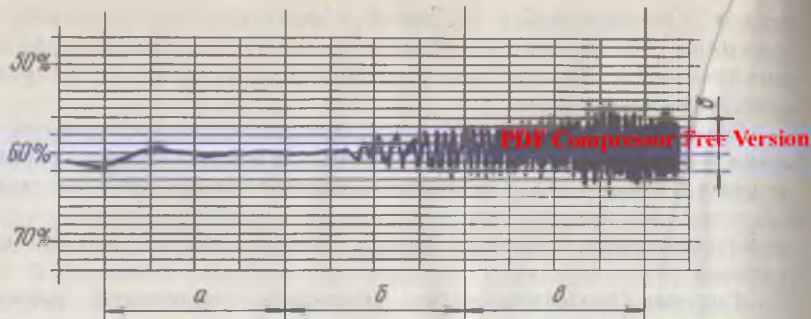


Рис. 4.13. Диаграмма колебаний уровня сокоотрующей смеси в диффузионном аппарате:

а — при нормальном режиме противотока; б — в процессе зарождения пробки; в — при образовавшейся пробке

ной зоны нечувствительности δ , т. е. зоны, в которой амплитуда колебаний уровня сокоотрующей смеси соответствует работе аппарата при установившемся режиме.

Для ликвидации зародыша пробки в аппарат автоматически подается поверхностно-активное вещество (ПАВ) однократно в количестве 0,015—0,005 % к массе перерабатываемой свеклы.

Опыт эксплуатации этой микропроцессорной системы управления показал, что применение ремиконта, программно реализующего режим НЦУ, существенно повышает качество регулирования по сравнению с традиционными приборными системами. Так, при одних и тех же параметрах настройки регуляторов время регулирования и динамическое отклонение температур в I и II зонах аппарата уменьшается в 1,5—1,7 раза.

АСУ продуктовым отделением Одесского сахарорафинадного завода. Система разработана НПО «Пищепромавтоматика» на базе микропроцессорной техники в составе четырех локальных комплексов СМ1803-10 и одного центрального — СМ1803-09. Ее основные задачи: планирование работы вакуум-аппаратов; управление процессом аффинации; управление процессом уваривания утфеля I, II, III продуктов, включая вспомогательные операции; управление процессом подваривания; управление материальными потоками I, II и III продуктов.

Критерием оценки режима работы продуктового отделения является минимальное значение технологической составляющей себестоимости переработки сахара-сырца и полупродуктов, рассчитываемое с учетом ограничений, накладываемых на режим нормативными и плановыми показателями.

Оптимальное значение целевой функции достигается за счет определения следующих значений: производительности продукто-

вого отделения по сахару-сырцу и мелассе, потерь сахара, содержания сахара в мелассе, удельных расходов топлива и электроэнергии. Найденными показателями пользуются в течение времени до следующего определения.

Планирование работы вакуум-аппаратов, состоящее в определении момента их запуска, а также управление материальными потоками обеспечивают повышение ритмичности работы отделения.

Критерием управления процессом уваривания является продолжительность цикла варки, определяющая величину затрат на участке производства сахара. Решение достигается формированием рациональной программы в ходе образцовой варки и автоматического программного управления процессом уваривания по полученной программе.

ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ЭВМ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

С появлением персональных ЭВМ возможности использования вычислительной техники в технологии сахарного производства существенно расширились. Создаются индивидуальные системы автоматизированного проектирования (САПР) для выполнения отдельных видов инженерных расчетов и проектных работ, в частности расчета материальных потоков свеклосахарного завода. Этот расчет необходим при проектировании новых и реконструкции существующих заводов, а также для определения коэффициента использования мощности действующих заводов. Количество и состав продуктов зависят от качества сырья, технологической схемы, оборудования. Расчет материального потока ведут по уравнениям материального баланса для каждого технологического участка завода.

По методике, разработанной специалистами МТИППа, расчет материальных потоков выполняют в два этапа: для участков до продуктового отделения и отдельно для продуктового отделения. Опыт расчета на ЭВМ «Искра-1226» по программе МТИППа показывает, что продолжительность ввода в ЭВМ исходных данных и вычислительных операций составляет 3—5 и 2—3 мин соответственно. Результаты расчета выводятся на экран дисплея и печатаются на алфавитно-цифровом печатающем устройстве. Оперативный анализ производственных ситуаций позволяет наиболее рационально перераспределять материальные потоки на заводе.

Выбор схемы продуктового отделения и составляющих ее элементов, направлений и величин материальных потоков зависит от качества исходного сиропа и требований, предъявляемых к параметрам сахара-песка и мелассы.

Расчет гибкой технологической схемы продуктового отделения, например на ЭВМ «Искра-1256», «Искра-226», позволяет выбрать для конкретных производственных условий рациональный вариант схемы кристаллизации.

Разработаны алгоритм и программа для ЭВМ «Искра-1256» прогнозирования технико-экономических показателей сахарного производства (выхода сахара, условной мелассы, содержания сахара в мелассе, коэффициента завода) в зависимости от исходных характеристик сырья, в первую очередь от сахаристости свеклы и доброкачественности сока. Такой прогноз особенно необходим для сахарного производства перед началом производственного сезона.

На Тимашевском сахарном заводе испытана программа реализации расчетов по учету свеклосахарного производства, в основу которой положено общепринятое определение количества сахарозы на верстате путем пересчета продуктов незавершенного производства соответственно в утфели I и II кристаллизации и коэффициента выхода сахарозы из каждого учтенного продукта в результате окончательной его переработки, не считая сахарозы, оставшейся в мелассе. Баланс сахара выполняют по двум методам, что в значительной степени повышает достоверность расчетов.

Наличие персональных ЭВМ на сахарных заводах позволяет осуществлять подготовку технологов и операторов на тренажерах, имитирующих работу оборудования и систем управления. ИТР среднего и высшего звеньев на имитационных моделях могут проводить ситуационные игры, анализировать и оценивать принимаемые решения по управлению производством. Так, специалистами Гниваньского сахарного завода изготовлено несколько экземпляров персональных ЭВМ «Радио-86РК», которые успешно были применены при подготовке производственного персонала (аттестация начальников смен, сменных технологов, слесарей КИП), а также для АРМ главного технолога и других задач. На этом же заводе изготовлена на базе ИМС серии К155 и внедрена микроэлектронная система управления батареей фильтров ФилС.

Одним из направлений в решении проблемы сокращения ручного труда является применение роботизированных комплексов с использованием промышленных роботов, манипуляторов и других устройств для механизации и автоматизации производственных процессов. Промышленный робот представляет собой совокупность манипулятора и перепрограммируемого устройства управления.

Первый опыт использования робототехнических средств в сахарной промышленности связан с внедрением автоматического манипулятора А5-АУМ производительностью 8 упаковок в минуту

для группового упаковывания 15 пачек сахара-рафинада с наружными размерами $158 \times 101 \times 55$ мм и массой 1 кг в ящики из гофрированного картона с внутренними размерами $317 \times 285 \times 162$ мм.

Перспективным является применение межотраслевых роботов и манипуляторов для укладки фасованной продукции в тару, формирования и расформирования пакета из мешков на поддоне; специализированных роботов и манипуляторов для формирования строп-пакетов из мешков с сахаром.

Опыт эксплуатации промышленных роботов показывает, что вопросы комплексной механизации и автоматизации не могут быть решены на базе применения только одних роботов. Последние согласно прогнозу будут входить в системные комплексы гибкого производства.

Характеристики сырья, продуктов производства и отходов

Сахарная свекла

Сахаристость, % к массе	16—17
Средний химический состав, %	
клеточный сок (сахароза 17,5; растворимые несахара 2,5; вода 72)	92
нерастворимые несахара	5
связанная вода	3
Водопоглощение, %	До 17
Угол естественного откоса, град	40
Насыпная плотность в зависимости от формы и размеров корней, кг/м ³	560—800
Плотность свежей свеклы при 22—24 % СВ, кг/м ³	1080—1120
Плотность свекловичного сока при 5—25 % СВ и 20 °С, кг/м ³	1019,2—1104,3
Скважистость, %	30—40
Удельное электрическое сопротивление свежей свекловичной ткани при 20 °С, Ом·м	40—50

Тростниковый сахар-сырец

Сахароза (поляриметрическая), %	96,5—98
Вода, %	0,4—0,8
Несахара, %	1,5—2
Цветность, усл. ед.	40—50
рН раствора сахара-сырца	6,2—6,5

Сахароза

Растворимость в нечистых растворах

Температура, °С	Коэффициент растворимости сахарозы (в кг/кг) в растворах с доброкачественностью, %				
	100	90	80	70	60
30	2,18	2,10	2,12	2,23	2,37
40	2,38	2,30	2,32	2,48	2,70
50	2,62	2,54	2,58	2,79	3,14
60	2,93	2,83	2,88	3,16	3,70
70	3,31	3,22	3,27	3,64	4,57
80	3,80	3,72	3,83	4,50	6,0

Диэлектрическая проницаемость 3,5—3,85

Увеличение объема раствора сахарозы в воде при 20 °С

Содержание сахарозы, г/100 мл воды	Увеличение объема, мл	Общий объем, мл	Содержание сахарозы, г/100 мл воды	Увеличение объема, мл	Общий объем, мл
20	12,36	112,36	140	87,81	187,81
40	24,80	124,80	160	100,51	200,51
60	37,31	137,31	180	113,24	213,24
80	49,87	149,87	200	125,98	225,98
100	62,48	162,48	220	138,74	238,74
120	75,13	175,13	240	151,52	251,52

Известняк CaCO_3 (карбонат кальция)

Содержание, %	
CaCO_3	93—97
MgCO_3	98—2
Плотность, кг/м ³	1450—2470
Пористость, %	6,2—31,6
Водопоглощение, %	1,3—14,3
Угол естественного откоса, град	30—45
Коэффициент линейного расширения, 1 °С	$8 \pm 4 \cdot 10^{-6}$
Удельное электрическое сопротивление, Ом·см	10^4 — 10^5
Диэлектрическая проницаемость	8—12

Гашеная известь Ca(OH)_2

Плотность, кг/м ³	2300—2400
Насыпная плотность, кг/м ³	400—641
Угол естественного откоса, град	70

Растворимость извести в расчете на CaO и Ca(OH)_2

Температура, °С	Растворимость, г/100 г насыщенного раствора		Температура, °С	Растворимость, г/100 г насыщенного раствора	
	CaO	Ca(OH)_2		CaO	Ca(OH)_2
0	0,14	0,185	60	0,088	0,116
10	0,133	0,176	70	0,079	0,104
20	0,125	0,165	80	0,070	0,092
30	0,116	0,153	90	0,061	0,081
40	0,106	0,140	100	0,054	0,071
50	0,097	0,128			

Растворимость известия в присутствии сахарозы

Показатели	Температура, °C								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Содержание сахарозы
в сахарном растворе,
%

0	0,130	0,124	0,114	0,107	0,097	0,088	0,076	0,068	0,067
5	0,642	0,508	0,389	0,268	0,207	0,172	0,131	0,109	0,092
10	1,455	1,163	0,925	0,725	0,528	0,376	0,272	0,185	0,110
15	2,310	2,632	1,923	1,440	1,052	0,723	0,516	0,300	0,164
20	4,450	3,581	2,917	2,258	1,680	1,174	0,728	0,523	0,360

Содержание СВ в рас-
творах клеровки саха-
ра-сырца, %

35	—	—	—	—	—	—	2,630	—	—
41	—	1,794	—	—	—	—	2,513	—	—
45	—	1,718	—	—	—	—	2,445	—	—
49	—	1,446	—	—	—	—	1,854	—	—
56	—	1,128	—	—	—	—	1,469	—	—

Электрическая проводимость растворов Са(ОН)₂

Температура, °C	Электрическая проводимость (в См/см, 10 ³) растворов при содержании СаО, г/л					
	0,1217	0,305	0,609	0,913	1,217	1,49

0	0,56	1,4	2,64	3,915	5,09	6,07
10	0,735	1,8	3,42	5,005	6,485	7,75
20	0,905	2,2	4,195	6,075	7,87	9,415
30	1,075	2,59	4,94	7,14	9,225	10,995
40	1,24	2,975	5,67	8,19	10,555	—
50	1,41	3,35	6,39	9,19	11,805	—
60	1,575	3,725	7,075	10,165	—	—
70	1,74	4,085	7,745	11,095	—	—
80	1,9	4,425	—	—	—	—
90	2,06	4,745	—	—	—	—
100	2,06	5,045	—	—	—	—

Известковое молоко Са(ОН)₂

Температура, °C	80—90
Давление, МПа	0,05—0,3
Содержание твердых частиц, %	2—20
Динамический коэффициент вязкости, Па·с	(15—80) · 10 ⁻³

Плотность известкового молока и содержание СаО

Плотность, кг/м ³	Содержание СаО		Плотность, кг/м ³	Содержание СаО	
	г/л	% к массе раствора		г/л	% к массе раствора
1140,0	190	16,67	1183,5	250	21,12
1147,5	200	17,43	1190,5	260	21,84
1154,5	216	18,19	1197,5	270	22,55
1161,5	220	18,94	1205,0	280	23,24
1168,5	230	19,68	1212,5	290	23,92
1176,0	240	20,41	1219,5	300	24,60

Диоксид углерода

Содержание в сатурационном газе, %	28—32
Давление, кПа	40—120
Температура, °С	40—70
Плотность при нормальных условиях, кг/м ³	1,9768
Растворимость в воде при нормальных условиях, см ³ /л	
при 20 °С	878
» 40 °С	530
» 60 °С	359
Диэлектрическая проницаемость при нормальных условиях	1,00099

Сера

Плотность серы, кг/м ³	
кристаллической	2070—1920
расплавленной	1810
Температура плавления, °С	115,18
Температура кипения, °С	444,5
Коэффициент линейного расширения, град ⁻¹	(74—80) · 10 ⁻⁶

Диоксид серы

Допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Не более 10
Плотность при нормальных условиях, кг/м ³	2,9263
Динамический коэффициент вязкости при 0—100 °С, Па·с	(1158—1611) · 10 ⁻⁸
Растворимость, % к массе насыщенного раствора	
при 20 °С	8,6
» 40 °С	6,1
» 50 °С	4,9
» 70 °С	2,6
» 90 °С	0,9
» 100 °С	0,1
Содержание в сульфитационном газе, %	Не более 14
Температура газа, °С	» 40
Зола и несгоревшие примеси, % к массе сгоревшей серы	До 2

Диффузионный сок

Ориентировочный состав, % к массе	
сахароза	13,65
вода	85
несахара	1,35

В том числе неорганические
органические

Плотность, кг/м³
Сухие вещества, %
Доброкачественность, %
Коллоиды, %
Твердые частицы, %
Воздушные включения, %
Пульпа, %
Откачка, % к массе свеклы
Величина рН₂₀

Температура, °С
Электрическая проводимость при Дб=88,7 %, См/м
Удельное электрическое сопротивление при 20 °С после
тепловой обработки стружки в течение 80 мин при тем-
пературе 30—50 °С, Ом·м

0,3
1,05
1050—1070
14—16
78—87
До 0,2
6—10
3—6
115—120
6—6,5
30—35
0,218
9—13

PDF Compressor Free Version

Сок I сатурации

Величина рН ₂₀				10,8—11,2			
Температура, °С				88—90			
Плотность нефiltrованного сока при рабочей темпе- ратуре, кг/м ³				1090			
Сухие вещества, %				10,5—12,2			
Доброкачественность, %				82—91			
Твердые частицы, %				0,2—7			
Удельная электрическая проводимость сока, См/м				32,9—56			
Температура, °С	50	60	70	80	90	100	
Динамический коэффициент вязкости, мПа·с	0,824	0,638	0,602	0,527	0,466	0,414	
Скорость фильтрования, л/(м ² ·мин)	3,31	4,01	4,78	5,62	6,53	7,51	
Щелочность, % СаО	0,170	0,086	0,055	0,039	0,032	0,024	
Кальциевые соли, мг СаО/100 СВ	69	53	48	59	74	103	
Цветность, ед. Шт	11,5	14,7	9,2	11,4	13,3	13	

Сок II сатурации

Величина рН ₂₀								9,2—9,3
Температура, °С								90—96
Плотность нефiltrованного сока при рабочей темпе- ратуре, кг/м ³								1060
Сухие вещества, %								10,2—11,9
Доброкачественность, %								83—92
Твердые частицы, %								До 0,2
Температурный градиент электрической проводимости, 1/(Ом·см·К)								(0,75—0,83) · 10 ⁻³
Температурный коэффициент электрической проводи- мости, град ⁻¹								0,115
Удельная электрическая проводимость бикарбонатов кальция, мСм/см								20,7
рН ₂₀	10,5	10,0	9,5	9,2	9,0	8,5	8,0	
СаО, %	0,137	0,115	0,09	0,08	0,083	0,084	0,085	
Электрическая проводимость	—	69	59	54,6	55	60	65	
κ/κ _{макс} · 100, %								

Сироп после выпарной установки

Температура, °С		68
Величина рН ₂₀		8,3—8,6
Динамический коэффициент вязкости, Па·с		0,015

Сухие вещества, %

65

В зависимости от доброкачественности дифсока и рН₂₀ сока
[сатурации

доброкачественность, %

82,2—91,3

содержание кальциевых солей, % к массе СВ

0,342—0,68

цветность, ед. на 100 СВ

300—1550

Плотность сиропа

Температура сиропа, °C	Плотность (в кг/м ³) при концентрации СВ, %				
	50	55	60	65	70
20	1249,57	1281,00	1312,43	1343,86	1375,29
50	1233,52	1264,56	1295,61	1326,66	1357,70
55	1230,84	1261,82	1292,81	1323,79	1354,77
60	1228,16	1259,08	1290,00	1320,92	1351,84
65	1225,49	1256,34	1287,20	1318,05	1348,91
70	1222,81	1253,60	1284,40	1315,19	1345,98
75	1220,14	1250,87	1281,59	1312,32	1343,05
80	1217,46	1248,13	1278,79	1309,45	1340,12
85	1214,79	1245,39	1275,99	1306,59	1337,19
90	1212,11	1242,65	1273,18	1303,72	1334,26

Характеристика сиропа, выводимого на хранение

Температура, °C	90—20
Плотность, кг/м ³	1310—1350
Сухие вещества, %	68—70
Вязкость, Па·с	0,093—0,427
Температура кипения, °C	105—108
Температура начала замерзания при 68—70 % СВ, °C	—33
Зольность, %	1,17—1,86
Удельная электрическая проводимость, мСм/см	651—1011
Величина рН ₂₀	9,0—9,2

Утфель

Продукт	I	II	III
Температура, °C	70—75	70—75	45—50
Сахар, %	86,0	80,9	72,0
Сухие вещества, %	92,0	92,8	90,6
Доброкачественность, %	93,2	87,2	79,5
Масса кристаллов, %	65,3	54,7	45,2
Размер кристаллов, мм	0,55—0,95	—	0,25—0,35
Плотность, кг/м ³	1497	1501	1505

Сахар

Влажность, %	Не более 0,14
Доброкачественность, %	Не менее 99,75
Содержание редуцирующих веществ, %	Не более 0,05
Содержание золы, %	Не более 0,03

Плотность сахара на 100 частей сухих веществ, усл. ед.	Не более 0,8
Размер кристаллов, мм	0,55—0,95
Плотность, кг/м ³	1560
Объемная масса, кг/м ³	850
Относительная плотность, %	54,5
Пористость, %	54,5
Угол естественного откоса, град	40—45
Угол обрушения, град	45
Удельное электрическое сопротивление в слое, Ом·см	10 ⁸ —10 ³

PDF Compressor Free Version

Сахар-песок

Плотность, кг/м ³	1560
Относительная плотность, %	54,5
Пористость, %	45,5
Угол естественного откоса, град	40—45
Угол осыпания, град	45
Удельное электрическое сопротивление в слое, Ом·см	10 ⁸ —10 ³

Сушеный жом

Насыпная масса, кг/м ³	220
Угол естественного откоса, град	45—60
Плотность в брикетах, кг/м ³	500
Содержание влаги, %	10—12

Меласса

Выход мелассы, % к массе свеклы	3,5—6
Сухие вещества, % к массе мелассы	76—84
Доброкачественность, %	54—62
Плотность, кг/м ³	1445
Динамический коэффициент вязкости при температуре 40 °С, Па·с	4—8

Фильтрационный осадок

Объемная масса осадка влажностью 50 %, кг/м ³	
I сатурации	1250
II сатурации	1200
Угол естественного откоса осадка из отвалов, град	50—60
Основные компоненты, % на абсолютно сухой осадок	
известь	40,92—45,06
углекислота	22,82—29,17
органические вещества	4,52—8,11
нерастворимый в кислотах осадок	2,74—4,12
окись магния	2,65—3,8

Характеристика сиропа в зависимости от качества диффузионного сока

Показатели	pH ₂₀ сока I сатурации							
	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9	11,0	11,1	11,3
Доброкачественность сока 86,7 %								
Доброкачественность, %	—	—	91,3	91,17	91,02	91,00	91,00	91,1
Содержание кальциевых солей, % к массе СВ	—	—	0,405	0,43	0,443	0,45	0,443	0,41
Цветность, ед. на 100 СВ	—	—	300	300	300	310	335	400
Доброкачественность сока 78 %								
Доброкачественность, %	—	82,5	82,75	82,9	82,75	—	82,65	82,45
Содержание кальциевых солей, % к массе СВ	0,71	0,68	0,67	0,67	0,67	—	0,67	0,675
Цветность, ед. на 100 СВ	—	1550	1400	1300	1350	—	1410	1440
								1450

Таблица основных и вспомогательных буквенных обозначений по ГОСТ 21.404—85

Назначение буквенных обозначений	Обозначения наносимые внутри изображения прибора	Обозначения, наносимые на прибор
Измеряемая величина	<i>H</i> — ручное воздействие <i>D</i> — плотность <i>E</i> — электрическая величина <i>F</i> — расход <i>G</i> — размер, положение, перемещение <i>BNOXYZ</i> — резерв <i>K</i> — время, временная программа <i>L</i> — уровень <i>M</i> — влажность <i>P</i> — давление, разрежение <i>Q</i> — состав, концентрация <i>R</i> — радиоактивность <i>S</i> — скорость, частота <i>T</i> — температура <i>U</i> — несколько разнородных параметров <i>V</i> — вязкость <i>W</i> — масса	<i>H</i> — максимальное значение измеряемой величины <i>L</i> — то же, минимальное
Уточнение измеряемой величины	<i>D</i> — разность, перепад <i>F</i> — соотношение, доля <i>I</i> — обегание <i>Q</i> — интегрирование, суммирование во времени	
Функциональные признаки	<i>I</i> — показание <i>R</i> — регистрация <i>C</i> — автоматическое регулирование, управление <i>S</i> — включение, отключение, переключение <i>A</i> — сигнализация <i>E</i> — первичное преобразование (чувствительный элемент) <i>T</i> — промежуточное преобразование (дистанционная передача) <i>K</i> — станция управления <i>Y</i> — преобразование, вычислительная функция	

Назначение буквенных обозначений	Обозначения наносимые внутри изображения прибора	Обозначения, наносимые вне изображения прибора
----------------------------------	--	--

Дополнительные функциональные признаки прибора

E — сигнал электрический
 P — сигнал пневматический
 G — сигнал гидравлический
 A — сигнал аналоговый
 D — сигнал дискретный
 $\Sigma, K, X: f^n, \sqrt{\quad}, \lg,$
 t
 $dx/dt, \{, x(-1),$
 $\max, \min$
 B_i — передачи сигнала на ЭВМ
 B_0 — вывод информации с ЭВМ

Пример обозначения: PD/RC — прибор показывающий (I), регистрирующий (R), автоматически регулирующий (C) перепад давления (PD).

Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в пищевой промышленности/Под ред. Л. А. Широкова — М.: Агропромиздат, 1986.— 311 с.

Автоматизация свеклосахарного производства/З. С. Волошин, Л. П. Макаренко, А. А. Рокитский, П. В. Яцковский.— М.: Пищевая промышленность, 1980.— 287 с.

Автоматизация технологических процессов пищевых производств/Под ред. Е. Б. Карпина.— М.: Агропромиздат, 1985.— 535 с.

Барласов Б. З., Ильин В. И. Наладка приборов и систем автоматизации.— М.: Высшая школа, 1980.— 350 с.

Волошин З. С., Макаренко Л. П., Эрлих В. М. Справочник специалиста КИПиА сахарной промышленности.— М.: Агропромиздат, 1985.— 286 с.

Волошин З. С., Маргулис И. Б., Стороженко А. Г. Совершенствование систем управления на сахарном заводе им. 9 января 1905 г.//Сахарная промышленность.— 1986.— № 2.— С. 37—39.

Волошин З. С., Сапронов А. Р. Стабилизация потока диффузионного сока в процессе очистки.//Сахарная промышленность.— 1987.— № 11.— С. 20—21.

Волошин З. С., Николаенко А. Н., Яцковский П. В. Опыт повышения эффективности систем управления технологическими процессами на сахарных заводах.— М.: АгроНИИТЭИПП, 1987.— 32 с.

Гербут К. Ф., Еременко Б. А., Сусоров Б. Г. Автоматизация процессов свеклосахарного производства.//Сахарная промышленность.— 1987.— № 6.— С. 33—35.

Гребенюк С. М. Технологическое оборудование сахарных заводов.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.— 517 с.

Инструкция по химико-технологическому контролю и учету сахарного производства.— Киев: ВНИИСП, 1983.— 476 с.

Клюев А. С. Аппаратура для проверки приборов технологического контроля.— М.: Энергия, 1979.— 176 с.

Ладанюк А. П., Соколов В. А. Использование ЭВМ в системах автоматизации пищевых производств.— Киев: Общество «Знание» УССР, 1985.— 17 с.

Монтаж и наладка средств автоматизации в сахарной промышленности/Под ред. В. Г. Белика.— М.: Пищевая промышленность, 1976.— 206 с.

Негода Ф. В., Воронянский О. И., Ладанюк А. П. Регулирующий микропроцессорный контроллер.//Сахарная свекла.— 1988.— № 1.— С. 21—22.

Новая система автоматизации сахарного производства СА-85/Б. А. Еременко, Б. Г. Сусоров, А. А. Вильшанский и др.//Сахарная промышленность.— 1987.— № 3.— С. 24—26.

Применение ЭВМ в технологии сахарного производства/А. Р. Сапронов, В. И. Тужилкин, А. И. Сорокин и др.— М.: АгроНИИТЭИПП, 1987.— 37 с.

Состояние и перспективы применения промышленных роботов и манипуляторов в пищевой промышленности/И. М. Глозман, Н. Т. Костюк, И. М. Шлафер, Н. А. Войницкая.— М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1985.— 17 с.

Федоров М. А. Микропроцессоры и роботы в пищевой промышленности.— Киев: ИПК руководящих работников и специалистов перерабатывающей промышленности, 1986.— 72 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Технологические участки и подготовка их к автоматизации	5
Участки заготовки, хранения и подготовки сырья к переработке	6
Сокодобывающее отделение	13
Участок очистки диффузионного сока	16
Участок получения готового продукта	32
Участки вспомогательного производства	38
Участки хранения и переработки сахара-сырца	47
Экономическая эффективность автоматизации	50
Глава 2. Средства автоматизации и системы автоматического управления	53
Условия надежного функционирования и эффективного использования средств автоматизации	53
Устройства информации о составе и свойствах веществ	63
Устройства информации о физико-механических параметрах	82
Устройства использования командной информации	88
Системы автоматического управления технологическими участками	92
Глава 3. Эксплуатация средств автоматизации и систем автоматического управления	181
Метрологическая служба сахарного завода	181
Ремонт, настройка и поверка средств измерения и автоматизации	204
Обслуживание систем автоматического управления	216
Техника безопасной работы и противопожарная техника	228
Глава 4. Применение вычислительной техники в системах управления	232
Особенности применения вычислительной техники в сахарной промышленности	232
Технические средства вычислительной техники	233
АСУ ТП на базе микропроцессорной техники	240
Персональные ЭВМ и робототехнические устройства	257
Приложение	260
Список использованной литературы	270

**Волошин Зигфрид Соломонович
Макаренко Леонид Павлович
Яцковский Павел Викторович**

АВТОМАТИЗАЦИЯ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Зав. редакцией Л. М. Богатая
Художник В. П. Трифонов
Художественный редактор В. А. Чуракова
Технический редактор Е. В. Соломович
Корректор В. В. Тумарева**

ИБ № 6146

Сдано в набор 29.03.89. Подписано к печати 20.11.89. Т-13040. Формат 60×88¹/₁₆. Бумага кн.-журн. Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,66. Усл. кр.-отт. 16,66. Уч.-изд. л. 18,95. Изд. № 173. Тираж 3900 экз. Заказ № 119. Цена 1 р. 30 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат», 107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Диапозитивы изготовлены в Ленинградской типографии № 2 головном предприятии ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати, 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский пр., 29.

Отпечатано в Московской типографии № 8 Госкомпечати СССР, 101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7. Тип. зак. № 136

