

П2-5
С 50

архив

ВЫСШАЯ ШКОЛА МВД РСФСР

В. М. СМЕРНОВ

АВТОМАТИКА

Обеспечение пожарной безопасности
технологических процессов

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

МОСКВА

1960

П.2-5
С 50

Смирнов В.М.
Автоматика.: Обеспечение пожарной безопасности технологических процессов. - М., 1960 г.

СН

17.2-5
С50

ВЫСШАЯ ШКОЛА МВД РСФСР

Инженер-подполковник
В. М. СМИРНОВ

АВТОМАТИКА

Обеспечение пожарной безопасности
технологических процессов

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ

Москва

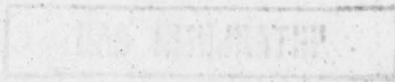

1960

Учебное пособие содержит общие основы автоматического контроля, защиты, управления и регулирования технологических процессов и их роль в обеспечении пожарной безопасности объектов народного хозяйства.

Необходимость издания такой работы была вызвана тем, что в специальной литературе не отражаются вопросы предупреждения пожаров и взрывов с помощью приборов автоматики.

Пособие написано в соответствии с программой обучения слушателей факультетов инженеров противопожарной техники и безопасности Высшей школы МВД по курсу «Автоматика в обеспечении пожарной безопасности производственных процессов». Оно также может быть использовано курсантами пожарно-технических училищ и практическими работниками пожарной охраны.

42522



ВВЕДЕНИЕ.

Одним из наиболее прогрессивных направлений новой техники является автоматизация, широкое внедрение которой в производственные процессы и во все отрасли народного хозяйства обеспечивает быстрый технический прогресс и подъем производительных сил, в корне изменяет характер труда, повышает его производительность и культурно-технический уровень, увеличивает скорость и точность выполнения технологических операций, улучшает качество продукции и снижает ее себестоимость, а также обеспечивает безопасность труда и пожарную безопасность технологических процессов.

Поэтому вопросам усовершенствования и расширения области применения автоматики во всех отраслях народного хозяйства исключительное внимание уделяют наша партия и правительство, что ярко отражено в решениях XX, XXI съездов КПСС и пленумов ЦК КПСС.

В своей резолюции XXI съезд КПСС записал: «... что решающим условием успешного выполнения семилетнего плана и создания материально-технической базы коммунизма является широкое внедрение новой техники, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, специализация и кооперирование во всех отраслях народного хозяйства».

В связи с тем, что осуществление мер по механизации и более широкой автоматизации производства имеет не только экономическое, но и большое социальное значение, съезд поручил ЦК партии, местным партийным органам взять под неослабный контроль проведение в жизнь всех мероприятий по комплексной механизации и автоматизации производства.

В настоящее время под автоматикой и телемеханикой понимают средства измерения, управления и регулирования отдельных машин, аппаратов, систем машин, производственных установок и целых процессов местного и дистанционного действия.

В деле развития автоматики большое значение имеют многочисленные изобретения и труды русских и советских ученых, изобретателей и инженеров. Еще в XVII—XIX вв. было создано большое количество оригинальных полуавтоматических и автоматических устройств для облегчения труда человека.

Так, в XVII в. братья Баженины в Архангельске разработали и построили полуавтоматическую установку для распиловки древе-

сины, с водяным приводом и автоматическими регулирующими устройствами.

Выдающийся русский механик И. И. Ползунов в 1765 году применил в «огнедействующей машине» автоматический регулятор поплавкового типа, поддерживающий уровень воды в паровом котле.

К числу выдающихся работ в области автоматики относятся системы автоматического парораспределения братьев Черепановых, а также целый ряд механизированных горных предприятий, созданных талантливым гидротехником К. Д. Фроловым, которые являются примером комплексной автоматизации и прообразом современных заводов-автоматов. Изобретение радио А. С. Поповым явилось основой развития современной радиотелемеханики.

Исключительно велика роль русских ученых в разработке теоретических основ автоматики, особенно знаменитых математиков П. Л. Чебышева (1821—1894 годы) и А. М. Ляпунова (1857—1918 годы), крупнейшего механика И. В. Мещерского (1859—1935 годы), И. А. Вишнеградского (1831—1895 годы), являющегося основоположником теории автоматического регулирования; выдающихся ученых Н. Е. Жуковского (1847—1921 годы) и создателя автоматического счетно-решающего устройства А. Н. Крылова (1863—1945 годы). Многие внесли в теорию автоматического регулирования и зарубежные ученые инженеры Стодола, Уатт, Максвелл, Винер и др.

Особенно больших успехов в развитии автоматики и телемеханики добились советские ученые и инженеры. В. С. Кулебакин, И. Н. Вознесенский, А. А. Андронов, В. В. Солодовников, А. А. Соколов, Ю. И. Неймарк, А. В. Михайлов, Я. З. Цыпкин, В. Л. Лоссиевский и многие другие советские ученые создали новые методы исследования и расчета систем автоматического регулирования.

Наша страна является передовой и в практическом применении автоматических устройств. У нас создано и внедрено в производство не только большое количество автоматических машин, станков, агрегатов, установок, поточных линий, отдельных цехов, но и работают полностью автоматизированные заводы. Успешное развитие автоматики в нашей стране обеспечило запуск искусственных спутников земли, межконтинентальных ракет с доставкой контейнера на Луну, искусственной планеты, автоматической межпланетной станции и мощных баллистических многоступенчатых ракет. Автоматика создает реальную основу для техники коммунизма, техники будущего.

АВТОМАТИКА И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

1. РОЛЬ АВТОМАТИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Автоматика играет большую роль в обеспечении безопасности труда и пожарной безопасности технологических процессов.

Автоматика дает возможность не только уменьшить или исключить применение ручного труда, увеличить производительность оборудования, но и использовать такие сырьевые ресурсы и производить такие технологические процессы, непосредственное обслуживание которых человеком исключается вследствие вредности, опасности, недоступности и др. условий. Известно, что скорость возникновения и распространения аварийного состояния во многих технологических процессах такова, что только специальные автоматические устройства и приборы могут надежно защитить и локализовать возможную аварию, взрыв и пожар.

Приборы автоматического контроля и регулирования технологических процессов указывают, сигнализируют и записывают на бумаге или записывают и поддерживают на необходимом (заданном) уровне те или иные технологические величины (температуру, давление, уровень, скорость, процентное соотношение различных пожароопасных веществ в аппаратах и т. п.) и этим самым обеспечивают пожарную безопасность этих процессов и являются по существу приборами технологического режима, техники безопасности и пожарной профилактики.

Можно привести много примеров, когда в различных технологических процессах установка приборов автоматического контроля и регулирования по потребностям чисто технологическим одновременно снижает пожарную опасность процесса, предупреждает возможность возникновения пожаров и взрывов от нарушения технологического режима.

Чтобы лучше представить, какую роль выполняет автоматика в деле обеспечения пожарной безопасности объектов народного хозяйства, рассмотрим, как отдельные виды автоматики обеспечивают предупреждение пожаров и взрывов и, в частности, как эту роль выполняют приборы:

- автоматического контроля;
- автоматической защиты и блокировки;

- автоматического управления;
- автоматического регулирования;
- телемеханики.

Приборы автоматического контроля указывают, сигнализируют и записывают состояние технологического режима (его параметры). Они дают возможность обслуживающему персоналу своевременно принять необходимые меры, исключить возможность их отклонения до опасных пределов и тем самым предупредить возможность возникновения пожаров и взрывов.

Приборы автоматического контроля без участия человека следят за рабочим процессом машин и аппаратов (например, за давлением и расходом жидкости, газа, воздуха, пара, за уровнем жидкости, температурой твердых, жидких и газообразных тел, напряжением и силой электрического тока, скоростью перемещения и вращения машин, механизмов и т. п.) и отображают ход этого процесса на шкалах измерительных или самопишущих регистрирующих приборов. При отступлениях от заданных режимов и возникновении аварийного режима и других неполадок автоматически дается звуковой или световой сигнал, при этом указывается, где произошло нарушение и каков его характер. Восстановление нормального режима в данном случае производится обслуживающим персоналом.

Часто одни и те же устройства автоматического контроля осуществляют измерение и сигнализацию. Например, можно непрерывно измерять температуру подшипников насосных агрегатов, компрессоров, генераторов при помощи манометрических сигнализаторов или уровень жидкости в каком-либо резервуаре при помощи поплавковых и других устройств и получать соответствующие показания на приборах щита управления.

В этом случае при перегреве подшипника, а также недопустимом высоком или низком уровне жидкости (что может привести к аварии, нарушению режима работы или переполнению аппаратов и хранилищ, разливу жидкости и возникновению пожара) контрольное устройство дает соответствующий сигнал на щит управления и дежурный там персонал принимает меры к устранению появившейся ненормальности. Также объединяются, например, показания газоанализаторов с действием аварийной сигнализации.

Приборы автоматической защиты не только сигнализируют об опасностях, связанных с отклонениями от нормального хода рабочего процесса, но и при критических (предельных) значениях тех или иных параметров приостанавливают этот процесс, отключая установку, частично или полностью прекращая ее работу, или же обеспечивают другие меры ликвидации опасности возникновения пожара, взрыва и аварии. Так, например, при коротких замыканиях автоматически отключаются электрические машины и участки электрической сети; при чрезмерном повышении давления в каком-либо аппарате или хранилище с жидкостью, газом, вздухом и паром автоматически останавливается насос, компрессор или открывается предохранительный клапан и давление снижается до необходимой величины; при перегреве подшипников, прекращении смазки

или охлаждения производится автоматическая остановка агрегата и т. п.

Устройства автоматической защиты также часто объединяются с устройствами автоматической сигнализации (действуют от одних и тех же реле и датчиков). Примером такого объединения служит защита с сигнализацией от перегрева подшипников мощных генераторов на электростанциях. При начале перегрева, когда еще нет непосредственной опасности, на щит управления дается предупредительный сигнал. Если причина перегрева не устранена и температура подшипника чрезмерно повысилась, устройства автоматической защиты дают импульс на остановку генератора. При остановке генератора раздается аварийный сигнал.

Приборы автоматической защиты обеспечивают также сигнализацию о возникновении пожара, локализацию развития пожара, особенно по производственным коммуникациям (путем автоматической остановки вентиляторов и закрытия задвижек и заслонок на коммуникациях) и автоматическое тушение пожаров в наиболее ответственных и пожароопасных производствах (автоматическую подачу средств тушения в аппараты и помещения: автоматические углекислотные, газовые, пенные и спринклерные установки и т. п.).

Автоматическая блокировка относится к особому виду автоматической защиты и предупреждает возможность неправильных или несвоевременных включений и отключений машин и аппаратов, могущих привести к авариям, пожарам и взрывам. Такая блокировка широко применяется в электротехнике, а также в технологических установках, в которых имеются клапаны переключения коммуникации или отдельных узлов установки с воздуха на газ или наоборот (коксовые батареи, сталеплавильные печи и т. п.), и в установках по производству ацетилена. На электростанциях и в электросетях устраивается блокировка, предотвращающая возможность выключения разъединителя при включенном рубильнике, так как появляющаяся в этом случае электрическая дуга, кроме пожарной опасности, может вызвать поражение обслуживающего персонала и повредить оборудование. В ацетиленовых установках блокировка секторного питателя генератора с колоколом газгольдера дает возможность питателю вращаться и подавать карбид в генератор только при определенном расходе газа и уровне колокола, что исключает возможность переполнения газгольдера. Блокировка управления клапанов на газовых и воздушных линиях коксовых батарей и сталелитейных печей исключает возможность одновременной подачи газа и воздуха и образования взрывоопасных концентраций.

Автоблокировка применяется и для предотвращения образования опасных концентраций взрывоопасных паров и газов в воздухе производственных помещений. В этом случае работа технологических аппаратов блокируется с вентиляционными агрегатами. В случае засорения или поломки вентиляции автоматически прекращается подача взрывоопасных паров и газов в аппараты и установки, размещенные в данном помещении.

При автоматическом управлении обеспечивается включение аппарата или агрегата, их остановка, торможение, реверсирование и строгое соблюдение последовательности операций по заранее заданным условиям без участия человека, роль которого заключается только в посылке начального (пускового) импульса.

Автоматическое управление в основном базируется на электроприводе, это дает возможность дистанционного управления и обеспечивает не только согласованную и надежную работу оборудования, высокую производительность, малый расход энергии, но и технику безопасности и пожарную профилактику.

Чаще всего автоматическое управление сочетается с автоматическим контролем и защитой. В этом случае выполняются одновременно несколько задач: пуск электродвигателя, защита его от перегрузок и коротких замыканий, контроль скорости вращения, останов и т. п. Защита двигателей при автоматическом управлении с помощью тепловых реле является более надежной. Например, при сравнительно небольших, но длительных перегрузках плавкий предохранитель совершенно не защищает двигатель, хотя эти перегрузки представляют не меньшую опасность для целостности изоляции обмотки, чем короткие замыкания; тепловое же реле с помощью биметаллической пластинки в этих случаях размыкает цепь и останавливает двигатель. При остывании контакты приходят вновь в исходное положение и двигатель может быть запущен нажатием кнопки пуска.

Автоматическое управление машинами, аппаратами и установками может осуществляться и без участия человека. В этом случае машина или аппарат пускаются или останавливаются от импульса, подаваемого автоматическим прибором. Например, подача горючей жидкости в топку, автоматический пуск резервного насоса при остановке рабочего и т. п.

При автоматическом регулировании приборы (автоматические регуляторы) сами без участия человека обеспечивают предупреждение пожаров и взрывов, которые могли бы возникнуть в производственных условиях вследствие нарушения различных величин (параметров) технологических процессов: температуры, давления, уровня продукта в аппаратах, процентного соотношения различных пожароопасных продуктов, скорости вращения отдельных звеньев, напряжения, силы тока, мощности и т. п., так как эти приборы не допускают их отклонения в сторону повышения или понижения, обеспечивают поддержание указанных величин на нормальном, необходимом и безопасном уровне, который устанавливается заранее в соответствии с режимом работы аппаратов. Например, если в аппарате вследствие каких-либо причин будет отклониться (повышаться или понижаться) температура, давление, уровень или другой параметр за пределы установленной, безопасной величины, то регулятор автоматически возвращает их к заданному значению. Таким образом, эти приборы автоматики не только строго поддерживают на установленном (заданном) уровне технологический режим,

но и надежно обеспечивают пожарную безопасность при эксплуатации машин, аппаратов и целых установок. Каким путем это достигается, будет рассмотрено ниже.

Наиболее совершенным и эффективным видом автоматизации является комплексная автоматизация работы производственной установки, цеха или предприятия, которая обычно включает несколько или все упомянутые выше отдельные виды автоматизации: контроль, защиту, управление и регулирование. При комплексной автоматизации автоматизируются как основные технологические, так и вспомогательные процессы (например, транспортно-загрузочные), а управление процессами централизовано. Комплексная автоматизация может полностью устранить возможность возникновения пожаров и взрывов от нарушения регулируемых технологических параметров.

Примером комплексной автоматизации могут служить автоматические поточные линии, автоматические цехи, заводы, гидроэлектростанции и т. п.

Приборы телемеханики играют такую же важную роль в обеспечении пожарной безопасности технологических процессов, как и другие виды автоматики, рассмотренные выше, так как под телемеханикой понимают технику контроля, управления и регулирования на значительном расстоянии (десятки и сотни километров) при помощи специальных устройств и наиболее экономически выгодных линий связи.

В качестве линий связи применяют проводные линии (воздушные и кабельные) и радиолнии (на коротких и ультракоротких волнах), так как применение гидравлических и пневматических передач на такие расстояния исключается.

Телемеханика расширяет возможности автоматизации, так как позволяет связывать в совместно работающие комплексные системы предприятия и установки, разделенные территориально (пример, энергетические системы).

В практике различают следующие виды телемеханики: телеизмерение, телеуправление, телесигнализацию, телерегулирование.

При телемеханике показания измерительных приборов, сигналы о состоянии процесса или команды управления технологическим процессом передаются на большие расстояния, для чего измеряемую величину при помощи специальных устройств преобразуют в другую вспомогательную величину, более удобную для передачи ее по каналу связи и измерения на приемном пункте, например, в электрические импульсы постоянного тока или переменный ток определенной частоты.

Телемеханические устройства в отличие от дистанционных обеспечивают передачу на расстояние большого количества сигналов по одной линии связи.

Одни и те же устройства телемеханики часто используются для телеуправления и телесигнализации.

2. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Поддержание нормальной температуры в аппаратах

Автоматические регуляторы обеспечивают поддержание нормальных, заданных температур в аппаратах и технологических установках, и тем самым предупреждают возможность возникновения пожара и взрыва от нарушения этой величины. Поддерживая нормальную температуру, они исключают возможность образования в аппаратах и хранилищах взрывоопасных концентраций паров с воздухом, разложение веществ со взрывом или с выделением более пожароопасных продуктов и самовозгорающихся соединений, а также прогар стенок аппаратов, утечку продукта в топочное пространство и возникновение крупного пожара.

Поддержание нормальных температур имеет большое значение для обеспечения пожарной безопасности аппаратов и хранилищ с применением легковоспламеняющихся жидкостей и газов; сушильных камер при сушке горючих материалов и веществ, особенно когда этот процесс сопровождается выделением паров летучих растворителей, и для других процессов.

Нарушение температурного режима в аппарате или емкости (при отсутствии автоматического регулирования) может привести:

- к образованию взрывоопасных концентраций паров с воздухом, если температура поднялась выше нижнего температурного предела взрываемости;

- к разложению веществ с выделением более пожароопасных побочных продуктов или полимеризации их с образованием самовозгорающихся соединений;

- к ускорению реакции с выделением большого количества тепла, и вследствие этого — разложению продуктов и взрыву;

- к прогару теплообменной поверхности аппаратов и утечке продукта в топочное пространство.

Если, например, в резервуаре подогревается вязкий нефтепродукт и температура его будет доведена до температуры вспышки паров (нижнего температурного предела взрываемости), то в паровоздушном пространстве его неизбежно образование взрывоопасной концентрации.

Если температура в ацетиленовом компрессоре вследствие сжатия и недостаточного охлаждения будет доведена до 400° и выше, то неизбежно разложение ацетилена со взрывом, а перегрев воздушного компрессора может привести к разложению паров масел, применяемых для смазки, образованию взрывоопасных концентраций продуктов разложения и их взрыву.

Если температура в полимеризаторе при стержневом методе полимеризации синтетического каучука превысит 70—80° и давление — 9 атм, то неизбежно образование в составе СК термополимеров, которые самовозгораются на воздухе и будут вызывать пожары при разгрузке полимеризаторов.

Повышение температуры и давления выше допустимых пределов в отгонных и ректификационных колоннах производства СК также вызывает образование самовозгорающихся термополимеров, которые могут привести к возникновению пожара при чистке и ремонте аппаратов.

При повышении температуры теплообменной поверхности трубчатых печей, кубовых и др. аналогичных установок происходит прогар этой поверхности, утечка продукта в топочное пространство и возникновение пожара.

Повышение температуры в аппаратах, кроме того, вызывает повышение давления, а также температурные напряжения, которые являются причиной появления неплотностей и утечки продукта в помещение.

Для поддержания заданного температурного режима в аппаратах в производственных условиях широко внедряются различные приборы автоматического контроля и регулирования.

В случае нарушения режима и повышения температуры в аппарате регулятор обеспечивает уменьшение количества поступающего в него теплоносителя, например, пара и электроэнергии, или увеличение количества проходящего через рубашку или змеевик аппарата охлаждающего вещества (холодной воды, рассола и т. п.) путем соответствующего автоматического большего прикрывания или открывания регулирующего клапана, задвижки и т. п.

Поддержание нормального давления в аппаратах

Применение автоматических регуляторов обеспечивает поддержание в аппаратах нормальных, заданных давлений, исключает возможность образования в них сверхдопустимых давлений или вакуума и тем самым предупреждает появление неплотностей, утечку продукта в помещение или подсос воздуха в аппараты и образование в них взрывоопасных концентраций, а также разрыв аппаратов от перенапряжения стенок и возможность возникновения пожаров и взрывов от этих причин.

Повышение давления выше допустимых пределов может привести к разложению продукта со взрывом, появлению неплотностей и утечке продукта или разрыву аппарата от перенапряжения стенок. Это характерно для аппаратов, работающих под давлением, компрессорных, котельных, паросиловых установок и т. п.

Появление вакуума в аппаратах и технологических установках, перерабатывающих или транспортирующих горючие жидкости и газы, может привести к подсосу воздуха в аппараты и образованию в них взрывоопасных концентраций.

Например, в случае снижения давления в газопроводах или уровня колокола мокрого газгольдера и шайбы сухого газгольдера до крайнего нижнего положения в период потребления из них газа внутри этих аппаратов образуется вакуум, вследствие чего возможен подсос воздуха с образованием взрывоопасных концентраций.

Для поддержания нормального давления в аппаратах применяются различного типа автоматические регуляторы, которые оказывают соответствующее воздействие на регулирующий клапан и количество поступающего в аппарат или выходящего из него продукта.

Поддержание нормального уровня продукта в аппаратах

Применение автоматических регуляторов обеспечивает поддержание нормального уровня продукта в аппаратах и хранилищах и тем самым исключает возможность их переполнения и разлива продукта или понижения уровня ниже нормального, что может привести к аварийному состоянию работы установок.

Например, в случае переполнения хранилищ жидкостей и газов происходит утечка продукта в окружающее пространство, что может привести к образованию взрывоопасных концентраций в помещениях, возникновению пожаров и взрывов.

При понижении уровня жидкости в кубах, котлах и т. п. происходит перегрев и прогар теплообменной поверхности, что приводит в первом случае — к пожару, а во втором — к взрыву котлов.

Понижение нормального уровня жидкости в скрубберах газовой и химической промышленности приводит к обнажению гидравлических затворов или линий сброса продукта и прорыву газов в помещение. Оборудование аппаратов и хранилищ регуляторами уровня исключает возможность возникновения пожаров и взрывов от указанных выше причин.

Регуляторы обеспечивают поддержание нормального уровня продукта в аппаратах путем регулирования количества поступающего или выходящего продукта.

Предупреждение возможности образования взрывоопасных концентраций в аппаратах, топочных пространствах и производственных помещениях

Во многих аппаратах по условиям технологического процесса применяются одновременно или поочередно горючие газы и воздух (или кислород). Нарушение соотношения между количеством газа и воздуха может привести к образованию взрывоопасных концентраций.

Образование таких концентраций возможно, например, в аппаратах конверсии окиси углерода и метана при производстве аммиака (в первом случае при прекращении подачи сырого газа и нормальной подаче воздуха, во втором — при прекращении поступления коксового газа и нормальной подаче кислорода и воздуха); в конверторах при производстве азотной кислоты из аммиака и воздуха; в аппаратах при производстве полиэтилена из этилена с добавкой кислорода; в коксовых батареях при переключении клапанов газовых коробок с газа на воздух и т. п.

Применение автоматических регуляторов устраняет эту опасность, регуляторы не допускают нарушения заранее установленного безопасного соотношения газов, так как в случае остановки подачи в аппарат одного газа автоматически прекращается поступление другого.

В топочных пространствах в случае нарушения режима работы форсунок (обрыв факела пламени, поступление газа в форсунки до подачи факела в период розжига) возможно образование взрывоопасных концентраций горючих газов или паров топлива с воздухом и взрывы при новом разжиге.

Применение автоматических регуляторов устраняет эту опасность путем автоматического прекращения поступления топлива в форсунки в случае обрыва факела и автоматического открывания клапана поступления топлива в форсунки только после подачи в топку запального факела.

В производственных помещениях возможно образование взрывоопасных концентраций горючих паров, газов и пыли вследствие утечки или выхода этих продуктов из производственной аппаратуры.

Применением автоматических газоанализаторов и сигнализаторов устраняется эта опасность, так как последние не только указывают (фиксируют) процентное содержание паров и газов в воздухе помещений, но и подают автоматическую сигнализацию в случае приближения этой концентрации к нижнему пределу взрываемости (при 20 процентах от нижнего предела).

Созданы также приборы и для автоматического анализа содержания горючей пыли в производственных помещениях.

Дальнейшее развитие и усовершенствование автоматики, расширение области ее применения на пожароопасные технологические процессы будут не только способствовать успешному решению задач по предупреждению пожаров, но и потребуют от пожарных работников, занимающихся вопросами пожарной безопасности, более высоких знаний и специальной подготовки.

Знание работы автоматических контрольных и регулирующих приборов для пожарных работников важно и с точки зрения квалифицированного анализа и исследования причин возникновения пожаров по данным автоматической записи регулируемых или контролируемых величин (температуры, давления, уровня и т. п.). Используя записи (кривые) контрольно-измерительных приборов, можно определить, какие технологические величины (параметры) были нарушены и явились причиной возникновения пожара.

Глава I

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ, ЗАЩИТЫ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

§ 1. СХЕМЫ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

Наблюдение за величинами, характеризующими качество технологического процесса, в период работы аппаратов и установок производится с помощью автоматических контрольно-измерительных приборов местного и дистанционного действия.

Автоматические контрольно-измерительные приборы состоят из чувствительного (воспринимающего) элемента 1 и измерительного устройства 3 со шкалой и показывающей стрелкой или самопишущим пером (рис. 1). Чувствительный элемент и измерительное устройство соединяются между собой линией связи 2 (трубкой, капилляром, проводами).

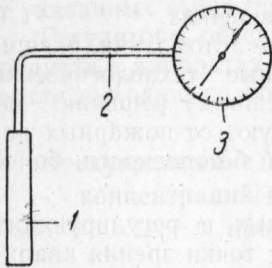


Рис. 1. Схема контрольно-измерительного прибора

- 1 — чувствительный элемент;
- 2 — соединительная трубка;
- 3 — показывающий или самопишущий прибор.

Чувствительный элемент устанавливается в аппарате или в зоне контролируемой величины (температуры, давления, уровня и т. п.) и под ее действием изменяет свои свойства, размеры или положение и передает соответствующие импульсы измерительному устройству, которое превращает эти изменения контролируемой величины в соответствующее перемещение стрелки или пишущего пера по шкале прибора. Шкала прибора градуируется в тех случаях, которые контролируются.

В приборах местного действия чувствительный элемент объединен с измерительным устройством в одном корпусе или связан с ним короткой (не более 10 м) линией связи.

В приборах дистанционного действия имеется, кроме того, специальное устройство для передачи показаний на вторичные показывающие или самопишущие приборы, устанавливаемые на значительном расстоянии (сотни метров) от места измерения параметра.

Приборы автоматической защиты состоят из чувствительного (воспринимающего) элемента и исполнительных органов (вместо измерительного устройства), соединенных между собой элементами связи. Исполнительные органы могут иметь показывающие и сигнализирующие устройства.

Поддержание технологических величин (температуры, давления, уровня продукта в аппаратах и т. п.) на необходимом, заданном уровне производится при помощи автоматических регуляторов.

В практике применяется большое количество различных типов (механических, гидравлических, пневматических, электрических и электронных) автоматических регулирующих приборов.

Все сложные регуляторы состоят из пяти основных элементов (рис. 2): чувствительного воспринимающего элемента (или датчика) 1, измерительного элемента 3, усилителя 5, исполнительного механизма (мотора, двигателя) 6 и регулирующего органа (клапана, задвижки, заслонки) 7. Чувствительный элемент устанавливается в регулируемом аппарате I и, если в нем будет нарушен режим работы и регулируемая величина (температура, давление, уровень продукта и т. п.), изменится, то это будет воспринято чувствительным элементом, от которого импульсы передаются на усиление в усилитель мощности. Усилитель приводит в действие исполнительный двигатель (пневматический, электрический или гидравлический), а последний перемещает регулирующий орган, который и возвращает регулируемую величину к заданному значению, установленному заранее согласно режиму работы аппарата при помощи задатчика 4.

Например, в случае повышения уровня продукта в аппарате поплавков, примененный в качестве чувствительного элемента, переместится и через систему рычагов (если нет усилителя) вызовет закрытие задвижки (клапана) на линии подачи продукта, что и предотвратит переполнение аппарата.

В случае повышения температуры в аппарате в чувствительном элементе, например, термопаре возникает электрический ток, который после усиления приводит в действие двигатель, а последний прикрывает задвижку и уменьшит количество поступающего в аппарат теплоносителя, например, пара.

По такому же принципу происходит регулирование в аппаратах и др. величин. Разница будет только в принципе действия чувствительного элемента.

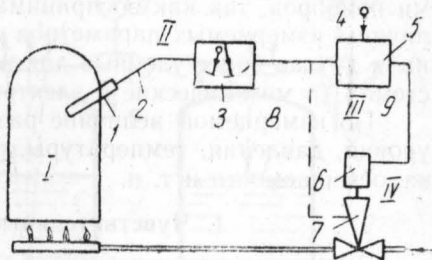


Рис. 2. Схема регуляторов

I — аппарат; II — реагирующая измерительная часть; III — усилитель; IV — исполнительный и регулирующий органы:

1 — чувствительный элемент; 2 — капилляр; 3 — стрелка (перо); 4 — задатчик; 5 — усилитель; 6 — исполнительный орган; 7 — регулирующий орган; 8 — прямая связь; 9 — с усилением.

Рассмотрим основные элементы схем автоматического контроля и регулирования.

§ 2. ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ, ДАТЧИКИ

Чувствительные элементы являются составной частью как контрольно-измерительных, так и регулирующих автоматических приборов.

Они являются воспринимающими и преобразующими элементами приборов, так как воспринимают физические или химические величины измеряемых параметров и обычно преобразуют эти величины в другие более удобные для использования в автоматических системах (в механические и электрические).

По измеряемой величине различают чувствительные элементы уровня, давления, температуры, расхода, скорости, напряжения, тока, освещаемости и т. п.

1. Чувствительные элементы уровня

В качестве чувствительных элементов уровня используются поплавки, мембраны и поплавки дифманометров, плоские и гармониковые мембраны гидростатических реле, термостатные трубки и радиоактивные элементы. Все чувствительные элементы уровня являются безопасными в пожарном отношении и могут применяться в любой среде.

а) Поплавковые элементы

Поплавковые чувствительные элементы являются простейшими, но основными элементами измерительных приборов и регуляторов уровня жидкости. Поплавок выполняется в виде пустотелого шара или тела другой формы (рис. 3).

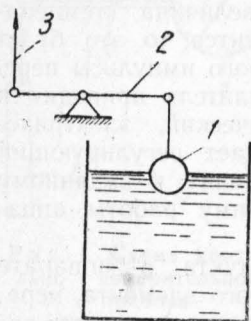


Рис. 3. Поплавковый чувствительный элемент

1 — поплавок; 2 — рычаги;
3 — передача усилий на прибор или регулятор.

При изменении уровня жидкости в сосуде поплавок 1 соответственно перемещается вверх или вниз и действует на рычаг 2, который передает усилие 3 на стрелку измерительного прибора, в усилитель регулятора или непосредственно переставляет регулирующий клапан и увеличивает или уменьшает расход (или поступление) жидкости в аппарат.

В последнем случае поплавок должен создавать при изменении уровня жидкости подъемную силу, достаточную для перемещения регулирующего органа, например, клапана.

б) Радиоактивные элементы

Радиоактивные элементы стали применяться для непрерывного дистанционного измерения, записи и регулирования уровня жидкостей в сосудах, цистернах и резервуарах.

Действие уровнемера основано на радиоактивном просвечивании сосуда гамма-лучами (рис. 4 а, б, в).

Сосуд, в котором измеряется уровень жидкости, располагается между источником 1 и счетчиком 2 радиоактивного излучения (рис. 4а). Гамма-лучи проникают через сосуд 4 и попадают в счетчик. Излучатель и счетчик являются чувствительными элементами (датчиками), выполняющими функции следящей системы.

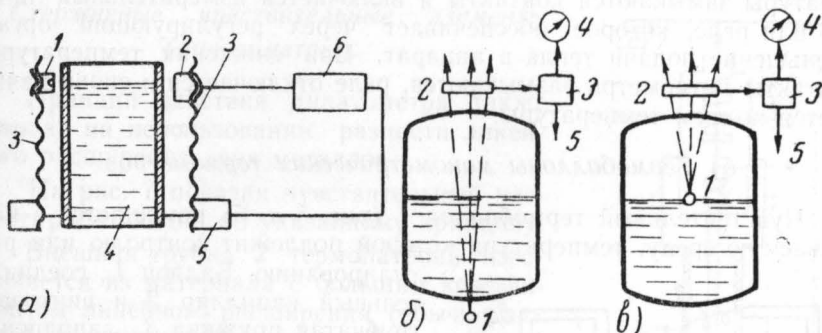


Рис. 4. Радиоактивные чувствительные элементы (датчики)

а) 1—излучатель; 2—счетчик; 3—винтовые каретки; 4—сосуд; 5—эл. двигатели; 6—электронный блок (усилитель);
 б—в) 1— радиоактивное вещество; 2— счетчик излучения; 3 — усилитель; 4 — показывающий прибор; 5 — усилие на исполнительный орган.

Выходная величина счетчика подается на вход электронного усилителя 6, управляющего реверсивным электродвигателем 5. Двигатель перемещает следящую систему (источник излучения и счетчик) вслед за изменением измеряемого уровня.

Перемещение следящей системы синхронно связано с системой дистанционного измерения (с вторичными приборами для отсчета и записи уровня).

Аналогичные приборы выполняются по схеме, приведенной для случая просвечивания сосуда лучом по вертикали (рис. 4 б, в). Интенсивность излучения радиоактивного вещества 1 (рис. 4 б) уменьшается с ростом уровня за счет поглощения гамма-лучей жидкостью. Это изменение отмечается счетчиком 2 и после усиления в усилителе 3 соответствующий импульс передается на указательный прибор 4 и исполнительному механизму 5.

В случае размещения гамма-источника в поплавке внутри сосуда (рис. 4 в) регистрируемое счетчиком излучение изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от источника 1 до счетчика 2. Это изменение также отмечается счетчиком и после усиления в усилителе 3 импульс подается на указательный прибор 4 и в регулятор 5.

2. Чувствительные элементы температуры

В качестве чувствительных элементов температуры используются различные термометры, биметаллические элементы, термопары.



а) Ртутные контактные термометры

Ртутные контактные термометры служат для измерения температуры и преобразования отклонения температуры от заданного значения в электрическую величину. В капилляр термометра впаиваются два электрических контакта: один — у деления максимальной температуры, другой — ниже. При достижении максимальной температуры замыкаются контакты и включается измерительный прибор или реле, которое обеспечивает через регулирующий орган уменьшение подачи тепла в аппарат. При снижении температуры контакты термометра размыкаются, реле отключается и снова начинается подъем температуры.

б) Термобаллоны манометрических термометров

Чувствительный термобаллон 1 (рис. 5 а, б) помещается в нагреваемую среду, температура которой подлежит контролю или регулированию. Баллон 1, соединительный капилляр 2 и винтовая трубчатая пружина 3

заполнены газом или низкокипящей жидкостью. При повышении температуры термобаллона повышается упругость пара или газа в системе и винтовая трубчатая (геликондальная) пружина начинает раскручиваться. Движение пружины при помощи рычажной системы 4 передается измерительному прибору или усилителю и регулирующему органу.

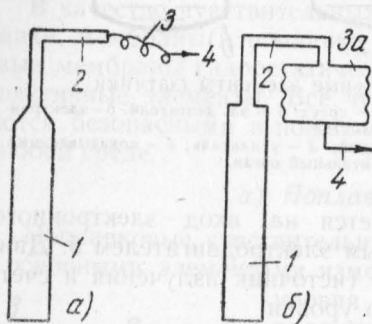


Рис. 5 а, б. Термобаллоны манометрических термометров

1—термобаллоны; 2—капиллярные трубки; 3—манометрическая или геликондальная пружина; 3а—сифонная коробка; 4—передача усилий на приборы (измерительные или регулирующие).

На рис. 5 б показан вариант манометрического термометра, в котором вместо винтовой пружины 3 применен сифон 3а.

в) Биметаллические элементы (реле)

Действие биметаллического элемента основано на изгибании пластинки, составленной из двух металлов, имеющих разные темпе-

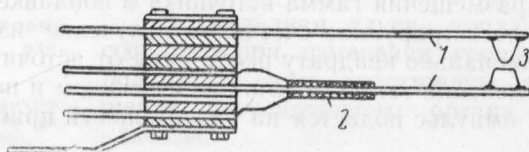


Рис. 6. Схема биметаллического реле
1—биметаллические пластинки с контактами; 2—электроподогреватель.

ратурные коэффициенты линейного расширения (рис. 6). При повышении температуры биметаллическая пластинка 1 изгибается и

закрывает контакты 3 электрической цепи, по которой может быть подан импульс в измерительный прибор или регулирующий орган. На рис. 6 приведена схема биметаллического реле с электроподогревателем 2.

На принципе действия биметаллических реле основаны, в частности дифференциальные автоматические пожарные извещатели.

г) Стержневые чувствительные элементы (дилатометры)

Принцип действия дилатометра также основан на использовании разности линейного расширения двух металлов.

На рис. 7 показан чувствительный элемент, работающий по указанному принципу.

Внешняя трубка 2 термопатрона изготовляется из материала с большим коэффициентом линейного расширения (обычно латуни), а внутренний стержень 3 из материала с малым коэффициентом расширения (сплава стали с никелем, так называемого инвара). Стержень 3 под действием пружины 5 находится в контакте с наконечником трубки 1 и промежуточным штоком 4. Термобаллон погружается в регулируемую среду. При колебаниях температуры среды длина внешней трубки изменяется более чем длина стержня 3. Эта разность удлинения передается через шток 4 рычагу 6 и измерительному прибору или исполнительному органу. При наличии контактов 7 датчик может быть использован как сигнализирующий прибор.

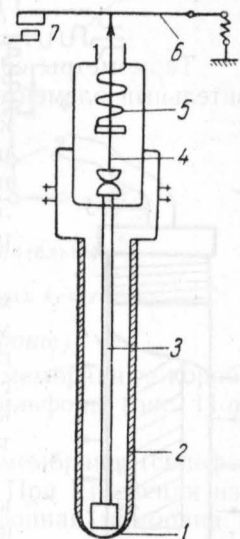


Рис. 7. Схема стержневого чувствительного элемента
1—наконечник трубки; 2—трубка; 3—стержень; 4—промежуточный шток; 5—пружина; 6—рычаг; 7—контакты.

д) Терморпары

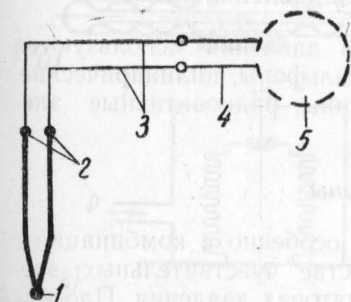


Рис. 8. Схема терморпары
1—горячий спай (рабочий конец); 2—холодные концы; 3—компенсационные провода; 4—соединительные провода; 5—измерительный прибор.

Терморпары представляют собой два проводника, выполненных из разных металлов или сплавов (рис. 8). Проводники сварены на одном конце, который называется рабочим концом или горячим спаем 1. Он помещается в месте замера температуры, подлежащей контролю или регулированию. Два свободных конца присоединяются к измерительному прибору 5 или к системе регулирования.

При нагревании горячего спаев 1 вследствие разности температур горячего спаев и холодных спаев 2 возник-

кает термоэлектродвижущая сила, изменение которой передается на измерительный прибор или усилитель системы регулирования как импульс датчика. Проводники термпары размещаются в защитных чехлах. В качестве материала проводников применяются: платиновые — платина (до $1300\text{--}1600^\circ$), хромель — алюмель (до $1000\text{--}1300^\circ$), хромель — копель (до $600\text{--}800^\circ$) и другие.

е) Термометры сопротивления

Термометры сопротивления (рис. 9) представляют собой чувствительный элемент, состоящий из медной или платиновой проволоки, которая намотана на каркас и заключена в защитную оболочку. Действие термометра основано на изменении величины электрического сопротивления при изменении температуры среды, в которую помещается термометр.

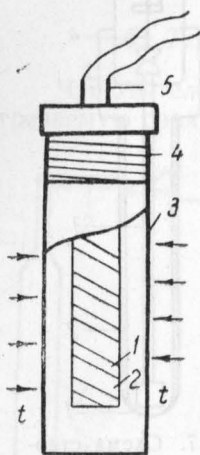


Рис. 9. Схема термометра сопротивления
1 — обмотка; 2 — корпус; 3 — защитная трубка; 4 — резьба; 5 — контактные ножки.

На рис. 9 показана схема электрического термометра сопротивления. Термочувствительная обмотка 1 укреплена на каркасе 2 из изоляционного материала и помещена в защитную металлическую трубку 3. Трубка при помощи резьбы 4 закрепляется в крышке или стенке аппарата, в котором измеряется или регулируется температура.

В головке 4 концы обмотки 1 присоединяются к контактным ножкам 5, от которых идет проводка к измерительной или исполнительной части прибора. Обмотка воспринимает температуру (t) среды и соответственно изменяет сопротивление, что окажет соответствующее влияние на измерительную или исполнительную часть прибора. Платиновые термометры сопротивления предназначены для измерения температуры до 500°C , а медные — от -50 до 100°C .

3. Чувствительные элементы давления

В качестве чувствительных элементов давления используются плоские и гармониковые мембраны или сильфоны, цилиндрические, манометрические и геликоидальные пружины, радиоактивные элементы и т. п.

а) Плоские мембраны

Плоские мембраны (рис. 10 а, б, в), особенно в комбинации с пружинами, широко применяются в качестве чувствительных элементов в измерительных приборах и регуляторах давления. Плоские мембраны без пружин применяются для малых давлений. Перемещения мембраны в результате изменения давления передаются на измерительный прибор или регулирующий орган.

На рис. 10 в приведен случай использования плоской мембраны для регулирования давления газа, когда усилие, развиваемое мембраной 1, используется с помощью рычага 2 для управления усилителем 3—5.

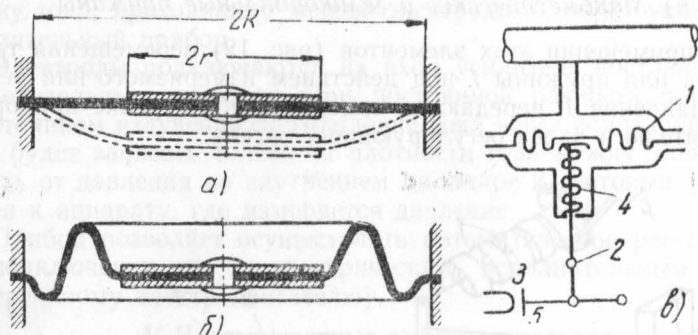


Рис. 10. Схемы плоских мембранных чувствительных элементов
в) 1—мембрана; 2—рычаг; 3, 5—усилитель; (3—сопло; 5—заслонка); 4—пружина.

б) Гармониковые мембраны (сильфоны)

При давлениях свыше 1,5 атм применяются мембранные коробки и гармониковые мембраны, так называемые сильфоны (рис. 11 а, б, в, г).

На рис. 11 г приведена схема гармониковой мембраны (сильфона). Она применяется при давлениях до 40 атм. При изменении измеряемого или регулируемого давления P сильфонная мембрана 1

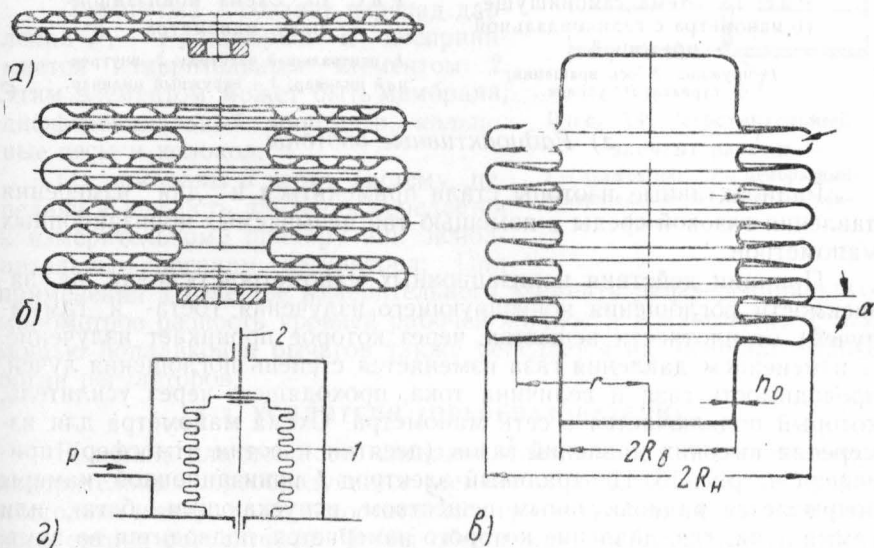


Рис. 11. Мембранные и сильфонные коробки
а, б—мембранные коробки, в—сильфон, г—сильфонная коробка; 1—сильфон; 2—шток передачи усилий прибору.

сжимается или растягивается и через систему рычагов 2 передает усилие на измерительный прибор или исполнительный и регулирующий орган.

в) Манометрические и геликоидальные пружины

При применении этих элементов (рис. 12) перемещения трубки манометра или пружины 1 под действием измеряемого или регулируемого давления P передаются измерительной стрелке приборов 3 или усилителю и далее регулирующему органу.

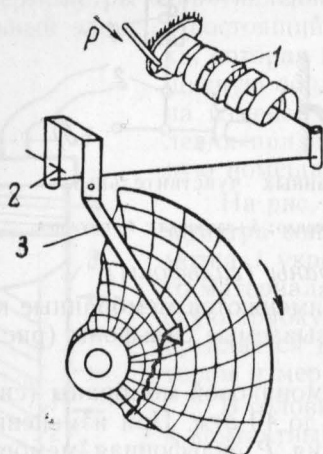


Рис. 12. Схема самопишущего манометра с геликоидальной пружиной

1 — пружина; 2 — ось вращения;
3 — стрелка; P — усилие.

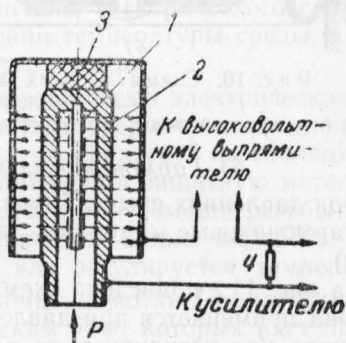


Рис. 13. Схема ионизационного манометра

1 — центральный электрод; 2 — внутренний цилиндр; 3 — наружный цилиндр.

г) Радиоактивные изотопы

Радиоактивные изотопы стали применяться и для измерения давления газовой среды с помощью так называемых ионизационных манометров.

Принцип действия ионизационных манометров основан на зависимости поглощения ионизирующего излучения (бета- и гамма-лучей) от плотности вещества, через которое проникает излучение. С изменением давления газа изменяется степень поглощения лучей, проводимость газа и величина тока, проходящего через усилитель, который подключается в сеть манометра. Схема манометра для измерения высоких давлений газов (десятки и сотни атмосфер) приведена на рис. 13. Центральный электрод 1 ионизационной камеры покрывается радиоактивным веществом, испускающим бета- или гамма-лучи; газ, давление которого измеряется, подводится во внутренний цилиндр 2. Бета- или гамма-лучи частично поглощаются сжатым газом и выходят из внутреннего цилиндра ослабленными, пропорционально измеряемому давлению.

Наружный цилиндр 3 служит вторым электродом ионизационной камеры. К электродам подводится определенная разность потенциалов. Изменение величины бета- или гамма-излучения в зависимости от давления газа будет изменять проводимость газа и величину тока, проходящего между электродами, через усилитель и измерительный прибор.

Электроды подключаются на вход усилителя постоянного тока с измерительным прибором. При постоянной разности потенциалов и постоянном излучении прохождение тока через ионизационную камеру будет зависеть только от плотности газа между электродами, то есть от давления во внутреннем цилиндре 2, который присоединяется к аппарату, где измеряется давление.

Прибор позволяет осуществлять автоматическое регулирование при подключении его к электрическим исполнительным органам (реверсивному электродвигателю).

4. Чувствительные элементы расхода

В качестве чувствительных элементов расхода используются диафрагмы, сопла, трубки Вентури и другие сужающие устройства.

Чувствительным элементом при регулировании расхода газов и жидкостей являются диафрагмы, которые вставляются в трубопровод на пути потока, совместно с измерительным элементом (датчиком перепада давления).

Схема такого устройства показана на рис. 14.

Диафрагма 1 создает перепад давления $P_1 - P_2$, который и воспринимается измерительным элементом 2. Этим элементом может быть мембрана, дифференциальный манометр, кольцевые весы и колокол.

От мембраны 3 через систему передачи 4 разность давления передается к измерительному прибору или исполнительным органам регулятора. При применении в качестве измерительного элемента дифференциальных манометров разность уровней рабочей жидкости в манометре с помощью поплавков и рычагов также передается на исполнительный орган регуляторов.

§ 3. УСИЛИТЕЛИ (ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ)

Величина или мощность сигналов, снимаемых с чувствительных измерительных, преобразующих элементов, в большинстве случаев настолько мала, что ее недостаточно для срабатывания исполнительного органа регуляторов. Чтобы обеспечить срабатывание (действие) исполнительного органа, необходимо усилить выходные величины чувствительных измерительных элементов. Для этого применяются усилители различных типов.

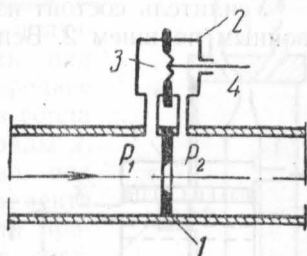


Рис. 14. Чувствительный элемент расхода

1 — диафрагма; 2 — мембранный измерительный элемент; 3 — мембрана; 4 — шток.

Усилители бывают: механические, гидравлические, пневматические, электромагнитные, электронные, электромашинные, кристаллические, диэлектрические и др.

Механические, гидравлические и пневматические усилители способны большей частью развивать достаточные усилия для непосредственного управления исполнительными органами (сервомоторами).

В качестве механических, гидравлических и пневматических усилителей применяются золотниковое устройство, вентили, дроссели переменного сечения (сопло-заслонка), струйная трубка. В этих приборах используется вспомогательная энергия сжатого воздуха или масла под давлением, поэтому они могут быть пневматическими и гидравлическими. Энергия указанной среды вводится в систему усилителя и серводвигателя, чем и достигается усиление мощности. Усилители одновременно выполняют и роль преобразователей, так как они механические перемещения преобразуют в механические, пневматические или гидравлические сигналы, передаваемые на исполнительный орган.

а) Золотниковый усилитель

Усилитель состоит из цилиндрического золотника 1 (рис. 15) с двойным поршнем 2. Вспомогательная среда (масло, вода, воздух)

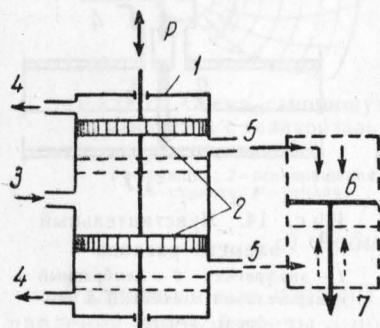


Рис. 15. Схема золотникового усилителя

1—цилиндр; 2—двойной поршень; 3—подача жидкости; 4—сливные трубки; 5—подключение жидкости в сервомотор.

подводится в золотник под давлением по трубке 3. По трубкам 5 давление масла передается на исполнительный орган (сервомотор) 6. При среднем нейтральном положении поршень 2 закрывает оба канала 5. При перемещении поршня 2 вверх, под действием усилия P от чувствительного элемента напорная трубка 3 сообщается с верхней трубкой 5 сервомотора 6 и вызывает в нем соответствующее перемещение поршня, а при смещении поршня золотника 2 вниз, наоборот, выключается верхняя трубка 5 и открывается нижняя, поршень сервомотора 6 получит обратное движение. Трубки 4 являются сливными. Когда верхняя полость сервомотора соединяется с напорной трубкой 3, нижняя сообщается со сливной трубкой 4. Перемещения поршня сервомотора будут оказывать соответствующее воздействие на регулирующий орган (клапан, задвижку 7).

б) Дроссельный усилитель сопло-заслонка

Усилитель (рис. 16) состоит из заслонки 1 и сопла 2. Внешняя энергия (воздух, масло) подается в усилитель по трубке 3. Заслонка 1 под действием усилия P от чувствительного элемента будет пере-

мещаться и прикрывать или открывать сопло 2. В зависимости от этого воздух, подаваемый по трубке 3, будет свободно выходить в атмосферу или направляться в исполнительный орган 4 (когда сопло закрыто) и вызывать соответствующее перемещение регулирующего органа (клапана, задвижки).

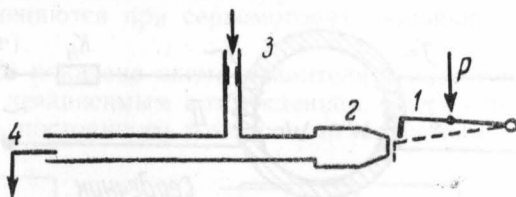


Рис. 16. Схема дроссельного усилителя
1—заслонка; 2—сопло; 3—дроссель постоянного сечения;
4—передача усилий в исполнительный орган.

в) Струйная трубка

Усилитель (рис. 17) состоит из струйной трубки 1, разделительной преграды 2 с двумя приемными отверстиями 3. На трубку справа передается усилие P от чувствительного элемента, а слева действует задающая пружина 5.

В трубку с помощью насоса через полую цапфу 4 подается под давлением жидкость или воздух. Когда струйная труба занимает среднее положение, поток воздуха или жидкости из сопла попадает в середину разделительной преграды 2. При отклонении трубки 1 влево или вправо, под действием усилия P от чувствительного элемента поток жидкости будет попадать в левое или правое приемное отверстие 3 и направляться в соответствующее отделение сервомотора, вызывая в нем перемещения поршня, которые передаются регулирующему органу.

Действие струйной трубки основано на том, что скоростной напор струи жидкости, вытекающей из сопла струйной трубы, превращается при ее отклонении от среднего положения в давление рабочей жидкости в отходящих от сопла трубках, которое передается в цилиндр сервомотора.

С помощью пружины 5 прибор устанавливается на необходимое, регулируемое в аппарате давление.

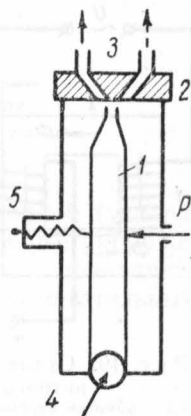


Рис. 17. Схема струйного усилителя

1 — струйная трубка;
2 — разделительная преграда; 3 — каналы, ведущие в сервомотор;
4 — поступление жидкости из вне.

г) Магнитные усилители

В основе устройства магнитных усилителей лежат явления изменения индуктивности катушки (дросселя) переменного тока при подмагничивании сердечника постоянным током, поступающим от чувствительного элемента, например, термопары. Схемы магнитных усилителей показаны на рис. 18 и 19.

На сердечники помещают две обмотки. Одну из них II подключают в цепь переменного тока, а другую I — в цепь усиленного постоянного тока, поступающего от термопары.

Сила тока в правой обмотке II, см. рис. 18 (обмотка переменного тока) будет зависеть от величины постоянного тока в левой

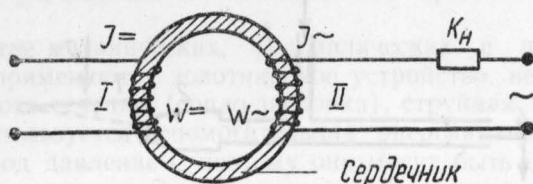


Рис. 18. Схема магнитного усилителя

I — обмотка постоянного тока; II — обмотка переменного тока.

обмотке I (обмотка постоянного тока). При увеличении подмагничивания постоянным током магнитная проницаемость и индуктивное сопротивление дросселя будут уменьшаться, вследствие чего возрастет сила тока в правой обмотке.

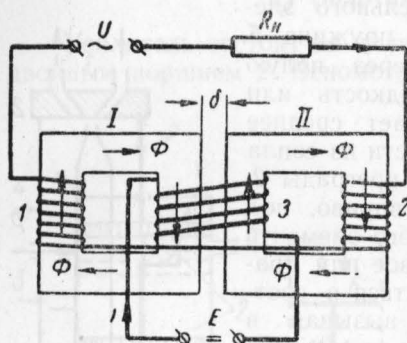


Рис. 19. Схема Ш-образного магнитного усилителя

1, 2 — обмотки переменного тока; 3 — обмотка постоянного тока.

Если обмотка II дросселя питается постоянным по амплитуде синусоидальным напряжением переменного тока V_{\sim} , то магнитный поток и магнитная индукция в дросселе изменяются также синусоидально. Если постоянный ток (входной сигнал) в обмотке I отсутствует, то есть напряженность постоянного магнитного поля $H = 0$, то напряженность переменного магнитного поля H_{\sim} пропорциональна величине индукции B_{\sim} . При наличии дополнительного постоянного подмагничивания H_{\sim} , создаваемого обмоткой I, и при одинаковой амплитуде B_{\sim} амплитуда H_{\sim} резко увеличивается и величина магнитной проницаемости μ_{\sim} на переменном токе стального сердечника уменьшается $\mu_{\sim} = \frac{B_{\sim}}{0,4 \pi H_{\sim}}$.

Следовательно, индуктивность L_{II} обмотки II будет зависеть от величины постоянного тока J_{\sim} , так как L_{II} пропорционально μ_{\sim} . Если переменное напряжение V_{\sim} постоянно по амплитуде, то ток J_{\sim} будет зависеть от величины тока J_{\sim} .

$$J_{\sim} = \frac{V_{\sim}}{z} \frac{V_{\sim}}{\sqrt{R_A^2 + (R_p + \omega L)^2}}.$$

При применении Ш-образного трансформаторного железа (рис. 19) две крайние обмотки 1, 2 предназначены для переменного тока и одна средняя 3 — для постоянного тока.

д) Электромашинные усилители

Они применяются при сервомоторах большой мощности (от 200 *вт* и выше).

На рис. 20 показана схема усилителя в виде генератора постоянного тока с независимым возбуждением. Здесь сервомотором служит двигатель постоянного тока 2 с независимым возбуждением.

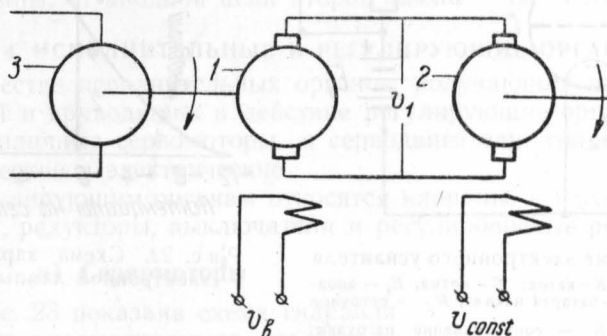


Рис. 20. Схема электромашинного усилителя
1—усилитель; 2—двигатель постоянного тока; 3—вспомогательный двигатель.

Электромашинный усилитель 1 имеет в качестве выходной (усиленной) величины напряжение V_1 и входной — управляющее напряжение на зажимах обмотки возбуждения $V_{\text{в}}$. Генератор 1 приводится во вращение с постоянной угловой скоростью вспомогательным двигателем 3.

е) Электронные усилители

Электронные усилители являются одним из самых важных средств автоматики и телемеханики. Они обладают высокой чувствительностью на малые входные мощности от датчиков.

Работа всех электронных усилителей основана на принципе изменения величины потока электронов путем воздействия на этот поток электрическими или магнитными полями.

Наиболее широкое распространение получили усилители, в которых в качестве основных элементов применяются электронные лампы с сеткой, так называемые триоды.

Схема однокаскадного электронного лампового усилителя постоянного тока с триодом показана на рис. 21.

Анод A высоковакуумной лампы присоединяется к положительному полюсу, а катод K — к отрицательному полюсу анодной батареи E_1 . Между анодом и катодом помещается третий электрод в ви-

де сетки C . Катод получает накал от батареи E_2 и в результате термоэлектронной эмиссии между катодом и анодом возникает поток электронов. Величина электронного потока в этом случае будет зависеть только от напряжения батареи E_1 и суммарного сопротивления цепи. Но потоком электронов можно управлять путем подачи между катодом и сеткой так называемого сеточного напряжения

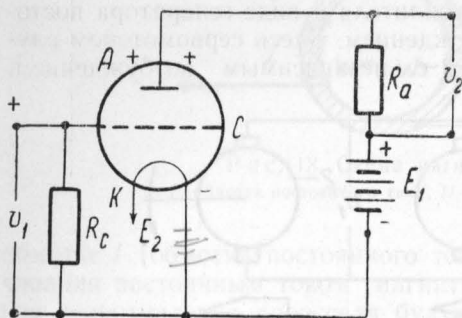


Рис. 21. Схема электронного усилителя
 A — анод лампы; K — катод; C — сетка; E_1 — анодная батарея; E_2 — батарея накала; R_c — сеточное сопротивление; R_a — сопротивление нагрузки; V_1 — входное напряжение; V_2 — выходное напряжение.

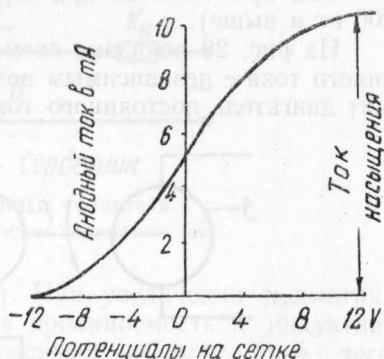


Рис. 22. Схема характеристики
 электронной лампы — триода

или напряжения входа V_1 , подлежащего усилению. При работе усилителя между сеткой и катодом включается усиливаемое напряжение от датчика, например термопары или небаланса измерительной схемы.

Если на сетку подать отрицательное напряжение, то поток электронов будет ослаблен и сила тока в анодной цепи уменьшится (см. характеристику лампы на рис. 22).

Если сетке сообщить положительный потенциал чувствительного элемента, например, термопары, то поток электронов увеличится и соответственно увеличится сила тока в анодной цепи. Изменения усиливаемого напряжения вызывают соответствующие изменения анодного тока.

Сетка воздействует на электроны, движущиеся от катода к аноду. Поток электронов в вакуумной лампе весьма чувствителен на своем пути к малейшим электрическим влияниям. Сетка, располагаемая вблизи катода (значительно ближе, чем анод) и заряженная положительным током от чувствительного элемента, нейтрализует пространственный отрицательный заряд, создаваемый свободными электронами, и действует на электроны, выбрасываемые катодом, как направляющая сила. Небольшой положительный потенциал сетки по отношению к катоду сильно увеличивает электронный поток (вследствие увеличения напряженности электрического поля между сеткой и катодом), а следовательно, и анодный ток лампы.

Отрицательный потенциал сетки создает силу, отталкивающую свободные электроны назад к катоду, вследствие чего анодный ток резко ослабевает и может уменьшиться до нуля. В итоге анодный ток электронной лампы зависит от двух напряжений: сеточного V_c и анодного V_a . Усиленное лампой выходное напряжение V_2 снимается на зажимах омического сопротивления R_a анодной цепи.

Для схем регулирования усилительного действия одной лампы часто бывает недостаточно. При необходимости большего усиления применяют многокаскадные усилители: в этом случае выходная величина напряжения анодной цепи первой лампы подается на сетку второй лампы, от анодной цепи второй лампы — на сетку третьей и т. д.

§ 4. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ ОРГАНЫ

В качестве исполнительных органов, получающих импульсы от усилителей и приводящих в действие регулирующие органы применяются различные сервомоторы и серводвигатели: гидравлические, пневматические и электрические.

К регулирующим органам относятся клапаны, вентили, задвижки, муфты, редукторы, выключатели и регулировочные реостаты.

а) Сервомоторы

На рис. 23 показана схема гидравлического или пневматического поршневого сервомотора двухстороннего действия.

Сервомотор состоит из цилиндра 1 и поршня 2 со штоками 3. Давление рабочей жидкости от усилителя по трубкам 4 передается на поршень 2, который будет перемещаться вверх или вниз, в зависимости от того, по какой трубке поступает в цилиндр рабочая жидкость. Перемещения поршня через штоки 3 будут передаваться на регулирующие органы 5.

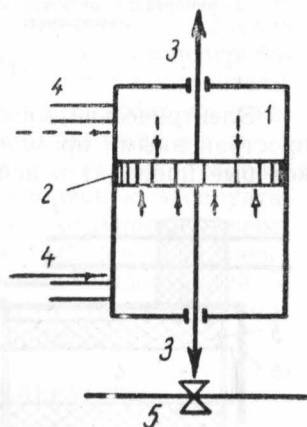


Рис. 23. Схема поршневого сервомотора
1—цилиндр; 2—поршень; 3—шток;
4—трубки; 5—регулирующие органы.

б) Мембранные органы

В качестве исполнительных органов часто применяются мембранные коробки с пружиной (рис. 24).

Давление P от усилителя передается на мембрану 1, перемещение которой вызывает открывание или закрывание регулирующего клапана 2. При отсутствии избыточного давления мембрана приходит в исходное положение за счет пружины 3. При этом регулирующий клапан также соответственно переместится.

в) Электромагнитные клапаны (вентили)

Широкое распространение в качестве регулирующих или защитных органов получили электромагнитные вентили. На рис. 25 показан простейший бессальниковый электромагнитный вентиль.

При протекании тока по катушке 1 электромагнита якорь 2 вытягивается в катушку и полностью открывает ventиль 3. При отключении тока ventиль закрывается под действием силы тяжести. Мощность, потребляемая катушкой, равна 15—25 вт.

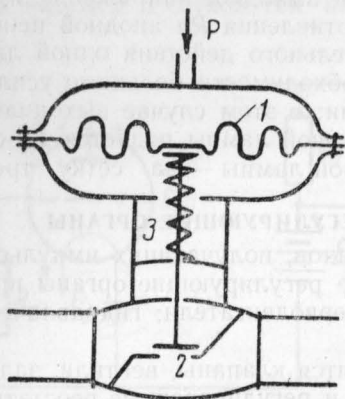


Рис. 24. Схема мембранного исполнительного органа
1—мембрана; 2—регулирующий клапан;
3—пружина.

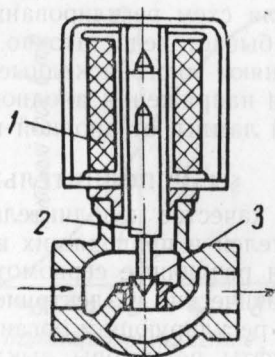


Рис. 25. Схема магнитного ventиля
1—катушка; 2—якорь; 3—ventиль.

г) Электрические реле

Электрические электромагнитные реле являются наиболее распространенными промежуточными элементами электроавтоматики, которые приводят в действие одну или несколько управляемых электрических цепей при воздействии на него электрических сигналов управляющей цепи.

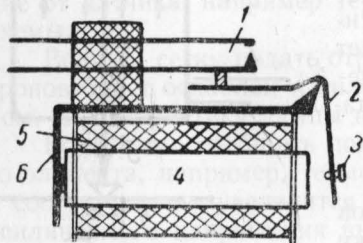


Рис. 26. Схема реле
1—контакты; 2—якорь; 3—регулирующий винт; 4—сердечник; 5—обмотка; 6—корпус.

Принцип действия электромагнитных реле (рис. 26) основан на притяжении стального якоря 2 к сердечнику 4 электромагнита, по обмотке 5 которого пропускается управляющий электрический ток. При отсутствии тока якорь оттягивается от сердечника возвратной пружиной или контактной пружинной пластинкой.

При наличии тока создаваемый им магнитный поток проходит через сердечник 4, корпус реле (ядро) 6, якорь 2 и воздушный зазор между якорем и сердечником. При этом создается электромагнитное усилие, притягивающее якорь 2 к сердечнику 4 катушки. В результате поворота якоря замыкаются электрические контакты 1. Таким образом, электромагнитные реле отличаются от обычных электромагнитов лишь наличием контактной системы 1, предназначенной для замыкания и размыкания управляемой электрической цепи (одной или нескольких).

Глава II

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, СИГНАЛИЗАЦИЯ И ЗАЩИТА

Как указано выше, приборы автоматического контроля и сигнализации широко используются для автоматического наблюдения за различными технологическими величинами: температурой, давлением, уровнем продукта в аппаратах, концентрацией различных продуктов в аппаратах и помещениях, скоростью процессов, вращения машин и т. п.

Контроль указанных величин с помощью автоматических приборов получил широкое распространение в различных отраслях промышленности, особенно в химической, нефте- и газоперерабатывающей, коксохимической, металлургической, машиностроительной, при различных термических и механических процессах, на электростанциях, в теплопаросиловых и котельных установках и т. п.

Автоматический контроль и сигнализация различных технологических величин обеспечивает надежную и безопасную эксплуатацию установок, дает возможность своевременно предупредить перегрев и прогар аппаратов, их разрыв от избыточных давлений, переполнение и утечку продукта, образование опасных концентраций в аппаратах и помещениях. Ниже рассматриваются вопросы автоматического контроля температуры, давления и уровня.

§ 1. КОНТРОЛЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ, ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРЕВА

Контроль и сигнализация температуры, защита от ее недопустимых отклонений, получившие самое широкое распространение во всех отраслях промышленности, непосредственно связаны с обеспечением пожарной безопасности производственных процессов. Это обеспечивает своевременное принятие мер против перегрева продукта, возможности его разложения и воспламенения.

Контроль температуры производится во всех технологических аппаратах, в которых процесс протекает при определенных температурах, при этом контроль часто объединяют с сигнализацией (световой или звуковой) крайних пределов контролируемой величины.

Из приборов промышленного контроля температуры наибольшее распространение получили приборы, у которых принцип дейст-

вия чувствительных элементов основан на явлениях термоэлектричества (термопары), изменения сопротивления проводника от температуры (термометры сопротивления), на расширении тел и возрастании давления паров и газов в замкнутом объеме от нагревания (ртутные и манометрические термометры).

Наряду с контролем температуры в аппаратах, широко стал внедряться контроль и сигнализация температуры в подшипниках насосных агрегатов, компрессоров, генераторов и других вращающихся машин, температуры обмоток электродвигателей и т. п.

Для сигнализации повышения температуры в подшипниках выше допустимых пределов применяются сигнализаторы, принцип действия которых основан на указанных выше явлениях: термометры сопротивления, термопары, манометрические сигнализаторы, а также сигнализаторы типа ТС-100 и реле ТР-200 с инваровыми пластинками, представляющими собой сплав стали с никелем.

В практике широко применяется контроль температуры в штабелях угля, торфа, волокнистых материалов, который проводится с целью своевременного принятия мер против возможности самовозгорания. В этих случаях используются самые простые сигнализаторы температуры, основанные на расширении тел или плавлении отдельных звеньев прибора. В частности, принцип действия сигнализатора «Рекорд» основан на законах действия манометрического газового термометра.

Наряду с контролем и сигнализацией широко применяется и защита от перегрева, в том числе защита воздушных компрессоров путем их автоматической остановки в случае нарушения режима охлаждения (прекращения подачи охлаждающей воды), закалочных селитровых ванн при нарушении температурного режима путем автоматического отключения питания электротоком системы обогрева и т. п.

1. Приборы контроля и сигнализации температуры

Приборы для измерения температуры разделяются на пять групп с пределом применения:

- термометры расширения от -200 до $+500^{\circ}\text{C}$
- манометрические термометры от -60 до $+550^{\circ}\text{C}$
- электрические термометры сопротивления от -200 до $+500^{\circ}\text{C}$
- термоэлектрические пирометры от $+200$ до $+1200^{\circ}\text{C}$
- пирометры излучения от 400° до 3000°C .

Из термометров расширения применяются ртутные стеклянные термометры, стержневые (дилатометрические) и биметаллические, из манометрических — жидкостные, газовые и паровые. В качестве первичного элемента термоэлектрических пирометров применяются термопары, а вторичного — электроизмерительные приборы (милливольтметры и потенциометры). В качестве вторичных приборов, работающих с термометрами сопротивления, применяются уравновешенные и неуравновешенные измерительные мосты, а также логометры.

Рассмотрим принцип действия наиболее распространенных из этих приборов.

а) Манометрические термометры

Манометрический термометр (рис. 27) состоит из термобаллона 1, представляющего собой пустотелую трубку, наполненную газом, жидкостью или паро-жидкостной смесью, который с помощью капиллярной трубки 2 соединяется с манометрической пружиной 3, а последняя со стрелкой 4 самопишущего измерительного прибора. Дисконная диаграмма 5.

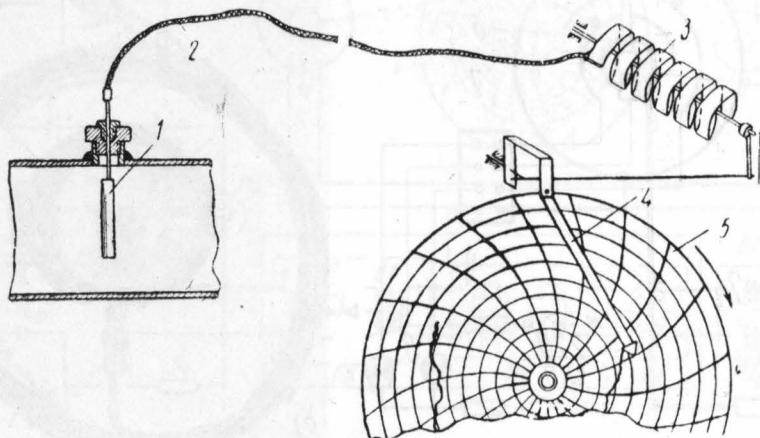


Рис. 27. Схема манометрического термометра

1 — термобаллон; 2 — капиллярная трубка; 3 — геликоидальная пружина; 4 — стрелка; 5 — дисконная диаграмма.

Таким образом, прибор фактически измеряет давление газа, величина которого зависит от температуры, но шкала прибора имеет деления в градусах температуры. Дисконная диаграмма 5 вращается с помощью часового механизма.

б) Электроконтактные термометры

Для контроля и дистанционной сигнализации температуры применяются манометрические электроконтактные термометры ЭКТ-1, ЭКТ-2, которые имеют два контакта, включенные в электросеть для сигнализации крайних предельных положений температуры (рис. 28а).

Основными узлами термометра являются: термосистема, состоящая из термобаллона 1, капилляра 2 и трубчатой пружины 3; передаточный механизм (поводок и зубчатая передача); электроконтактное устройство, состоящее из двух передвижных контактов 4 и 5, один из которых минимальный, второй — максимальный и контакта стрелки 6. Провода от контактов через клемную коробку 7 идут к лампам 8, которые подключены в электросеть и расположены в диспетчерской.

Термобаллон 1 устанавливается внутри аппарата, а показывающий прибор, связанный с ним капилляром 2, — у аппарата снаружи

или в диспетчерской. Подача электрических импульсов от прибора в диспетчерскую осуществляется кабелем или проводом, проложенным в трубах, с соблюдением правил пожарной безопасности.

При отклонении температуры в аппарате стрелка термометра через пружину и передаточный механизм будет отклоняться в ту

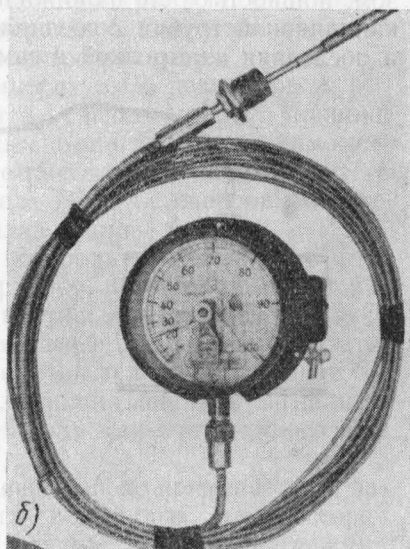
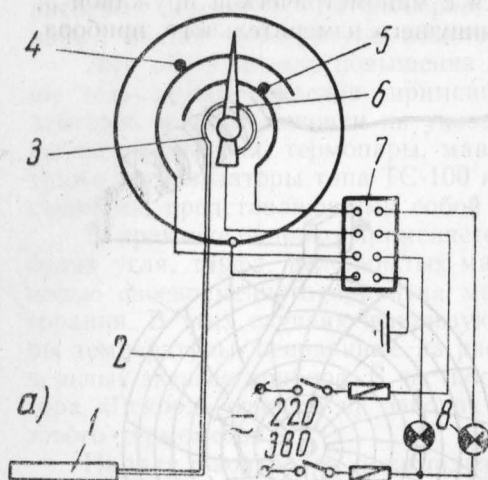


Рис. 28. Термометр ЭКТ

а) схема; б) внешний вид:

1—термобаллон; 2—капиллярная трубка; 3—трубчатая пружина; 4, 5—передвижные контакты; 6—стрелка с контактами; 7—клемная коробка; 8—лампы.

или другую сторону и замыкать соответствующий передвижной контакт 4 или 5. В результате этого происходит замыкание электрической сигнальной цепи и соответствующей лампы (минимальной и максимальной температуры). Указанные термометры выпускаются и во взрывозащищенном исполнении марки ЭКТ-1-ВЗГ, ЭКТ-2-ВЗГ.

Внешний вид термометра ЭКТ показан на рис. 28б.

в) Электронные самопишущие потенциометры

В практике применяется большое количество различных типов электрических и электронных потенциометров. Ниже рассмотрим один из них.

Электронный потенциометр ЭПД-02 (рис. 29) состоит из измерительного моста (с реохордом R_p на вершине, постоянными сопротивлениями R_n и R_v , контрольным сопротивлением R_k , нормальным элементом $HЭ$, сухим элементом $Б$ и другими сопротивлениями), электронного усилителя $ЭУ$ (преобразовательного каскада $ПК$, усилителей напряжения $УН$ и мощности $УМ$), выходного трансформатора $ВТ_1$ и $ВТ_2$, реверсивного электродвигателя $РД$ и синхронного $СД$.

При изменении температуры в аппарате в термопаре T возникает ЭДС и на вершинах измерительного моста a и b при небалансе схемы появляется разность напряжений, которая подается на зажимы c и d преобразовательного каскада ПК электронного усилителя. Здесь при помощи вибрационного однополюсного поляризован-

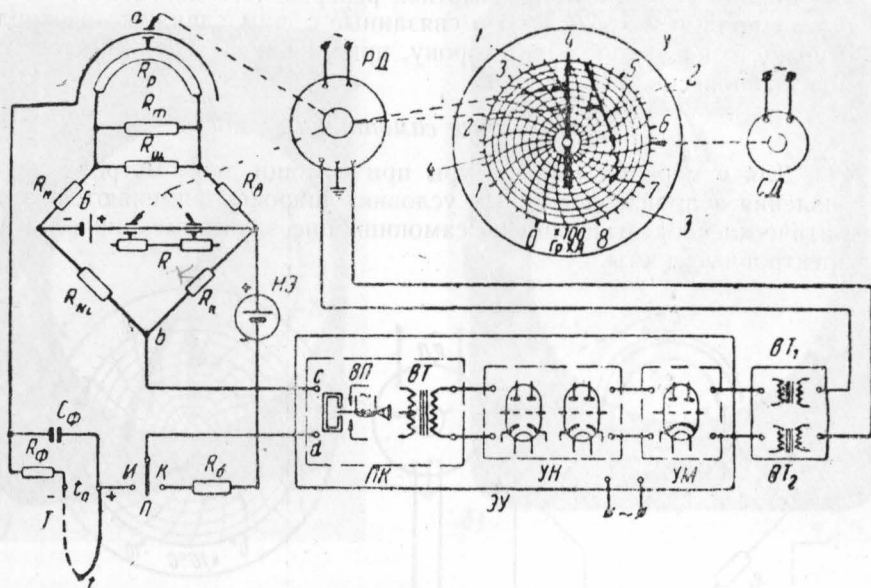


Рис. 29. Схема электронного потенциометра ЭПД

T —термопара; R —сопротивления измерительного моста; $НЭ$ —нормальный элемент; $Б$ —сухой элемент; $ЭУ$ —электронный усилитель; $РД$ —реверсивный электродвигатель; $СД$ —синхронный двигатель; $У$ —указывающая часть.

ного переключателя (вибропреобразователя) ВП и входного трансформатора ВТ поданное на зажимы c — d напряжение постоянного тока термопары преобразуется для дальнейшего усиления в напряжение переменного тока. После преобразователя напряжение подается на усилитель напряжения УН. Усиленное более чем в 100 000 раз с выхода усилителя УН напряжение переменного тока подается на вход усилителя мощности УМ, управляющего при помощи выходных трансформаторов ВТ₁ и ВТ₂ током, протекающим по обмоткам реверсивного двигателя РД.

Таким образом, при изменении температуры в зоне термопары T_1 двигатель РД перемещает в ту или другую сторону движок a реохорда R_p и соединенные с движком стрелку 1 и рычаг с пером 2, которые расположены на указывающей части прибора У. Указывающая часть прибора имеет круговую шкалу 3, градуированную в °С и дисковую диаграмму 4. Вращение диаграммной бумаги производится от синхронного двигателя СД мощностью 12 ватт, питаемого переменным током напряжением 127 в.

При равновесии измерительной схемы потенциометра, то есть полной компенсации ЭДС термопары, напряжение на входных за-

жимах преобразователя и на сетках ламп усилителя мощности равно нулю. Это приводит к равенству токов в управляющих обмотках реверсивного двигателя, вследствие чего создаваемые ими вращающие моменты равны и ротор двигателя будет неподвижен.

При изменении измеряемой температуры нарушается равновесие токов в управляющих обмотках реверсивного двигателя, что заставит вращаться его ротор и связанные с ним движок реохорда, стрелку и перо прибора в сторону, приближающую схему к состоянию равновесия.

г) Электронные самопишущие мосты

Для измерения температуры при помощи термометров сопротивления в производственных условиях широко применяются автоматические показывающие и самопишущие электромеханические и электронные мосты.

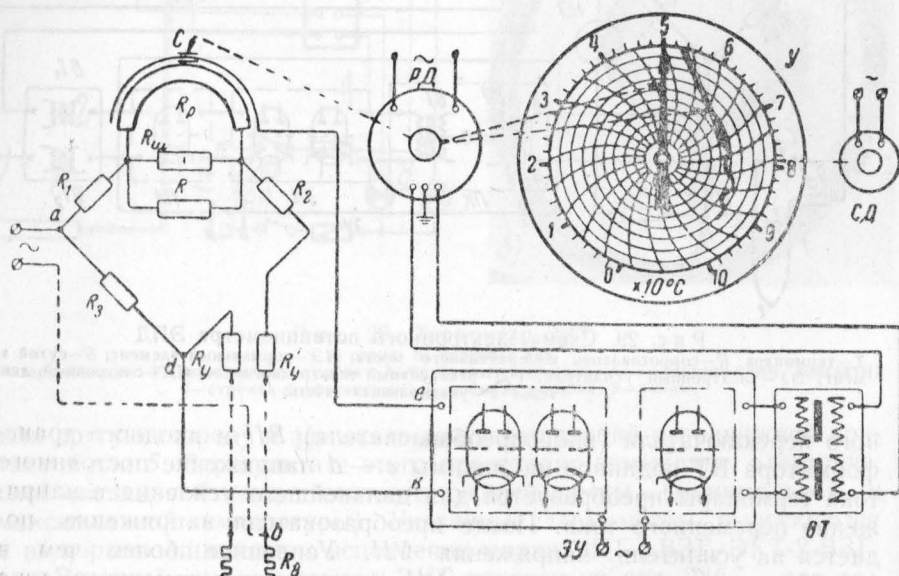


Рис. 30. Схема электронного моста ЭМД

R_t — термометр сопротивления; R — сопротивления моста; ЭУ — электронный усилитель; РД — реверсивный двигатель; СД — синхронный двигатель; У — указывающая часть.

На рис. 30 показана схема электронного автоматического уравновешенного моста типа ЭМД-202. Измерительная часть прибора питается переменным током, напряжением 7,5 в, который подается на диагональ моста ab . В схему моста включены постоянные сопротивления R_1, R_2, R_3 ; термометр сопротивления R_t с уравнительными сопротивлениями R_y , реохорд R_p с сопротивлениями R и $R_{ш}$. Реверсивный двигатель РД, связанный с указывающей стрелкой и рычагом пера, а также с движком С реохорда R_p , подключен через электронный усилитель ЭУ и выходные трансформаторы ВТ ко вторичной диагонали моста cd .

При изменении контролируемой температуры в аппарате изменяется сопротивление термометра R_t , в результате чего нарушается равновесие в системе и на вершинах моста c и d и на входных зажимах e и k усилителя появляется переменное напряжение. Фаза

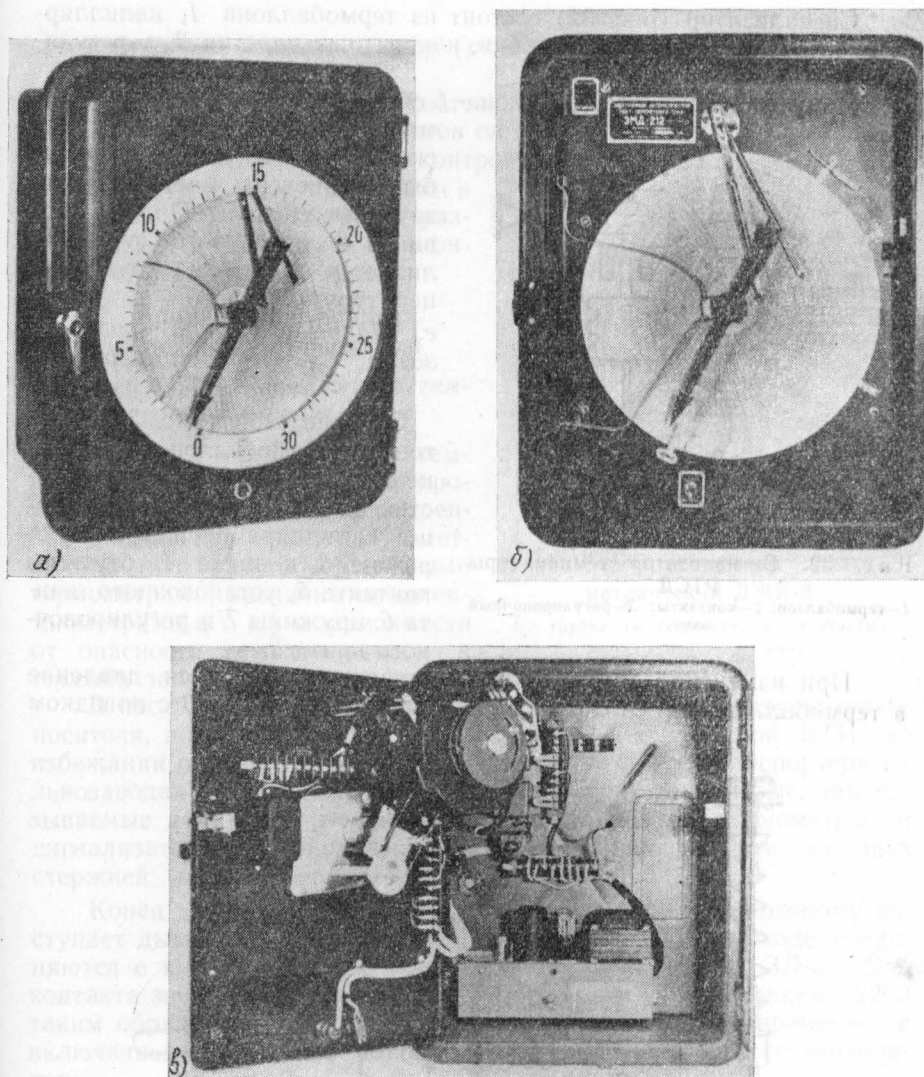


Рис. 31. Электронный мост ЭМД

а) внешний вид; б, в) с открытой крышкой и кронштейном.

напряжения зависит от того, увеличилось или уменьшилось сопротивление термометра; при изменении этого знака она меняется на 180° .

В остальном работа прибора протекает так же, как и потенциометра ЭПД. На рис. 31а показан внешний вид моста, а на рис. 31б и в — прибор с открытой крышкой и кронштейном.

д) Манометрический сигнализатор (реле) температуры типа РТСД-3

Сигнализатор (рис. 32) состоит из термобаллона 1, капиллярной трубки, сильфонной коробки, контактных пластин 2 и регулировочного винта 3.

При нагревании термобаллона 1 сильфон растягивается и замыкает контакты 2 электрической цепи, в которую могут быть включены световые или звуковые сигналы. При помощи винта 3 сигнализатор устанавливается на определенную температуру.

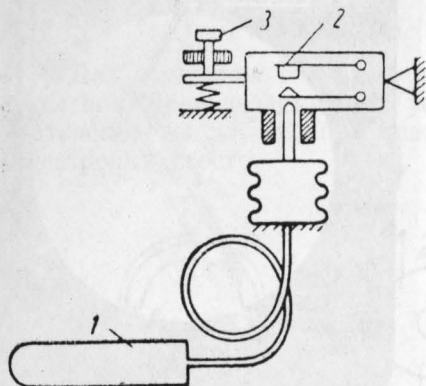


Рис. 32. Сигнализатор температуры РТСД

1—термобаллон; 2—контакты; 3—регулировочный винт.

е) Манометрический сигнализатор (реле) температуры типа ТДД

Сигнализатор (рис. 33) состоит из термобаллона 1, заполненного низкокипящей жидкостью и соединенного при помощи капилляра с сильфоном 2, рычага 3, поводка 4, ртутного контакта 5, установочного винта 6, пружины 7 и регулировочного винта 8.

При изменении температуры в аппарате изменяется давление в термобаллоне 1 и сильфоне 2, поворачивается рычаг 3 с поводком

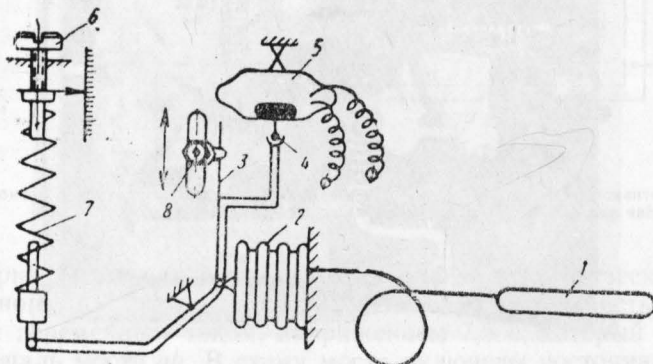


Рис. 33. Сигнализатор температуры ТДД

1—термобаллон; 2—сильфон; 3—рычаг; 4—поводок; 5—ртутный контакт; 6—установочный винт; 7—пружина; 8—винт.

4, замыкается ртутный контакт 5, электрическая сеть световой или звуковой сигнализации и подается соответствующий сигнал на щите

контроля. Установка заданной температуры производится винтом 6, изменяющим натяжение пружины 7. Зона нечувствительности регулируется винтом 8. Кроме сигнализации, прибор применяется для регулирования температуры в комплекте с соответствующим исполнительным органом.

ж) Стержневой сигнализатор (реле) температуры типа ДЖК-2

Сигнализатор (рис. 34) состоит из dilatометрического чувствительного элемента 1, контактов сигнальной сети 2 и регулировочного винта 3. При изменении контролируемой температуры вследствие разности расширения трубки и стержня будут замыкаться и размыкаться соответствующие контакты сигнальной системы.

2. Примеры контроля и сигнализации температуры

а) Контроль и сигнализация температуры в сушилках

Контроль и сигнализация температуры в сушилках может производиться любыми рассмотренными выше приборами (манометрическими и электроконтактными термометрами, различными потенциометрами и т. п.) в зависимости от опасности самих сушилок и способа защиты приборов.

В последнее время, например, для контроля температуры теплоносителя, поступающего в тоннель дымогазовых сушилок ВТИ, во избежание опасного перегрева материала на ленте транспортера на льнозаводах стали применять различного типа стержневые, так называемые dilatометрические или биметаллические термометры и сигнализаторы (см. рис. 34), в том числе и самодельные из двух стержней: алюминиевого и железного.

Конец термосигнализатора опускается в канал, по которому поступает дымогазовая смесь в сушилку. Контакты на выходе соединяются с кнопочными контактами электрозвонка типа ЗД-3. Два контакта звонка подключаются к электросети напряжением 220v таким образом, что звонок включается в работу одновременно с включением рубильника электродвигателя нагнетательного вентилятора.

Кнопочные концы звонка, когда они разомкнуты, находятся под напряжением 10—12 в, благодаря чему параллельно к прибору подключается лампочка 12 в.

Когда температура в сушилке достигает критической, заданной величины, контакты сигнализатора замыкаются, зеленая лампочка гаснет и начинает звонить звонок.

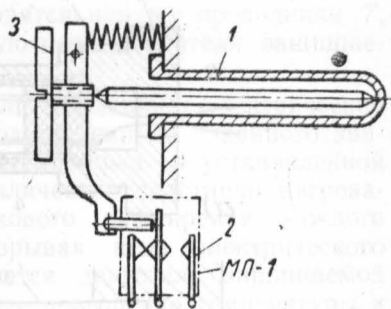


Рис. 34. Сигнализатор dilatометрический ДЖК-2

1 — трубка со стержнем; 2 — контакты;
3 — регулировочный винт.

При добавочной подаче в канал теплоносителя свежего воздуха трубка сигнализатора охлаждается, контакты размыкаются, звонок перестает звонить и загорается зеленая лампа.

б) Контроль температуры подшипников

Контроль температуры подшипников двигателей, насосов, турбин, вентиляторов и т. п. может осуществляться дистанционно различными способами и средствами.

В настоящее время для этих целей применяются реле с биметаллическими пластинами, реле РТ и ТР-200 с изогнутыми инваровыми пластинками, термометры сопротивления, термодары, газо-

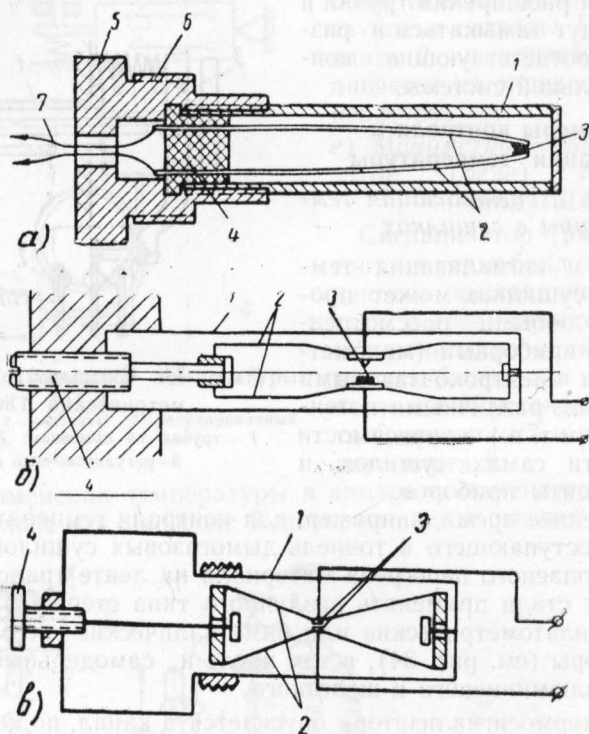


Рис. 35. Биметаллические реле

- а) биметаллическое реле:
 1—латунный стакан; 2—биметаллические пластинки; 3—контакты;
 4—текстолитовая пробка; 5—гайка; 6—резьба; 7—провода;
 б, в) реле РТ и ТР-200.
 1—трубка; 2—инваровые пластинки; 3—контакты; 4—регулиру-
 вочный винт.

баллонные термосигнализаторы ТС-100, реле с легкоплавкими сплавами или со вставками из них и другие. Все они закрепляются в корпусе подшипника. Действие одних из них (приборы с разрывными контактами) основано на разрыве цепи тока при повышении температуры подшипника выше заданного значения, остановке двигателя и подаче соответствующих световых и звуковых сигналов. Дру-

гие работают на изменении силы тока в цепи (термопары, термометры сопротивления) или давления (термобаллоны) и соответствующего отклонения стрелки указывающего прибора.

На рис. 35а показана схема простейшего биметаллического реле (датчика), применяемого для защиты подшипников от перегрева.

Реле представляет собой латунный цилиндрический стакан 1, в котором размещены две биметаллические пластинки 2 с контактами 3. Пластинки состоят из двух слоев металла, называемого биметаллом, с различными коэффициентами линейного расширения и укрепляются в текстолитовой пробке 4, зажимаемой гайкой 5. Гайка имеет наружную резьбу 6, при помощи которой реле ввинчивается в нарезное отверстие в защищаемом подшипнике и погружается в него до соприкосновения со смазкой подшипника. От биметаллических пластинок через отверстие гайки выводятся наружу проводники 7, которые подключаются в электрическую цепь двигателя защищаемой машины.

Реле обеспечивает размыкание (или замыкание) электрической цепи при повышении температуры подшипника до заданного значения. При повышении температуры подшипника до установленной заранее безопасной величины биметаллические пластинки нагреваются, изгибаются вследствие неодинакового расширения каждого слоя и размыкают свои контакты, разрывая цепь электрического тока. В результате этого останавливается двигатель защищаемой машины и предотвращается дальнейшее повышение температуры в подшипниках. Регулировка реле производится перед его сборкой путем подгибания пластинок.

Промышленностью выпускаются в настоящее время реле или датчики температуры типа РТ и ТР-200 (рис. 33б, в). Принцип работы их основан на разности удлинений трубки 1 и изогнутых инваровых пластинок 2, которые изгибаются при повышенной температуре и размыкают контакты 3. Эти датчики обеспечивают мгновенное переключение контактов при достижении установленной температуры. Датчик имеет регулировочный винт 4 для установки температуры его срабатывания.

в) Сигнализация и защита компрессоров от перегрева и возможного взрыва

Перегрев воздушных компрессоров может быть причиной их взрыва. В компрессоры проникают пары смазочного масла, которые при высокой температуре разлагаются с выделением различных углеводородов; продукты разложения могут самовоспламеняться от высокой температуры сжатого воздуха, искр электростатического разряда и т. п. Кроме того, высокая температура сжатого воздуха вызывает перегрев цилиндра, что может быть причиной его разрыва. Поэтому не допускается повышение температуры воздуха более 140—160°.

Поддержание в компрессорах допустимой температуры достигается водяным охлаждением цилиндра, а также охлаждением воздуха (при высоких давлениях) после каждой ступени в промежу-

точных холодильниках. Нарушение действия системы охлаждения вызывает повышение температуры сжатого воздуха и может быть причиной взрыва. Для предупреждения подобных явлений предусматривают автоматическую сигнализацию и автоматические приборы, останавливающие работу компрессора в случае прекращения подачи охлаждающей воды.

На рис. 36 показана схема прибора, останавливающего двигатель компрессора в случае прекращения подачи воды.



Рис. 36. Схема защиты компрессоров

1—манометр; 2—стрелка; 3—контакт; 4—электромагнит; 5—источник тока; 6—рубильник.

В приборе используется манометр, заблокированный с двигателем компрессора. При падении давления в водопроводной магистрали стрелка 2 манометра 1 замыкает контакт 3, в результате чего по катушке 4 электромагнита будет протекать ток источника 5; электромагнит 4 притянет нож рубильника 6 и отключит двигатель компрессора. В эту же схему может быть включен электрический звонок, сигнализирующий о прекращении подачи воды.

§ 2. КОНТРОЛЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТА ОТ ИЗБЫТОЧНЫХ ДАВЛЕНИЙ

Контроль и сигнализация давления, защита от недопустимых избыточных давлений применяется во всех технологических процессах, которые протекают при давлениях выше атмосферного. Это обеспечивает своевременное принятие мер по предупреждению возможности разрыва аппаратов, появления неплотностей в местах соединений, утечки продукта и образования горючей или взрывоопасной среды в помещениях.

1. Приборы контроля и сигнализации давления

а) Показывающие и самопишущие манометры

Основными, наиболее распространенными приборами промышленного контроля давления являются показывающие и самопишущие манометры (рис. 37) с мембранной коробкой а, плоской мембраной б, с сильфонной коробкой в, трубчатой пружиной г, геликоидальной пружиной в виде винтовой плоской трубки д, жидкостные манометры и др.

В самопишущем манометре (см. рис. 12) перемещение свободного конца манометрической пружины 1 вызывает при помощи тяги перемещение стрелки с пером вокруг центра, совпадающего с осью 2. Расположенный под пером диск (бумажная диаграмма)

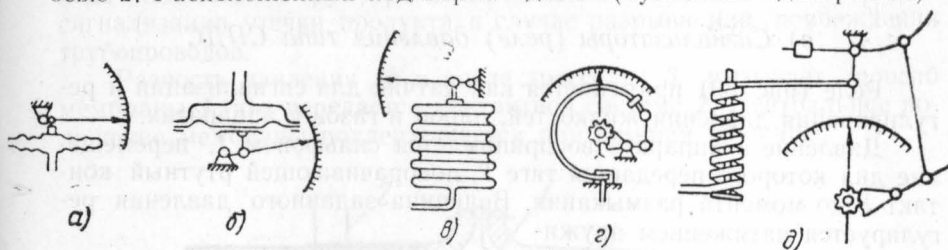


Рис. 37. Схемы пружинных манометров

а) с мембранной коробкой; б) с плоской мембраной; в) с сифоном; г) с манометрической трубкой; д) с геликоидальной трубкой.

вращается при помощи часового механизма или небольшого электродвигателя со скоростью один оборот в сутки. При необходимости применяются также манометры, имеющие устройство для передачи показаний на расстояние и для сигнализации крайних положений показаний давления (электроконтактные манометры).

б) Сигнализаторы (реле) давления типа СПДМ

Реле (рис. 38) применяется как датчик для сигнализации и регулирования давления паров и газов в аппаратах.

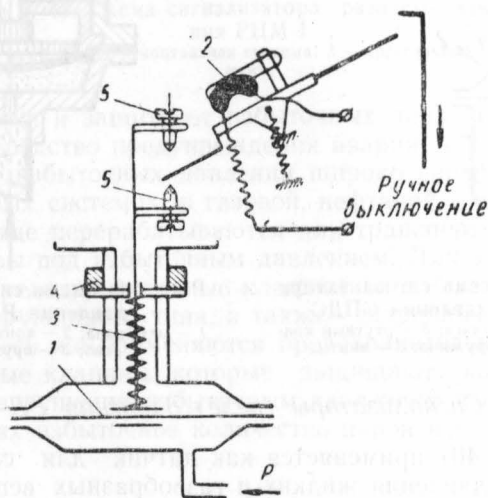


Рис. 38. Схема сигнализатора падения давления СПДМ

1—мембрана; 2—ртутный контакт; 3—пружина; 4—гайка; 5—винты регулировочные.

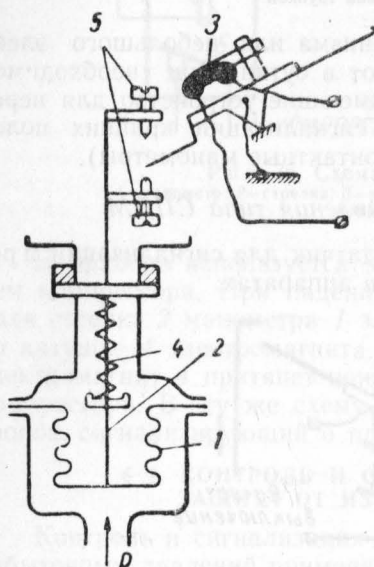
Давление в аппарате воспринимается мембраной 1, перемещение центра которого передается тяге, поворачивающей ртутный кон-

такт 2 до размыкания. Величина заданного давления регулируется натяжением пружины 3 при помощи гайки 4. Пределы регулирования (зона нечувствительности) устанавливаются винтом 5.

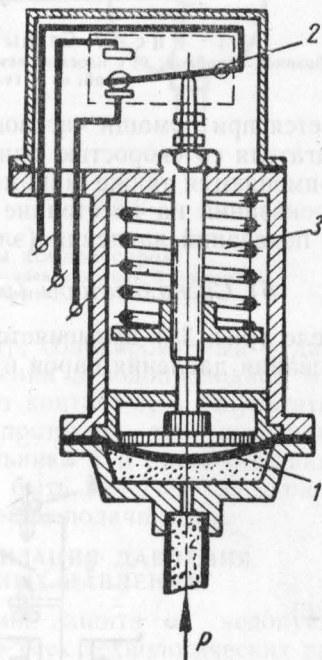
в) Сигнализаторы (реле) давления типа СПДС

Реле (рис. 39) применяется как датчик для сигнализации и регулирования давления жидкостей, паров и газов в аппаратах.

Давление в аппарате воспринимается сильфоном 1, перемещение дна которого передается тяге 2, поворачивающей ртутный контакт 3 до момента размыкания. Величина заданного давления регулируется натяжением пружины 4. Пределы регулирования устанавливаются винтом 5.



Р и с. 39. Схема сигнализатора падения давления СПДС
1 — сильфон; 2 — тяга; 3 — ртутный контакт; 4 — пружина; 5 — винты.



Р и с. 40. Схема сигнализатора давления РД-М5
1 — мембрана; 2 — контактное устройство; 3 — пружина.

г) Сигнализаторы (реле) давления РД-М5

Реле (рис. 40) применяется как датчик для сигнализации и регулирования давления жидких и газообразных веществ в аппаратах.

Изменение давления в аппарате воспринимается мембраной 1, перемещение которой передается контактному устройству 2, вызывающему размыкание и замыкание соответствующей цепи сигнализации или регулирования. Пределы заданного значения давления устанавливаются сменными пружинами 3.

д) Сигнализаторы (реле) разности давлений типа РЦМ-1

Реле (рис. 41) применяется для контроля и сигнализации расхода жидкостей в трубопроводах, но может быть использовано для сигнализации утечки продукта в случае разрыва или повреждения трубопроводов.

Разность давления до и после дросселя 3 вызывает прогиб мембраны 1, что передается контактной системе 2. Нейтральное положение мембраны поддерживается при помощи пружины.

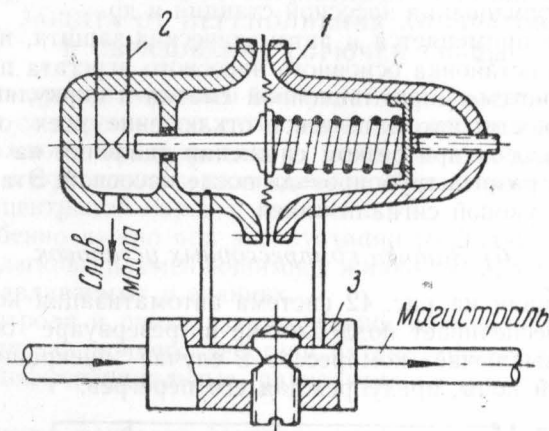


Рис. 41. Схема сигнализатора разности давления РЦМ-1

1 — мембрана; 2 — контактная система; 3 — дроссельный элемент.

Сигнализация и защита от избыточных давлений широко применяются как средство предупреждения аварии, пожаров и взрывов.

Защита от избыточных давлений широко внедряется в котельных, паросиловых системах, в газовой, нефтяной и химической промышленности, где перерабатываются или транспортируются жидкости, пары и газы под избыточным давлением. Для этого в основном применяются предохранительные клапаны от избыточного давления рычажного и пружинного типа, а также гидравлические системы. Кроме того, здесь же применяются предохранительные так называемые взрывные клапаны, которые защищают коммуникации и аппараты от разрушения избыточным давлением в случае взрыва. В обоих случаях избыточное количество паров и газов выпускается в атмосферу.

2. Примеры контроля, сигнализации и защиты от избыточных давлений

а) Сигнализация и защита насосных станций

На магистральных нефтепродуктопроводах, кроме автоматического контроля и регулирования основных параметров, применяется автоматическая сигнализация о снижении давления на линии нагне-

тания насосной, которая оповещает о наличии утечек или разрывов на магистральном трубопроводе за станцией. Автоматическая сигнализация о снижении расхода на приеме насосной, оповещает о наличии утечки или разрыва трубопровода перед станцией. Кроме того, на магистральных нефтепроводах применяется автоматическая сигнализация о снижении или повышении давления в системе подачи охлаждающей воды; звуковая сигнализация об аварийном отключении насосов; предупредительная сигнализация об аварийном состоянии вспомогательного оборудования; исполнительная сигнализация состояния оборудования насосной станции и др.

Здесь же применяется и автоматическая защита, например, автоматическая остановка основного насосного агрегата при снижении давления в системе циркуляционной смазки и циркуляции уплотнительной жидкости; автоматическое отключение всех основных работающих насосов при резком снижении давления на выкиде, что указывает на разрыв трубопровода после насосной. Эта защита объединена со звуковой сигнализацией.

б) Защита компрессорных установок

Приведенная на рис. 42 система автоматизации компрессорной установки обеспечивает поддержание в резервуаре определенного давления и выключает компрессор в случае прекращения подачи охлаждающей воды, предупреждая его перегрев.

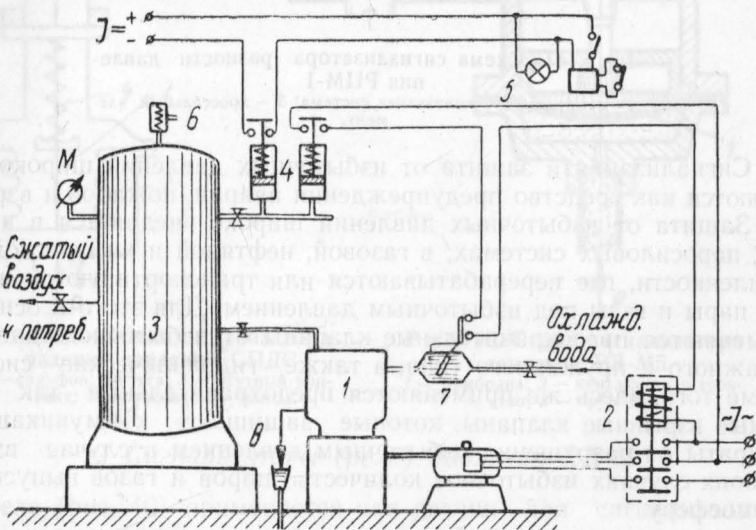


Рис. 42. Схема автоматической защиты компрессорной установки
1 — компрессор; 2 — магнитный пускатель; 3 — резервуар со сжатым воздухом; 4 — реле давления; 5 — световой и звуковой сигналы; 6 — предохранительный клапан; 7 — струйное реле; 8 — сливная труба.

Установка имеет два реле давления 4, одно из которых в случае падения давления в резервуаре действует на автоматическое включение компрессора 1 при помощи магнитного пускателя 2 для

увеличения давления в резервуаре 3 до нужной величины. Компрессор работает до момента достижения в резервуаре необходимого давления и автоматически останавливается, так как правое реле 4 размыкает цепь электродвигателя компрессора.

При прекращении подачи охлаждающей воды струйное реле 7 вызывает остановку компрессора, разрывая цепь электродвигателя. При пуске воды вновь реле 7 замыкает контакты цепи магнитного пускателя 2, который включает электромотор компрессора.

§ 3. КОНТРОЛЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ УРОВНЯ, ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕПОЛНЕНИЯ АППАРАТОВ И ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СРЕДЫ

Контроль уровня горючего продукта в аппаратах и хранилищах обеспечивает своевременную сигнализацию о степени их наполнения и дает возможность предупредить их переполнение, разлив или утечку продукта в помещение и возможность образования в них взрывоопасных концентраций паров и газов.

Это особенно важно при эксплуатации различных аппаратов и хранилищ с легковоспламеняющимися жидкостями, а также газгольдеров, устанавливаемых в зданиях.

Для контроля и сигнализации уровня применяются различные местного и дистанционного действия автоматические приборы. (поплавковые, дифференциальные, радиоактивные, ртутные, электрические и др.).

Большинство приборов контроля уровня имеет автоматическую сигнализацию, особенно крайних, предельных положений уровня продукта.

Внедряются в практику и приборы защиты от переполнения аппаратов и хранилищ легковоспламеняющихся жидкостей и газов. Например, автоматически действующие устройства против переполнения газгольдеров газом и образования внутри их вакуума; защитные устройства против переполнения легковоспламеняющимися жидкостями хранилищ, напорных баков, наливных железнодорожных цистерн и мелкой тары.

В качестве приборов защиты от утечки горючих жидкостей из трубопроводов при их повреждении или разрушении применяются различных конструкций обратные клапаны, нефтепрерыватели, автоматически закрывающиеся клапаны при изменении скорости или давления продукта свыше предельной величины и др.

Ниже рассмотрим наиболее распространенные приборы контроля и сигнализации уровня и защиты хранилищ от переполнения и вакуума.

1. Приборы контроля и сигнализации уровня

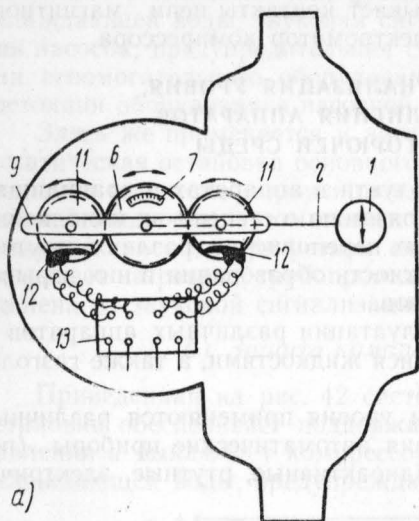
а) Поплавковый сигнализатор уровня жидкости (поплавковое реле РП-40)

Поплавковое реле предназначено для контроля уровня жидкости в различных резервуарах. При отклонении в емкости уровня жидкости от заданного значения происходит перемещение поплавка

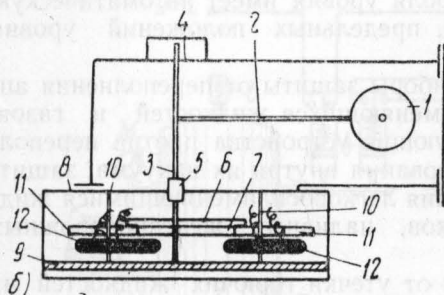
и замыкание или размыкание электрических цепей сигнальных или пусковых устройств. Реле выпускается двух типов с водомерным стеклом и без него. В соответствии с паспортом реле может быть установлено в помещении, опасном в отношении взрыва. Чувствительным элементом реле является поплавков. Реле имеет два ртутных

контактных устройства. При отклонении уровня жидкости от заданного положения поплавков через систему тяг действует на контактные устройства, каждая из которых замыкает или размыкает одну из электрических цепей.

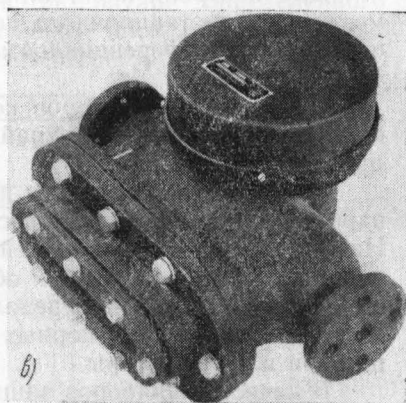
Реле (рис. 43 а, б, в) состоит из круглого поплавка 1, который посредством стержня 2 соединяется с осью 3. На наружном конце оси 3 насажены два дисковых кулачка 6 и 7, ко-



а)



б)



в)

Рис. 43. Сигнализатор уровня РП-40

а, б — схемы; в — внешний вид.

1 — поплавок; 2 — стержень; 3 — ось; 6 — 7 — дисковые кулачки; 8 — 9 — рама; 10 — оси; 11 — диски; 12 — ртутные переключатели; 13 — клеммовая колодка.

торые имеют по выступу и по лапу и вращаются в рамке 8—9. В этой же рамке вмонтированы оси 10, на которых насажены диски 11. К дискам укреплены ртутные переключатели 12. Диски 11 и кулачки 6 и 7 касаются друг друга. Провода от ртутных переключателей 12 подведены к клеммовой колодке 13. Подвод кабеля к клеммовой колодке производится через сальник, находящийся на основании 8. Реле посредством труб монтируется к резервуару, в котором контролируется уровень.

Действие реле основано на подъеме или опускании поплавка 1 в зависимости от изменения уровня жидкости в резервуаре.

Подъем или опускание поплавка в результате изменения уровня жидкости в резервуаре вызывает поворот оси 3 с дисковыми кулачками 6 и 7. При повороте дисковых кулачков происходит поворот дисков 11 и срабатывание ртутных переключателей 12, которые и замыкают соответствующую электролинию сигнализации (верхнего или нижнего предельного уровня). Кроме того, на нижнем дисковом кулачке нанесена шкала с делениями, верхний имеет отверстие и указатель. Через отверстие видна шкала на нижнем кулачке. Максимальная разность уровней 150 мм. Реле может работать при давлении в резервуаре до 5 кг/см^2 . Контакты подвода рассчитаны на 300 ватт. Внешний вид сигнализатора РП-40 показан на рис. 43 в.

б) Поплавковый сигнализатор уровня СУ-1

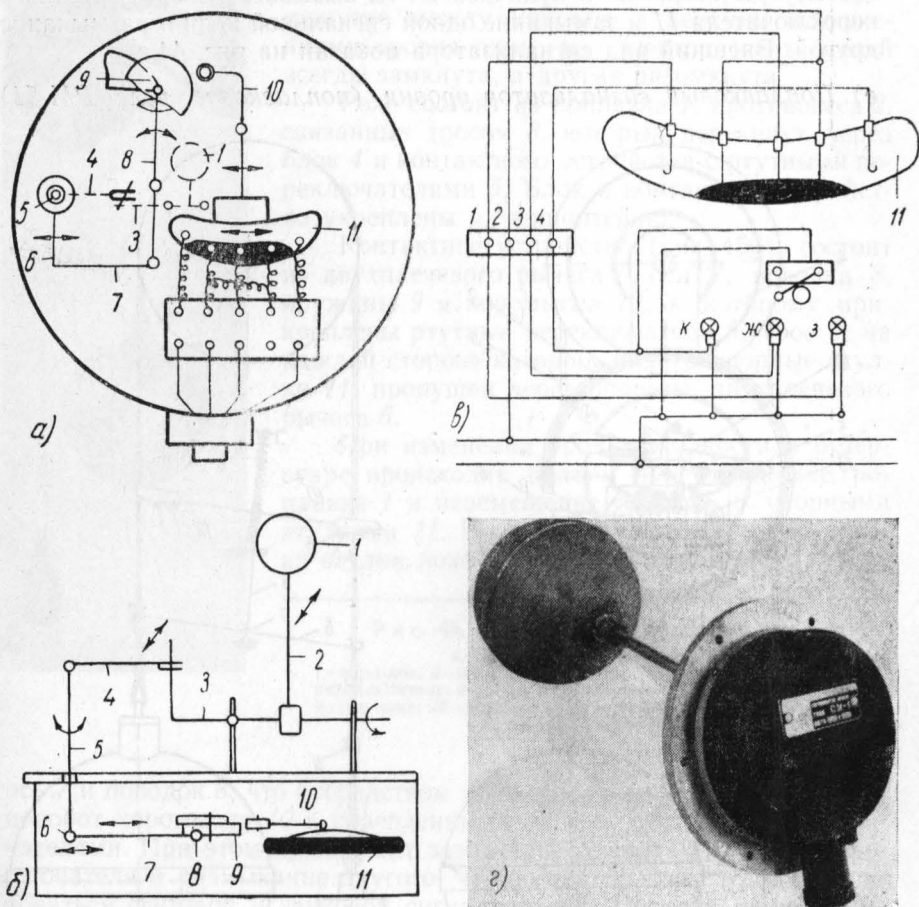


Рис. 44. Сигнализатор уровня СУ-1

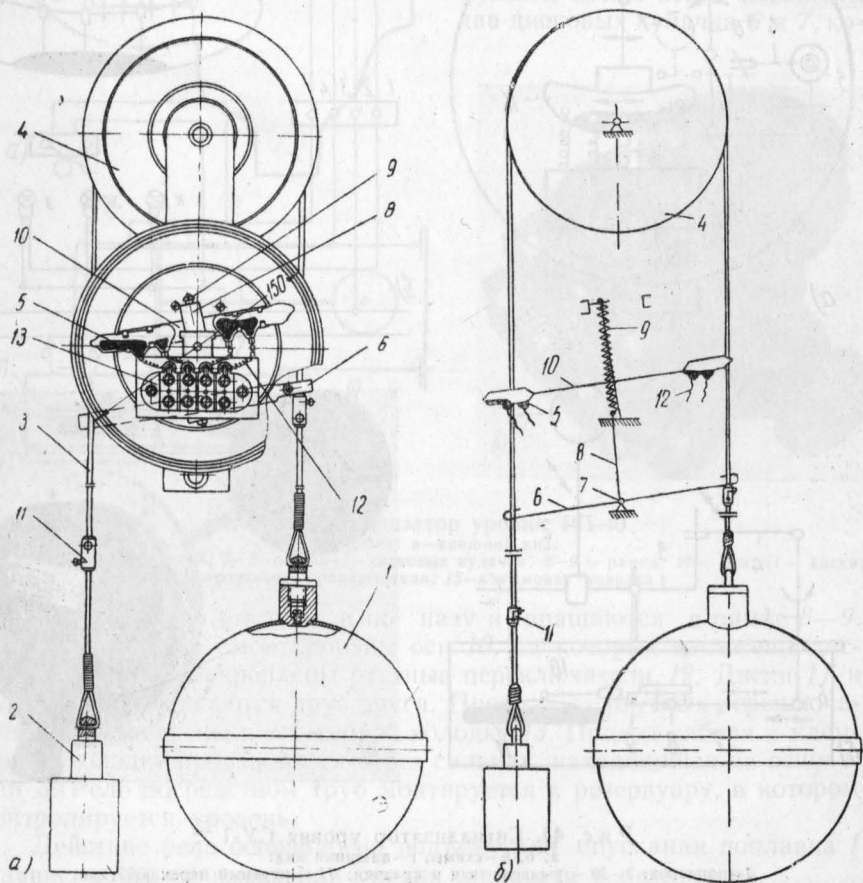
а, б, в — схемы, г — внешний вид:

1 — поплавок; 2—10 — рычаги, тяги и кулачки; 11 — ртутный переключатель.

Сигнализатор СУ-1 предназначен для контроля за положением уровня жидкости в различных резервуарах. Изменение положения уровня жидкости в емкости вызывает поочередное замыкание одной из трех электрических цепей сигнализатора: первой — при уровне выше предупредительного (рабочее положение), второй — при уровне выше аварийного от 50 до 150 мм (предупредительное положение), третьей — при дальнейшем понижении уровня и достижении аварийного положения.

Чувствительным элементом сигнализатора является поплавок 1 (рис. 44а, б, в). Пятиконтактный ртутный переключатель 11 является контактным устройством, позволяющим иметь всегда замкнутой одну из электрических цепей в зависимости от изменения уровня жидкости в резервуаре. При изменении уровня поплавок 1 через систему рычагов, тяг и кулачков 1—10 вызывает поворот ртутного переключателя 11 и замыкание одной сигнальной цепи и размыкание другой. Внешний вид сигнализатора показан на рис. 44 г.

в) Поплавковый сигнализатор уровня (поплавок реле РМ-51)



Поплавковое реле РМ-51 применяется для контроля за двумя положениями уровня жидкости в различных резервуарах и емкостях высотой изменяемого уровня продукта от 0,5 до 10 м.

Чувствительным элементом сигнализатора является поплавок 1, а контактным устройством — пружинный переключатель с ртутными контактами 5 (рис. 45а). При изменении уровня жидкости до нижнего или верхнего контролируемого положения контактное устройство под воздействием поплавка через систему тросов и рычагов вызывает одновременно замыкание одной электрической цепи сигнальных или пусковых устройств и размыкание другой. В промежутке между нижним и верхним положениями уровня одна из электрических цепей всегда замкнута, а другая разомкнута.

Реле состоит из поплавка 1, противовеса 2, связанных тросом 3, который перекинут через блок 4 и контактного устройства с ртутными переключателями 5. Блок и контактное устройство укреплены на кронштейне.

Контактное устройство (рис. 45б) состоит из двухплечевого рычага 6, оси 7, поводка 8, пружины 9 и коромысла 10, к которому прикреплены ртутные переключатели 5. Трос 3, на каждой стороне которого надеты упорные втулки 11, пропущен через прорезы двухплечевого рычага 6.

При изменении уровня жидкости в резервуаре происходит подъем или опускание поплавка 1 и перемещение троса 3 с упорными втулками 11. При достижении заданного уровня втулки поворачивают двухплечевой рычаг 6,

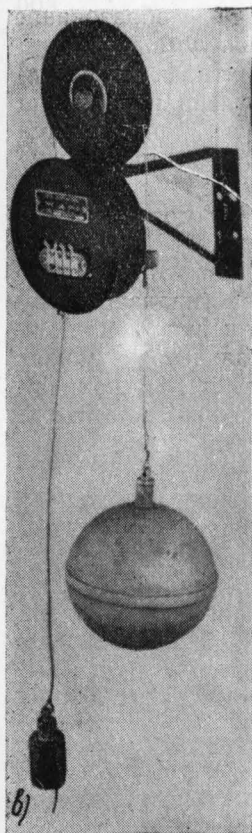


Рис. 45. Сигнализатор уровня РМ-51

а, б — схемы, в — внешний вид:
1 — поплавок; 2 — противовес; 3 — трос; 4 — блок; 5 — ртутный переключатель; 6 — двухплечевой рычаг; 7 — ось; 8 — поводок; 9 — пружина; 10 — коромысло; 11 — упорные втулки; 12 — провода; 13 — клеммы.

ось 7 и поводок 8, что посредством пружины 9 вызывает мгновенный поворот коромысла 10 с укрепленными на нем ртутными переключателями. При этом происходит замыкание одного ртутного переключателя и размыкание другого, что соответственно будет фиксироваться световой и звуковой сигнализацией. Провода от ртутных контактов подведены к клеммам 13, от которых идут электролинии к сигнальным устройствам. Реле при соответствующей защите может устанавливаться в помещениях, опасных в отношении взрыва. Внешний вид сигнализатора показан на рис. 45в.

2. Примеры контроля и сигнализации уровня

а) Контроль за степенью наполнения газгольдеров

Перепополнение мокрых газгольдеров, установленных в зданиях, вызывает утечку газа в помещение и может быть причиной образования в них взрывоопасных концентраций. Превышение расхода газа над его поступлением может вызвать опускание колокола мокрого газгольдера и шайбы сухого газгольдера до нижнего крайнего положения и образование под ними вакуума.

Для контроля и сигнализации степени наполнения газгольдеров применяются различные автоматические показывающие, сигнализирующие и самозаписывающие приборы.

Для автоматического контроля и сигнализации степени наполнения мокрых и сухих газгольдеров может быть применен при наличии соответствующей защиты и рассмотренный выше сигнализатор уровня РМ-51. В этом случае необходимо поплавок снять и конец троса 3, связанный с поплавком, соединить с колоколом мокрого газгольдера или с шайбой сухого газгольдера, которые будут вы-

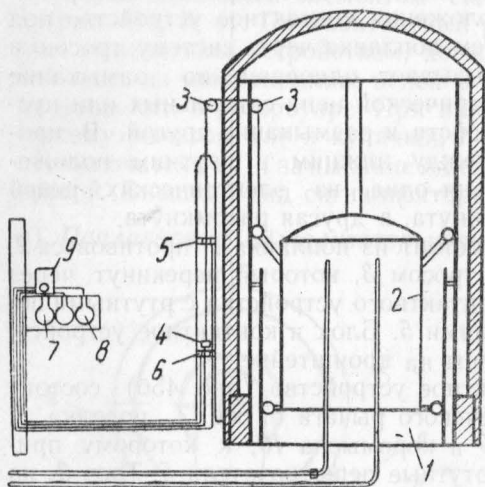


Рис. 46. Схема сигнализатора степени наполнения газгольдера

1 — бассейн газгольдера; 2 — колокол; 3 — ролики; 4 — подвижный груз с контактной пластиной; 5, 6 — неподвижные контакты; 7, 8 — сигнальные лампы; 9 — звонок.

полнять роль чувствительного элемента, перемещаясь вверх и вниз в зависимости от степени наполнения газгольдеров.

Простейший сигнализатор степени наполнения мокрого газгольдера показан на рис. 46.

Он состоит из подвижного груза 4 с контактной пластиной, который соединен с помощью троса, пропущенного через ролики 3, с колоколом газгольдера 2; двух неподвижных контактов 5 и 6 (нижнего и верхнего крайнего положения колокола), сигнальных ламп 7 и 8 (тех же крайних положений) и звонка 9, сигнализирующего о верхнем крайнем положении.

Перемещение колокола газгольдера до крайних положений вызывает подъем или опускание груза 4 и замыкание соответствующих контактов 5 или 6, сигнальных ламп и звонка, которые установлены в диспетчерском помещении.

б) Защита и сигнализация против перепополнения газгольдеров

Для предупреждения перепополнения газгольдеров газом применяются простейшие автоматические приспособления. В частности,

Во избежание переполнения сухих газгольдеров их оборудуют автоматическим клапаном 2 (рис. 47), который открывается при верхнем предельном положении шайбы под действием груза 3 и выпускает избыток газа в атмосферу через свечу 4. Опускание груза 3 вниз и открывание клапана 2 обеспечивается перемещением вверх вместе с поршнем противовеса 6. Этот клапан может быть применен и для предупреждения переполнения мокрых газгольдеров.

Для указанных целей могут быть использованы и сигнализаторы уровня РМ. В этом случае ртутные переключатели должны быть подключены через реле или непосредственно в линию выключения газовых компрессоров: нагнетательного — при достижении колоколом или шайбой газгольдеров верхнего уровня и расходного — при достижении ими нижнего уровня.

Для автоматического контроля за подачей газа в газгольдеры и их защиты от переполнения и вакуума лабораторией ВНИИЖ разработан новый прибор УДС-1 (универсальный дистанционный сигнализатор). Этот прибор обеспечивает дистанционный контроль за движением колокола газгольдера, автоматическую звуковую и световую сигнализацию и отключение газовых (водородных) компрессоров при достижении нижнего и верхнего предельного положения колокола.

Прибор (рис. 48) состоит из двух сельсинов 1 и 5, показывающего устройства 6, реле минимума и максимума 8 сигнальных ламп и звонка, промежуточного реле 10 и магнитного пускателя компрессора 9. Сельсин-датчик 1 соединен через редуктор 2 и трос 3 с колоколом газгольдера 4. На роторе сельсин-приемника 5 укреплены стрелка показывающего прибора 6 и два электроконтакта крайних положений колокола 5 и 25. Каждый из сельсинов питается отдельно от сети переменного тока 127 в.

Трехфазные обмотки роторов, которые связаны друг с другом трехпроводной линией связи соединены звездой. При одинаковом положении роторов относительно статоров в их обмотках индуктируются ЭДС, соответственно равные по величине и фазе. При вращении ротора-датчика ЭДС, индуктируемая в его обмотке, изменяется как по величине, так и по фазе. В результате равновесие ЭДС роторов двух сельсинов (датчика и приемника) нарушается и в линии связи появляется ток. Этот ток создает вращающий момент в роторе сельсина-приемника, который вследствие этого поворачивается на такой же угол, как и ротор сельсина-датчика, то есть до положения, соответствующего новому равновесию ЭДС.

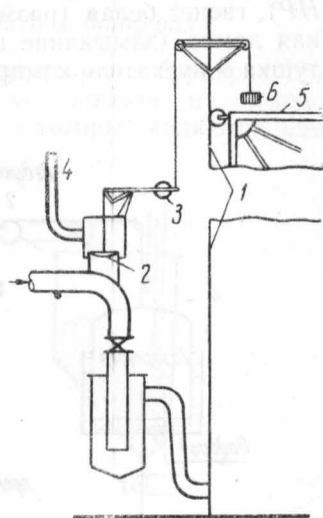


Рис. 47. Схема защиты газгольдера от переполнения газом
1—стенки газгольдера; 2—клапан;
3—трос; 4—свеча; 5—поршень;
6—противовес.

Когда колокол газгольдера находится в промежуточном положении, горит белая лампа 7 и стрелка вторичного прибора показывает фактическое количество газа. Когда колокол доходит до верхнего крайнего положения, стрелка прибора 6 замыкает контакт 5, включая цепь реле 8 МКУ-48 позиция А. При этом системой контактов включается звуковой сигнал (замыкание средних контактов НР), гаснет белая (размыкание контактов НЗ) и загорается красная лампа (замыкание верхнего контакта НР) и отключается катушка 9 пускателя компрессора.

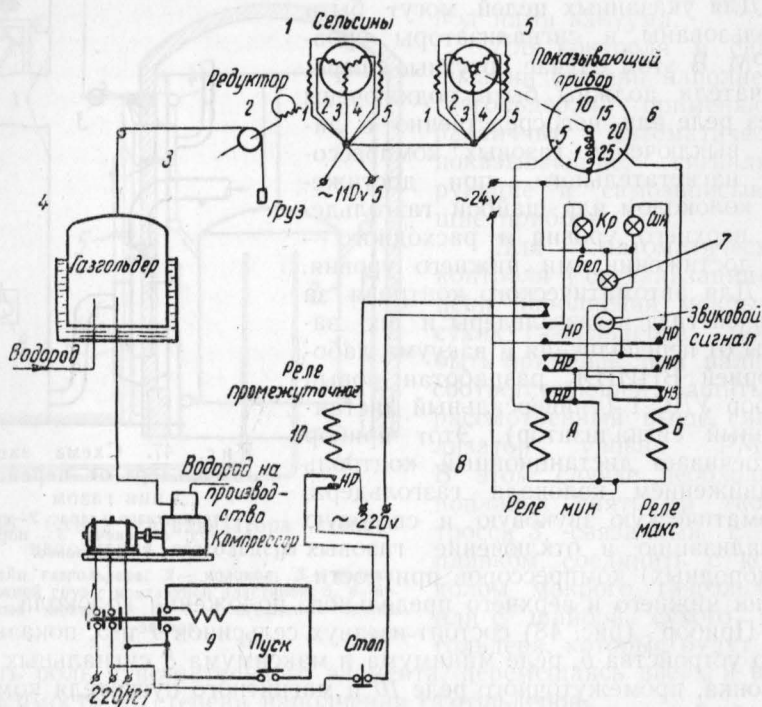


Рис. 48. Схема универсального дистанционного сигнализатора УДС-1

1 — селесин-датчик; 2 — редуктор; 3 — трос; 4 — колокол; 5 — селесин-приемник; 6 — показывающий прибор; 7 — сигнальные лампы; 8 — реле МКУ-48; 9 — катушка пускателя; 10 — промежуточный пускатель.

Вследствие того, что ток цепи катушки пускателя довольно значительный, в цепь включается промежуточный пускатель 10, который своими силовыми контактами разрывает цепь питания пускателя компрессора. Это исключает возможность опускания колокола газгольдера ниже допустимого уровня и вероятность образования вакуума. При достижении колоколом верхнего уровня замыкается цепь того же реле, но в позиции Б, гаснет белая и загорается синяя лампа, звонит звонок. При этом обслуживающий персонал принимает меры к уменьшению подачи газа в газгольдер. Если газ подается в газгольдер компрессором, то, применив второе промежу-

точное реле, можно вызвать разрыв контактов цепи пускателя нагнетающего компрессора и его автоматическую остановку, предупредив переполнение газгольдера.

Подобного рода приборы могут обслуживать и другие аппараты с парами и газами.

в) Сигнализация уровня продукта в бункерах

Для контроля уровня пылевидного материала в бункерах применяют автоматические указатели уровня со световой и звуковой сигнализацией, чувствительным элементом в которых являются элек-

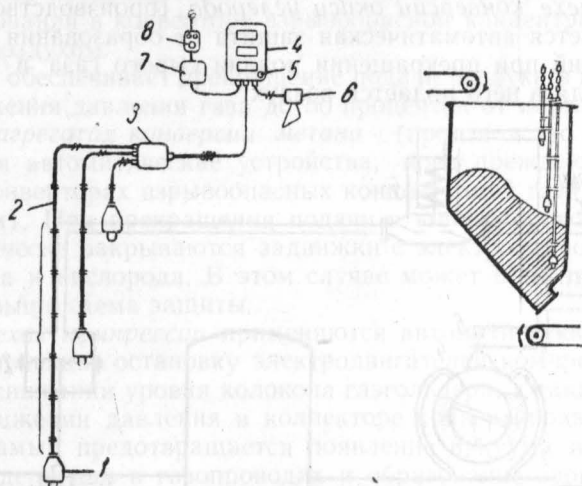


Рис. 49. Схема сигнализации уровня продукта в бункерах

1—контакты с грузиками; 2—многозвенные трубки; 3—распределительная коробка; 4—световая панель; 5—кнопка прекращения сигналов; 6—сирена; 7—трансформатор; 8—предохранительный выключатель.

трические контакты с грузиками (рис. 49). Указатель уровня состоит из контактов с грузиками 1, многозвенных трубок 2, распределительной коробки 3, световой панели 4, кнопки для прекращения сигналов 5, сирены 6, трансформатора 7 и предохранительного выключателя 8.

По достижении пылевидным материалом соответствующего контакта 1 замыкается электрическая цепь и загорается соответствующая лампа на панели 4. При одном из крайних положений материала в бункере подается звуковой сигнал сиреной 6.

§ 4. ЗАЩИТА ОТ ОБРАЗОВАНИЯ ВЗРЫВОСПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПАРОВ И ГАЗОВ В АППАРАТАХ, ПОМЕЩЕНИЯХ И ТОПОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Современная автоматика обеспечивает возможность предупреждения образования взрывоопасных концентраций паров и газов в аппаратах, в которые по условиям технологического процесса посту-

пают одновременно горючий продукт и воздух, а также возможность предупреждения прорыва паров и газов из аппаратов в помещение, образования взрывоопасных концентраций в топочных пространствах при временной остановке поступления газа в горелки, затухании факела и т. п.

Рассмотрим несколько примеров подобной защиты.

1. Защита от образования взрывчатых концентраций в аппаратах

Для примера рассмотрим защиту таких аппаратов, в которые по условиям технологии подаются горючий газ и воздух.

а) В *цехе конверсии окиси углерода* (производство аммиака) осуществляется автоматическая защита от образования взрывчатых концентраций при прекращении подачи сырого газа в конвертор в случае, когда в него подается воздух.

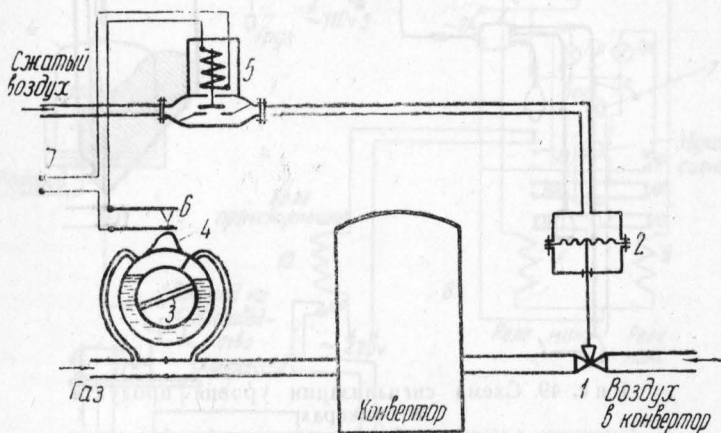


Рис. 50. Схема защиты от образования взрывчатых концентраций в аппаратах

1 — отсекающий клапан; 2 — мембранная коробка; 3 — кольцевые весы; 4 — кулачок; 5 — электромагнитный клапан; 6 — контакты.

Необходимость подачи в конвертор воздуха вызывается снижением активности катализатора с течением времени. В случае снижения активности катализатора в конвертор подают воздух для поддержания требуемого температурного режима за счет сжигания части водорода. При этом количество подаваемого воздуха меньше, чем необходимо для достижения верхнего предела взрываемости газа, концентрация газа выше верхнего предела взрыва. Во избежание образования взрывоопасных концентраций при прекращении подачи в конвертор сырого газа должна быть немедленно приостановлена подача воздуха.

Для этого на линии воздуха, ведущей в конвертор, устанавливается нормальный открытый отсекающий клапан 1 (рис. 50) с пневматическим мембранным исполнительным механизмом 2. Импульсом для него служит перемещение измерительной системы расхода-

мера сырого газа — кольцевых весов 3, которые являются чувствительным элементом — датчиком. Весы при прекращении поступления газа в конвертор вследствие перепада давления начнут поворачиваться.

Кольцевые весы снабжаются кулачковым устройством 4, которое при своем перемещении вследствие поворота кольцевых весов замыкает контакты в цепи электромагнитного пневматического клапана — 5. При открывании с помощью электромагнита этого клапана, сжатый воздух будет поступать и давить на мембрану 2, вследствие чего отсекающий клапан 1 закрывается и поступление воздуха в конвертор прекращается. Этим и предотвращается возможность образования в конверторе взрывоопасной концентрации остатков газа с воздухом.

Прибор обеспечивает прекращение подачи воздуха в конвертор в случае снижения давления газа до 50 процентов от нормального.

б) *На агрегатах конверсии метана* (производство аммиака) применяются автоматические устройства, предупреждающие образование в конверторах взрывоопасных концентраций газа с воздухом (кислородом). При прекращении подачи в конвертор коксового газа автоматически закрываются задвижки с электроприводом на линиях воздуха и кислорода. В этом случае может быть применена и указанная выше схема защиты.

в) *В цехах компрессии* применяются автоматические устройства, обеспечивающие остановку электродвигателей компрессоров при аварийном снижении уровня колокола газгольдера, а также при аварийном понижении давления в коллекторе конвертированного газа.

Этим самым предотвращается появление вакуума под колоколом газгольдера или в газопроводах и образование взрывоопасных концентраций в них вследствие подсоса воздуха.

2. Защита от образования взрывоопасных концентраций в топках

а) *Защита с помощью мембранных элементов*

В газовых горелках с принудительной подачей воздуха при прекращении подачи последнего вследствие остановки вентилятора горение газа прекратится, в результате чего топка и дымоходы котла или печи будут загазованы. Это может привести к образованию взрывоопасной смеси газа с воздухом и взрыву при новом розжиге. При этом не исключена возможность попадания газа в воздухопровод и далее через вентилятор в помещение.

Поэтому такие горелки обеспечиваются автоматами, которые прекращают подачу газа в горелку 1 при прекращении подачи в нее первичного воздуха (рис. 51). В случае остановки вентилятора 2 давление в воздухопроводе и в подмембранном пространстве автомата (чувствительного элемента 3) упадет, в результате чего мембрана под действием груза, веса клапана и штока опустится вниз, прикроет клапан 4 и прекратит поступление газа в горелки и регулятор. При нормальной работе горелки после пуска вентилятора воз-

дух из воздухопровода по импульсной трубке 5 поступает в подмембранное пространство чувствительного элемента 3, выжимает ее вверх вместе с клапаном 4 и обеспечивает поступление газа в горелку.

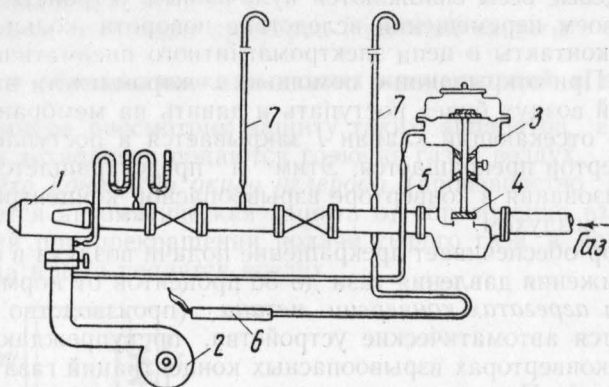


Рис. 51. Схема защиты от образования взрывчатых концентраций в топках

1—горелка; 2—вентиль; 3—мембранная коробка; 4—клапан; 5—импульсная трубка; 6—переносная запальная горелка; 7—продувные свечи.

б) Защита, основанная на электропроводности пламени

Безопасность работы топочных пространств может быть обеспечена с помощью автоматических систем, основанных на электропроводности пламени.

Рассматриваемая ниже такая система обеспечивает безопасность работы топки и котельных установок в случае обрыва пламени на горелках и в период их розжига.

В случае прекращения горения газа на запальной горелке автоматическая система прекращает поступление газа в обе горелки (запальную и основную) и тем самым предотвращает возможность загазования топки и образования в ней взрывоопасных концентраций. Кроме того, автоматическая установка обеспечивает безопасность процесса розжига горелок. До подачи в топку запальной свечи при наличии автомата газ не может поступать в горелки, чем устраняется возможность образования взрывоопасных концентраций в топке перед розжигом.

Схема такой автоматической установки показана на рис. 52.

Работа автоматической установки основана на электропроводности пламени. Питание системы осуществляется переменным током от осветительной сети, который подается на корпус горелки 1 и факельного электрода 2 и этим замыкает сигнальную электрическую цепь. Вследствие большого электрического сопротивления пламени горящего газа по сигнальной цепи проходит относительно слабый ток, который усиливается в электронном усилителе (блоке 3) и приводит в действие реле 3. Реле замыкает электрическую цепь 4, питающую обмотки электромагнитов рабочего 5 и конт-

рольного 6 электромагнитных клапанов, вследствие чего они подтягиваются вверх (открываются) и пропускают газ в основную горелку 7 и запальную 1. В случае прекращения горения газа на запальной горелке электрическая цепь размыкается и через реле выключает подачу тока в обмотки электромагнитных клапанов, в результате чего под собственной тяжестью они опускаются (закрываются) и прекращают поступление газа в обе горелки.

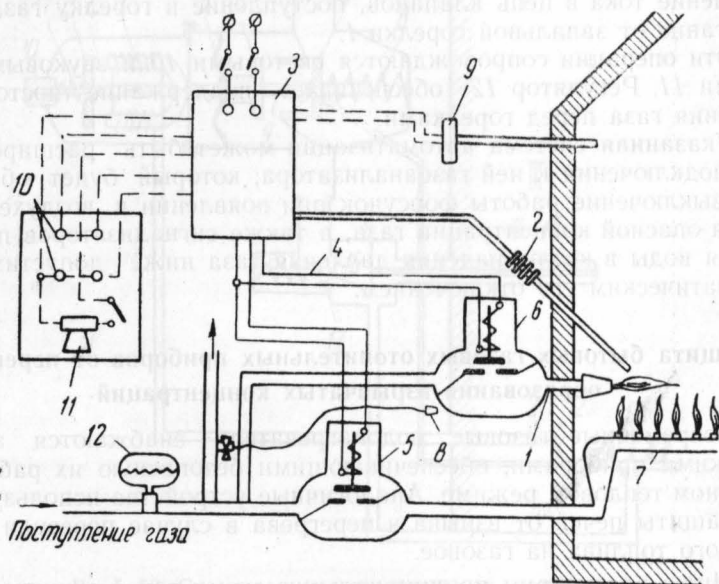


Рис. 52. Схема защиты, основанная на электропроводимости пламени

1—запальная горелка; 2—факельный электрод; 3—электронный блок (усилитель и реле); 4—электроцепь; 5—рабочий электромагнитный клапан; 6—контрольный электромагнитный клапан; 7—основная горелка; 8—переносный запальник; 9—чувствительный элемент; 10—лампа; 11—звуковой сигнал; 12—регулятор давления.

Этим самым предотвращается загазованность топки в случае обрыва факела.

Для включения в работу автоматической установки зажигается газ в переносном запальнике 8 и пламя подносится к запальной горелке 1 так, чтобы оно касалось и конца факельного электрода 2. В этом случае пламя замыкает электрическую сигнальную цепь и при помощи реле 3 включается цепь 4 обмоток электромагнитов клапанов, вследствие чего клапаны поднимаются и газ, поступив в горелки, воспламенится. После этого переносный запальник выключается.

В результате действия указанной автоматической системы газ не может поступить в горелки до подачи в топку запального огня. Этим и обеспечивается предотвращение возможности образования взрывоопасной смеси в топке до зажигания горелок. Прибор дополнен и элементами регулирования.

Автоматическое регулирование работы котла в этом случае производится при помощи терморегулятора, чувствительного элемента 9. В случае повышения температуры воды в котле выше нормального стержень чувствительного элемента, удлиняясь от перегрева, через реле 3, выключает питание током обмотки электромагнитного клапана 5, который закрывается и прекращает подачу газа в основную горелку 7. При понижении температуры воды происходит обратное включение тока в цепь клапанов, поступление в горелку газа и его зажигание от запальной горелки 1.

Эти операции сопровождаются световыми 10 и звуковыми сигналами 11. Регулятор 12 обеспечивает поддержание постоянного давления газа перед горелками.

Указанная система автоматизации может быть расширена за счет подключения к ней газоанализатора, который будет обеспечивать выключение работы форсунок при появлении в воздухе помешения опасной концентрации газа, а также сигнализаторов падения уровня воды в котле, падения давления газа ниже допустимого с автоматическим его отключением.

3. Защита бытовых газовых отопительных приборов от перегрева и образования взрывчатых концентраций

Современные газовые водонагреватели снабжаются автоматическими приборами, обеспечивающими безопасную их работу на заданном тепловом режиме. Аналогичные устройства используются и для защиты печей от взрыва и перегрева в случае перевода их с твердого топлива на газовое.

Ниже рассмотрим принципиальную схему такой защиты с помощью стержневого терморегулятора и электромагнитного клапана (рис. 53), которую можно использовать для любых газовых печей.

На пути движения газа к горелкам устанавливается электромагнитный клапан I и стержневой (дилатометрический) терморегулятор II, которыми обычно оборудуются водонагреватели АГВ-80.

Электромагнитный клапан состоит из электромагнита, двухтарельчатого клапана и мембраны, связанных между собой. Концы обмотки электромагнита (сердечника 1) соединяются с термопарой 2. Дискový якорь электромагнита 3 помещается на стержне 4, который связан с гибкой мембраной 5 и воздействует на шток 9 и двухтарельчатый клапан 6—7. Когда отопительный прибор не работает, спиральная пружина 8 прижимает тарелку клапана 7 к седлу, перекрывает клапан и прекращает поступление газа в запальник 12 и в горелку 13 (рис. 53).

При включении отопительного прибора в работу кнопка 10 электромагнитного клапана нажимается в ручную до отказа. При этом якорь 3 прижимается к сердечнику электромагнита 1, стержень 4 передвигает клапан 6 к седлу и закрывает проход газа к горелке. В камере входа газа тарелка клапана 7 отойдет от седла и откроет проход газа к запальнику 12 через отверстие в корпусе клапана между седлами.

При нагревании спая терморпары от пламени запальника возникает ЭДС, которая обеспечивает удержание электромагнитом 1 якоря 3. При отпущенной кнопке 10 пружина клапана 8 передвигает его назад (влево) по направлению к электромагниту. При этом обе тарелки клапана 6 и 7 установятся в промежуточном положении

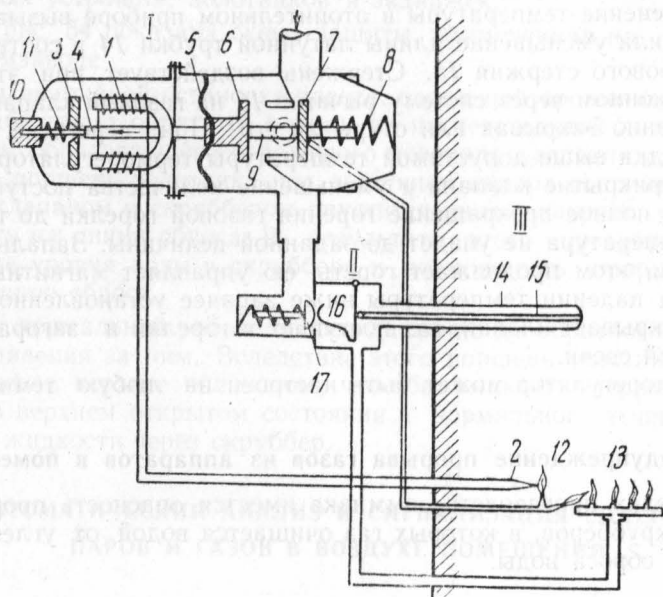


Рис. 53. Схема защиты отопительных приборов

I — электромагнитный клапан; II — терморегулятор; III — печь;
1 — электромагнит; 2 — терморпара; 3 — якорь; 4 — стержень якоря; 5 — мембрана;
6 — тарелка клапана выхода газа; 7 — тарелка клапана входа газа; 8 — пружина;
9 — шток клапана; 10 — кнопка; 11 — пружина якоря; 12 — запальник;
13 — горелка; 14 — латунная трубка; 15 — инваровый стержень; 16 — рычаги;
17 — газовый клапан.

(так как стержень 4 упирается об якорь 3, который удерживается магнитом), оба седла откроются и газ будет поступать к запальнику и к горелке. Выходящий из горелки газ зажжется от пламени запальника и прибор включается в работу.

Если по какой-либо причине прекратится подача газа из газопровода к горелке, то запальник погаснет, терморпара охладится, электродвижущая сила исчезнет, якорь 3 не будет удерживаться электромагнитом и тарелка клапана 7 под действием пружины 8 прижмется к седлу, закрыв проход газа к запальнику и к горелке (см. рис. 53). Этим предотвращается возможность загазования топki отопительного прибора при возобновлении подачи газа по газопроводу и взрыва при новом розжиге.

Терморегулятор может автоматически поддерживать заданную температуру воды в баке водонагревателя, температуру в кладке печи или дымоходах в соответствии с его настройкой и расположением. Стержень регулятора вмонтируется в среду, в которой нужно

поддерживать температуру, например, в бак, в кладку печи на необходимую глубину, в дымообороты и т. п.

По конструкции терморегулятор представляет ранее рассмотренный стержневой (дилатометрический) чувствительный элемент, соединенный с клапаном.

Изменение температуры в отопительном приборе вызывает увеличение или уменьшение длины латунной трубки 14 и соответственно инварового стержня 15. Стержень воздействует при этом свободным концом через систему рычагов 16 на газовый клапан 17, соответственно закрывая или открывая его. При перегреве, например, кладки выше допустимой температуры терморегулятор обеспечивает прикрытие клапана и уменьшение количества поступающего газа или полное прекращение горения газовой горелки до тех пор, пока температура не упадет до заданной величины. Запальная горелка при этом продолжает гореть, ею управляет магнитный клапан. При падении температуры ниже заранее установленной, регулятор открывает клапан, газ поступает в горелки и загорается от запальной свечи.

Терморегулятор может быть настроен на любую температуру.

4. Предупреждение прорыва газов из аппаратов в помещения

В цехах производства аммиака имеется опасность прорыва газов из скрубберов, в которых газ очищается водой от углекислоты, в линию сброса воды.

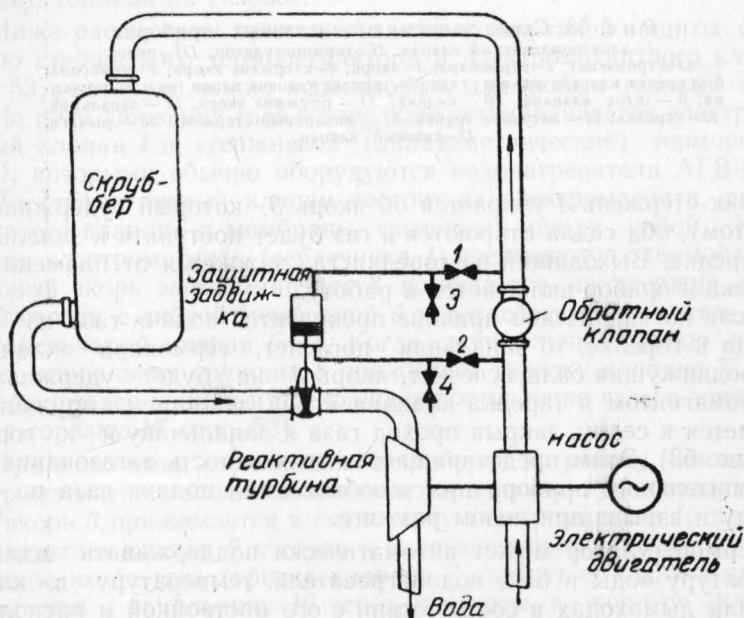


Рис. 54. Схема защиты от прорыва газов

Опасность прорыва газа в реактивную турбину и в линию сброса возникает при аварийном снижении уровня воды в скруббере. Практически используется несколько схем защиты от подобной аварии. Все они основаны на автоматическом закрытии линии сброса в случае понижения уровня воды в скруббере путем применения поплавковых устройств, золотников и задвижек.

На рис. 54 показана схема защиты, примененная на Кемеровском химзаводе.

При аварийной остановке насоса, подающей орошение в скруббер, срабатывает обратный клапан на нагнетательной линии. Под влиянием образовавшегося большого перепада давления до и после клапана поршень золотника под действием напора воды из линии между клапаном и скруббером опустится вниз и закроет защитную задвижку на линии сброса. В результате этого предупреждается снижение уровня воды в скруббере и возможность прорыва газа через линию сброса.

При нормальной работе насоса давление до обратного клапана выше давления за ним. Вследствие этого поршень золотника будет перемещен в верхнее положение, что обеспечивает удержание задвижки в верхнем открытом состоянии и нормальное течение орошаемой жидкости через скруббер.

§ 5. АВТОМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И СИГНАЛИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПАРОВ И ГАЗОВ В ВОЗДУХЕ ПОМЕЩЕНИЙ

Для определения и автоматической сигнализации концентрации горючих паров и газов в помещениях созданы различные газоанализаторы взрывозащищенного исполнения: переносные для периодического анализа типов ПГФ и стационарные автоматические сигнализаторы типов СГГ.

а) Переносные газоанализаторы типов ПГФ

Эти газоанализаторы предназначены для определения содержания в воздухе метана, водорода, коксового газа, паров бензина, спиртов и эфиров. Приборы имеют шкалу, указывающую объемные проценты от нуля до нижнего предела взрываемости.

Действие приборов основано на принципе повышения температуры, нагретой электротоком платиновой спирали вследствие каталитического сгорания на ней анализируемого газа. В результате этого изменяется сопротивление электрической схемы, и гальванометр, включенный в схему, покажет процентное содержание газа в воздухе.

Электрическая схема приборов представляет собой неравновесный мост, два плеча которого составляют платиновые спирали (измерительная и сравнительная) и два других плеча — постоянные сопротивления (рис. 55а).

Анализу подвергается проба газа, которая подается в измерительную камеру газоанализатора при помощи насоса, смонтированного в приборе. При сгорании анализируемого газа на платиновой спирали (R_1) происходит максимальное отклонение стрелки гальванометра (на время около одной секунды), которая указывает содержание газа в воздухе в процентах. Питание прибора осуществляется от двух батарей для карманного фонаря. Внешний вид прибора показан на рис. 55 б.

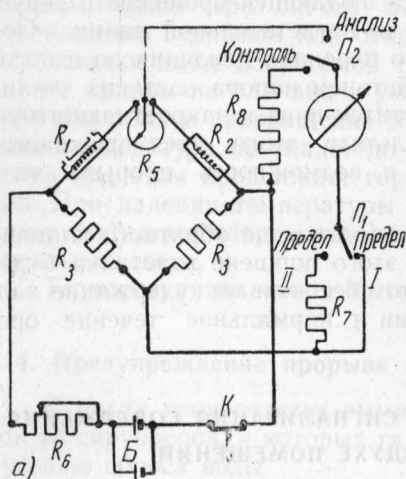


Рис. 55. Газоанализатор ПГФ

а—схема; б—внешний вид

Прибор типа ПГФ1-В1А выполнен во взрывозащищенном исполнении и предназначен для определения метана в воздухе помещений категории В-1 и В-1А. Безопасность работы этого прибора обеспечивается установкой по ходу газа огнезащитных сеток и искробезопасным исполнением всей схемы.

Прибор типа ПГФ-2-ВЗГ выполнен во взрывозащищенном исполнении для определения в воздухе помещений категории В-1 и В-1А горючих паров и газов 1, 2 и 3 категорий взрывчатых смесей групп А, Б и Г. Он может применяться также для определения водорода (газ 4 категории группы А) в воздухе помещений категории В-1 и В-1А. Взрывобезопасность этого прибора обеспечивается установкой взрывозащищенных устройств по ходу газа и целевой защитой (зазорами не более 0,2 мм) на стыках плоскостей корпуса прибора.

б) Стационарные автоматические сигнализаторы типов СГГ

Эти приборы предназначены для определения и автоматической сигнализации наличия в воздухе закрытых помещений горючих паров и газов, при концентрации равной 20% от нижнего предела взрываемости.

Прибор состоит из трех частей: датчика, блока питания и вторичного прибора.

Действие прибора основано на измерении теплового эффекта сгорания горючих газов на активной платиновой нити, включенной в схему неуравновешенного моста, аналогичного со схемой приборов ПГФ. Датчик прибора устанавливается в местах, где наиболее вероятно появление горючего газа. Через камеру датчика непрерывно просасывается воздух из помещения. Если в датчик попадает смесь горючего газа с воздухом, то в результате сгорания этой смеси изменится равновесие моста, что показывается вторичным прибором в виде концентрации газа в воздухе. При содержании в воздухе помещения горючих газов более 20% от нижнего предела взрываемости автоматически включается аварийная сигнализация.

Датчик СГГ2-В2Б выполнен во взрывозащищенном исполнении для газов 1 и 2 категорий группы А и Б; датчик СГГ2-В4А — во взрывозащищенном исполнении для газов 1, 2 и 3 категорий групп А, Б, Г и для газов 4-й категории группы А, а также для ацетилена. Датчик может устанавливаться в помещениях, отнесенных к категориям В-1 и В-1А. Вторичный прибор и блок питания выполнены в нормальном (не взрывозащищенном) исполнении и устанавливаются в помещениях, где нет горючих газов.

Взрывозащищенность датчика обеспечивается щелевой защитой по ходу движения газа. У приборов СГГ2-В2Б размер щелей до 0,3 мм, а у приборов СГГ2-В2А — 0,2 мм. Наличие таких щелей полностью поглощает и гасит энергию взрыва, который возможен в камере датчика.

§ 6. ЗАЩИТА ОТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЖАРА И ВЗРЫВНОЙ ВОЛНЫ

Средства и способы автоматической защиты от распространения пожара и взрывной волны имеют большое значение для локализации возникших загораний, предотвращения возможности разрушения коммуникаций, аппаратов, сооружений и снижения убыточности пожаров и взрывов.

К сожалению, эта отрасль автоматической защиты к настоящему времени еще не получила должного развития.

Защита от распространения пожара и взрывной волны может осуществляться следующими путями:

- автоматическим предупреждением возможности образования горючей или взрывоопасной среды и источников воспламенения в помещениях, технологических аппаратах, производственных коммуникациях и вентиляционных каналах;

- автоматической эвакуацией продукта в случае возникновения пожара из аппаратов, хранилищ, напорных баков, лакокрасочных и закалочных ванн и других емкостей в аварийные резервуары;

- автоматической локализацией пожара и взрывной волны путем перекрытия производственных, технологических коммуникаций и вентиляционных систем после возникновения загорания с помощью автоматически закрывающихся задвижек и заслонок различных конструкций.

Самым надежным способом защиты от распространения пожара является первый. Предупредить образование в аппаратах и хранилищах горючей среды и некоторых источников воспламенения можно при помощи автоматического регулирования технологического процесса. Своевременное обнаружение горючих паров и газов в помещениях еще до наступления взрывоопасных концентраций можно осуществить при помощи переносных и стационарных газоанализаторов, которые рассмотрены выше.

Однако еще недостаточно широко указанные приборы применяются для автоматического анализа содержания паров и газов в производственных коммуникациях и особенно вентиляционных системах.

В настоящее время в основном получили распространение только следующие способы и средства локализации пожара и взрывной волны:

- защита от распространения огня по производственным, технологическим коммуникациям и вентиляционным каналам с помощью автоматически закрывающихся при возникновении пожара задвижек и заслонок различных конструкций.

- защита от распространения пожара по коммуникациям с помощью автоматически включаемых водяных экранов (спринклерных и дренчерных головок);

- защита от распространения огня в смежные помещения с помощью автоматически закрывающихся (при возникновении пожара) противопожарных дверей и занавесов;

- защита от распространения огня и взрывной волны по газовым (особенно ацетиленовым) коммуникациям, производственной канализации предприятий, применяющих легковоспламеняющиеся жидкости с помощью гидравлических затворов, и защита от распространения огня по производственным коммуникациям через предохранительные, дыхательные и выхлопные линии с помощью огнепреградителей (постоянно действующая неавтоматическая защита);

- автоматическая эвакуация продукта в случае возникновения пожара из аппаратов, хранилищ, напорных баков, лакокрасочных и закалочных ванн в аварийные емкости.

Защита от разрушения взрывной волной коммуникаций, аппаратов, зданий и сооружений и локализация взрывной волны производятся с помощью взрывных предохранительных клапанов различных конструкций, взрывных панелей и других средств.

Взрывные автоматически открывающиеся клапаны устанавливаются на аппаратуре и коммуникациях, применяющих и транспортирующих газы, паровоздушные и пылевоздушные смеси.

Взрывные панели заделываются в конструкции здания для выпуска взрывной волны.

Указанные в данном параграфе вопросы здесь не рассматриваются, так как они освещаются в дисциплинах «Пожарная профилактика в строительном деле и технологических процессах».

Глава III

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Для регулирования производственных процессов применяется большое количество автоматических регуляторов. Однако, несмотря на различие в конструктивном выполнении, каждый из них можно отнести к какому-нибудь одному определенному типу, причем количество этих типов составляет сравнительно небольшое число.

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ

Все типы применяемых регуляторов подразделяются по следующим признакам:

По способу воздействия чувствительного элемента на регулирующий орган — на регуляторы прямого и непрямого действия.

По способу регулирования — на регуляторы астатические, статические и изодромные.

По характеру воздействия регулирующего органа на объект регулирования — на регуляторы непрерывного, прерывного, позиционного и шагового действия. Позиционные регуляторы бывают двухпозиционными (вибрационными) и многопозиционными. Шаговые регуляторы бывают с периодической прерывистостью всего процесса и пропорциональные.

По виду (роду) энергии, применяемой для приведения в движение исполнительного механизма, — на регуляторы пневматические, гидравлические, электрические (в том числе электронные).

По назначению — на регуляторы температуры, давления, уровня, расхода, скорости, напряжения и т. п. Очень часто одна и та же конструкция регулирующей системы применяется для регулирования различных величин (параметров), особенно температуры, давления, уровня и т. п.

§ 2. РЕГУЛЯТОРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Регуляторами прямого действия называются такие, в которых чувствительный элемент воздействует непосредственно на изменение положения регулирующего органа без использования энергии внешнего источника.

В этих регуляторах для перемещения регулирующего органа, например, клапана используется энергия регулируемой среды путем преобразования ее в механическую энергию с помощью чувствительного элемента (датчика).

К примерам таких регуляторов относятся статические регуляторы уровня, давления и температуры прямого действия (см. рис. 56—58).

В регуляторе уровня (рис. 56) чувствительным элементом служит поплавок 1, который при всплывании или опускании (вместе с изменением уровня жидкости в сосуде) с помощью рычага 2 действует на регулирующий клапан 3. Такие регуляторы применяются для поддержания постоянного уровня жидкости в любых аппаратах, емкостях, напорных баках и т. п.

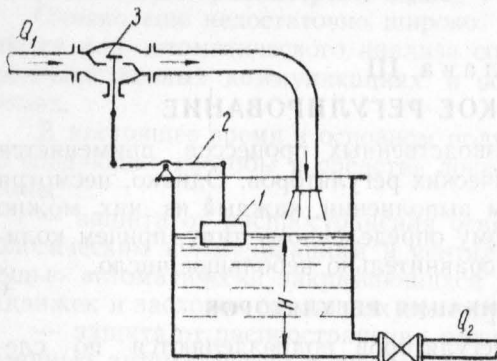


Рис. 56. Схема регулятора уровня прямого действия
1—поплавок; 2—рычаги; 3—регулирующий клапан.

В регуляторах давления прямого действия (рис. 57) чувствительным элементом служит мембрана 1, которая через шток 2 действует на регулирующий клапан 3. Такие регуляторы обычно устанавливаются на газовых коммуникациях для поддержания в системе установки постоянного давления.

В регуляторах температуры прямого действия (рис. 58) чувствительным элементом служит термобаллон 1 (газовый или жидкостный), который через сильфонную коробку 2 действует на регулирующий орган 3. Такие регуляторы могут быть применены для защиты от перегрева печей, переведенных с твердого топлива на газ.

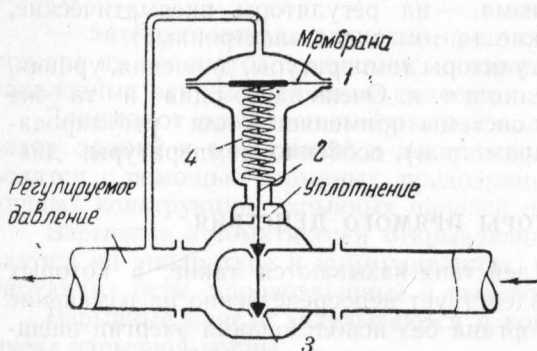


Рис. 57. Схема регулятора давления прямого действия
1—мембрана; 2—шток; 3—регулирующий клапан; 4—пружина.

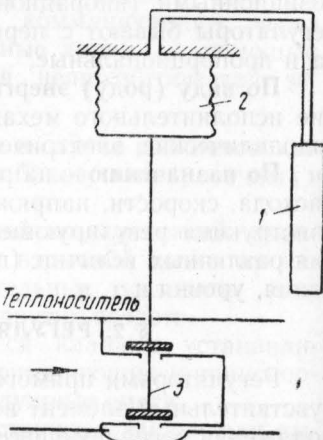


Рис. 58. Схема регулятора температуры прямого действия
1—термобаллон; 2—сильфон; 3—регулирующий клапан.

Указанные регуляторы прямого действия безопасны в пожарном отношении и могут применяться в любой среде.

§ 3. РЕГУЛЯТОРЫ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Регуляторами непрямого действия называются регуляторы, в которых для перемещения регулирующего органа используется энергия от постороннего (вспомогательного) источника.

Эти регуляторы применяются в тех случаях, когда мощность чувствительного элемента (при прямом регулировании) недостаточна для обеспечения перестановки регулирующего органа. Они сложнее и дороже регуляторов прямого действия, но обеспечивают любую практически требуемую точность регулирования.

В указанных регуляторах чувствительный элемент воздействует только на усилитель или управляющий орган сервомотора, в котором за счет подвода энергии извне развивается усилие и мощность, достаточные для перемещения исполнительного механизма (сервомотора), который приводит в движение регулирующий орган (клапан, задвижку и т. п.).

По виду применяемой энергии регуляторы непрямого действия делятся на пневматические, гидравлические и электрические. Пневматические и гидравлические регуляторы обладают полной безопасностью в пожарном отношении и широко применяются в пожаро- и взрывоопасных производствах.

Примерами регуляторов непрямого действия служат регуляторы с золотниковым, дроссельным, струйным, пневматическим, гидравлическим и электронным усилителями, которые рассматриваются ниже.

а) Регулятор с золотниковым усилителем

На рис. 59 приведен регулятор давления непрямого действия с двухходовым золотниковым усилителем, с мембранным чувствительным элементом и поршневым исполнительным органом.

Регулируемое в трубопроводе давление передается на чувствительный элемент, мембрану 1, при помощи которой приводится в движение золотниковый усилитель 2. В результате этого масло под давлением (или сжатый воздух) поступает по трубкам 3—4 или 3—5 в полость А или Б поршневого сервомотора и поршень 6 начнет перемещаться вверх или вниз. Поршень связан с дроссельной заслонкой 7, регулирующей давление. Когда давление будет равно нормальному (заданному), золотник соответственно переместится и отключает поступление масла в трубки 4 и 5.

Изменив чувствительный элемент, регулятор можно использовать и для регулирования температуры или уровня продукта.

б) Регулятор с усилителем сопло-заслонка

В практике широко распространены пневматические регуляторы с системой сопло-заслонка (рис. 60), в которых управляется истечение воздуха из сопла под давлением.

Пока сопло 3, перед которым перемещается заслонка 4 остается открытым, воздух, подаваемый под постоянным давлением по трубе А одновременно в сопло 3 и в надмембранное пространство клапана

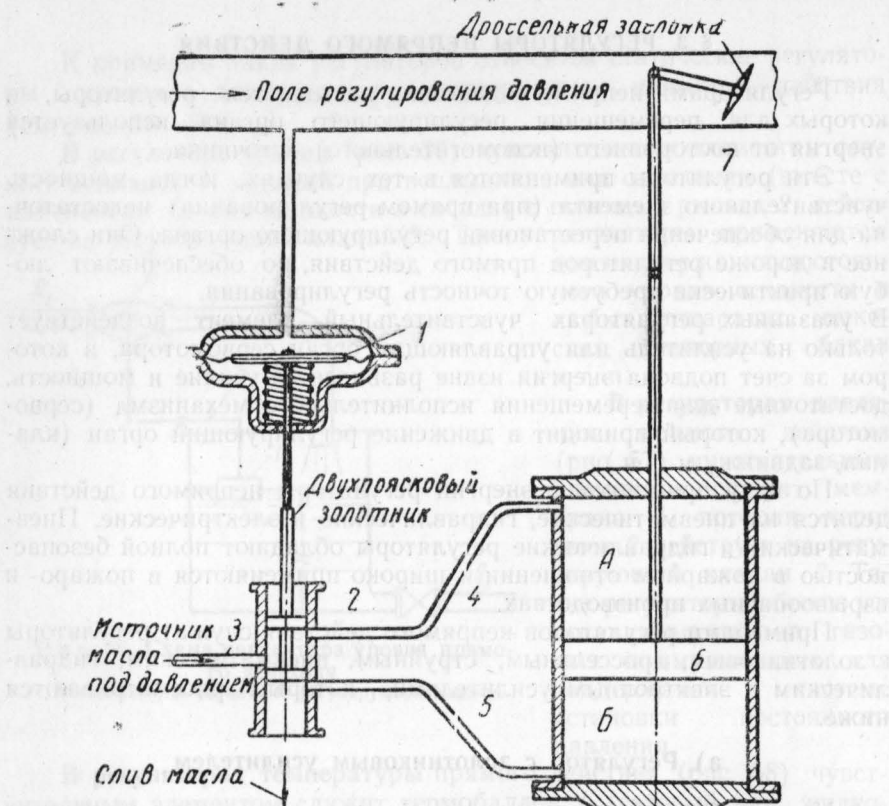


Рис. 59. Схема регулятора с золотниковым усилителем
1—мембранный чувствительный элемент; 2—золотник; 3—подача жидкости извне; 4, 5—трубки, ведущие в сервомотор; 6—поршень; 7—регулирующий клапан.

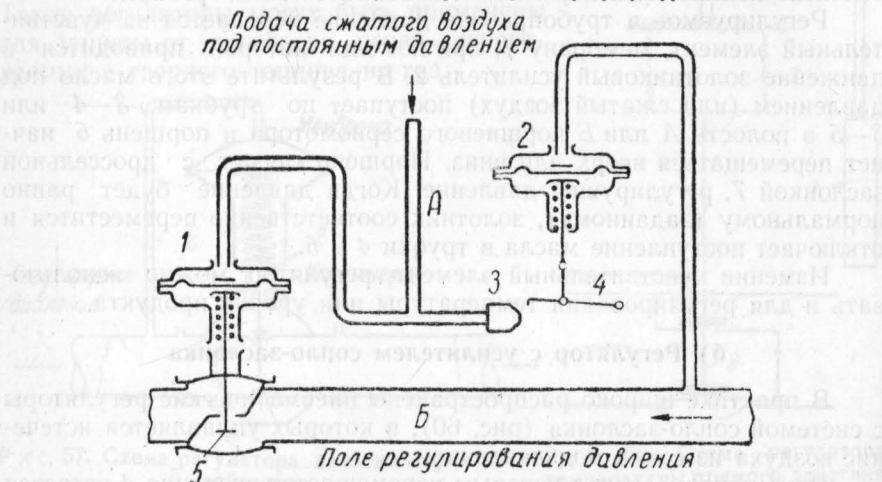


Рис. 60. Схема регулятора с усилителем сопло-заслонка
1—мембранный исполнительный элемент; 2—мембранный чувствительный элемент; 3—сопло; 4—заслонка; 5—регулирующий клапан.

1, истекает через сопло свободно. Если регулируемое давление в трубопроводе *Б* повысится, то под действием этого давления чувствительная мембрана 2 опустится вниз и переместит вниз заслонку 4, которая установится против сопла 3. При этом заслонка будет препятствовать истечению воздуха через сопло и повысится давление над мембраной исполнительного органа 1, в результате чего откроется регулирующий клапан 5 и давление в трубопроводе установится нормальным. Применяв термобаллон или поплавковый чувствительный элемент регулятор можно использовать и для регулирования температуры или уровня продукта.

в) Регуляторы со струйной трубкой

В практике широко распространены пневматические и гидравлические регуляторы со струйной трубкой в качестве усилителя или управляющего элемента сервомоторов (рис. 61).

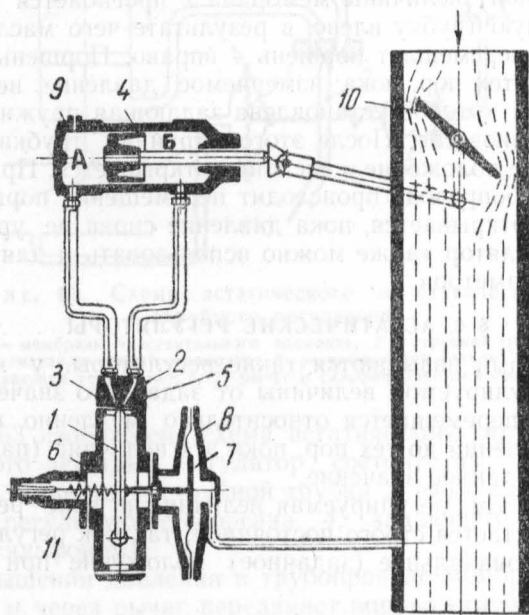


Рис. 61. Схема регулятора со струйной трубкой

1—струйная трубка; 2—разделительная преграда; 3 и 5—каналы; 4—поршень; 6—здатчик с пружиной 11; 7—мембрана; 8—корпус чувствительного элемента; 9—серводвигатель; 10—регулирующая заслонка.

Прибор работает следующим образом. Когда струйная трубка 1 занимает среднее положение, поток воздуха или жидкости, истекающий из ее сопла, попадает в середину разделительной преграды 2. Если трубка отклоняется влево, то поток попадает в приемное отверстие 3 разделительной преграды 2, затем в полость А поршневого сервомотора и воздействует на левую рабочую поверхность поршня 4. При отклонении струйной трубки 1 вправо поток под давле-

нием попадает в отверстие 5 и в полость Б поршневого сервомотора и перемещает поршень 4 влево.

Перемещения поршня передаются на заслонку 10, установленную в трубопроводе (она будет открываться или закрываться, изменяя количество проходящего продукта в трубопроводе). С помощью пружины 11 прибор устанавливается на необходимое давление, которое должно поддерживаться в трубопроводе.

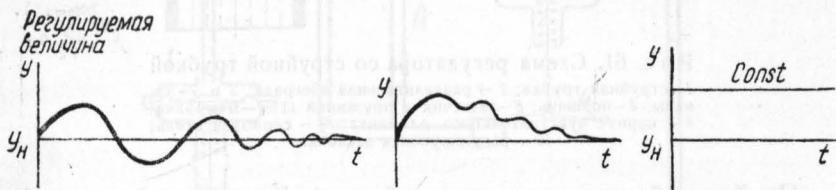
В результате воздействия двух противоположно направленных усилий (задающей пружины 11 и давления в трубопроводе) мембрана 7 чувствительного измерительного устройства 8 прогибается в ту или другую сторону и отклоняет струйную трубку вправо или влево. Вследствие этого повышается давление масла в соответствующей полости А или Б сервомотора 9 и поршень 4, перемещаясь, будет открывать или прикрывать регулируемую заслонку 10.

В случае повышения давления в трубопроводе сверх установленной (заданной) величины мембрана 7 прогибается влево и отклоняет струйную трубку влево, в результате чего масло поступает в полость А и перемещает поршень 4 вправо. Поршень прикрывает заслонку 10 до тех пор, пока измеряемое давление не сравняется с давлением, на которое установлена задающая пружина 11, и не установится равновесие. После этого струйная трубка устанавливается в среднее положение и заслонка открывается. При понижении давления в трубопроводе происходит перемещение поршня 4 влево и заслонка 10 открывается, пока давление снова не уравнивается. Указанный регулятор также можно использовать и для регулирования других параметров.

§ 4. АСТАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ

Астатическими называются такие регуляторы, у которых при отклонении регулируемой величины от заданного значения регулирующий орган перемещается относительно медленно и все время в одном направлении до тех пор, пока эта величина (параметр) снова не примет заданное значение.

Таким образом, регулируемая величина в зоне регулирования (в аппарате) остается строго постоянной, так как регулятор возвращает ее в первоначальное (заданное) положение при достижении



Р и с. 62. Кривые характеристики астатических регуляторов

равновесия $Y = \text{const} = C$. Но эти регуляторы склонны к колебаниям и не обладают требуемой устойчивостью. После возмущающего внешнего воздействия на аппарат получается колебательный затухающий процесс [регулируемая величина не сразу приходит в первоначальное положение (см. рис. 62)].

В этих регуляторах имеется астатический исполнительный элемент или усилитель, например, гидравлический, электрический, электронный, пневматический, но обязательно отсутствует жесткая обратная дополнительная связь, которая имеется в статических регуляторах.

Примерами астатических регуляторов непрямого действия являются: гидравлический регулятор с золотниковым усилителем (см. рис. 59), пневматический регулятор с соплом-заслонкой (см. рис. 60), струйный регулятор, изображенный на рис. 61, электронный регулятор температуры (см. рис. 72) и другие. Рассмотрим сущность действия астатических регуляторов на примере струйного регулятора.

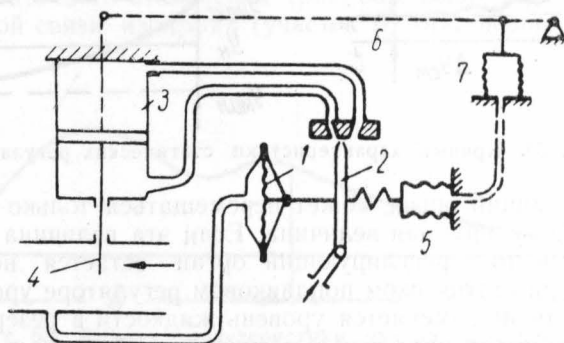


Рис. 63. Схема астатического и статического струйного регулятора

1 — мембрана чувствительного элемента; 2 — струйная трубка; 3 — гидравлический сервомотор; 4 — регулирующий клапан; 5 — задающее устройство; 6, 7 — рычаг и сильфон обратной связи.

На рис. 63 изображена схема астатического **струйного регулятора** непрямого действия. Регулятор состоит из чувствительного мембранного элемента 1, струйной трубки 2, гидравлического серводвигателя 3, регулирующего органа 4, задающего устройства 5 (пружина с сильфоном).

При повышении давления в трубопроводе мембрана 1 переместится вправо и через рычаг передвинет вправо струйную трубку 2. Воздух или жидкость при этом по верхней трубке будет поступать в верхнюю полость серводвигателя 3, вследствие чего поршень опустится вниз и прикроет заслонку 4. Давление в системе упадет до заданного.

При понижении давления ниже заданного струйная трубка под действием пружины и сильфона переместится влево, воздух по нижней трубке будет поступать в нижнюю полость серводвигателя, поршень поднимается вверх и откроет задвижку 4. Давление в системе установится нормальное.

Если в эту систему добавить жесткую обратную дополнительную связь, как показано на рис. 63 пунктиром, то регулятор преобразуется в статический.

§ 5. СТАТИЧЕСКИЕ (ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ) РЕГУЛЯТОРЫ

Статическими регуляторами называются такие, у которых регулирующий орган перемещается, изменяет свое положение пропорционально скорости изменения регулируемой величины в аппарате.

Такие регуляторы являются более устойчивыми, чем астатические, они менее склонны к колебаниям, но допускают некоторое отклонение регулируемой величины от заданного значения и при изменении нагрузки после процесса регулирования не возвращают ее к заданному значению, то есть они обладают статической погрешностью $Y = \text{const} + \Delta Y$ (рис. 64).

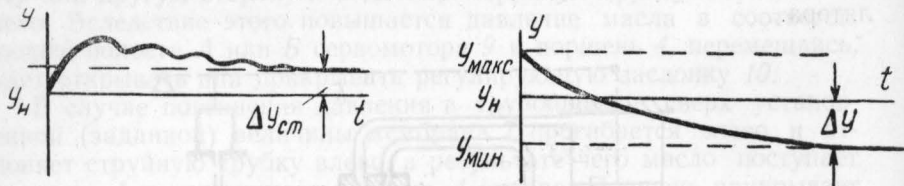


Рис. 64. Кривые характеристики статических регуляторов

Регулирующий орган может перемещаться только тогда, когда изменяется регулируемая величина. Если эта величина в аппарате не изменяется, то и регулирующий орган остается неподвижным. Например, при статическом поплавковом регуляторе уровня прямого действия, если не изменяется уровень жидкости в резервуаре, то не будут перемещаться поплавок и регулирующий клапан.

Статические регуляторы прямого действия являются более устойчивыми, дешевыми и простыми по конструкции. Статические регуляторы непрямого действия имеют дополнительную жесткую обратную связь, которая действует все время (как в период регулирования, так и в период равновесия). Воздействие обратной связи пропорционально перемещению регулирующего органа и происходит одновременно с указанным перемещением.

Примерами статических регуляторов служат поплавковый регулятор уровня прямого действия (см. рис. 56), пневматический регулятор давления непрямого действия с жесткой обратной связью и гидравлический струйный регулятор давления с обратной жесткой связью (в виде пунктира), изображенный выше на рис. 63.

Рассмотрим отличие статических регуляторов от астатических на примере струйного регулятора (см. рис. 63).

Как видно из рисунка, статический регулятор отличается от астатического наличием жесткой обратной связи (на рисунке показано пунктиром). Обратная связь будет оказывать на усилитель (струйную трубку 2) и в итоге на серводвигатель 3 воздействие обратное тому, которое оказывает на них регулируемое давление. Этим улучшается устойчивость процесса регулирования. Например, когда под воздействием избыточного давления струйная трубка 2 отходит вправо и жидкость давит на поршень серводвигателя 3 сверху, вызывая его перемещение вниз и соответственно этому прикрытие клапана 4, обратная жесткая связь в это время вызовет через рычаг 6

сжатие сильфона 7, растяжение сильфона 5, перемещение струйной трубки 2 влево и обратное воздействие на поршень 3 и задвижку 4. В результате регулирующий орган 4 может занять промежуточное устойчивое положение.

§ 6. ИЗОДРОМНЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ

Изодромными называются такие регуляторы, у которых скорость перемещения регулирующего органа пропорциональна величине и скорости изменения регулируемого параметра.

Они обладают свойствами статических (участок А) и астатических (участок Б) регуляторов и обеспечивают достаточную устойчивость и поддержание регулируемого параметра на заданном значении без остаточного отклонения (рис. 65). Благодаря наличию гибкой обратной связи изодрома (участок Б) отклонение регулируемой

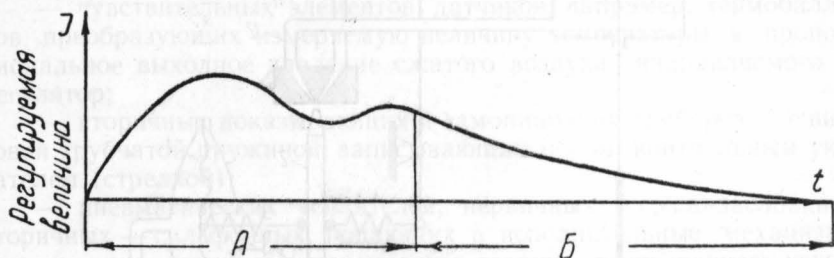


Рис. 65. Кривая характеристики изодромного регулятора

величины с течением времени исчезает, обращаясь в нуль. Изодром снимает статическую ошибку. Воздействие элементов жесткой обратной связи (участок А) здесь проявляется лишь во время переходного режима и прекращается при установившемся режиме (участок Б).

Конструктивно изодромные регуляторы отличаются от статических лишь добавлением механизма изодрома, то есть упругой, гибкой обратной связи. Гибкая обратная связь действует лишь во время процесса регулирования и устраняется при подходе системы к положению равновесия.

Рассмотрим сущность действия изодромных регуляторов на примере гидравлического регулятора.

Регулятор (рис. 66) состоит из чувствительного элемента (датчика) 1, усилителя 2, цилиндра гибкой обратной связи 3, исполнительного органа (сервомотора) 4, регулирующей задвижки 13 и обратной гибкой связи 5—6. Давление, действующее на мембрану 1, уравнивается силой пружины 8. Принцип работы регулятора заключается в следующем.

При повышении регулируемого в трубопроводе (аппарате) давления струйная трубка 2 в результате прогиба мембраны 1 под действием повышенного давления продукта, передаваемого из трубопровода, отклоняется влево. Рабочая жидкость, подаваемая через специальное шарнирное сочленение 9, поступает по трубке 11 в правую

часть цилиндра 3, перемещает поршень 10 влево и растягивает пружину 5. При этом под воздействием рычага 6 струйная труба 2 смещается к среднему положению. Рабочая жидкость из левой части цилиндра 3 перетекает в верхнюю полость сервомотора 4 и давит на его поршень вниз, вследствие чего задвижка на трубопроводе прикрывается.

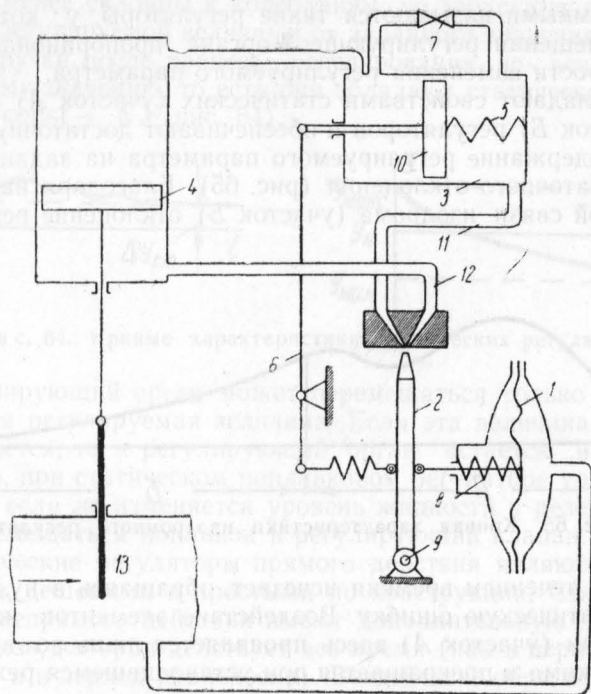


Рис. 66. Схема струйного изодромного регулятора
1—мембрана; 2—струйная трубка; 3—цилиндр гибкой обратной связи; 4—сервомотор; 5—пружина; 6—рычаг обратной связи; 7—дроссель; 8—пружина; 9—полая цапфа; 10—поршень; 11, 12—трубопроводы; 13—регулирующая заслонка.

Вместе с этим под воздействием пружины 5 поршень 10 постепенно возвращается в среднее положение, струйная трубка снова смещается влево, при этом некоторое количество рабочей жидкости перетекает через дроссель 7 из правой части цилиндра 3 в левую, а также в верхнюю полость сервомотора 4. В результате этого поршень 4 сервомотора и регулирующая задвижка совершают дополнительное перемещение и регулируемое давление постепенно возвращается вновь к заданному значению. Поршень 10, струйная трубка 2 и мембрана 1 снова приходят в первоначальное положение, соответствующее заданной величине регулируемого давления.

В случае понижения давления элементы регулятора перемещаются в обратном порядке (направлении). По завершении переходного режима давление вновь становится равным заданному.

Этот регулятор в начале действует как чисто пропорциональный (статический), а затем по мере перетекания рабочей жидкости через дроссель 7 неравномерность его постепенно теряется, приходит к нулю.

§ 7. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ

В производственных условиях, особенно в химической промышленности, широкое распространение получили различные пневматические регуляторы, обеспечивающие автоматический контроль и автоматическое регулирование технологических процессов. Эти регуляторы предназначены для измерения и поддержания постоянства различных величин производственных процессов: температуры, давления, уровня, расхода, напора, тяги и т. п.

Системы пневматического регулирования состоят из следующих элементов:

- чувствительных элементов, датчиков, например, термобаллонов, преобразующих измеряемую величину температуры в пропорциональное выходное давление сжатого воздуха, направляемого в регулятор;

- вторичных показывающих и самопишущих приборов — с винтовой трубчатой пружиной, записывающим пером, контрольным указателем (стрелкой);

- пневматических усилителей, первичных — сопло-заслонка и вторичных — сильфонных, подающих в исполнительные механизмы для их управления давление сжатого воздуха, поступающего извне;

- пневматических (мембранных или поршневых) исполнительных механизмов;

- регулирующих измеряемые в аппаратах величины органов (клапаны, задвижки и т. п.);

- приборов подачи в регулятор командного (управляемого ими) сжатого воздуха: воздушного фильтра и редуктора давления;

- механизма вращения диаграммы (часовой механизм или синхронный электродвигатель);

- элементов надстройки.

Принцип работы пневматических регуляторов заключается в том, что регулятор с измерительной системой получает через чувствительный элемент, который устанавливается в аппарате, данные регулируемой в аппарате величины и после усиления передает необходимые импульсы на исполнительный и регулирующий эти величины органы, а также одновременно перемещает записывающее перо, которое производит запись изменения регулируемой величины во времени.

Положение регулирующего органа (клапана, задвижки) устанавливается автоматически и соответствует значению величины, который указывается на диаграмме контрольным указателем (задатчиком), устанавливаемым вручную применительно к нормальному течению технологического процесса.

Например в технологическом аппарате должна поддерживаться постоянная температура в 500°C. Для этого контрольный указатель регулятора устанавливается на 500°C. Если в аппарате температура

начнет повышаться выше этой величины, то измерительная система регулятора через соответствующие устройства будет действовать на регулирующий орган, который соответственно переместится и уменьшит поступление нагревающей среды в аппарат, вследствие чего в нем снова установится нормальная температура.

Если температура будет падать ниже 500°C , то регулирующий орган наоборот будет открываться больше и количество поступающего в аппарат теплоносителя увеличится, в результате чего температура снова поднимется до 500°C . Рассмотрим принцип действия основных типов пневматических регуляторов.

а) Пневматический астатический регулятор

Пневматический астатический регулятор давления с соплом-заслонкой (рис. 67) состоит из следующих элементов: чувствитель-

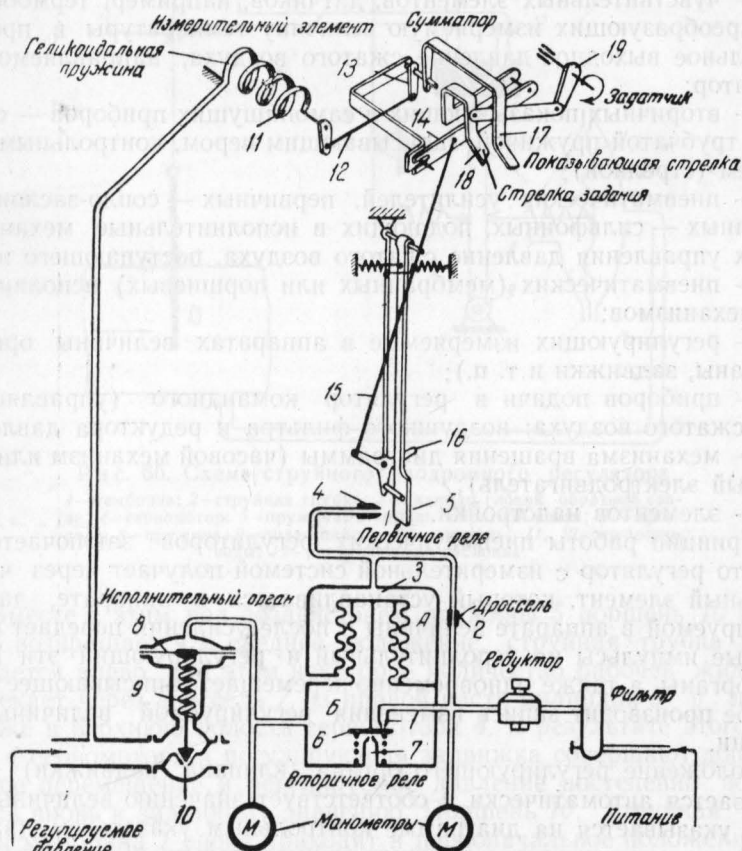


Рис. 67. Астатический пневматический регулятор

1—впускное сопло; 2—дроссель; 3—сильфонная камера; 4—сопло; 5—заслонка; 6—тарельчатый клапан; 7—сопло сообщения с атмосферой; 8—мембрана; 9—пружина; 10—регулирующий клапан; 11—геликоидальная пружина; 12—тяги; 13—рычаг; 14—коромысло; 15—тяги; 16—трехплечий рычаг; 17—показывающая стрелка; 18—задающая стрелка; 19—задатчик.

ного элемента в виде геликоидальной пружины 11, связанного с трубопроводом, в котором регулируется давление; системы рычагов сумматора 12—14 с показывающей 17 и задающей 18 стрелкой, задатчиком 19 и тягой 15, соединяющей сумматор с трехплечим рычагом 16 управления заслонкой усилителя 5; первого усилителя (первичного реле с соплом 4 и заслонкой 5), второго усилителя (вторичного реле с сильфонной камерой А и камерой Б), исполнительного органа 8—9, связанного с камерой Б, регулирующего клапана 10 и системы подачи воздуха (трубопроводы, фильтр, редуктор).

Работа усилительной части регулятора осуществляется следующим образом. Воздух под давлением $1,1 \text{ кг/см}^2$ из линии питания через фильтр и редуктор поступает одновременно к впускному соплу 1 и через постоянный дроссель 2 в камеру сильфонов 3 и в сопло 4 первичного реле. Воздух, проходя через дроссель 2 (диаметром около 0,2 мм) в камеру 3, снова снижает свое давление и может выходить в атмосферу через сопло 4 в зависимости от положения заслонки 5, которая располагается перед ним. Заслонка 5 при помощи трехплечевого рычага 16 и тяги 15 связывается с измерительной системой регулятора и будет перемещаться (приближаться к соплу 4 или отходить от него) и открывать или закрывать сопло в зависимости от изменения величины регулируемого в аппарате параметра. Так как проходное сечение сопла 4 в четыре раза больше, чем сечение дросселя 2, перемещение заслонки 5 вызывает изменение давления в камере сильфонов 3 от нуля до некоторого максимума. Давление из нижней части камеры сильфонов 3 передается на исполнительный орган, который прикрывает или открывает регулирующий клапан 10.

При повышении давления в аппарате усилие давления через геликоидальную пружину и систему рычагов сумматора 12—14 и тягу 15 передается на трехплечий рычаг 16, который поворачивается и отводит заслонку 5 от сопла 4. Воздух из камеры 3 через сопло 4, при этом будет свободно выходить в атмосферу, сильфоны камеры растянутся, тарельчатый клапан 6 приподнимается, закроет сопло 1 и одновременно откроет сопло 7, связывающее нижнюю часть камеры с атмосферой. В результате этого давление в камерах сильфонов и над мембраной 8 исполнительного органа упадет и пружина 9 откроет клапан 10, пропустив избыток газа из аппарата, и в последнем регулируемое давление восстанавливается до нормального.

При понижении давления в аппарате происходит обратное перемещение: заслонка 5 передвинется влево и прикроет сопло 4, давление в камере сильфонов увеличится, сильфоны сожмутся, тарельчатый клапан 6 опустится вниз, откроет сопло 1 и закроет сопло 7. В результате этого давление над мембраной 8 исполнительного органа повысится, регулирующий клапан 10 прикроется и регулируемое в трубопроводе давление поднимется до первоначального.

Расстояние, которое проходит заслонка, составляет около 0,05 мм, поэтому самые небольшие изменения параметра заставят ее полностью открыть или закрыть сопло.

Указанный тип регулятора не сразу приводит регулируемую ве-

личину в равновесие, в начальный период имеет место колебательный затухающий процесс. В этом его недостаток.

Измерительная система регулятора состоит из геликоидальной пружины 11, которая является первичным реагирующим элементом, системы рычагов сумматора 12—14 и стрелок 17—18.

При изменении давления геликоидальная пружина 11 через тягу 12 и рычаги 13—14 перемещает стрелку 17 с пером по шкале (диаграмме) прибора. При понижении давления свободный конец пружины 11 отходит влево, тяга 12 перемещается влево и стрелка 17 перемещается вниз по шкале.

Регулятор имеет контрольный указатель 18, который при помощи задатчика 19 может перемещаться в пределах всей шкалы. Контрольный указатель устанавливают на заданное значение параметра, которое должен поддерживать регулятор.

Перемещения контрольного указателя по шкале вызывают поднятие или опускание коромысла 14 и тяги 15, поворот рычага 16 вправо или влево и перемещение заслонки 5 относительно сопла 4. Таким образом, при перестановке контрольного указателя заслонка устанавливается в определенное исходное положение относительно сопла.

Система рычагов узла-стрелки и контрольного указателя рассчитана таким образом, что, когда стрелка совпадает по шкале с контрольным указателем, то заслонка будет находиться в перпендикулярном положении относительно сопла и прикроет его своей поверхностью.

При малейшем повышении давления сверх того предела, на который установлен контрольный указатель, стрелка отходит вверх по шкале и заслонка приближается к соплу. При переходе стрелки мимо контрольного указателя происходит открытие или закрытие сопла заслонкой. Другими словами малейшее понижение или повышение давления (или какого-либо другого регулируемого параметра) против заданного значения вызывает открытие или закрытие сопла заслонкой и восстановление регулируемой величины. Регулятор является универсальным, при изменении чувствительного элемента он может регулировать температуру, уровень, расход и т. п.

б) Пневматический статический регулятор

Работа статического пневматического регулятора (рис. 68) отличается от описанного выше астатического регулятора давления (см. рис. 67) только наличием жесткой сильфонной обратной связи. Работа же основных механизмов по регулированию технологического параметра одинакова.

Обратная связь оказывает на управляющий элемент регулятора воздействие, обратное воздействию чувствительного элемента, замедляет и останавливает движение регулирующего органа.

Наличие механизма обратной связи, состоящей из коробки сильфона с пружиной, позволяет заслонке занимать любое большое чис-

ло промежуточных положений в пределах своего рабочего хода. Этим обеспечивается получение любого промежуточного давления воздуха на исполнительный механизм, а следовательно и любое число промежуточных положений регулирующего органа. Тем самым регулятор не допускает таких колебаний регулируемой величины, как астатический (см. рис. 62 и 64).

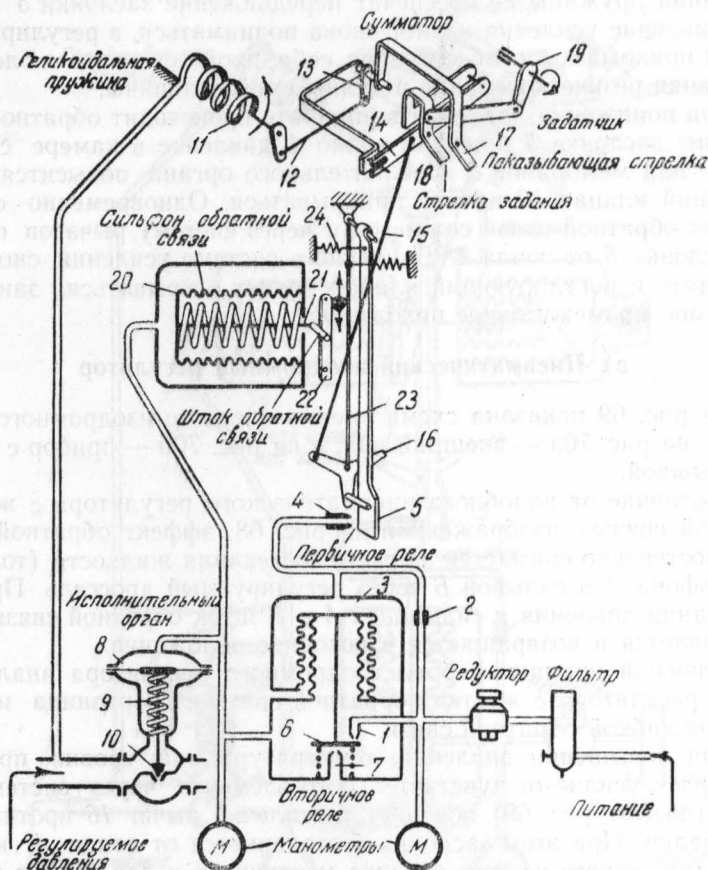


Рис. 68. Статический пневматический регулятор
1—19 (см. рис. 67); 20 — сильфон обратной связи; 21 — шток обратной связи;
22, 23 — рычаги; 24 — пружина

При повышении или понижении давления в камере тарельчатого клапана 6 вторичного реле соответственно повышается или понижается давление и в камере сильфона обратной связи. Это изменение давления в виде обратной связи передается через сильфон 20, шток 21, рычаги 22—23 на заслонку 5 и вызывает соответствующее обратное перемещение заслонки относительно сопла 4 и дополнительное воздействие на регулирующий клапан 10.

Например, при повышении регулируемого давления в аппарате или магистрали, как отмечено выше, заслонка 5 отходит от сопла 4, давление в камерах сильфонов 3 и над мембраной 8 исполнительного органа падает и регулирующий клапан 10 откроется, в результате чего давление в аппарате начнет понижаться, то есть восстанавливаться до заданной величины. Но в результате падения давления в системе усиления сильфон обратной связи 20 растянется и за счет натяжения пружины 24 обеспечит передвижение заслонки 5 к соплу 4, давление усиления начнет снова подниматься, а регулирующий клапан прикрываться, обеспечивая себе промежуточное положение и устраняя резкие колебания регулируемой величины.

При понижении давления в аппарате происходит обратное перемещение: заслонка 5 прикроет сопло 4, давление в камере сильфонов 3 и над мембраной 8 исполнительного органа повысится, регулирующий клапан 10 начнет прикрываться. Одновременно с этим сильфон обратной связи сожмется и через систему рычагов отодвинет заслонку 5 от сопла 4. Давление в системе усиления снова будет падать и регулирующий клапан начнет открываться, заняв необходимое промежуточное положение.

в) Пневматический изодромный регулятор

На рис. 69 показана схема пневматического изодромного регулятора, на рис. 70а — внешний вид, а на рис. 70б — прибор с открытой крышкой.

В отличие от подобного пневматического регулятора с жесткой обратной связью, изображенной на рис. 68, эффект обратной связи здесь постепенно снимается за счет перетекания жидкости (толуола) из сильфона А в сильфон Б через регулируемый дроссель. При выравнивании давления в сильфонах А и Б шток обратной связи уравновешивается и возвращается в исходное положение.

Основной принцип работы изодромного регулятора аналогичен работе регулятора с жесткой обратной связью, но разница имеется в работе гибкой обратной связи.

При повышении давления, температуры или уровня продукта в аппарате усилие от чувствительного элемента через систему тяг и рычагов (см. рис. 69) повернет трехплечий рычаг 16 против часовой стрелки. При этом заслонка 5 отодвинется от сопла 4, количество вытекающего из него воздуха увеличится и давление в камере тарельчатого клапана 6 и над мембраной 8 регулирующего клапана 10 понизится. В результате клапан 10 приподнимется и увеличит количество продукта, выходящего из аппарата.

Одновременно с понижением давления в камере тарельчатого клапана 6 понижается давление и в кожухе сильфона 25 упругой обратной связи. При этом пружина, действующая снаружи на сильфон 26, сжимает последний. Оба сильфона заполнены жидкостью и соединяются между собой каналом 27 с игольчатым клапаном 28. Жидкость из полости Б не сможет сразу перетечь в полость А. Поэтому сперва сжимается внутренний сильфон 29, жестко связанный тягой (штоком) 21 с сильфоном 30. При этом в результате переме-

шения штока 21 со штифтом влево, за счет натяжения пружины 24, заслонка 5 приближается к соплу 4. Это воздействие аналогично воздействию жесткой обратной связи.

По мере перетекания жидкости из полости Б в полость А сильфоны 29 и 30 возвращаются постепенно в исходное положение и заслонка 5 отодвинется от сопла 4. В результате этого давление

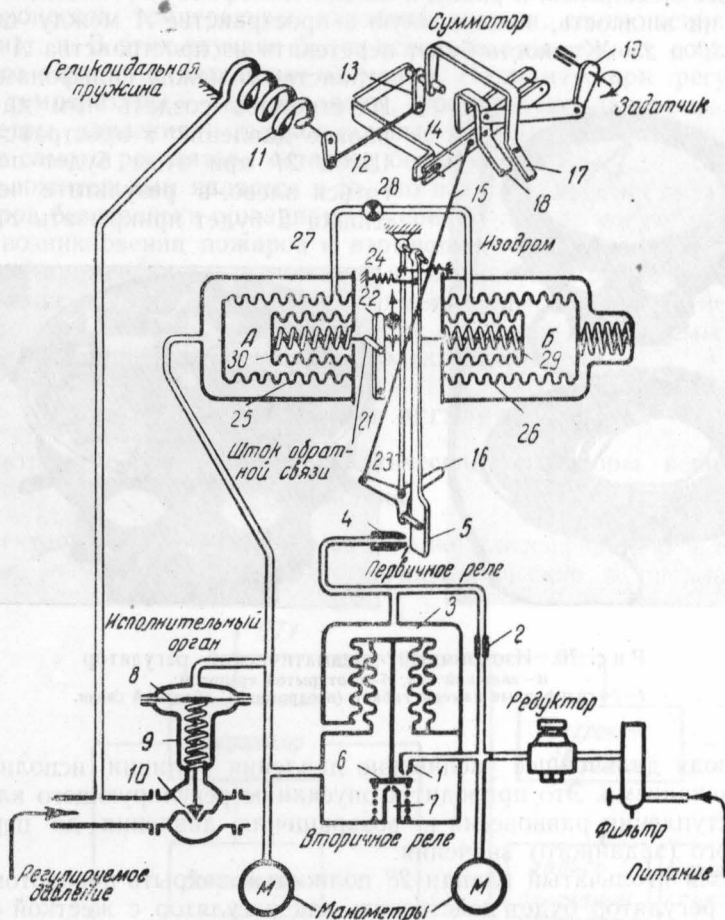


Рис. 69. Изодромный пневматический регулятор
1 — 24 (см. рис. 67 — 68); 25, 26, 29, 30 — сильфоны; 27 — соединительный канал;
28 — игольчатый клапан.

усиления в системе снова понизится, регулирующий клапан дополнительно приоткрывается и регулируемая величина в аппарате устанавливается на заданном значении.

При понижении регулируемого давления или уровня в аппарате усилие от чувствительного элемента через систему рычагов прибли-

зит заслонку 5 к соплу 4, давление воздуха в системе усиления и над мембраной исполнительного органа повысится, регулирующий клапан опустится, количество продукта, проходящего через клапан, уменьшится и регулируемое давление будет возвращаться к первоначальному значению.

Одновременно с этим увеличение давления в линии исполнительного механизма, а равно и на дно сильфона 30, вызывает давление на жидкость, заключенную в пространстве А между сильфонами 30 и 25. Жидкость будет перетекать из пространства А в пространство Б между сильфонами 29 и 26, стремясь создать там давление равное давлению в пространстве А. Шток 21 при этом будет передвигаться влево, в результате чего заслонка 5 будет прикрывать сопло 4,

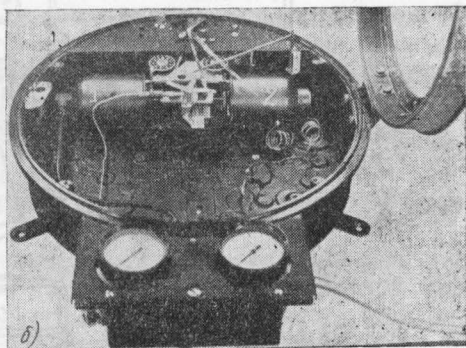
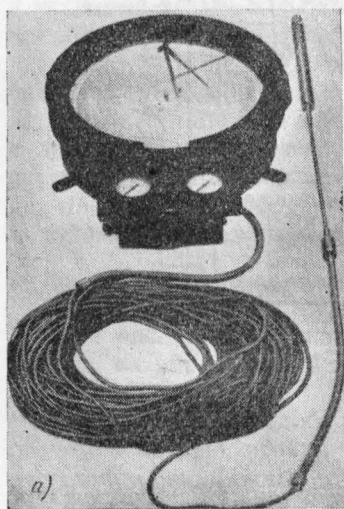


Рис. 70. Изодромный пневматический регулятор
а—внешний вид; б—с открытой крышкой:
1—2—сильфонные камеры гибкой (изодромной) обратной связи.

производя дальнейшее увеличение давления в линии исполнительного механизма. Это приводит к опусканию регулирующего клапана до наступления равновесия и возвращения давления до первоначального (заданного) значения.

Если игольчатый клапан 28 полностью закрыть поворотом винта, то регулятор будет действовать как регулятор с жесткой обратной связью. Указанный регулятор может работать как двухпозиционный и как пропорциональный.

При аварийном прекращении подачи воздуха к регулятору, регулирующий клапан 10, при регулировании параметра после себя, полностью перекроет проходное сечение и поступление жидкости, газа или теплоносителя в аппарат прекратится. Таким образом, авария регулятора не приведет к аварийному повышению уровня, температуры или давления в регулируемом резервуаре, аппарате и т. п.

Таким образом, из рассмотрения принципа действия и сущности работы пневматических регуляторов видно, что они надежно обес-

печивают поддержание регулируемых величин на заданном уровне и тем самым исключают возможность нарушения технологического режима и возникновения пожаров и взрывов по указанным причинам.

Положительным моментом рассматриваемых регуляторов является их универсальность. Каждый регулятор может быть использован для регулирования любых параметров (величин) технологических процессов: температуры, давления, уровня, соотношения, скорости и т. п. В этих случаях будут использованы только соответствующего типа чувствительные элементы. Например, при регулировании температуры — термобаллоны, уровня — поплавковые дифманометры, давления — геликоидальные пружины и т. п. Конструкция же самого регулятора остается без изменения.

Положительным является и то, что все типы пневматических регуляторов безопасны в пожарном отношении: они не могут быть причиной возникновения пожаров и взрывов и, следовательно, допускаются к применению для пожаро- и взрывоопасных помещений. Исключение от этого правила будут иметь только те пневматические регуляторы, в которых для привода во вращение диаграммы применены незащищенные синхронные электродвигатели.

§ 8. ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ

а) Электронные астатические и статические регуляторы непрямого действия

Электронные регуляторы имеют ту же классификацию и те же основные элементы (рис. 71), что и гидравлические и пневматиче-

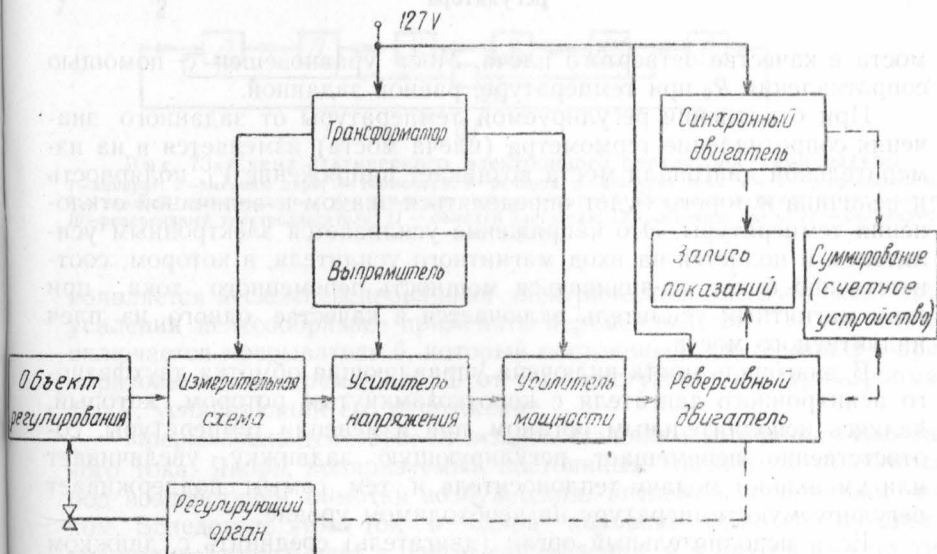


Рис. 71. Принципиальная схема электронного регулятора

ские регуляторы. На рис. 72 показана схема астатического регулятора температуры. Регулятор состоит из чувствительного элемента (термометра сопротивления), усилителей (электронных и магнитных), исполнительного электродвигателя и регулирующей задвижки.

Температура в регулируемом аппарате измеряется при помощи термометра сопротивления, включенного в схему электрического

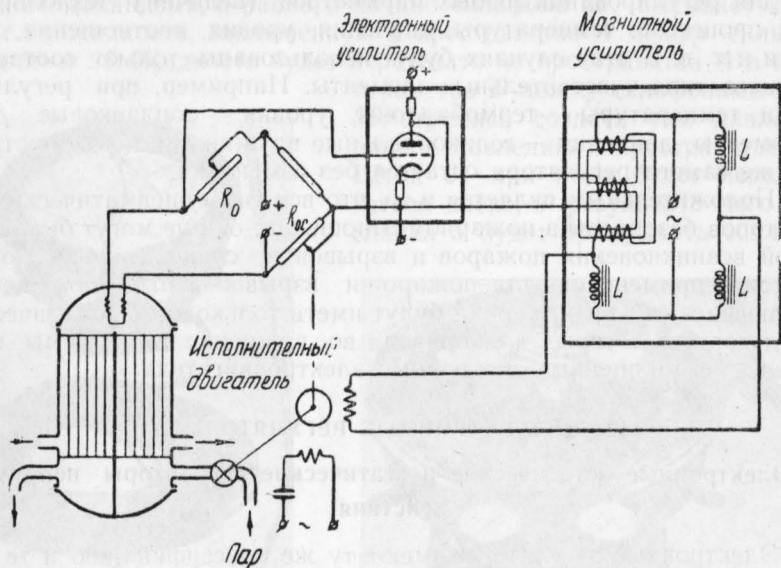


Рис. 72. Схема астатического (и статического) электронного регулятора

моста в качестве четвертого плеча. Мост уравновешен с помощью сопротивления R_0 при температуре, равной заданной.

При отклонении регулируемой температуры от заданного значения сопротивление термометра (плеча моста) изменяется и на измерительной диагонали моста возникает напряжение V_1 , полярность и величина которого будет определяться знаком и величиной отклонения температуры. Это напряжение усиливается электронным усилителем и подается на вход магнитного усилителя, в котором, соответственно будет увеличиваться мощность переменного тока, при этом магнитный усилитель включается в качестве одного из плеч индуктивного моста.

В диагональ моста включена управляющая обмотка двухфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, который, являясь исполнительным органом, при изменении температуры, соответственно перемещает регулирующую задвижку, увеличивает или уменьшает подачу теплоносителя и тем самым поддерживает регулируемую температуру на необходимом уровне.

Если исполнительный орган (двигатель) соединить с движком сопротивления одного из плеч R_{oc} (как показано на рис. 72 пунктиром), то получится статический регулятор с жесткой обратной

связью. В этом случае перемещение регулирующего органа будет вызывать изменение сопротивления R_{oc} измерительного моста, в результате чего изменяется значение температуры, при которой уравнивается мост.

б) Электронный статический регулятор температуры

На рис. 73 показана схема электронного статического регулятора с преобразованием постоянного тока в переменный. Работа его происходит следующим образом. При отклонении температуры нарушается равновесие между ЭДС термопары 3 и падением потенциала на реохорде 4, вследствие чего во внешней цепи термопары

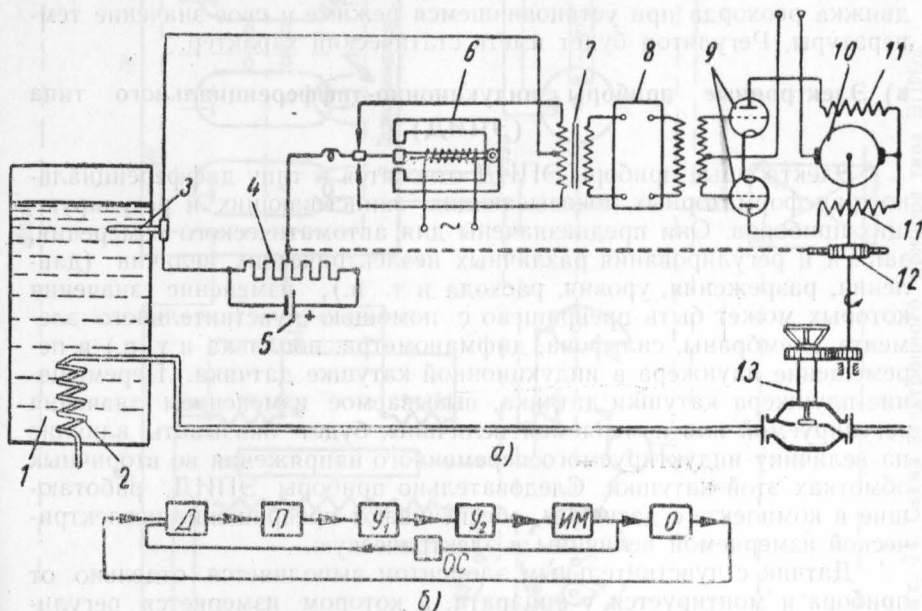


Рис. 73. Схема статического электронного регулятора температуры

1—аппарат; 2—змеевик пара; 3—термопара; 4—реохорд; 5—источник тока; 6—вибропрерыватель; 7—входной трансформатор; 8—усилитель напряжения; 9—электронный усилитель мощности; 10—реверсивный электродвигатель; 11—обмотки двигателя; 12—обратная связь; 13—регулирующий клапан.

появляется нескомпенсированный электрический ток. Так как для усиления целесообразнее применять переменный ток, то в схему включается прерыватель 6, который постоянный ток термопары преобразовывает в переменный. Этот ток поступает на трансформатор 7, усиливающий его напряжение.

Прерыватель действует от вспомогательного источника переменного тока. Якорь, поляризуемый постоянным магнитом, колеблется под воздействием обмотки возбуждения, питаемой переменным током. Вследствие этого ток в одной половине обмотки входного трансформатора 7 идет в одном направлении, а в другой — в противоположном. Во вторичной обмотке трансформатора 7 создается на-

пряжение, которое в зависимости от изменения постоянного тока будет по фазе совпадать с напряжением возбуждения или будет сдвинуто от него на 180° . Ток вторичной обмотки трансформатора поступает на усилитель напряжения 8, а затем — на электронный усилитель мощности 9. После усилителей ток поступает в двухфазный реверсивный электродвигатель 10, направление вращения которого зависит от фазы тока входного трансформатора, то есть от знака небаланса постоянного тока. Исполнительный двигатель приводит в действие регулирующий орган 13 и одновременно обратную связь 12. При равновесном состоянии ток небаланса во внешней цепи терморпары равен нулю.

Каждому положению клапана будет отвечать свое положение движка реохорда при установившемся режиме и свое значение температуры. Регулятор будет иметь статический характер.

в) Электронные приборы индукционно-дифференциального типа (ЭПИД)

Электронные приборы ЭПИД относятся к типу дифференциально-трансформаторных показывающих, записывающих и регулирующих приборов. Они предназначены для автоматического измерения, записи и регулирования различных неэлектрических величин (давления, разрежения, уровня, расхода и т. п.), изменение значения которых может быть превращено с помощью чувствительного элемента (мембраны, сильфона, дифманометра, поплавка и т. п.) в перемещение плунжера в индукционной катушке датчика. Перемещение плунжера катушки датчика, вызываемое изменением значения регулируемой или измеряемой величины, будет оказывать влияние на величину индуктируемого переменного напряжения во вторичных обмотках этой катушки. Следовательно приборы ЭПИД, работающие в комплекте с датчиком, обеспечивают превращение неэлектрической измеряемой величины в электрическую.

Датчик с чувствительным элементом выполняется отдельно от прибора и монтируется у аппарата, в котором измеряется регулируемая величина, что обеспечивает передачу показаний на прибор, устанавливаемый на расстоянии (например, в помещении КИП).

Такие же две индукционные катушки (как и катушка датчика) имеются в самом приборе. Индукционная катушка датчика I включается совместно с рабочей индукционной катушкой прибора II в одну индукционную дифференциально-трансформаторную схему (рис. 74). Последовательно с этими двумя катушками включается вторая индукционная катушка регулировки нуля прибора (на схеме не показана) и электронный усилитель ЭУ. Каждая катушка имеет по одной первичной 1 и вторичной обмотке 2. Первичные обмотки катушек размещены равномерно по всей длине катушки, соединены последовательно и питаются переменным током напряжением 33v от силового трансформатора электронного усилителя. Вторичные обмотки выполнены в виде двух секций, каждая из которых расположена точно на половине всей длины катушки и имеет одинаковое количество витков. Концы К каждой секции вторичной

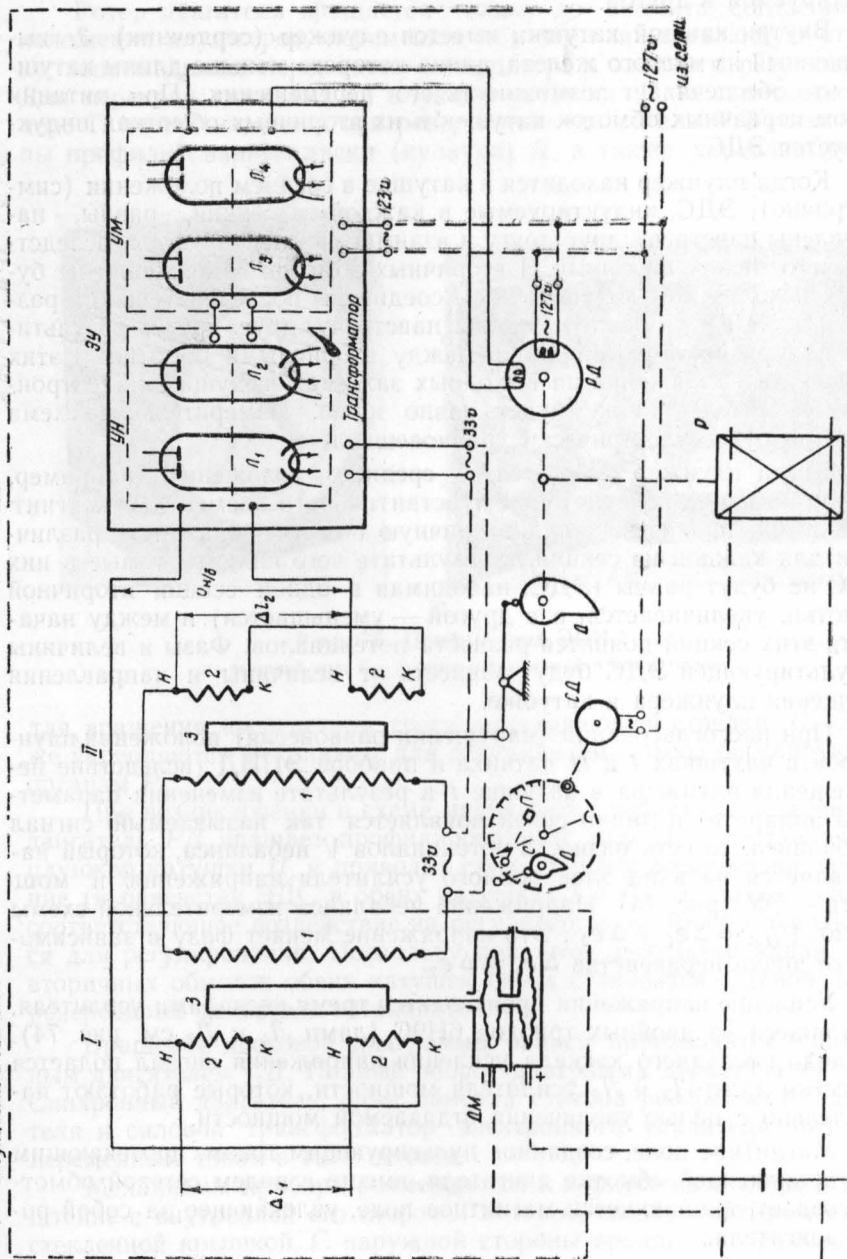


Рис. 74. Схема электронного прибора типа ЭПД

1 — индукционный датчик; П1 — индукционная катушка прибора; ЭУ — электронный усилитель; ДМ — реверсивный двигатель; Д — профилированные диски; СД — синхронный двигатель; С — стрелка; П2 — записывающее перо; Р — регулятор; ДМ — дифманометр; 1 — первичные обмотки; 2 — вторичные обмотки; 3 — плавящийся

обмотки соединены между собой таким образом, чтобы ЭДС, индуцируемая в одной из секций, имела направление, обратное ЭДС, индуцируемой в другой.

Внутри каждой катушки имеется плунжер (сердечник) 3, выполненный из мягкого железа, длина которого меньше длины катушки, что обеспечивает возможность его перемещения. При питании током первичных обмоток катушек в их вторичных обмотках индуцируется ЭДС.

Когда плунжер находится в катушке в среднем положении (симметрично), ЭДС, индуцируемые в каждой из секции, равны, направлены навстречу друг другу и взаимно компенсируются, вследствие чего между началами H вторичных обмоток напряжения не будет. Поскольку обе катушки I и II соединены последовательно и разности их ЭДС направлены также навстречу друг другу, результирующая разность потенциалов между вторичными обмотками этих катушек и напряжение на выходных зажимах, ведущих к электронному усилителю, также будет равно нулю. Измерительная схема прибора будет электрически уравновешена.

Когда плунжер сместится от среднего положения (например, в датчике I под воздействием чувствительного элемента 4) магнитный поток, пронизывающий вторичную обмотку, окажется различным для каждой из секций, в результате чего индуцируемые в них ЭДС не будут равны (ЭДС, наводимая в одной секции вторичной обмотки, увеличивается, а в другой — уменьшается) и между началами этих секций появится разность потенциалов. Фазы и величины результирующей ЭДС будут зависеть от величины и направления смещения плунжера в катушке.

При рассогласовании (нарушении равновесия) положения плунжеров в катушках I и II датчика и прибора ЭПВД (вследствие перемещения плунжера в катушке I в результате изменения параметра в аппарате) в линии связи появляется так называемый сигнал разбаланса, то есть разность потенциалов V небаланса, который направляется на вход электронного усилителя напряжения и мощности — ЭУ (рис. 74). Напряжение небаланса измерительной схемы равно: $V_{H\delta} = \Delta e_1 + \Delta e_2$. Это напряжение меняет фазу в зависимости от знака неравенства $\Delta e_1 \leq \Delta e_2$.

Усиление напряжения производится тремя каскадами усилителя, состоящего из двойных триодов 6Н9С (ламп L_1 и L_2 см. рис. 74). С анода последнего каскада усиления напряжения сигнал подается на сетки ламп L_3 и L_4 усилителя мощности, которые работают параллельно с целью увеличения отдаваемой мощности.

Магнитное поле, созданное пульсирующим током, протекающим по управляющей обмотке двигателя, вместе с полем сетевой обмотки создает вращающееся магнитное поле, увлекающее за собой ротор двигателя.

При перемене фазы на сетках ламп L_3 и L_4 , что будет иметь место при перемене фазы разбаланса, в зависимости от направления перемещения плунжера датчика I изменится фаза магнитного по-

тока управляющей обмотки двигателя, в результате чего направление вращения поля и ротора изменяется на обратное.

Ротор двигателя вращается только до момента согласования положения плунжеров, перемещая при этом показывающую стрелку, записывающее перо, щетку интегратора и элементы регуляторов. Для передачи движения на плунжер катушки *II* и записывающее перо *П* на продолжении оси реверсивного двигателя *РД* установлены профилированные диски (кулачки) *Д*, а также укреплен ролик

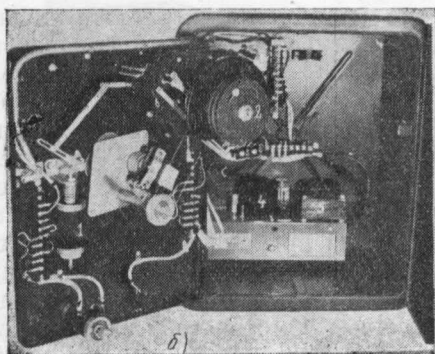
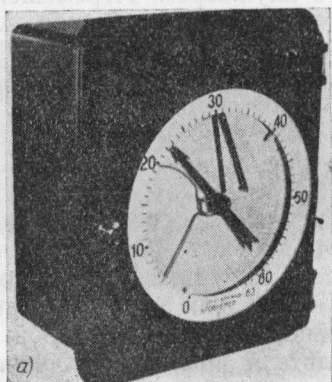


Рис. 75. Прибор типа ЭПИД

а — внешний вид; б — с открытой крышкой и кронштейном;

для вращения посредством троса показывающей стрелки *С*. Здесь же укрепляются механизмы для передачи импульсов регулирующим органам *Р*.

При возникновении в схеме напряжения небаланса реверсивный двигатель *РД* вращает профилированный диск *Д*, переставляющий плунжер катушки *II*, и приводит схему в новое равновесное состояние (к равенству ЭДС в обеих катушках *I* и *II*), а также окажет соответствующее воздействие на регулятор, если прибор используется для регулирования. Поскольку при этом результирующая ЭДС вторичных обмоток обеих катушек снова становится равной нулю, реверсивный двигатель остановится.

Вращение дисковой диаграммы записи производится синхронным двигателем *СД*. Полный оборот диаграмма делает за 24 часа. Синхронный двигатель, одна обмотка статора реверсивного двигателя и силовой трансформатор электронного усилителя питаются переменным током в 127v от сети.

Механизмы прибора размещаются в корпусе на откидном кронштейне с внутренней его стороны, который сверху закрывается застекленной крышкой. С наружной стороны кронштейна размещаются стрелки и кнопки управления прибором.

На рис. 75а,б показаны общий вид прибора и прибор с открытой крышкой и откидным кронштейном.

г) Электронные автоматические показывающие и сигнализирующие индукционные приборы ЭПВИ

Электронные автоматические показывающие и сигнализирующие индукционные приборы с вращающимся цилиндрическим циферблатом ЭПВИ в комплекте с датчиком служат для измерения различных величин: расхода и уровня жидкости, давления, разрежения и т. п.

Приборы ЭПВИ, как и ЭПИД, работают в комплекте с датчиком, имеющим индукционную катушку с плунжером. Перемещение плунжера в датчике происходит под действием чувствительного элемента (мембраны, сильфона, поплавка и т. п.) и зависит от значения измеряемой величины. Вторая такая же катушка имеется в приборе.

Как и в ЭПИД, в этом приборе плунжер перемещается внутри катушки при помощи профилированного диска, поворачивающегося при помощи реверсивного двигателя. Плунжер катушки прибора состоит из двух половин, изменением воздушного зазора между которыми регулируется предел измерения прибора. Катушка датчика и катушка прибора имеют по две обмотки, такое же устройство и соединение между собой обмоток, как и в приборах ЭПИД. Первичные обмотки, соединенные последовательно, питаются от одной из вторичных обмоток трансформатора усилителя прибора. Вторичные обмотки катушек соединены по дифференциальной схеме (см. рис. 74 ЭПИД) и подключены ко входу электронного усилителя.

При питании первичных обмоток катушек переменным током во вторичных обмотках индуцируется переменное напряжение, величина и фаза которого зависят от положения плунжера в катушках. При рассогласованном положении плунжера на вход усилителя подается переменное напряжение. Это напряжение, усиленное электронным усилителем, вызывает вращение реверсивного двигателя до момента согласования положения плунжеров, равенства напряжений, индуцируемых во вторичных обмотках обеих катушек. Двигатель приводит в движение вращающийся циферблат и три сигнальных профилированных диска, укрепленных на оси циферблата.

Следовательно, каждому положению плунжера датчика, зависящему от значения измеряемой величины, будет соответствовать определенное положение вращающегося цилиндрического циферблата относительно неподвижного указателя и положение сигнальных дисков. Контактные пары дисков крепятся на установочном циферблате каждая против своего диска и могут быть установлены вместе с этим циферблатом на любое значение шкалы прибора. Устройство для сигнализации может быть использовано для управления позиционным регулятором. Отсчет показаний производится по вращающемуся циферблату, с нанесенными на нем цифрами, и неподвижному показателю. Прибор имеет установочный циферблат (верхний), который с помощью задатчика устанавливается на заданное значение.

Внешний вид прибора показан на рис. 76а, с открытой крышкой — на рис. 76б.

Для дистанционной передачи показаний прибор имеет реостат, укрепленный к кронштейну прибора снизу. Движок реостата укреплен на оси основного циферблата. На реостате монтируются три подгоночные катушки, служащие для подгонки пределов показаний дистанционной передачи.

Питание прибора производится переменным током напряжением 127v. Питание измерительной схемы (первичных обмоток катушек) осуществляется переменным током напряжением в 20v от силового трансформатора прибора.

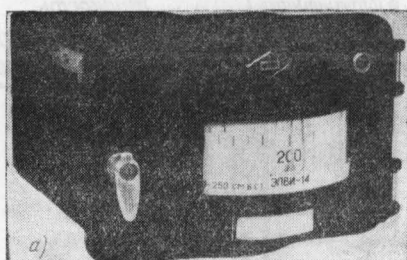


Рис. 76. Прибор типа ЭПВИ
а — внешний вид; б — с открытой крышкой

Все электронные приборы являются высококачественными и чувствительными современными приборами контроля и регулирования. Они обеспечивают точный контроль и регулирование технологических величин, не допускают их отклонений от заданного режима и тем самым предупреждают возможность возникновения пожаров и взрывов от нарушения этих величин. Но в электронных приборах, как видно из схем устройства, применяются различные электрические элементы (усилители, трансформаторы, электродвигатели), которые питаются электрическим током напряжением до 127v, а напряжение в трансформаторах доходит до 200—300v. Это создает опасность от самих приборов при применении их в пожаро- и взрывоопасных помещениях. Поэтому такие приборы в указанных помещениях могут применяться только при соответствующем взрывозащищенном исполнении, что значительно удорожает и усложняет сами приборы.

Поэтому такие приборы в нормальном исполнении обычно устанавливаются в изолированных от опасных производственных цехов специальных помещениях КИП.

§ 9. ПРИМЕРЫ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

а) Схемы регулирования температуры и давления в реакционных и погано-разделительных аппаратах

В химической промышленности (анилиноокрасочная, коксохимическая, переработка нефти, синтез аммиака, производство СК, эфиров, спиртов, кислот, синтетических смол, искусственных и синтети-

ческих волокон, пластмасс и т. п.) применяются пожаро- и взрывоопасные вещества, которые во многих случаях являются отравляющими или ядовитыми.

Например, в производствах полупродуктов и красителей большинство веществ является пожароопасными и ядовитыми (пикриновая кислота, диазосоединения, динитросоединения, спирты, эфиры, бензол, толуол, хлор, фосген, цианистые соединения, синильная кислота, соединения мышьяка и ртути, окислы азота, нитрохлорсоединения, анилин и др.).

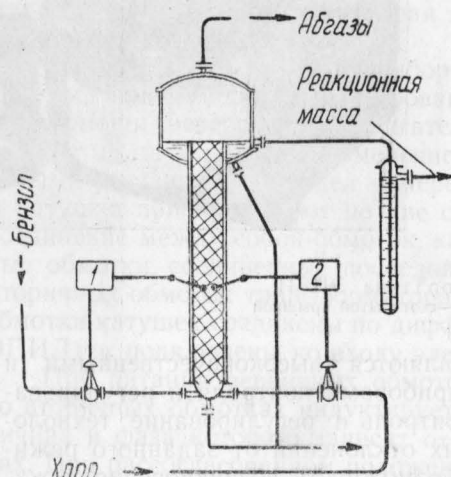


Рис. 77. Схема автоматического регулирования процесса хлорирования бензола

1 — регулятор температуры и подачи бензола; 2 — регулятор температуры и подачи хлора;

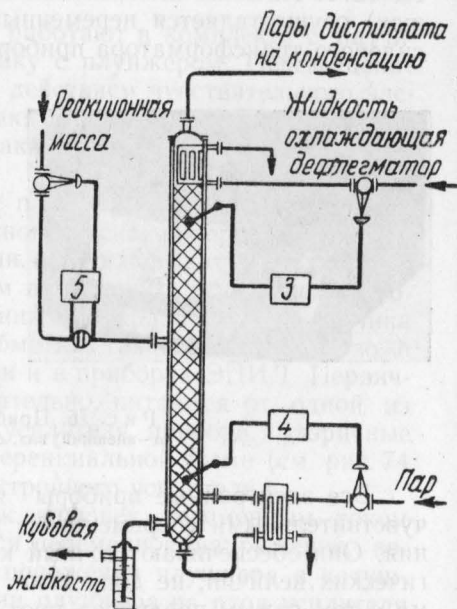


Рис. 78. Схема автоматического регулирования процесса разделения реакционной массы

3, 4 — уравновешенные мосты с термометрами сопротивления; 5 — регулятор питания колонны.

Поэтому автоматизация таких производств имеет особое значение для повышения техники безопасности людей и пожарной безопасности технологических процессов. Особая опасность этих производств требует применения средств автоматизации большой надежности и взрывозащищенного исполнения.

Ручное управление таким процессом практически невозможно. Прекращение наблюдения даже в течение 5—10 мин. может привести к большой аварии. В этих процессах требуется строгое соблюдение температуры.

Рассмотрим для примера схемы автоматизации производства хлорбензола.

На рис. 77 показана схема автоматического управления процессом хлорирования бензола.

В этом процессе необходимо обеспечить постоянный состав реакционной массы, определяющий температуру кипения в реакторе.

Поэтому подача бензола в хлоратор регулируется по заданной температуре в хлораторе с помощью рассмотренных выше регуляторов температуры 1.

При аварийном повышении температуры в хлораторе выше заданной на 10° регулятор 2 автоматически прекращает подачу хлора с одновременным включением светового и звукового сигналов на пульт управления.

При разделении реакционной массы, содержащей бензол, хлорбензол и полихлориды регулирование осуществляется по схеме, изображенной на рис. 78. Здесь применены термометры сопротивления с электронными уравновешенными мостами 3 и 4. Регулятор 5 стабилизирует питание колонны реакционной массой. Регулятор 3 поддерживает заданную температуру в верхней части колонны, а регулятор 4 — в нижней.

б) Автоматическое регулирование температуры в сушильных камерах

При сушке пожароопасных веществ, особенно таких, которые выделяют пожаро- и взрывоопасные пары, весьма важно автоматически поддерживать максимально допустимую температуру в сушильных камерах. Это особенно характерно при сушке целлулоида, киноплёнки, порофоров, волокнистых веществ, пироксилина и т. п.

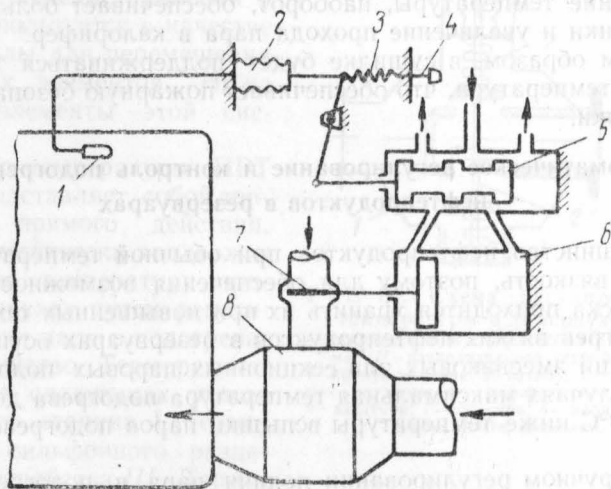


Рис. 79. Схема регулирования температуры в сушилке
1—термобаллон; 2—сильфон; 3—пружина; 4—задатчик; 5—поршень усилителя; 6—исполнительный сервомотор; 7—регулирующая задвижка; 8—калорифер.

В подобных сушилках можно поддерживать постоянную температуру на заданном уровне с помощью любых автоматических регуляторов, рассмотренных выше, или, как указано на приведенной здесь схеме (рис. 79).

В сушильной камере установлен термобаллон 1 (или баллон парового манометрического термометра), капилляр которого введен в гармониковую мембрану (сильфон) 2. Свободное дно сильфона перемещается в зависимости от давления воздуха или пара в баллоне, что изменяется с изменением температуры в камере. Этому перемещению противодействует пружина 3, предварительное натяжение которой создается по заданию винтом (задатчиком) 4. Перемещение свободного дна сильфона вследствие его растяжения или сжатия вызывает через систему рычагов перемещение усилителя — золотника 5, управляющего поступлением воздуха в область исполнительного органа — сервомотора 6. Поршень сервомотора связан с регулирующим органом — задвижкой 7 на линии пара, который поступает в калорифер 8 и нагревает поступающий в сушилку воздух.

Когда температура в камере равна заданной, золотник находится в нейтральном положении, воздух в цилиндр не поступает, и паровая задвижка неподвижна.

Если температура в камере превысит заданную, давление в сильфоне повысится, его дно переместится вправо, а золотник — влево (как показано на рисунке). При этом откроется доступ воздуха в правую полость сервомотора, поршень переместится влево и прикроет заслонку 7 и проход пара в калорифер, что приводит к понижению температуры воздуха, поступающего в сушилку.

Падение температуры, наоборот, обеспечивает большее открытие заслонки и увеличение прохода пара в калорифер.

Таким образом, в сушилке будет поддерживаться нормальная заданная температура, что обеспечивает пожарную безопасность процесса сушки.

в) Автоматическое регулирование и контроль подогрева вязких нефтепродуктов в резервуарах

Большинство нефтепродуктов при обычной температуре имеет большую вязкость, поэтому для обеспечения возможности перекачки и отпуска приходится хранить их при повышенных температурах.

Подогрев вязких нефтепродуктов в резервуарах осуществляется при помощи змеевиковых или секционных паровых подогревателей. Во всех случаях максимальная температура подогрева должна быть на 15—20°C ниже температуры вспышки паров подогреваемой жидкости.

При ручном регулировании подачи пара в подогреватели непроизводительно тратится много пара и ухудшается качество продукта вследствие перегрева. Кроме того, перегрев продукта до температуры вспышки паров создает условия для образования взрывоопасных концентраций паров с воздухом внутри резервуара или другого аппарата, в котором производится подогрев.

Применение пневматических регуляторов ТГ-04 и регуляторов прямого действия РПД для указанных целей при установке их на открытом воздухе не дает положительных результатов (в первом случае ограниченная длина капилляра, во втором — наличие саль-

никового устройства). Учитывая недостатки вышеуказанных приборов, Росглавнефтебывтом разработана новая система регулирования и контроля температуры при подогреве вязких продуктов в резервуарах.

Система состоит из следующей аппаратуры: регулятора температуры прямого действия ПРТ, электроконтактного манометрического термометра во взрывонепроницаемом корпусе ЭКТ-1ВЗГ и термостатических конденсатоотводчиков, предназначенных для автоматического отвода конденсата, охлажденного до определенной температуры.

В основу работы всех приборов системы положен принцип манометрического термометра. В каждом приборе имеется герметично-замкнутая термосистема с жидкостным (или парожидкостным) заполнением. С изменением температуры продукта в сосуде и, следовательно, температуры заполнителя термосистемы происходит изменение давления в ней, что и используется в качестве движущей силы для перемещения регулирующих элементов. Ниже рассмотрим элементы этой системы.

Регулятор температуры ПРТ (рис. 80) представляет собой терморегулятор прямого действия, который автоматически поддерживает заданную температуру продукта в резервуаре путем регулирования подачи пара в подогревательное устройство. Терморегулятор состоит из следующих узлов: регулирующего клапана I, термосистемы II и сильфонного разделительного устройства III. Термосистема регулятора заполнена жидкостью. Регулирующий двухседельный клапан устанавливается на линии входа пара в подогреватель резервуара. Клапан состоит из корпуса 1 с седлами, затвора 2, возвратной пружины 3 и перепускного устройства.

Установка терморегулятора на заданную температуру в пределах 20—70° производится изменением объема термосистемы путем поворота ручки задатчика 6.

Термобаллон 9, представляющий собой чувствительный элемент, вводится внутрь резервуара с подогреваемым продуктом через шту-

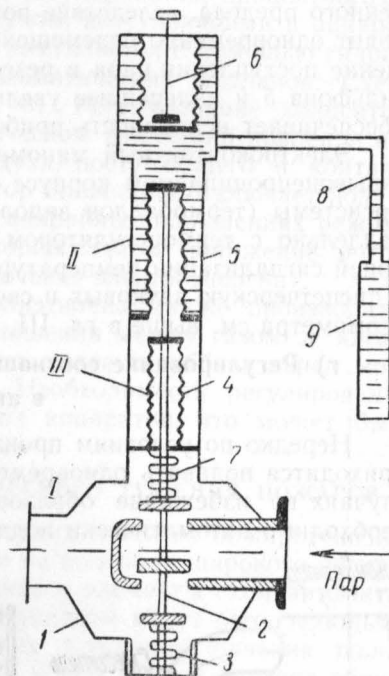


Рис. 80. Схема регулирования температуры в резервуарах

I—регулирующий клапан; II—термосистема; III—разделительное устройство;
1—корпус клапана; 2—затвор; 3—возвратная пружина; 4—сильфон; 5—камера; 6—датчик; 7—пружина; 8—капиллярная трубка; 9—термобаллон.

цер или размещается в кармане, который приваривается к ёмкости резервуара и заполняется маслом. Термобаллон 9 связан с термосистемой регулятора с помощью капиллярной трубки 8.

При изменении температуры в резервуаре и соответственно в термобаллоне 9 происходит изменение давления в термосистеме II, что вызывает перемещение затвора клапана 2 и изменение количества поступающего в подогреватели пара.

В случае возрастания температуры в резервуаре сверх установленного предела, вследствие повышения давления в камере 5 происходит одновременно перемещение затвора клапана 2 вниз и прекращение поступления пара в резервуар, а также сжатие пружины 3 и сильфона 5 и дальнейшее увеличение объема термосистемы II, что обеспечивает исправность прибора.

Электроконтактный манометрический термометр ЭКТ-I-BЗГ во взрывонепроницаемом корпусе с парожидкостным заполнением термосистемы (термобаллон заполнен хлорметилом) применяется параллельно с терморегулятором для местного контроля и дистанционной сигнализации температуры подогрева продукта путем подачи в диспетчерскую звуковых и световых сигналов. (Работу указанного термометра см. выше в гл. III, § 1, контроль температуры).

г) Регулирование соотношений горючих газов и воздуха в аппаратах

Нередко по условиям производства в один и тот же аппарат приходится подавать одновременно горючий газ и воздух. В этих случаях во избежание образования взрывоопасных концентраций необходимо автоматически поддерживать между ними определенное

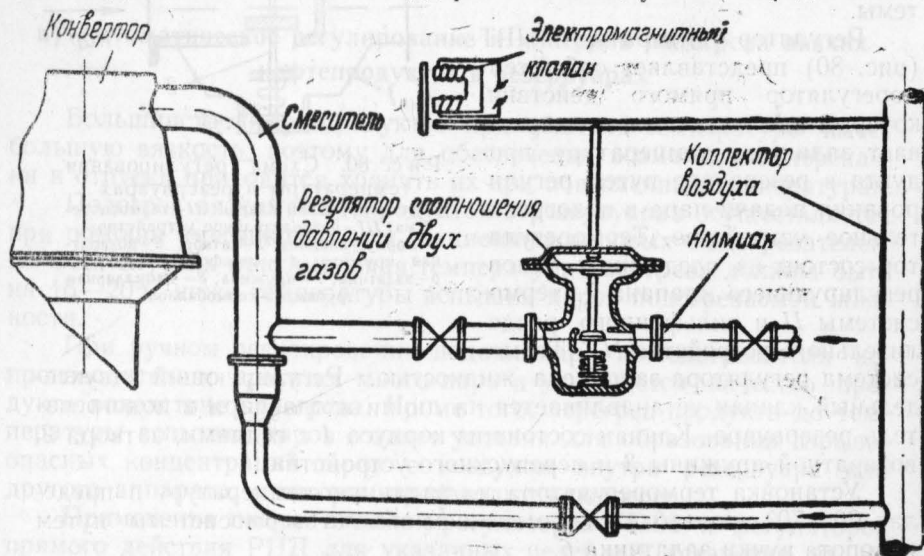


Рис. 81. Схема регулирования соотношения аммиака и воздуха перед конвертором

процентное соотношение.

В практике для указанных целей применяют различные защитные приборы и регуляторы, в том числе прямого действия. Вопросы защиты от образования взрывоопасных концентраций в аппаратах рассмотрены выше.

Здесь для примера рассмотрим схему автоматического предупреждения образования взрывоопасных концентраций в конверторах производства азотной кислоты путем регулирования процентного соотношения между аммиаком и воздухом, поступающими в аппарат.

Регулирование соотношения осуществляется с помощью гидравлических или электромагнитных пневматических клапанов. Схема такого регулятора показана на рис. 81. Регулирование концентрации аммиака основано на автоматическом изменении давления аммиака при изменении давления воздуха, поступающего в контактный аппарат. Наряду с этим регулятор полностью отключает подачу аммиака в контактный аппарат при аварийных нарушениях режима (повышение температуры катализаторных сеток, понижение температуры в испарителе аммиака, отключение электроэнергии).

В производствах получения полиэтилена также производится автоматическое регулирование соотношения между газом и кислородом, который добавляется к этилену после скруббера перед компрессором для активации процесса. Необходимость регулирования соотношения имеется и в ряде других аппаратов, что может быть обеспечено по указанной выше схеме.

§ 10. ПРИМЕРЫ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

В настоящее время установки автоматического пожаротушения (за исключением спринклерных) пока не получили широкого распространения. Однако основные принципы и элементы схем автоматического контроля и регулирования с успехом могут быть использованы для автоматизации стационарных установок тушения пожаров пеной, распыленной водой, газами и т. п. В этих случаях общая схема установки должна также содержать основные элементы схем автоматического регулирования, то есть чувствительный элемент или датчик (пневматический, электрический, биметаллический и т. п.), усилитель или преобразователь энергии чувствительного элемента и исполнительные органы.

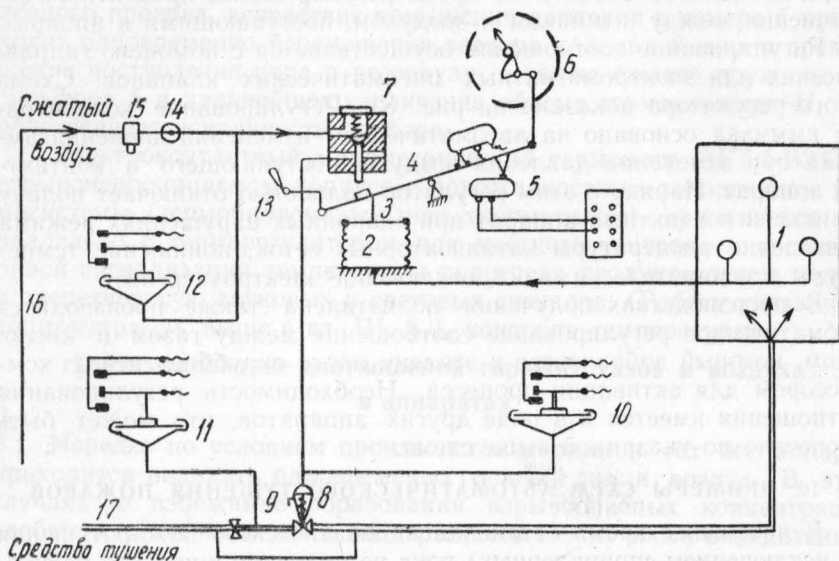
Для примера приведем несколько схем автоматических установок пожаротушения.

а) Пневматическая автоматическая установка пожаротушения

На рис. 82 приводится принципиальная схема установки предложенной работниками Московского шинного завода А. Н. Тихомировым и М. М. Клычковым.

Установка состоит из пневматических тепловых чувствительных элементов 1 (в виде полых шаров), установленных в защищаемом помещении и сиффона 2, которые через пневмоклапан 7 обеспечивают управление (открывание) мембранного исполнительного клапана 8 на линии подачи в защищаемое помещение средств тушения.

Предлагаемая схема обеспечивает контроль герметичности полых шаров, остановку двигателей защищаемого агрегата при повреждении пневмосистемы с одновременной подачей сигнала. Наличие избыточного давления воздуха внутри тепловых чувствительных элементов позволяет приближенно следить за температурой помещения. Применение реле давления 10—12 обеспечивает останов защищаемого агрегата и сигнализацию в случае возникновения пожа-



Р и с. 82. Схема автоматической пневматической установки пожаротушения 1—полые шары; 2—сильфон; 3—штифт; 4—рычаг; 5—ртутные переключатели; 6—указатель герметичности; 7—пневмоклапан; 8—мембранный клапан; 9—заселка клапана; 10—12—реле давления; 13—рычаг ручного действия; 14—редуктор; 15—фильтр; 16—подача сжатого воздуха; 17—подача средств тушения.

ра, а также при отсутствии или недостатке давления в трубопроводах подачи средств тушения и сжатого воздуха.

При нормальной температуре помещения, где установлены чувствительные элементы 1, воздух, несколько расширяясь внутри их, вызывает незначительное растяжение сильфона 2, который через штифт 3 и рычаг 4 обеспечивает замыкание ртутных переключателей 5 и включение соответствующей электрической цепи управления защищаемым агрегатом. Одновременно с этим через рычаг 4 происходит перемещение стрелки указателя 6, фиксирующее готовность прибора к действию.

При возникновении пожара или повышении температуры в защищаемом помещении до опасных пределов воздух внутри чувствительных элементов 1, расширяясь значительно, вызывает растяжение сильфона 2 настолько, что штифт 3 поднимает стержень пневмоклапана 7 и открывает доступ сжатого (управляющего) воздуха в надмембранное пространство клапана 8. Под давлением воздуха клапан открывается, и средство тушения получает свободный доступ

в защищаемое помещение. Защелка клапана 9 при этом удерживает его в открытом положении.

Контакты реле 11 и 12 включены в цепь управления защищаемого агрегата. Реле 11 предохраняет его от включения в работу при отсутствии давления в трубопроводе средства тушения, а реле 12 — при отсутствии давления сжатого воздуха. Реле давления 10, включенное в цепь управления двигателями защищаемого агрегата, вместе с открытием клапана 8 разрывает цепь управления агрегатом, останавливая двигатель, и обеспечивает подачу световой и звуковой сигнализации.

Указанная схема установки может быть смонтирована без применения сжатого управляющего воздуха, в этом случае пневматический клапан 7 заменяется электромагнитным вентилем, который будет управлять мембранным клапаном 8.

б) Установка автоматического тушения пожаров легковоспламеняющихся жидкостей пеной

Автоматическая пеногенераторная установка тушения пожаров в резервуарах нефтебазы пеной была разработана проектными организациями Сталинграда и дала положительные результаты (рис. 83).

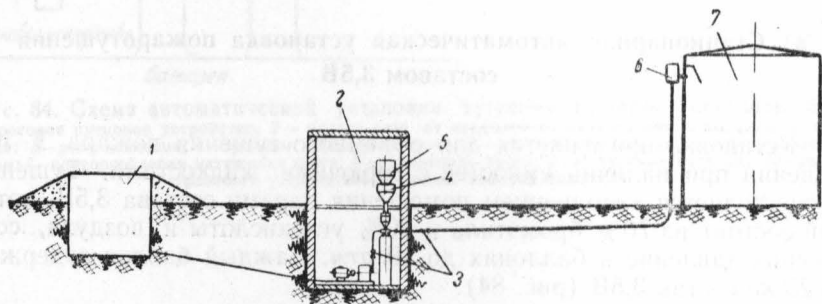


Рис. 83. Схема автоматической установки тушения пожара пеной
1 — водоем; 2 — пеногенераторная; 3 — задвижки с электроприводом; 4 — рабочий бункер; 5 — резервный бункер; 6 — пеносливная камера; 7 — резервуар.

В автоматической установке применен в качестве чувствительного элемента (датчика) термобаллон манометрического термометра ТС-200, который вмонтирован в металлическом кармане в верхней части резервуара.

При повышении температуры газового пространства резервуара до 100°C датчик с помощью электроконтактного устройства манометрического термометра автоматически включает водяной насос и обеспечивает открывание задвижки с электроприводом на трубопроводе, который связан с загоревшимся резервуаром. Задвижка перед пеногенератором открывается при повышении рабочего давления в водяном коллекторе до 6 кг/см^2 , при котором замыкаются контакты манометра ЭКМ-1, установленного на коллекторе.

Схема предусматривает поочередное периодическое включение в работу одного из пеногенераторов через каждые 5 мин., что продолжается до окончания тушения пожара.

Выдержка времени для их поочередного включения обеспечивается электронными реле времени. По окончании тушения пожара и снижении температуры газового пространства автоматически останавливается насос и затем закрываются задвижки на пенопроводе и перед пеногенераторами. Открытие и закрытие задвижек фиксируется двумя конечными выключателями, которые отключают электродвигатель при крайнем положении задвижки и дают световой сигнал.

В пеногенераторной установлена панель с кнопками управления и сигнальными лампами, которая предназначена для дистанционного управления задвижками, насосами, и пеногенераторами при отказе автоматики. В пеногенераторной установлено 3 пеногенератора ПГ-100, из которых третий резервный.

Пеногенераторы работают на общий коллектор, от которого к каждому резервуару отходят пенопроводы. Как указано выше, на пенопроводах монтируются задвижки с электроприводом. Резервный бункер пенопорошка оборудован электрорыхлителем. Вода в пеногенераторы подается центробежными насосами КСМ-70 из водоемов.

в) Стационарная автоматическая установка пожаротушения составом 3,5В

Установка применяется для объемного тушения пожара в помещении при наличии емкостей с горючими жидкостями. Тушение осуществляется заполнением помещения парами состава 3,5В, который состоит из 70 % бромэтила и 30 % углекислоты и воздуха, создающих давление в баллонах до 40 атм. Каждый баллон содержит по 25 кг состав 3,5В (рис. 84).

Головки баллонов типа 2ГЗМ связаны с пусковым устройством, который подвешен на тросе с легкоплавкими замками, расположенными в помещении. Замки в данном случае выполняют роль чувствительных элементов (датчиков), которые расплавляются при температуре 72° и обеспечивают с помощью пускового устройства автоматическое открывание головок баллонов. Пары состава 3,5В при этом будут вытесняться в коллектор и через выпускные насадки поступать в помещение, обеспечивая объемное тушение. Головки баллонов могут открываться и с помощью дистанционного ручного включателя. При распаде замков, включений ручного приспособления или пускового устройства от батареи исчезает усилие (натяжение троса), удерживающее рычаг пускового устройства рабочего баллона в верхнем положении.

Усилием свободно падающего груза пускового устройства поворачивается рычаг головки баллона, который, имея пропиленный паз в оси, освобождает крышку и дает возможность под действием

пружины и давления газа открыться клапану над проходным каналом головки. Состав 3,5В через сифонную трубку и открытый канал головки поступает в коллектор и далее через выпускные насадки в помещение, создавая в нем огнегасящую концентрацию.

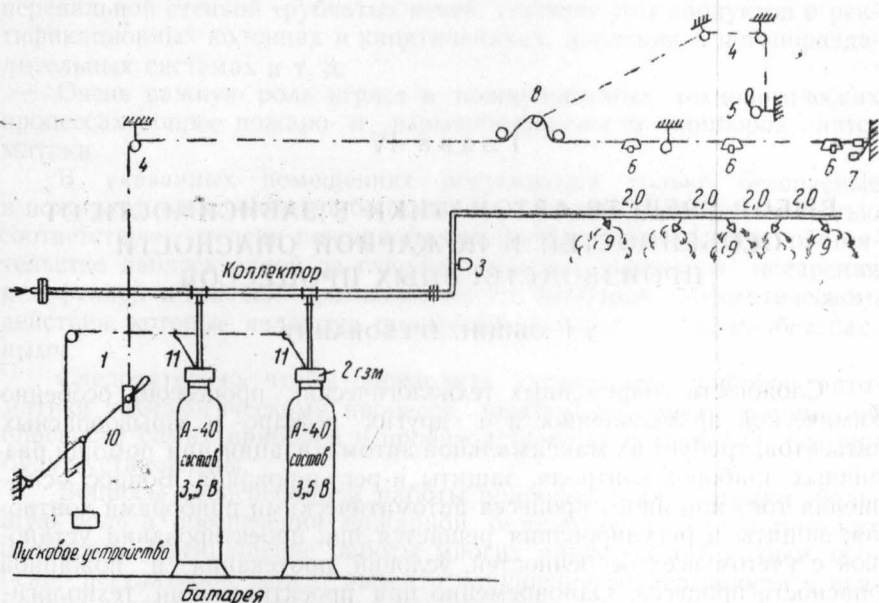


Рис. 84. Схема автоматической установки тушения пожаров составом 3,5В
1—тросовое пусковое устройство; 2—подача газа от переносного баллона при испытании и продувке; 3—реле давления; 4—ролики натяжения троса; 5—ручной включатель; 6—легкоплавкие замки; 7—приспособления натяжения троса; 8—удлинитель троса; 9—выпускные насадки; 10—рычаг тросового устройства; 11—рычаг головки баллонов.

Глава IV

ВЫБОР СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

§ 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Сложность современных технологических процессов, особенно химической промышленности и других пожаро- и взрывоопасных объектов, требует их максимальной автоматизации при помощи различных приборов контроля, защиты и регулирования. Вопрос оснащения того или иного процесса автоматическими приборами контроля, защиты и регулирования решается при проектировании установок с учетом всех особенностей, условий протекания и пожарной опасности процесса. Одновременно при проектировании технологических установок должны быть предусмотрены все необходимые мероприятия, обеспечивающие нормальную, бесперебойную и безопасную работу приборов автоматики.

По характеристике действия приборы автоматического регулирования выбирают в зависимости от свойств объектов и условий протекания в них того или иного процесса.

Приборы автоматического контроля и защиты выбирают в зависимости от характера и точности контролируемых технологических величин.

Например, из приборов автоматического регулирования двухпозиционные регуляторы чаще применяются при регулировании температуры и уровня жидкости в аппаратах, когда не требуется постоянства потока в линии, на которой установлен регулирующий клапан.

Астатические регуляторы применяются преимущественно для регулирования давления газа в аппаратах и коммуникациях.

Статические (пропорциональные) регуляторы применяются для регулирования температуры, расхода, давления, уровня и других параметров в объектах, где не требуется поддерживать параметр с большой точностью. Например, в процессах переработки нефти регулирование уровня во всех аппаратах, а также давления пара, воздуха и жидкостей после насосов осуществляется исключительно пропорциональными регуляторами.

Изодромные регуляторы могут применяться во всех объектах, где требуется поддерживать заданное значение параметра с большой точностью. Они устанавливаются на наиболее ответственных технологических объектах. Например, для регулирования расхода подаваемого на установки сырья, температуры дымовых газов над перевальной стенкой трубчатых печей, температуры продуктов в ректификационных колоннах и кипятильниках, давления в погоноразделительных системах и т. д.

Очень важную роль играет в пожароопасных технологических процессах вопрос пожаро- и взрывобезопасности приборов автоматики.

В указанных помещениях допускаются только безопасные в пожарном отношении приборы, тип или защита которых полностью соответствуют степени пожарной опасности процесса. Это обстоятельство явилось одной из главных причин широкого внедрения в нефтяной и газовой промышленности приборов пневматического действия, которые являются полностью пожаро- и взрывобезопасными.

Следовательно, чтобы определить соответствие приборов автоматики технологическому процессу, необходимо иметь данные об опасности самих приборов и производственных помещений, где они будут установлены.

Вопросы бесперебойной работы приборов также играют большую роль в обеспечении пожарной безопасности технологических процессов. Прекращение работы многих приборов автоматики, особенно регуляторов, может вызвать нарушение непрерывности и аварийное состояние технологического процесса.

Все эти вопросы обычно регламентируются соответствующими нормами и техническими условиями.

В настоящее время имеются только «Противопожарные технические условия проектирования и применения установок контроля и автоматизации технологических процессов на предприятиях Министерства нефтяной промышленности» (изд. 1951 года).

Общесоюзных правил или технических условий пока не имеется, поэтому указанными условиями наряду с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) в настоящее время пользуются и другие ведомства.

В соответствии с этими условиями приборы автоматики, производственные помещения и места их наружной установки делятся на определенные классы и группы.

§ 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ АВТОМАТИКИ И МЕСТ ИХ УСТАНОВКИ

Согласно указанным техническим условиям приборы и аппаратура контроля и автоматизации по степени их пожарной опасности разделяются на следующие классы:

а) **Механические приборы без применения электроэнергии.** Они безопасны в пожарном отношении и в условиях нормальной эксплуатации не могут быть причиной пожаров и взрывов во взрывоопасной среде.

Например. Ртутные приборы, манометры, самопишущие приборы с механическим часовым приводом, пневматические и гидравлические регуляторы без электропитания и др. аналогичные приборы.

б) Электрические приборы в нормальном исполнении с питанием от сухого элемента 1,5 в с силой тока не свыше 40 ма (в измерительной цепи). Они безопасны в пожарном отношении.

Например. Терморезисторы, термометры сопротивления, работающие только с автоматическими электромеханическими местами, показывающие милливольтметры и самопишущие милливольтметры с механическим часовым приводом. При этом источники постоянного тока не должны иметь сетевого электропитания переменного тока (что может представлять пожарную опасность) и должны устанавливаться вне взрыво-пожароопасных помещений, равно как и автоматические электромеханические мосты.

в) Электрические приборы и аппаратура во взрывозащищенном исполнении. Они безопасны в пожарном отношении и в помещениях с опасной средой, на которую они рассчитаны, не могут быть причиной пожара или взрыва.

К этому классу относятся взрывозащищенные приборы и аппараты в соответствии с требованиями ПУЭ, снабженные соответствующими свидетельствами и маркировкой уполномоченных на это организаций (Макеевский научно-исследовательский институт, Центральный научно-исследовательский институт противопожарной обороны МВД и др.) или аналогичными свидетельствами заводоизготовителей с указанием в них возможности применения данного прибора в определенной взрыво- или пожароопасной среде.

Например. Взрывонепроницаемые сигнализаторы уровня типа СУВЗГ-4, сигнальные ламповые устройства (табло) типа СЛУВЗГ-1, электроконтактные манометрические термометры во взрывозащищенном корпусе — ЭКТ-1-ВЗГ, автоматические газоанализаторы во взрывозащищенном исполнении — ПГФ-1-ВИА, ПГФ-2-ВЗГ; СГГ-2-В2Б, СГГ-2-В4А и другие.

г) Электрические приборы и аппаратура в нормальном исполнении. К этому классу относятся приборы и аппараты в нормальном исполнении, которые могут послужить источником взрыва или пожара, а также приборы и аппараты класса «в», не имеющие соответствующих свидетельств об их области применения.

Например. Автоматические электронные потенциометры и мосты, самопишущие и показывающие приборы с электропередачей, газоанализаторы электрические, сигнальные лампы, электросирены и аналогичные приборы и аппараты.

Электроизмерительные приборы и аппараты (вольтметры, выключатели, предохранители, светильники и т. п.), предназначенные для обслуживания установок контроля и автоматизации, в настоя-

щую квалификацию не входят и устанавливаются в соответствии с ПУЭ.

В соответствии с техническими условиями и ПУЭ помещения и места, в которых производится установка приборов и аппаратуры контроля и автоматизации по степени пожарной опасности разделяются на:

- а) взрывоопасные (класс «В») — В-I, В-Ia, В-Iб, В-II, В-IIa.
 - б) пожароопасные (класс «П») — П-I, П-II, П-IIa.
 - в) не пожаро- и взрывоопасные, то есть с нормальной средой (класс «Н»).
 - г) места наружной установки — В-Iг (В-III), П-III, «Н».
- (см. технич. условия и ПУЭ).

§ 3. ВЫБОР ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Применение приборов и аппаратуры контроля и автоматизации зависит от классификации самих приборов и помещений, в которых предполагается их установка. В соответствии с этой классификацией техническими условиями разрешается устанавливать:

В помещениях класса В-I без каких-либо ограничений приборы классов «а», «б» и «в». При этом допускается применение электрооборудования, рассчитанного на работу в среде метана и угольной пыли, а также электрооборудования и приборов взрывонепроницаемого исполнения — ВЗГ вместо отсутствующих В4А.

В помещениях В-Ia и В-II — без ограничений приборы класса «а», «б», «в» и «г» при условии заключения последних в сплошные негоряемые уплотненные вентилируемые кожухи или камеры с постоянно поддерживаемым избыточным давлением.

В помещениях класса В-IIa, В-Iб, П-I, П-II и П-IIa — без ограничений приборы класса «а», «б» и «в», а также класса «г» при заключении последних в сплошные негоряемые кожухи или камеры такого же исполнения.

В наружных установках класса В-III (В-I г) — без ограничений приборы класса «а», «б» и «в», а приборы класса «г» при тех же условиях, что и для В-II и В-Ia.

В наружных установках П-III — те же, что для В-IIa, П-I, П-II и П-IIa.

В помещениях и местах наружной установки приборов и аппаратуры, отнесенных к классу «Н», разрешается установка приборов любого класса без каких-либо ограничений.

Кратковременное применение электрооборудования, имеющего нормальное невзрывозащищенное исполнение, для целей ремонта, испытаний, измерений и т. п. во взрывоопасных помещениях всех классов возможно лишь после принятия всех мер, обязательных при производстве огневых работ в подобных помещениях в соответствии с «Типовыми правилами пожарной безопасности».

Приборы классов «В» и «Г» в помещениях В-I, В-Ia, В-II и В-III могут подвергаться осмотру только после их обесточивания.

§ 4. ПОМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Приборы и аппараты контроля и автоматизации могут размещаться как непосредственно в производственных помещениях, так и в специально выделенных, отдельных помещениях, изолированных от производственных.

Специальные помещения КИП относятся к классу «Н», в них, кроме приборов и аппаратуры контроля и автоматизации в любом

исполнении, разрешается размещение электрического оборудования КИП (щиты электропитания, трансформаторы и др.).

Помещения КИП, размещенные внутри помещений классов В-I, Р-Ia, В-II, В-IIa, должны быть совершенно изолированы от смежных производственных и складских помещений посредством газонепроницаемых стен с пределом огнестойкости не менее 3 часов или соединены с соблюдением требований ПУЭ.

Вводы и выходы импульсных труб для манометров, дифманометров и защитных труб с проводами разрешается прокладывать в помещении

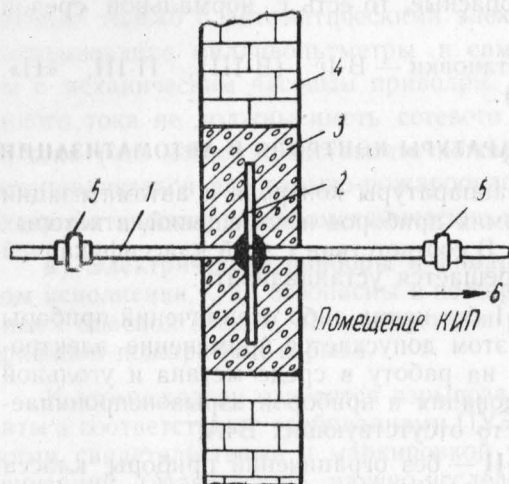


Рис. 85. Схема заделки импульсных труб в стенах помещения КИП

1 — металлические трубы; 2 — металлическая плита; 3 — бетонная заделка; 4 — кирпичная стена; 5 — соединительные муфты.

КИП через наружные стены или через стены тамбуров и коридоров. В случае вводов и выводов вышеуказанных труб в помещение КИП из смежных производственных помещений класса В-I, В-Ia, В-II и В-IIa, в несгораемых стенах должны быть заложены металлические плиты с вваренными отрезками труб для герметического присоединения их к импульсным и защитным трубам со стороны производственных помещений (на муфтах с обваркой) и со стороны помещения КИП (рис. 85).

Импульсные линии, замеряющие состояние горючих газов, паров и жидкостей и связывающие технологические аппараты и трубопроводы, находящиеся под избыточным давлением, с приборами и аппаратурой в помещении КИП, — вводить в помещения КИП не разрешается. В отдельных случаях при необходимости ввод импульсных трубок разрешается при условии установки вне помещения КИП разделительных сосудов (рис. 86).

Для обеспечения большей безопасности от проникновения внутрь КИП горючей среды при разрыве импульсных трубок на последних следует устанавливать отсекающие устройства.

Импульсные линии от разделительных сосудов до приборов и аппаратов должны быть заполнены инертной, незастывающей жидкостью, не смешивающейся и не растворяющейся с измеряемым продуктом.

Перед вводом в помещение КИП электропроводки из помещений классов В-I, В-Iа, В-II и В-IIа в защитных трубах должны быть установлены разделительные муфты (электрофитинги) с заливкой их компаундной массой для получения полной газонепроницаемости.

При установке газоанализаторов и плотномеров газа должны быть соблюдены следующие требования: газоанализаторы и плотномеры класса «г» для анализа газовых смесей, содержащих взрывоопасные компоненты, допускаются к установке в помещениях класса «Н» и в отдельных газоанализаторных помещениях при условии, что концентрация

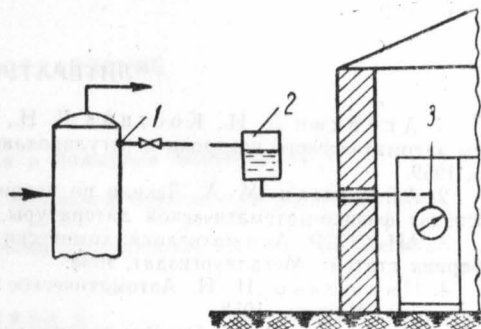


Рис. 86. Изоляция помещения КИП с помощью разделительных сосудов
1—аппарат; 2—разделительный сосуд; 3—помещение КИП.

газа в помещении при полном разрыве газоподводящей трубки (внутренний диаметр 6 мм) одного газоанализатора (независимо от их количества в данном помещении) и давления газа, не превышающем 500 мм водного столба не достигнет в течение часа нижнего предела взрываемости.

Для обеспечения указанного требования объем помещения в этих случаях должен определяться по формуле:

$$V = \frac{1104}{n k \sqrt{\gamma_1}},$$

где: V — объем помещения в м^3 ;

1104 — численный коэффициент, учитывающий условия истечения газа при разрыве трубки внутренним диаметром 6 мм и давлении газа 500 мм водяного столба;

n — нижний предел взрываемости газа в процентах (по таблицам);

k — кратность воздухообмена (вентиляции) помещения;

γ_1 — удельный вес газа или газовой смеси в $\text{кг}/\text{м}^3$.

Согласно этой формуле при наличии вентиляции объем помещения, в котором размещаются газоанализаторы, уменьшается пропорционально кратности воздухообмена «К» (то есть при пятикратном воздухообмене объем помещения, рассчитанный по формуле, уменьшается в 5 раз, при десятикратном — в 10 раз).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агейкин Д. И., Костина Е. Н., Кузнецова Н. Н. Датчики систем автоматического контроля и регулирования (справочные материалы), Машгиз, 1959.
2. Айзерман М. А. Лекции по теории автоматического регулирования, Госиздат физико-математической литературы, 1958.
3. АН СССР. Автоматизация химических и коксо-химических производств (сборник статей), Металлургиздат, 1958.
4. Иващенко Н. Н. Автоматическое регулирование (теория и элементы систем), Машгиз, 1958.
5. Майзель М. М. Основы автоматики и телемеханики. Госиздат легкой промышленности, 1958.
6. Мурин Г. А. Теплотехнические измерения, госэнергоиздат, 1958.
7. Чепель В. М. Сжигание газов в топках котлов и печей. Гостоптехиздат, 1958.
8. Хорнауэр В. Техника автоматизации производственных процессов (перевод с немецкого), Машгиз, 1958.
9. Журналы: «Нефтяное хозяйство» № 12, 1958; «Энергетик» № 11, 1957; «Маслобонножировая промышленность» № 7, 1957; «Пожарное дело» № 7, 1959.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

Автоматика и пожарная безопасность

1. Роль автоматики в обеспечении пожарной безопасности производственных процессов	5
2. Предупреждение пожаров и взрывов регулированием технологических параметров	10

Глава I

Основные элементы схем автоматического контроля, сигнализации, защиты и регулирования

§ 1. Схемы контроля и регулирования	14
§ 2. Чувствительные элементы, преобразователи, датчики	16
§ 3. Усилители (преобразователи)	23
§ 4. Исполнительные и регулирующие органы	29

Глава II

Автоматический контроль, сигнализация и защита

§ 1. Контроль и сигнализация температуры, защита от перегрева	31
§ 2. Контроль и сигнализация давления, защита от избыточных давлений	42
§ 3. Контроль и сигнализация уровня, защита от переполнения аппаратов и образования горючей среды	47
§ 4. Защита от образования взрывоопасных концентраций паров и газов в аппаратах, помещениях и топочных пространствах	55
§ 5. Автоматический анализ и сигнализация содержания паров и газов в воздухе помещений	63
§ 6. Защита от распространения пожара и взрывной волны	65

Глава III

Автоматическое регулирование

§ 1. Классификация регуляторов	67
§ 2. Регуляторы прямого действия	—
§ 3. Регуляторы непрямого действия	69
§ 4. Астатические регуляторы	72
§ 5. Статические (пропорциональные) регуляторы	74
§ 6. Изодромные регуляторы	75
§ 7. Пневматические регуляторы	77
§ 8. Электронные регуляторы	85
§ 9. Примеры схем автоматического регулирования	93
§ 10. Примеры схем автоматического тушения пожаров	99

Глава IV

Выбор средств автоматики в зависимости от особенностей и пожарной опасности производственных процессов

§ 1. Общие требования	104
§ 2. Классификация приборов автоматики и мест их установки	105
§ 3. Выбор приборов и аппаратуры контроля автоматизации	107
§ 4. Помещения контрольно-измерительных приборов	108
Литература	110

Василий Михайлович Смирнов

АВТОМАТИКА

Редактор из-ва инженер-полковник К. А. Калашников

Корректор Г. Г. Никитина

Г-741075

Слано в набор 11/II-1960 г.

Подписано к печати 30/V-1960 г.

Зак. 173.

Формат бумаги 60×92¹/₁₆.

7 печ. л.

6,3 уч.-изд. л.

Типо-литография ВВИА имени проф. Н. Е. Жуковского

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
11	4 строка сверху	вокникновение	возникновение
14	10 строка снизу	случаях	величинах
53	15 строка снизу	на роторое	на роторе
75	13 строка сверху	связи изодрома	связи, изодрома
80	28 строка сверху	приближается к соплу	отодвигается от сопла
98	9 строка снизу	в гл. III	в гл. II
109	30 строка сверху	водного	водяного

К зак. 173