



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Агропромышленный»

Кафедра «Техника и технологии пищевых производств»

Методические указания
по дисциплине

**Основы промышленной автоматизации в отрасли
на базе современных ПЛК**

Ростов-на-Дону
2025

Составитель: к.т.н., доц. каф. ТТПП - Савенков Д.Н.

Методические указания по дисциплине «Основы промышленной автоматизации в отрасли на базе современных ПЛК

Научный редактор д.т.н., проф. И.А. Хозяев

Оглавление

АСУТП КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ..	4
СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	7
1 ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКИХ И СЫПУЧИХ ТЕЛ	7
1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ	7
1.2 ПОПЛАВКОВЫЕ ПРИБОРЫ	7
1.3 БУЙКОВЫЕ УРОВНЕМЕРЫ.....	9
1.4 ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ УРОВНЕМЕРЫ.....	10
1.5 УРОВНЕМЕРЫ ДИФМАНОМЕТРЫ.....	11
1.6 КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЕ УРОВНЕМЕРЫ	12
1.8 ЕМКОСТНЫЕ ПРИБОРЫ	12
2 ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ И СОСТАВА ВЕЩЕСТВА.....	16
2.1 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СОСТАВА ЖИДКОСТИ	16
2.2 ПРИБОРЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТАВА ГАЗОВ (ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ)	21
2.3 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА.....	22
2.4 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	24
2.5 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЖИДКИХ СРЕД.....	26
2.6 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ (ВИСКОЗИМЕТРЫ).....	29
3. СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	32
3.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	32
3.2 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА.....	33
3.3 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	35
3.4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ	37
3.5 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА.....	41
3.6 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ	43
3.7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА	45
3.8 АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ МЯСА	48
3.9 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	51
3.10 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ.....	57
4. ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	63
4.1 ДАТЧИКИ ПРИБЛИЖЕНИЯ.....	63
4.2 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ.....	68
4.3 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ.....	70

АСУТП КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ

Главной задачей АСУТП является повышение эффективности производства путем замены человека-оператора аппаратными средствами, устройствами автоматического управления.

Автоматизированная система управления технологическим процессом — это совокупность аппаратных средств и их программного обеспечения, предназначенных для управления технологическими объектами, которая обеспечивает оптимальный уровень автоматизации сбора, накопления и переработки информации и формирование таких управляющих воздействий на исполнительные устройства, что работа управляемого объекта происходит в оптимальном режиме. Технологическим объектом называется совокупность технологического оборудования и реализованного на нем производственного процесса.

Управляющие устройства, получая информацию по каналам обратной связи об изменении контролируемых параметров, таких как размеры обрабатываемых изделий, скорость обработки, температура, формируют в соответствии с заданной программой обработки управляющие сигналы, обеспечивающие выполнение программы обработки в оптимальном рабочем режиме.

Основные функции и структура АСУТП

Основным назначением АСУТП является оптимизация технологических процессов в соответствии с заданным критерием эффективности. При этом предполагается, что автоматизация с помощью АСУТП приведет к повышению эффективности производства в заданном отношении.

В любом случае оптимизация техпроцесса с помощью АСУТП сводится к поддержанию оптимального соотношения его параметров.

Управляющие устройства АСУТП строятся на базе средств микропроцессорной вычислительной техники и являются по существу управляющими вычислительными машинами (УВМ).

Технологические объекты, управляемые АСУТП, — это совокупность сложных электромеханических систем.

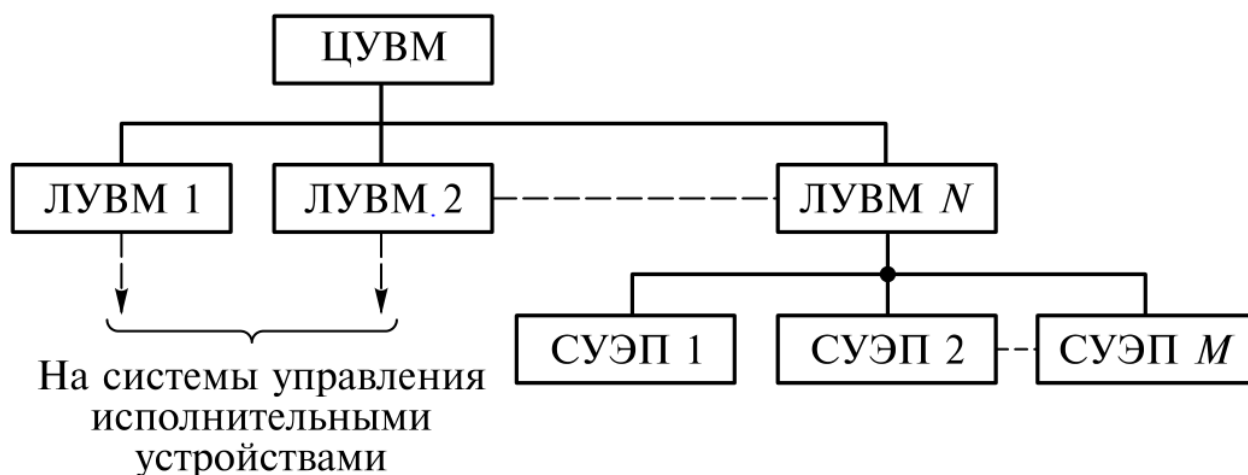


Рис 1. Типичная трехуровневая иерархическая структура АСУТП

Управление в АСУТП организуется по иерархическому принципу. Иерархическое управление является одной из разновидностей централизованного управления.

При управлении по иерархическому принципу система управления подразделяется на отдельные уровни, или ранги. Общее управление осуществляется центральной управляющей вычислительной машиной (ЦУВМ), которая считается УВМ высшего (первого) ранга. Однако ЦУВМ при иерархическом управлении управляет ТО не непосредственно, а только через промежуточные, локальные, управляющие вычислительные машины (ЛУВМ). Все ЛУВМ, управляемые непосредственно от ЦУВМ, называются УВМ второго ранга (второго уровня управления). Если имеются ЛУВМ, управляемые не от ЦУВМ, а от УВМ второго ранга, то такие ЛУВМ называются ЛУВМ третьего ранга. По отношению к ним соответствующая УВМ второго ранга оказывается центральной.

Структура и основные функции УВМ

Если основные логические и арифметические операции, необходимые для осуществления процесса управления, реализуются с помощью микропроцессорных конструкций, то такое управляющее устройство является УВМ.

Современная управляющая вычислительная машина — это управляющее устройство, построенное на базе микроЭВМ и их комплексов.

Конструктивно УВМ выполняется в виде пульта управления (ПУ) и процессорного (системного) блока (ПБ).

УВМ управляет технологическим объектом (ТО) с параметрами Y посредством управляющих сигналов X . Пульт управления является основой рабочего места оператора, осуществляющего контроль работы АСУТП. Через ПУ поступает исходная информация в виде управляющих программ (УП), считываемых с магнитных дисков и дискет внешнего запоминающего устройства (ВЗУ).

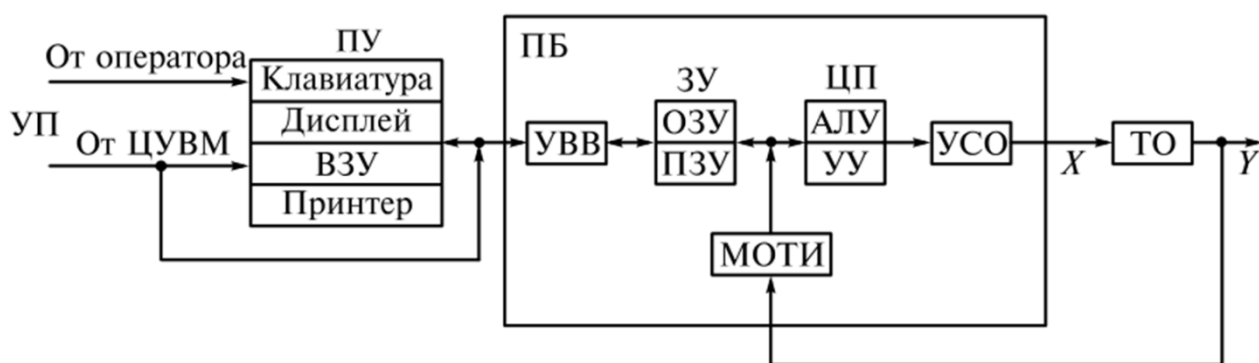


Рис. 2 Структура УВМ на основе АСУТП

С помощью клавиатуры ПУ оператор может составлять и корректировать управляющие программы и контролировать ход управляемого технологического процесса, а дисплей ПУ представляет оператору визуальную информацию о ходе ТП и содержании УП. С помощью принтера производится распечатка отчетно-справочной информации о выполнении производственных заданий. Обмен информацией в УВМ осуществляется через стандартные устройства ввода-вывода (УВВ). Они состоят из параллельного и последовательного интерфейсов (портов), причем для связи внутри ПБ обычно используется параллельный интерфейс. Через последовательный интерфейс реализуется связь с отдаленными корреспондентами, прежде всего с ЦУВМ, если она есть.

Информация, поступающая в ПБ с пульта управления или непосредственно от ЦУВМ через УВВ, запоминается в устройствах памяти — запоминающих устройствах (ЗУ), состоящих из постоянного (ПЗУ) и оперативного (ОЗУ) запоминающих устройств.

В ПЗУ содержится: инструментальное программное обеспечение для создания УП, сами УП и общие сведения об управляемом технологическом объекте.

В ОЗУ хранятся: управляющие программы, находящиеся в работе, и текущая информация о ходе реализуемого технологического процесса, состоянии технологического оборудования и самой УВМ.

Основным устройством, осуществляющим переработку поступающей информации в УВМ и выдачу управляющих сигналов, является центральный процессор (ЦП), состоящий из арифметико-логического (АЛУ) и управляющего (УУ) устройств.

АЛУ осуществляет арифметическую и логическую обработку информации с выработкой управляющих сигналов.

УУ определяет, какие арифметико-логические операции и в каком порядке должно реализовать АЛУ в соответствии с заданной программой.

Специфическими устройствами, отличающими УВМ от обычных ЭВМ, являются: устройства связи с объектом (УСО)

модули обработки технологической информации (МОТИ).

УСО — это модули прямой связи управления. Они преобразуют приходящие с процессора управляющие сигналы, чтобы согласовать их с входными цепями ТО (цифроаналоговое преобразование, усиление управляющих сигналов)

МОТИ преобразуют приходящие с ТО сигналы обратной связи (сигналы Y) о параметрах ТО.

- аналого-цифровое преобразование аналоговых сигналов обратной связи, поступающих от аналоговых управляющих устройств и исполнительных механизмов;

- преобразование кодов цифровых сигналов обратной связи • потенциальное разделение цепей управления.

СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1 ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКИХ И СЫПУЧИХ ТЕЛ

1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ

В пищевой промышленности используют приборы для контроля уровня жидких и сыпучих тел. По своему назначению приборы для контроля уровня подразделяют на сигнализаторы уровня и индикаторы уровня. *Сигнализаторы уровня* контролируют определенные, предельные значения уровня. *Индикаторы уровня* предназначены для непрерывного, текущего контроля уровня.

По принципу действия наиболее широко распространены следующие приборы:

- поплавковые;
- буйковые;
- пьезометрические;
- уровнемеры-дифманометры;
- кондуктометрические;
- емкостные.

Общим недостатком поплавковых и буйковых приборов является большая поверхность контакта чувствительного элемента с продуктом, невозможность контроля уровня вязких («липучих») сред, контроль только верхнего уровня жидкости, значительная инерционность.

1.2 ПОПЛАВКОВЫЕ ПРИБОРЫ

Принцип действия поплавковых приборов основан на зависимости вертикального перемещения поплавка, свободно плавающего на поверхности жидкости, от ее уровня.

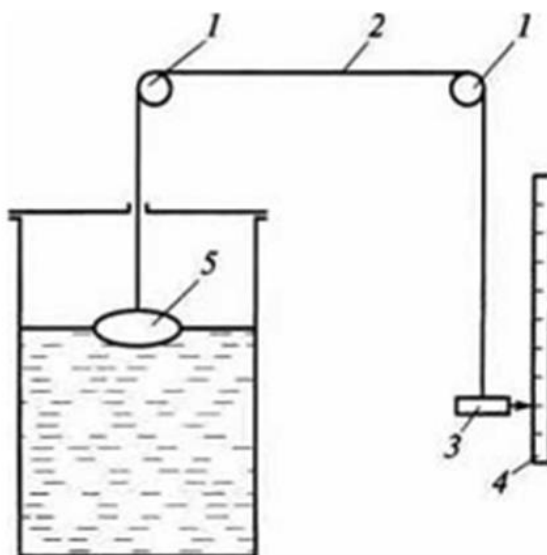


Рис. 1.1 Схема контроля уровня поплавковым прибором

На рис. 1.1 показано простейшее устройство с плавающим поплавком. Поплавок 5 плавает на поверхности контролируемой среды. Тросом 2, перекинутым через ролики 1,

он соединен с грузом 3 для поддержания постоянного натяжения троса, к грузу прикреплена стрелка, показывающая на шкале 4 уровень жидкости.

Недостатками поплавковых индикаторов уровня являются перевернутая шкала (с нулем у верхнего края бака), трудность отсчета в начале шкалы у высокого резервуара, погрешность из-за изменения силы натяжения троса (при подъеме уровня к силе тяжести груза прибавляется сила тяжести троса).

Поплавковые приборы в основном применяют как сигнализаторы уровня. На рис. 1.2 показана схема сигнализатора типа ПРУ-5. Широко применяется во вспомогательных технологических процессах - холодильных установках. Сигнализатор состоит из первичного преобразователя (рис. 1.2, а) и электронного релейного усилительного блока, соединяемых между собой через штекерный разъем Ш, (рис. 1.2, б). Первичный преобразователь состоит из металлического цилиндрического корпуса 3, соединенного трубками 2 с резервуаром 1, в котором контролируется жидкость, как сообщающийся сосуд. На поверхности жидкости внутри преобразователя плавает полый металлический поплавок 5. Он является сердечником для окружающих внутреннюю камеру индукционных катушек 6. Вертикальное перемещение поплавка ограничивается сетками 4. На рис. 1.2, б показана принципиальная схема сигнализатора. Индукционные обмотки L_1 и L_2 , находящиеся в первичном преобразователе, вместе с резисторами R_1 , R_2 и R_3 электронного блока образуют неуравновешенную индуктивно-резистивную мостовую схему. Диагональ питания АВ питается от сети -220 В через понижающий

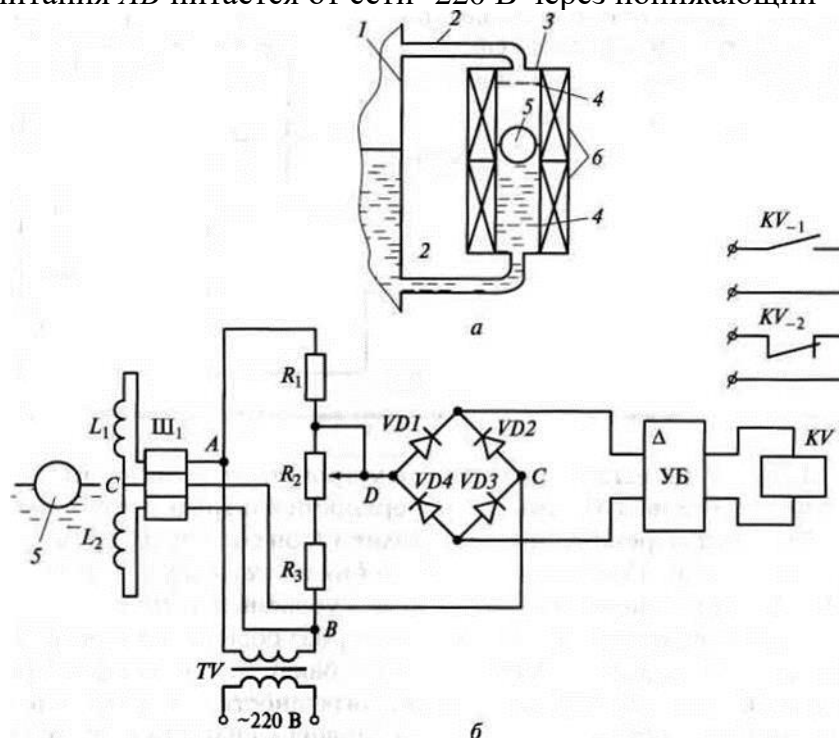


Рис. 1.2 Сигнализатор уровня типа ПРУ-5. а- схема датчика, б- принципиальная схема

трансформатор напряжения ГИ. Измерительная диагональ CD подключена на вход диодного мостикового выпрямителя W г... VD а, выход которого соединен со входом усилительного блока УБ. К его выходу подключено электромагнитное реле напряжения kv, прибор работает следующим образом, Когда поплавок находится внизу, индуктивные сопротивления катушек таковы что мостовая схема находится в состоянии близком к равновесному, и сигнал, поступающий на УБ, близок к нулю. По мере подъема уровня

жидкости в резервуаре поплавков начинает всплывать. При этом изменяются индуктивные сопротивления катушек и наступает разбаланс мостовой схемы. На вход УБ поступает электрический сигнал разбаланса, возрастающий по мере подъема уровня. Когда уровень достигает максимально заданного, на выходе УБ появляется напряжение вызывающее срабатывание реле Ки. Замыкающий контакт ки, замыкается, а размыкающий Ки, размыкается. Один из контактов управляет исполнительным механизмом подачи жидкости в резервуар. При этом подача жидкости прекращается и уровень начинает уменьшаться. Поплавок перемещается вниз сигнал разбаланса уменьшается, что вызывает отключение реле КИ. Когда поплавок занимает нижнее положение, схема приходит в начальное состояние. Резистор R2 служит для настройки прибора на верхний предел контролируемого уровня.

1.3 БУЙКОВЫЕ УРОВНЕМЕРЫ

В буйковых уровнемерах чувствительным элементом также является поплавок, но в отличие от поплавковых, он изменяет глубину своего погружения, при изменении уровня жидкости. Принцип действия основан на изменении выталкивающей силы (сила Архимеда), действующей на тело, погруженное в жидкость.

На рис.1.3 показана схема буйкового уровнемера с пневматической передачей показаний на расстояние. Поплавок 1 подвешен к рычагу 2, укрепленному на конце упругой пружинной трубки 3. Поплавок своей тяжестью закручивает трубку 3 и стальной стержень 4, который находится внутри трубки 3 и одним концом плотно связан с ней. Угол закручивания пропорционален силе тяжести G поплавка 1 и изменяется при изменении уровня жидкости из-за изменения выталкивающей силы погруженной части поплавка:

$$G_B = HSp_g$$

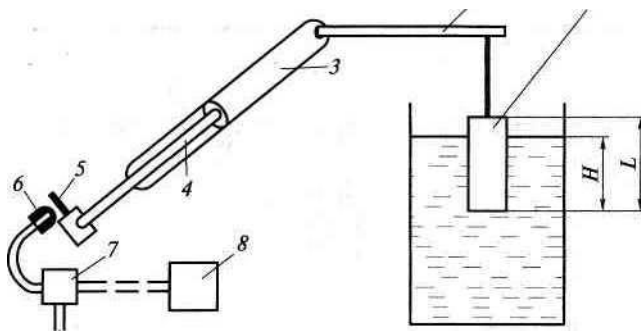


Рис. 1.3. Буйковый уровнемер с пневматической СДПП

где H - глубина погруженной части, м; S - площадь поперечного сечения, м²; ρ - плотность жидкости, кг/м³; g - ускорение свободного падения ($g = 9,81$ м/с²).

Собственный вес поплавка рассчитан так, чтобы при полном его погружении в жидкость он не всплывал.

На свободном конце стержня 4 укреплен заслонка 5. При повороте стержня торсионной трубки заслонка отклоняется относительно сопла 6 на такой же угол. В результате пропорционально изменяется давление воздуха на входе в пневмоусилитель 7. Усиленный по мощности (по расходу воздуха) пневмосигнал далее передается к показывающему прибору 8, шкала которого отградуирована в единицах уровня.

1.4 ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИЕ УРОВНЕМЕРЫ

Принцип действия основан на зависимости гидростатического давления в определенной точке жидкости, от глубины ее погружения. Прибор, показанный на рис. 1.4, действует следующим образом. По пневмоприводу 2 подается сжатый воздух, расход и давление которого регулируется редуктором-стабилизатором давления 1. Затем воздух проходит очистку в фильтре 3 и поступает через контрольный сосуд 4 в пневмопривод 5, глубина погружения H которого находится в прямой зависимости от уровня жидкости в сосуде 7. В пневмоприводе создается давление $p_2 = \rho d H + p_a$, где p_a - давление на свободной поверхности жидкости, Па.

Таким образом, при постоянных ρ , d и p_a давление p_2 является функцией H , $p_2 = f(H)$. Это давление измеряется манометром 6, шкала которого отградуирована в единицах уровня.

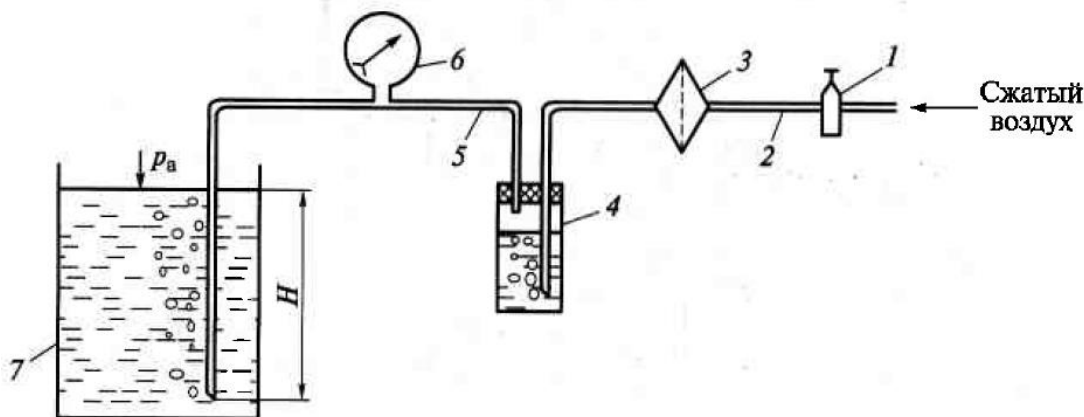


Рис. 1.4. Пьезометрический уровнемер

Достоинством прибора является простота конструкции и возможность использования как в качестве индикатора, так и сигнализатора уровня (это определяется конструкцией манометра, который может быть снабжен контактными устройствами).

К недостаткам относятся зависимость показаний от колебаний давления на свободной поверхности p_a и изменения плотности ρ (при изменении температуры). Кроме того, устройство требует наличие сжатого воздуха высокой степени очистки. При пропускании воздуха через контролируемую среду она насыщается кислородом, что создает благоприятные условия для развития микрофлоры, а также может происходить вспенивание продукта.

Устройство состоит из уравнительного сосуда 2 и дифференциального

Устройство состоит из уравнительного сосуда 2 и дифференциального манометра 3, подсоединяемых к контролируемому резервуару 1 по схеме, приведенной на рис. 1.5.

1.5 УРОВНЕМЕРЫ ДИФМАНОМЕТРЫ

Дифференциальный манометр используется в качестве измерительного прибора. Уравнительный сосуд обеспечивает постоянную высоту столба жидкости H_2 , подаваемую в «минусовую» измерительную камеру дифманометра. Постоянство высоты столба обеспечивается непрерывным сливом и подачей рабочей жидкости в сосуд. К другой камере («плюсовой») подсоединяется резервуар, в котором контролируется уровень жидкости H_1 . Дифманометр измеряет перепад давления Δp , P_a , который рассчитывается по формулам:

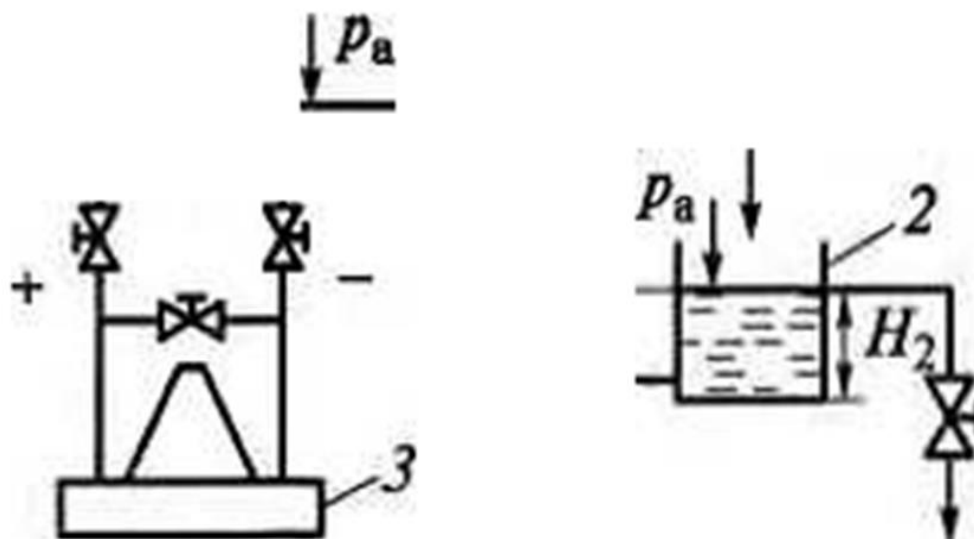


Рис. 1.5. Уровнемер-дифманометр.

$$\begin{aligned} \Delta p &= (p_a + H_1 p_1 g) - (p_a + H_2 p_2 g); \\ \Delta p &= H_1 p_1 g - H_2 p_2 g; \end{aligned} \quad (1.1)$$

где p_1 - плотность контролируемой жидкости, кг/м^3 ; p_2 - плотность рабочей жидкости в уравнительном сосуде, кг/м^3 .

Так как величина $H_2 = \text{const}$, то при постоянных p_1 и p_2 измеряемый перепад давления зависит только от H_1 , т. е. уровня жидкости в резервуаре. Если в уравнительном сосуде используется та же жидкость, что и контролируемая, то уравнение (1.1) приобретает вид:

$$\Delta p = p g (H_1 - H_2).$$

Достоинства уровнемеров-дифманометров те же, что и пьезометрических. Кроме того, их использование не зависит от колебаний давления на свободной поверхности (для открытых резервуаров).

Недостатки: громоздкость конструкции, необходимость постоянной подпитки рабочей жидкостью уравнительного бачка, зависимость показаний от плотности (температуры) жидкости.

1.6 КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЕ УРОВНЕМЕРЫ

Принцип действия основан на замыкании электрической измерительной цепи, при достижении продуктом определенного уровня - уровня установки первичного преобразователя. Применяются в основном, как сигнализаторы уровня.

На рис. 1.6, *а* показано устройство первичного преобразователя сигнализатора уровня типа ЭРСУ. Он состоит из изолированного электрода 8 постоянной длины и неизолированного электрода 5, длину которого можно изменять. Штуцер 9 служит для установки датчика в стенке резервуара, а пластмассовый колпачок 3 фиксатором датчиков внутри корпуса. Электроды 5 и 8 соединены наконечником 7 и гайкой 6. Усадка фторопластового изолятора электрода 8 компенсируется пружиной 4. Соединительный провод подключается к электроду гайками 2, которые изолируются резиновым колпачком. Провод от корпуса резервуара подсоединяется к лепестку 10.

На рис. 1.6, *б* показана схема контроля уровня трехканальным сигнализатором. К электронному блоку прибора ЭБ подсоединены три датчика 2 нижнего уровня ДНУ, среднего ДСУ и верхнего ДВУ

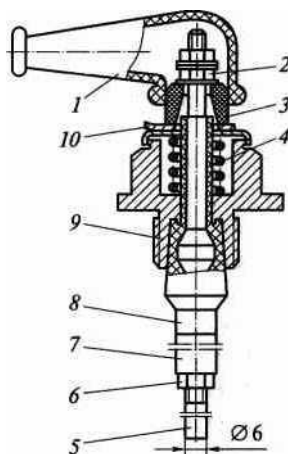


Рис. 1.6. Кондуктометрический сигнализатор уровня: а - конструкция датчика; б - схема контроля уровней

Датчики установлены в стенке резервуара 1 через изолирующие прокладки 3. Каждый из датчиков подключен к усилительному релейному блоку (УРБ) УРБ1... УРБ3. На выходе УРБ установлены электромагнитные реле КВ1 ...КВ3. При достижении уровня жидкости соответствующего датчика, через нее замыкается цепь входного напряжения $U_{вх}$ на соответствующий УРБ, что вызывает срабатывание выходного реле КВ и замыкание и размыкание его контактов (на схеме не показаны).

Достоинством кондуктометрических сигнализаторов является возможность контроля нескольких уровней и высокая точность срабатывания. Основным недостатком заключается в невозможности контроля уровня неэлектропроводящих сред.

1.8 ЕМКОСТНЫЕ ПРИБОРЫ

Принцип действия основан на зависимости электрической емкости конденсатора от относительной диэлектрической проницаемости среды, которая изменяется для разных веществ от 1 (воздух, вакуум) до 81 (вода).

Емкость коаксиального цилиндрического конденсатора C , пФ, определяется

выражением

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon L_3}{\ln \frac{D}{d}},$$

где ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость вакуума, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; ϵ - относительная диэлектрическая проницаемость вещества, находящегося между электродами конденсатора; L_3 - длина электродов, мм; D - внутренний диаметр наружного электрода, мм; d - наружный диаметр внутреннего электрода, мм.

На рис. 1.7, а показана схема контроля уровня емкостным методом. В резервуар 2 высотой H опущен металлический стержень 1, имеющий внешнее диэлектрическое фторопластовое покрытие. Корпус резервуара является наружным электродом, а стержень внутренним. Высота уровня продукта в резервуаре - L . Общая емкость такого конденсатора C_x может быть представлена схемой замещения (рис. 1.7, б). При параллельном соединении конденсаторов их общая емкость равна сумме составляющих $C_x = C_v + C_{\pi}$, где C_v - электрическая емкость части резервуара, заполненной воздухом, пФ; C_{π} - электрическая емкость части резервуара, заполненной продуктом, пФ.

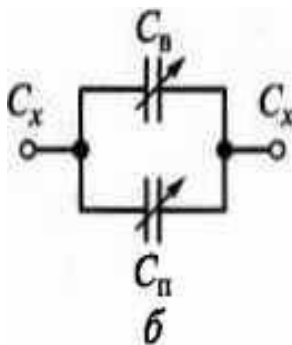


Рис. 1.7. Контроль уровня емкостным методом. а - схема контроля. б - схема замещения

Емкостные приборы выпускают в виде сигнализаторов и индикаторов уровней.

Емкостной сигнализатор уровня. Состоит из датчика стержневого типа и электронного блока, соединенных коаксиальным кабелем. Устройство датчика аналогично датчику кондуктометрического сигнализатора, но электрод покрывается оболочкой из фторопласта. Используют резонансный метод измерения, при этом контролируемая электрическая емкость, включенная параллельно с индуктивностью, образует резонансный контур. Контур, настраивается на резонанс питающей частоты при определенной начальной электрической емкости преобразователя, которая соответствует наличию или отсутствию контролируемого вещества на заданном уровне. Изменение этой емкости, при определенном уровне, приводит к изменению собственной частоты контура и срыву резонанса.

На рис. 1.8 показана упрощенная принципиальная схема емкостного сигнализатора уровня. Основной частью схемы является колебательный контур, состоящий из индуктивности L_d и емкости катушки C_d , который вместе усилительным релейным блоком УРБ образует резонансный контур. Контур подключается к напряжению через трансформаторную связь TV от генератора тока высокой частоты ГВЧ, а устройства ГВЧ и УРБ - к блоку питания БП. Резонансный генератор настраивается таким образом, чтобы

генерация срывалась при изменении уровня среды на величину, больше допустимой. При этом на выходе УРБ появляется напряжение тока низкой частоты, которое вызывает срабатывание электромагнитного реле KV

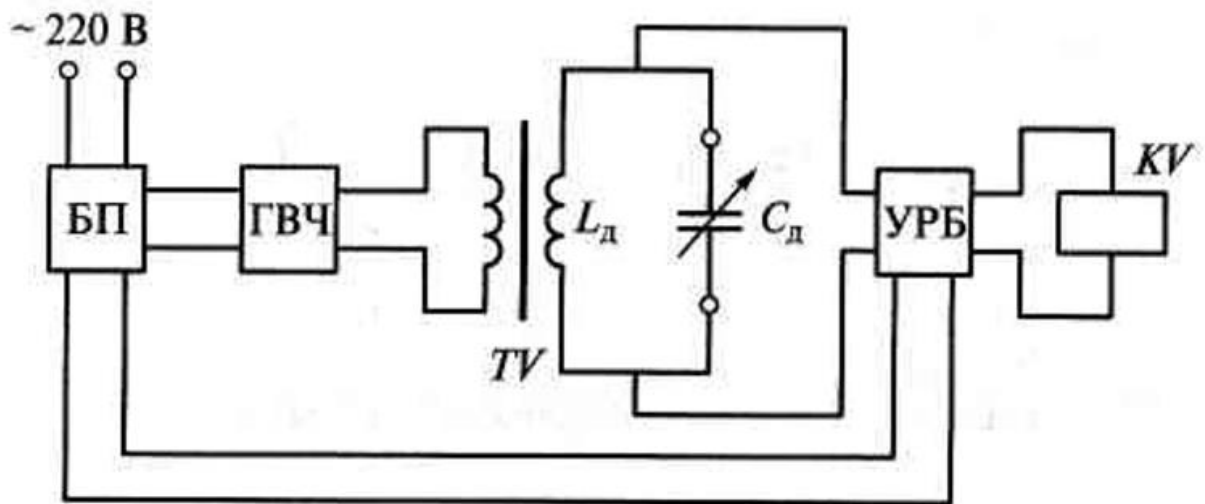


Рис. 1.8. Схема емкостного сигнализатора уровня

Емкостной индикатор уровня состоит из емкостного первичного преобразователя, соединенного коаксиальным кабелем с электронным блоком. К выходу электронного блока подключается измерительный прибор (милливольтметр или потенциометр). Датчик монтируется на крышке резервуара.

Упрощенная электрическая схема прибора показана на рис. 1.9. Схема состоит из генератора высокой частоты ГВЧ, измерительной схемы, представляющей собой индуктивно-емкостной неуравновешенный мост и усилительного блока УБ. К его выходу подключаются измерительный прибор мВ. Отдельные элементы схемы получают напряжение от блока питания БП. Индуктивно-емкостная мостовая схема состоит из индуктивностей L_1 , L_2 , подстроечной емкости C_n и емкости датчика C_d . Схема питается от ГВЧ через трансформаторную связь TV . Диагональ питания CD . Измерительная диагональ AB подключена на вход УБ. При изменении уровня контролируемой среды, меняется степень разбаланса мостовой схемы

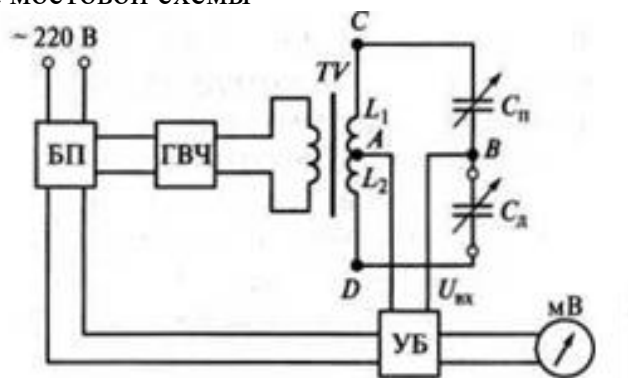


Рис. 1.9. Схема емкостного индикатора уровня

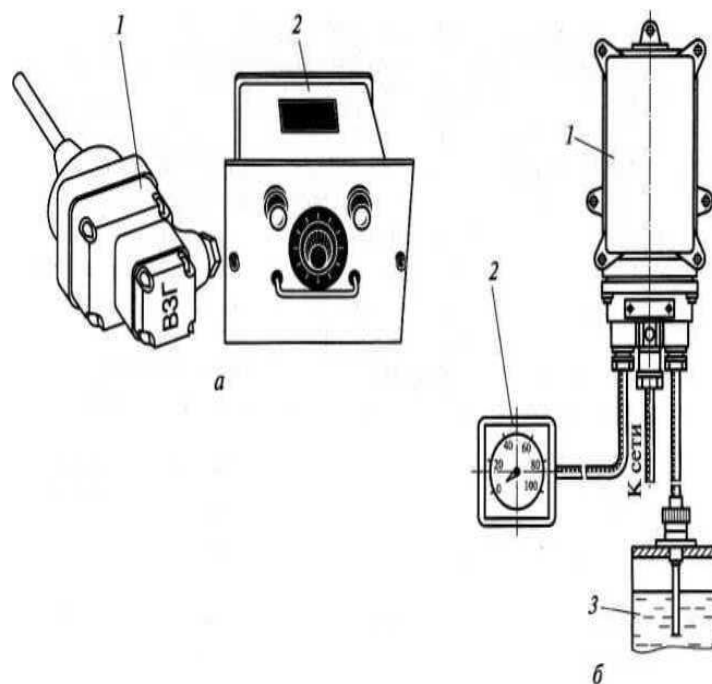


Рис. 1.10. Общий вид емкостных приборов

а- емкостный сигнализатор: 1-датчик, 2-силовой блок, б-емкостный индикатор: 1- электронный блок, 2- измерительный прибор, 3- датчик.

Сигнал разбаланса через УБ передается на измерительный прибор, шкала которого отградуирована в единицах уровня.

На рис. 1.10, а показан общий вид емкостного сигнализатора типа ЭСУ, а на рис. 1.10, б - емкостного индикатора типа ЭИУ-2. Особенностью сигнализатора МЭСУ является то, что измерительная часть вмонтирована в датчик и сам прибор представляет собой силовой блок. Это позволяет соединить датчик и блок обычными проводами, что повышает дистанционность контроля.

Основной недостаток емкостных приборов - зависимость от внешних электромагнитных полей из-за наличия в измерительных схемах индуктивностей. В них возникает токи самоиндукции, что приводит к ложным срабатываниям сигнализаторов и погрешности в показаниях индикаторов. Поэтому электронные блоки приборов помещают в металлический корпус - экран, а датчик с блоком соединяют экранированным коаксиальным кабелем, что снижает дистанционность передачи сигнала. Достоинством приборов является возможность контроля уровня любых жидких сред (проводящих и непроводящих), а также уровня сыпучих материалов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как классифицируются приборы для контроля уровней?
2. Какая измерительная схема используется в поплавковом сигнализаторе уровня?
3. В чем принципиальное отличие поплавковых и буйковых приборов?
4. В чем достоинство уровнемеров-дифманометров, по сравнению с пьезометрическими?
5. В чем недостаток кондуктометрических сигнализаторов уровня? 6. От какой величины зависит чувствительность емкостных приборов?
7. Какие измерительные схемы используются в емкостных сигнализаторах и индикаторах уровня?

8. В чем основное преимущество емкостных сигнализаторов, по сравнению с кондуктометрическими?

2 ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ И СОСТАВА ВЕЩЕСТВА

2.1 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ СОСТАВА ЖИДКОСТИ

Потенциометрические концентратометры (рН-метры). Дистиллированная вода диссоциирует на ионы водорода H^+ и ионы гидроксильного остатка OH^-



В нейтральном растворе концентрация ионов H^+ и OH^- одинакова:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}.$$

Отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов называется *водородным показателем* и обозначается рН:

$$pH = -\lg[H^+].$$

Для нейтральной среды (дистиллированная вода) $pH = 7$.

При увеличении концентрации водородных ионов среда приобретает кислотные свойства, а при уменьшении - щелочные. Для кислых сред $pH < 7$, а для щелочных $pH > 7$.

Принцип действия рН-метров основан на зависимости свойств среды от концентрации водородных ионов. На рис. 2.1 показана измерительная схема рН-метра. В сосуд с контролируемой средой 10 помещается измерительный электрод 11. Он представляет собой стеклянную пробирку, на конце которой находится шарик 9 из специального литиевого стекла. Внутри электрода находится стержень 12 из бромистого серебра. Пробирка заполняется раствором бромисто-водородной кислоты HBr и закрывается пробкой 1. При опускании электрода в контролируемый раствор ионы лития на поверхности шарика замещаются на ионы водорода из раствора

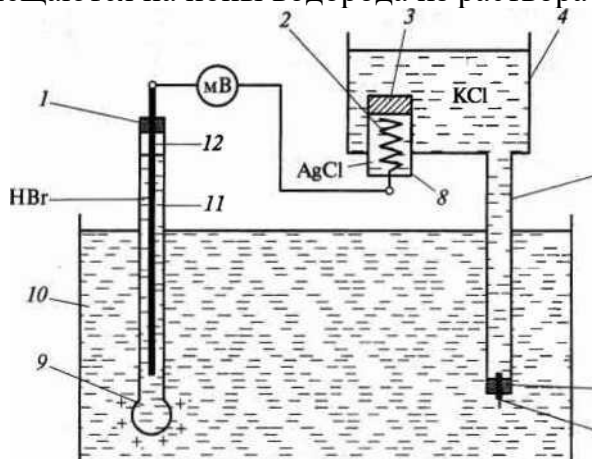


Рис. 2.1. Измерительная схема рН-метра

электрод приобретает положительный электрический потенциал E_x , тем больший, чем больше концентрация ионов водорода, т.е. кислотность среды. Для создания разницы электрических потенциалов служит вспомогательный хлорсеребряный электрод 8. Он представляет собой стеклянную колбу, в которой находится серебряная спираль 2. На конце спирали, выведенной из электрода, находится клемма для подсоединения внешнего провода. Электрод заполняется раствором хлористого серебра $AgCl$ и электрод

закрывается пористой пробкой 3. При химическом взаимодействии серебра с раствором AgCl, электрод приобретает постоянный электрический потенциал E_n . Для замыкания электрической цепи служит электролитический ключ 4, представляющий сосуд с трубкой 5, опущенный в контролируемый раствор. Трубка затыкается пробкой 6, сквозь которую пропущен матерчатый фитилек 7. Ключ заполняется раствором хлористого калия KCl. Электрический контакт между растворами AgCl и KCl происходит через пористую пробку (перегородка) 3, а между раствором KCl и контролируемой средой медленный (около 4 мл/сут) перетеканием раствора KCl по фитильку в контролируемую среду. В качестве измерительного прибора используется специальный милливольтметр или преобразователь сигнала с высокоомным входом, подключаемые к клеммам измерительного и вспомогательного электродов. На входе в измерительный прибор» формируется падение напряжения $\Delta E = E_x - E_n = f(E_x)$, т. е. пропорциональное потенциалу измерительного электрода/

Приборы широко применяются для контроля кислотности (щелочности) продуктов в основных технологических процессах пищевых производств.

Кондуктометрические концентратомеры. Принцип действия основан на зависимости электрической проводимости электролита от его концентрации. Для водных растворов проводимость возрастает до концентрации примерно 40 %, что объясняется увеличением количества носителей электрических зарядов - ионов, а затем начинает падать из-за влияния Броуновского, хаотического движения ионов.

Приборы широко применяются для измерения концентрации моющих растворов при автоматизированной мойке оборудования и трубопроводов.

Кондуктометрические концентратомеры. Принцип действия (основан на зависимости электрической проводимости электролита от его концентрации. для водных растворов проводимость возрастает до концентрации примерно 40 %, что объясняется увеличением количества носителей электрических зарядов - ионов, а за 1,еМ начинает падать из-за влияния Броуновского, хаотического движения ионов.

На рис. 2.2, а показана схема конструкции первичного преобразователя кондуктометрических концентратомеров КК-8 и КК-9, предназначенных для измерения концентрации чистых и загрязненных водных растворов кислот, солей и щелочей. Первичный преобразователь приборов бесконтактный индукционного типа, проточного или погружного исполнения. Чувствительная часть преобразователя состоит из двух тороидальных трансформаторов - силового 5 и измерительного 6, разделенных электростатическим экраном, и встроенного термистора для температурной компенсации. Измерительный трансформатор имеет две обмотки - измерительную и компенсационную. Чувствительная часть первичного преобразователя помещена в корпус 4 из полипропилена и закрыта заглушкой 7, которая приварена к корпусу. Первичный преобразователь погружного исполнения крепится к штанге 3, закрепленной на фланце 2, в котором размещена клеммная коробка 1. Первичный преобразователь проточного исполнения заключен в специальный корпус с фланцами для установки в трубопроводе. Принцип действия прибора заключается в бесконтактном измерении сопротивления жидкостного контура связи, электрически связывающего оба тороидальных трансформатора первичного преобразователя.

Принципиальная электрическая схема концентратомеров КК-8, КК-9 показана на рис. 2.2, б. Жидкостной контур связи ЖК, образованный потоком контролируемого раствора, протекающего через первичный преобразователь, является вторичной обмоткой по отношению к силовому трансформатору I. Сила тока в контуре связи пропорциональна его электрической проводимости. Изменение силы тока в контуре связи изменяет

наводимое им напряжение в измерительной обмотке II. По отношению к этой обмотке жидко

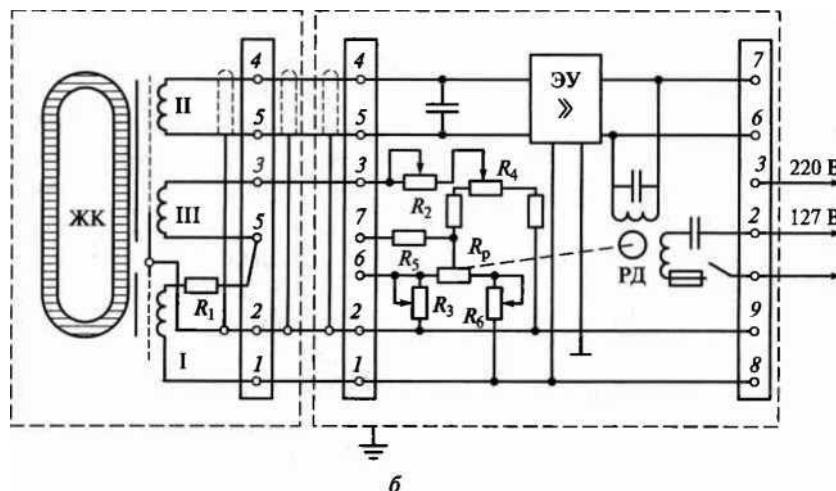


Рис. 2.2. Кондуктометрический концентратор:

а - конструкция первичного преобразователя; б - принципиальная электрическая схема: 7 ...9 - клеммы

Измерительной обмотки подается на усилитель ЭУ и приводит во вращение реверсивный двигатель РД. Двигатель перемещает по шкале стрелку прибора и движок реохорда R_p , который включен в компенсационную схему. При полной компенсации магнитных потоков, создаваемых жидкостным контуром связи и компенсационной обмоткой III, напряжение, подаваемое на вход усилителя, станет равным нулю, и вращение вала реверсивного двигателя прекратится. В измерительной схеме прибора предусмотрена температурная компенсация, которая осуществляется терморезистором Л, помещенным в чувствительной части первичного преобразователя, и подстроечным сопротивлением R_2 . Для настройки шкалы на различные пределы измерения служат переменные сопротивления начала и конца шкалы - R_3 и R_4 , для изменения диапазона измерения на один порядок - сопротивление R_5 .

Оптические концентраторы. Эти приборы подразделяются на фотоэлектрические рефрактометры, нефелометры и др.

В *фотоэлектрических рефрактометрах* используется свойство светового потока замедлять свое движение при прохождении сквозь прозрачную среду. Так, в вакууме свет распространяется со скоростью примерно 300 000 км/с. При прохождении сквозь прозрачную среду световой поток замедляет свое движение. Степень уменьшения скорости определяется физическим свойством среды, которая называется *оптической плотностью*. Чем она больше, тем больше степень замедления скорости.

При прохождении луча света через границу раздела сред с различной оптической плотностью происходит изменение направления его движения. Это явление называется *преломлением света*

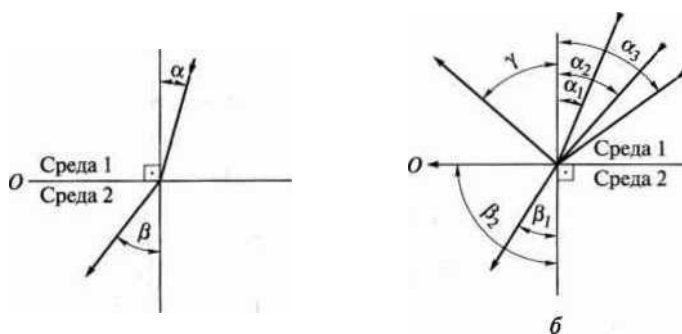


Рис. 2.3. Преломление (а) и полное отражение (б) светового луча на границе двух сред

(рис. 2.3, а). Луч падает на границу раздела двух сред OO под углом α , который называется углом *падения*. За границей раздела луч изменяет направление движения и образуется угол ρ - угол *преломления*. Если среда 1 имеет постоянный состав, то при определенном угле падения, угол преломления будет зависеть от состава среды 2. На этом явлении основан принцип действия рефрактометров преломления.

Если начать увеличивать угол падения (рис. 2.3, б), то при определенном его значении α_2 угол преломления ρ_2 составляет 90° и луч будет скользить по поверхности раздела. При дальнейшем увеличении угла падения - α_3 , луч будет отражаться от поверхности раздела и появиться угол γ - угол *отражения*. При постоянном составе среды 1 и определенном значении ρ_2 угол отражения будет зависеть от состава среды 2. На этом явлении основан принцип действия рефрактометров отражения.

В *рефрактометре преломления* (рис. 2.4) поток света от источника EL проходит через конденсор 1 (специальная линза), который формирует его в параллельный. Затем из потока диафрагмой 2 выделяется узкий луч, который проходит сквозь прозрачную кювету 3, разделенную прозрачной перегородкой на два отсека. В одном находится среда эталонного состава, а через другой прокачивается контролируемая среда. После кюветы луч проходит сквозь прозрачную корректирующую призму 4, поворот которой вызывает изменение направления луча после нее. За призмой луч падает на фотоэлементы $\Phi Э_1$ и $\Phi Э_2$. Фотоэлементы включены встречно и подключены к электронному усилителю ЭУ, выход которого связан с реверсивным двигателем РД, вал которого механически связан с корректирующей призмой 4 и показывающей стрелкой 5. Если состав контролируемой среды соответствует эталонному, то луч не преломляется при прохождении через кювету 3 и падает на границу между 3 и падает на границу между

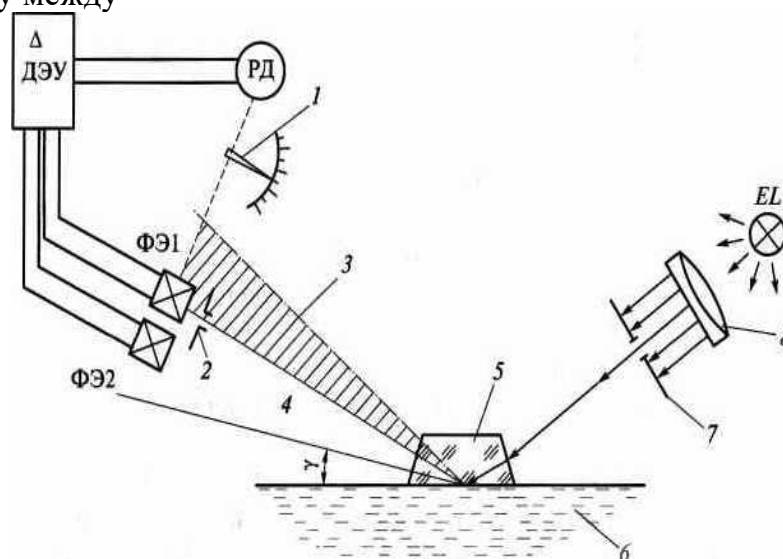


Рис. 2.4. Схема рефрактометра отражения

и $\Phi Э_2$. Их освещенности будут одинаковы, а сигнал на ЭУ равен нулю.

При изменении состава контролируемой среды происходит преломление луча в кювете и его направление изменяется в сторону $\Phi Э_1$ или $\Phi Э_2$. Их освещенности становятся разными и на входе ЭУ появляется электрический сигнал, который передается

на РД. Его вал начинает поворачиваться, перемещая показывающую стрелку по шкале и поворачивая корректирующую призму. При этом будет изменяться направление луча после нее. Реверсивный двигатель будет работать до тех пор, пока луч вновь не будет падать на границу между ФЭ₁ и ФЭ₂.

Рефрактометры применяют для контроля состава и концентрации жидких прозрачных сред.

В *рефрактометре отражения* (рис. 2.5) поток света от источника *EL* конденсором 8 формируется в параллельный, из которого диафрагмой 7 выделяется узкий луч, падающий на призму 5. Призма плавает на поверхности контролируемой среды 6. Материал призмы подобран таким образом, что луч отражается от поверхности контролируемой среды. Отраженный свет делится на две зоны - световую 4 и затемненную 3. В световой зоне находится фотоэлемент ФЭ₂, а на границе световой и затемненной зоны (формируемой с помощью щелевой диафрагмы 2) фотоэлемент ФЭ₁. При таком положении фотоэлементов, сигнал, формируемый на выходе дифференциального электронного усилителя ДЭУ равен нулю. Фотоэлемент ФЭ₁ вместе с показывающей стрелкой 1 механически соединен с валом реверсивного двигателя РД и при его работе может двигаться. При изменении состава контролируемой среды изменяется угол отражения луча *у* и граница освещенной и затемненных зон смещается. Это вызывает изменение освещенности ФЭ. В результате возникает электрический сигнал, который через ДЭУ поступает на РД. Его вал начинает поворачиваться, перемещая показывающую стрелку 1 и смещая ФЭ₁ до тех пор, пока он вновь не окажется на границе зон света и тени.

Рефрактометры отражения применяются для контроля концентрации и состава непрозрачных сред.

Нефелометры предназначены для контроля концентрации суспензий и эмульсий. Принцип действия основан на степени рассеяния светового потока, проходящего через контролируемую среду, в зависимости от количества взвешенных частиц, находящихся в ней.

Схема прибора показана на рис. 2.6. Свет от источника *EL* через окно 7 попадает в камеру 6, через которую прокачивается контролируемая среда. Основной световой поток проходит через камеру сквозь окно 9 и зеркалом 1 направляется сначала на фокусирующую линзу 2, формирующую из него световой луч. Далее луч проходит сквозь корректирующую призму 3 и зеркалами 4 направляется на фотоэлемент ФЭ. Корректирующая призма механически связана с валом реверсивного двигателя и при повороте изменяет интенсивность светового потока после нее. Часть светового потока, в виде потока рассеяния, отражается от частиц, находящихся в контролируемой среде, выходит через окно 8, фокусируется линзой 5 и направляется на фотоэлемент ФЭ₂. Фотоэлементы включены встречно друг другу, а их характеристики подобраны таким образом, что при эталонной концентрации среды их освещенности таковы, что сигнал на электронный усилитель ЭУ равен нулю. При изменении концентрации изменяются интенсивности основного потока и потока рассеяния, что приводит к изменению освещенности ФЭ₁ и ФЭ₂, в результате возникает электрический сигнал, поступающий через ЭУ на РД. Его вал начинает вращаться, перемещая показывающую стрелку и поворачивая призму 3. При этом интенсивность светового потока после нее начинает изменяться. Когда соотношение интенсивностей основного светового потока и потока рассеяния, освещающих ФЭ₁ и ФЭ₂ достигнет прежней величины, работа РД прекращается.

2.2 ПРИБОРЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТАВА ГАЗОВ (ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ)

Термокондуктометрические газоанализаторы. Предназначены для анализа состава воздуха на наличие вредных примесей NH_3 , CO , CO_2 , SO_2 , SO_3 и др. Принцип действия основан на использовании закона Фурье для теплопроводности, на основании которого плотность теплового потока (количество теплоты, передаваемой через слой вещества площадью 1 м^2 за время 1 с), $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ с})$,

Схема газоанализатора показана на рис. 2.5. Прибор состоит из двух стеклянных колб 1, через которые прокачивается анализируемый воздух и герметичных колб 2, в которых находится воздух эталонного состава. В колбах 1 находятся платиновые нити 4, а в колбах 2 - нити 3. Размеры колб и нитей абсолютно идентичны. Сопротивления нитей включены в мостовую неуравновешенную схему с диагоналями питания CD и измерительной AB . В диагонали питания установлен регулировочный реостат и контрольный миллиамперметр мА для поддержания постоянной величины тока питания. В измерительную диагональ включается милливольтметр или потенциометр мВ , отградуированные в процентах содержания примесей.

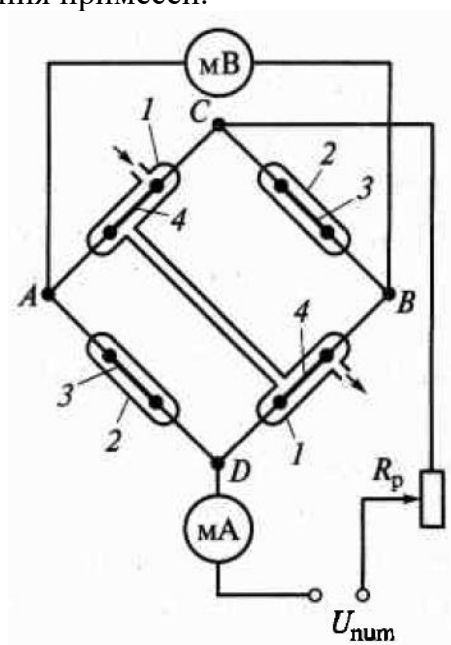


Рис. 2.5. Схема термокондуктометрического газоанализатора

При прохождении тока по нитям они разогреваются и выделяют теплоту в окружающую среду. Если состав контролируемого воздуха соответствует эталонному, то коэффициенты теплопроводности будут одинаковы и потери тепла из колб также будут одинаковы. При этом температуры нитей и их электрические сопротивления тоже будут одинаковы. Мостовая схема будет находиться в равновесии. При изменении состава воздуха изменяется его коэффициент теплопроводности в колбах 1. При этом излучение тепла в окружающую среду из них также изменяется. Это приводит к изменению температур нитей 4 и изменению их сопротивлений. Возникает разбаланс мостовой схемы, возникает падение напряжения U_{AB} точках A и B, которое измеряется измерительным прибором.

Термомагнитные газоанализаторы. Предназначены для анализа состава воздуха на концентрацию кислорода O_2 . Принцип действия основан на парамагнитных свойствах O_2 , которые заключаются в следующем. Если молекулы кислорода попадают в магнитное

поле при обычной температуре (близкой к комнатной), то они намагничиваются, т. е. приобретают свойства магнитов. При нагревании молекулы O_2 теряют магнитные свойства.

На рис. 2.6 приведена принципиальная схема газоанализатора. Он состоит из первичного преобразователя, представляющего собой полый тороид 1 с перемычкой 2. На перемычку намотана платиновая проволока 3. Части проволоки с сопротивлениями r_1 и r_2 , и части регулировочного сопротивления R_p с сопротивлениями r_3 и r_4 образуют мостовую неуравновешенную схему, где CD - диагональ питания.

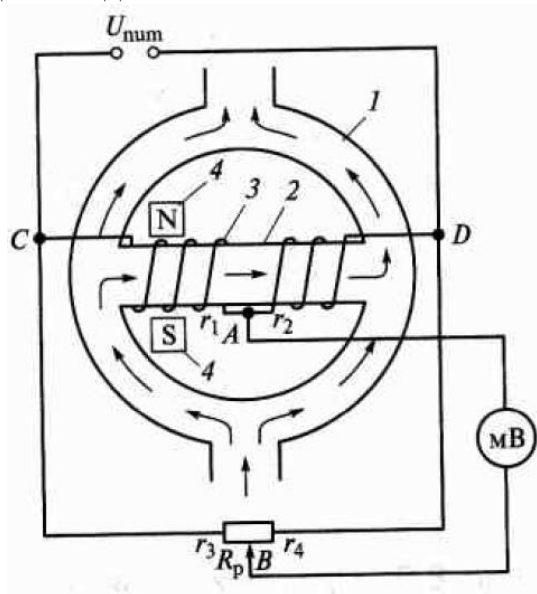


Рис. 2.6. Схема термомагнитного газоанализатора

В измерительную диагональ AB включен измерительный прибор мВ (милливольтметр или потенциометр), шкала которого отградуирована в процентах содержания кислорода. В левой части перемычки находятся полюса 4 постоянного магнита.

Прибор работает следующим образом. Первоначально, при отсутствии потока воздуха через тороид, с помощью движка сопротивления R_p уравнивают мостовую схему. О равновесии схемы судят по показаниям измерительного прибора мВ. Затем, через тороид начинают пропускать анализируемый воздух. Проходя по левой половине тороида, молекулы O_2 попадают в поле магнита, намагничиваются и втягиваются в перемычку 2. Платиновая спираль 3 от тока питания разогревается, и от этого тепла молекулы O_2 размагничиваются. Следующие молекулы O_2 , попадая в поле магнита также намагничиваются, втягиваются в перемычку и проталкивают размагниченные молекулы O_2 дальше. Так в перемычке возникает поток молекул кислорода слева направо, тем более интенсивный, чем больше концентрация кислорода. Этот поток переносит с левой части спирали на правую: в результате изменяются их температура и сопротивление, что приводит к разбалансу мостовой схемы.

2.3 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Психрометры. Психрометрический метод измерения влажности основан на психрометрическом эффекте, т.е. на зависимости скорости испарения влаги в окружающую среду, от влажности этой среды. Скорость (интенсивность) испарения тем больше, чем меньше влажность газа, и, наоборот, тем меньше, чем больше влажность

газа.

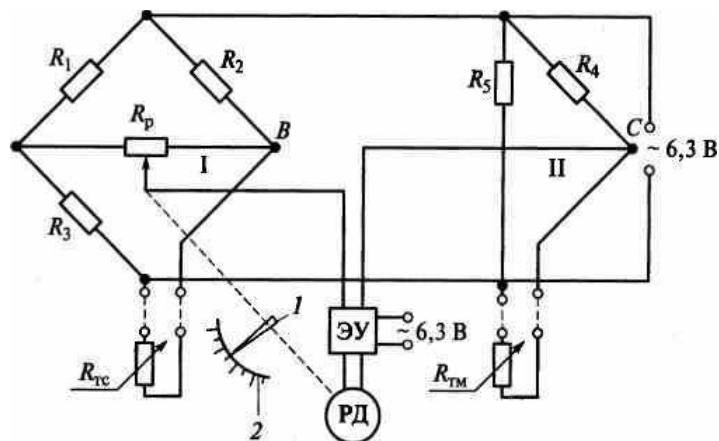


Рис. 2.7. Принципиальная схема автоматического электронного психрометра

Для измерения психрометрического эффекта психрометр имеет два одинаковых термометра, из которых у одного «мокрого» чувствительный элемент помещен во влажную среду, соприкасаясь с гигроскопическим телом, всасывающим дистиллированную воду из специального сосуда. При испарении влаги с увлажненной поверхности «мокрого» термометра его температура снижается, так как процесс испарения сопровождается значительными затратами энергии. В результате между «сухим» и «мокрым» термометрами возникает разность температур, называемая *психрометрической разностью*. Эта величина связана обратно пропорциональной зависимостью с влажностью воздуха, т. е., чем психрометрическая разность больше, тем меньше влажность воздуха.

На рис. 2.7 показана принципиальная схема электронного психрометра с датчиками - термометрами сопротивления. Измерительная часть прибора состоит из двух мостовых схем I и II. Оба моста питаются переменным током от обмотки силового трансформатора электронного усилителя ЭУ и имеют два общих плеча R_1 и R_3 . «Сухой» термометр сопротивления R_{TC} включен в плечо моста I, «мокрый» R_{TM} - в плечо моста II. Мост I образован сопротивлениями R_1, R_2, R_3, R_{TC} , а мост II - сопротивлениями R_1, R_3, R_4, R_{TM} . Разность потенциалов на вершинах A и B диагонали моста I пропорциональна температуре «сухого» термометра, а разность потенциалов на вершинах A и C - температуре «мокрого» термометра. Падение напряжения между точками B и C диагонали двойного моста пропорционально разности температур «сухого» и «мокрого» термометров сопротивления, или обратно пропорционально влажности воздуха. Равновесие измерительной схемы при изменении влажности устанавливается перемещением движка реохорда R_p с помощью реверсивного двигателя РД. Одновременно РД поворачивает стрелку 1 на шкале прибора 2.

На процесс испарения значительное влияние оказывает движение окружающего газа. Поэтому в психрометре применяют вентилятор для обдува «мокрого» термометра газом с постоянной скоростью.

Гигрометры. Принцип действия основан на зависимости «точки росы» от влажности воздуха. *Точкой росы* называется температура при которой влажный воздух переходит в состояние насыщения, т. е. влага, содержащаяся в нем начинает выделяться в капельно-жидком виде. Температура «точки росы» находится в обратной пропорциональной зависимости от влажности воздуха. Чем больше влажность воздуха, тем ниже «точка

росы».

Принципиальная схема автоматического гигрометра приведена на рис. 2.8. В своей работе гигрометр использует эффект Пельтье, который заключается в том, что при прохождении электрического тока через термопару один из спаев нагревается, второй охлаждается.

Поток света от источника EL фокусируется линзой 4 и падает в виде луча на зеркало 2, отражается от него и направляется на фотосопротивление ΦC .

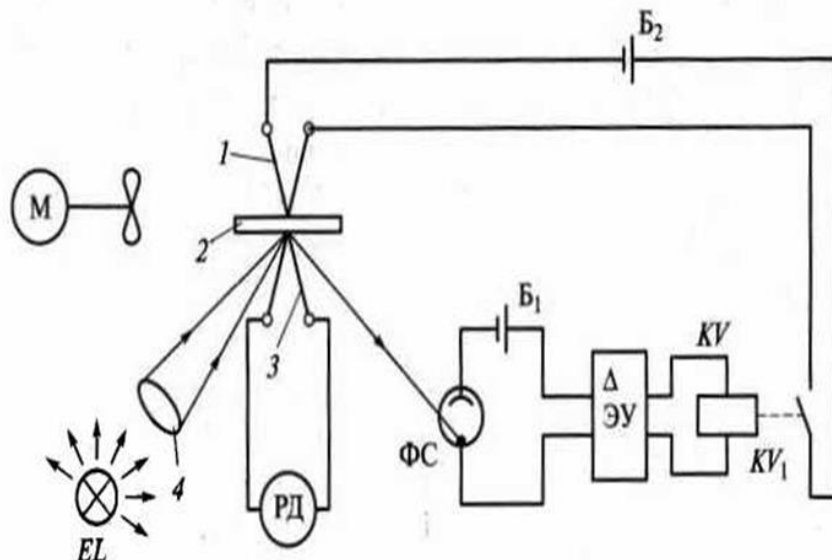


Рис. 2.8. Принципиальная схема гигрометра

При этом его сопротивление резко уменьшается и от батарейки B_1 на вход электронного усилителя $ЭУ$ поступает электрический сигнал. В результате срабатывает реле KV , которое замыкает контакт KV_1 . Тогда от батареи B_2 через «холодный» спай термопары 1, прикрепленной к зеркалу 2, начинает проходить ток, охлаждая спай и зеркало. Когда зеркало достигает температуры «точки росы», оно запотевает и теряет отражательные способности. Фотосопротивление ΦC перестает освещаться, его сопротивление становится большим, сигнал на входе $ЭУ$ становится близким к нулю, реле KV отключается и контакт KV_1 размыкается. Через спай термопары 1 перестает проходить ток, она перестает охлаждать зеркало и влага с его поверхности испаряется. Зеркало восстанавливает свою отражательную способность, и цикл работы гигрометра повторяется.

Таким образом, температура зеркала поддерживается постоянно близкой к «точке росы». Эта температура измеряется термопарой 3, подключенной к измерительному прибору мВ (милливольтметру или потенциометру), шкала которого отградуирована в процентах влажности. Для ускорения процесса испарения влаги с зеркала служит вентилятор M , что снижает инерционность и повышает точность измерений.

2.4 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Кондуктометрические влагомеры. Предназначены для контроля влажности вязких продуктов: сгущенное молоко, сгущенный сироп и др. Принцип действия основан на зависимости электрической проводимости продуктов от их влажности. С уменьшением влажности проводимость продукта уменьшается и достигает минимума при примерно

2%-ной влажности. Это объясняется тем, что с уменьшением влажности уменьшается подвижность ионов составляющих веществ продукта.

Кондуктометрический влагомер для сгущенного молока типа АВСТ состоит из датчика и измерительного прибора на базе автоматического уравновешенного моста. Датчик состоит из корпуса (отрезок трубопровода), монтируемого в основной трубопровод с помощью накидных гаек. Корпус представляет собой низкопотенциальную электродную ячейку, в которой находится контролируемый продукт. Вторым электродом, высокопотенциальным, служит молибденовый стержень, запрессованный во фторопластовую втулку и установленный в корпусе датчика.

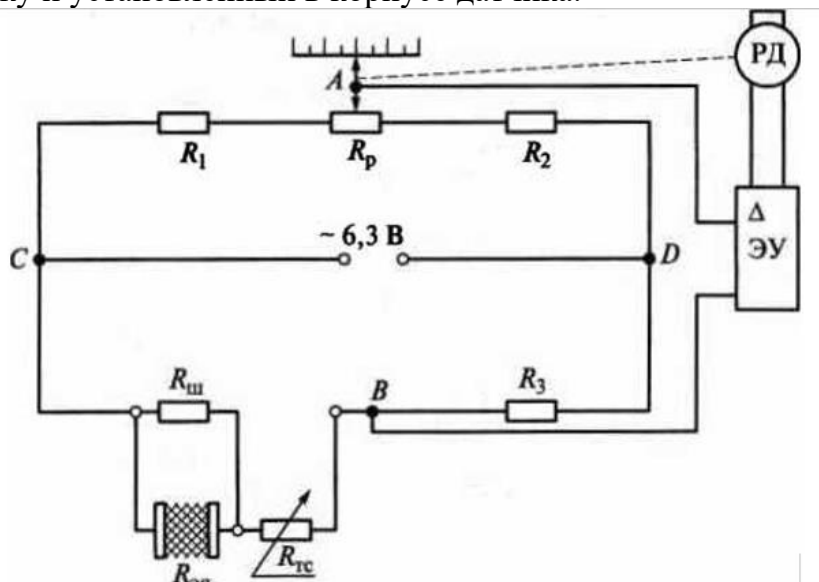


Рис. 2.9. Кондуктометрический влагомер для пищевых продуктов.

Внутри корпуса помещается платиновый термометр сопротивления, для компенсации температурной погрешности от изменения температуры продукта. Датчик подсоединяется к измерительному прибору, который измеряет электрическое сопротивление продукта, находящегося между электродами.

На рис. 2.9 приведена принципиальная схема влагомера. Измерительная схема автоматического моста образована постоянными сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 , сопротивлением реохорда R_p , сопротивлением шунта $R_{ш}$ и сопротивлением термометра $R_{ТС}$, где диагональ питания - CD , измерительная - AB . В плечо CB включено также сопротивление электродной ячейки $R_{ТС}$, в которой находится контролируемый продукт. Так как с изменением температуры продукта изменяется подвижность ионов и проводимость, то для компенсации этой погрешности последовательно с $R_{ш}$ подключено сопротивление термометра $R_{ТС}$. Для согласования температурных характеристик $R_{эя}$ и $R_{ТС}$, параллельно $R_{эя}$, подключено сопротивление шунта $R_{ш}$. Его сопротивление подбирается в зависимости от диапазона изменения температуры продукта. При изменении влажности продуктов изменяется сопротивление $R_{эя}$ и возникает разбаланс мостовой схемы. С измерительной диагонали сигнал поступает через электронный усилитель ЭУ на реверсивный двигатель РД. Его вал начинает поворачиваться, перемещая показывающую стрелку и движок реохорда R_p . При этом будут изменяться сопротивления плеч AC и AD . Двигатель будет работать до тех пор, пока равновесие мостовой схемы не восстановится.

Диэлькометрические влагомеры. Диэлькометрические влагомеры могут применяться для измерения влажности как твердых, так и жидких веществ. Принцип их

действия основан на том, что относительная диэлектрическая проницаемость ϵ твердых капиллярнопористых и жидких веществ в большой степени зависит от их влажности.

Емкостные преобразователи диэлькометрических влагомеров обычно выполняются в виде двух или более плоских пластин или двух коаксиальных цилиндров, пространство между которыми заполняется контролируемым веществом.

На рис. 2.10 приведена структурная схема диэлькометрического влагомера. Измерительная схема ИС состоит из двух генераторов высокой частоты, к которым подключены два колебательных контура. Контур I состоит из индуктивности L_1 и емкости компенсационного конденсатора C_k . Контур II образуют индуктивность L_2 и емкость датчика C_x . Первоначально схема настраивается так, чтобы при пустом датчике собственные частоты обоих контуров были равны, при этом измерительная схема находится в равновесии и разность напряжений на ее выходе в точках О и Ф равна нулю. При заполнении первичного преобразователя веществом его емкость C_x изменяется, симметрия в работе генераторов нарушается, вследствие чего между точками О и Ф появляется разность потенциалов. Разность потенциалов поступает в схему компенсации КС и далее на реверсивный двигатель РД. Его вал начинает поворачиваться, перемещая показывающую стрелку 2 по шкале 1 и изменяя емкость компенсационного конденсатора C_k до приведения схемы в новое равновесное состояние. Емкость конденсатора C_k в момент равновесия схемы соответствует определенной влажности контролируемого вещества.

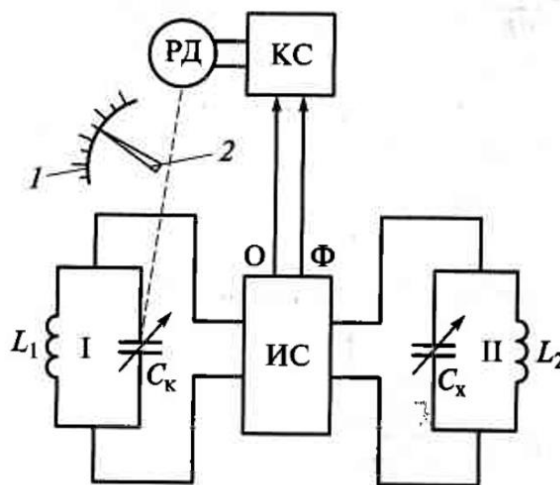


Рис. 2.10. Структурная схема диэлькометрического влагомера

Влагомеры подобного типа позволяют измерять влажность веществ в широком диапазоне с погрешностью $\pm 1\%$.

2.5 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЖИДКИХ СРЕД

Эти приборы называют плотномерами, ареометрами или денсиметрами.

Плотностью - называется физическая величина, представляющая собой массу вещества M , находящегося в единице объема V , кг/м^3 ,

Существует несколько методов измерения плотности, из которых в пищевой промышленности наибольшее применение нашли поплавковые (буйковые) и весовые

плотномеры.

Схема поплавкового плотномера приведена на рис. 8.13. Контролируемая среда по трубе 1 поступает в переливной сосуд 2. С его помощью и регулирующим вентилем 9 создается требуемая скорость потока и обеспечивается постоянство напора контролируемой среды, поступающей в измерительную камеру 6. В камере установлена перегородка 7, устраняющая завихрения жидкости внутри камеры. Сливная труба 8 так же, как и сливная труба 10 в переливном сосуде обеспечивает постоянство уровня. Внутри камеры в контролируемой среде плавает поплавок 5. На поплавок действует сила тяжести G , равная весу поплавка, и архимедова выталкивающая сила H

$$A = \rho g S_n h,$$

где S_n - площадь сечения поплавка, m^2 ; h - глубина погружения поплавка, m .

Из условия плавания тела

$$G = A \text{ или } G = \rho g S_n h$$

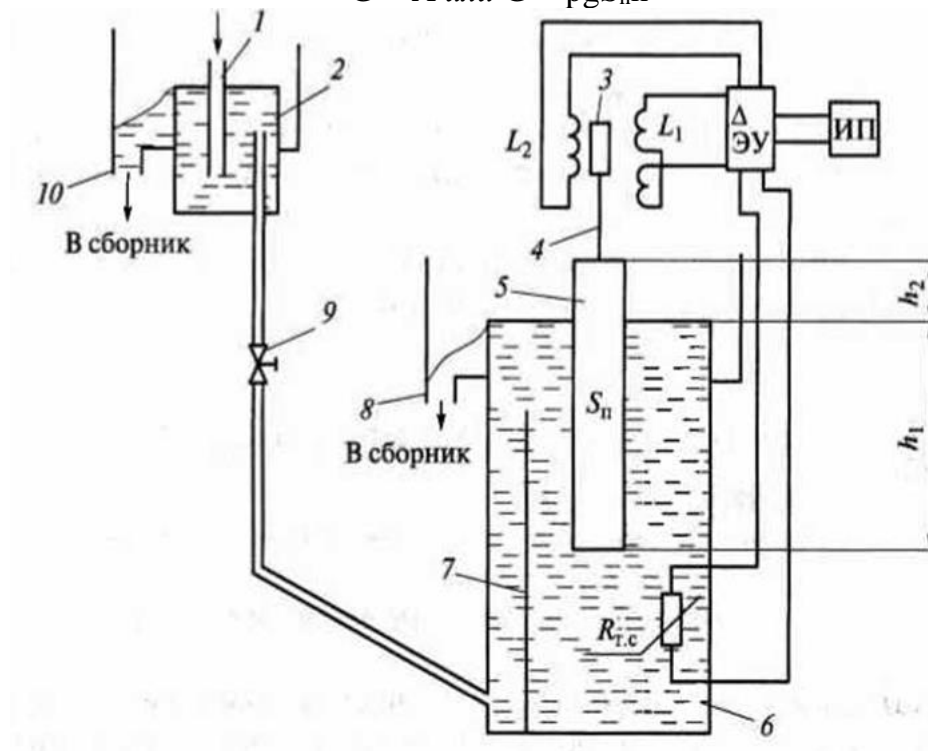


Рис.2.11 Схема поплавкового манометра

отсюда

$$h_1 = G/\rho g S_n.$$

Величины G , g и S_n постоянны, поэтому последнюю формулу можно представить в виде:

$$h_1 = K/p$$

где K - постоянный коэффициент.

Таким образом, при изменении плотности изменяется величина h_1 , а следовательно, и h_2 , т. е. происходит вертикальное перемещение поплавка. Через шток 4 это движение передается сердечнику 3 дифференциального трансформатора находящегося между питающей L_2 и измерительной обмотками. Перемещение сердечника вызывает изменение ЭДС измерительной обмотки. Этот сигнал через электронный усилитель ЭУ передается на измерительный прибор ИП. Термометр $R_{т.с.}$ служит для компенсации температурной погрешности.

Принцип действия буйковых плотномеров аналогичен, но чувствительный элемент — буюк полностью погружен в жидкость. Подобные плотномеры применяются для контроля плотности чистых жидкостей.

Принцип действия буйковых плотномеров аналогичен, но чувствительный элемент — буюк полностью погружен в жидкость. Подобные плотномеры применяются для контроля плотности чистых жидкостей.

Весовые плотномеры применяют для измерения плотности чистых жидкостей, суспензий и жидкостей, содержащих твердые включения. Действие плотномеров основано на изменении веса чувствительного элемента определенного объема заполненного контролируемой жидкостью, при изменении ее плотности. Вес элемента пропорционален плотности жидкости и определяется по формуле

$$G = \rho_{ж} Vg + G_0,$$

где $\rho_{ж}$ - плотность жидкости, кг/м³; V - внутренний объем элемента, м³; G_0 - вес чувствительного элемента без контролируемой жидкости, Н.

На рис. 2.11а показана принципиальная схема конструкции весового плотмера. Чувствительным элементом - первичным измерительным преобразователем - служит U-образная трубка 4, соединенная сильфонами 9 с подводящим и отводящим трубопроводами. По трубке непрерывно протекает контролируемая жидкость.

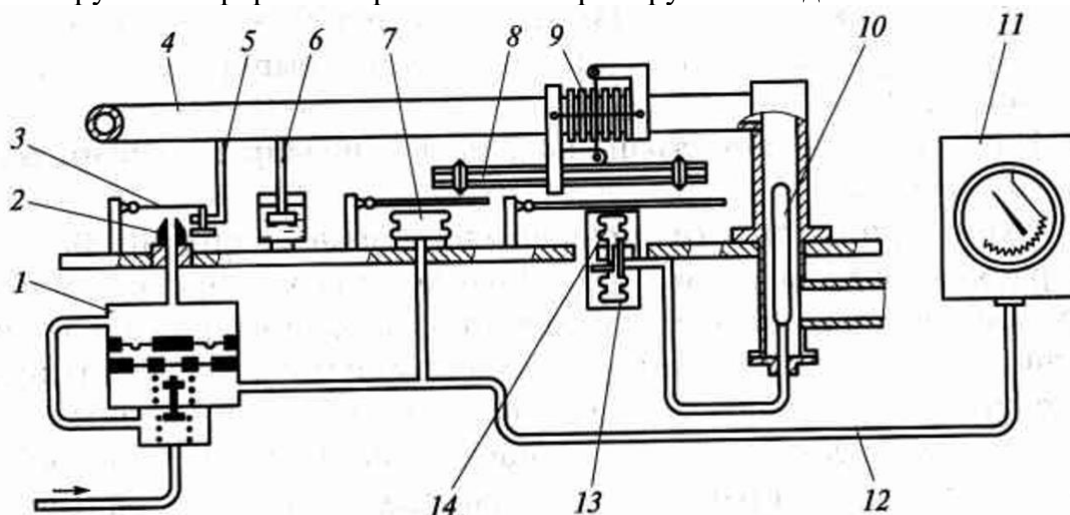


Рис. 2.11а Схема весового плотмера

Изменение массы через рычажную систему 5 передается на пневмосиловой компенсационный преобразователь, состоящий из сопла 2, заслонки 3, пневмоусилителя 1 и сильфона обратной связи 7. Сигнал, преобразованный в стандартный выходной, подается по линии пневмосвязи 12 на вторичный измерительный прибор 11. Для автоматического введения поправки на изменение температуры контролируемой жидкости служит манометрический термометр, термобаллон которого 10 установлен в патрубке подвода жидкости к плотномеру, а сильфон 14 при отклонении температуры от градуировки 20 °С воздействует на рычаг обратной связи 8. Для введения поправки в показания в зависимости от изменения температуры окружающей среды служит сильфон 13. Весоизмерительная система приводится в состояние покоя демпфирующим устройством 6

2.6 ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ (ВИСКОЗИМЕТРЫ)

Вязкостью называется свойство газов, жидкостей и вязко-пластичных тел (сметана, йогурт, джем, повидло и др.) оказывать сопротивление сдвигу одного слоя продукта относительно другого. Возникающая сила сопротивления называется силой вязкостного трения. Величина *силы вязкостного трения* F определяется законом Ньютона.

Сила вязкого трения.

Вязкостью жидкостей и газов называется их свойство оказывать сопротивление перемещению одних слоев относительно других.

Вязкость обусловлена возникновением сил внутреннего трения между слоями движущихся жидкостей и газов. Эти силы направлены по касательной к поверхности слоев, они тормозят более быстрые слои и ускоряют медленные (рис. 2.11б).

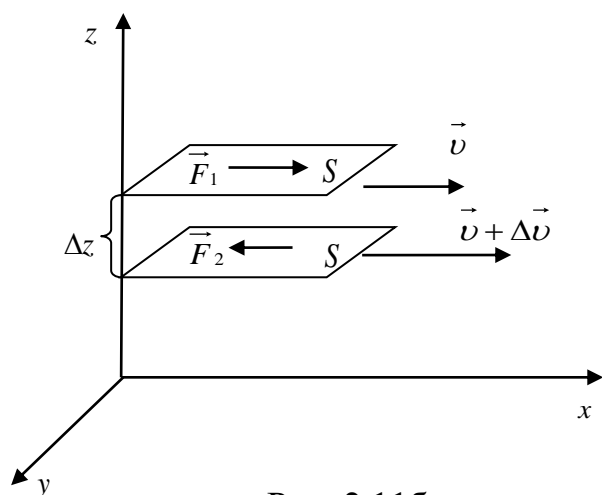


Рис. 2.11б

Уравнение гидродинамики вязкой жидкости было установлено Ньютоном в 1687 г.

$F_{\square} = \eta \left| \frac{\Delta v}{\Delta z} \right| S$ - модуль силы внутреннего трения

Градиент скорости $\frac{\Delta v}{\Delta z}$ показывает, как быстро меняется скорость при переходе от слоя к слою в направлении z , перпендикулярном направлению движения слоев.

$\eta = \frac{F_{\square}}{\left| \frac{\Delta v}{\Delta z} \right| S}$ - вязкость или

динамическая вязкость,

$$[\eta] = \frac{H}{\frac{M}{M \cdot C} \cdot M^2} = \frac{H}{M^2} \cdot C = Pa \cdot c.$$

Коэффициент η численно равен силе внутреннего трения, действующей на единицу площади поверхности раздела параллельно движущихся слоев при градиенте скорости равном 1.

Величина η зависит от молекулярного строения вещества и температуры:

У газов с ростом температуры η увеличивается, т.к. возрастают скорости движения молекул и усиливается их взаимодействие. В результате возрастает обмен молекулами между движущимися слоями газа, которые переносят импульс от слоя к слою. Поэтому медленные слои ускоряются, а быстрые замедляются, η - увеличивается.

У жидкостей с ростом температуры ослабевает межмолекулярное взаимодействие и увеличивается расстояние между молекулами, η уменьшается.

Вязкость жидкостей и газов определяют с помощью вискозиметров.

От величины вязкости топлива зависит скорость его течения по трубопроводу, а так же величина теплоотдачи жидкости или газа стенкам трубопровода, поэтому вязкость топлива и охладителей учитывается при конструировании систем подачи топлива и охлаждающих систем двигателей.

Знак «-» показывает, что сила вязкостного трения направлена навстречу сдвигающей силе. Коэффициент пропорциональности η называется *динамическим коэффициентом вязкости*, который определяет вязкостные свойства вещества. Чем больше η , тем больше вязкость продукта. На вязкость значительное влияние оказывает температура продукта. При повышении температуры вязкость уменьшается.

Наибольшее распространение нашли капиллярные и шариковые вискозиметры.

Схема *капиллярного вискозиметра* показана на рис. 2.12. Измеряемая среда насосом 2 прокачивается по трубопроводу 1.

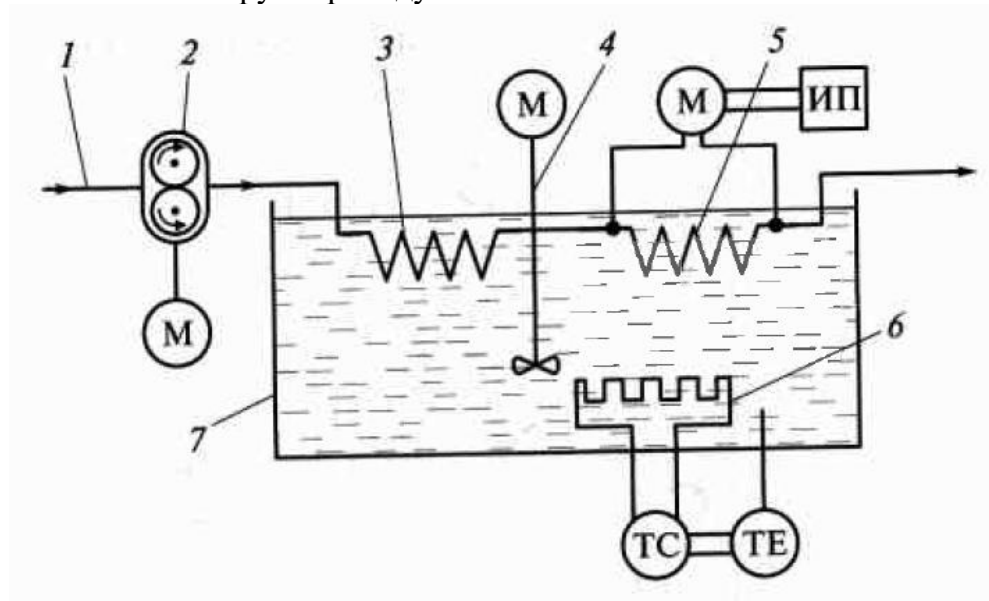


Рис. 2.12. Схема капиллярного вискозиметра

Часть трубопровода, состоящая из змеевиковых капилляров 3 и 5, помещена в сосуд 7 с термостатирующей жидкостью. Термостатирование производится регулирующим устройством, состоящим из датчика температуры ТЕ, регулирующего прибора ТС и термоэлектронагревателя 6. Для равномерного распределения температуры по всему объему сосуда 7 служит мешалка 4. В капилляре 3 жидкость приобретает температуру термостатирующей жидкости, чем ликвидируется погрешность измерений от колебаний температуры. Затем контролируемая среда поступает в измерительный капилляр 5. Проходя по нему, за счет сил сопротивления вязкостного трения она теряет свою энергию, в результате чего происходит падение давления по длине капилляра. Чем больше вязкость жидкости, тем больше возникающий перепад давления, который измеряется дифманометрическим преобразователем ДМ. Сигнал с него передается на измерительный прибор ИП.

Капиллярные вискозиметры предназначены для контроля однородных сред с относительно небольшой вязкостью ($10^{-3} \dots 10 \text{ Па} \cdot \text{с}$).

Принцип действия *шариковых вискозиметров* основан на использовании закона Стокса, определяющего силу сопротивления F , испытываемую твердым шариком при его падении в неограниченно вязкой жидкости:

$$F = 6\pi\eta rw,$$

где r - радиус шарика, м; w - скорость падения шарика, м/с.

На основании закона Стокса можно определить зависимость между динамическим коэффициентом вязкости и скоростью падения шарика:

$$\mu = 2[(\rho_c - \rho_{ш})^2 r^2 g] \frac{w}{9},$$

где ρ_c - плотность среды, кг/м³; $\rho_{ш}$ - плотность шарика, кг/м³.

Вискозиметры с падающим шариком применяются для измерения вязкости очень вязких однородных жидкостей (до 100 Па • с), не содержащих загрязнений и пузырьков газа.

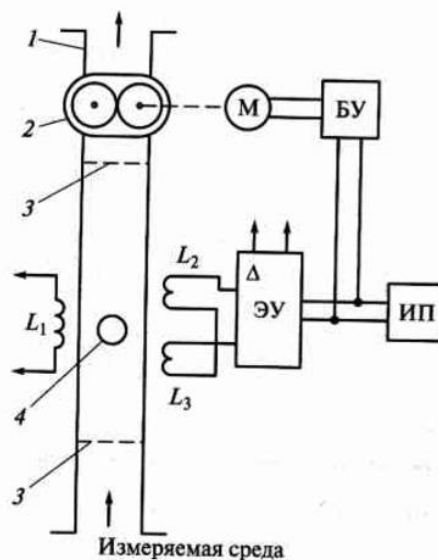


Рис. 2.13. Схема вискозиметра с падающим шариком.

На рис. 2.13 приведена схема устройства автоматического высасывается насосом 2 через измерительную камеру 1 (отрезок немагнитной трубки с калиброванным внутренним сечением). Скорость протекания в зависимости от вязкости среды регулируется с помощью блока управления БУ электродвигателем М насоса 2.

Внутри камеры между индукционными катушками L_1 и L_2 дифференциально-трансформаторного преобразователя (ДТП) находится металлический шарик 4, являющийся сердечником ДТП. Шарик удерживается во взвешенном состоянии восходящим потоком жидкости. Если он занимает среднее положение между секциями измерительной обмотки L_2 , то сигнал на электронный усилитель ЭУ равен нулю. При изменении вязкости среды шарик смещается относительно нейтрального положения, при этом в измерительной обмотке возникает падение напряжения, которое через ЭУ передается на измерительный прибор ИП и блок управления БУ, который изменяет режим работы насоса 2 так, чтобы шарик вновь вернулся в нейтральное положение. Перемещение шарика ограничивается сетками 3

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое величина pH?
2. Для чего служит вспомогательный электрод в pH-метре?
3. Каково назначение трех индукционных обмоток в кондуктометрическом концентратометре?

4. В чем преимущество рефрактометра отражения перед рефрактометром преломления?
5. Для чего служит корректирующая призма в нефелометре?
6. Можно ли термокондуктометрическим газоанализатором измерять концентрации кислорода в воздухе?
7. В чем заключаются парамагнитные свойства кислорода?
8. Какова зависимость между влажностью воздуха и психрометрической разностью?
9. Что такое «точка росы»?
10. Какая из термопар в гигрометре использует эффект Зеебека, а какая эффект Пельтье?
11. Для чего служит шунт и термометр сопротивления в кондуктометрическом влагомере?
12. На чем основан принцип действия диэлькометрических влагомеров?
13. Почему наличие влаги резко увеличивает относительную диэлектрическую проницаемость?
14. На чем основан принцип действия поплавкового плотномера?
15. Для чего служит термоманометрическая система в весовом плотномере?
16. Для чего части капиллярного вискозиметра выполняют в виде змеевиковых капилляров?
17. Какую роль играет шарик в вискозиметре с падающим шариком?

3. СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

3.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Вспомогательными участками в пищевой промышленности являются помещения котельных, очистных, воздушно-компрессорных, холодильных установок, систем кондиционирования воздуха.

Электроэнергию предприятия получают от системы централизованного электроснабжения. Пар и горячую воду, как правило, предприятия также получают централизованно, однако некоторые предприятия имеют собственные котельные с котлоагрегатами малой и средней мощности (производительностью по пару до 75 т/ч и давлением до 3,9 МПа).

Особое значение на предприятиях пищевой промышленности приобретает использование воды в технологических процессах и для хозяйственных нужд.

Расход потребляемой и сбрасываемой воды влияет на экономичность технологических процессов, а сброс на экологию окружающей среды. Расход свежей воды снижают с помощью оборотной системы водоснабжения, в которой вода используется многократно с последовательной очисткой и фильтрацией. При сбросе сточных вод через очистные сооружения применяются биологическая и механическая очистка, причем эти процессы полностью автоматизированы.

Холодильные установки служат для получения искусственного холода в процессах охлаждения, замораживания и хранения готовой продукции.

Системы кондиционирования воздуха используются для создания нормального микроклимата для обеспечения условий работы обслуживающего персонала, а также в

производственных процессах (хранение продукции, в камерах созревания сыра и колбасных изделий и др.).

3.2 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА

Для получения насыщенного и перегретого пара, используемого на технологические нужды предприятия, предназначены котельные установки. Котельные установки большинства предприятий мясной и молочной промышленности оснащены котлами различной паропроизводительности и работают на топливе разных видов. Исходным сырьем для получения пара служат топливо, воздух и питательная вода. Теплота, выделяющаяся при сжигании топлива, передается воде, в результате чего вырабатывается перегретый пар. Отходы (охлажденные очищенные дымовые газы) выбрасываются в атмосферу.

Автоматизации котельных установок уделяется большое внимание, так как автоматическое регулирование процессов в котельных позволяет повысить КПД энергетической установки, сократить расход энергии на собственные нужды, уменьшить количество обслуживающего персонала и обеспечить безаварийность работы.

Схема автоматизации котельной установки (рис. 3.1) регулируют следующие процессы: подачу топлива в зависимости от давления пара в барабане котла; подачу воздуха в необходимом соотношении к расходу топлива; разрежение в топке котла; питание котла водой по уровню воды в барабане.

Регулирование подачи топлива осуществляется с помощью регулятора топлива *РСК 5-2*, который получает импульс по давлению в барабане котла от преобразователя давления *РУ 5-1* и изменяет положение исполнительного механизма 5-3, сочлененного с регулирующим органом подачи топлива (мазута или газа) к горелке, что стабилизирует давление пара в барабане котла.

Регулятор давления воздуха *РСК 7-2* регулирует *подачу воздуха*, т. е, поддерживает необходимое соотношение топливо-воздух, получая импульсы по давлению газа от дифманометра *РУ 9-1* (при работе на газе) или по положению исполнительного устройства 5-3 (при работе на мазуте) и давлению воздуха перед горелкой от дифманометра *РУ 7-1*. Выходной сигнал регулятора соотношения 7-2 воздействует на исполнительное устройство 7-3, изменяющее положение направляющих дутьевого вентилятора, что корректирует подачу воздуха к горелке.

Регулятор разрежения *РСК 14-2* контролирует *разрежение в топке котла*, получая импульс по разрежению от преобразователя *РУ* тягомера 14-1 и изменяя положение исполнительного механизма

понижении давления воздуха, уменьшении разрежения в топке ниже требуемых норм, слабом горении факела горелки.

3.3 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

На предприятиях пищевой промышленности вода необходима для технологических процессов, транспортирования продуктов, охлаждения аппаратов и механизмов, а также для парообразования в котлах, употребляется на хозяйственные и другие нужды. Количество потребляемой и сбрасываемой воды влияет на качество технологических процессов, на их энергоемкость, экономичность, затрагивает вопросы охраны окружающей среды. Снижение расхода свежей воды решается путем применения оборотных систем водоснабжения, в которых одна и та же вода многократно совершает работу.

Сточные воды, сбрасываемые в водоемы, предварительно очищаются в специальных сооружениях, из них извлекаются примеси, опасные в санитарном отношении или ценные как вторичное сырье. Применяется биологическая и механическая очистка сточных вод.

Например, на мясокомбинатах насосная станция для перекачки сточных вод имеет два приемных резервуара. В один из них поступают хозяйственные (маложирные) стоки через приемный лоток и решетку. Затем из резервуара стоки центробежными насосами направляются в очистные сооружения. В другой приемный резервуар, также через приемный лоток и решетку, поступают жирные стоки из мясожирового корпуса. Потом центробежными насосами они перекачиваются в жиросушитель. Эти процессы автоматизированы, т. е. автоматизация насосной станции для перекачки сточных вод обеспечивает непрерывную подачу стоков в очистные сооружения, безаварийную работу станции, улучшает условия труда обслуживающего персонала.

Вода из очистных сооружений направляется на станцию доочистки сточных вод. В составе станции доочистки сточных вод имеются водонапорная башня, четыре фильтра и бак для коагулянта. Вода из очистных сооружений, смешиваясь с коагулянтом, поступающим сверху, направляется в фильтры. Отфильтрованная вода снизу удаляется из фильтров и направляется для использования на технические нужды. После окончания фильтрации фильтры промывают водой снизу-вверх. Система автоматизации станции доочистки сточных вод управляет по заданной программе работой фильтров. Это позволяет подключить станцию доочистки к общей автоматизированной системе управления очистными сооружениями. Кроме того, динамические характеристики объектов позволяют выбирать средства автоматизации, реализующие позиционный закон регулирования (включение и выключение механизмов, обеспечивающих необходимые параметры). Технологические требования невысоки, поэтому для работы схемы можно применять простые приборы, средства автоматизации и аппаратуру.

Схема автоматизации станции доочистки сточных вод (рис. 3.2.) предусматривает сигнализацию об изменении уровня воды в водонапорной башне, регулирование давления промывной водой в трубопроводах и сигнализацию о его изменении, подачу сигналов об изменении уровня коагулянта в баке и уровня воды в фильтре, программное управление работой фильтров, местное и дистанционное управление электродвигателями насосов и исполнительными механизмами.

Сигналы об изменении уровня воды в водонапорной башне подаются сигнализатором LSA 1 -3 с датчиками верхнего LE1 -1 и нижнего LE 1-2 уровней и лампами HL19 и HL20.

Регулирование давления промывной воды в трубопроводе, поступающей в фильтр 1, и сигнализация о его изменении осуществляются реле PCS 2-1 и PCS 3-1, работающими в

комплекте с электродвигателями 4 и 5 насосов подачи промывной воды.

Сигналы об изменении уровня коагулянта в баке, а также предельных уровней воды в фильтре подаются сигнализатором *LSA 4-4* в комплекте с датчиками *LE 4-1*, *LE 4-2*, *LE 4-3*.

Программное управление работой фильтров заключается в том, что фильтры станции доочистки сточных вод работают по временной программе. Сначала фильтруется вода, прошедшая очистку в

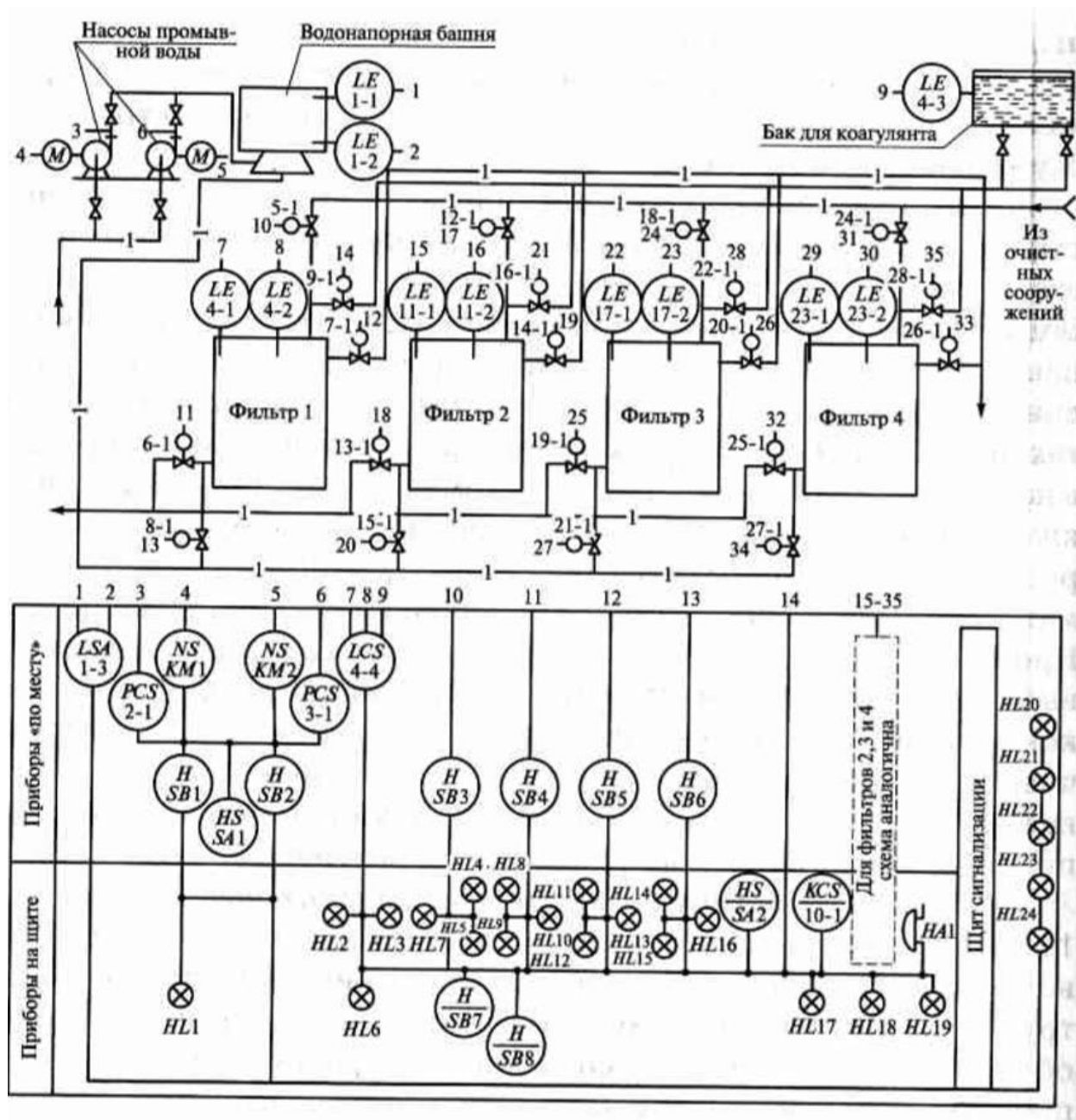


Рис. 3.2. Схема автоматизации доочистки сточных вод

очистных сооружениях, а потом через фильтр пропускается промывная вода, которая представляет собой смесь отфильтрованной и чистой водопроводной воды.

По программе открываются и закрываются задвижки подачи воды на доочистку и коагулянта, а также задвижки выпуска очищенной воды и подачи промывной воды в фильтры. Реализует программу командный аппарат KCS 10-1.

При выполнении операции промывки программное устройство подает команды исполнительным механизмам 5-1, 7-1, 9-1 на закрытие задвижек и исполнительным механизмам 6-1, 8-1 - на открытие задвижек для подачи промывной воды и ее выпуска из фильтра. При фильтрации запорные задвижки исполнительных механизмов 6-1, 8-1 перекрывают трубопровод подачи промывной воды в фильтр и спуска ее из фильтра. Открываются задвижки исполнительными механизмами 7-1 спуска из фильтра очищенной воды и 9-1 подачи воды в фильтр на доочистку, а также 5-1 клапан.

Лампы *HL1 ... HL16* сигнализируют о предельных положениях задвижек и работе электродвигателей исполнительных механизмов. Аналогично описанному работают фильтры 2, 3, 4 со своими исполнительными механизмами. Работа фильтров согласована и осуществляется по программе. Одновременно в двух фильтрах происходит фильтрация и в двух - промывка.

Местное управление электродвигателями исполнительных механизмов выполняется кнопочными выключателями *SB 1... SB6*.

Световые сигналы, подаваемые лампами *HL17, HL18*, снимаются кнопкой *SB8*. Переключатели *SA1* и *SA2* служат для переключения управления с автоматического режима на дистанционное, и наоборот.

3.4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

Искусственное охлаждение может осуществляться периодически и непрерывно. *Периодическое охлаждение* происходит при плавлении льда либо при сублимации твердого диоксида углерода (сухого льда). Недостаток этого способа заключается в том, что в процессе плавления и сублимации хладагент теряет свои охлаждающие свойства; при длительном хранении продуктов трудно обеспечить определенные температуру и влажность воздуха в холодильной камере. *Непрерывное охлаждение* происходит в холодильных установках с использованием хладагентов.

Холодильные установки различаются типом холодильных машин, применяемыми в них хладагентами, способами отбора теплоты от охлаждаемой среды.

Хладагенты кипят при определенном давлении, зависящем от температуры, поэтому, изменяя давление в емкости с хладагентом, можно изменять температуру в холодильной камере.

Холодильная установка предназначена для непрерывного получения холода с помощью замкнутого кругового процесса испарения и конденсации постоянного объема хладагента. Жидкий хладагент кипит в испарителе, отбирая теплоту у хладоносителя. Пары хладагента отсасываются и сжимаются компрессором и затем охлаждаются в конденсаторе, где хладагент переходит в жидкое состояние в результате охлаждения его водой. Из конденсатора жидкий хладагент через ресивер и дросселирующие устройства подается обратно в испаритель. Наиболее распространенные хладагенты - аммиак и фреон (хладон). Промежуточным хладоносителем служит рассол - раствор поваренной соли или хлорида кальция. Охлажденный в испарителе рассол перекачивается центробежным насосом к холодильным камерам и другим потребителям холода.

Холодопроизводительность и точность поддержания температуры охлаждаемой

среды определяют эффективность работы холодильной установки. Эти параметры зависят от многих причин, к которым относятся сопротивление трубопроводов подаче газа в конденсатор, мощность компрессора, расход и температура воды, охлаждающей пары хладагента, тепловая нагрузка потребителей холода. Соответствие между тепловой нагрузкой потребителей и холодопроизводительностью холодильной машины осуществляется при наилучших условиях работы холодильной установки.

При длительном превышении холодопроизводительности снижается ниже допустимого значения температура охлаждаемой среды и может произойти замерзание хладоносителя, а в некоторых случаях хладагента. При недостаточной холодопроизводительности из-за повышенной тепловой нагрузки повышается температура охлаждаемой среды, появляется вероятность гидравлического удара в системе циркуляции хладагента. Точность поддержания температуры охлаждаемой среды зависит от многих возмущающих воздействий. Стабилизация одного из них - температуры промежуточного хладоносителя - позволяет повысить точность поддержания выходного параметра и улучшить условия работы холодильной установки.

Опасные условия работы холодильной установки могут быть вызваны как внутренними возмущениями, так и внешними воздействиями. В различных элементах установки при работе могут возникнуть опасные явления (утечка хладагента, гидравлические удары, перегрузка компрессора и др.).

Основные требования к автоматизации холодильной установки следующие: обеспечение безопасной работы холодильной машины, поддержание соответствия между холодопроизводительностью и тепловой нагрузкой, стабилизация температуры промежуточного хладоносителя и охлаждаемой среды.

При выборе способов регулирования, средств контроля и управления необходимо учитывать особенности холодильной установки как объекта автоматизации

Помещения, где установлены холодильные машины, относятся к взрывоопасным. Поэтому к ним предъявляют повышенные требования безопасности.

Кроме того, из-за взрывоопасности помещения для аварийной защиты компрессора отключается электродвигатель привода. Двигатель выключается при возникновении любого из следующих условий: понижении давления в нагнетательной линии компрессора; повышении температуры или давления во всасывающей линии компрессора; нарушении подачи смазки или воды, охлаждающей компрессор; при отклонении уровня хладагента в испарителе, конденсаторе, ресивере или маслоотделителе.

Резкие суточные и сезонные изменения тепловых нагрузок приводят к необходимости применения позиционного регулирования холодопроизводительности (включение и выключение компрессора). В небольших пределах холодопроизводительность можно регулировать с помощью дросселирования на всасывающем трубопроводе компрессора. При этом необходимо поддерживать уровень в ресивере подачи в испаритель жидкого хладагента.

При включении компрессора необходимо обеспечить защиту электродвигателя от перегрузки. Соединение нагнетательного трубопровода со всасывающим на время, необходимое для разгона электродвигателя до номинальной скорости вращения, является наиболее простым и надежным способом защиты электродвигателя компрессора.

Схема автоматизации холодильной установки, работающей на аммиаке, показана на рис. 3.3. Компрессор всасывает пары аммиака из испарителя, сжимает их и через маслоотделитель нагнетает в конденсатор. В нем пары аммиака конденсируются за счет отбора теплоты охлаждающей водой, и жидкий аммиак из конденсатора, охлажденный в

линейном ресивере, через регулирующий клапан поступает в испаритель, где, испаряясь, охлаждает хладагент рассол (ледяная вода).

Регулирующий клапан служит для дросселирования жидкого аммиака, температура которого при этом снижается.

Схема автоматизации предусматривает автоматическое управление компрессором и противоаварийной защитой.

Автоматическое управление компрессором осуществляется по определенному алгоритму. Так, командой на автоматический пуск компрессора служит повышение температуры рассола на выходе из испарителя. Температурой рассола управляет регулятор *ТС 10-2*, датчик которого *ТЕ 10-1* установлен на трубопроводе выхода рассола из испарителя.

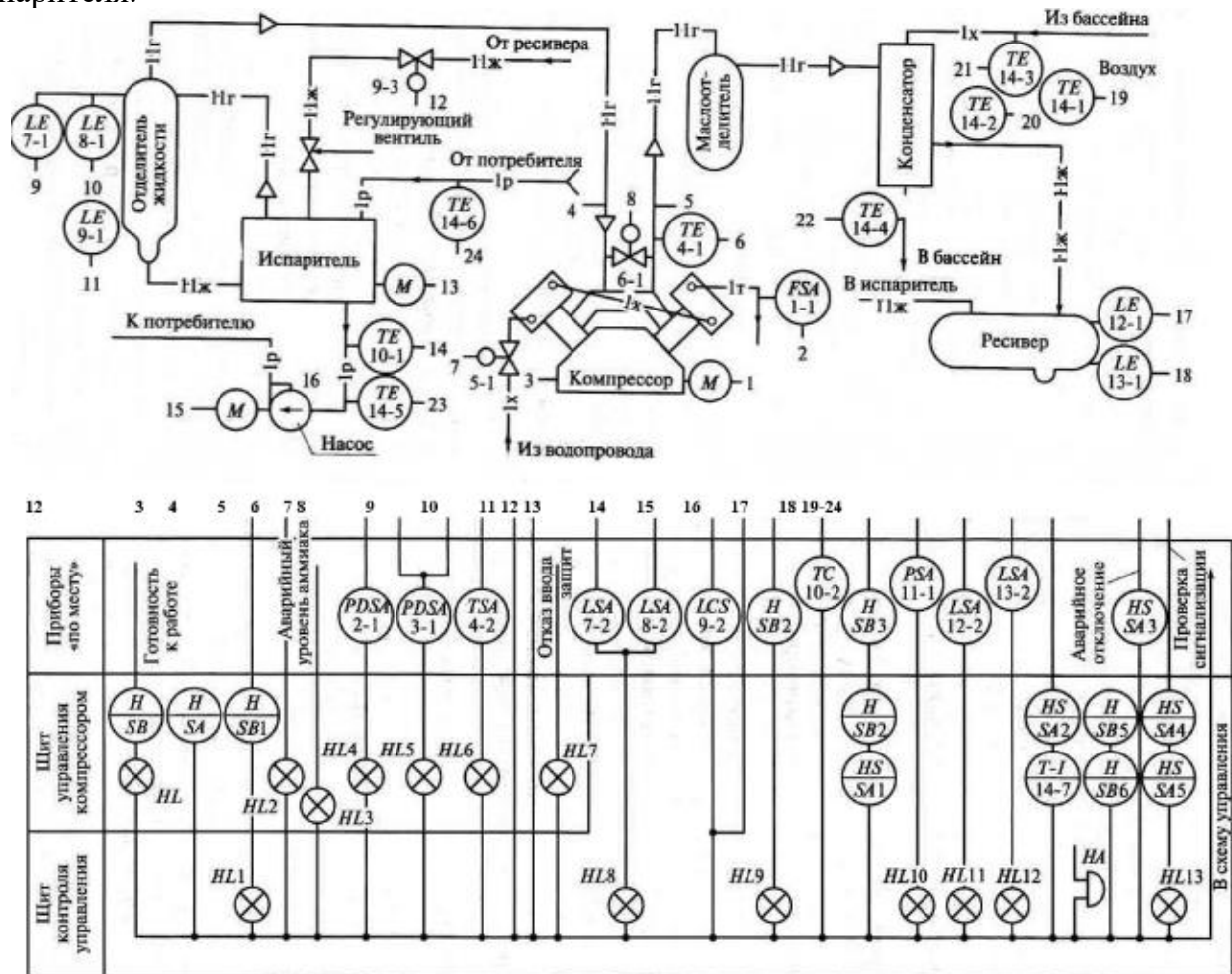


Рис. 3.3. Схема автоматизации холодильной установки

Распределенности параметров помещений и кондиционера, значительной постоянной времени и чистого запаздывания по каналам регулирования температуры, обусловленных большими размерами помещений, взаимосвязанности большинства параметров кондиционера, так как изменение одной из входных величин вызывает изменение сразу нескольких промежуточных и выходных параметров; значительных сезонных изменений параметров наружного воздуха, требующих различных способов введения регулирующих воздействий (зимой наружный воздух нагревают и увлажняют, летом охлаждают и осушают).

В связи с этим в летнее время поддержание относительной влажности воздуха в

помещении достигается охлаждением наружного воздуха разбрызгиванием холодной воды в форсуночной камере. Температура воды в поддоне форсуночной камеры поддерживается с помощью холодильной установки. Первичная рециркуляция и калориферы в летнее время отключены. Нагрев до заданной температуры осуществляется добавлением к наружному воздуху во второй смесительной камере теплого воздуха вторичной рециркуляции из помещения. В зимнее время вторичная рециркуляция отключается, а температура воздуха поддерживается путем воздействия на подачу теплоносителя к калориферам. Регулирование относительной влажности воздуха в помещении по косвенному параметру обеспечивает высокую точность поддержания состояния точки росы после брызгоотделителя.

В связи со сложностью объекта с несколькими возмущающими воздействиями необходимо для этой системы применять многоконтурные автоматические системы регулирования с использованием информации об изменении промежуточных величин.

Системой автоматизации (рис. 3.4) предусмотрено автоматическое регулирование температуры насыщенного воздуха после брызгоотделителя, которое осуществляется с целью поддержать влагосодержание воздуха в помещении, изменяя подачу воды к форсункам. В зимнее время контролируются расход теплоносителя в калорифер первого подогрева и соотношение расходов воздуха, проходящего через калорифер и по отводному патрубку. В этой схеме применена двухконтурная структура автоматической системы регулирования с использованием в качестве дополнительного сигнала изменения температуры воздуха после калорифера первого подогрева. Сигнал об изменении температуры после калорифера воспринимает регулирующий блок 3-5 и вырабатывает сигнал рассогласования (отклонения), направленный на компенсацию возникающего изменения входных и промежуточных параметров

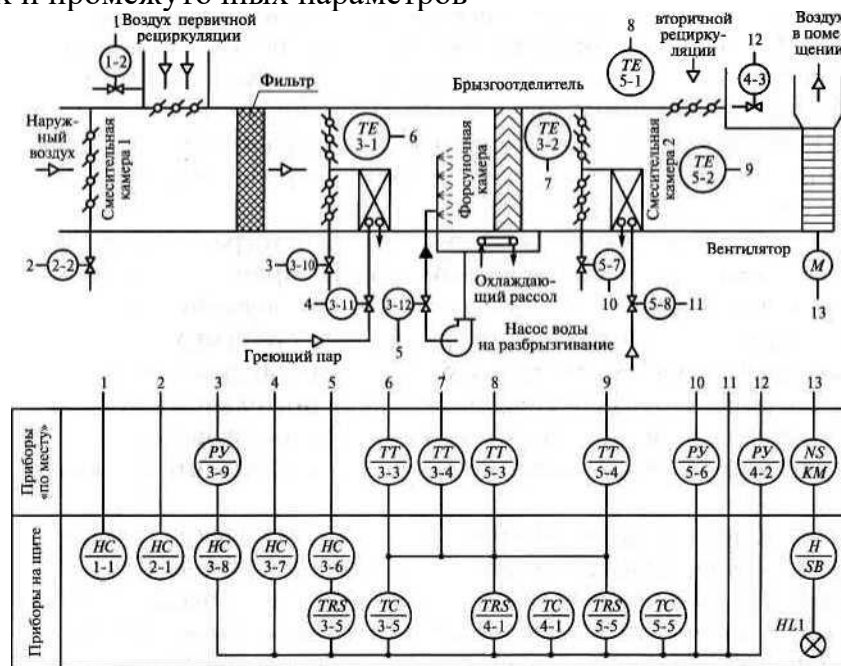


Рис. 3.4. Схема автоматизации кондиционирования воздуха

Если этого воздействия оказывается недостаточно для стабилизации выходной величины, регулирующий блок 3-5 вырабатывает добавочный корректирующий сигнал для доводки выходного параметра до заданного значения. Температура воздуха после калорифера и брызгоотделителя измеряется термометрами $TE3-1$ и $TE 3-2$ с пневматической дистанционной передачей. Регулирующий блок 3-5 формирует сигнал,

который от панелей управления *НС* 3-6 и 3-7, 3-8 поступает к исполнительным механизмам (клапаны) 3-11 и 3-12. Одновременно регулирующие воздействия вводятся секционной заслонкой с помощью исполнительного механизма 3-10 и регулирующими клапанами 3-11 и 3-12. Исполнительные механизмы 3-10 и 3-11 отключаются с панелей *НС* 3-7 и *НС* 3-8 в летнее время.

Температура воздуха в кондиционируемом помещении в зимнее время регулируется изменениями подачи теплоносителя к калориферу второго подогрева и соотношения расходов воздуха, проходящего через калорифер и по обводному патрубку. В летнее время температуры автоматически регулируются изменением подачи воздуха вторичной рециркуляции из помещения в смесительную камеру 2. Для поддержания температуры и влажности воздуха в помещении применена двухконтурная система регулирования с использованием дополнительного сигнала изменения температуры воздуха в смесительной камере 2 после калорифера второго подогрева в зимнее время, а в летнее время - температуры воздуха после брызгоотделителя.

Температура воздуха измеряется термометрами 3-2, 5-1 и 5-2. В зимнее время регулирующий блок 5-5 воспринимает сигналы изменения температуры воздуха в смесительной камере 2 и в кондиционируемом помещении и вырабатывает стабилизирующее воздействие в зависимости от входного сигнала. Выходной сигнал регулирующего блока 5-5 передается исполнительному механизму 5-7 (секционной заслонке перед калорифером второго подогрева) и регулирующему клапану 5-8 на подаче теплоносителя в калорифер.

Регулирующий блок 5-5 в летнее время отключают, а температуру в помещении поддерживает регулятор, состоящий из преобразователей температуры 3-4 и 5-3, регулирующего блока 4-1, усилительного элемента 4-2 и исполнительного механизма 4-3, переставляющего секционную заслонку на трубопроводе подачи в смесительную камеру воздуха второй рециркуляции.

Параметры процесса кондиционирования автоматически контролируются и исполнительные механизмы дистанционно управляются с панелей дистанционного управления 3-6... 3-8, предназначенных для отключения исполнительных механизмов при переходе от одного сезонного режима работы к другому.

Исполнительными механизмами 1-2, 2-2 (секционными заслонками на патрубках первой рециркуляции и поступления наружного воздуха) управляют с панелей дистанционного управления 1-1 и 2-1.

Работа вентилятора сигнализируется лампой *НВ* от блокировочных контактов магнитного пускателя электродвигателя вентилятора.

3.5 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА

Тепловую обработку молока с его механической очисткой проводят в пластинчатых теплообменных установках.

На рис. 3.5 приведена схема автоматизации трехсекционной пластинчатой пастеризационно-охладительной установки. Установка состоит из приемного бака; насоса 1 подачи продукта; пластинчатого теплообменного аппарата с секциями регенерации, пастеризации и охлаждения; сепаратора-молокоочистителя; выдерживателя; насоса 2 горячей воды; инжектора и бойлера.

Молоко поступает в секцию регенерации и далее в секцию пастеризации, где нагревается горячей водой. Температура пастеризации контролируется, регистрируется и

регулируется автоматическим самопишущим мостом с контактным устройством и пневматическим ПИ-регулятором 3-2.

Контактное устройство моста управляет переключающим клапаном 3-6 возврата недопастеризованного молока через промежуточный электропневмоклапан СУЗ-5, при этом звенит звонок *HA1*, а ПИ- регулятор управляет регулирующим клапаном 3-4 подачи пара в инжектор. В качестве первичного преобразователя используют термометр сопротивления 3-1.

Схемой предусмотрено операторное управление клапанами: регулирующим с помощью байпасной панели 3-3 и переключающим с помощью ключа 5A2. Ключ SA1 служит для выбора режима управления переключающим клапаном.

Для контроля срабатывания переключающего клапана служит микропереключатель 4-1 с сигнальной лампой *HL2*. Температура охлаждения молока контролируется автоматическим самопишущим мостом 5-2 в комплекте с термометром сопротивления 5-1. Расход молока, поступающего в установку, поддерживается специальным ротаметрическим стабилизатором расхода *FC* 2-1, а регулирование уровня в приемном баке - поплавковым регулятором уровня прямого действия *LC* 1-1.

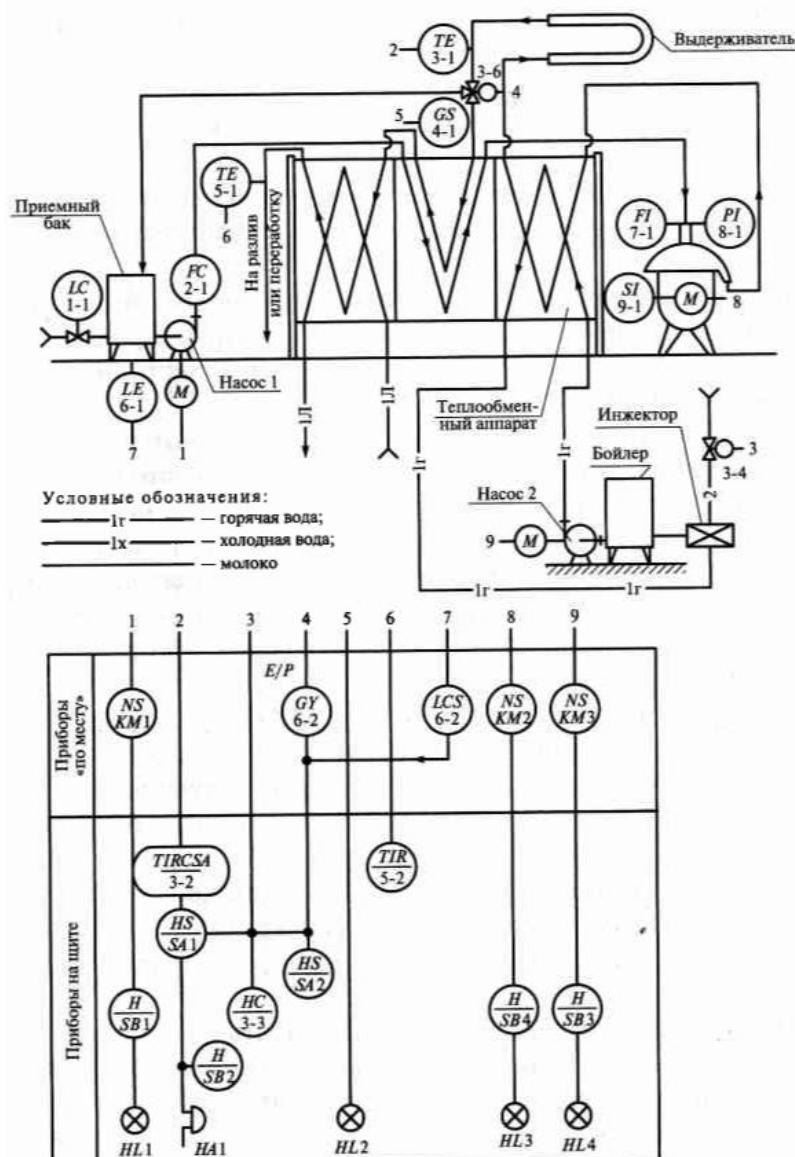


Рис. 3.5 Схема автоматизации пластинчатой пастеризационной установки

Во избежание попадания воздуха в установку при аварийном снижении уровня молока в приемном баке в нем установлены датчик нижнего уровня 6-1 и сигнализатор уровня 6-2). При прекращении подачи молока в резервуар сигнализатор уровня переключает возвратный клапан 3-6 через электропневмоклапан 3-5 на возврат охлажденного молока в приемный бак. При этом установка продолжает работать по замкнутому циклу до возобновления поступления молока в приемный бак.

Электродвигатели насосов подачи молока, горячей воды и сепаратора управляются оператором с помощью кнопочных станций *SB1*, *SB3*, *SB A*.

Сепаратор-молокоочиститель оснащен приборами местного контроля: ротаметрическим расходомером 7-1, манометром 8-1 и тахометром 9-1.

Для высокотемпературной пастеризации молока при производстве, например, некоторых видов кисломолочных продуктов, продуктов детского питания применяют трубчатые пастеризационные установки (рис. 20.2).

Уровень молока в приемном баке поддерживается постоянным с помощью поплавкового регулятора уровня прямого действия 1 -1.

Для автоматического контроля, регистрации и регулирования температуры пастеризации молока установлен автоматический самопишущий мост 2-2 с пневматическим ПИ-регулятором и контактным устройством. Мост работает в комплекте с термометром сопротивления 2-1, установленным на выходе из 2-й секции трубчатого теплообменника.

Регулирующее устройство моста воздействует на клапан 2-4 с мембранным пневматическим приводом, изменяя поступление пара во вторую секцию, и поддерживает заданную температуру пастеризации. Для операторного управления клапаном используется байпасная панель 2-3.

При снижении температуры пастеризации контактное устройство моста через электропневмоклапан 2-5 переключает трехходовой пневмоклапан 2-6 на возврат молока в приемный бак. При этом звенит звонок *HA1*.

При срабатывании клапана возврата срабатывает микропереключатель 3-1 клапана и на щите оператора загорается лампа *HL1*, сигнализирующая о срабатывании клапана. Для операторного управления клапаном служит ключ *SA2*. Ключом *SA1* выбирают режим управления.

Регулирование давления пара, поступающего в 1-ю секцию теплообменника, выполняется регулятором прямого действия 4-1. По месту давление пара контролируется манометрами 8-1, 9-1.

Для исключения подсоса воздуха в установку при аварийном прекращении подачи молока и снижении его уровня в приемном баке служит датчик нижнего уровня 5-1 кондуктометрического сигнализатора 5-2. Когда уровень молока опустится ниже датчика 5-1, сигнализатор переключает клапан 2-6 на возврат молока. Одновременно через электропневмоклапан 5-3 клапан 5-4 с мембранным приводом отсекает поступление пара в установку, а на щите загорается сигнальная лампа *HL2*.

Электродвигателями насосов управляет оператор со щита с помощью кнопок *SB1* и *SB2*. Работа насосов контролируется по давлению в трубопроводах электроконтактными манометрами 6-1, 7-1.

3.6 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Технологический процесс производства кисломолочных напитков состоит из четырех самостоятельных операций: приготовления производственной закваски,

подготовки молока к сквашиванию, сквашивания молока и фасования продукта.

Подготовленным для автоматизации является процесс, основанный на резервуарном способе производства кисломолочных напитков. Молоко после охлаждения в пастеризационно-охладительной установке до температуры $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ поступает в резервуары для кисломолочных напитков, куда одновременно из заквасочного отделения насосом подается производственная закваска. Заквашенное молоко в резервуаре непрерывно перемешивается мешалкой в течение заданного времени. После отключения мешалки продукт сквашивается до кислотности с показателем $\text{pH } 4,6 \pm 0,05$, охлаждается подаваемой в рубашку резервуара холодной водой и перемешивается мешалкой по заданной программе. По достижении температуры $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$ продукт готов для фасования, мешалку выключают и прекращают подачу охлаждающей воды. Кисломолочные напитки фасуют на механизированных линиях как в стеклянную тару, так и в бумажные пакеты.

На рис. 3.6 показана схема автоматизации резервуара для сквашивания молока. Для заполнения резервуара молоком оператор с помощью ключа SA1 через промежуточный электропневмоклапан 1-1 переводит трехходовой пневмовентиль 1-2 в режим заполнения резервуара.

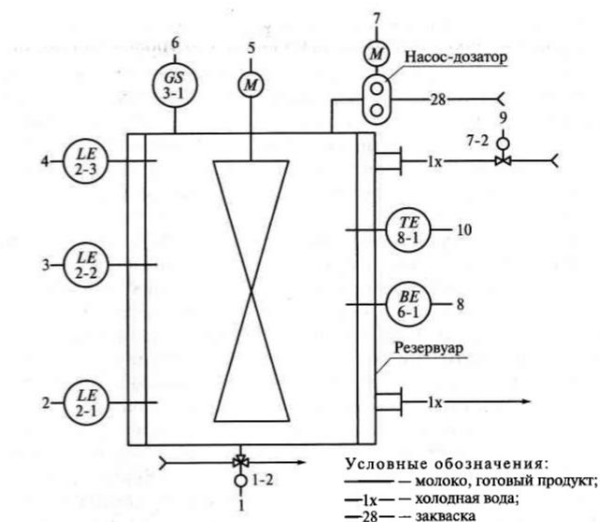


Рисунок 3.6 Функциональная схема автоматизации кисломолочных напитков

Уровень продукта в резервуаре контролируется кондуктометрическим сигнализатором уровня 2-4 с тремя датчиками: нижнего 2-1, среднего 2-2 и верхнего 2-3 уровней. По достижении продуктом датчика среднего уровня сигнализатор включает электродвигатель мешалки и реле времени 4-1, которое в свою очередь включает на заданное время электродвигатель насоса-дозатора закваски.

Системой автоматизации предусмотрена блокировка включения мешалки при открытой крышке люка резервуара от микропереключателя 3-1.

После заполнения резервуара от датчика верхнего уровня сигнализатора уровня отключается мешалка и включается программное устройство 5-1. Программное устройство включает систему контроля кислотности продукта в резервуаре, состоящую из погружного датчика 6-1, высокоомного электронного преобразователя 6-2 и автоматического самопишущего потенциометра 1300 с контактным устройством 6-3. Одновременно по заданной программе командное устройство включает и отключает

мешалку.

По достижении заданного водородного показателя pH продукта контактное устройство потенциометра включает через промежуточный пневмоэлектрический клапан 7-1 пневмоклапан подачи холодной воды в рубашку резервуара 7-2 и систему контроля температуры, состоящую из термометра сопротивления 8-1 и логометра с контактным устройством 8-2.

После достижения заданной температуры контактное устройство логометра отключает командный прибор, включает мешалку, закрывает клапан подачи холодной воды, переводит клапан 1-2 на выпуск продукта из резервуара и включает звонок *НА 1*, сигнализирующий об окончании процесса сквашивания.

После снижения уровня ниже датчика среднего уровня отключается электродвигатель мешалки, а после опорожнения резервуара клапан 1 -2 переводится в положение на заполнение - резервуар подготовлен к последующей мойке.

На время мойки блокируются все системы автоматизации сквашивания (сама система мойки резервуара в данной главе не рассматривается) .

3.7 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОГА

При производстве творога на линии Я9-ОПТ-2,5 полученный сгусток- сырье направляется винтовым насосом на тепловую обработку в аппарат ТОС (рис. 3.7) представляющий собой теплообменник типа «труба в трубе» и имеющий три секции: нагрева, выдержки и охлаждения. Сгусток нагревается горячей водой.

Винтовой насос имеет привод с регулятором частоты вращения ротора электродвигателя 1-1.

Температура сгустка регулируется путем изменения подачи пара в бойлер комплектом приборов, состоящим из двойного термометра сопротивления 2-1, один выход которого соединен с регулирующим прибором 2-2. Последний управляет клапаном подачи пара в бойлер 2-5 через аналоговый электропневмопреобразователь 2-4. Таким образом, температура нагрева сгустка регулируется изменением температуры греющей воды. В операторном режиме клапаном управляют через байпасную панель 2-3.

Температуры горячей воды на входе в секцию подогрева аппарата ТОС, сгустка на выходе из секции нагрева и отделяемой сыворотки регистрируются трехточечным автоматическим самопишущим мостом 3-3 с позиционными контактными устройствами по каждому каналу.

В качестве датчиков используют двойной термометр сопротивления 2-1 и одинарные термометры 3-1, 3-2. Температура творога после охладителя контролируется логометром 4-2 в комплекте с термометром сопротивления 4-1.

Давление пара, а также подача воды в секцию охлаждения аппарата ТОС и охладитель контролируются электроконтактными манометрами 5-1, 6-1, 7-1 с сигнализацией снижения давления ниже нормы. Работой циркуляционного насоса 1 для воды и насоса 2 для откачки сыворотки, а также клапанами подачи рассола (ледяная вода) в аппарат ТОС и охладитель управляет оператор с помощью кнопочных станций SB 1, SB2 и SB3 и ключей управления SA1 и SA2. Управление запорными клапанами 8-2, 9-2 выполняется через электропневмоклапаны 8-1, 9-1.

Схема автоматизации производства мягкого творога представлена на рис. 3.8. Молоко подается в резервуар для его сквашивания. Уровень в резервуаре контролируется гидростатическим мембранным датчиком 1-1, который через

пневмоэлектропреобразователь 1-2 передает величину контролируемого параметра на показывающий прибор 1-3 с двумя контактными задатчиками (милливольтметр). При достижении верхнего уровня, контактное устройство милливольтметра (шах) закрывает клапан подачи молока 1-4 и включает систему контроля кислотности продукта, насос-дозатор 1 подачи закваски и электродвигатель мешалки, при этом загорается сигнальная лампа HL1.

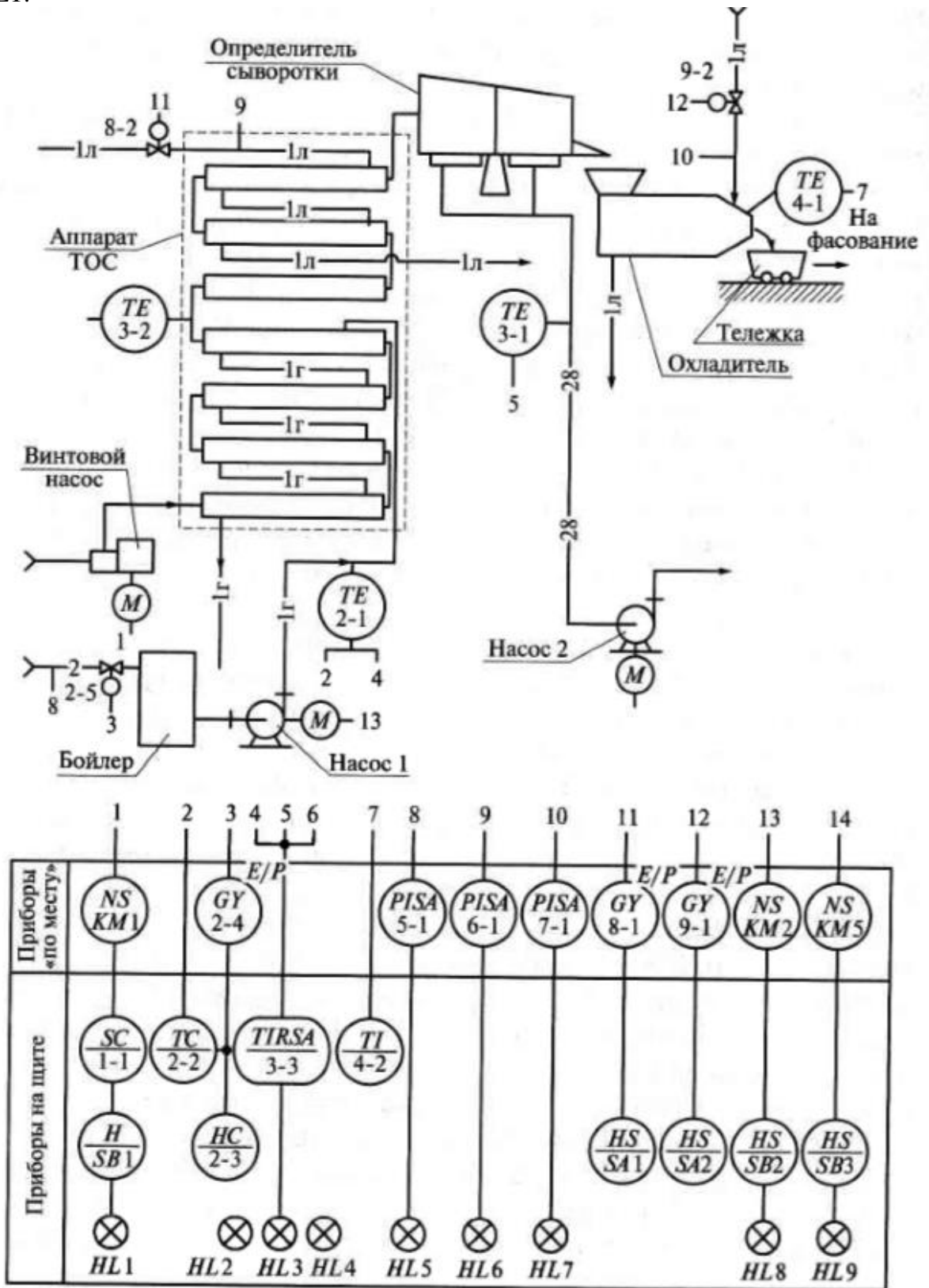


Рисунок 3.7. Схема автоматизации тепловой обработки сгустка и получение творога
На ЛИНИИ Я9-ОПТ-2,5

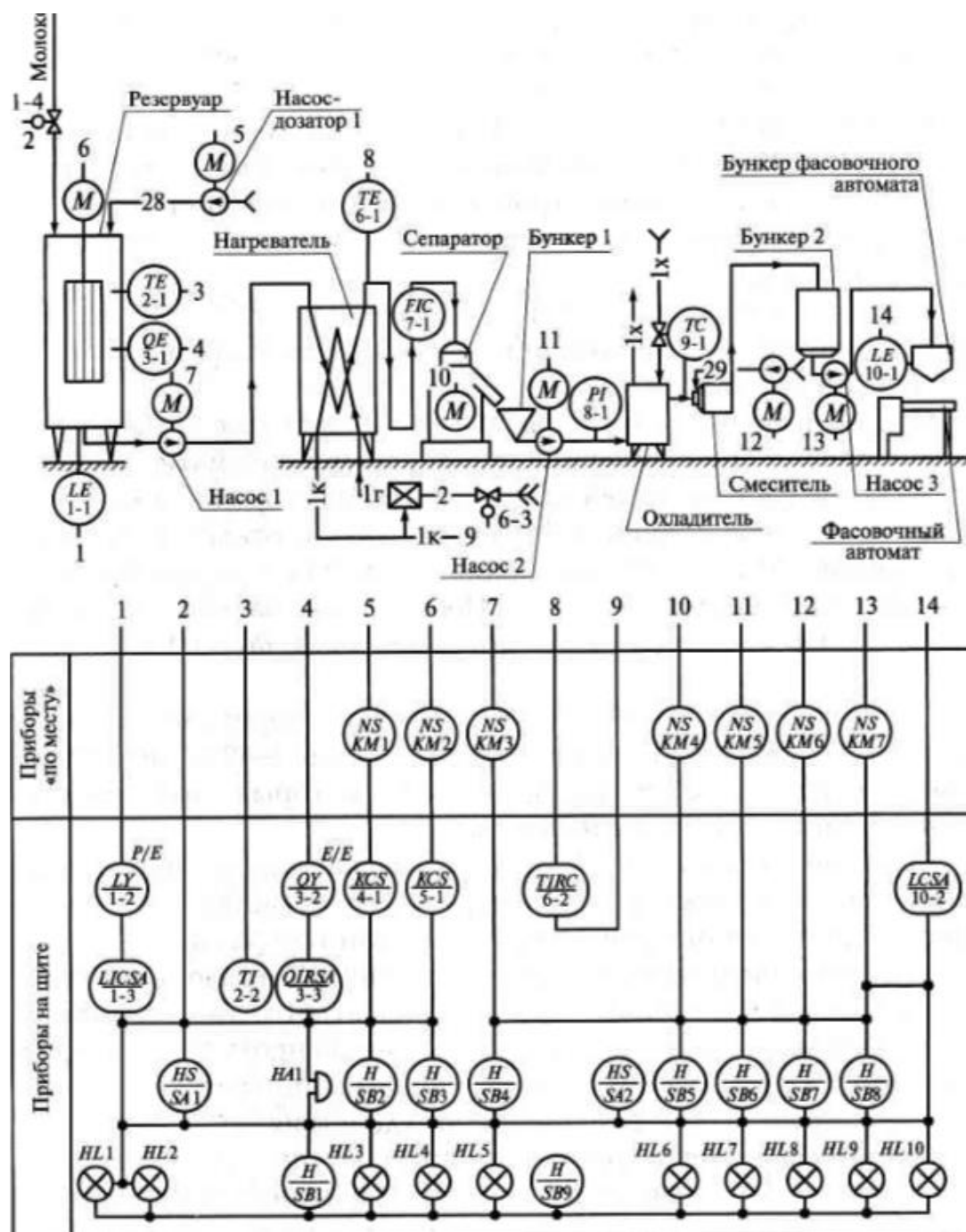


Рисунок 3.8. Схема автоматизации производства мягкого творога

Временем работы насоса-дозатора управляет реле времени 4-1, а работой электродвигателя мешалки, по заданной временной программе, командный прибор 5-1.

Кислотность продукта контролируется электронным блоком *pH*-метра 3-2, работающем в комплекте с датчиком 3-1 и электронным самопишущим потенциометром с контактным устройством 3-3. Температура сквашивания измеряется логометром 2-2 с термометром сопротивления 2-1.

При достижении заданной кислотности получаемого сгустка контактное устройство потенциометра 3-3 включает звонок HA1. Кнопка SB 1 служит для съема звукового

сигнала.

Оператор кнопочной станцией *SBA* включает насос *1* откачки сгустка из резервуара. Одновременно включается автоматическая система последующей обработки сгустка. При опорожнении резервуара контактное устройство милливольтметра отключает автоматизированную систему сквашивания молока в резервуаре, при этом загорается сигнальная лампа *HL2*. Последующее заполнение резервуара производит оператор с помощью переключателя *1*, открывая клапан *1-4*.

Перекачиваемый насосом сгусток проходит через пластинчатый нагреватель, где требуемая температура нагрева ($-60\text{ }^{\circ}\text{C}$) поддерживается манометрическим регулятором *5-2*, который управляет клапаном *5-3* подачи пара в смеситель.

Подогретый сгусток проходит через сепаратор, где происходит отделение сыворотки. Стабилизация подачи сгустка в сепаратор производится ротаметрическим стабилизатором расхода *7-1*.

Обезвоженный сгусток поступает в бункер *1* и далее шестеренным насосом *2* перекачивается в охладитель, где охлаждается холодной водой до температуры $(8+2)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Давление продукта на входе в охладитель контролируется манометром *8-1*. Температура охлаждения регулируется регулятором прямого действия *9-1*.

После охладителя творожный сгусток поступает в смеситель, где в него добавляются сливки. Объем сливок, подаваемых в смеситель, регулируют вручную, изменяя производительность насоса-дозатора *2* по показаниям ротаметра *7-1*.

Готовый творог поступает в бункер фасовочного автомата. В нем размещен датчик *10-1* сигнализатора уровня *10-2*, управляющий работой насоса *3* подачи творога в бункер. О превышении уровня сигнализирует лампа *Н1 10*.

Лампы *HL3...HL9* сигнализируют о работе электродвигателей мешалки, сепаратора и насосов. Переключатель *SA2* служит для переключения работы схемы с автоматического на операторный и обратно. Кнопка *SB9* предназначена для опробывания сигнализации.

3.8 АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ МЯСА

Автоматизация управления холодильными камерами. Для увеличения срока хранения мясопродуктов их охлаждают, замораживают и хранят при низкой температуре. Схема автоматизации комплексной холодильной обработки мясопродуктов показана на рис. 3.9

Микропроцессор централизованного контроля и регулирования контролирует и поддерживает постоянной температуру ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) в камерах хранения буженины. В контур регулирования входят термопреобразователь сопротивления *1-1*, установленный в камере и электромагнитный клапан *2-1*, установленный на трубопроводе подачи хладагента.

Микропроцессор *14-1* контролирует и поддерживает постоянной температуру ($2\text{ }^{\circ}\text{C}$) в тоннеле для охлаждения колбас. В контур регулирования входят термопреобразователь сопротивления *3-1* и электродвигатели вентиляторов в калорифере *1-й* ступени *КМ 1* и *КМ2*, а также электродвигатели вентиляторов в калорифере *2-й* ступени *КМ3* и *КМ4*. Лампы *Н1 ...Н4* сигнализируют о работе электродвигателей.

Сигнал «Размораживание» подается датчиками - реле температуры *4-1* и *4-2*, а также сигнальным табло *HL5*. Машина централизованного контроля и регулирования через каждые *3 ч* отключает на *15 мин* соленоидные мембранные вентили *5-1* и *6-1* подачи рассола для размораживания калориферов.

Микропроцессор *14-1* контролирует и поддерживает постоянной температуру ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) в камере подморозки шпика. В контур регулирования входят термопреобразователь

сопротивления 7-1 и соленоидный мембранный вентиль 10-1. Схемой предусмотрено открытие соленоидного вентиля 9-1 при работе и закрытие его при размораживании, открытие вентиля 11-1 через 20 мин после начала размораживания и закрытие его при работе, открытие вентиля 12-1 через 10 мин после начала размораживания и закрытие его при работе. При размораживании включается электрообогрев сливных труб, который через 60 мин отключается. Кнопка *SB9* предназначена для опробования сигнализации.

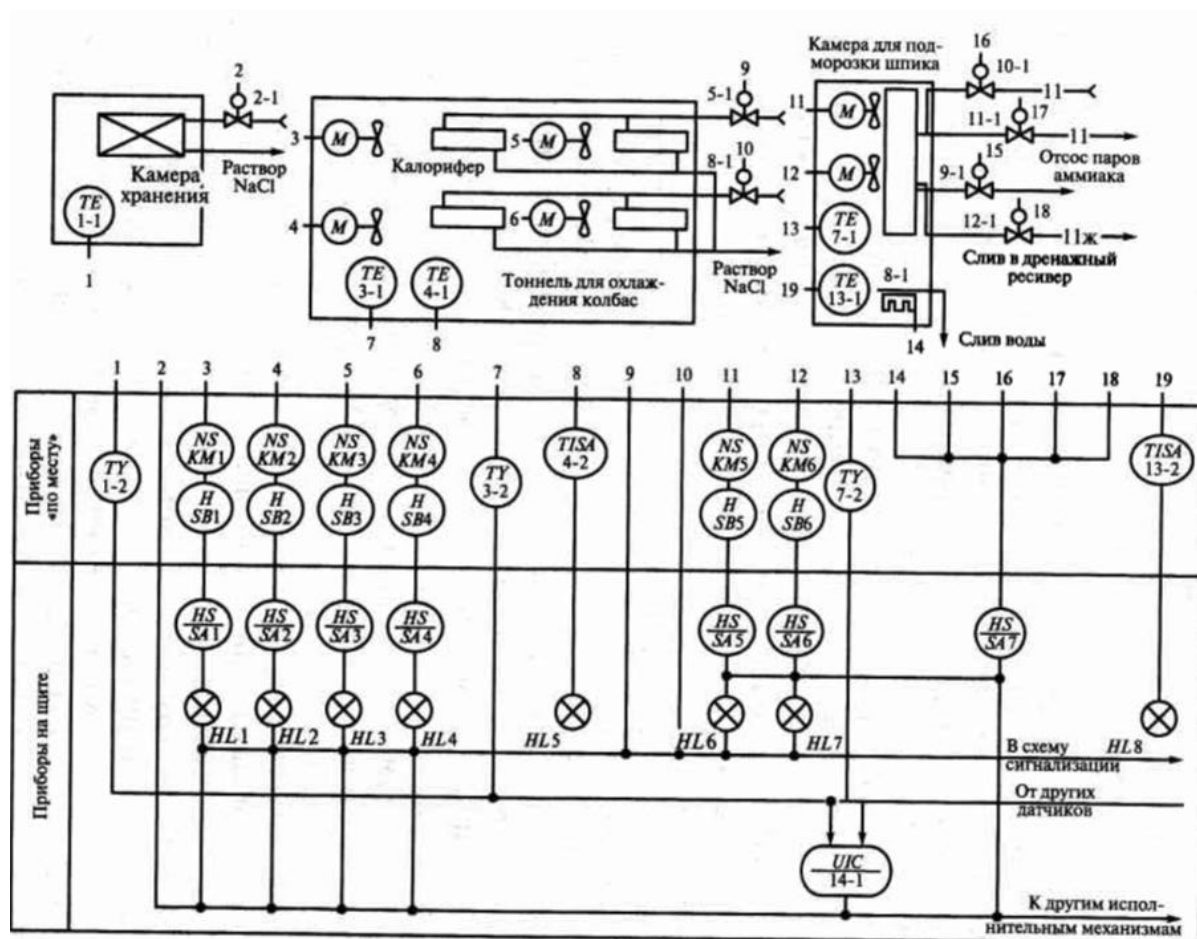


Рис. 3.9. Схема автоматизации холодильных камер

Микропроцессор централизованного контроля и регулирования также управляет отключением электродвигателей вентиляторов *KM5* и *KM6* при размораживании и включением при работе. Лампы *HL6* и *HL7* сигнализируют о работе электродвигателей. Сигналы о процессе оттайки подаются реле температуры 13-1 и 13-2 и сигнальным табло *HL8*.

Местное управление электродвигателями осуществляется соответствующими кнопочными выключателями *HSB1* ...*HSB6*. Для перехода на дистанционное управление служат переключатели *SA1*...*SA6*.

Регулирование температурного режима и удаление инея с приборов охлаждения в

Схемой автоматизации процесса размораживания мяса (рис. 3.10) предусматриваются автоматическое регулирование температуры воздуха в камере размораживания, управление электродвигателями вентиляторов, блокировка работы электродвигателей вентиляторов. Кроме того, предусматривается программное управление технологическим процессом как по времени, так и по температуре мяса в толще бедра. Система предусматривает также ручное управление процессом.



После загрузки камеры оператор включает электродвигатель осевого вентилятора обдува полутуш горячим воздухом, поступающим по воздухопроводу (вентиляторы, не показанные на схеме, также включаются).

С помощью ключа управления SA1 оператор устанавливает режим «по времени» или «по температуре». Затем кнопкой SB3 он включает звонок HA вблизи электродвигателя вентилятора и реле времени 4-1; через заданное время звонок HA выключается и включается электродвигатель вентилятора.

Заданная температура в камере поддерживается с помощью термометра сопротивления 3-1 и вторичного прибора 3-2, который позволяет управлять исполнительным механизмом 3-3 с клапаном, установленным на паропроводе подачи пара в калорифер. О положении клапана сигнализирует лампа HL2.

Температура воздуха в камере регулируется по двухпозиционному закону: при падении температуры воздуха в камере ниже заданной клапан подачи пара в калорифер открывается, при достижении заданной температуры клапан закрывается.

Влажность воздуха в камере регулируется по психрометрической разности между температурами сухого 3-1 и смоченного 2-1 термометров сопротивления, установленных в непосредственной близости к входу всасывающего воздухопровода.

Термометр сопротивления 2-1 подключен к регулирующему прибору 2-2, который в случае уменьшения влажности от заданной (температура смоченного термометра увеличивается и психрометрическая разность уменьшается) включает исполнительный механизм и открывает клапан 2-3, смонтированный на линии подачи пара в камеру смешивания. О положении клапана сигнализирует лампа HL3.

При ведении процесса «по времени» необходимая длительность размораживания устанавливается на реле времени 4-2. По истечении заданного времени реле подает сигнал исполнительным механизмам 2-3 и 3-3, которые закрывают паровые клапаны и прекращают подачу пара в камеру смешивания и в калорифер.

При ведении процесса размораживания «по температуре» игольчатую термопару 1-1 помещают в толщу бедра и с помощью вторичного прибора (потенциометра) 1-2, имеющего контактное устройство, контролируют температуру в полутуше. После достижения заданной температуры контактное устройство вторичного прибора дает сигнал исполнительным механизмам 2-3 и 3-3, прекращающим подачу пара.

3.9 АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Автоматизация термической обработки. Термические отделения современных мясоперерабатывающих заводов оснащены высокопроизводительным оборудованием для тепловой обработки колбасных изделий. На большинстве предприятий используют универсальные термокамеры, в которых осуществляется полный цикл термической обработки колбасных изделий.

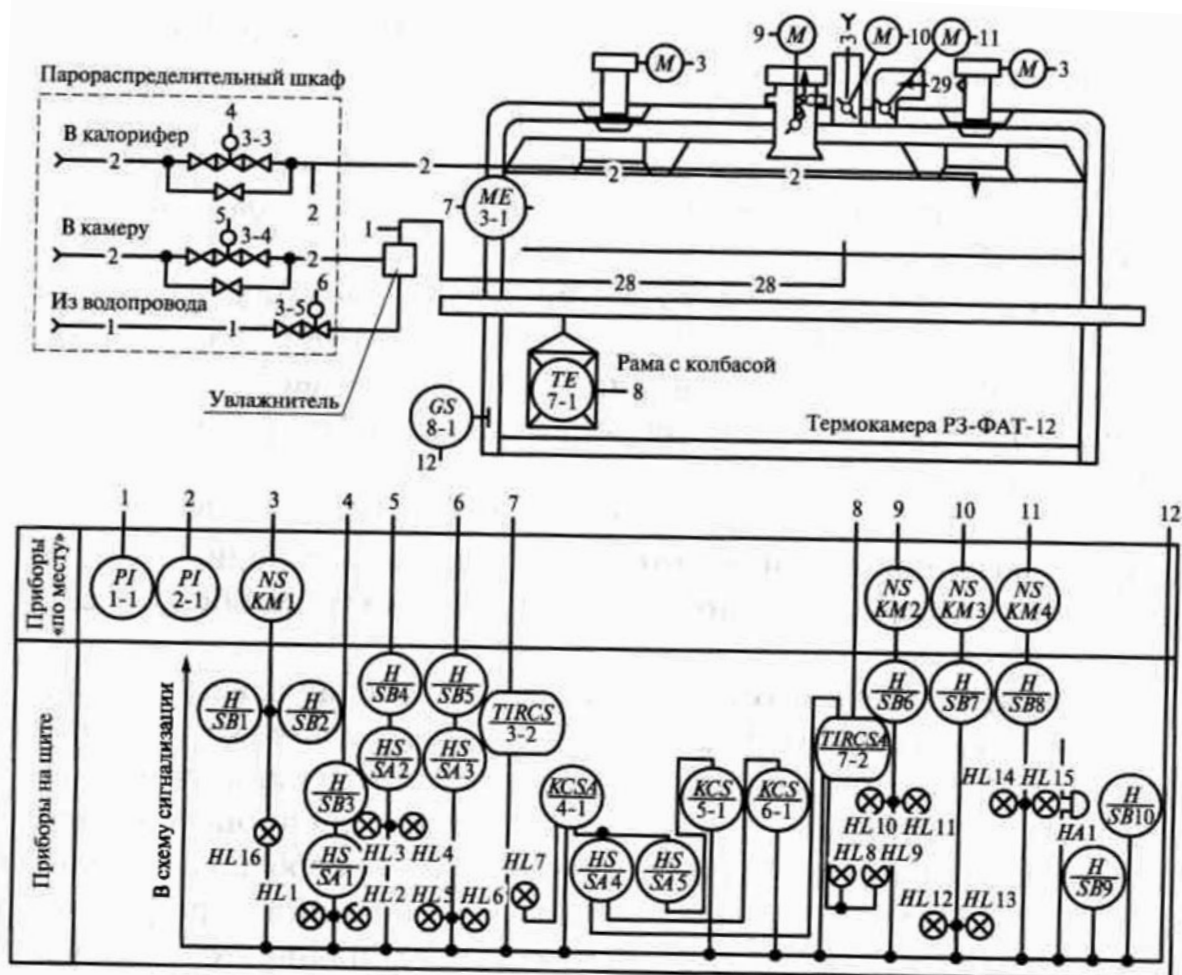
Автоматизация термической обработки вареных колбас состоит из подсушки, обжарки и варки. Подсушка ведется только по времени, а обжарку и варку можно вести по температуре внутри батона и по времени. Наиболее удобно процесс термообработки колбас вести по температуре внутри батона, а сосисок и сарделек - по времени. Схема автоматизации, приведенная на рис. 3.11, предусматривает контроль за давлением пара, поступающего на увлажнение, запись, автоматическое регулирование температуры и влажности, дистанционное управление заслонками и сигнализацию о протекании процесса варки и об его окончании, автоматическую блокировку.

Давление пара, поступающего на увлажнение в камеру, а также в калорифер для

обогрева, контролируется манометрами 1-1 и 2-1. Температура в камере в процессе подсушки, обжарки и варки контролируется, записывается и регулируется автоматическим психрометром 3-2 в комплекте с первичным преобразователем 3-1, установленным в камере. По разности температур смоченного и сухого термометров преобразователя определяется влажность паровоздушной среды в камере. При отклонении температуры и влажности от заданных значений позиционное регулирующее устройство моста подает сигнал на замыкание цепи питания трех электрических исполнительных механизмов: 3-3, установленного на паропроводе подачи пара в калорифер; 3-4, установленного на паропроводе подачи пара в увлажнитель, и 3-5 запорного клапана.

Кроме того, автоматическое регулирование температуры в камере осуществляется по температуре внутри батона потенциометром 7-2 с регулирующим трехпозиционным устройством, в контур регулирования которого входят игольчатая термопара 7-1, вставляемая внутрь колбасного батона, и исполнительные механизмы 3-3, 3-4 и 3-5.

Процесс термической обработки можно вести по времени. С этой целью используют блоки-реле 4-1 (для подсушки), 5-1 (для варки) и 6-1 (для обжарки).



Условные обозначения:

26 - влажный пар

28 - газовая смесь

29 - дым

Рисунок 3.11. Схема автоматизации технологического процесса в термокамере

В схему введена автоматическая блокировка, предусматривающая прекращение подачи пара в термокамеру при открытии дверей; эту функцию выполняет конечный выключатель 8-1. Исполнительные механизмы 3-3, 3-4 и 3-5 перекрывают трубопроводы подачи пара в калорифер и камеру увлажнения, а также воды в увлажнитель.

Кнопки *SB 1* и *SB2* служат для управления электродвигателями подъема заслонок, а лампа *HL16* - для подачи сигналов об их работе. Звуковой сигнал об окончании процесса подает звонок *HA1*. Кнопка *SBQ* служит для опробования звукового сигнала, а кнопка *SB 10* - для его снятия.

Автоматизация процесса термической обработки колбас способствует повышению производительности труда, улучшению качества продукции и созданию благоприятных условий труда обслуживающему персоналу.

Автоматизация коптильной камеры. Коптильную камеру перед загрузкой прогревают. Сначала продукт подсушивают в течение заданного времени, а затем температуру в коптильной камере доводят до значения, необходимого для проведения процесса копчения. Камера может работать в режимах горячего (50 °С) и холодного (20 °С) копчения. Продолжительность копчения определяется видом продукта. Температурный режим поддерживается дымовоздушной смесью, нагреваемой в калориферах, и холодной водой.

Комплекс приборов коптильной камеры обеспечивает автоматический контроль всех производственных параметров и программное управление технологическим процессом.

Схема автоматизации коптильной камеры, приведенная на рис. 3.12, предусматривает контроль разрежения в камере, контроль и регулирование давления пара и воды в трубопроводах, плотности дыма в камере, температуры дымовоздушной смеси, программное управление циклом горячего и холодного копчений, местное и дистанционное управление электродвигателями.

Разрежение в коптильной камере контролируется вакуумметром 4-1, давление пара - манометром 5-1, а его регулирование осуществляется регулятором прямого действия 8-1, установленным на трубопроводе подачи пара в калорифер. Давление воды в трубопроводе контролируется манометром 6-1, а регулирование осуществляется регулятором прямого действия 9-1, установленным на трубопроводе подачи воды в калорифер.

Концентрация дыма в коптильной камере определяется фотоэлектрическим прибором 7-4 со станцией управления в комплекте с датчиком 7-1, нормирующим преобразователем 7-2, электропневматическим преобразователем 7-3 с сигнализацией. Сигналы с помощью преобразователя 7-6 подаются на световые табло *Н15* и *Н16*. Плотность дыма в коптильной камере регулируется устройством 7-5.

В контур регулирования входят все перечисленные устройства контроля, за исключением преобразователя 7-6 и регулирующего клапана с мембранным приводом. Байпасная панель 7-7 служит для дистанционного управления приводом 7-8.

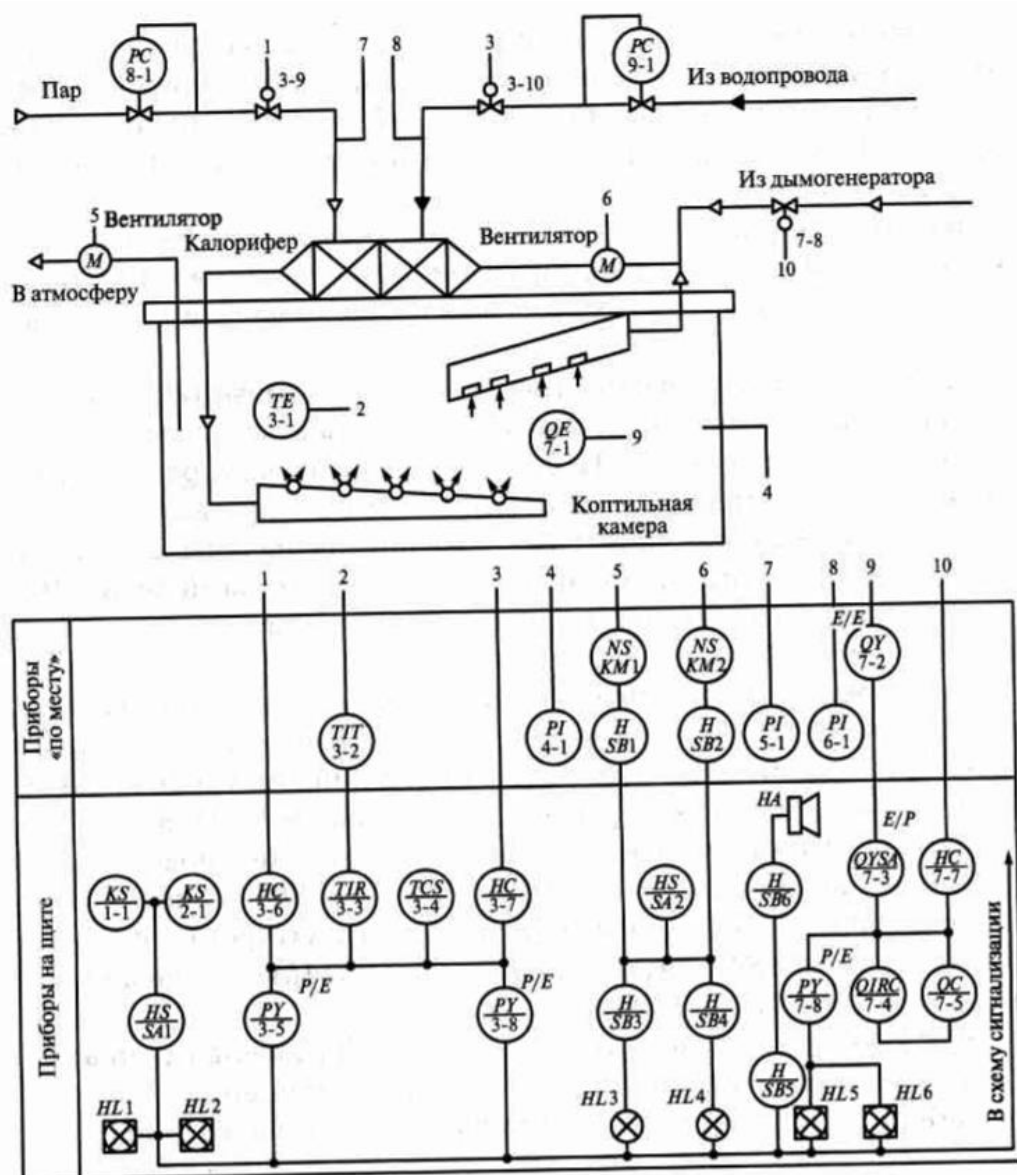


Рисунок 3.12. Схема автоматизации камеры коптильной

Температура дымовоздушной смеси контролируется манометрическим термометром 3-2 с термобаллоном, установленным в камере. Прибор 3-2 передает пневматический сигнал вторичному прибору 3-3. Температура регулируется позиционным пневматическим регулятором 3-4.

В контур регулирования входят байпасные панели 3-6 и 3-7, преобразователи 3-5, 3-8 и регулирующие клапаны 3-9 и 3-10 с мембранным приводом, установленные на трубопроводе подачи воды и пара.

Программное управление циклом горячего копчения осуществляется командными приборами 1-1 и 2-1 управляющими исполнительными механизмами 3-9 и 3-10. Переключатель управления SA1 служит для подключения приборов 1-1 или 2-1 при выборе цикла копчения. Байпасные панели 3-6 и 3-7 предназначены для дистанционного управления исполнительными механизмами 3-9 и 3-10.

Световые табло HL1 и HL2 сигнализируют о подключении приборов 1-1 или 2-1.

Местное управление электродвигателями вентилятора выброса отработанной дымовоздушной смеси и вентилятора подачи дыма и рециркуляционной смеси

производится кнопками управления SB1 и SB2, а дистанционное управление - кнопками HB3 и SB4.

Лампы HL3 и HL4 сигнализируют о работе электродвигателей. Опробование сигнала производится кнопкой SB5, а снятие его - кнопкой SB6. Работа электродвигателей вентиляторов блокируется переключателем SA2. Звуковой сигнал сирены HA оповещает о предельном значении параметра.

В результате автоматизации коптильной камеры улучшаются санитарные условия в производственных помещениях, снижается себестоимость продукции и повышается производительность труда.

Автоматизация ротационной печи с электрическим обогревом. Несмотря на различие конструкций агрегатов для запекания мясопродуктов и видов термообработки, общность главных назначений печей и термоагрегатов (получение теплоты и ее передача) приводит к тому, что ряд узлов систем автоматического регулирования этих объектов служит для выполнения одинаковых функций. В производстве запеченных мясопродуктов - буженины, карбоната, шейки, мясных хлебов и паштета - широкое распространение получили ротационные печи с газовым и электрическим обогревом и термоагрегаты непрерывного действия. Ротационные печи удобны тем, что занимают небольшую производственную площадь, не требуют больших затрат на монтаж и обслуживание и в то же время пригодны для запекания любых мясопродуктов. Термоагрегаты непрерывного действия целесообразно использовать на мясокомбинатах большой мощности.

Схема автоматизации ротационной печи с электрическим обогревом приведена на рис. 3.13. Основа схемы - система автоматического регулирования температуры, которая предусматривает: автоматическое управление подогревом рабочей камеры и сигнализацию о начале загрузки мясопродуктов; контроль, регистрацию и регулирование температуры в процессе запекания мясопродуктов (шесть режимов в зависимости от вида мясопродуктов); сигнализацию о ведении и об окончании технологического процесса. Температура в печи контролируется и регулируется с помощью термоэлектрического преобразователя 1-1, малогабаритного самопишущего потенциометра 1-2, измерительного блока 1-3, регулирующего устройства 2-1.

Оператор ключом SA2 включает щит управления и кнопкой SB9 - электродвигатель ротора печи. Кнопкой SB1 он включает подогрев печи, при этом загорается сигнальная лампа HL1. Кнопкой SB8 «Пуск» открывается заслонка, кнопкой SB8 «Стоп» останавливается. При достижении температуры в печи 1800С срабатывает контакт (установленный на эту температуру) потенциометра 1-2, загорается сигнальная лампа HL2 и включается звуковой сигнал звуковой сирены HA. Это соответствует команде «Загрузка печи». Оператор загружает печь, а затем в зависимости от вида продукта одной из кнопок блока «Выбор режима» включает режим запекания. Включается командный прибор 4-1, который управляет режимом запекания времени. Одновременно загорается соответствующая сигнальная лампа.

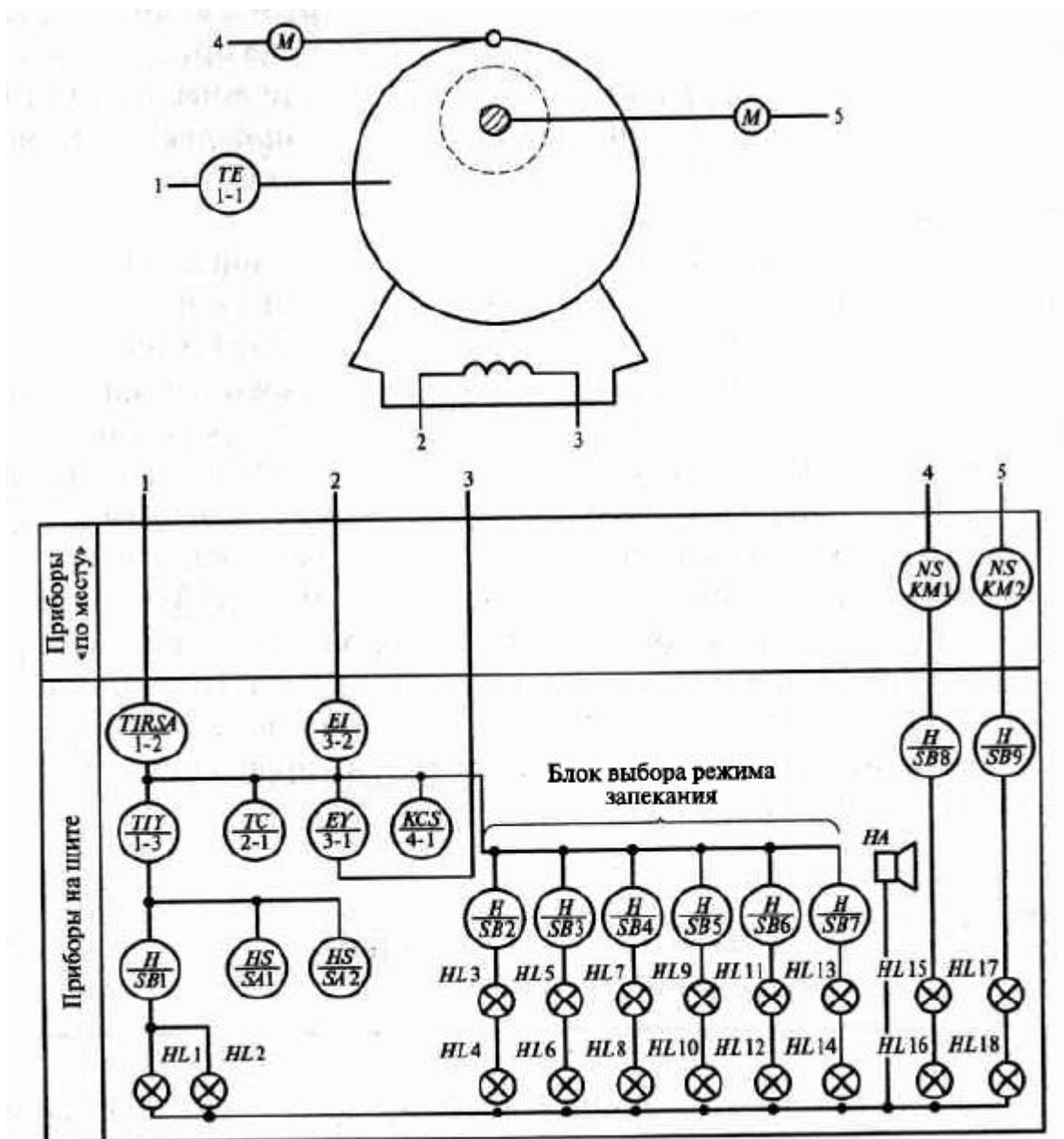


Рисунок 3.13 Схема автоматизации ротационной печи с электрическим обогревом

Температура запекания регулируется по следующей схеме: сигнал от термопреобразователя 1-1 поступает на потенциометр 1-2, затем в измерительный блок 1-3, в котором сравнивается с сигналом встроенного задатчика. Сигнал сравнения усиливается, преобразуется в сигнал постоянного тока и поступает в регулирующий блок 2-1, позволяющий формировать П и ПИ-законы регулирования. Сигнал из регулирующего блока поступает на магнитный усилитель 3-1, который управляет включением электронагревателей печи. Расход электроэнергии измеряется ваттметром 3-2. По окончании процесса запекания подаются световой и звуковой сигналы. Схемой предусматривается в случае необходимости дистанционное и ручное управление температурным режимом в печи. Выбор режима управления осуществляют ключом SA1, а управление в ручном режиме – кнопками ручного управления SB2... SB7.

3.10 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ

Процесс тестоприготовления является одним из основных и наиболее продолжительным этапом, во многом определяющим качество хлеба. К основным операциям, качество выполнения которых значительно влияет на технологические свойства теста, относятся дозирование сырья и полуфабрикатов, их смешивание и замес, а также брожение. Все тестоприготовительные агрегаты, эксплуатируемые в настоящее время, в зависимости от применяемой технологической схемы и конструкции оборудования подразделяются на агрегаты непрерывного и порционного (периодического) действия.

Процесс непрерывного приготовления теста характеризуется жестко фиксированной последовательностью технологических операций, исключающей возможность их повторения в целях исправления дефектов продукта. При непрерывном замесе корректировка влажности теста путем регулировки дозатора одного из компонентов, как в тестомесильных машинах дискретного действия, невозможна. Указанные специфические особенности непрерывного тестоприготовления влияют на показатели замеса. Стабилизация качественных показателей теста при непрерывном тестоприготовлении может быть достигнута совершенствованием технических характеристик и эксплуатационной стабильностью оборудования, позволяющим полностью автоматизировать процесс.

В процессе непрерывного замеса можно выделить три источника ошибок, приводящих к отклонению качественных показателей теста: погрешность работы дозирующего оборудования, колебания качества муки, поступающей в производство, несоблюдение условий проведения замеса. Компоненты, подаваемые в смеситель, дозируются весовыми дозаторами непрерывного действия. Погрешности дозирования изменяют соотношение компонентов, предусмотренное рецептурой, и вызывают изменение качественных показателей теста.

Мука, поступающая на хлебозавод в течение 1 сут с одного мелькомбината, по своим хлебопекарным свойствам в основном достаточно однородна. Однако в отдельных случаях даже при доставке муки за сутки наблюдаются значительные колебания в ее хлебопекарных свойствах. В общем случае хлебопекарные свойства муки изменяются в течение 3... 5 сут.

К условиям проведения замеса теста можно отнести такие факторы, как колебания температуры и влажности окружающей среды, концентрация и влажность компонентов теста, частота вращения рабочих органов, продолжительность замеса и степень механической обработки теста в машине и ряд других характеристик тестомесильного оборудования.

Входными (управляющими) переменными замеса теста являются расходы компонентов (муки, опары, соли, сахара, жира), подаваемых соответствующими дозаторами. Выходными (управляемыми) переменными могут быть выход теста, влажность, вязкость, температура, кислотность теста и др. Это наиболее важные показатели процесса, рекомендуемые технологическими инструкциями.

Специфика интенсивного замеса теста заключается в зависимости ряда показателей процесса от степени механической обработки теста, которая характеризуется удельным расходом энергии и продолжительностью замеса. Удельный расход энергии может быть определен при интегрировании мощности, потребляемой электродвигателем тестомесильной машины в процессе замеса, отнесенной к массе обрабатываемого теста.

Система автоматизации обеспечивает выполнение следующих функций: регулирование расходов компонентов, подаваемых дозаторами 2-3; регулирование продолжительности брожения опары путем изменения степени заполнения рабочей емкости установки для брожения; регулирование температуры жидкой опары в процессе ее брожения изменением подачи холодной или горячей воды в рубашку установки регулятором 18-2 (рис. 3.14, а) регулирование степени интенсивной механической обработки теста при замесе в тестомесильной машине изменением частоты вращения месильных органов пластификатора 5 (рис. 3.14, б); световую и звуковую сигнализацию об отклонениях от заданного режима работы оборудования агрегата; контроль и сигнализацию наличия и уровня компонентов в расходных емкостях и дозаторах (3-2... 5-2, 9-2... 11-2 на рис. 3.14, а, б); контроль потребляемой мощности при замесе и косвенно качественных показателей теста (5-2); контроль температуры теста (3-2); ручной и автоматический режим управления (SA1, SA2) механизмами агрегата; автоматическую блокировку, отключающую механизмы при возникновении аварийных режимов. На щите управления смонтированы средства измерения, регулирования, управления и сигнализации, обеспечивающие ввод задания, оперативную сигнализацию о нарушениях режима и управления механизмами агрегата.

Безопарный (однофазный) способ приготовления теста характеризуется внесением всех предусмотренных по рецептуре компонентов одновременно для получения, определенной порции теста. В системе автоматизации порционного замеса теста (рис. 3.15) агрегат для порционного приготовления теста по экспрессной технологии с использованием концентрированных молочнокислых заквасок (МКЗ) включает тестомесильную машину периодического действия ТПИ-1 с интенсивной механической обработкой теста, порционный автоматический дозатор муки с циферблатным указателем, комплекс дозаторов объемного действия с отдельным электроприводом на каждый жидкий ингредиент.

Использование высококислотной, самоконсервируемой закваски и интенсивного замеса обеспечивает получение высококачественных хлебобулочных изделий при значительном снижении затрат сухих веществ муки при брожении и сокращении продолжительности тестоведения. Мука из подготовительного отделения с помощью питающих шнеков загружается в силос. Одновременно из подготовительного отделения жидкие компоненты насосами перекачиваются в сборники для хранения. В тестомесильную машину подаются мука из силоса питающим шнеком и

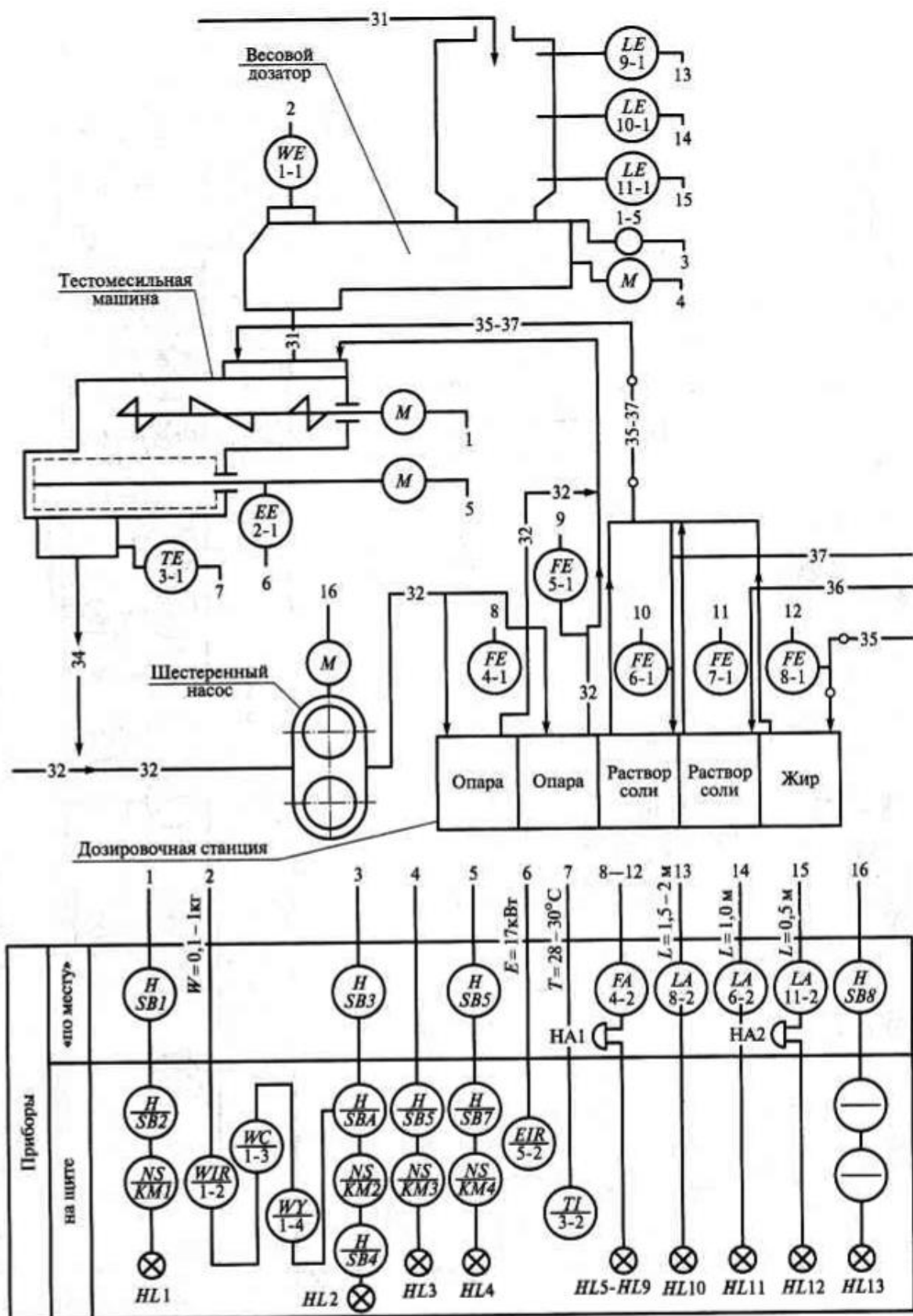
дозатором и вода из сборника при включении клапана 20-1. Молочнокислая закваска готовится в месильной машине. После брожения ее перекачивают в мерный бак, а из бака шестеренным насосом в сборник МКЗ. В аппарат для брожения, помимо закваски, добавляют такое же (50 %) количество питательной смеси из муки и воды. Закваска из мерного бака попадает через весовой дозатор в тестомесильную машину, куда также дозируют растворы дрожжей, соли, сахара, муки и другие компоненты по рецептуре.

Мука и жидкие компоненты дозируются соответствующими дозаторами. В тестомесильной машине периодического действия происходит интенсивная механическая обработка теста. Полученное тесто после замеса поступает в нагнетатель-экструдер, которым подается посредством питающего шнека в емкость для кратковременного брожения.

Система автоматизации обеспечивает выполнение следующих функций: управление подачей муки и жидких компонентов в соответствующие сборники (вентили 1-1...7-1, 9-1, 13-1); управление последовательностью включения агрегатов и механизмов; контроль наличия компонентов в сборниках; контроль качественных показателей теста по

величине энергозатрат (18-1, 19-1); контроль температуры жидкого жира, воды и МКЗ; автоматическое дозирование компонентов теста в соответствии с заданной рецептурой (1-7,8-12); автоматическое регулирование степени интенсивной механической обработки теста (18-3); автоматическое регулирование температуры жидких компонентов.

Рисунок 3.14 а. Схема автоматизации тестоприготовительного агрегата



Условные обозначения: 34 – тесто; 35 – жир; 36 раствор соли; 37 – раствор сахара

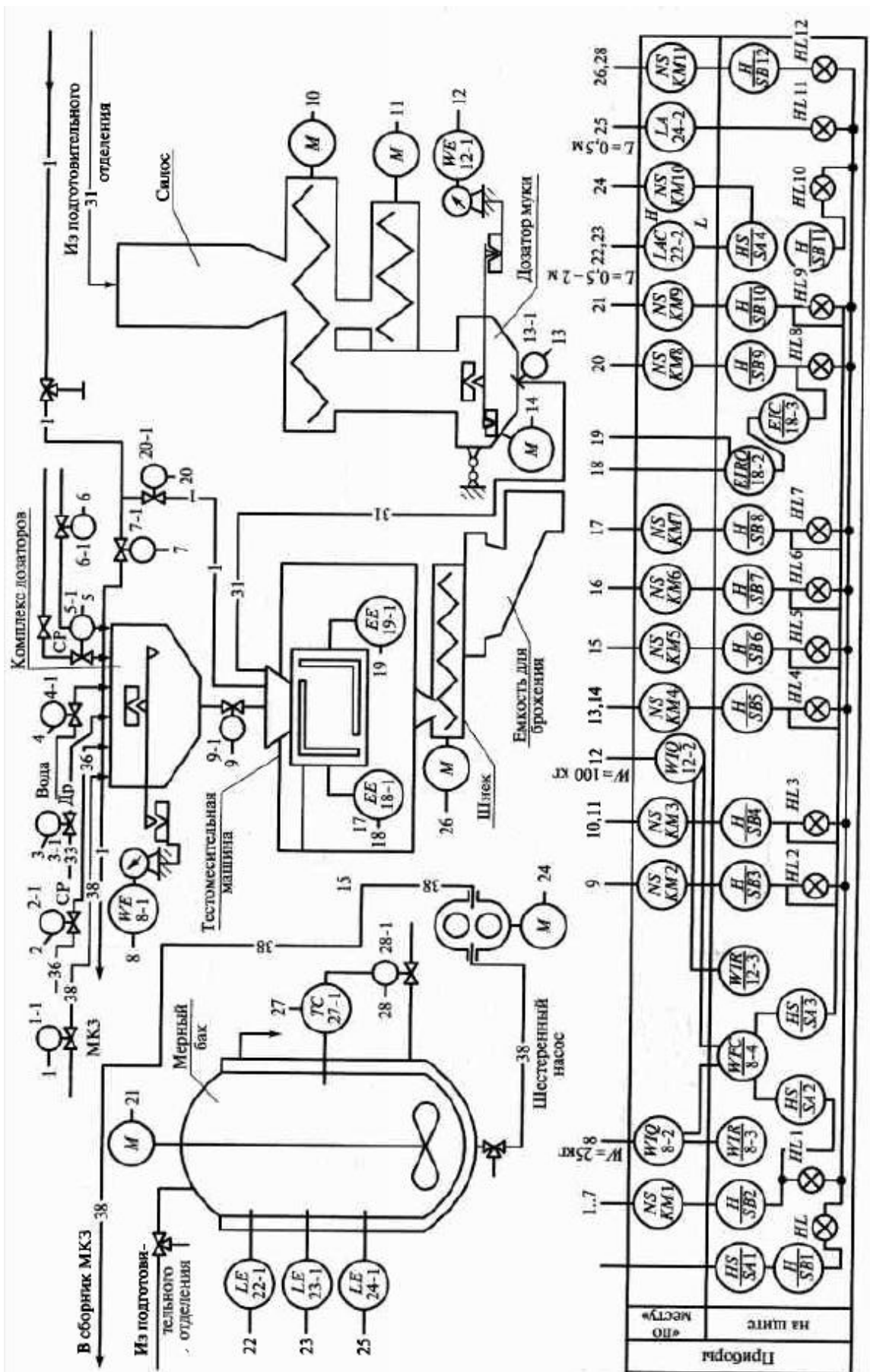


Рисунок 3.15. Схема автоматизации порционного замеса теста

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В соответствии с вашей специальностью найдите на схемах автоматизации приборы, обеспечивающие местный контроль, функциональные цепочки дистанционного контроля, регулирования, операторского управления. 2. Почему в некоторых случаях используется звуковая сигнализация? 3. Какие основные параметры контролируют и регулируют при тепловой обработке молока? 4. Расскажите о контурах регулирования при производстве мягкого творога. 5. Какие факторы затрудняют автоматизацию технологических процессов в мясной промышленности? 6. Какие параметры контролируются и регулируются в копильной камере? 7. Как происходит регулирование степени интенсивности механической обработки теста при замесе? 8. Как достигается нужное сочетание компонентов при замесе теста? 9. Какой наиболее опасный фактор существует при выпечке хлеба и как он ликвидируется?

4. ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

4.1 ДАТЧИКИ ПРИБЛИЖЕНИЯ



Рис. 4.1 – Общий вид индуктивных датчиков приближения

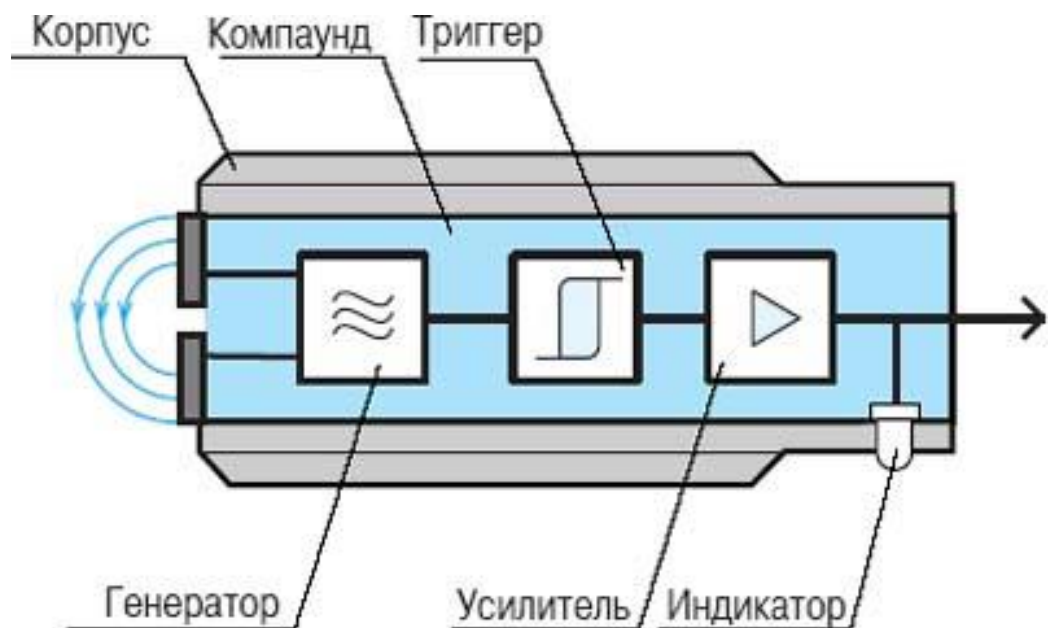


Рис. 4.2. Индуктивный датчик

Принцип работы

Это датчик способный определять присутствие объектов в непосредственной близости без физического контакта.



Рис. 4.3 – Индуктивные (1) и емкостные (2) механические микропереключатели

6. Принцип работы. Материалы

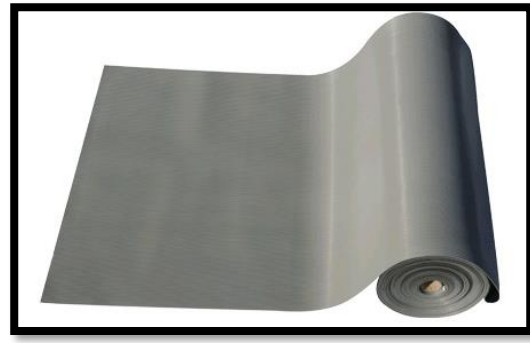


Рис. 4.4 – Индуктивные.

Рис. 4.5 – Емкостные.

Реагируют только на металл Реагируют также на
немагнитные материалы

Применение индуктивных датчиков на производстве

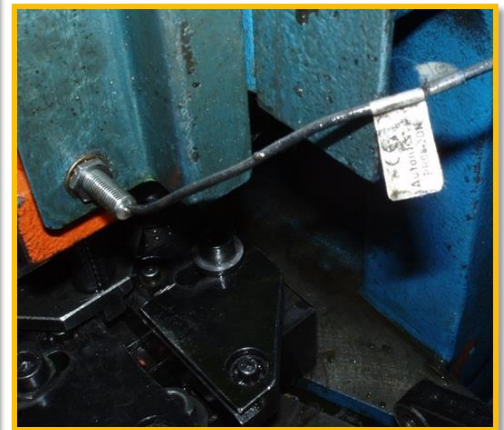
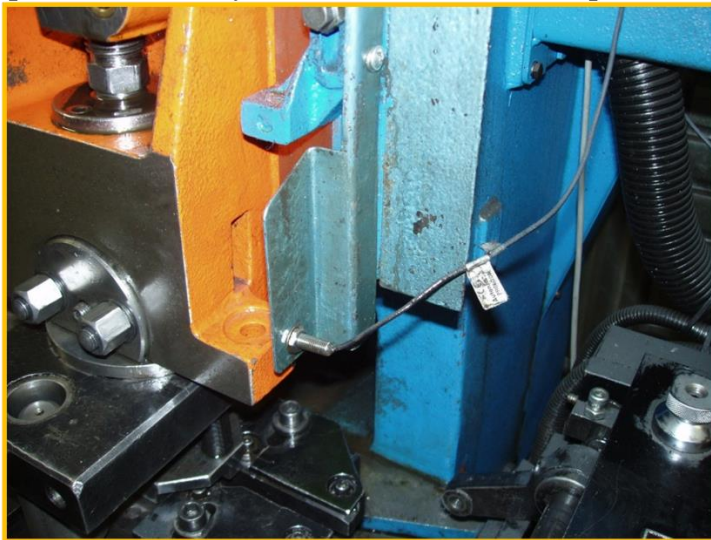


Рис. 4.6 - Индуктивный датчик установлен на прессе

Контроль крайних положений прессы. Посыл сигнала на отработку с задержкой.

Индуктивный датчик установлен на прессе и выполняет роль концевика, т.е. когда пресс доходит в крайнее положение верхнее или нижнее, соответственно датчик срабатывает. Этот сигнал может быть разрешающим. Если он установлен на верху, либо запрещающим, если этот датчик находится в нижней точке работы прессы. Для того чтобы не деформировать материал, находящийся под прессом, система ждет, когда пресс уйдет наверх и датчик перестанет подавать сигнал. Здесь он используется как кольцевой выключатель.

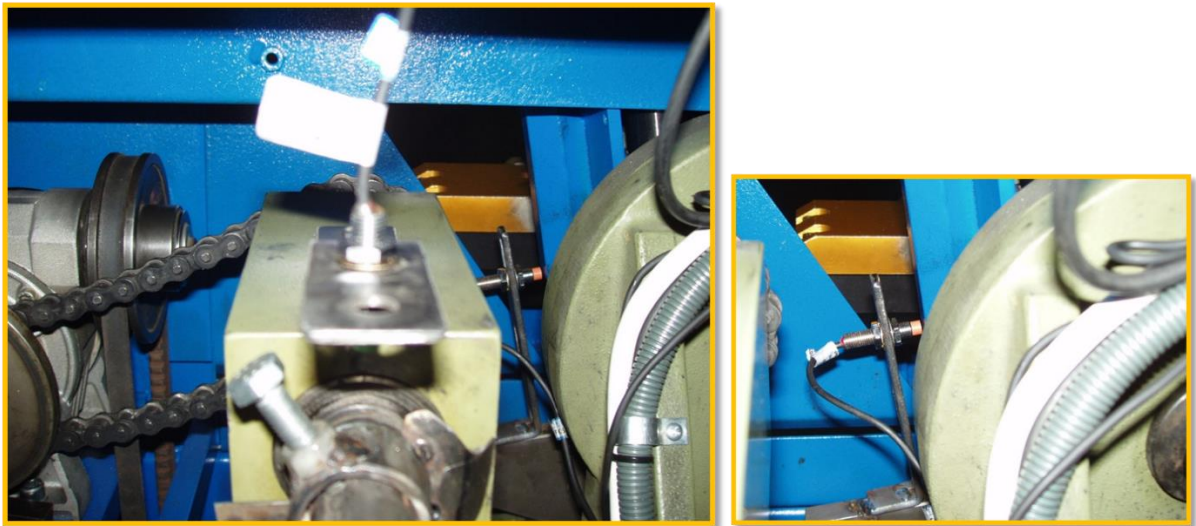


Рис. 4.7 – Индуктивные датчики установлены на подающем устройстве для прессы.
Подсчет оборотов или скорости вращения вала.

Один датчик находится напротив барабана вращающегося, второй над осью. Болт выполняет роль флажка. С помощью верхнего датчика мы можем сосчитать количество оборотов, если это обычный счетчик и если это счетчик импульсов, который способен пересчитывать на время количество импульсов то мы можем с помощью данного датчика определять скорость вращения вала соответственно об/мин и об/с.



Рис.4.8 – Контроль крайних состояний крышки бака (открыто или закрыто)

Здесь установлены два датчика приближения, которые сообщают системе нагревательной о том, что закрыта крышка или открыта. Это некий запорный механизм, который поворачивается и закрывает крышку.

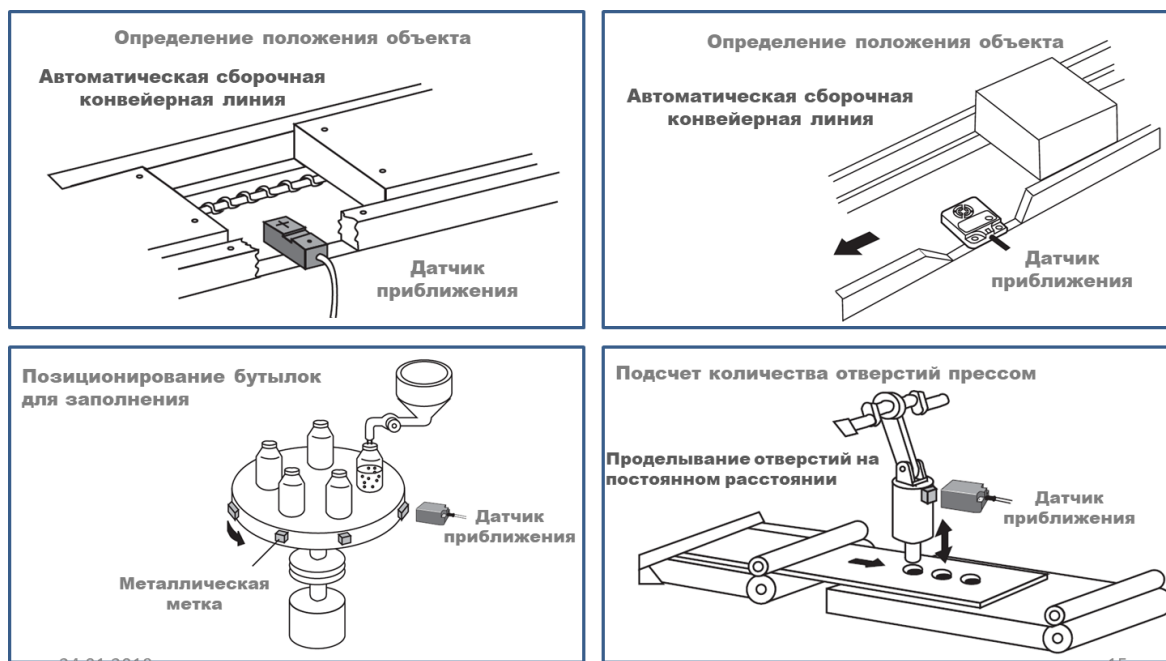


Рис. 4.9 - Индуктивные датчики приближения прямоугольной формы

С помощью датчиков приближения можем определять положение объекта. Датчик может вырабатывать сигнал на подсчет или сигнал о том, что объект находится здесь и можно осуществлять дальнейшие манипуляции.

Емкостные датчики. Применение

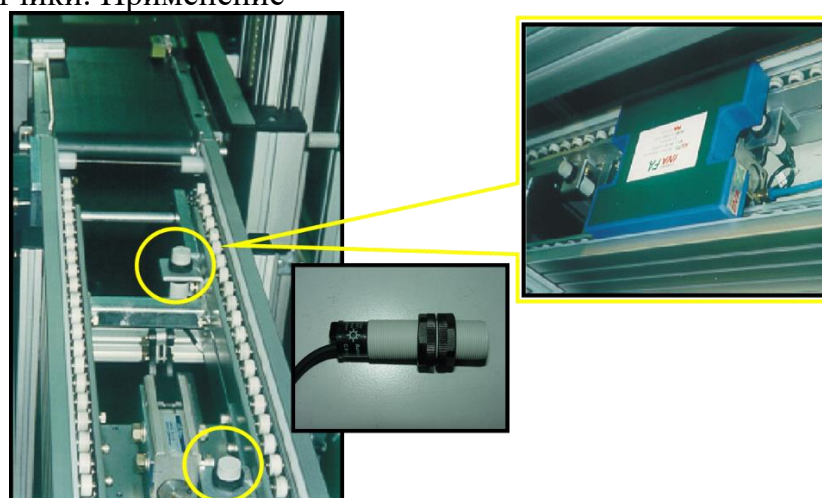


Рис. 4.10 – Контроль положения столика, сделанного не из металла

Датчики могут реагировать так же на неметаллические предметы, такие как вода, пластик, стекло и дерево.

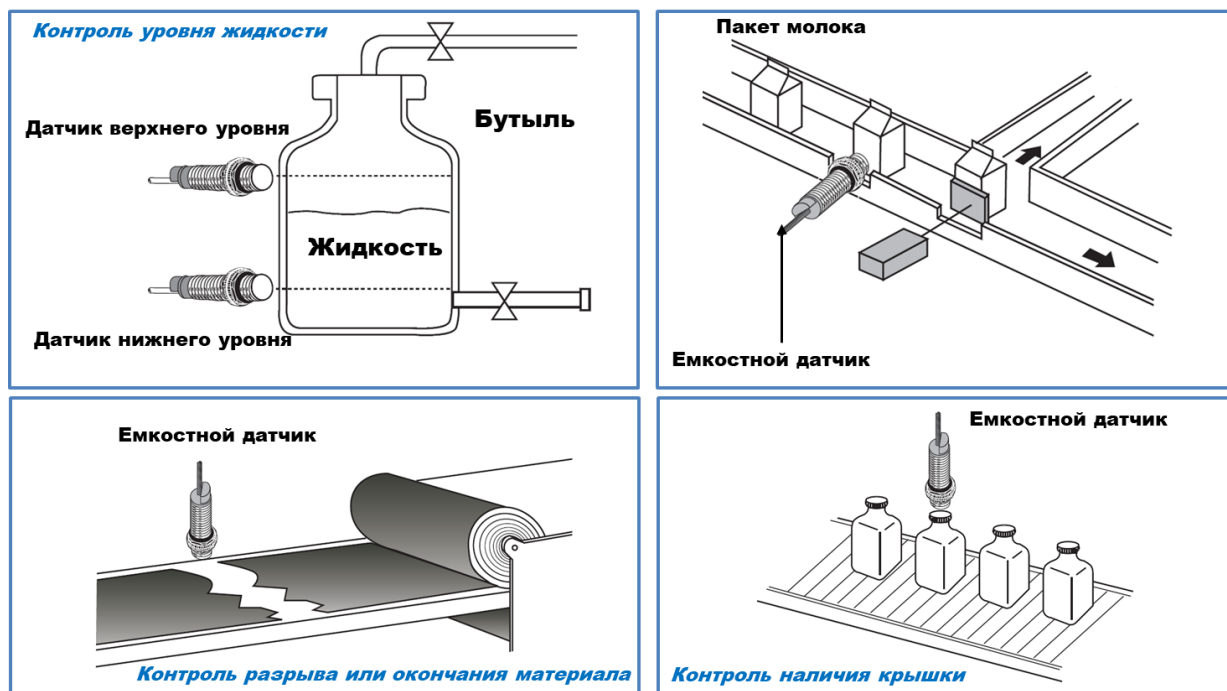


Рис. 4.11 – Схемы установки емкостный датчиков на производстве

У емкостных датчиков можно менять чувствительность, а у индуктивных нельзя! Емкостной датчик сможет сработать на все, но тогда нужно его чувствительность выставить на МАХ. Только в этом случае, он не будет обеспечивать стабильности, т.к. будет срабатывать и на те объекты, на которые не нужно.

Чем больше диэлектрическая проницаемость объекта (ϵ), тем больше расстояние срабатывания. В характеристиках емк. датчиков расстояние срабатывания приведено для железа. А так оно точно для других объектов не зафиксировано в каталоге.

Датчики приближения по частоте срабатывания варьируются от 20 Гц до 1500 Гц. Датчики приближения имеют зависимость расстояния и частоты срабатывания от размера активной поверхности

Чем больше площадь активной поверхности, тем больше дистанция и меньше частота срабатываний.

У датчиков с питанием 220 В~ частота срабатывания меньше, чем у датчиков с питанием 24 В= и не зависит от размера активной поверхности.

4.2 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ

Измерительный преобразователь - техническое средство с нормируемыми метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой физической величины в измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований.

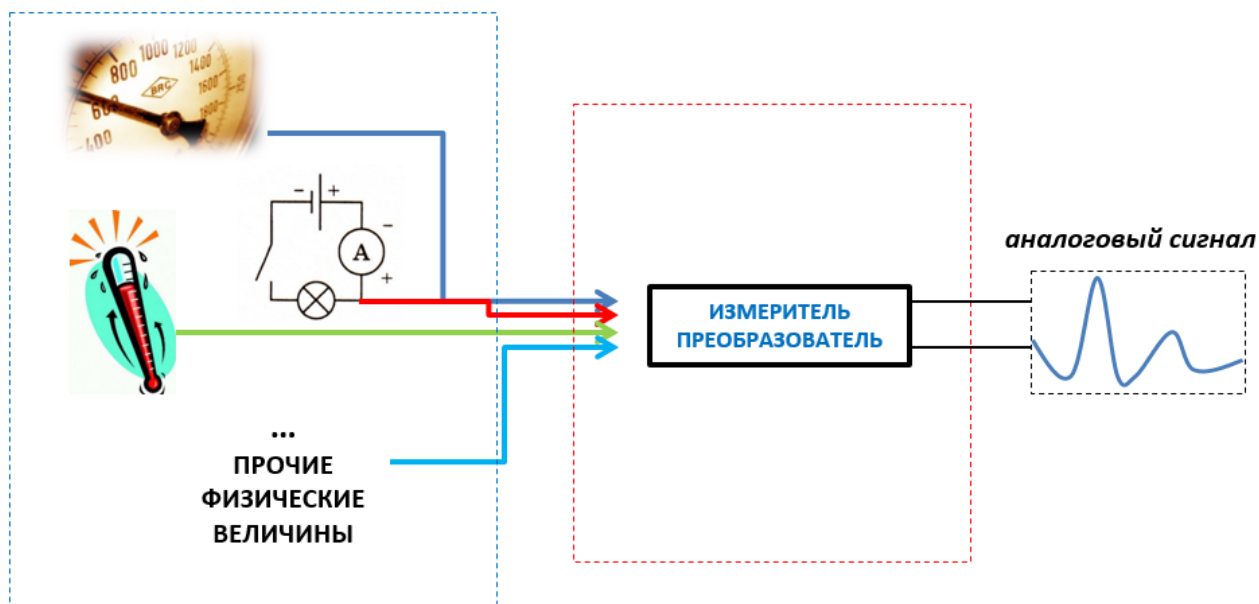


Рис. 4.12 – Общая схема подключения первичных преобразователей (датчиков)

Выходной аналоговый сигнал может быть различным по своему формату. Однако можно выделить основные:

выход по току: $0-20\text{ mA}$
 $4-20\text{ mA}$

выход по напряжению: $0-100\text{ mV}$, $0-5\text{ V}$, $1-5\text{ V}$, $0-10\text{ V}$

Преобразователи давления и температуры выдают аналоговый сигнал стандарта $4-20\text{ mA}$.

Преобразователь давления - устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды (жидкости, газы, пар) и преобразуются в унифицированный электрический сигнал.

Давление воздействует на мембрану, а та в свою очередь передает усилие на чувствительный элемент. Подразделяют следующие методы преобразования :

тензометрический, пьезорезистивный, ёмкостный, индуктивный, резонансный, ионизационный, пьезоэлектрический и др. Преобразователи AUTONICS построены по тензометрическому типу:

Тензорезистор

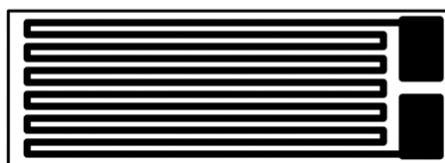


Рис. 4.13 – Схема тензорезистора

Преобразователь температуры – устройство, применяемое для измерения температуры и преобразования величины в нормированный аналоговый сигнал.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

HART-протокол - цифровой промышленный протокол передачи данных, попытка внедрить информационные технологии на уровень полевых устройств.

Модулированный цифровой сигнал, позволяющий получить информацию о состоянии датчика или осуществить его настройку, накладывается на токовую несущую аналоговой токовой петли уровня 4-20 мА.

Для передачи логической «1» HART использует один полный период частоты 1200 Гц, а для передачи логического «0» - два неполных периода 2200 Гц. HART-составляющая накладывается на токовую петлю 4-20 мА. Поскольку среднее значение синусоиды за период равно «0», то HART-сигнал никак не влияет на аналоговый сигнал 4-20 мА

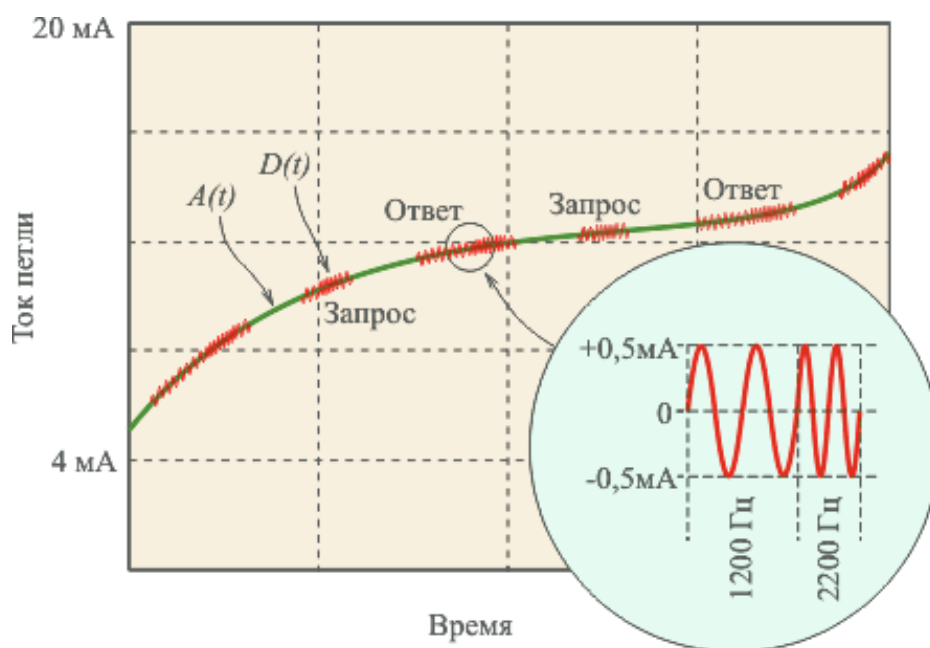


Рис. 4.14 – Схема работы HART-протокола

Устройство, предназначенное для автоматического поддержания температуры различных сред на определенном уровне (в помещении, на поверхности, в ёмкости, в трубе и т.д).

4.3 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

К регуляторам температуры можно отнести различные **термостаты**, регуляторы на основе биметаллических пластин, **электронные термоконтроллеры** и другие.

Температурный контроллер состоит из измерительного преобразователя (датчика) и исполнительного органа (рис. 4.15).

От измерительных преобразователей (на входной канал) контроллер получает данные о состоянии среды. Исходя из заданных параметров, температурный контроллер через исполнительные органы (управляющие выходы) воздействует на заданную среду, стараясь приблизить её показатели к требуемому значению.



Рис. 4.14 – Схема контроля температуры и влажности сушилки

С помощью этого контроллера можно поддерживать определенный уровень влажности.

Трансформатор тока подключен для того чтобы мы могли отследить состояние нагрузки.

Нагрев

В режиме работы «НАГРЕВ», температурный контроллер производит нагрев среды до определенной температуры. По достижении заданного значения нагреватели *отключаются*. Как только температура среды вновь опускается ниже необходимого значения, температурный контроллер *включает* нагреватели. Простейший пример – УТЮГ.

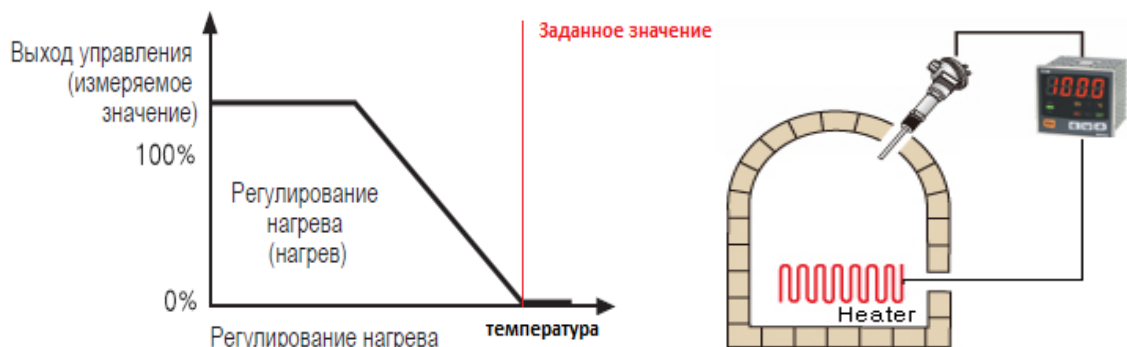


Рис. 4.15 – Схема работы нагрева

Охлаждение

В режиме работы «ОХЛАЖДЕНИЕ», температурный контроллер охлаждает среду до определенной температуры. По достижении необходимой температуры хладооборудование отключается.

Как только температура возрастает и становится выше заданного значения, термоконтроллер вновь включает хладооборудование.

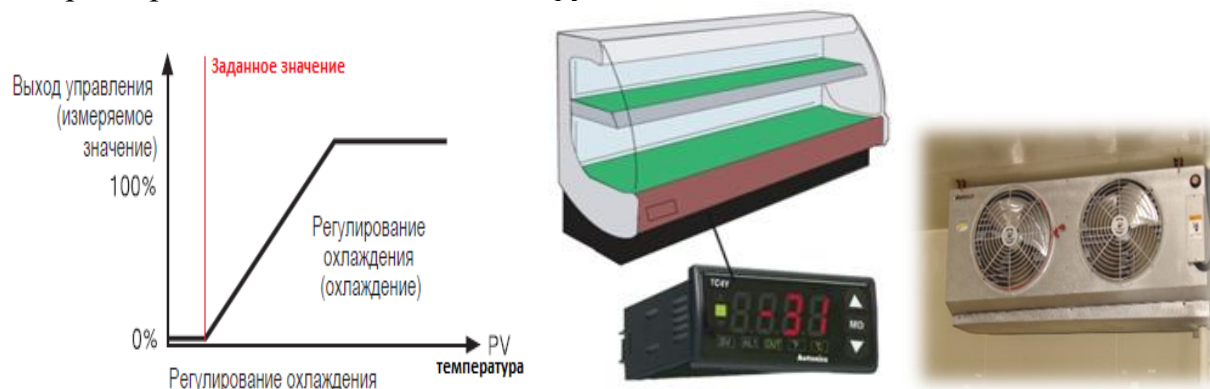


Рис. 4.16 – Схема работы охладителя

Стандартное(ВКЛ/ВЫКЛ)

Метод регулирования температуры, при котором воздействие на объект осуществляется дискретно. Либо максимальное воздействие (100% мощности нагревателя), либо воздействия нет (0%)

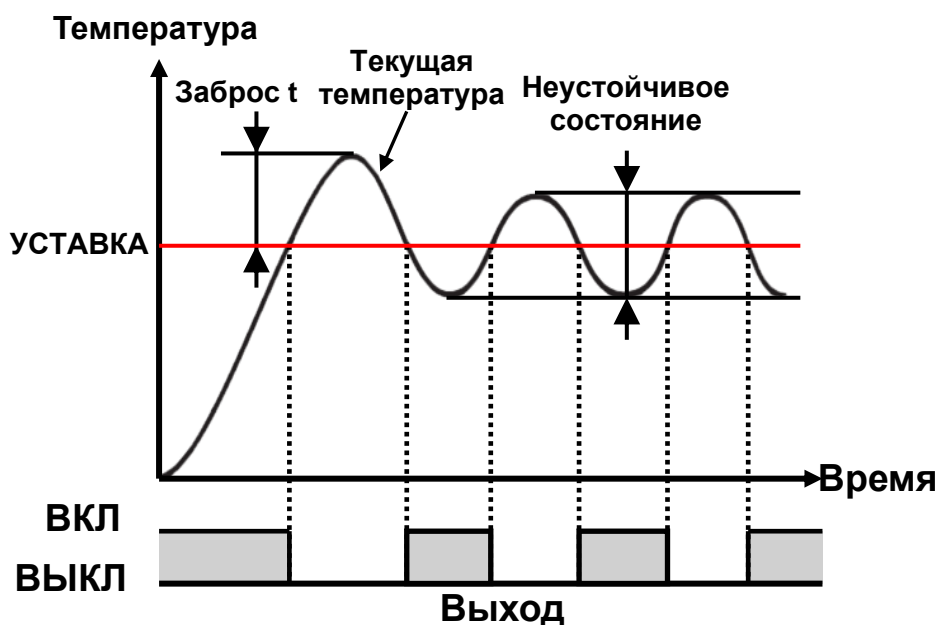


Рис. 4.16 – Схема работы нагревателя по принципу (вкл/выкл)

ПИД-регулирование

Метод управления набором температуры, при котором учитываются расхождение между установленной и текущей температурой, интеграл от этой разности, а также

производная сигнала рассогласования. Это позволяет максимально эффективно организовать процесс управления температурой.

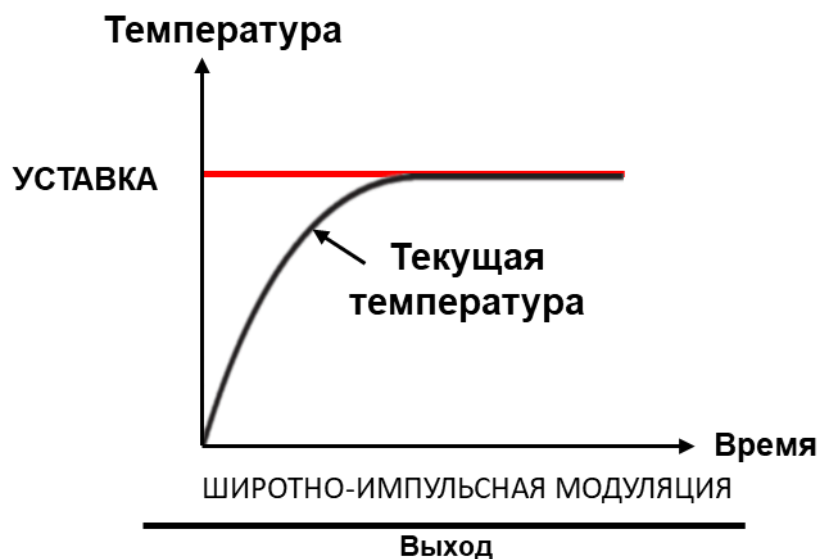


Рис. 4.17 – Схема работы ПИД-регулятора

Типы входа

Контроллеры, как правило, поддерживают различные типы входа. В основном используются 2 типа:

сигнал с термодатчика (термопара или термосопротивление)

сигнал с аналогового преобразователя: измеряемая величина передается с помощью нормированного токового сигнала или сигнала по напряжению.

Так же в некоторых сериях контроллеров есть возможность использования **входа от трансформатора тока**.

Термосопротивление - резистор, выполненный из металлической проволоки или плёнки и имеющий известную зависимость электрического сопротивления от температуры.

Pt100, Pt1000, Cu50, Cu100 и т.д.

Так же различают **Японские** и **Европейские** стандарты.

Термопара- пара проводников из различных материалов . Между соединёнными проводниками имеется контактная разность потенциалов, которую измеряет контроллер и преобразует в температуру.

Различаются по материалам:

Тип К - Хромель - Алюмель

Тип J - железо-константан

Тип L- хромель-копелевая

И т.д...

Токовая петля (аналоговый вход по току) 4 -20 мА- способ передачи информации с помощью измеряемых значений силы электрического тока.

Минимальное значение передается в виде 4 мА.

Максимальное в виде 20 мА.

Существует так же стандарт 0-20 мА, 1-5 Вольт, 0-10 Вольт и др.

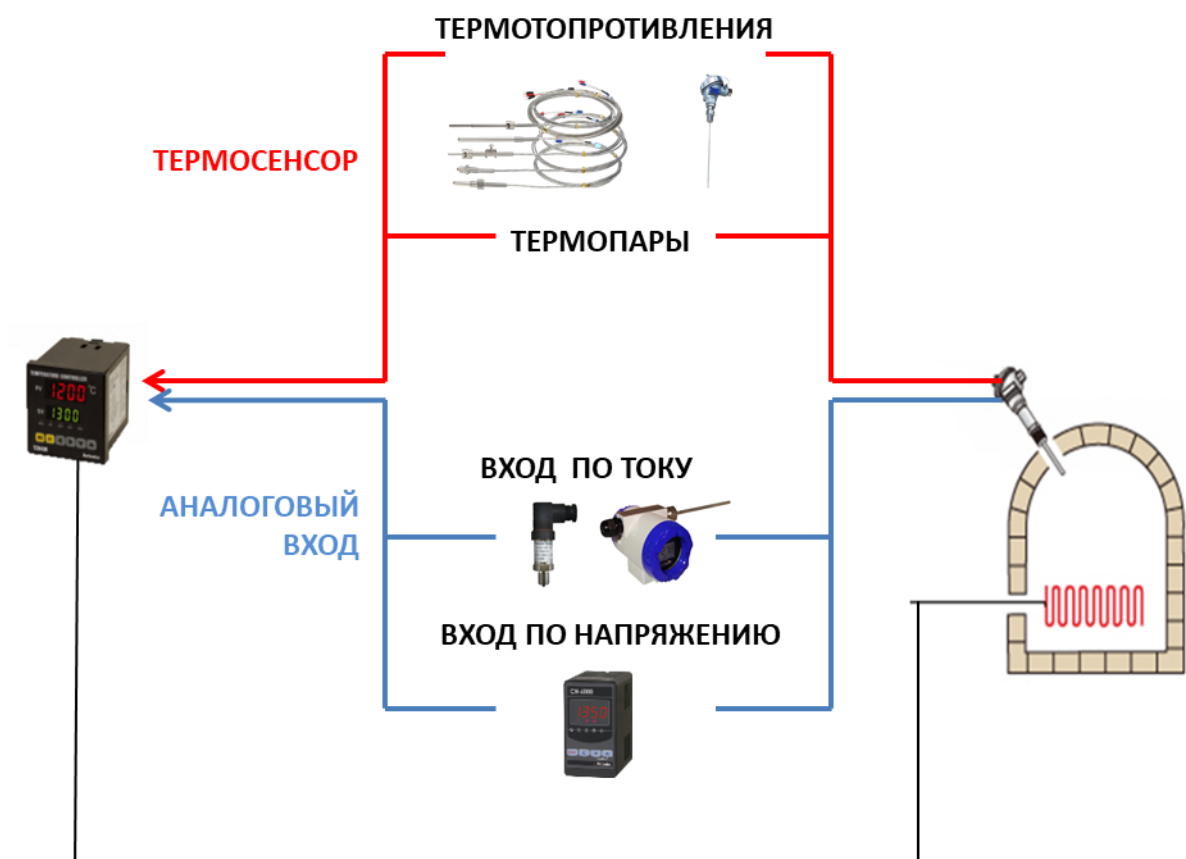


Рис. 4.18 – Схема подключения токовой петли

Вход трансформатора тока

Вход трансформатора тока используется в одном из режимов сигнализации для контроля **ОБРЫВА** контура регулирования. Задача его состоит в том, чтобы измерять ток