

В.А. Жила

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ



У Ч Е Б Н И К



СРЕДНЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

В.А. ЖИЛА

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

УЧЕБНИК

*Допущено Государственным комитетом Российской Федерации
по строительству и жилищно-коммунальному комплексу
в качестве учебника для студентов
средних специальных учебных заведений,
обучающихся по специальности 2915 «Монтаж и эксплуатация
оборудования и систем газоснабжения»*

Москва
ИНФРА-М
2006

УДК 696.2(07)
ББК 38.763я723
Ж72

Рецензенты:

профессор кафедры автоматизации
инженерно-строительных технологий *С.А. Щелкунов*
(Московский государственный строительный университет);
начальник управления по эксплуатации
и ремонту газового хозяйства *Г.М. Калмыков*
(Восточный административный округ г. Москвы № 10
ГУП Мосгаз)

Жила В.А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 238 с. — (Среднее профессиональное образование).

ISBN 5-16-002461-1

Излагаются принципы действия и описание конструкций приборов контроля, автоматических регуляторов, устройств сигнализации, защиты и блокировки, наиболее распространенных в системах газоснабжения. Анализируются вопросы автоматического регулирования. Описываются датчики, регуляторы, исполнительные механизмы. Приводятся схемы автоматизации различных котлов.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

ББК 38.763я723

Автоматизация — это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем.

Одними из преимуществ газообразного топлива являются возможность автоматического контроля и регулирование процессов сжигания газа.

Автоматизация объектов, использующих газовое топливо, позволяет сократить количество обслуживающего персонала, улучшить работу агрегатов, обеспечить экономию газа, облегчить условия работы обслуживающего персонала и создать безопасные условия эксплуатации.

Рациональное и безопасное использование газа связано с контролем за работой газового оборудования при помощи различных по устройству и принципу действия контрольно-измерительных и автоматических приборов.

Автоматизация процессов транспортировки и использования газа значительно сокращает и облегчает труд человека, позволяет увеличить сроки службы оборудования.

Автоматизация при сжигании газового топлива обеспечивает экономичную и безопасную работу агрегатов. При этом уменьшается расход газа и сокращается численность обслуживающего персонала. Автоматические устройства обеспечивают:

- контроль и измерение;
сигнализацию;
управление;
регулирование.

С помощью контрольно-измерительных приборов контролируют давление газа, наличие факела, полноту сжигания газа.

Автоматическая сигнализация может быть предупредительная, исполнительная и аварийная. В любом случае аварийная сигнализация обеспечивает передачу сигналов операторам.

Важную функцию выполняет автоматика безопасности, которая прекращает подачу газа при нарушении заданных параметров. Автоматика безопасности отключает подачу газа при недопустимом отклонении давления газа, погасании пламени горелок, нарушении тяги, прекращении подачи воздуха к дутьевым горелкам.

Под автоматическим управлением понимают импульсы, посылаемые датчиками, которые контролируют режим работы, например

газогорелочного устройства. Автоматическое регулирование предназначено для поддержания заданного регулируемого параметра.

В настоящее время основное направление в автоматизации — это создание комплексных систем, включающих автоматику безопасности и регулирования. Наиболее перспективной является разработка автоматизированных котлов или горелочных блоков. Основными параметрами, подлежащими регулированию у агрегатов, использующих газовое топливо, являются температура, разрежение или противодавление, соотношение «топливо — воздух». Для обеспечения наиболее экономичного сжигания газа или создания необходимой среды в рабочей камере агрегата регулируют расход воздуха в зависимости от расхода газа при стабилизированном значении разрежения или противодавления. Изменение расхода воздуха осуществляют с помощью следящей системы, поддерживающей установленное соотношение «топливо — воздух».

Для осуществления комплексной автоматизации и диспетчеризации котельных, работающих на газе, необходимы капитальные вложения, которые включают стоимость аппаратуры автоматики и диспетчеризации, прокладки кабельных линий связи, строительно-монтажных работ, а также затраты на проектирование системы автоматизации и диспетчеризации, монтажные и пусконаладочные работы. Но с другой стороны, диспетчеризация котельных позволяет сократить эксплуатационный персонал за счет упразднения должности машинистов-операторов, которые заменяются значительно меньшим по числу штатом диспетчеров. Котельные после диспетчеризации обслуживаются персоналом, в состав которого входят дежурные диспетчеры, слесари-сантехники, газовики, электрики. При использовании автоматических регуляторов в котельных достигается также экономия топлива за счет оптимизации режима регулирования теплопроизводительности и повышения качества сжигания газа.

Годовой экономический эффект от внедрения автоматики и диспетчеризации определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) E_n K,$$

где C_1, C_2 — эксплуатационные затраты на обслуживание котельных соответственно до и после внедрения автоматизации и диспетчеризации;

K — капитальные затраты на автоматизацию и диспетчеризацию котельных;

E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,12$).

Капитальные вложения на автоматизацию и диспетчеризацию складываются из стоимости аппаратуры автоматики и диспетчеризации, прокладки кабельных линий связи, а также затрат на монтаж и наладку системы автоматики и диспетчеризации.

В эксплуатационные затраты входят:

заработная плата эксплуатационного персонала с начислениями;

амортизационные отчисления на аппаратуру автоматики и диспетчеризации;

эксплуатационные расходы на линии связи;

стоимость израсходованного топлива (газа) и электроэнергии.

Экономия эксплуатационных затрат после диспетчеризации

$$C_1 - C_2 = (C_{3.л}^I + C_T^I + C_Э^I) - (C_{3.л}^{II} + C_{э.о}^{II} + C_{э.с}^{II} + C_T^{II} + C_Э^{II}),$$

где $C_{3.л}^I, C_{3.л}^{II}$ — заработная плата эксплуатационного персонала соответственно до и после диспетчеризации;

$C_{э.о}$ — амортизационные отчисления на аппаратуру автоматики и диспетчеризации;

$C_{э.с}$ — эксплуатационные расходы на обслуживание линий связи;

C_T^I, C_T^{II} — стоимость израсходованного топлива в котельных соответственно до и после диспетчеризации;

$C_Э^I, C_Э^{II}$ — стоимость израсходованной электроэнергии до диспетчеризации и после нее.

ПРАВОВАЯ ОСНОВА И НОРМАТИВНАЯ БАЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральный закон «Об энергосбережении»

Топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) на Земле подразделяются на невозобновляемые и возобновляемые. К первым относятся: каменный уголь, торф, нефть, нефтяной и природный газы, сланцы и др. Ко вторым — энергия Солнца, ветра, естественного движения водных потоков, градиентов температур, существующих в природе, теплота Земли, дрова, биомасса и др.

Невозобновляемые ТЭР в основном сосредоточенные в недрах Земли, называются ископаемыми и извлекаются различными технологическими способами в зависимости от их вида и глубины

залегания. Запасы их на Земле ограничены и постепенно истощаются. Наиболее истощаемыми и убываемыми являются запасы нефти, нефтяного и природного газов.

Полагают, что при современных темпах добычи запасов нефти хватит на 200–250 лет, природного газа — на 100–150 лет. Поэтому важно бережно относиться ко всем видам ископаемых ТЭР и использовать их с наибольшей для современного технического уровня развития эффективностью.

Во всех промышленно развитых странах на государственном уровне осуществляется политика энергосбережения.

В Российской Федерации в целях создания технико-экономических и организационных условий для эффективного использования ТЭР принят Закон «Об энергосбережении», который вместе с другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами является основой осуществления государственного регулирования в области энергосбережения.

Объектом регулирования являются отношения, возникающие в процессе деятельности, направленной на эффективное использование ТЭР при их добыче, производстве, переработке, транспортировании, хранении и потреблении.

Энергосберегающая политика основана на приоритете эффективного использования ТЭР, осуществлении государственного надзора за их эффективным использованием, обязательности учета юридическими лицами производимых или расходуемых ими ТЭР.

В сфере энергетики энергосберегающая политика также исходит из устойчивого обеспечения страны энергоносителями; повышения эффективности использования ТЭР и создания необходимых условий для перевода экономики страны на энергосберегающий путь развития, создания надежной сырьевой базы и обеспечения устойчивого развития топливно-энергетического комплекса в условиях формирования рыночных отношений.

Основной задачей энергетической политики Российской Федерации на этапе до 2010 г. является структурная перестройка отраслей топливно-энергетического комплекса, предусматривающая, прежде всего, увеличение доли природного газа в суммарном производстве энергетических ресурсов и расширение его использования в экологически неблагоприятных промышленных центрах и для газификации села, а также в целом комплексе государственных программ по совершенствованию топливно-энергетического баланса страны и в том числе по расширению использования местных ТЭР, включая нетрадиционные возобновляемые источники энергии, реализацию

потенциала энергоснабжения за счет создания и внедрения высокоэффективного топливо- и энергопотребляющего оборудования, теплоизоляционных материалов и строительных конструкций.

Государственный надзор за эффективным использованием энергоресурсов организует и проводит федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на то Президентом Российской Федерации. Закон предусматривает также, что при добыче, производстве, переработке, транспортировании, хранении и потреблении ТЭР показатели их эффективного использования, а также показатели расхода энергии на обогрев, вентиляцию, горячее водоснабжение и освещение зданий, иные показатели энергопотребления производственных процессов в установленном порядке должны включаться в соответствующую нормативно-техническую документацию.

Требования, устанавливаемые в области энергопотребления государственными стандартами, техническими нормами и правилами, обязательны для выполнения на всей территории Российской Федерации.

Энергопотребляющая продукция любого назначения, а также энергетические ресурсы подлежат обязательной сертификации на соответствующие показатели энергоэффективности. Соответствие производимого бытового оборудования требованиям, установленным государственными стандартами в части показателей энергопотребления, должны подтверждаться путем обязательного маркирования указанного оборудования.

При добыче, производстве, переработке, транспортировании, хранении и потреблении ТЭР, а также при их сертификации в обязательном порядке осуществляются государственный метрологический контроль и надзор.

Энергосберегающая политика осуществляется на основе реализации федеральных и межрегиональных программ в области энергосбережения путем стимулирования производства и использования топливо- и энергосберегающего оборудования.

В целях оценки эффективного использования энергетических ресурсов и снижения затрат потребителей на топливо- и энергообеспечение Законом предусматривается проведение энергетических обследований.

Обязательным энергетическим обследованиям подлежат организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет более 6 тыс. т условного топлива или более 1 тыс. т моторного топлива. Энергетические обследования организаций,

если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет менее 6 тыс. т условного топлива, проводятся по решению органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, ответственных за координацию работ по эффективному использованию энергетических ресурсов.

Порядок и сроки проведения энергетических обследований определяются Правительством Российской Федерации.

Весь объем добываемых, производимых, перерабатываемых, транспортируемых, хранимых и потребляемых энергоресурсов подлежит обязательному учету. Очередность и правила оснащения организаций приборами для учета расхода энергетических ресурсов, а также правила пользования электрической и тепловой энергией, природным и сжиженным газами, продуктами нефтепереработки устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Учет потребляемых ТЭР должен осуществляться в соответствии с установленными государственными стандартами и нормами точности измерений.

Закон обязывает осуществлять постоянное государственное статистическое наблюдение за величиной и структурой потребления энергетических ресурсов и их эффективным использованием.

Финансирование федеральных и межрегиональных программ в области энергосбережения согласно Закону должно осуществляться за счет средств государственной финансовой поддержки федерального бюджета, средств бюджетов соответствующих субъектов Российской Федерации, средств российских и иностранных инвесторов, а также за счет других источников в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации.

Потребителям и производителям энергетических ресурсов, осуществляющим мероприятия по энергосбережению, в том числе за счет производства и потребления продукции с лучшими, чем предусмотрено государственными стандартами, показателями, предоставляются льготы в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

Закон регламентирует международное сотрудничество Российской Федерации в области энергосбережения.

Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем предусмотренные Федеральным законом, то применяются правила международного договора.

Все учреждения среднего профессионального, высшего профессионального и послевузовского профессионального образования,

а также учреждения подготовки и переподготовки кадров в программах по обучению и подготовке работников в области энергообеспечения должны предусматривать основы эффективного использования энергетических ресурсов, в том числе основы эффективного использования возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива.

Информационное обеспечение энергосбережения осуществляется путем обсуждения федеральных и межрегиональных программ в области энергосбережения; координации работ по подготовке демонстрационных проектов высокой энергетической эффективности; организации выставок энергоэффективного оборудования и технологий; предоставления потребителям энергетических ресурсов информации по вопросам энергосбережения; пропаганды эффективного использования энергетических ресурсов.

Закон устанавливает, что лица, виновные в нарушении положений Федерального закона «Об энергосбережении», несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Федеральный закон «О газоснабжении»

Из Федерального закона «Об энергосбережении» видно, что природному газу придается большое значение как социально значимому и наиболее экологически безопасному виду топлива, поэтому в нашей стране принят и действует Федеральный закон «О газоснабжении Российской Федерации», который определяет правовые, экономические и организационные основы отношений в области газоснабжения и направлен на обеспечение удовлетворения потребностей государства в таком стратегическом виде энергоресурсов, каковым является природный газ.

В Законе сформулированы основные понятия, которые необходимо применять при его практической реализации, такие, как «газ», «газоснабжение», «система газоснабжения», «газораспределительная система», «независимая организация», «газотранспортная организация», «газификация», «охранная зона объектов системы газоснабжения», «поставщик» (газоснабжающая организация), «потребитель газа» (абонент, субабонент газоснабжающей организации).

Законом устанавливаются следующие принципы государственной политики в газоснабжении Российской Федерации: государственная поддержка развития газоснабжения в целях улучшения социально-экономических условий жизни населения, обеспечения технического прогресса и создания условий для развития экономики Российской Федерации с учетом промышленной и экологической

безопасности; государственное регулирование рационального использования запасов газа, особенно запасов газа, имеющих стратегическое значение; повышение уровня газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций, расположенных на территории субъектов Российской Федерации, на основе формирования и реализации соответствующих федеральной, межрегиональных и региональных программ газификации; определение основ ценовой политики в отношении газа; создание условий для широкого использования газа в качестве моторного топлива и сырья для химической промышленности; обеспечение надежной сырьевой базы добычи газа; обеспечение энергетической безопасности Российской Федерации.

Законом устанавливается структура Федеральной системы газоснабжения как совокупность действующих на территории Российской Федерации систем газоснабжения: Единой системы газоснабжения (ЕСГ), региональных систем газоснабжения (РСГ), газораспределительных систем и независимых организаций (ГРО). Федеральная система газоснабжения является одной из федеральных энергетических систем Российской Федерации.

Для входящих в Федеральную систему газоснабжения организаций — собственников ЕСГ, организаций — собственников РСГ и организаций — собственников ГРО независимо от форм их собственности и организационно-правовых форм действуют единые правовые основы формирования рынка и ценовой политики, единые требования энергетической, промышленной и экологической безопасности, установленные федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Все входящие в структуру Федеральной системы газоснабжения субъекты представляют собой имущественные производственные комплексы, которые состоят из технологически, организационно и экономически взаимосвязанных и централизованно управляемых производственных и иных объектов, предназначенных для добычи, транспортирования, хранения и поставок газа, и находятся в собственности организаций, образованных в установленных гражданским законодательством организационно-правовых формах и порядке, получивших объекты указанного комплекса в собственность в процессе приватизации либо создавших или приобретших их на других основаниях, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Основной системой газоснабжения в Российской Федерации является ЕСГ, и ее деятельность регулируется государством в поряд-

ке, установленном законодательством Российской Федерации. Региональные системы газоснабжения независимы от ЕСГ и являются основной системой газоснабжения территорий соответствующих субъектов Российской Федерации; их деятельность контролируется уполномоченными органами государственной власти в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации, на территориях которых данные системы функционируют.

Организации — собственники ГРО представляют собой специализированные организации, осуществляющие эксплуатацию и развитие на соответствующих территориях сетей газоснабжения и их объектов, а также оказывающие услуги, связанные с подачей газа потребителям и их обслуживанием. ГРО контролируются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

При купле-продаже акций собственников РГС и собственников ГРО, проведении других сделок или операций, связанных с изменением собственников указанных акций, доля иностранных граждан или иностранных организаций не должна превышать 20% общего количества обыкновенных акций собственников указанных систем.

Законом предусмотрено разграничение полномочий между федеральными органами государственной власти и субъектами Российской Федерации. Разработка и реализация государственной политики; разработка и принятие федеральных законов, иных нормативных правовых актов, направленных на реализацию государственной политики; разработка и реализация федеральной программы газификации в Российской Федерации; осуществление государственного регулирования использования стратегических запасов газа, надзор и контроль за промышленной и экологической безопасностью производственных объектов систем газоснабжения, а также стандартизация, метрологическое обеспечение и сертификация являются прерогативой федеральных органов государственной власти.

Правительство Российской Федерации устанавливает порядок формирования и утверждения перспективного баланса добычи и реализации газа в Российской Федерации, исходя из ресурсов газа, технических возможностей систем газоснабжения и прогноза потребности в энергетических ресурсах; утверждает правила поставок газа, правила пользования газом и предоставления услуг по газоснабжению, федеральную программу газификации в Российской Федерации, правила охраны магистральных трубопроводов, газо-

распределительных сетей и других объектов систем газоснабжения, порядок доступа независимых организаций к газотранспортным и газораспределительным сетям, порядок использования газа в качестве топлива, перечень потребителей, в том числе организаций, которые имеют преимущественное право пользования газом в качестве топлива и поставки газа которым не подлежат ограничению или прекращению (неотключаемые потребители); устанавливает принципы формирования цен на газ и тарифов на услуги по его транспортированию по газотранспортным и газораспределительным сетям, порядок компенсации убытков, понесенных ГРО при поставках газа населению, в соответствии с льготами, предусмотренными законодательством Российской Федерации.

В совместном ведении федеральных органов государственной власти и органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области газоснабжения находятся разработка и реализация межрегиональных программ газификации, лицензирование видов деятельности по освоению месторождений газа и газоснабжению в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, контроль за эффективным использованием газа, надзор и контроль за безопасностью поставок и использования газа.

Законом регламентируются:

основания и порядок отнесения месторождений газа к объектам федерального значения;

формирование федерального фонда резервных месторождений газа;

порядок ввода в эксплуатацию месторождений газа федерального значения.

Правовыми основами функционирования и развития ЕСГ определены полномочия организации — собственника ЕСГ, выполнение которых должны обеспечить надежное газоснабжение внутри страны и выполнение международных договоров и соглашений Российской Федерации о поставках газа. При этом устанавливается неделимость Единой системы газоснабжения. Организация — собственник подсоединенного к ЕСГ объекта не может осуществить вывод его из эксплуатации без согласования с организацией — собственником ЕСГ в период действия между ними договоров о подсоединении.

Установленным порядком обращения акций организации — собственника ЕСГ при купле-продаже акций доля акций иностранных покупателей не должна превышать 20% общего количества обыкновенных акций; государству гарантируется во всех случаях контрольный пакет не менее 35% общего количества обыкновенных акций.

В связи с новыми рыночными экономическими условиями Закон предусматривает создание и развитие единого рынка газа, основами которого являются формирование круга потребителей газа на основе широкого внедрения газа как энергетического и топливного ресурса в производство и сбыт на территориях субъектов Российской Федерации: развитие газификации, создание экономически взаимовыгодных отношений потребителей и поставщиков газа, создание условий надежного обеспечения газом потребителей различных категорий, проведение государственной политики ценообразования, направленной на развитие единого рынка газа.

Развитие газификации территорий Российской Федерации осуществляется на основании перспективного баланса добычи и потребления газа, а также принятых в установленном порядке федеральной, межрегиональных и региональных программ газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций при установленном порядке финансирования.

Правовой основой поставок газа является договор между поставщиком и потребителем независимо от форм собственности в соответствии с гражданским законодательством и правилами поставок и пользования газом в Российской Федерации, а также иными нормативными правовыми актами.

Поставки газа потребителям осуществляются только при соответствии качества поставляемого газа государственным стандартам и при наличии сертификатов соответствия.

Экономические отношения в области газоснабжения формируются государственной ценовой политикой, основой которой являются создание благоприятных условий для поиска, разведки и освоения месторождений газа, добычи, транспортирования, хранения и поставок газа, обеспечения самофинансирования организаций систем газоснабжения; расширение сфер применения рыночных цен на газ и услуги по газификации жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций с учетом стоимости, качества и потребительских свойств альтернативных газу видов энергетических ресурсов в целях формирования рынка энергетических ресурсов; контроль за соблюдением регулируемых государством цен и тарифов в области газоснабжения; стимулирование использования газа в качестве моторного топлива для транспортных средств в целях уменьшения выбросов вредных веществ в окружающую природную среду и повышения экономической эффективности использования топливных ресурсов; обеспечение конкурентоспособности российского газа на мировом

энергетическом рынке, а также регулирование цен на газ и тарифов на услуги по транспортированию газа. При этом допускается, что тарифы на услуги по транспортированию газа могут быть заменены государственным регулированием цен на газ для конечных потребителей, использующих его в качестве топлива и (или) сырья, а также тарифов на услуги по транспортированию газа для независимых организаций.

Государственная ценовая политика предусматривает основы установления акциза на природный газ, регулирование тарифов на услуги газораспределительных организаций, льготы для малоимущих граждан, а также гарантии оплаты поставленного газа и услуг по его транспортированию.

Законом установлены антимонопольные правила для организаций — собственников систем газоснабжения, поставщиков газа или уполномоченных ими организаций, которым запрещается совершать действия, нарушающие антимонопольное законодательство.

Организации — собственники систем газоснабжения обязаны обеспечить недискриминационный доступ любым организациям, осуществляющим деятельность на территории Российской Федерации, к свободным мощностям принадлежащих им газотранспортных и газораспределительных сетей в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. Качество предназначенного для транспортирования указанными организациями газа должно соответствовать государственным стандартам и подтверждаться сертификатами соответствия требованиям стандарта.

Закон устанавливает правовые основы взаимоотношений организаций — собственников систем газоснабжения и организаций иных отраслей экономики, и прежде всего, с владельцами земли при передаче ее участков в постоянное или временное пользование, а также основы взаимодействия систем газоснабжения и систем электроснабжения.

Правовые основы промышленной безопасности систем газоснабжения в Российской Федерации предусматривают правовое регулирование промышленной безопасности при осуществлении газоснабжения, прогнозирование вероятности возникновения аварий, катастроф на объектах систем газоснабжения, комплекс специальных мер для обеспечения промышленной безопасности объектов систем газоснабжения, а также устанавливают юридическую ответственность за их несоблюдение.

Организация — собственник системы газоснабжения кроме мер, предусмотренных законодательством Российской Федерации в

области промышленной безопасности, обязана обеспечить на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации объектов системы газоснабжения осуществление комплекса специальных мер по безопасному функционированию таких объектов, локализации и уменьшению последствий аварий, катастроф.

Юридические и физические лица, виновные в возникновении аварий, катастроф на объектах систем газоснабжения, в том числе аварий, катастроф, возникших в связи со скрытыми дефектами материалов, оборудования, с некачественным выполнением строительно-монтажных работ, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Органы исполнительной власти и должностные лица, граждане, виновные в нарушении правил охраны магистральных трубопроводов, газораспределительных сетей и других объектов систем газоснабжения, строительстве зданий, строений и сооружений без соблюдения безопасных расстояний до объектов систем газоснабжения или в их умышленном блокировании либо повреждении, иных, нарушающих бесперебойную и безопасную работу объектов систем газоснабжения, незаконных действиях, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Материальный ущерб, нанесенный организации — собственнику системы газоснабжения вследствие стихийной непреодолимой силы, возмещается за счет средств обязательного страхования.

Организация — собственник опасного объекта системы газоснабжения обеспечивает его готовность к локализации потенциальных аварий, катастроф, ликвидации последствий в случае их возникновения посредством осуществления следующих мероприятий: создает аварийно-спасательную службу или привлекает на условиях договоров соответствующие специализированные службы; осуществляет разработку планов локализации потенциальных аварий, катастроф и ликвидации их последствий; создает инженерные системы контроля и предупреждения возникновения потенциальных аварий, катастроф, системы оповещения, связи и защиты; создает запасы материально-технических и иных средств; осуществляет подготовку работников опасного объекта системы газоснабжения к действиям по локализации потенциальных аварий, катастроф и ликвидации их последствий.

Перечень мероприятий по обеспечению готовности опасного объекта системы газоснабжения к локализации потенциальных аварий, катастроф, ликвидации их последствий разрабатывается организацией — собственником системы газоснабжения и согла-

суется с территориальным подразделением федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности.

Для объектов систем газоснабжения независимо от местонахождения таких объектов устанавливается единое учетно-отчетное время, которое определяет начало учетных суток, учетного месяца, учетного года для всех организаций, осуществляющих деятельность по добыче, транспортированию и поставкам газа.

Организация государственного контроля за рациональным и эффективным использованием газа

Государственный контроль за рациональным и эффективным использованием газа осуществляется Министерством промышленности и энергетики Российской Федерации через топливные инспекции, являющиеся структурными подразделениями органов государственного энергонадзора. Топливные инспекции действуют практически во всех субъектах Российской Федерации.

Государственный контроль регламентируется Правилами пользования газом и предоставления услуг по газоснабжению в Российской Федерации, разработанными в соответствии с вышеизложенными федеральными законами «Об энергосбережении» и «О газоснабжении в Российской Федерации», а также в соответствии с другими законодательными, нормативными правовыми актами.

Правила прежде всего четко оговаривают основные применяемые в этой области техники термины: «газораспределительная организация», «газоиспользующее оборудование», «теплоутилизирующее оборудование», «котельная», «пусконаладочные и режимно-наладочные работы», «технологическая норма расхода газа», «теплотехнические характеристики газа», «топливный режим», «резервное (аварийное) топливо», «резервное топливное хозяйство».

Правила не распространяются на потребителей при применении ими газоиспользующего оборудования с расходом газа менее 1 м^3 в час, а также на потребителей, использующих газ для: бытовых нужд в жилых и общественных зданиях (приготовление пищи, горячее водоснабжение и поквартирное отопление); автономного отопления жилых и общественных зданий при суммарной расчетной тепловой мощности газоиспользующего оборудования менее 100 кВт.

Согласно Правилам все руководители и специалисты организаций, связанные в своей деятельности с использованием газа, обязаны пройти проверку знания нормативных правовых и технических

документов, регулирующих вопросы рационального и эффективного использования газа.

Все вновь разрабатываемое газоиспользующее оборудование подлежит сертификации на соответствие энергоэффективности, а технические условия на него подлежат согласованию с органом энергонадзора. Это оборудование должно быть оснащено тепло-утилизирующими устройствами, средствами автоматизации, тепло-технического контроля, учета выработки и потребления энергоресурсов.

Газоиспользующее оборудование организаций должно соответствовать требованиям нормативной документации, включающей показатели энергоэффективности (ГОСТ, ТУ), иметь сертификаты системы ГОСТ Р и разрешение на применение, выданное в установленном порядке органами Госгортехнадзора РФ.

Основанием для разработки проектов газоснабжения газоиспользующего оборудования (проектов газоснабжения) являются топливный режим, а также технические условия на присоединение к газораспределительной системе и по эффективному использованию газа.

Проекты газоснабжения должны быть выполнены с учетом всех научно-технических достижений, обеспечивающих максимально экономически обоснованное эффективное использование газа при минимально допустимом экологическом ущербе, а также предусмотреть мероприятия по соблюдению промышленной безопасности газифицируемого объекта.

В выдаваемых технических условиях на газоснабжение и энергосбережение должны содержаться все технические характеристики газифицируемого объекта (место присоединения к газопроводу, максимальный часовой расход и пределы изменения давления газа; требования по учету расхода газа, учету вырабатываемых тепловой энергии и технологического продукта, требования к комплексному энерготехнологическому использованию теплоты продуктов сгорания газа, а также к использованию вторичных топливных и тепловых энергоресурсов, образующихся при технологических процессах использования газа и т.п.).

Проект газоснабжения, разработанный на основании топливного режима и технических условий, подлежит регистрации выдавшими их органом государственного надзора и газораспределительной организацией в срок не позднее 24 мес. с даты выдачи технических условий.

Правилами установлен порядок приемки в эксплуатацию газифицируемого объекта и проведения пусконаладочных, режимно-

наладочных испытаний и подачи газа на построенное, реконструированное или модернизированное газоиспользующее оборудование, переводимое на газ с других видов топлива, в том числе и при условии рекомендаций по использованию резервного (аварийного) топлива.

Предусмотрена также процедура обязательного обследования вновь газифицируемого объекта и оборудования на предмет соответствия его техническим условиям, проекту газоснабжения, паспортным данным и другим нормативным правовым документам, предусмотренным законодательством Российской Федерации.

На всем газоиспользующем оборудовании в процессе эксплуатации должны с периодичностью не реже 1 раза в 3 года проводиться режимно-наладочные работы с целью поддержания проектных энерготехнологических показателей.

Работы проводятся по методикам, определяемым Министерством промышленности и энергетики Российской Федерации, с оформлением соответствующих отчетов с последующей оценкой качества выполненных работ органом государственного энергонадзора.

Поставка газа организациям производится на основании договоров, заключенных в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Для осуществления финансовых расчетов при газоснабжении, контроля за режимами поставки газа и контроля за потреблением газа организацией в целом, отдельным газоиспользующим оборудованием или в технологическом процессе, а также контроля за эффективным использованием газа производится учет газа. Эксплуатация газоиспользующего оборудования без приборов учета расхода газа не допускается.

Методики выполнения измерений расхода газа должны быть аттестованы в установленном порядке. Потребление газа подлежит обязательному нормированию, которое устанавливает технологические нормы расхода газа, определяемые организацией в соответствии с государственными стандартами (техническими условиями) на газоиспользующее оборудование и на основании результатов его режимной наладки с учетом неравномерности потребления газа, обусловленной спецификой производства или сезонным характером потребления. Эти нормы ежегодно утверждаются руководителем организации, эксплуатирующей газоиспользующее оборудование, и могут периодически пересматриваться, но не чаще 1 раза в квартал.

В целях эффективного и рационального пользования газом организации, эксплуатирующие газоиспользующее оборудование,

обязаны соблюдать требования законодательства Российской Федерации в области газоснабжения и энергоснабжения:

- содержать в исправном техническом состоянии газоиспользующее и вспомогательное оборудование, приборы учета расхода газа, средства автоматики и контрольно-измерительные приборы; обеспечивать обслуживание газоиспользующего оборудования специально подготовленным квалифицированным персоналом; обеспечивать учет расхода газа, резервного топлива, тепловой энергии и продукции, вырабатываемой с использованием газа; обеспечивать готовность резервных топливных хозяйств и оборудования к работе на резервном топливе; иметь режимные карты, составленные на основании результатов проведения режимно-наладочных работ; обеспечивать эксплуатацию газоиспользующего оборудования в соответствии с режимными картами; обеспечивать техническое обслуживание и ремонт газоиспользующего оборудования; выполнять предписания органов государственного надзора; соблюдать топливный режим; выполнять иные правила и требования, установленные законодательством Российской Федерации.

Обязанности по обеспечению соблюдения Правил возлагаются на руководителей организаций. Руководители и должностные лица организаций несут ответственность за их несоблюдение в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основания и порядок полного или частичного отключения газоиспользующего оборудования при нарушении организациями Правил устанавливаются Министерством промышленности и энергетики Российской Федерации.

Ответственность органов государственного надзора и их должностных лиц за неправомерные действия при исполнении Правил, а также порядок обжалования действий этих лиц устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В процессе использования газа участвуют поставщик, газотранспортная и газораспределительная организации и покупатель газа, которые обязаны строго соблюдать правила технической эксплуатации и техники безопасности в целях обеспечения надежного газоснабжения и рационального использования газа. Взаимоотношения между ними определяются Правилами поставки газа в Российской Федерации, в которых применяются следующие термины и определения:

- газ — природный, нефтяной (попутный) и отбензиненный сухой газы, добываемые и собираемые газонефтедобывающими

организациями и вырабатываемые газонефтеперерабатывающими заводами;

броня газопотребления — минимальный объем потребления газа, необходимый для безаварийной, при условии максимального использования резервных видов топлива, работы технологического оборудования покупателей, поставки газа которым в соответствии с законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации не могут быть прекращены или уменьшены ниже определенного предела;

газораспределительные организации — специализированные республиканские, краевые, областные, городские, межрайонные, сельские организации, занятые развитием и эксплуатацией систем газоснабжения территорий, обеспечением покупателей газом, а также оказывающие услуги по транспортированию газа по своим сетям;

газотранспортная организация — обеспечивающая транспортирование газа организация, у которой магистральные газопроводы и газопроводы-отводы находятся в собственности или на иных законных основаниях;

газотранспортная система — система газопроводов, соединяющая производителя газа и потребителя газа, включающая магистральные газопроводы, газопроводы-отводы, газораспределительные сети, находящиеся у газотранспортной, газораспределительной организации или покупателя в собственности или на иных законных основаниях;

невыборка газа — отбор (получение) покупателем газа в объеме менее суточной нормы поставки газа в случае, если обеспечиваемое поставщиком давление газа в месте его передачи давало покупателю возможность отобрать (получить) газ в установленном договором объеме;

перерасход газа — отбор покупателем газа в объеме более суточной нормы поставки;

расчетный период — согласованный сторонами договора период, за который должен быть определен объем поставленного газа, произведены взаиморасчеты между поставщиком, газотранспортной, газораспределительной организациями и покупателем за поставленный газ. Расчетный период, согласованный сторонами, указывается в договоре;

среднесуточная норма поставки газа — объем поставки газа, определяемый путем деления месячного объема поставки на количество дней соответствующего месяца;

суточная норма поставки газа — среднесуточная норма поставки газа или норма, установленная диспетчерским графиком или соглашением сторон;

транспортировка (транспортирование) газа — перемещение и передача газа по газотранспортной системе.

Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг»

Закон устанавливает правовые основы обязательной и добровольной сертификации продукции, услуг и иных объектов (продукции) в Российской Федерации, а также права, обязанности и ответственность участников сертификации.

Сертификация продукции (сертификация) — это деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям, осуществляемая в целях:

- создания условий для деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке Российской Федерации, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- содействия потребителям в компетентном выборе продукции;
- защиты потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);
- обеспечения безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- подтверждения показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Сертификация может иметь обязательный и добровольный характер. Формирование и реализацию государственной политики в области сертификации осуществляет Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии (Госстандарт России), который устанавливает общие правила и рекомендации по проведению сертификации на территории Российской Федерации, официально информирует о них, проводит государственную регистрацию систем сертификации и знаков соответствия, действующих в Российской Федерации; сообщает официально о действующих в Российской Федерации системах сертификации и знаках соответствия и представляет ее в установленном порядке в международные (региональные) организации по сертификации.

Совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в соответствии с Зако-

ном, представляет собой систему сертификации, которая создается государственными органами управления, предприятиями, учреждениями и организациями независимо от форм собственности, а также общественными объединениями. В систему сертификации могут входить несколько систем сертификации однородной продукции. Все системы сертификации подлежат государственной регистрации в установленном Госстандартом России порядке.

Сертификат соответствия (сертификат) — документ, выданный по правилам системы сертификации, является подтверждением соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям.

Знак соответствия — зарегистрированный в установленном порядке знак, которым по правилам, установленным в данной системе сертификации, подтверждается соответствие маркированной им продукции установленным требованиям. Знаки соответствия подлежат государственной регистрации. Знаки соответствия устанавливаются и применяются конкретной системой сертификации в соответствии с правилами Госстандарта России.

Организация и проведение работ по обязательной сертификации, а также ее формы возлагаются на Госстандарт России, а в случаях, предусмотренных законодательными актами Российской Федерации в отношении отдельных видов продукции, могут быть возложены на другие государственные органы управления Российской Федерации. Продукцию, подлежащую обязательной сертификации, но не имеющую сертификата соответствия, запрещается рекламировать.

К участию в проведении работ по обязательной сертификации допускаются также зарегистрированные некоммерческие объединения (союзы) и организации любых форм собственности при условии аккредитации их соответствующим государственным органом управления.

Создание систем сертификации однородной продукции, правила процедуры и управления в них, выбор форм сертификации, определение центральных органов систем сертификации, аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий, выдача соответствующих лицензий, ведение Государственного реестра участников и объектов сертификации, установление правил аккредитации и выдачи лицензий по обязательной сертификации, правил признания зарубежных сертификатов, знаков и результатов испытаний, государственный надзор и контроль, апелляции, выдача сертификатов и лицензий на применение знаков соответствия от-

несены к полномочиям Госстандарта России и других государственных органов управления, уполномоченных в установленном законодательством порядке организовывать и проводить работы по обязательной сертификации в пределах своей компетенции.

Организация, координация, установление правил процедур и управления, а также рассмотрение апелляций, действий органов по сертификации и испытательных лабораторий возложены на центральные органы, возглавляющие систему сертификации.

К обязанностям органа по сертификации отнесены: сертификация продукции, выдача сертификатов и лицензий на применение знака соответствия; инспекционный контроль за сертифицированной продукцией; приостановление, отмена действия выданных сертификатов; информация в пределах своей компетенции заявителя по его требованию.

Аккредитованные испытательные лаборатории (центры) соответствующей системы сертификации осуществляют испытания конкретной продукции или конкретные виды испытаний и выдают протоколы испытаний для целей сертификации.

Изготовители (продавцы, исполнители) продукции, подлежащей обязательной сертификации и реализуемой на территории Российской Федерации, обязаны:

- реализовывать эту продукцию только при наличии сертификата; обеспечивать соответствие реализуемой продукции требованиям нормативных документов, на соответствие которым была сертифицирована, и маркирование ее знаком соответствия; указывать в сопроводительной документации сведения о сертификации и соответствующих нормативных документах; приостанавливать или прекращать реализацию сертифицированной продукции, если продукция не отвечает требованиям нормативных документов, истек срок действия сертификата или в случае, если действие сертификата приостановлено либо отменено решением органа по сертификации; оказывать содействие должностным лицам органов по обязательной сертификации, осуществлять контроль за сертифицированной продукцией, а также извещать органы по сертификации в установленном ими порядке об изменениях, внесенных в технологический процесс производства сертифицированной продукции.

Законом определены условия ввоза импортной продукции на территорию Российской Федерации, порядок осуществления государственного надзора и контроля за соблюдением правил обязатель-

ной сертификации и за сертифицированной продукцией, оговорены условия, порядок и виды работ, финансируемых из государственного бюджета. Работы по обязательной сертификации конкретной продукции оплачиваются заявителем, а сумма израсходованных на эти цели средств относится на себестоимость продукции.

По продукции, не подлежащей в соответствии с законодательными актами Российской Федерации обязательной сертификации, и по требованиям, на соответствие которым законодательными актами Российской Федерации не предусмотрено проведение обязательной сертификации, по инициативе юридических лиц и граждан может проводиться добровольная сертификация на условиях договора между заявителем и органом по сертификации.

Орган по добровольной сертификации устанавливает правила проведения работ в системе сертификации, в том числе порядок их оплаты.

При заключении договора на проведение добровольной сертификации заявитель вправе получить от органа по добровольной сертификации необходимую информацию о правилах сертификации продукции, а также определить форму сертификации.

Юридические и физические лица, а также органы государственного управления, виновные в нарушении правил обязательной сертификации, несут в соответствии с действующим законодательством уголовную, административную либо гражданскую правовую ответственность.

Следует отметить, что если международным договором Российской Федерации установлены правила, отличающиеся от правил, содержащихся в законодательстве Российской Федерации о сертификации, то применяются правила международного договора.

Глава 1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

Современные строительные нормативные документы целиком базируются на системе строительных норм и правил, созданной в СССР. Благодаря плановому финансированию научно-исследовательских и нормативных работ советскими учеными и специалистами была создана система норм, охватывающих практически все направления современного строительства и отвечавших по своему научно-техническому уровню соответствующим зарубежным аналогам.

Однако общие экономические дисбалансы в системе производства и распределения в стране не позволяли реализовать заложенные в нормах возможности в практике строительного производства. Качество строительства и строительных материалов в значительных объемах оставалось ниже зарубежных. Административные требования к качеству постоянно наталкивались на низкие производственные возможности некоторых секторов строительного комплекса. В большой стране с совершенно различными экономическими и технологическими возможностями существовал тезис: «Несоблюдение стандарта преследуется по закону». Именно подобного рода принципы, заложенные в систему требований государственного управления экономикой, внесли свою лепту в ее деформацию и замену рыночными отношениями.

К сожалению, первое десятилетие рыночных реформ (1991–2001 гг.) оказалось непродуктивным для системы технического нормирования. Бюджетное финансирование работ по пересмотру норм было резко сокращено, научные исследования и соответствующая подготовка предложений по совершенствованию норм и стандартов практически прекратились. В результате на сегодня можно сказать определенно, что наши нормы и стандарты в строительстве не отвечают, например, уровню, достигнутому в Европе благодаря деятельности Комитета по европейским нормам (CEN), который ведет планомерную работу по созданию общеевропейской системы норм и стандартов (Еврокоды и Евростандарты).

Представленная на современном рынке продукция ряда западных фирм, несмотря на имеющиеся административные барьеры, легко побеждает в конкурентной борьбе отечественную продукцию.

Отечественные нормы совершенно не ориентированы на защиту российского производителя, в ряде случаев просто мешают грамотно использовать отечественную продукцию. К середине 2002 г. сложилась противоречивая ситуация с действующей системой технического нормирования в строительстве, которая характеризуется следующими аспектами:

- действующее в стране законодательство имеет целый ряд противоречий или допускает противоречивые толкования самих принципов нормирования и стандартизации; до сих пор не ясно, какие требования конкретных нормативных документов (СНиП) являются обязательными к исполнению, на каком основании и какие существуют санкции за их нарушения, кто должен следить за их соблюдением; действует ли в отношении СНиП порядок, установленный в стране, в соответствии с которым документы должны быть зарегистрированы Минюстом РФ; ряд субъектов Российской Федерации активно разрабатывает территориальные строительные нормы, которые утверждаются в качестве обязательных для местных организаций и частных лиц. Однако эти территориальные нормы сплошь и рядом противоречат федеральным; многие органы надзора под видом организации порядка проведения контроля по существу разрабатывают требования по проектированию, которые не скоординированы с соответствующими строительными нормами. Проектные организации в таких случаях вынуждены решать возникающие вопросы волевым порядком, ориентируясь при этом на ближайшие инспекции, с которыми предстоит согласовывать документацию.

Серьезнейшей проблемой остается подготовка кадров специалистов, хорошо владеющих ситуацией в техническом нормировании в строительстве. Судя по уровню подготовки молодых специалистов, приходящих из высших учебных заведений в проектные организации, мало кто из них достаточно глубоко знает те нормы и стандарты, которыми им придется руководствоваться в реальной проектной практике.

Учитывая изложенные обстоятельства, представляется необходимым, чтобы Госстрой РФ с участием научно-исследовательских институтов и общественных организаций подготовил и внес на утверждение необходимые проекты дополнений или изменений к следующим законам Российской Федерации:

- Закон о защите прав потребителей;
Закон о стандартизации;

Градостроительный кодекс РФ;

Закон об архитектурной деятельности.

В ходе этой работы необходимо снять надуманные административные схемы и меры по так называемой защите потребителя, которые являются наследием плановой, административной экономики, а именно:

- * все строительные нормы и стандарты должны быть юридически добровольными, т.е. их требования, как носящие научно-технический характер, могут становиться обязательными только в рамках заключения договора между заказчиком и исполнителем; основой строительного нормирования и стандартизации должны стать документы, разрабатываемые не государственными структурами, а общественными организациями, профессиональными научно-техническими обществами и научно-исследовательскими институтами; допускаются и поощряются разработка норм и стандартов одной тематики различными организациями и их последующая конкуренция в рамках научно-технической борьбы за приоритетные разработки; нормы и стандарты в строительстве должны, как правило, разрабатываться для соответствующих территорий и конкретных климатических условий жизни и деятельности людей; органы надзора должны участвовать в разработке норм и стандартов, однако не должны иметь права диктовать свои требования разработчикам проектов сверх норм, одобренных местными органами власти.

Учитывая сложность проведения указанной выше работы и с целью использования в интересах экономики страны сложившейся ситуации с предстоящим вступлением России в ВТО, целесообразно рассмотреть вариант полной постепенной замены СНиП, действующих в настоящее время, и переход на европейскую систему строительного нормирования, разрабатываемую Комитетом *CEN* для стран Европейского Союза. Опыт ряда стран Восточной Европы свидетельствует о возможности и эффективности именно такого варианта вхождения в общеевропейскую экономическую систему и для организаций строительного комплекса России.

В декабре 2002 г. был принят и с 1 июля 2003 г. введен в действие Федеральный закон «О техническом регулировании». Новый Закон заменит действующие в настоящее время Закон «О стандартизации», Закон «О сертификации продукции и услуг», а также положения новых законов и постановлений, касающихся правовых отношений в сфере разработки, утверждения и применения нормативно-тех-

нических документов, подтверждения соответствия и осуществления надзора за их соблюдением. Положения Закона охватывают все отрасли народного хозяйства.

Обязательные технические нормы во всех отраслях согласно принятому Закону могут устанавливаться только техническими регламентами, принимаемыми федеральными законами и международными договорами. В качестве обязательных могут устанавливаться только нормы, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья людей, окружающей среды, защиты имущества и предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Согласно Закону любые ведомства, общественные организации, ассоциации производителей и т.д. могут самостоятельно разрабатывать и вносить технические регламенты в Государственную Думу через соответствующие субъекты права законодательной инициативы.

Согласно Закону существующие ныне стандарты переходят в разряд национальных, приобретают добровольный характер и будут утверждаться национальным органом по стандартизации.

Национальный орган Российской Федерации по стандартизации сформирует технические документы по стандартизации и будет принимать программу разработки стандартов, организовывать их экспертизу, утверждать и создавать их.

Обязательное утверждение соответствия согласно Закону проводится только для продукции и только на соответствие требованиям регламентов:

- в форме представления изготовителем или продавцом декларации в орган по техническому регулированию;
- в форме обязательной сертификации продукции органом по сертификации, аккредитованным национальным органом по аккредитации.

Добровольное подтверждение соответствия проводится для продукции, процессов работы и услуг в соответствующих системах добровольной сертификации, работающих по собственным правилам.

1.2. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА И ЕЕ ЗАДАЧИ

Метрология — область знаний, связанных с измерением. В метрологии измерение является процессом нахождения физической величины опытным путем с помощью средств измерительной техники.

Погрешность измерения — разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.

Средство измерения — техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и хранящие единицу величины, размер которой принимается неизменным в пределах установленной погрешности в течение известного интервала времени.

Единство измерений — состояние измерений, при которых их результаты выражены в узаконенных единицах величин, а погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

В Российской Федерации узаконенными единицами являются единицы величин Международной системы единиц, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам, рекомендованные Международной организацией законодательной метрологии.

Главным нормативным актом по обеспечению единства измерений является Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 28.04.93 № 4871-1. Закон направлен на защиту прав и законных интересов граждан, экономики страны от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

Метрологическая служба — совокупность субъектов деятельности, видов работ, направленных на обеспечение единства измерений.

Основным объектом измерения в метрологии являются физические величины.

Физическая величина применяется для описания материальных систем и объектов. Существуют основные и производные величины.

В качестве основных выбирают величины, которые характеризуют фундаментальные свойства материального мира. Механика базируется на трех основных величинах, теплотехника — на четырех, физика — на семи. ГОСТ 8.417 устанавливает семь основных физических величин — длину, массу, время, термодинамическую температуру, количество вещества, силу света, силу электрического тока, с помощью которых создается все многообразие производных величин и обеспечивается описание любых свойств физических объектов и явлений.

Измеряемые величины имеют качественные и количественные характеристики.

Формальным отражением качественного различия измеряемых величин является их размерность. Согласно международному стандарту ИСО размерность обозначается символом $\dim$. Размерность основных величин — длины, массы, времени — обозначается соответствующими заглавными буквами:

$$\dim l = L; \quad \dim m = M; \quad \dim t = T.$$

Размерность производной величины выражается через размерность основных величин с помощью степенного одночлена:

$$\dim X = L^{\alpha} \cdot M^{\beta} \cdot T^{\gamma} \dots,$$

где L, M, T — размерности соответствующих физических величин;

α, β, γ — показатели размерности. Каждый показатель размерности может быть положительным или отрицательным, целым и дробным, нулем.

Государственная система обеспечения единства измерений — это система обеспечения единства измерений в стране, реализуемая, управляемая и контролируемая федеральным органом исполнительной власти по метрологии — Госстандартом России.

Цель Государственной системы — обеспечение единства измерений в соответствии с ГОСТ Р 8.000 (Государственная система обеспечения единства измерений). Основные положения — создание общегосударственных правовых, нормативных, технических и экономических условий для решения задач по обеспечению единства измерений и предоставление всем субъектам деятельности возможности оценивать правильность выполняемых измерений.

Государственная система обеспечения единства измерений состоит из следующих подсистем:

- правовой;
- технической;
- организационной.

Правовая подсистема — комплекс взаимосвязанных законодательных и подзаконных актов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования.

Техническая подсистема представлена совокупностью междугосударственных, государственных эталонов, эталонов единиц величин и шкал измерений.

Организационная подсистема представлена метрологическими службами и обеспечивается субъектами:

- Государственной метрологической службой (ГМС);
- метрологическими службами федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц.

В Государственную метрологическую службу входят: подразделения центрального аппарата Госстандарта России, осуществляющие функции планирования, управления и контроля деятельности по системе обеспечения единства измерения на межотраслевом уровне;

государственные научные метрологические центры;

органы ГМС в субъектах РФ.

Россия участвует в Организации сотрудничества государственных метрологических учреждений стран Центральной и Восточной Европы (КОOMET).

В большинстве стран мира принята международная система единиц физических величин (*SI*), действует сопоставимая терминология, приняты рекомендации по способам нормирования метрологических характеристик систем измерения, по сертификации систем измерения, по испытаниям систем измерения перед выпуском серийной продукции.

Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН) осуществляется Государственной метрологической службой (ГМС) с целью проверки соблюдения правил законодательной метрологии — Закона РФ от 27.04.93 № 4871-1 «Об обеспечении единства измерений», государственных стандартов, правил по метрологии (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Система государственного метрологического контроля и надзора

Объектами ГМКиН являются средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.

Государственный метрологический надзор осуществляется за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм.

Стратегические положения совершенствования метрологической деятельности в России базируются на сохранении государственности измерительного дела в России и переходе от административного принципа управления метрологической деятельностью к законодательному.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково основное назначение автоматизации при сжигании газообразного топлива?
2. Какие функции обеспечивает автоматическое устройство при сжигании природного газа?
3. Основная задача энергетической политики Российской Федерации.
4. Какие основные понятия сформулированы в Федеральном законе «О газоснабжении»?
5. Каким образом осуществляется государственный контроль за рациональным и эффективным использованием газа?
6. Перечислите основные термины и определения, применяемые для газораспределительных систем.
7. Назовите основные задачи сертификации продукции.
8. На чем базируются современные строительные нормативные документы?
9. Каковы основные задачи метрологической службы?
10. В чем заключается единство измерений в метрологической службе?
11. В чем заключается система государственного контроля и надзора?

2.1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температурой называется статистическая величина, характеризующая тепловое состояние тела и пропорциональная средней кинематической энергии молекул тела. За единицу температуры принимается кельвин (К). Температура может быть также представлена в градусах Цельсия (°С). Нуль шкалы Кельвина равен абсолютному нулю, поэтому все температуры по этой шкале положительные. Связь между температурами (по Цельсию и по Кельвину) определяется следующим уравнением, °С:

$$t = T - 273,16.$$

Температуру определяют косвенно — по изменению физических свойств различных тел, получивших название термометрических.

Для практических целей, связанных с измерением температуры, принята Международная практическая температурная шкала (МПТШ-68), которая является обязательной для всех метрологических органов и основывается на ряде воспроизводимых состояний равновесия (реперных точек) некоторых веществ, которым присвоены определенные значения температуры (рис. 2.1).

Для измерения температуры наибольшее распространение получили методы, которые основаны:

- на тепловом расширении жидких, газообразных и твердых тел (термомеханический эффект);
- на изменении давления внутри замкнутого объема при изменении температуры (манометрические);
- на изменении электрического сопротивления тел при изменении температуры (терморезисторы);
- на термоэлектрическом эффекте;
- на использовании электромагнитного излучения нагретых тел.

Приборы, предназначенные для измерения температуры, называются *термометрами* и подразделяются на две большие группы: контактные и бесконтактные.



Рис. 2.1. Международная практическая температурная шкала (МПТШ-68) с реперными точками (выделены полужирным шрифтом)

Контактное измерение температуры

Термометры расширения нашли широкое распространение в практике контактного измерения температуры.

Жидкостные стеклянные термометры конструктивно делятся на палочные (рис. 2.2, а) и технические с вложенной шкалой (рис. 2.2, б). Принцип действия термометров основан на зависимости между температурой и объемом термометрической жидкости, заключенной в стеклянной оболочке. Жидкостный термометр состоит из стеклянной оболочки 1, капиллярной трубки 3, запасного резервуара 4 и шкалы 2. Термометрическая жидкость заполняет резервуар и часть капиллярной трубки. Свободное пространство в капилляре заполняется инертным газом, или из него удаляется воздух.

Наиболее широкое распространение получили термометры с ртутным наполнением. Это объясняется свойствами ртути находиться в жидком состоянии в широком диапазоне температур и не смачивать

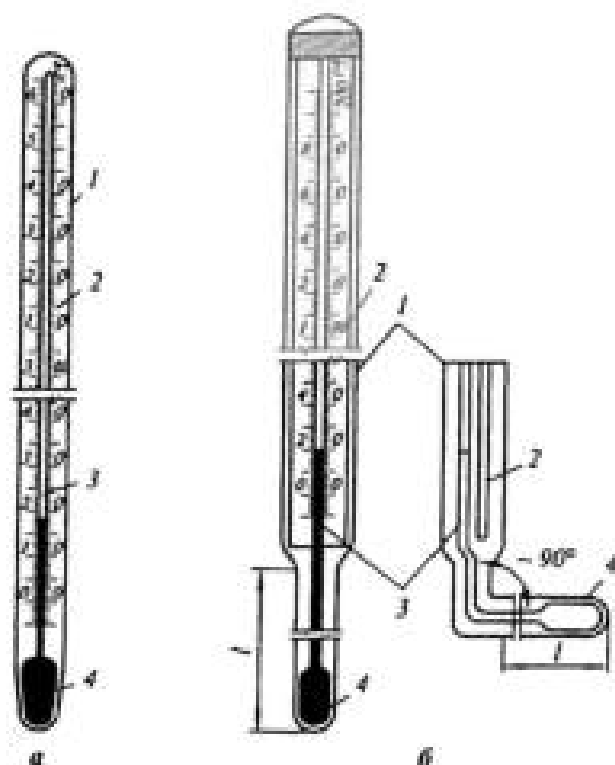


Рис. 2.2. Жидкостные стеклянные термометры:
а — палочный; б — технический с вложенной шкалой;
1 — стеклянная оболочка; 2 — шкала; 3 — капиллярная трубка;
4 — запасной резервуар

стекло, что позволяет использовать капилляры с небольшим диаметром канала (до 0,1 мм) и обеспечивать высокую точность измерения.

Стеклянные термометры в зависимости от назначения и области применения делятся на образцовые, лабораторные, технические, бытовые, метеорологические.

Лабораторные термометры обеспечивают измерение в интервале температур 0... 500 °С.

В качестве технических применяются только термометры с вложенной шкалой, которые имеют две модификации: прямые и угловые. При стационарной эксплуатации в различных точках технологических агрегатов термометры устанавливаются в специальных металлических защитных чехлах (кожухах).

Для обеспечения позиционного регулирования и сигнализации в лабораторных и промышленных установках применяются специальные электроконтактные технические термометры двух типов:

- с постоянными впаянными контактами, которые обеспечивают замыкание и размыкание электрических цепей при одной, двух или трех заранее заданных температурах;

- с одним подвижным контактом (перемещается внутри капилляра с помощью магнита) и вторым неподвижным, впаянным в капилляр, что обеспечивает замыкание и размыкание электрической цепи при любом значении выбранной температуры.

Перемещающаяся в капилляре ртуть замыкает или замыкает цепи между контактами, к которым подводится напряжение постоянного или переменного тока.

Биметаллические и dilatометрические термометры основаны на свойстве твердых тел в различной степени изменять свои линейные размеры при изменении их температуры.

На рис. 2.3, а представлена конструкция биметаллического термометра, в котором в качестве термочувствительного элемента используется двухслойная пластинка, состоящая из металлов с существенно различными коэффициентами линейного расширения: латуни 1 и инвара 2. При увеличении температуры свободный конец пластины будет изгибаться в сторону металла с меньшим коэффициентом, и по величине этого перемещения судят о температуре.

Данный тип устройств часто используется как термореле в системах сигнализации и автоматического регулирования, а также в качестве температурных компенсаторов в измерительных устройствах.

На рис. 2.3, б приведена конструкция чувствительного элемента пневматического dilatометрического преобразователя температуры.

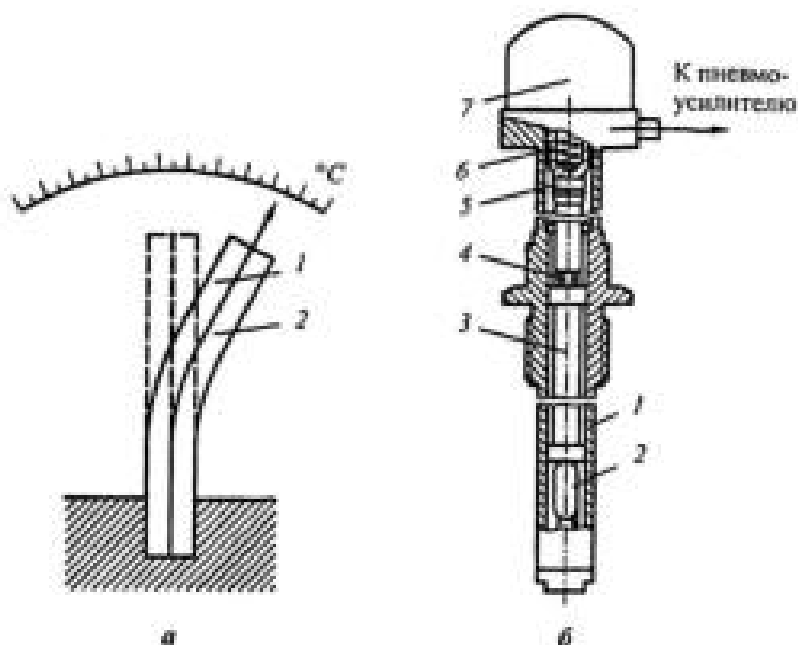


Рис. 2.3. Термометры:

- а — биметаллический: 1 — латунь; 2 — инвар;
 б — дилатометрический: 1 — корпус; 2 — стержень; 3 — трубка;
 4 — шарик; 5 — толкатель; 6 — пружина; 7 — преобразователь

В корпусе 1, изготовленном из латуни, расположены трубка 3 и стержень 2, выполненный из инвара. Стержень 2 через трубку 3 и толкатель 5 с помощью пружины 6 постоянно поджимается к нижнему концу корпуса 1. Шарик 4 исключает появление люфтов между стержнем и компенсационной трубкой, которая выполнена также из латуни и предназначена для исключения температурной погрешности при установке на объектах с различной толщиной тепловой изоляции. Изменение разности удлинений корпуса 1 и стержня 2, пропорциональное изменению температуры измеряемой среды, трансформируется в пневматический сигнал в преобразователе 7, усиливается и поступает на регистрирующий прибор.

Жидкостные манометрические термометры (рис. 2.4) основаны на использовании зависимости между температурой и давлением термометрического вещества (газа, жидкости), заполняющего герметически замкнутую термосистему термометра.

Термосистема состоит из термобаллона 4, капилляра 5 и манометрической одно- или многовитковой дружины 6. Капилляр 5 соединяет термобаллон с неподвижным концом манометрической

пружины. Подвижный конец пружины запаян и через шарнирное соединение 7, поводок 3, сектор 2 связан со стрелкой прибора 1.

При изменении температуры среды изменяется давление термометрического вещества в замкнутом пространстве, в результате чего чувствительный элемент (манометрическая пружина) деформируется и его свободный конец перемещается. Данное перемещение преобразуется в поворот регистрирующей стрелки относительно шкалы прибора.

В зависимости от термометрического вещества манометрические термометры делятся на газовые, конденсационные и жидкостные.

В *газовых термометрах* термобаллон, капилляр и манометрическая пружина заполняются каким-либо инертным газом (азотом, гелием и др.). Диапазон измерения широк и лежит в пределах от критической температуры газа (азот — 147°C , гелий — 267°C) до температуры, определяемой теплостойкостью материала термобаллона.

В *конденсационных термометрах* насыщенные пары некоторых низкокипящих жидкостей (ацетон, метилхлорид, этилхлорид) изменяют давление при изменении температуры. Диапазон измерения этих приборов от 0 до 400°C при погрешности измерений $\pm 1\%$.

В *жидкостных термометрах* термосистема заполнена хорошо расширяющейся жидкостью (ртутью, керосином, лигроином и др.). Диапазон измерения приборов от -30 до $+600^{\circ}\text{C}$ при погрешности измерений $\pm 1\%$.

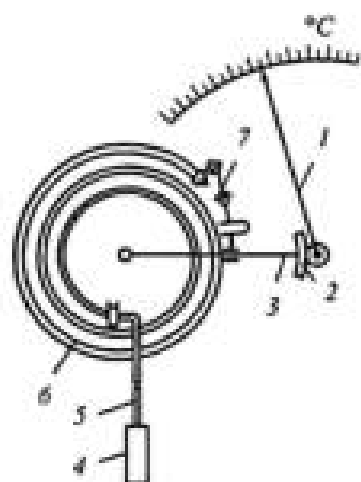


Рис. 2.4. Конструкция манометрического термометра:
1 — стрелка; 2 — сектор; 3 — поводок; 4 — термобаллон;
5 — капилляр; 6 — пружина; 7 — шарнирное соединение

Термометры сопротивления

Термометр сопротивления состоит из чувствительного элемента в виде терморезистора, защитного чехла и соединительной головки.

Принцип действия чувствительного элемента основан на использовании зависимости электрического сопротивления вещества от температуры. В качестве материалов для их изготовления используются чистые металлы платина, медь, никель и полупроводники. Платина является основным материалом для изготовления термометров сопротивления. В качестве чувствительного элемента в полупроводниковых термометрах сопротивления используют германий, оксиды меди и марганца, титана и магния.

Для решения различных задач термометры сопротивления делятся на эталонные, образцовые и рабочие, которые в свою очередь подразделяются на лабораторные и технические.

Эталонные термометры сопротивления предназначены для воспроизведения и передачи шкалы МПТШ в интервале 13,81 903,89 К. В качестве эталонных, образцовых и лабораторных приборов повышенной точности применяются платиновые термометры сопротивления.

Технические термометры сопротивления в зависимости от конструкции делятся на: погружаемые, поверхностные и комнатные; защищенные и не защищенные от действия агрессивной среды; стационарные и переносные; термометры 1, 2 и 3-го класса точности и т.д.

Одна из конструкций промышленных термометров сопротивления, используемых для измерения температур жидких и газообразных сред, представлена на рис. 2.5, а.

Термометр состоит из чувствительного элемента 5, расположенного в стальном защитном кожухе 3, на котором приварен штуцер 2. Провода 9, армированные фарфоровыми бусами 4, соединяют выводы чувствительного элемента 5 с клеммной колодкой 6, находящейся в корпусе головки 1. Сверху головка 1 закрыта крышкой 10, снизу имеется сальниковый ввод 7, через который осуществляется подвод монтажного кабеля 8.

Чувствительный элемент термометра сопротивления (рис. 2.5, б) выполнен из металлической тонкой проволоки толщиной 0,03...0,1 мм с безындукционной каркасной или бескаркасной намоткой. В качестве каркаса для платиновых термометров применяются плавленый кварц и керамика на основе оксида алюминия. В каналах каркаса 3 расположены четыре (или две) последовательно соединенные плати-

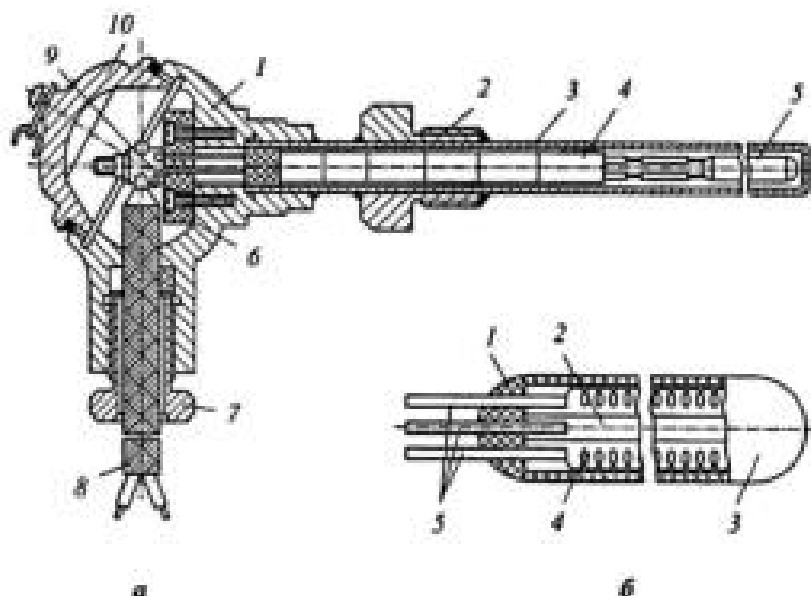


Рис. 2.5. Термометр сопротивления:

- а** — конструкция термометра: 1 — корпус головки; 2 — штуцер;
 3 — защитный кожух; 4 — фарфоровые бусы; 5 — чувствительный элемент;
б — клеммная колодка; 7 — сальниковый ввод; 8 — монтажный кабель;
 9 — провода; 10 — крышка; 6 — конструкция чувствительного элемента:
 1 — глазури; 2 — пространство; 3 — каркас; 4 — платиновые спирали;
 5 — выводы

новые спирали 4. К верхним концам спиралей припаяны выводы 5, выполненные из платины или сплава иридия с радием. Пространство 2 между спиралями и каркасом заполнено порошком оксида алюминия. Крепление спиралей и выводов в каркасе производится глазурью 1.

При применении термометров сопротивления о температуре можно судить по изменению электрического сопротивления его чувствительного элемента, падению напряжения на нем при постоянном токе или значению тока при постоянном напряжении. Наибольшее распространение получила схема, когда изменение сопротивления служит мерой температуры (рис. 2.6). В этом случае терморезистор 1 включают в одну из диагоналей моста последовательно с регулировочным резистором R_p , служащим для приведения к определенному значению сопротивления подводящих проводов. Показания гальванометра $\mathcal{J}$, включенного в диагональ моста, зависят также от напряжения питания моста, для поддержания постоянства которого в цепь питания включен регулировочный резистор.

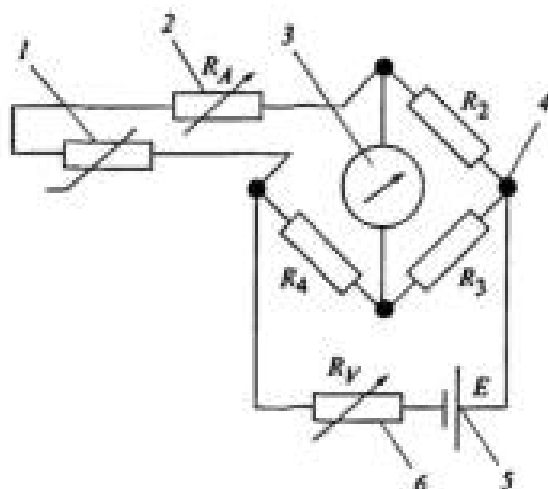


Рис. 2.6. Схема включения термометра сопротивления:

- 1 — терморезистор; 2 — уравнительный резистор R_A ;
 3 — гальванометр; 4 — измерительный мост с резисторами R_1, R_2, R_3, R_4 ;
 5 — источник питания; 6 — регулировочный резистор R_V .

Термоэлектрические термометры состоят из термопары, защитного чехла и соединительной головки и основаны на термоэлектрических свойствах чувствительного элемента.

Сущность термоэлектрического метода заключается в возникновении электродвижущей силы в проводнике, концы которого имеют различную температуру. Для получения зависимости термоЭДС от одной температуры t_2 необходимо температуру t_1 поддерживать на постоянном уровне, обычно при 0 или 20 °С. Спай, помещаемый в измеряемую среду, называют *горячим*, или *рабочим*, *концом* термопары, а спай, температуру которого поддерживают постоянной, — *холодным*, или *свободным*, *концом*.

Для увеличения чувствительности термоэлектрического измерения температуры в ряде случаев применяют термобатарей: несколько последовательно включенных термопар, рабочие концы которых находятся при температуре t_2 , свободные — при известной и постоянной температуре t_1 .

В качестве термопар (ТП) наиболее часто применяются комбинации материалов, имеющих высокое значение развиваемой термоЭДС, стабильность характеристик при различных температурах, воспроизводимость и линейную зависимость термоЭДС от температуры, простоту технологической обработки и получения спаев, а именно: хромель-копелевые (ТХК), хромель-алюмелевые

(ТХА), платинородий-платиновые (ТПП), вольфрам-ренийевые (ТВР) и др. Наиболее точной является термопара ТПП, которая используется в качестве рабочих эталонов и образцовых термометров 1-го, 2-го и 3-го разряда.

На рис. 2.7 показана конструкция термоэлектрического термометра. Термопара термометра установлена в защитный кожух 6. В головке 2 термометра расположено контактное устройство 1 с зажимами для соединения термоэлектродов 3 с проводами, идущими от измерительного прибора к термометру. Термоэлектроды по всей длине изолированы друг от друга и от корпуса керамическими трубками 5. В качестве термоэлектродов используется проволока. Спай на рабочем конце термопары 7 выполняется сваркой, пайкой или скручиванием. Последний способ используется для вольфрам-ренийевых и вольфрам-молибденовых термопар.

Для измерения возникающей термоЭДС в контур термопары в холодный спай (рис. 2.8, а) или в разрыв одного из термоэлектродов (рис. 2.8, б) с помощью проводов С включают измерительный прибор ИП. В первом случае в схеме присутствуют три спая: горячий 2 и два холодных (спай 1 и 3), во втором случае в схеме — четыре спая: горячий 4, холодный 1 и нейтральные 2 и 3, причем температура нейтральных спаев t_2 должна быть одинаковой.

В схеме уравнивающего преобразования (рис. 2.9) уравнивание термоЭДС термопары осуществляется за счет сигнала с мостовой схемы, управляемой двигателем Д.

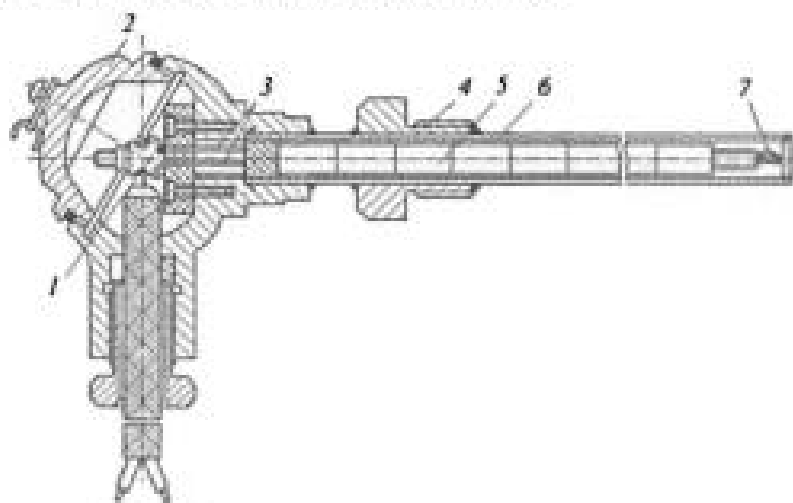


Рис. 2.7. Конструкция термоэлектрического термометра:
1 — контактное устройство; 2 — головка; 3 — термоэлектроды; 4 — штуцер;
5 — керамические трубки; 6 — защитный кожух; 7 — термопара

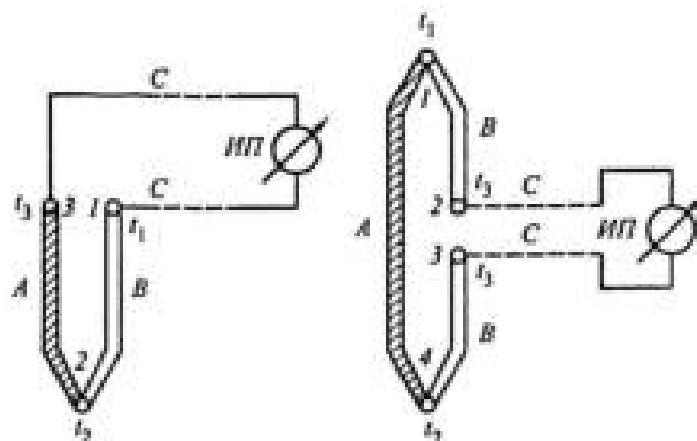


Рис. 2.8. Схемы включения измерительного прибора:
а (три спая): 1 и 3 — холодный спай; 2 — горячий спай; б (четыре спая):
1 — холодный спай; 2 и 3 — нейтральный спай; 4 — горячий спай

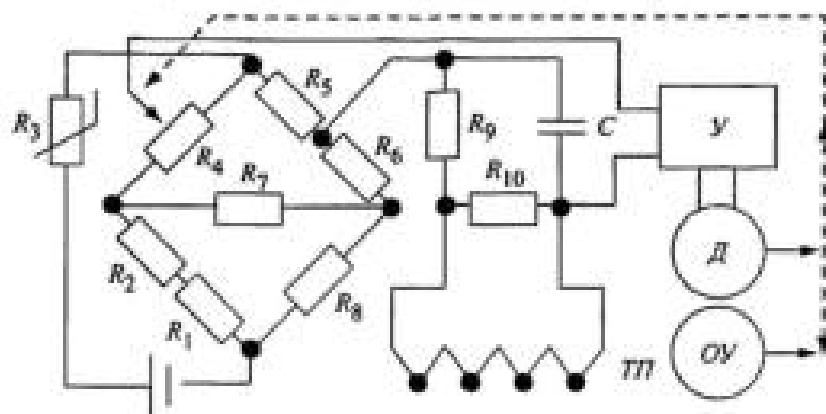


Рис. 2.9. Принципиальная схема подключения термоэлектрического термометра:

$R_1 \dots R_8$ — сопротивления компенсационного моста;
 R_1, R_2 — терморезисторы; R_9, R_{10} — сопротивления делителя напряжения;
ТП — термопары; С — конденсатор; У — усилитель; Д — двигатель;
ОУ — отсчетное устройство излучения

Бесконтактное измерение температуры

О температуре нагретого тела можно судить на основании измерения параметров его теплового излучения, представляющего собой электромагнитные волны различной длины. Термометры, действие которых основано на измерении теплового излучения, называются *пирометрами*. Пирометры позволяют измерять температуру в диапазоне от 100 до 6000 °C и выше.

Физические тела характеризуются либо непрерывным спектром излучения (твердые и жидкие вещества), либо избирательным (газы). Участок спектра в интервале длин волн $0,02... 0,4$ мкм соответствует ультрафиолетовому излучению, участок $0,4... 0,76$ мкм — видимому излучению, участок $0,76... 400$ мкм — инфракрасному излучению. Интегральное излучение — это суммарное излучение, испускаемое телом во всем спектре длин волн.

Монохроматическим называют излучение, испускаемое при определенной длине волны.

На основании законов излучения разработаны пирометры следующих типов:

- суммарного (полного) излучения, в которых измеряется полная энергия излучения;
- частичного излучения (квазимонохроматические), в которых измеряется энергия в ограниченном фильтром (или приемнике) участке спектра;
- спектрального распределения, в которых измеряется интенсивность излучения фиксированных участков спектра.

В пирометрах полного излучения измеряется не менее 90% суммарного потока излучения источника. При измерении температуры реального тела пирометры этого типа показывают не действительную, а так называемую радиационную температуру тела. Поэтому эти пирометры называют *радиационными*. При известном суммарном коэффициенте черноты тела возможен пересчет с радиационной температуры тела на его действительную температуру. Исходя из этого пирометры полного излучения удобно использовать при измерениях разностей температур в неизменных условиях наблюдения в диапазоне от $100... 3500$ °C.

В *радиационном пирометре* (рис. 2.10) лучи нагретого тела поступают на линзу 1, которая направляет их через диафрагму 2 на приемник излучения 3. Приемник излучения состоит из большого числа термопар (термобатарей), горячие спая которых выполнены в виде секторных тонких пластинок. Сигнал с термопар, соединенных последовательно, подается на отсчетное устройство ОУ. Через окуляр 4 с фильтром 5 производится наведение пирометра на объект измерения.

Пирометры подразделяются на электрические (термобатарей, болометры, тепловые индикаторы, пироэлектрические кристаллы), пневматические и оптические (жидкие кристаллы).

Приемники полного излучения отличаются тем, что их спектральная чувствительность постоянна в широком диапазоне длин

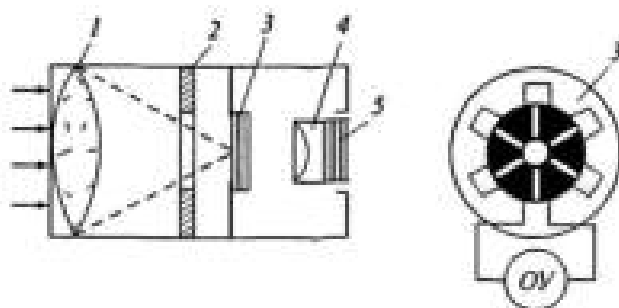


Рис. 2.10. Схема радиационного пирометра:
1 — линза; 2 — диафрагма; 3 — приемник излучения;
4 — окуляр; 5 — фильтр; OV — отсчетное устройство

волн (от дальней инфракрасной области до ближней ультрафиолетовой). Для увеличения поглощательной способности чувствительные поверхности приемников излучения окрашивают в черный цвет. Для уменьшения теплоотвода в среду приемник помещают в вакуумированные или газонаполненные корпуса.

Термобатарей выполняются на основе термопар, соединенных последовательно (до 20 термопар). Их горячие спай располагаются на узком участке поверхности, на который фиксируется излучение.

Болометры — это термометры сопротивления, изготовленные либо из фольги проводящих материалов, либо из полупроводников (термисторов).

Тепловые быстродействующие индикаторы выполняются в виде тонкослойной термопары или болометра, в которых активный слой имеет тепловой контакт с основанием. Это дает возможность повысить быстродействие. Индикаторы применяются для идентификации мощных сигналов, например лазерного излучения.

Пьезоэлектрические приемники — это кристаллы с определенным видом симметрии кристаллической решетки, в которых в зависимости от изменения температуры проявляется эффект спонтанной поляризации.

Пирометры полного излучения подразделяются на пирометры с преломляющей оптической системой (рис. 2.11, а) и пирометры с отражающей оптической системой (рис. 2.11, б).

В пирометрах с преломляющей оптической системой излучение от объекта измерения 1 через линзовый объектив 2 и диафрагму 3 поступает на приемник полного излучения 4. Для наводки на объект измерения служит окуляр 6 с дымчатым светофильтром 5 и диафрагмой 7. Отсчетным устройством является милливольтметр 9.

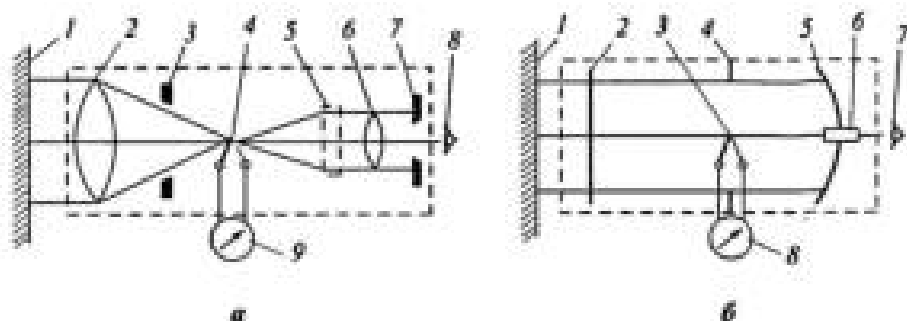


Рис. 2.11. Схема пирометров полного излучения:

а — с преломляющей оптической системой:

1 — объект измерения; 2 — объектив; 3 и 7 — диафрагма;

4 — приемник полного излучения; 5 — светофильтр; 6 — окуляр;

8 — глаз оператора; 9 — милливольтметр;

б — с отражающей оптической системой: 1 — объект измерения;

2 — полиэтиленовая пленка; 3 — приемник излучения;

4 — диафрагма; 5 — зеркальный объектив; 6 — зрительная труба;

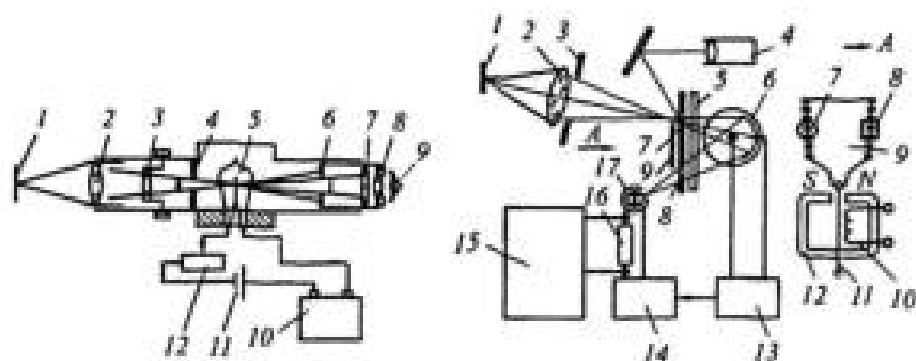
7 — глаз оператора; 8 — милливольтметр

В пирометрах с отражающей оптической системой излучение от объекта измерения 1 попадает на приемник излучения 3 после прохождения через защитную полиэтиленовую пленку 2, диафрагму 4 и зеркальный объектив 5. Для наводки на объект излучения служит зрительная труба 6. Отсчет показаний производится по шкале милливольтметра 8. Полиэтиленовая пленка прозрачна для инфракрасного излучения и служит для защиты оптической системы пирометра от загрязнения потоков воздуха.

Пирометры частичного излучения работают в узком диапазоне волн и называются *квасимонахроматическими пирометрами*. К данному типу пирометров относятся оптические и фотоэлектрические пирометры. Разновидностями оптических пирометров являются пирометр «с исчезающей нитью», пирометр «с оптическим круговым клином», фотоэлектрические монохроматические пирометры.

На рис. 2.12, а изображена схема *оптического пирометра «с исчезающей нитью»*, принцип действия которого основан на сравнении яркости объекта измерения и яркости градуированного источника излучения в определенной длине волны.

На рис. 2.12, а изображение излучателя 1 с линзой 2 и диафрагмой 4 объектива пирометра фокусируется в плоскости нити накаливания 5. Оператор 9 через диафрагму 6, линзу окуляра 8, красный светофильтр 7 на фоне раскаленного тела видит нить лампы 5. Перемещающая движок реостата 12, оператор изменяет силу тока, проходящего



а

б

Рис. 2.12. Схема пирометров частичного излучения:

- а — «с исчезающей нитью»: 1 — излучатель; 2 и 3 — линза;
4 и 6 — диафрагма; 5 — нить накаливания; 7 — светофильтр;
8 — линза окуляра; 9 — глаз оператора; 10 — регистрирующий прибор;
11 — источник питания; 12 — реостат;
б — фотоэлектрический: 1 — излучатель; 2 — линза; 3 — диафрагма;
4 — окуляр; 5 — светофильтр; 6 — фотоэлемент; 7 и 8 — отверстие;
9 — заслонка; 10 — катушка возбуждения; 11 — якорь;
12 — постоянный магнит; 13 — усилитель; 14 — фазовый детектор;
15 — потенциометр; 16 — калиброванное сопротивление; 17 — лампа

через лампу, и добивается уравнивания яркостей нити и излучателя. Момент «исчезания» нити на фоне объекта соответствует равенству яркостей нити и объекта излучения. Регистрирующий прибор 10 фиксирует силу тока, соответствующую этому моменту, и позволяет произвести считывание результата измерения температуры объекта излучения. Красный светофильтр 7 пропускает область излучения с шириной около $0,1 \text{ мкм}$ и с эффективной длиной волны $0,65 \text{ мкм}$.

Пирометр с оптическим круговым клином является модификацией описанного выше. В нем яркостную температуру нити лампы накаливания поддерживают постоянной, уравнивание яркостей осуществляется перемещением оптического клина, пропускающего больше или меньше света от объекта. По положению клина судят о яркостной температуре объекта излучения.

Фотоэлектрические пирометры основаны на использовании зависимости интенсивности излучения от температуры в узком интервале длин волн спектра. В качестве приемников в данных пирометрах используются фотодиоды, фотосопротивления, фотоэлементы и фотоумножители.

На рис. 2.12, б приведена схема фотозлектрического монохроматического пирометра, в котором в качестве приемника применяется фотозлемент. Поток от излучателя 1 с линзой 2 и диафрагмой 3 объектива фокусируется на отверстии 7 в держателе светофильтра 5 таким образом, чтобы изображение визируемого участка поверхности излучателя перекрывало данное отверстие. В этом случае световой поток, падающий на катод фотозлемента 6, расположенного за светофильтром 5, определяется яркостью излучателя, т.е. его температурой. В держателе светофильтра 5 расположено еще одно отверстие 8, через которое на фотозлемент попадает световой поток от лампы 17 обратной связи. Световые потоки от излучателя 1 и лампы 17 подаются на катод попеременно через отверстия 7 и 8 с частотой 50 Гц, что обеспечивается с помощью вибрирующей заслонки 9.

При различии световых потоков излучателя 1 и лампы 17 в токе фотозлемента появится переменная составляющая, имеющая частоту 50 Гц и амплитуду, пропорциональную разности данных потоков. Усилитель 13 обеспечивает усиление переменной составляющей, а фазовый детектор 14 — последующее ее выпрямление. Полученный выходной сигнал подается на лампу 17, что вызывает изменение тока накаливания лампы. Это будет происходить до тех пор, пока на катоде фотозлемента световые потоки от двух источников не уравниваются. Следовательно, ток накаливания лампы обратной связи однозначно связан с яркостной температурой объекта измерения.

В цепь лампы 17 включено калибровочное сопротивление 16, падение напряжения на котором пропорционально силе тока и измеряется быстродействующим потенциометром 15, снабженным температурной шкалой.

Пирометры спектрального распределения измеряют цветовую температуру объекта по отношению интенсивностей излучения в двух определенных участках спектра. Основное преимущество таких пирометров заключается в независимости их показаний от излучательной способности объекта, а также от наличия дыма, пыли и испарений в пространстве между объектом и пирометром.

В пирометрах сравнения (рис. 2.13, а) отношение спектральных интенсивностей оценивается субъективно по цветовому ощущению, создаваемому смесью двух монохроматических пучков. Излучение от объекта измерения 1 через объектив 2, нейтральный оптический клин 3 и двойной светофильтр 4 направляется к фотометрическому кубику 5. Двойной светофильтр 4 выполнен в виде двух клиньев (красного и зеленого), относительным перемещением которых можно изменять соотношение между интенсивностями красного и

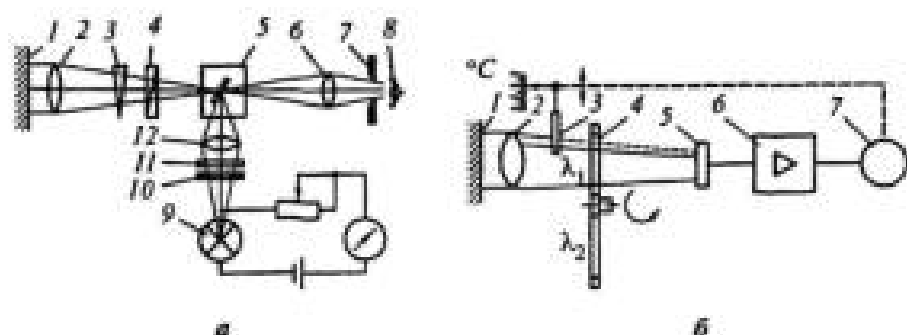


Рис. 2.13. Схема пирометров спектрального распределения:
а — пирометр сравнения: 1 — объект измерения; 2 и 12 — объектив;
 3 — оптический клин; 4 — светофильтр; 5 — фотометрический кубик;
 6 — окуляр; 7 — диафрагма; 8 — глаз оператора; 9 — лампа;
 10 — матовое стекло; 11 — светофильтр;
б — пирометр спектрального отношения: 1 — объект измерения;
 2 — объектив; 3 — фильтр; 4 — обтюратор; 5 — фотоэлемент;
 6 — усилитель; 7 — реверсивный двигатель

зеленого цветов. На фотометрический кубик поступает также излучение от лампы 9 через матовое стекло 10, красный и зеленый светофильтр 11 и объектив 12. Через окуляр 6 глаз оператора 8 видит два участка, соответствующих излучению от объекта измерения 1 и лампы 9, окрашенных смесью зеленого и красного цветов с различным соотношением их интенсивности. Взаимным смещением оптических клиньев двойного светофильтра 4 уравнивают соотношение излучения объекта измерения 1 и излучения лампы 9. Для уравнивания соотношения цветов необходимо равенство яркостей излучения объекта и лампы. Этого добиваются изменением положения нейтрального оптического клина 3. После уравнивания положения нейтрального клина определяют яркостную температуру, а положение одного из клиньев двойного светофильтра определяет цветовую температуру объекта.

В пирометрах спектрального отношения (рис. 2.13, б) вводится модуляция светового потока. Световой поток от объекта измерения 1 прерывается обтюратом 4 с двумя светофильтрами, пропускающими излучение на двух длинах волн λ_1 и λ_2 к фотоэлементу 5. Переменная составляющая выходного сигнала фотоэлемента усиливается в усилителе 6 и подается на реверсивный двигатель 7, который перемещает уравнивающий фильтр 3 до тех пор, пока не уравниваются интенсивности излучения на обеих длинах волн. В положении равновесия перемещение фильтра 3 является мерой измеряемой температуры.

2.2. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И РАЗРЕЖЕНИЯ

Согласно молекулярно-кинетической теории под давлением понимают силу, с которой молекулы вещества воздействуют на единицу ограничивающей поверхности.

Различают давление абсолютное, атмосферное, избыточное и вакуумметрическое.

Абсолютное давление — это давление внутри системы (под которым находится газ), отсчитываемое от абсолютного нуля.

Атмосферное давление — давление в газообразной оболочке (воздухе) земного шара (Земли). Измеряется силой, равной давлению атмосферного воздуха на единицу площади поверхности, находящейся на нем (земном шаре — Земле).

Атмосферное давление создается массой воздушного слоя земной атмосферы и имеет переменную величину, зависящую от высоты местности над уровнем моря, географической широты и метеорологических условий.

Избыточное давление создается разностью между абсолютным и атмосферным давлением:

$$P_{изб} = P_a - P_{атм}$$

Вакуумметрическое давление. Под вакуумом (разрежением) понимают такое состояние (разреженное) газа, при котором его давление меньше атмосферного. Вакуумметрическое давление определяется разностью между атмосферным и абсолютным давлением внутри системы:

$$P_{вак} = P_{атм} - P_a$$

За единицу давления в Международной системе единиц СИ принято давление, называемое паскалем (Па). Паскаль связан с широко применяющимися единицами следующими соотношениями:

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 735,563 \text{ мм рт. ст.} = 10^4 \text{ мм вод. ст.} = 9,80665 \cdot 10^4 \text{ Па.}$$

Для измерения средних и высоких давлений применяются кратные единицы: килопаскаль (кПа), мегапаскаль (МПа).

При измерении давления в движущихся средах под понятием «давление» понимают статическое и динамическое давление.

Статическое давление — это давление, зависящее от запаса потенциальной энергии газовой среды, определяется статическим напором. Давление может быть избыточным и вакуумметрическим.

Динамическое давление — это давление, вызванное скоростью движения потока газа. Определяется давление через скоростной (динамический) напор по следующей формуле:

$$P_d = \rho v^2 / 2,$$

где P_d — динамическое давление;
 ρ — плотность движущегося газа;
 v — скорость движущегося газа.

Полное давление движущегося газа складывается из статического и динамического давлений.

$$P_n = P_{ст} + P_d.$$

Методы измерения давления основаны на сравнении сил измеряемого давления с силами:

- давления столба жидкости (ртути, воды) соответствующей высоты;
развиваемыми при деформации упругих элементов (пружин, мембран, манометрических и anerоидных коробок, сильфонов и манометрических трубок);
тяжести грузов;
упругими силами, возникающими при деформации некоторых материалов и вызывающими электрические эффекты.

Средства измерения давления подразделяются на барометры (для измерения атмосферного давления), манометры (для измерения избыточного давления), вакуумметры (для измерения вакуумметрического давления), мановакуумметры (для измерения избыточного и вакуумметрического давления), манометры абсолютного давления (для измерения давления, отсчитываемого от абсолютного нуля), дифференциальные манометры (для измерения разности — перепада давления).

Средства измерения давления разделяют на жидкостные, деформационные, грузопоршневые и электрические.

Действие жидкостных манометров основано на гидростатическом принципе, при котором измеряемое давление уравновешивается давлением столба затворной жидкости. Разница уровней в зависимости от плотности жидкости является мерой давления.

Простейшим прибором для измерения давления или разности давлений является двухтрубный манометр (рис. 2.14, а), представляющий собой согнутую стеклянную трубку, заполненную рабочей жидкостью (ртутью или водой) и прикрепленную к панели со шкалой.

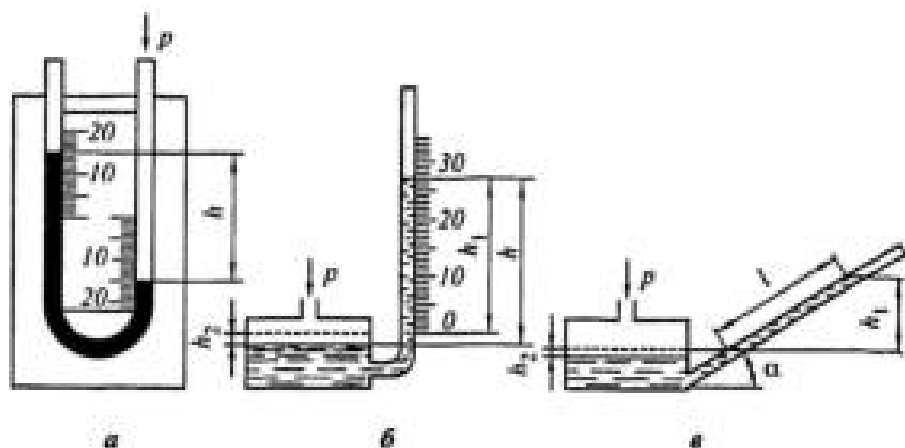


Рис. 2.14. Жидкостные манометры:
 а — U-образный; б — чашечный; в — микроманометр;
 P — измеряемое давление; h — разность уровней жидкости;
 h_1 — изменение уровня жидкости в трубке;
 h_2 — изменение уровня жидкости в сосуде

Один конец трубки соединен с атмосферой, другой подключается к объекту, где изменяется давление. Значение давления определяется из выражения:

$$P = h \rho g,$$

где P — измеряемое давление, Па;
 h — разность уровней жидкости, м;
 ρ — плотность жидкости, кг/м³;
 g — ускорение силы тяжести, м/с²

На рис. 2.14, б показан однотрубный (чашечный) манометр, в котором одна из трубок заменена сосудом, диаметр которого в 20 раз больше диаметра трубки. Принцип действия манометра аналогичен рассмотренному выше, однако давление или разрежение будет определяться по формуле:

$$P = h \rho g (1 + d^2/D^2) = h \rho g (1 + f/F),$$

где d, D — диаметры трубки и широкого сосуда соответственно, м;
 f, F — площадь сечения трубки и широкого сосуда соответственно, м²

Так как соотношение диаметров или сечений трубки и сосуда значительно, понижением уровня h_2 при изменении давления можно пренебречь и отсчет вести только по стеклянной трубке h_1 .

На рис. 2.14, *а* показан однотрубный микроманометр, который применяется для измерения малых величин давления (до 2 кПа). В этом манометре стеклянная трубка расположена под углом α к горизонту, и при этом точность измерения увеличивается в несколько раз.

Учитывая, что $h_1 = l \sin \alpha$ и пренебрегая малостью величины f/F , измеряемое давление можно определить из выражения:

$$P = \rho g l \sin \alpha.$$

Деформационные средства измерения давления основаны на уравнивании силы, создаваемой давлением контролируемой среды на чувствительный элемент, силами упругих деформаций различного рода упругих элементов. Эта деформация в виде линейных или угловых перемещений передается регистрирующему устройству или преобразуется в электрический сигнал для дистанционной передачи.

В качестве чувствительных элементов используют одноразовые трубчатые пружины (рис. 2.15, *а*), многоразовые трубчатые пружины (рис. 2.15, *б*), упругие мембраны (рис. 2.15, *в*), упругие мембранные коробки (рис. 2.15 *г, д*), двойные упругие мембранные коробки (рис. 2.15, *е, ж*), пружинно-мембранные с гибкой мембраной (рис. 2.15, *з*), сильфонные (рис. 2.15, *и*) и пружинно-сильфонные (рис. 2.15, *к*).

На рис. 2.16 показана конструкция мембранного вакуумметра. Чувствительным элементом служит мембранная коробка 6, соединенная с измеряемой средой трубкой 12. Мембрана прикреплена к корпусу с помощью штуцера 13. Изменение давления измеряемой среды вызывает изменение прогиба мембранной коробки 6. При этом поводок 9, прикрепленный к верхней части мембранной коробки 6, поворачивает рычаг 7, установленный на оси 8. Для увеличения жесткости упругой системы ось 8 закреплена на плоской пружине 10. Поворот рычага 7 вызывает перемещение тяги 14 и рычага 1, установленного на оси 4. На этой же оси с помощью стопорного винта 2 закреплена указательная стрелка 5 с противовесом 3. Концы указательной стрелки 5 перемещаются вдоль горизонтальной шкалы. Спиральная пружина 15 служит для устранения влияния зазоров в сочленениях рычажного механизма. Для установки стрелки на начальную отметку шкалы служит винт 11 корректора нулевого положения.

На рис. 2.17 показана конструкция сильфонного самопишущего манометра. Газ измеряемого давления через штуцер 7 подается в

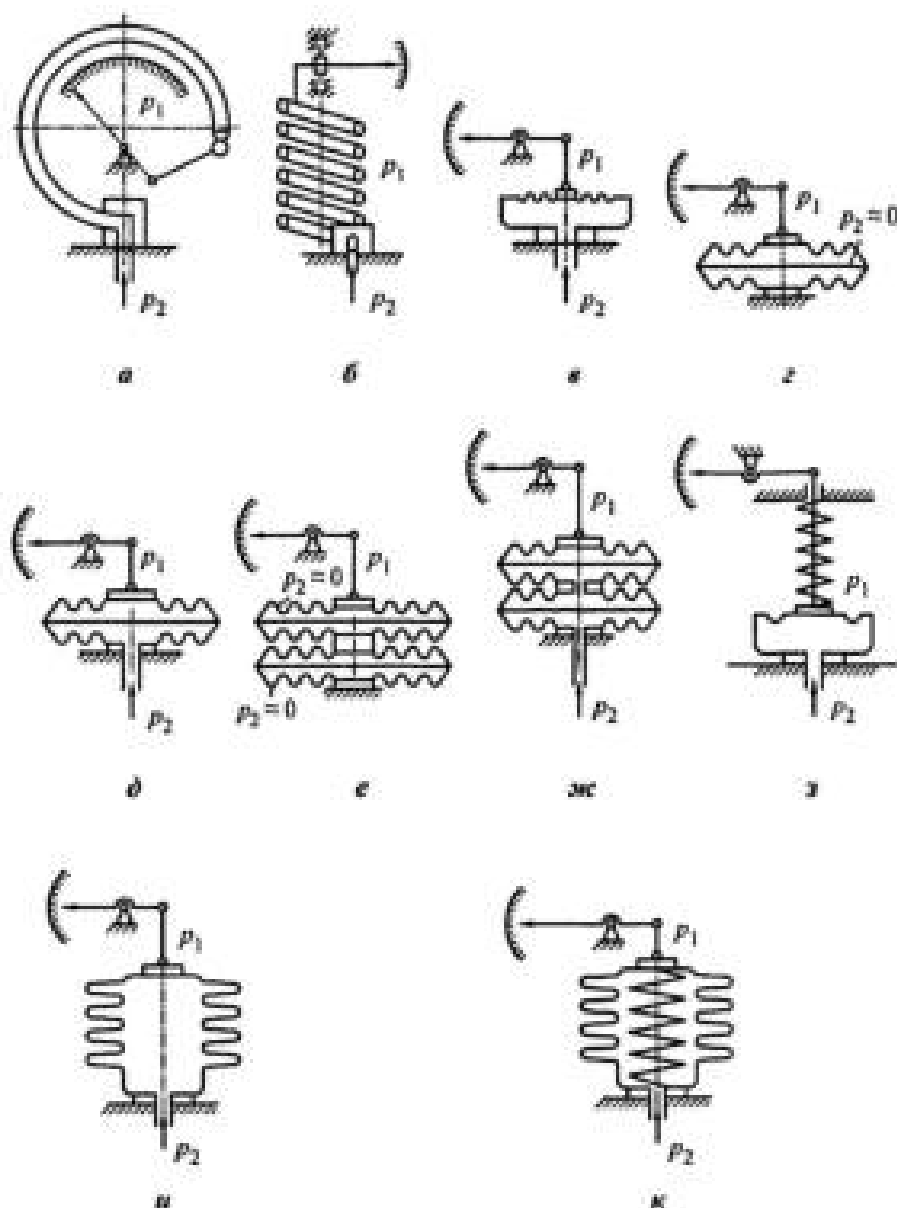


Рис. 2.15. Деформационные чувствительные элементы средств измерения давления:

- а — одновитковые трубчатые пружины;
- б — многовитковые трубчатые пружины;
- в — упругие мембраны;
- г, д — упругие мембранные коробки;
- е, ж — двойные упругие мембранные коробки;
- з — пружинно-мембранные с гибкой мембраной;
- и — силфонные;
- к — пружинно-силфонные

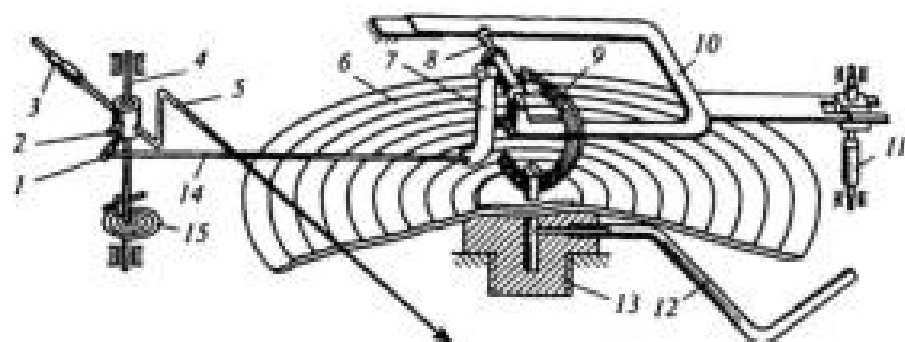


Рис. 2.16. Конструкция мембранного вакуумметра с профильной шкалой:

1 и 7 — рычаг; 2 — стопорный винт; 3 — противовес;
4 и 8 — ось; 5 — указательная стрелка; 6 — мембранная коробка;
9 — поводок; 10 — плоская пружина; 11 — винт корректора нуля;
12 — трубка; 13 — штуцер; 14 — тяга; 15 — спиральная пружина

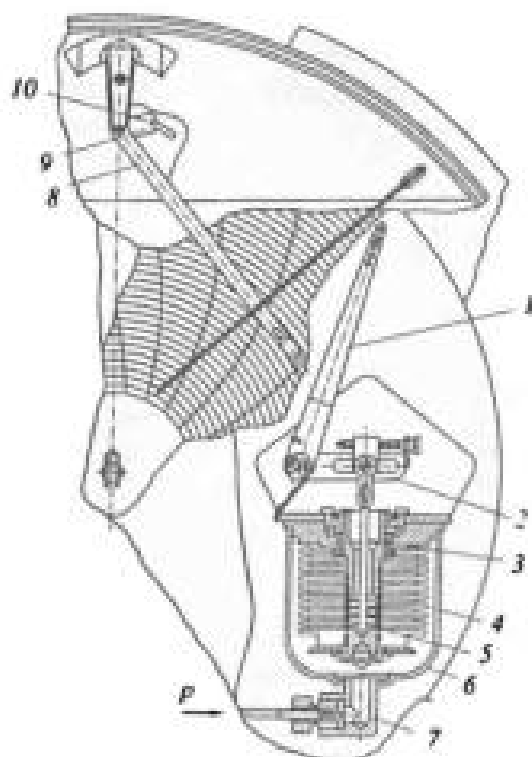


Рис. 2.17. Конструкция сифонного самопишущего манометра:

1, 2 и 9 — рычаги; 3 — штифт; 4 — сифон;
5 — пружина; 6 — камера; 7 — штуцер; 8 — стрелка; 10 — тяга

камеру 6, где размещается сильфон 4. Внутренняя область сильфона 4 сообщается с атмосферой. Внутри сильфона 4 установлена пружина 5, противодействующая его сжатию. В донышко сильфона 4 упирается штифт 3, соединенный с рычагом 2, передающим перемещение от сильфона 4 рычагу 1. Этот рычаг 1 тягой 10 соединен с рычагом 9, передающим перемещение стрелке 8 с укрепленным на ней пером. След движения стрелки с пером записывается на диаграмме.

На рис. 2.18 представлено устройство пружинного манометра. Манометр состоит из корпуса 1 и полый трубки 2. Трубка выполнена в форме согнутой по кругу с поперечным овальным сечением, с одной стороны свободна и закрыта, а с другой — впаяна в держатель, который присоединен к источнику измеряемого давления при помощи штуцера 8. Закрытый конец трубки поводком 7 соединен с зубчатым сектором 6, который зацеплен с шестерней 5, установленной на одной оси с показывающей стрелкой 4. Под действием избыточного давления трубка 2 разгибается, ее свободный конец перемещается и тянет поводок 7, который поворачивает связанный с ним зубчатый сектор 6. Зубчатый сектор вращает шестерню 5 и стрелку 4, указывающую по шкале 3 измеряемое давление. Для устранения мертвого хода между зубьями сектора и шестерни установлена спиральная пружина 9.

Существуют дистанционные манометры, в которых сигнал деформации упругого элемента (мембраны, сильфона, пружинной трубки) используется для перемещения элемента преобразователя (электрического, индуктивного), сигнал которого регистрируется на показывающем устройстве (рис. 2.19).

На рис. 2.19, а сигнал деформации упругого элемента (мембраны) используется для перемещения потенциометра. Потенциометр образует два плеча (R_1 и R_2) моста, а два других плеча составлены из резисторов R_3 и R_4 . В качестве указателя в манометре применен двухкатушечный логометр 1 с неподвижными рамками и подвижным магнитом 2.

В целях устранения контактного трения щетки о потенциометр применяются бесконтактные преобразователи: индуктивный или емкостный. В манометре с индуктивным дифференциальным преобразователем (рис. 2.19, б) якорь связан с жестким центром мембраны. Снимаемые с индуктивного преобразователя 1 сигналы переменного тока, промодулированные по амплитуде сигналом деформации, выпрямляются диодом D, и на двухкатушечный лого-

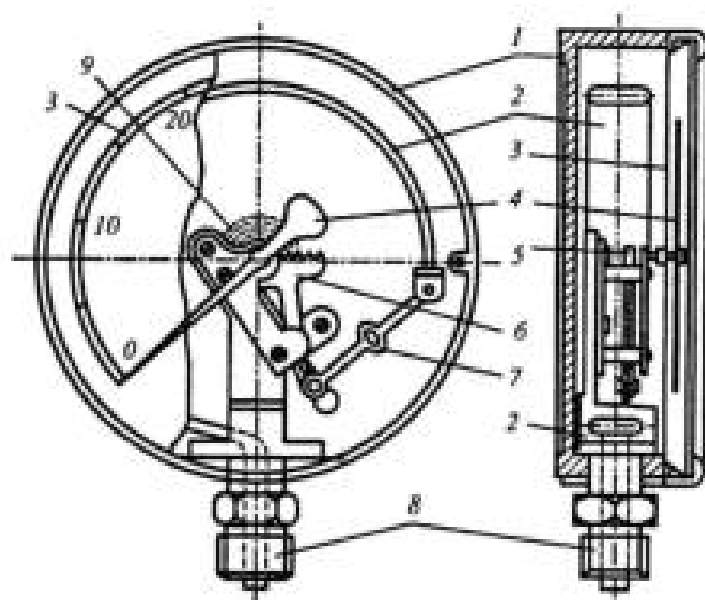


Рис. 2.18. Устройство пружинного манометра:

1 — корпус; 2 — полая трубка; 3 — шкала; 4 — стрелка; 5 — шестерня; 6 — зубчатый сектор; 7 — поводок; 8 — штуцер; 9 — пружина

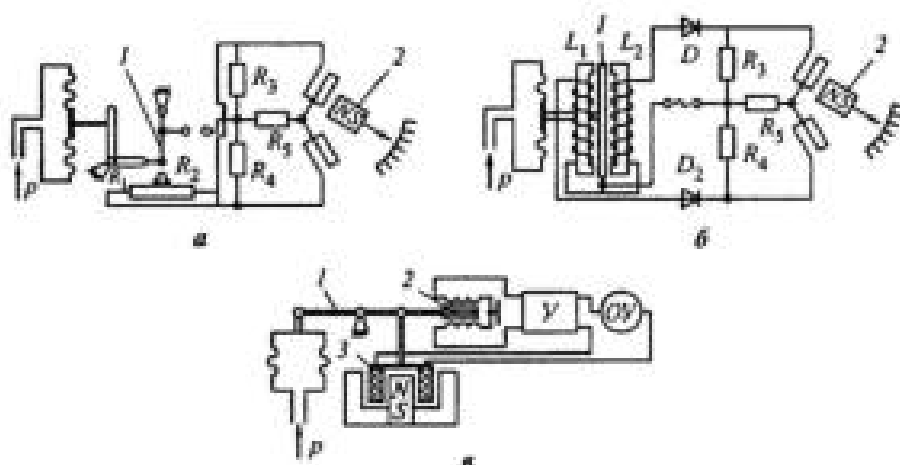


Рис. 2.19. Схемы дистанционного включения деформационных средств измерения давления:

а — включение манометра с потенциометрическим преобразователем: 1 — двухкатушечный логометр; 2 — подвижный магнит; б — включение манометра с индуктивным преобразователем: 1 — индуктивный преобразователь; 2 — подвижный винт; в — включение манометра с силовой компенсацией: 1 — рычаг; 2 — преобразователь сигналов; 3 — электромагнит; 4 — усилитель; DY — отсчетное устройство

метр с подвижным магнитом 2 указателя поступают детектированные сигналы, пропорциональные измеряемому давлению.

В схеме статического уравнивания (рис. 2.19, *б*) деформация сильфона преобразуется в перемещение рычага 1, на конце которого установлен преобразователь сигналов 2. Сигналы с преобразователя после усиления в усилителе $У$ поступают на отсчетное устройство $ОУ$ и на катушку силового магнита 3, якорь которого связан с рычагом 1. При взаимодействии токов в катушке с магнитным полем постоянного магнита возникает сила, уравнивающая силу, создаваемую сильфоном, и препятствующая перемещению рычага 1. При этом чем больше измеряемое давление, тем больше сила тока в катушках.

Дифференциальные манометры применяются для измерения разности давления газов и жидкостей. Манометры могут быть использованы для измерения расхода газов и жидкостей, уровня жидкости, а также для измерения малых избыточных и вакуумметрических давлений.

Наиболее широкое распространение получили мембранные и сильфонные дифференциальные манометры.

Мембранные дифференциальные манометры являются бесшкальными измерительными приборами, предназначенными для измерения давления, преобразующими измеряемую величину в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока 0...5 мА, переменного тока взаимной индукции 0...10 мВн или в пневматический сигнал давлением 20...100 кПа.

Схема мембранного дифференциального манометра типа ДМ с дифференциально-трансформаторным преобразователем представлена на рис. 2.20, *а*. Чувствительным элементом является мембранный блок, состоящий из двух мембранных коробок 1 и 3, закрепленных в корпусе 2. Мембранные коробки изготовлены из гофрированных мембран, выполненных из немагнитного хромо-никелевого сплава.

Внутренние полости мембранных коробок заполнены дистиллированной водой и через отверстие в перегородке сообщаются между собой. С центром верхней мембраны связан сердечник 6 дифференциально-трансформаторного преобразователя 7. Сердечник 6 перемещается внутри разделительной трубки 8, выполненной из немагнитной стали. Давление P_1 и P_2 в камеры дифференциального манометра подводится трубками через запорные клапаны, причем давление P_1 больше давления P_2 .

Под действием измеряемой разности давлений ($P_1 - P_2$) нижняя мембранная коробка 1 сжимается и жидкость из нее перетекает в верхнюю мембранную коробку 3, вызывая перемещение центра мембраны верхней коробки, а вместе с ней и сердечника 6 преобразователя до тех пор, пока усилие от приложенной к мембранному блоку разности давлений не уравнивается упругими силами мембранных коробок. Перемещение сердечника 6 приводит к изменению напряжения выходного сигнала пропорционально измеряемому перепаду давления.

На рис. 2.20, б показана конструкция сильфонного дифференциального манометра с магнитным преобразователем. Измерительный блок дифференциального манометра состоит из сильфона 1, в который встроена пружина 2, и жесткость пружины определяет диапазон измеряемого перепада давления. Сильфон 1 соединен с плоской пружинной подвеской 3, с которой связан магнитный сердечник 4. Магнитный сердечник 4 находится внутри раздели-

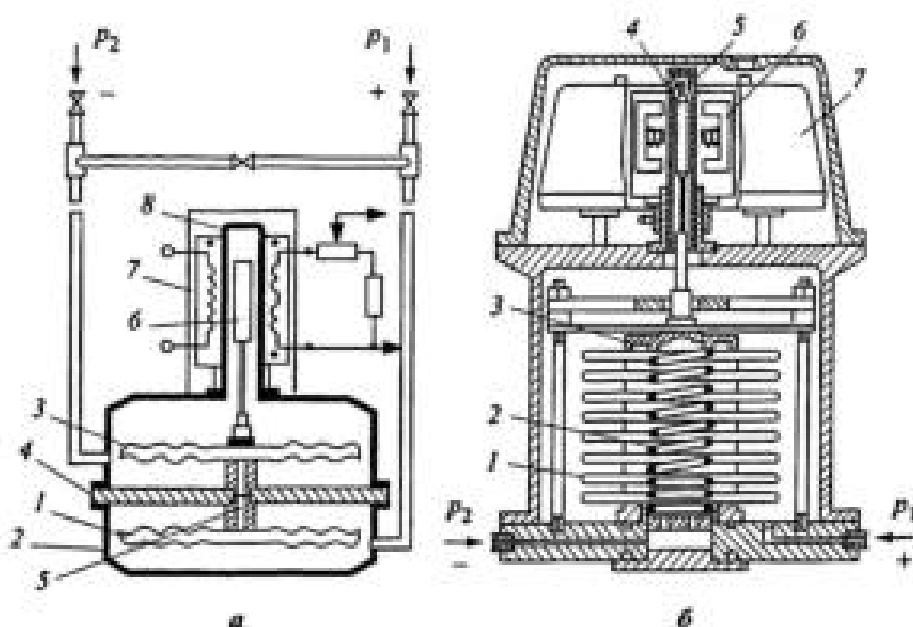


Рис. 2.20. Дифференциальные манометры:

- а — мембранный типа ДМ; 1 и 3 — мембранная коробка; 2 — корпус;
4 — перегородка; 5 — соединительная трубка; 6 — сердечник;
7 — магнитный преобразователь; 8 — разделительная коробка;
б — сильфонный; 1 — сильфон; 2 — пружина; 3 — пружинная подвеска;
4 — магнитный сердечник; 5 — разделительная трубка;
6 — преобразователь; 7 — транзисторный усилитель

тельной трубки 5 из немагнитной стали, на которой установлен преобразователь 6 с магнитной компенсацией. Рядом с преобразователем 6 расположен транзисторный усилитель 7. Подвод давления P_1 и P_2 в камеры дифференциального манометра осуществляется через импульсные трубки. Под действием разности давлений ($P_1 - P_2$) сильфон 1 сжимается, вызывая перемещение его дна. При этом перемещается магнитный сердечник 4 преобразователя 6, воздействующий на магнитный усилитель, выходной сигнал которого усиливается и в виде унифицированного сигнала поступает к внутреннему прибору.

2.3. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ГАЗА

Для измерения объемного расхода газа (расхода в данный момент) и объемного количества (суммарного объема за определенный промежуток времени) в системах газораспределения применяются измерительные комплексы, состоящие из сужающего устройства и дифманометра (измерение расхода по перепаду давления), а также объемные ротационные и турбинные счетчики.

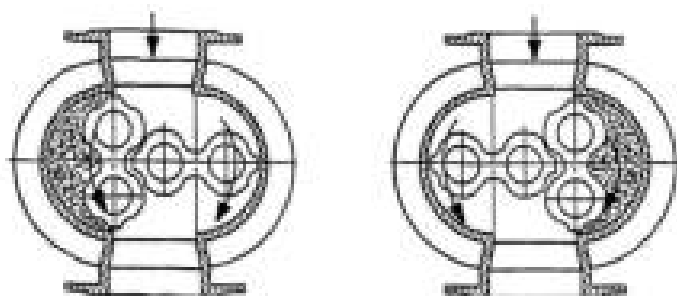
В зависимости от способа измерения применяются следующие расходомеры:

- объемные расходомеры (счетчики), измеряющие объем газа, проходящего через прибор, и суммирующие результаты этих измерений;
- дроссельные расходомеры с переменным перепадом давления;
- дроссельные расходомеры с постоянным перепадом давления (ротаметры).

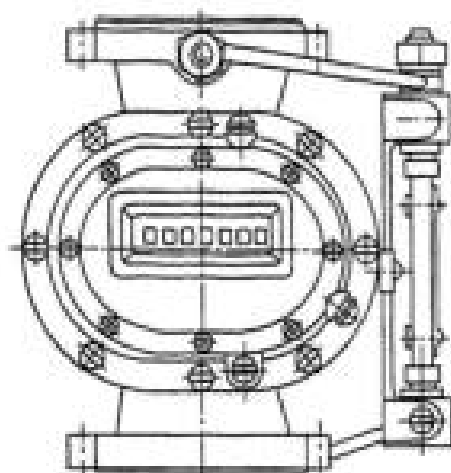
Ротационные счетчики применяются на предприятиях и котельных на газообразном топливе для учета расхода газа. Ротационные газовые счетчики РГ выпускаются шести типоразмеров: РГ-40, РГ-100, РГ-250, РГ-400, РГ-600 и РГ-1000, где числа обозначают соответствующий номинальный расход газа ($\text{м}^3/\text{ч}$).

В полуцилиндрах чугунного корпуса счетчика (рис. 2.21) размещены два ротора во взаимно перпендикулярном положении. Роторы опираются на подшипники и имеют вид восьмерок, плотно пригнанных к стенкам корпуса и друг к другу. Пространство между стенками корпуса и роторами является измерительным объемом. При подаче газа сверху и вращении роторов за каждый их оборот дважды происходит наполнение камеры и дважды — выталкивание газа через выходной нижний патрубок.

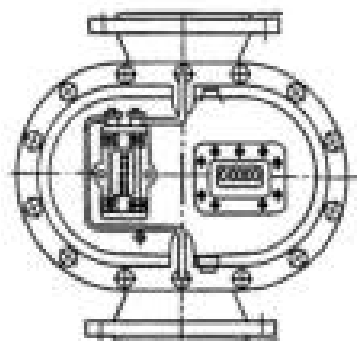
Конец вала одного из роторов через редуктор соединен со счетным механизмом, которому передается вращение ротора. Передаточ-



а



б



в

Рис. 2.21. Ротационные счетчики типа РГ:
а — схема работы; общий вид счетчиков:
б — счетчики РГ-40, 100; в — счетчики РГ-250, 400, 600, 1000

точное отношение редуктора обеспечивает показания счетчика непосредственно в кубометрах газа при его давлении и температуре у входного патрубка. По перепаду давления, измеряемому дифманометром, судят о работе счетчика: резкое возрастание или колебания перепада свидетельствуют о его засорении. Для восстановления нормальной работы счетчик промывают.

Дроссельные расходомеры с переменным перепадом давления (рис. 2.22) получили широкое распространение в системах газораспределения. Принцип действия приборов основан на том, что при проходе через местное сужение средняя скорость потока увеличивается по сравнению со скоростью до сужения. Перепад давления до и после сужающего (дроссельного) устройства зависит от расхода

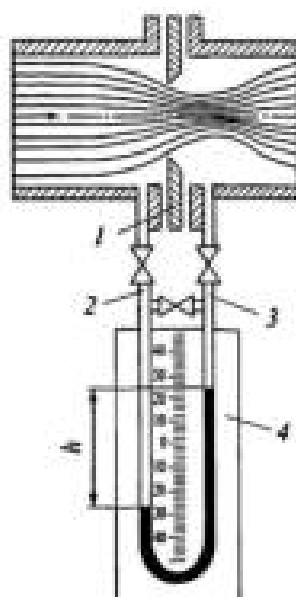


Рис. 2.22. Схема измерения расхода газа по перепаду давления:
1 — диафрагма; 2 — трубка плюсового давления;
3 — трубка минусового давления; 4 — щит со шкалой

измеряемой среды: чем больше количество газа, тем больше перепад. В качестве сужающего устройства применяются нормальные диафрагмы — камерные и бескамерные, а для измерения разности давлений перед диафрагмой и за ней — дифманометры. Диафрагма представляет собой диск из нержавеющей стали с центральным отверстием, имеющим острую кромку, которая должна быть расположена со стороны входа измеряемой среды. Отбор импульса давления к дифманометру производится через отверстия из кольцевых камер или через отверстия с обеих сторон диафрагмы.

Дроссельный расходомер с постоянным перепадом давления (ротаметр) состоит из вертикальной конусной стеклянной трубки, внутри которой помещен поплавок (ротатор), обращенный широким концом кверху. Поплавок может свободно перемещаться по всей длине трубы, так как его наружный диаметр меньше внутреннего диаметра трубы. Под действием потока газа, направленного по трубке снизу вверх, поплавок поднимается до тех пор, пока не произойдет уравнивание его силы тяжести и подъемной силы, возникающей от перепада давления по обе стороны. По положению поплавка определяют расход газа. Шкалу ротаметра градуируют в единицах объемного расхода.

Дифференциальные манометры (дифманометры) предназначены для измерения перепада давления в газопроводе, создаваемого сужающим устройством для определения расхода. Дифманометры по конструктивному устройству делятся на сильфонные, поплавковые и трубчатые, могут быть показывающими и самопишущими.

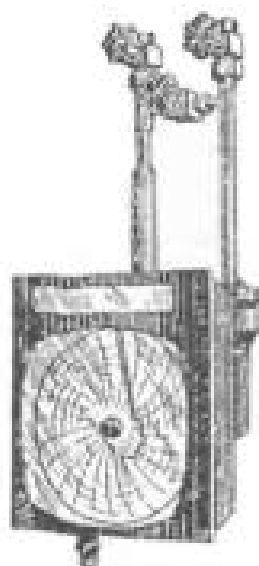
Для измерения перепада давлений, регистрации и интегрирования расхода газа используют дифманометры самопишущие сильфоны типа ДСС или поплавковые типа ДП. Дифманометр типа ДСС (рис. 2.23) состоит из сильфонного блока, самопишущей и интегрирующей частей. Принцип действия сильфонного блока основан на уравнивании силы от перепада давления силами упругой деформации сильфонов, торсионной трубки и винтовых цилиндрических диапазонных пружин.

Сильфонный блок имеет сильфоны 2 и 4, жестко связанные штоком 3. Внутренние полости сильфонов заполнены специальной жидкостью для защиты от односторонней перегрузки и герметично уплотнены. Каждый из сильфонов помещен в самостоятельную полость сильфонного блока. В левую полость через штуцер 6 подводится большее давление, в правую через штуцер 9 — меньшее давление. Каждая полость имеет пробку 5 для заполнения системы разделительной жидкостью и слива промывочной. Под действием перепада давления, создаваемого в газопроводе диафрагмой, плюсовой сильфон сжимается, и часть жидкости из него перетекает через малый зазор в минусовой сильфон.

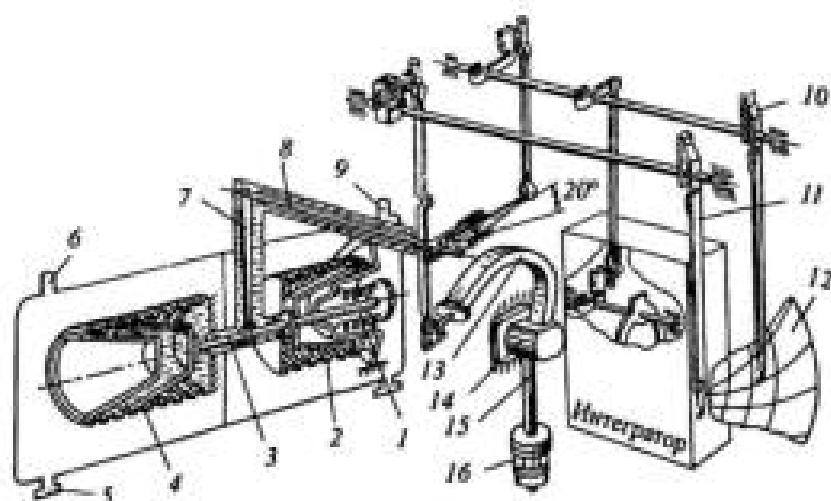
В сильфоне 2 установлены пружины 1, определяющие заданный предел измерения прибора. Шток 3, жестко соединенный с доньшком сильфонов, перемещается вдоль своей оси при изменении перепада давления и посредством рычага 7 закручивает торсионную трубку 8. Измеряемый перепад в сильфоне преобразуется в поворот оси торсионного вывода, с которого движение передается через системы рычагов на перо 10 и лекало интегратора. Запись ведется на диафрагму 12.

В приборах с дополнительной записью измеряемое давление поступает через штуцер 16, трубку 15 и основание 14 в манометрическую пружину 13, вызывая перемещение ее свободного конца. Это перемещение через свою систему рычагов передается на перо 11, отклоняющееся пропорционально изменению измеряемого давления.

Работа дифманометров типа ДП основана на принципе сообщающихся сосудов, в которых перепад давления уравнивается силой тяжести столба ртути. Дифманометрическая часть (рис. 2.24, а) — измерительная система с магнитной муфтой — состоит из стальных



а



б

Рис. 2.23. Дифференциальный манометр ДСС-732:

а — внешний вид; **б** — кинематическая схема;

1 — пружина; **2, 4** — сильфоны; **3** — шток; **5** — пробка; **6, 9** — штуцера;

7 — рычаг; **8** — торсионная трубка; **10, 11** — лекала интегратора (перо);

12 — диафрагма; **13** — манометрическая пружина; **14** — основание;

15 — трубка; **16** — штуцер манометрической пружины

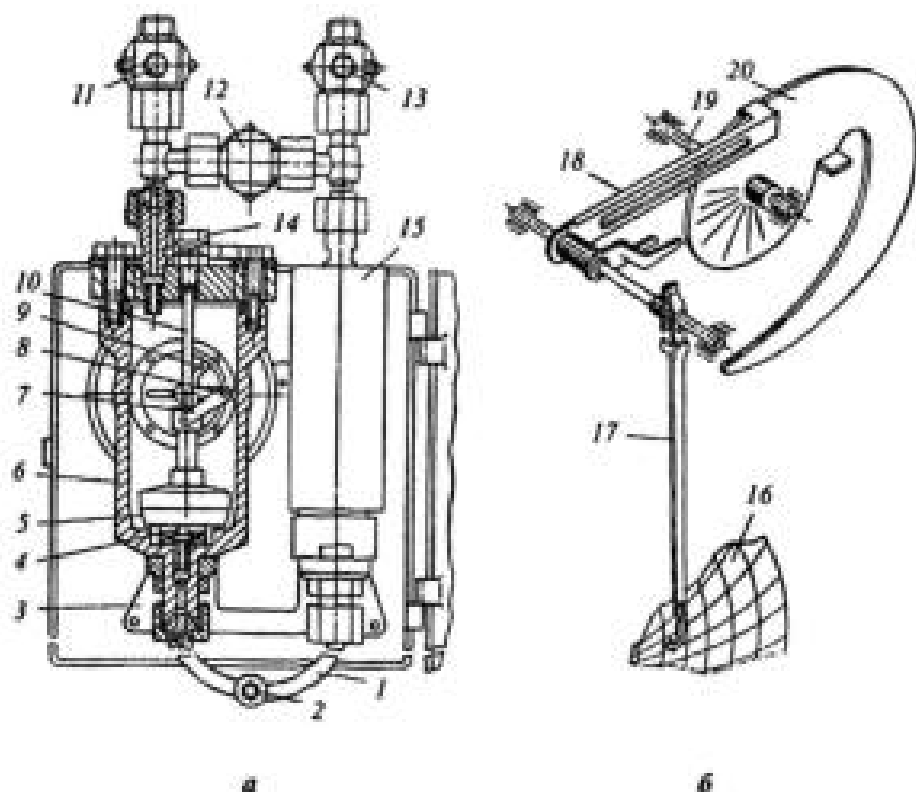


Рис. 2.24. Дифференциальный манометр ДП:

- а — дифманометрическая часть; б — механизм расходомера;
 1 — трубка с накидными гайками; 2, 14 — пробка; 3 — кронштейн;
 4 — предохранительный клапан; 5 — стальной поплавок;
 6, 15 — стальные сосуды; 7 — рычаг; 8 — ось; 9 — сектор;
 10 — стержень; 11, 13 — запорные клапаны; 16 — диафрагма;
 17 — перо дифманометра; 18 — шуп; 19 — выходная ось;
 20 — лекало

сосудов 6 и 15, смонтированных на кронштейне 3 и соединенных между собой трубкой 1 с помощью накидных гаек. Большее давление подводится к поплавковому сосуду 6, меньшее — к сменному сосуду 15. На поверхности ртути плавает стальной поплавок 5. Высота, на которую перемещается поплавок, является мерой измеряемого перепада давления. При любом максимальном перепаде перемещение поплавка вместе с ртутью составляет 35,25 мм. Объем ртути, вытесняемый из поплавкового сосуда в сменный, всегда остается постоянным, что позволяет, подбирая диаметр и высоту последнего, получить максимальный перепад давления.

При наличии расхода газа в газопроводе, а следовательно, и перепада давления у диафрагмы часть ртути из поплавкового сосуда выжимается в сменный с меньшим давлением, что вызывает перемещение поплавка. В случае превышения расчетного максимального перепада предохранительный клапан 4 предотвращает выброс ртути в газопровод. Заливку ртути в сосуд производят через отверстие, закрываемое пробкой 2. На линиях подвода давлений к сосудам установлены запорные вентили 11 и 13 с устройством для продувки соединительных линий и уравнильный вентиль 12. В нерабочем состоянии прибора поплавок 5 арретирован, для чего в пробку 14 ввинчен стержень 10.

Движение поплавка передается шарнирно связанным с ним рычагом 7 на ось 8, преобразующую линейное перемещение поплавка в угловое. На оси жестко укреплен сектор 9, который находится в зацеплении с шестерней магнитной муфты. Шестерня насажена на ось магнитопровода, имеющего П-образную форму. В магнитной муфте расположен постоянный магнит, имеющий форму ромба, грани которого образуют угол 60°. Поворот сектора 9 и связанного с ним магнитопровода приводит к скачкообразному повороту магнита и его выходной оси 19 (рис. 2.24, б). Перемещение оси передается лекалу 20. По профилю лекала скользит щуп 18, на ось которого жестко насажено перо 17, записывающее показания на диаграмме 16.

Для измерения перепада давления можно использовать дифманометр сильфонный показывающий ДСП-780. Измеряемый перепад давления преобразуется в поворот оси торсионного вывода, с которого через передающий механизм, смонтированный отдельно на плате прибора, передается на стрелку.

Жидкостные дифференциальные двухтрубные стеклянные манометры типа ДТ при сообщении одной трубки с атмосферой используются для измерения давления или вакуума. В основу работы прибора положен принцип сообщающихся сосудов.

Толстостенные стеклянные трубки 5 (рис. 2.25) закрепляют в верхней 2 и нижней 6 стальных колодках. Вверху трубки присоединяют к камерам-ловушкам 3, предохраняющим трубки от выброса ртути в случае повышения максимального давления. Там же расположены игольчатые вентили 1, с помощью которых можно отключать стеклянные трубки 5 от измеряемой среды, продувать соединительные линии, а также выключать и включать дифманометр. Между трубками расположены измерительная шкала 4 и два указ-

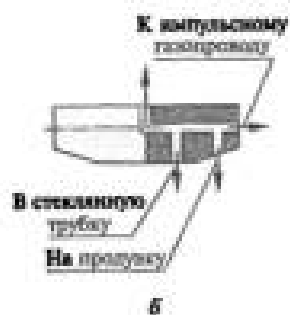
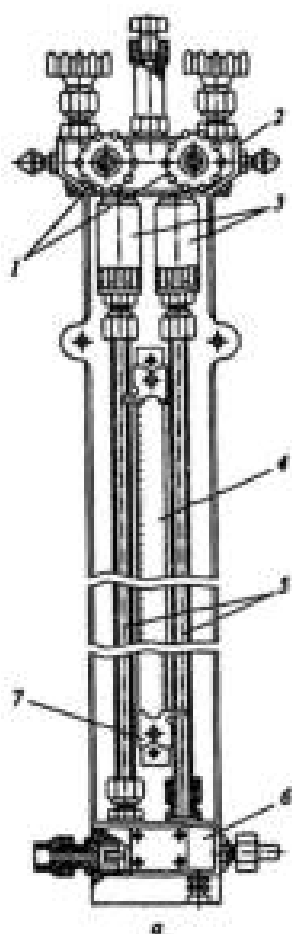


Рис. 2.25. Дифференциальный манометр ДТ-50:
 а — конструкция; б — схема расположения каналов:
 1 — вентили высокого давления; 2, 6 — колпачки;
 3 — камеры-ловушки; 4 — измерительная шкала;
 5 — стеклянные трубки; 7 — указатель

зателя 7, которые можно устанавливать на верхний и нижний уровни ртути в трубках.

Дифманометры можно использовать и как обычные манометры для замера избыточных давлений газа, если одну трубку вывести в атмосферу, а другую — в измеряемую среду.

Диафрагмы применяются на газопроводах не менее 50 мм, при условии, чтобы модуль диафрагмы $m = d^2/D^2$ (отношение площадей отверстий в диафрагме и в газопроводе) находился в пределах 0,05—0,64. Диаметр отверстия диафрагмы принимают $d > 12,5$ мм независимо от способа отбора перепада давления. Отношение абсолютных давлений на выходе и входе диафрагмы должно быть более 0,75. При выборе m следует понимать, что чем он меньше, тем выше точность измерения расхода и больше потери давления Δp в диафрагме.

В газопроводе вблизи диафрагмы должны быть обеспечены турбулентное и стационарное движение потока газа в прямых участках, отсутствие изменения фазового состояния потока, отсутствие скопления внутри прямых участков газопровода осадков в виде пыли, песка. На самой диафрагме не должны образовываться отложения, изменяющие ее конструктивные размеры.

Измерительный участок газопровода должен быть прямым и цилиндрическим с круглым сечением. Между местным сопротивлением и диафрагмой на газопроводе должен быть прямой участок, под длиной которого понимают расстояние между ближайшими торцевыми поверхностями диафрагмы и местного сопротивления. Если местное сопротивление расположено после диафрагмы (рис. 2.26, а), то длину прямого участка L_2 принимают по графику (рис. 2.26, б).

Регулирующую арматуру рекомендуется устанавливать после диафрагмы. Использование запорных устройств в качестве регулирующих не рекомендуется. К одной диафрагме допускается подключать два и более дифманометров, но при использовании дифманометров интегрирующих не разрешается их одновременная работа. Дифманометр рекомендуется располагать выше диафрагмы (рис. 2.27, а). Если дифманометр расположен ниже диафрагмы, то в нижних точках соединительных линий предусматривают отстойные сосуды (рис. 2.27, б). На горизонтальных газопроводах соединительные линии следует подключать к верхней половине диафрагмы.

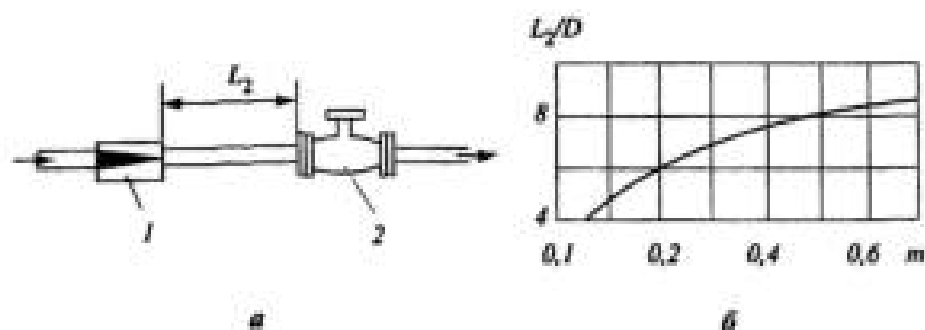


Рис. 2.26. Длина L_2 прямого участка газопровода при расположении диафрагмы (1) до местного сопротивления (2):
 а — схема расположения диафрагмы и местного сопротивления;
 б — график для выбора L_2

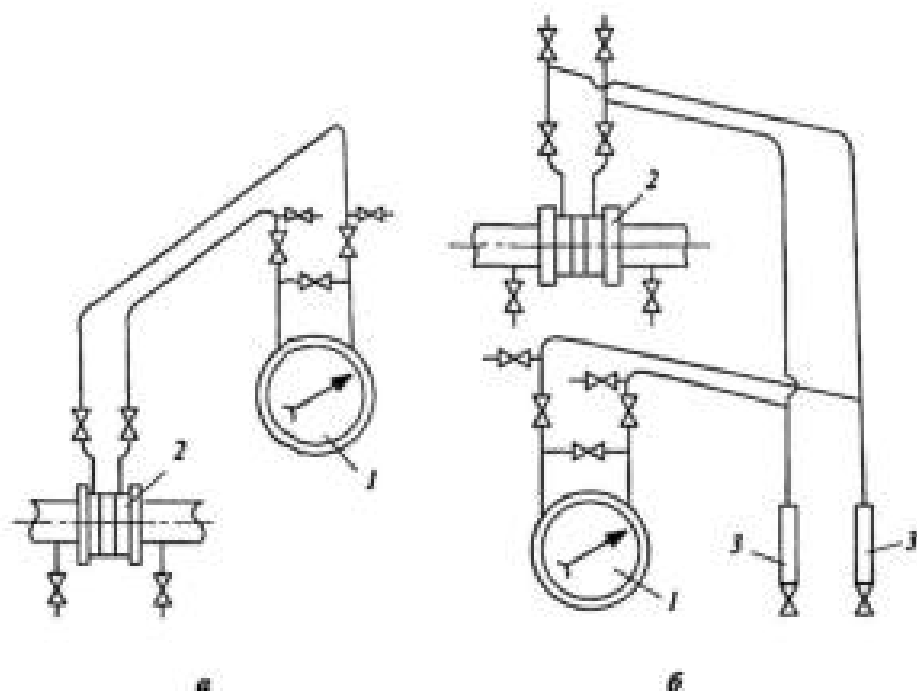


Рис. 2.27. Установка дифференциального манометра:
 а — выше диафрагмы; б — ниже диафрагмы;
 1 — дифманометр; 2 — диафрагма; 3 — отстойные сосуды

2.4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Средства измерения уровня жидкости среды называют уровнемерами. Уровнемеры нашли применение для измерения уровня воды в котельных агрегатах.

Существуют следующие методы измерения уровня жидкости: поплавковый, манометрический, емкостный, ультразвуковой, радиационный, радиочастотный.

Поплавковый метод. На рис. 2.28, *а* представлена конструкция механического уровнемера с поплавком 1, плавающим на поверхности жидкости 4. Положение поплавка и, следовательно, связанного с ним

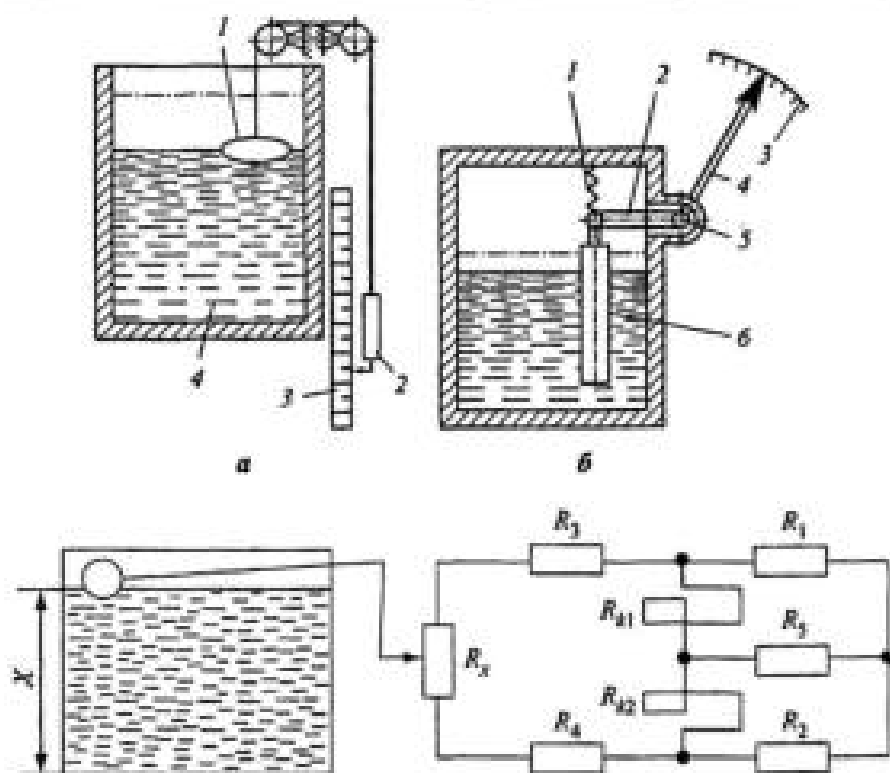


Рис. 2.28. Поплавковые методы измерения уровня жидкости:

а — конструкция поплавкового уровнемера: 1 — поплавок;

2 — уравновешивающий груз; 3 — шкала; 4 — жидкость;

б — конструкция уровнемера с тонущим поплавком-буйком:

1 — пружина; 2 — рычаг; 3 — шкала; 4 — стрелка; 5 — ось;

в — плавок-боек; *а* — схема поплавкового электрического уровнемера:

x — уровень жидкости; $R_1 \dots R_4$ — сопротивление плеч моста;

R_x — сопротивление преобразователя; R_{41} и R_{42} — сопротивление логометра

уравновешивающего груза 2 относительно шкалы 3 определяет уровень жидкости.

Чаще применяются тонущие поплавки-буйки, частично погруженные в жидкость (рис. 2.28, б), поплавок-боек б подвешен на рычаге 2 и пружине 1. При изменении уровня жидкости изменяется степень погружения и, следовательно, растягивающее усилие пружины 1 под действием массы буйка. Перемещение буйка через рычаг 2 передается на ось 5, на которой установлена стрелка 4, показывающая по шкале 3 уровень жидкости.

На рис. 2.28, в приведена схема поплавкового электрического уровнемера. Определенный уровень жидкости X с помощью поплавка и потенциометра преобразователя R_x , измерительного моста $R_1...R_4$ фиксируется на магнитоэлектрическом логометре, сопротивление которого R_{k1} и R_{k2} . Преобразователь уровнемера включается в матовую схему таким образом, что одновременно изменяются два соседних плеча моста.

При использовании манометрического метода измерения уровня определяется давлением столба жидкости в резервуаре. Для измерения уровня жидкости в барабанах котлов, котлах-утилизаторах применяются мембранные дифманометры, отградуированных в единицах уровня.

На рис. 2.29 показана схема манометрического уровнемера с применением электрической схемы преобразования сигнала. Жесткий центр манометра через шар соединен с тензорезистором R_x , включаемым в плечо моста. При изменении уровня жидкости X меняется тензосопротивление, что приводит к разбалансу моста. Сигнал рассогласования, снимаемый с моста, усиливается в усилителе $У$ и подается на двигатель $Д$. Последний уравновешивает мост и через редуктор перемещает стрелку показывающего или сигнализирующего устройства.

Изменение уровня жидкости играет важную роль при автоматизации процессов в системах газоснабжения. Эти измерения особенно важны, когда поддержание некоторого постоянного уровня, например уровня воды в барабане котла, уровня жидкости в резервуаре, связано с условиями безопасной работы оборудования.

Технические средства, применяемые для измерения уровня жидкости, называются уровнемерами. Приборы, предназначенные для сигнализации предельные уровней жидкости, называются сигнализаторами уровня.

Нормальная эксплуатация барабанных котлов может осуществляться только при условии строгого поддержания уровня воды в барабане в допустимых пределах.

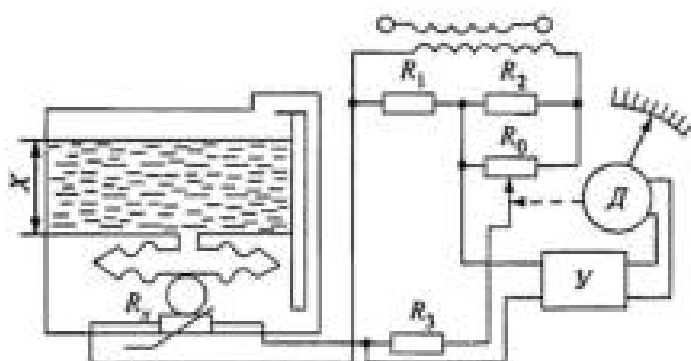


Рис. 2.29. Схема манометрического уровнемера:
 $R_0 \dots R_3$ — сопротивление плеч моста;
 Δ — двигатель; Y — усилитель; R_4 — тензорезистор

На рис. 2.30 показана схема измерения уровня воды в барабане котла дифманометром с использованием стандартного двухкамерного уравнительного сосуда. В широкой части сосуда 1, присоединенного к паровому пространству барабана, уровень воды (конденсата) поддерживается постоянным. В трубке 2, присоединенной к водяному пространству барабана, уровень воды меняется при изменении уровня воды в барабане. При установке запорного клапана на трубке, соединяющей паровое пространство барабана с уравнительным сосудом, необходимо, чтобы шпindelъ его находился в горизонтальном положении.

Разность давлений (Па), создаваемая двухкамерным уравнительным сосудом, которую измеряет дифманометр Δ , определяется выражением

$$\Delta p = (H - h)(\rho' - \rho'')g,$$

где H и h — разность столба воды в сосуде и трубке соответственно, м;

ρ' и ρ'' — плотность воды и пара в состоянии насыщения при давлении P , кгс/м³;

g — ускорение свободного падения, м/с²

Эксплуатация газонаполнительных станций вызывает необходимость в измерении уровня сжиженного газа, находящегося в резервуарах хранения. Для этого применяются различные устройства, в частности, указатели уровня следующих типов: с постоянными трубками; с мерным стеклом; с поворотной или скользящей трубкой; поплавковые; магнитные; электронные; радиоактивные.

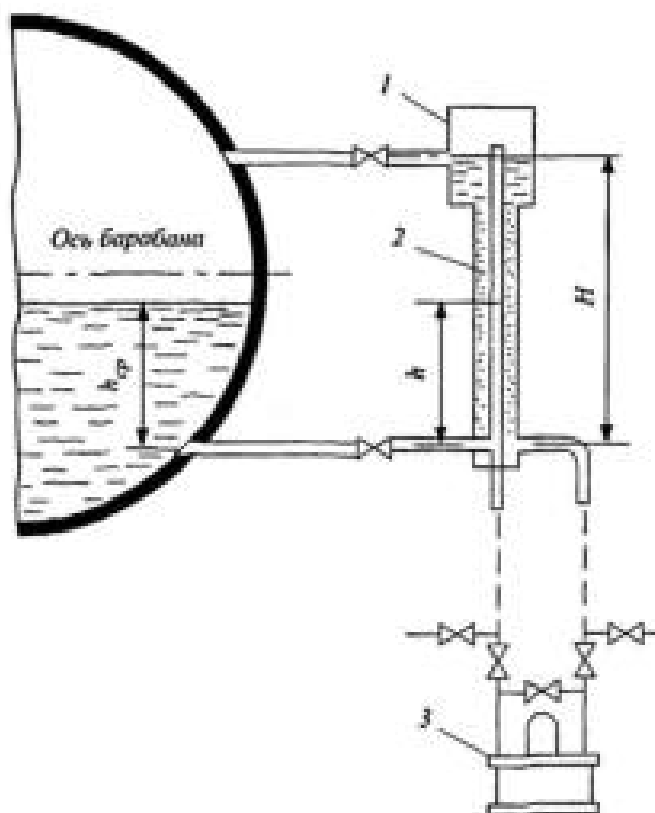


Рис. 2.30. Схема измерения уровня воды в барабане дифференциальным манометром с использованием двухкамерного уравнительного сосуда:

1 — двухкамерный уравнительный сосуд; 2 — трубка;

3 — дифференциальный манометр; H — разность столба воды в сосуде;

h — разность столба воды в трубке; $h_{\text{ср}}$ — уровень воды в барабане котла

В настоящее время широко используются указатели уровня с постоянными трубками. Данный указатель (рис. 2.31) состоит из трех трубок различной длины, которые привариваются к существующему стальному фланцу и опускаются внутрь резервуара на различную глубину.

Сверху на выступающие концы трубок приварены стальные штуцеры с внутренней резьбой, в которые ввертываются запорные угловые вентили. Контрольные трубки свободным концом опущены в резервуар на различную глубину и оканчиваются на уровнях, соответствующих заполнению резервуара на 10, 30 и 60%. Для проверки уровня 90%-ного заполнения имеется трубка $D_y = 32$ мм, служащая для соединения паровых фаз. При открытии запорных вентилях определяют примерный уровень заполнения резервуара сжиженным газом.

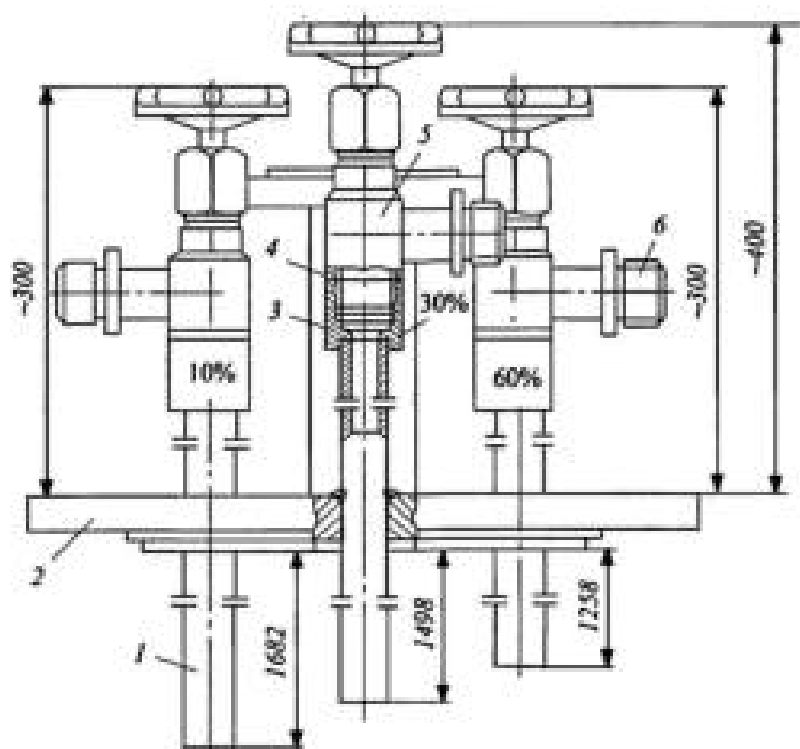


Рис. 2.31. Указатель уровня с постоянными трубками:
1 — трубка; 2 — фланец; 3 — штуцер; 4 — прокладка;
5 — запорный угловой клапан; 6 — сбросной штуцер

Указатель уровня (рис. 2.32) выполнен в виде вертикальной колонки из трубы, присоединенной концами к резервуару. Наблюдение за уровнем ведется через ряд последовательно установленных стеклянных трубок. С обеих сторон трубы установлены запорные вентили с автоматическим шариковым затвором, отключающие указатель от резервуара в случае поломки одной из трубок. На верхнем горизонтальном участке трубы до запорного вентилля установлен манометр с разделительной мембраной под фланцем, защищающий манометр от коррозии.

На горизонтальных резервуарах диаметром до 2 м применяются указатели уровня с поворотной трубкой (рис. 2.33). Указатель состоит из изогнутой трубки 4, которую при помощи стрелки-указателя 2 можно повернуть в любое положение поворотом в пределах 180°. Стрелка 2 указывает на шкале 3 количество жидкости в процентах от общего объема резервуара. Уровень определяется вращением стрелки указателя при открытом вентиле-заглушке 1 с резиновым уплотнителем и отверстием в сальнике 5 до тех пор, пока из отверстия

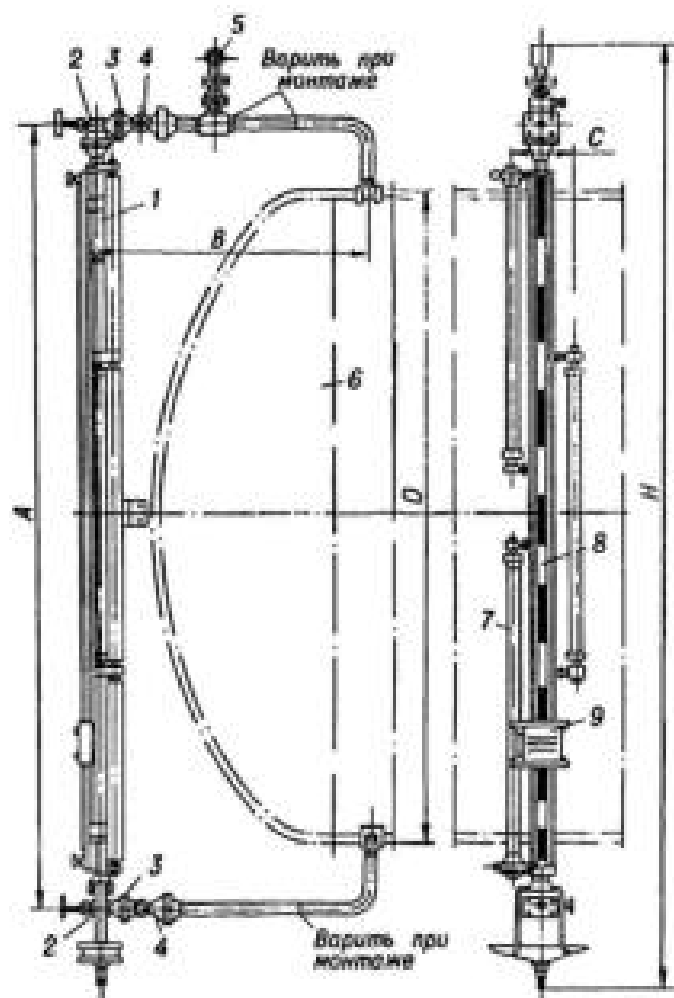


Рис. 2.32. Указатель уровня для горизонтальных надземных резервуаров:
1 — труба; 2 — запорный вентиль с автоматическим шариковым затвором;
3 — фланцевое соединение; 4 — вентиль; 5 — манометр; 6 — резервуар;
7 — стеклянные трубки; 8 — рейка; 9 — подкашковый визир

не появится или, наоборот, не перестанет выходить (если он шел) белый туман.

Поплавковый указатель уровня позволяет вести постоянный контроль за уровнем сжиженного газа в подземных резервуарах.

На рис. 2.34 показан аналогичный по принципу работы поплавковый указатель для измерения уровня сжиженного газа в резервуарах автоцистерн. Указатель уровня представляет собой прибор бессальниковового типа, состоит из корпуса 6, поплавкового устройства 2, магнита-датчика 3, магнита-приемника 4 со стрелкой 5, шкалы 1.

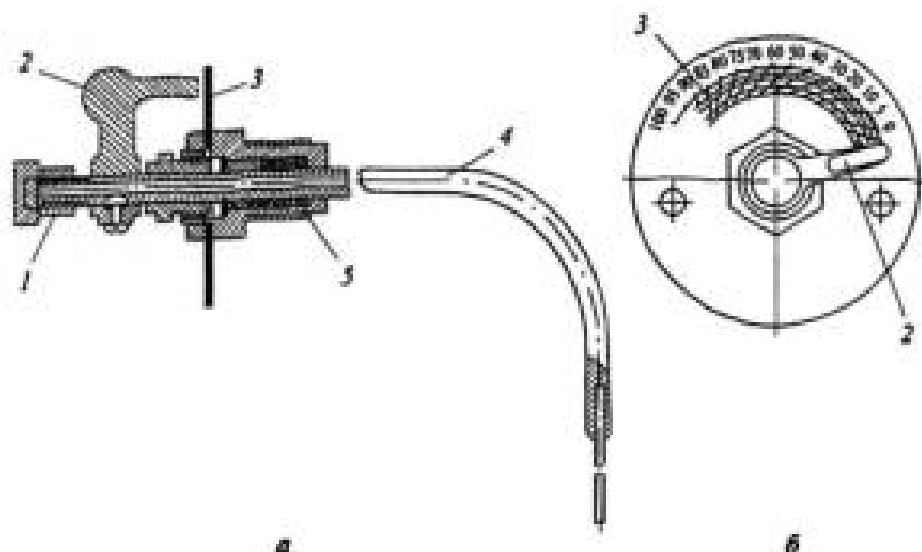


Рис. 2.33. Уровнемер с поворотной трубкой:
1 — вентиль-заглушка; 2 — стрелка-указатель; 3 — шкала;
4 — поворотная трубка; 5 — сальник

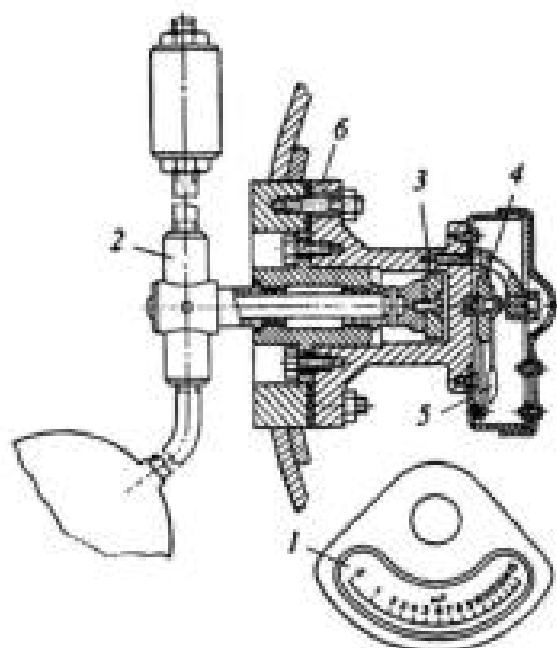


Рис. 2.34. Поплавковый указатель уровня для автоцистерн:
1 — шкала; 2 — поплавковое устройство; 3 — магнит-датчик;
4 — магнит-приемник; 5 — стрелка; 6 — корпус

Указатель уровня является средством визуального контроля за производством сливно-наливных операций. При наливке газа в автоцистерну или сливе поплавковое устройство указателя уровня поворачивает шток с магнитом-датчиком. Магнитное поле магнита-датчика взаимодействует через стенку корпуса с магнитным полем магнита-приемника, который поворачивается вместе со стрелкой, показывающей по шкале объем газа в автоцистерне в кубометрах.

2.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ ГАЗА

Теплота сгорания топлива — это количество теплоты, которое может быть получено при полном сгорании 1 кг или 1 м³ топлива. Различают высшую Q_v и низшую Q_n теплоту сгорания топлива. В низшую теплоту сгорания топлива не входит количество теплоты, которое может быть выделено при конденсации водяных паров, находящихся в продуктах сгорания топлива.

Теплоту сгорания газообразного топлива можно определять калориметром Юнкера, принцип действия которого основан на том, что теплота, непрерывно выделяемая горящим газом, отводится непрерывным потоком воды.

Тепловой баланс рабочего пространства калориметра можно представить уравнением, связывающим приходные и расходные составляющие:

$$Q_x + Q_T + Q_B = Q_n + Q_d + Q_{неп} + Q_{ак} + Q_{ок,кр}$$

Приходные составляющие теплового баланса:
химическая теплота топлива, кВт:

$$Q_x = Q_v V_T,$$

где Q_v — высшая теплота сгорания топлива, кДж/м³;
 V_T — расход топлива, м³/ч;

физическая теплота топлива, кВт:

$$Q_T = C_f t_f V_T,$$

где C_f — теплоемкость топлива, кДж/(м³ · °С),
 t_f — температура топлива, °С;

физическая теплота воздуха, кВт:

$$Q_B = \alpha V_o C_a t_a V_T,$$

где α — коэффициент избытка воздуха горелки;
 V_o — теоретическое количество воздуха (при $\alpha = 1,0$),
необходимое для сгорания 1 м³ топлива, м³/м³;

C_a — теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;

t_a — температура воздуха, поступающего в горелку, $^\circ\text{C}$.

Расходные составляющие теплового баланса:
теплота, затрачиваемая на нагрев воды, кВт:

$$Q_n = M_{\text{вод}} C_{\text{вод}} (t_2 - t_1),$$

где $M_{\text{вод}}$ — массовый расход воды, $\text{кг}/\text{с}$;

$C_{\text{вод}}$ — массовая теплоемкость воды, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

t_1, t_2 — температуры воды, входящей в калориметр
и выходящей из него, $^\circ\text{C}$;

теплота, уносимая уходящими продуктами сгорания, кВт:

$$Q_d = i_d V_T,$$

где i_d — энтальпия уходящих продуктов сгорания на 1 м^3
топлива, $\text{кДж}/\text{м}^3$;

потери теплоты с продуктами неполного сгорания газа, кВт:

$$Q_{\text{неп}} = V_d (35,1 \text{CO}_{\text{нп}} + 30,0 \text{H}_{2\text{нп}}) \cdot 10^{-3},$$

где V_d — количество продуктов сгорания на 1 м^3 топли-
ва, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$\text{CO}_{\text{нп}}, \text{H}_{2\text{нп}}$ — содержание во влажных продуктах сгорания
оксида углерода и водорода, % (объемные);

теплота, аккумулированная калориметром и находящейся в нем
водой, кВт:

$$Q_{\text{ак}} = M_k C_k (t_k^* - t_n^*),$$

где M_k — масса калориметра с водой, кг ;

C_k — массовая теплоемкость калориметра с водой;

t_n^*, t_k^* — начальная и конечная температуры калориметра
с водой, $^\circ\text{C}$;

потери теплоты в окружающую среду, кВт:

$$Q_{\text{ок.ср}} = q_k F_k,$$

где q_k — удельный тепловой поток через стенки калориметра,
 $\text{кВт}/\text{м}^2$;

F_k — площадь теплоотдающей поверхности калориметра, м^2 .

Теплоту сгорания газа начинают определять после того, как на-
ступит стабильный режим работы калориметра. Этим исключается

влияние теплоты, аккумулированной калориметром, и находящейся в нем воды, т.е. $Q_{\text{эк}} = 0$.

Стабильность режима работы калориметра поддерживается постоянным расходом воды, который обеспечивается постоянным напором H и неизменным гидравлическим сопротивлением калориметра. Постоянный расход газа обеспечивается постоянным перепадом давлений на газовой горелке и постоянным гидравлическим сопротивлением горелки.

Для достижения большей точности в определении теплоты сгорания необходимо, чтобы физическая теплота поступающих в калориметр топлива Q_t и воздуха Q_a была равна теплоте, уносимой уходящими продуктами сгорания:

$$Q_a + Q_t = Q_c$$

Это достигается тогда, когда разность температур уходящих газов и входящей в калориметр воды составляет $0-4^\circ\text{C}$, разность температур воздуха и входящей воды не более 5°C , а также когда температура отходящих газов будет на $1-4^\circ\text{C}$ ниже температуры окружающего воздуха. Разность температур воды, поступающей в калориметр, и воды, выходящей из него, следует поддерживать в пределах $8-12^\circ\text{C}$. Такой перепад температур обеспечивает необходимую точность измерений температур воды и, кроме того, уменьшает потери теплоты в окружающую среду $Q_{\text{эк,ср}}$. Поэтому этими потерями теплоты пренебрегаем из-за их малости.

Для предотвращения потерь теплоты с продуктами неполного сгорания газа следует обеспечить:

- необходимое для полного сгорания газа количество первичного воздуха. Это условие соблюдается, если пламя горелки прозрачно; установку горелки таким образом, чтобы пламя горелки не касалось стенок калориметра.

Следовательно, потерями теплоты с продуктами неполного сгорания газа можно пренебречь.

С учетом принятых допущений уравнение теплового баланса для калориметра примет вид

$$Q_a V_g = M_{\text{вод}} C_{\text{вод}} (t_2 - t_1).$$

Так как температура стенок трубок калориметра, по которым движется вода, ниже температуры насыщения водяных паров продуктов сгорания при данном парциальном давлении насыщенного водяного пара, водяные пары из продуктов сгорания конденсируются. Поэтому калориметром определяется высшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м^3 :

$$Q_n^c = \frac{M_{\text{вод}} C_{\text{вод}} (t_2 - t_1)}{V_r^n},$$

Расход осушенного газа, а следовательно, и теплоту сгорания топлива приводят к нормальным физическим условиям, м^3 :

$$V_r^n = \frac{(P_{\text{ат}} + P_r) T_0}{V_r P_0 (T_0 + t_r)},$$

где $P_0 = 101\,325 \text{ Па}$; $T_0 = 273,15 \text{ }^\circ\text{C}$;

$P_{\text{ат}}$ — атмосферное давление, Па ;

P_r — избыточное давление газа у расходомера, $^\circ\text{C}$.

Для определения низшей теплоты сгорания газа необходимо из высшей теплоты сгорания газа исключить теплоту, выделяющуюся при конденсации водяных паров из продуктов сгорания, определяемую по формуле, кДж/м^3 :

$$q = \frac{r M_{\text{м}}}{V_r^n},$$

где q — теплота, выделяющаяся при конденсации водяных паров;

r — теплота, выделяющаяся при конденсации 1 кг водяных паров при нормальных физических условиях ($r = 2500 \text{ кДж/кг}$);

$M_{\text{м}}$ — масса сконденсировавшихся паров при сжигании газа, кг .

Низшая теплота сгорания сухого состава газа, отнесенная к нормальным условиям, определяется по формуле:

$$Q_n^c = Q_n^c - q.$$

Описание экспериментальной установки

Установка состоит из калориметра K и обслуживающих его приборов и коммуникаций (рис. 2.35).

Газ, теплота сгорания которого определяется, поступает из газопровода по трубке 1 в расходомер 2 (газовый счетчик), которым измеряют объем сжигаемого газа. Манометром 6 измеряют давление газа после расходомера, термометром 10 — температуру газа в расходомере. Из расходомера газ по трубке 3 поступает в регулятор

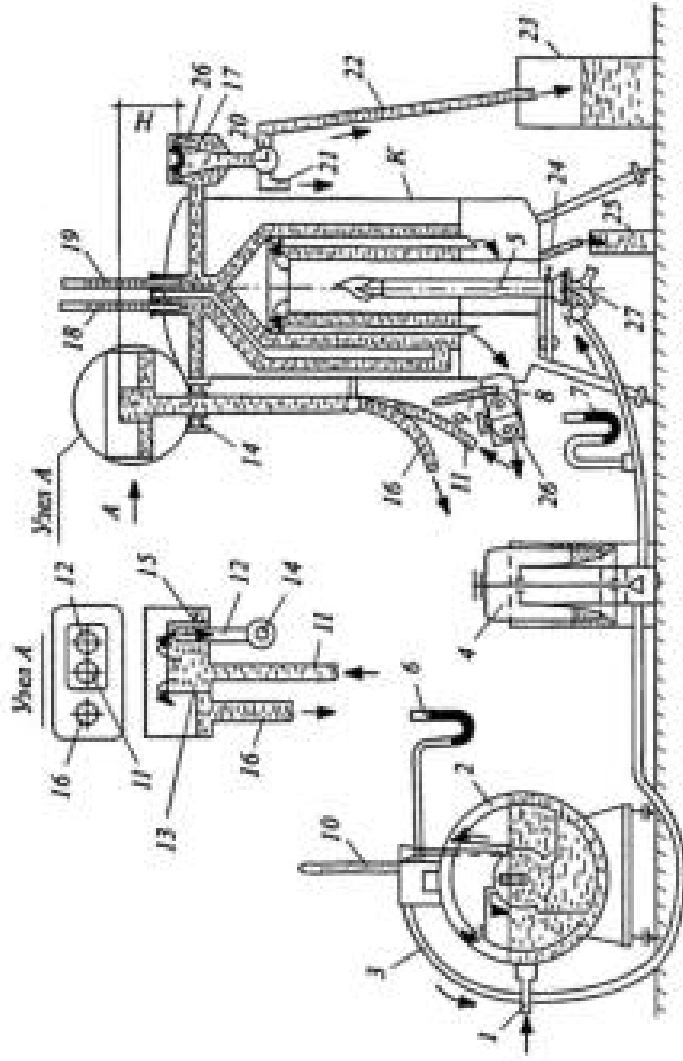


Рис. 2.35. Калориметрическая установка для определения теплоты сгорания.

К — калориметр; 1 — трубка газопровода; 2 — газовый счетчик; 3 — трубка газопровода после счетчика; 4 — регулятор давления; 5 — горелка; 6 — манометр до регулятора давления; 7 — манометр после регулятора давления; 8 — патрубок для выхода продуктов сгорания; 9 — термометр для замера температуры уходящих газов; 10 — термометр для замера температуры топлива; 11, 12 — водопроводные трубы; 13 — бак; 14 — регулировочный кран; 15 — перегородка бака; 16 — сливная трубка; 17 — воронка; 18, 19 — термометры для замера соответственно температуры входящей в калориметр и выходящей из калориметра воды; 20 — перекидная заслонка; 21 — сливная трубка; 22 — водопроводная трубка; 23 — мерный бак; 24 — трубка для отвода конденсата; 25 — мерный цилиндр (для конденсата); 26 — заслонка для уходящих газов; 27 — воздушная регулирующая заслонка газовой горелки.

давления 4. Регулятор обеспечивает стабильный режим подачи газа в горелку. Величина давления газа после регулятора контролируется манометром. Из регулятора давления газ следует к горелке. Продукты сгорания газа проходят через калориметр, отдают тепло воде и выходят через патрубок 8, расположенный внизу калориметра. В патрубок 8 расположена заслонка 26. Температура уходящих газов измеряется термометром 9. Конденсат из уходящих газов по трубке 24 отводится из калориметра в мерный цилиндр 25.

Вода в калориметр поступает из водопровода по трубкам 11 и 12 через бачок 13. Необходимый расход воды через калориметр устанавливается регулировочным краном 14. Избыток воды переливается через перегородку 15 бачка 13 и сливается в канализацию по трубке 16. Таким образом, коммуникации калориметра и водопроводной сети разомкнуты. Постоянство расхода воды через калориметр обеспечивается постоянной разностью уровня воды H в бачке 13 и воронке 17. Температура входящей в калориметр воды измеряется термометром 18, а выходящей — термометром 19. При выходе из калориметра вода подается в бачок 26 и переливается в воронку 17. Перекидная заслонка 20 попеременно направляет воду из воронки 17 на слив в канализацию по трубке 21 или по трубке 22 — в мерный бачок 23.

2.6. ПРИБОРЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТАВА ГАЗОВ И ГАЗОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

При горении газового топлива его горючие составляющие вступают в химическое взаимодействие с кислородом. В результате реакции образуются продукты сгорания — углекислый газ CO_2 и водяные пары H_2O .

Азот, содержащийся в воздухе, в горении не участвует. В воздухе содержится по объему около 21% кислорода, а 79% азота, больше требующегося для реакции горения объема кислорода, — в $100:21 = 4,76$ раза. На 1 м^3 кислорода приходится $79/21 = 3,76 \text{ м}^3$ азота.

Объемные соотношения реакции горения метана, как основного компонента природного газа, могут быть выражены следующим образом



Из уравнения следует, что при полном сгорании 1 м^3 метана образуется 1 м^3 углекислого газа и 2 м^3 водяных паров. Общий объем продуктов сгорания равен сумме объемов реагировавших газов

(10,52 м³). При неполном сгорании метана реакции протекают иначе. Часть метана сгорает, образуя водяные пары и оксид углерода



т.е. 1 м³ метана, соединяясь с кислородом, образует 2 м³ водяных паров и 1 м³ оксида углерода.

Другая часть метана сгорает, образуя водяные пары и частицы твердого углерода (сажу).



Третья часть метана не сгорает совсем и уходит вместе с отходящими газами. Все случаи неполного сгорания метана могут происходить в одно и то же время.

При неполном сгорании метана выделение теплоты уменьшается, образуется сажа, которая, оседая на поверхности нагрева, уменьшает теплоотдачу, и возрастают потери теплоты с уходящими газами.

Кроме того, при неполном сгорании топлива в продуктах горения могут оказаться оксид углерода и метан. Оксид углерода (угарный газ) обладает токсичностью, являясь сильным ядом, вступающим в реакцию с гемоглобином крови и вызывающим кислородное голодание. Особую опасность оксид углерода представляет тогда, когда продукты горения из теплового агрегата выбрасываются полностью или частично непосредственно в производственное помещение.

При значительной концентрации метана в воздухе возможно удушье из-за уменьшения количества в нем кислорода. Таким образом, при максимальном содержании в продуктах горения CO₂ должно быть минимальное содержание O₂ и полное отсутствие CO, H₂ и CH₄.

Для определения концентрации горючего газа наиболее широкое распространение получил переносной искровзрывобезопасный газоиндикатор ПГФ-2М1. Действие прибора основано на изменении электрического сопротивления терморезистора (чувствительного элемента) при сгорании на нем горючего компонента исследуемой смеси. В приборе происходит сравнение электрических сопротивлений рабочего терморезистора, на котором сгорает горючая смесь, и эталонного терморезистора, помещенного в атмосферу чистого воздуха.

Прибор (рис. 2.36) имеет два предела измерения ПР1 и ПР2. Переменным резистором R6 — «Ток» (тумблер T1 в положении 2 — «Контроль», T2 — ПР1) устанавливается ток, при котором платиновые спирали чувствительных элементов разогреваются до температуры сгорания ожидаемого в смеси горючего компонента. Затем,

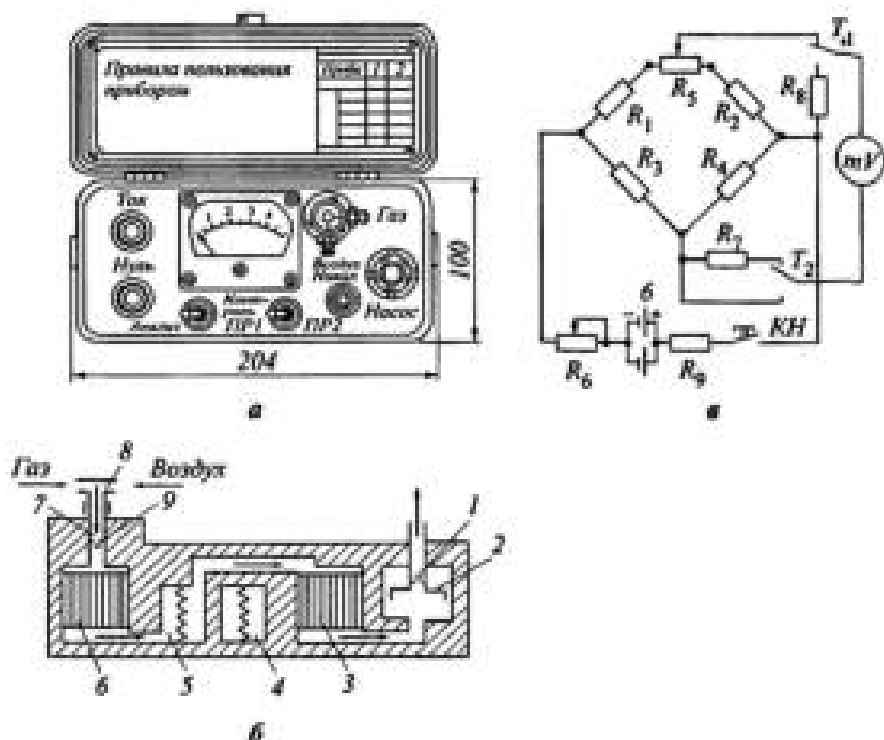


Рис. 2.36. Газоанализатор ПГФ-2М1:

а — общий вид; *б* — газовая схема; *в* — электрическая схема;

1 — выпускной клапан; 2 — поршневой насос; 3 — взрывозащитные штулки;

4 — сравнительная камера эталонного терморезистора;

5 — измерительная камера рабочего терморезистора; 6 — входной штуцер;

7 — тройник для разбавления пробы воздухом; 9 — выпускной клапан

предварительно прокачав насосом чистый воздух через рабочий терморезистор, вращая ручку потенциометра $R5$ («Пульт»), уравнивают схему (тумблер T в положении 1 «Анализ»). Газ анализируют после забора пробы насосом через шланг на втором пределе измерения ПР2. При отсутствии показаний на этом пределе переходят на предел измерения ПР1.

Шахтные интерферометры (ШИ) (рис. 2.37) служат для определения концентрации метана, углекислого газа и кислорода в воздухе. Действие прибора основано на изменении смещения полос интерференции (наложения) двух световых лучей, один из которых проходит через исследуемый газ, а другой через чистый воздух. Прибор имеет две камеры (рабочую и сравнительную), встроенную оптическую систему и окуляр для наблюдения. При заполнении обеих камер чистым воздухом световые лучи проходят через одинаковую опти-

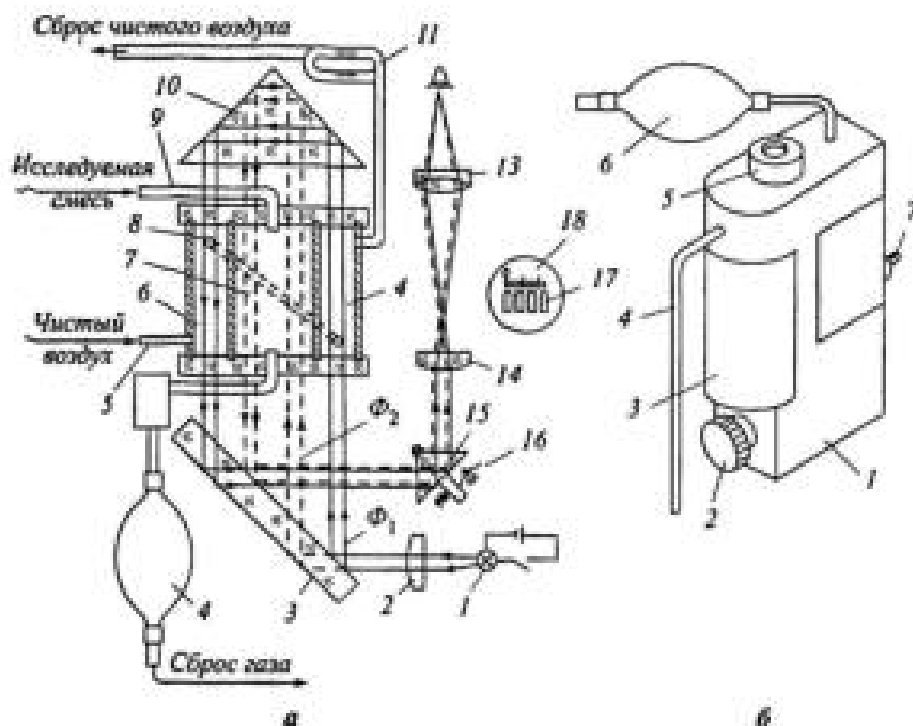


Рис. 2.37. Шахтный интерферометр (ШИ):

- а — принципиальная схема: 1 — лампа накаливания;
 2 — линза; 3 — плоскопараллельное зеркало; 4 — резиновая груша;
 5 — патрубок; 6, 12 — сравнительные камеры чистого воздуха;
 7 — измерительная трубка; 8 — соединительная трубка;
 9 — патрубок; 10 — призма полного внутреннего отражения;
 11 — лабиринт; 13 — окуляр; 14 — объектив;
 15 — выходная отражательная призма; 16 — регулировочные винты нуля;
 17 — интерференционная черная полоса; 18 — шкала;
 б — общий вид: 1 — корпус; 2 — регулировочный винт нуля;
 3 — влагопоглощающий патрон; 4 — резиновый шланг;
 5 — окуляр; 6 — резиновая груша;
 7 — кнопка включения осветителя

ческую среду. Это исходное нулевое положение фиксируется совмещением середины левой черной полосы интерференционной картины с нулевой отметкой неподвижной шкалы. После заполнения рабочей камеры исследуемой газовой смеси получается дополнительная разность хода лучей, и интерференционная картина смещается от своего нулевого положения.

Для полного и точного анализа компонентов различных газов и продуктов сгорания топлива применяется метод газовой хроматографии. Метод позволяет разделить анализируемую смесь газа на

отдельные компоненты с последующим определением концентрации каждого из них.

Метод хроматографии основан на принципе адсорбции одного из компонентов, происходящей на поверхности раздела двух сред. Абсорбированные частицы газа удерживаются на поверхности абсорбента — тела, образующего поглощающую поверхность, зависящую при определенных условиях только от природы газа. Поэтому время задержки различных газов в адсорбенте различное, в результате чего в чувствительный элемент прибора каждый компонент исследуемой смеси приходит в определенное время. Хроматограф, оснащенный самопишущим прибором, реагируя на каждый компонент, вычерчивает на диаграммной ленте кривую в виде отдельных пиков. Площадь каждого пика пропорциональна, а местонахождение его на диаграммной ленте указывает на природу компонента. Если в ряду чередующихся пиков какой-либо из них отсутствует, то это означает, что в исследуемой пробе данного компонента нет.

В качестве адсорбентов используются различные вещества, например мелкогранулированный активированный уголь, и в качестве носителя, увлекающего анализируемую пробу по тракту хроматографа, — газы.

Наиболее распространенный портативный лабораторный хроматограф «Газохром 3101» предназначен для полного анализа продуктов сгорания топлива, а также для определения различных углеводородов, водорода, оксида и диоксида углерода в воздухе.

Принципиальная схема хроматографа «Газохром 3101» приведена на рис. 2.38. Достоинством прибора является наличие комбинированного детектора 19, т.е. измерительный мост имеет две рабочие камеры, включенные в разные плечи моста. Этим обеспечивается работа хроматографа на двух газах-носителях, что позволяет одновременно исследовать как горючие, так и негорючие компоненты газа в смеси.

Через рабочую камеру 18 пропускается газ-носитель воздух. Проба газа с помощью дозатора вводится в точку II. Пройдя через раздельную колонну 17, заполненную специальным сорбентом, газ разделяется на составляющие его компоненты. В камере 18 присутствующие в пробе горючие компоненты сгорают на активном сопротивлении, вызывая разбаланс измерительного моста, что регистрируется прибором 15.

Регистрация негорючих газов происходит за счет изменения температуры чувствительного элемента 14 из-за передачи газу определенного количества теплоты, обусловленной теплопроводностью

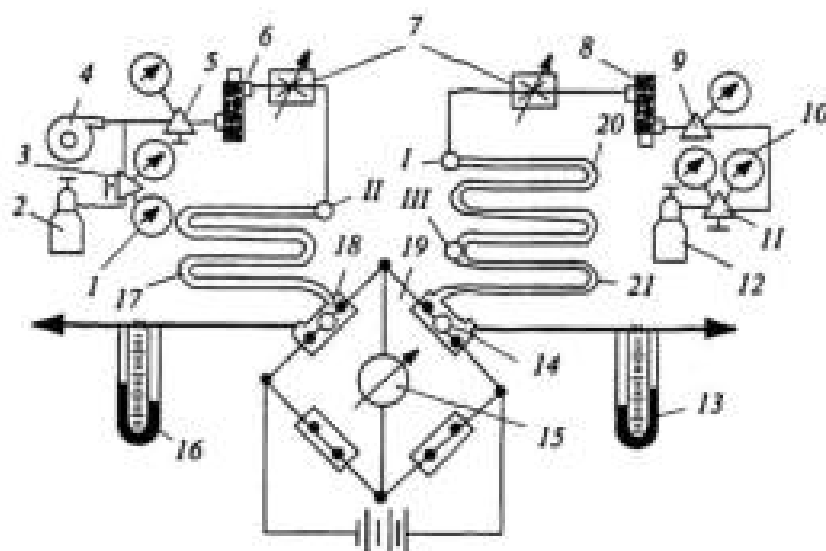


Рис. 2.38. Схема хроматографа «Газохром 3101»:

- 1, 10 — манометр; 2 — баллон со сжатым воздухом; 3, 5, 9, 11 — редукторы;
4 — микрокомпрессор; 6, 8 — фильтры; 7 — дроссельные устройства;
12 — баллон со сжатым аргоном; 13, 16 — реометры;
14 — чувствительный элемент; 15 — регистрирующий прибор;
17 — разделяющая колонна; 18 — рабочая камера; 19 — комбинированный
детектор; 20, 21 — разделительные колонки; I, II, III — точки

каждого компонента газа. Газом-носителем в этом случае является аргон. Разделительные колонки 20, 21 тракта для исследования негорючих газов заполнены активированным углем. Пробы газа вводятся в точки I, III.

Блоки подготовки газов-носителей воздуха и аргона, служащие для регулирования давления и расхода этих газов, включают в себя баллоны со сжатым воздухом 2 и аргоном 12, редукторы 3, 5, 9, 11, дроссельные устройства 7, фильтры 6, 8, манометры 1, 10 и газопроводы. Для подачи в хроматограф воздуха предусмотрен микрокомпрессор 4. Расход газа контролируется реометрами 13, 16.

Для постоянного автоматического контроля загазованности воздуха применяются газосигнализаторы. Эти приборы при появлении в воздухе определенной концентрации газа включают звуковой или световой сигнал или электрическую схему безопасности. Сигнализатор утечки метана квартирный (СКМ) и сигнализатор утечки метана подвальный (СПМ) предназначены для непрерывного автоматического контроля и сигнализации при образовании до взрывной концентрации природного газа (метана) в бытовых помещениях

и подвалах. Работа приборов основана на термокаталитическом принципе действия. Контролируемый воздух за счет конвекции и диффузии поступает во взрывобезопасную, встроенную в прибор камеру сгорания, где происходит сжигание присутствующего в воздушной смеси метана. Прибор СКМ обеспечивает световую и звуковую сигнализацию, а прибор СПМ — звуковую при концентрации метана в воздухе 0,7% объема.

В газонализаторе СВК-3М1 обеспечивается принудительное прохождение контролируемого воздуха через измерительный тракт методом эжекции. Прибор реагирует на различные газы, включая метан, пропан, бутан, водород, бензол, оксид углерода.

Принцип действия прибора основан на изменении сопротивления термокаталитического чувствительного элемента при сгорании на его спирали контролируемого газа. Газовая схема сигнализатора представлена на рис. 2.39. Сжатый воздух через фильтр 5 и редуктор 4 поступает в эжектор 1, где за счет создаваемого эжектором разрежения через измерительный тракт происходит эжектирование контролируемого воздуха. В точке 3 происходит количественный анализ поступающей газовой смеси.

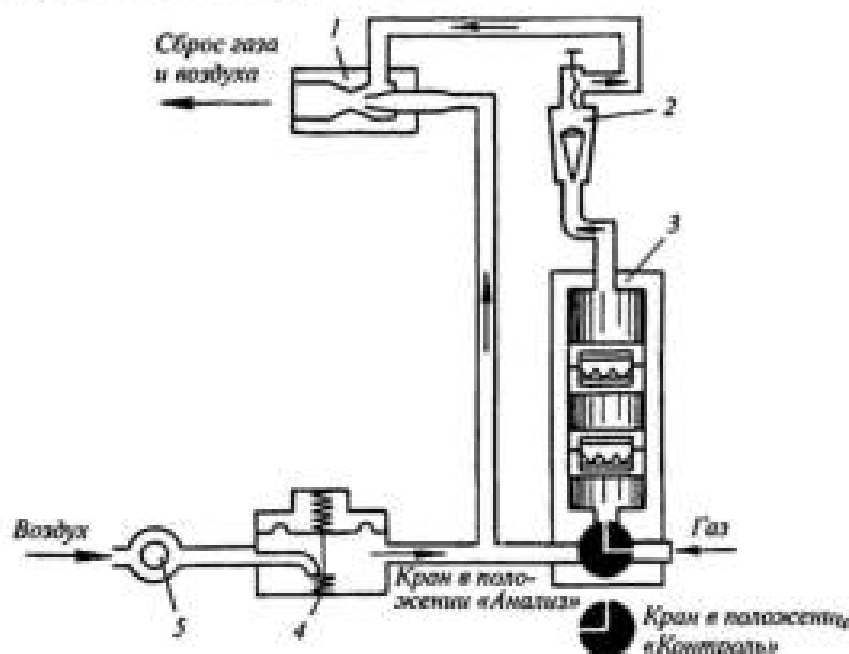


Рис. 2.39. Газовая схема сигнализатора СВК-3М1:
1 — эжектор; 2 — малый цилиндр; 3 — большой цилиндр;
4 — редуктор; 5 — фильтр

Сигнализаторы газов и паров типа СТХ — это одноканальные стационарные приборы непрерывного действия, предназначенные для определения и автоматической сигнализации о наличии в воздухе помещений дозрывоопасных концентраций горючих веществ и их смесей.

Принцип действия прибора основан на измерении теплового эффекта каталитического сгорания горючих газов и паров на чувствительном элементе, включенном в схему датчика сигнализатора СТХ-1У4 (рис. 2.40). Сжатый воздух через редуктор 1 поступает на эжектор 2. Эжектор создает разрежение в измерительном тракте датчика, в котором установлена газовая камера 5 с чувствительным элементом 6. Газовая камера отделена от помещения взрывозащитными втулками 4.

В газовую камеру засасывается анализируемая газовая смесь через входное устройство 11. При этом пневмотумблер 7 закрыт. Расход анализируемой смеси устанавливается по ротаметру 3. С помощью капилляра 8 во входном устройстве создается небольшое избыточное давление воздуха, препятствующее попаданию в измерительный тракт анализируемой газовой смеси.

Для контроля за состоянием газопроводов при плановых технических осмотрах используются высокочувствительные газоиндикаторы ВГИ-2, «Тестер-СН₄», «Универсал», «Вариотек» и др.

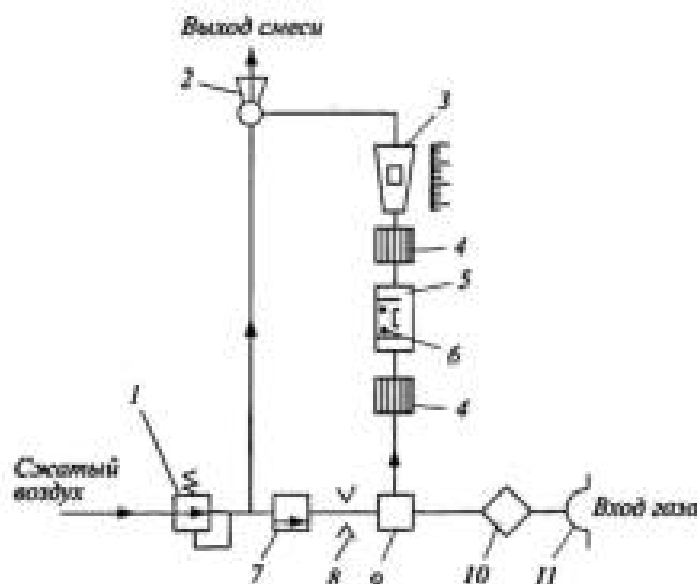


Рис. 2.40. Пневматическая схема датчика сигнализатора СТХ-4.4:
1 — редуктор; 2 — эжектор; 3 — ротаметр; 4 — втулка взрывозащитная;
5 — газовая камера; 6 — чувствительный элемент; 7 — пневмотумблер;
8 — капилляр; 9 — фильтр; 10 — штуцер; 11 — входное устройство

Высокочувствительный газоискатель ВГИ-2 (рис. 2.41) представляет собой переносной газоиндикатор, работающий по принципу беспламенного каталитического сжигания отбираемой из контролируемого места пробы газовой воздушной смеси на раскаленной платиновой спирали, являющейся одним плечом измерительного мостика Уптетона. Одновременно на другом плече этого мостика, на такой же раскаленной током аккумуляторной батареи спирали, нагревается воздух. Когда в отбираемой из предполагаемого места утечки газ в пробе отсутствует, то температуры измерительной и сравнительной платиновых спиралей будут одинаковыми. Будут одинаковыми также их электрические сопротивления вследствие равенства сопротивлений плеч мостика Уптетона. При наличии газа в отбираемой пробе в результате окисления в ней горючих компонентов на измерительном плече выделяется дополнительная теплота, увеличивающая сопротивление измерительной платиновой спирали, и в измерительной диагонали моста возникает разность потенциалов, пропорциональная концентрации горючих компонентов в приборе, что вызывает соответствующее отклонение стрелки микроамперметра.

Для определения места утечки газа из подземного газопровода предварительно пробуривают ряд отверстий. Наибольшая концентрация газа в одном из отверстий указывает на предполагаемое место повреждения. Газоискатель ВГИ-2 применяется также для определения утечек из арматуры и соединений наружных газопроводов в местах, труднодоступных для отыскания утечек газа обмыванием.

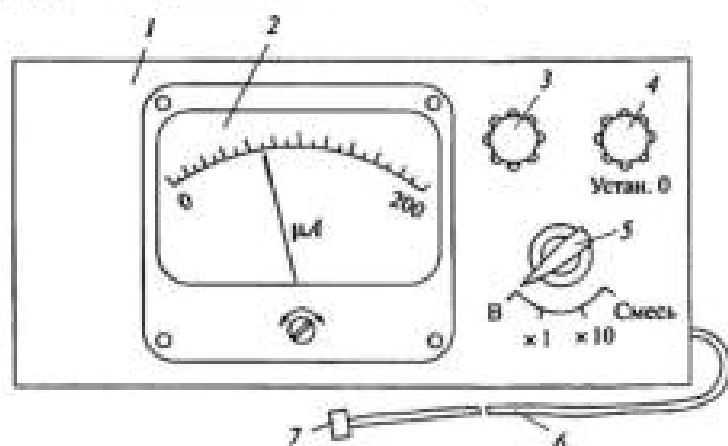


Рис. 2.41. Высокочувствительный газоискатель ВГИ-2:

- 1 — корпус; 2 — микроамперметр;
- 3 — «Дроссель» (регулировка производительности компрессора);
- 4 — ручка настройки (устан. 0); 5 — переключатель пределов шкалы;
- 6 — заборный шланг пробы на ротаметр; 7 — фильтр

Прибор «Тестер-СН₄» (Германия) представляет собой автоматический взрывозащищенный переносной малогабаритный газоиндикатор периодического действия. Действие этого прибора основано на измерении тока разбалансировки в измерительном мостике, возникающего и меняющего свою силу в результате каталитического сжигания на платиновой спирали плеча этого мостика различного содержания газа в контролируемом воздухе. Встроенный в газоиндикатор насос всасывает пробу из атмосферы в измерительную камеру. При наличии в пробе газ сжигается на измерительном элементе. В результате изменения сопротивления элемента происходит разбалансировка измерительного моста.

Переносной индикатор типа «Универсал» (Германия) предназначен для обнаружения мест утечки газа из подземных газопроводов без вскрытия грунта и может быть также использован для отыскания мест разгерметизации надземных и внутренних газопроводов.

Принцип действия прибора «Универсал» основан на изменении проводимости реакционного элемента при контакте с газом (рис. 2.42). Насос 6 закачивает пробу воздуха (через пробозаборник 1, снабженный противопыльным 2 и специальным газоочистным фильтром 4, а также штепсельным разъемом 3) в собственно прибор, имеющий дополнительные воздушные фильтры 5, 7 и основной узел — измерительную камеру 8. Специальный фильтр очистки газа 4 отделяет от пробы, поступающей в измерительную камеру, влагу и тяжелые углеводороды. Оставшиеся в пробе горючие компоненты каталитически сжигаются на реакционном элементе, увеличивая его проводимость, а воздух с продуктами сгорания сбрасываются в атмосферу. Изменение проводимости реакционного элемента измерительным усилием 9 преобразуется в соответствующий процентной концентрации содержания горючего газа сигнал, регистрируемый на стрелочном индикаторе 10. При отклонении стрелки на $1/3$ шкалы и более громкоговорителем 11 подается звуковой сигнал, поступающий с генератора звуковой частоты 12.

Универсальный газовый искатель-детектор «Вариотек-4» предназначен для проверки плотности подземных газопроводов методом отсасывания воздушной среды с поверхности грунта над газопроводами, локального поиска утечек газа из подземных газопроводов через специально выполненные буровые скважины в грунте по трассе обследуемых участков газопроводов, контроля герметичности арматуры, фланцевых и других соединений на подземных газопроводах.

Газовый искатель «Вариотек-4» состоит из четырех основных частей (рис. 2.43): переносного газоиндикатора; пробозаборных приспособлений, называемых детекторными зондами; устройства

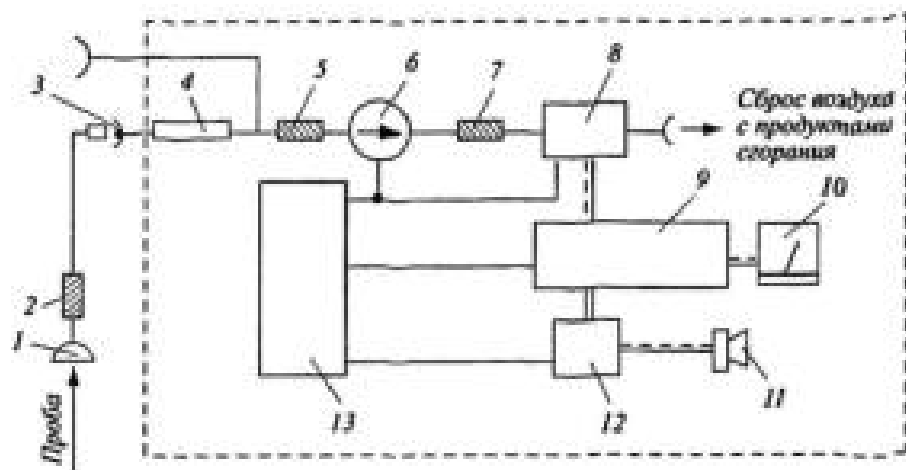


Рис. 2.42. Структурная схема газоанализатора «Универсал»:
 1 — пробоотборник; 2 — фильтр воздуха на заборном шланге;
 3 — штуцер (штепсельный разъем); 4 — специальный фильтр;
 5, 7 — воздушные фильтры прибора; 6 — насос; 8 — измерительная камера;
 9 — измерительный усилитель; 10 — индикатор; 11 — динамик;
 12 — генератор звуковой частоты; 13 — аккумуляторная батарея

для зарядки аккумуляторов газоиндикатора; дополнительного компактного аккумулятора.

Для определения наличия газа в контролируемой среде в газоиндикаторе применяется газочувствительный полупроводниковый элемент. Материал этого элемента состоит из диоксида олова SnO_2 , обладающего электронной проводимостью. Носителями заряда в материале являются электроны. В момент контроля горючие газы адсорбируются на поверхности полупроводникового элемента, при этом молекулы газа отдают свои электроны полупроводниковому элементу, повышая его электрическую проводимость. Чем больше молекул газа адсорбируется на полупроводниковом элементе, тем больше его электрическая проводимость.

Изменение электрической проводимости полупроводника фиксируется как изменение газовой концентрации контролируемой среды показывающим электронным стрелочным прибором 2, имеющим восемь диапазонов чувствительности. Наиболее чувствительным диапазоном является диапазон 1 переключателя 9, а наиболее грубым — диапазон 8.

Газовый искатель «Вариотек-4» можно использовать для обнаружения утечек горючих газов (водород, оксид углерода, легкие и тяжелые углеводороды), а также для определения негорючих газовых смесей с пониженным содержанием кислорода.

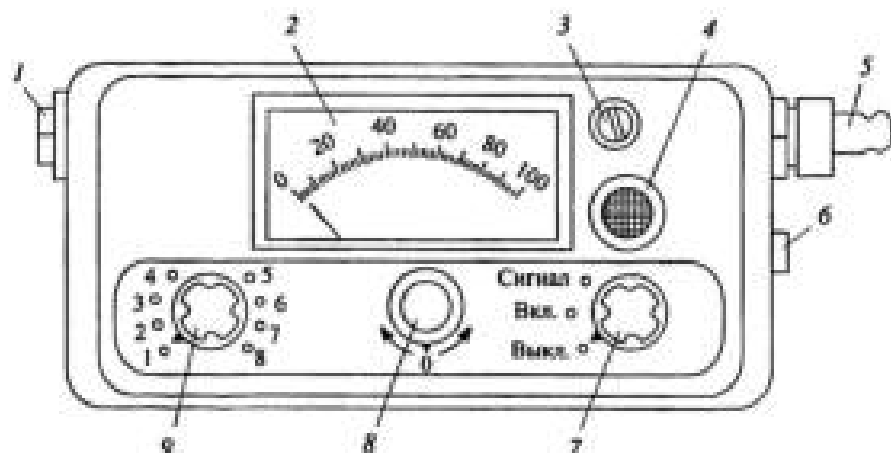


Рис. 2.43. Универсальный газовый искатель-детектор «Вариотек-4»:
 1 — чувствительный диапазон; 2 — показывающий электронный стрелочный прибор; 3 — стрелочный индикатор; 4 — датчик звукового сигнала; 5 — патрубок; 6 — штепсельный разъем; 7 — переключатель; 8 — кнопка «Коррекция нуля»; 9 — переключатель диапазонов

Датчик звукового сигнала 4 срабатывает, когда стрелка прибора 2 перейдет за цифру 20. При контроле герметичности надземных и внутренних газопроводов рекомендуется устанавливать переключатель диапазонов 9 на позиции 4 или 5 и использовать ручной детектор. После подключения ручного зонда к штепсельному контакту 1 отключается отсасывающий насос.

Кнопка «Коррекция нуля» 8 служит для установления стрелки показывающего прибора 2 на нулевое положение. Детекторные зонды присоединяются к прибору шлангом к патрубку 5. Аккумуляторы, встроенные в газонискатель, работают в течение 10 ч, после этого подзаряжаются подключением зарядного устройства к штепсельному разъему 6. Состояние зарядки аккумулятора проверяют стрелочным индикатором 3. Включение прибора осуществляется переключателем 7.

Переносной сигнализатор утечек газа СГУ-143 применяется в газовом хозяйстве для определения утечек газа из внутренних газопроводов, а также для контроля загазованности каналов, колодцев и подвалов. Сигнализатор представляет собой одноблочный прибор с выносным датчиком-пробником и со звуковой сигнализацией. Принцип работы сигнализатора основан на определении теплового эффекта сгорания контролируемых горючих газов, а также их смесей на измерительном каталитически активном чувствительном элементе.

Для нахождения трасс подземных газопроводов и определения глубины их заложения применяются переносные приборы — трассоискатели ВТР и ТПК. Принцип определения подземного металлического сооружения заключается в создании электромагнитного поля специальным генератором вокруг объекта поиска и в обнаружении этого поля с помощью специального приемного устройства. Конструктивно трассоискатели выполнены в виде трех блоков: блока питания, генератора и приемника (приемного устройства). На рис. 2.44 показаны основные элементы трассоискателя ТПК-1.

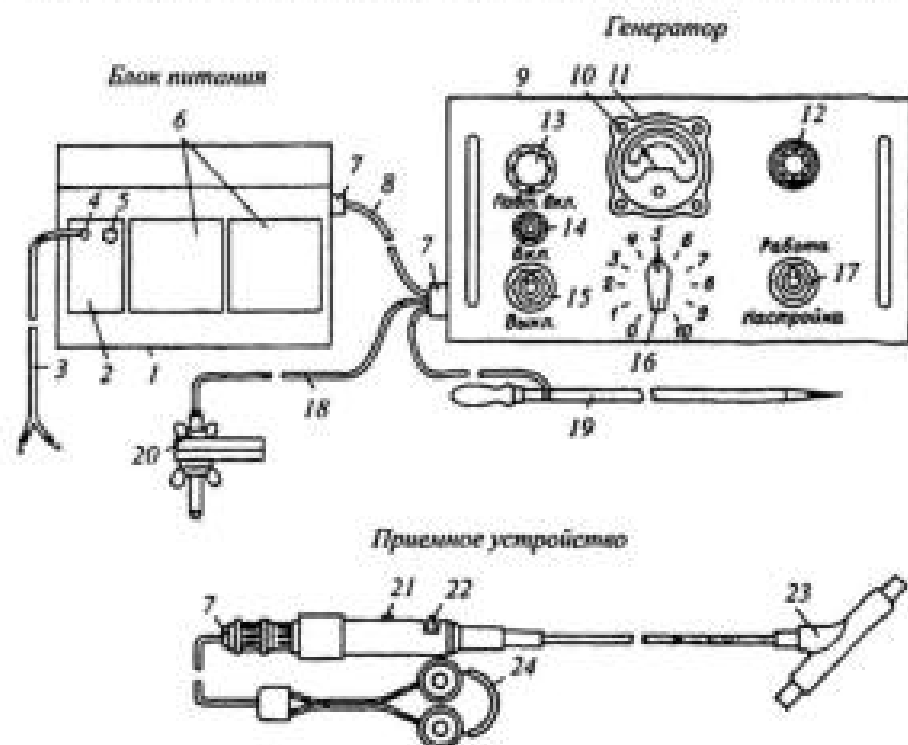


Рис. 2.44. Основные элементы трассоискателя ТПК-1:

- 1 — корпус блока питания; 2 — зарядное устройство; 3 — кабель к зарядному устройству; 4 — ввод кабеля от сети переменного тока;
- 5 — предохранитель зарядного устройства; 6 — аккумуляторы;
- 7 — штекерный разъем; 8 — кабель «блок питания — генератор»;
- 9 — корпус генератора; 10 — коммутационная кнопка;
- 11 — измерительный прибор; 12 — индикаторная лампа; 13 — предохранитель;
- 14 — кнопка «Повторное включение»; 15 — выключатель питания;
- 16 — переключатель выходного напряжения генератора;
- 17 — переключатель рода работы; 18 — выходной кабель генератора;
- 19 — штыревой заземлитель; 20 — зажим для трубопровода;
- 21 — выключатель приемника; 22 — регулятор громкости;
- 23 — магнитная антенна приемника; 24 — головные телефоны

В последнее время широкое распространение получили лазерные газоаналитические системы ЛГА, которые позволяют обнаружить содержание метана в атмосфере.

Лаборатория, устройству которой показано на рис. 2.45, оборудована на автомобиле 1, в котором размещена лазерная газоаналитическая система с побудителем расхода 8 и источником питания 7. Кузов автомобиля разделен перегородкой 6 на два отсека — приборный и агрегатный. В приборном отсеке устанавливаются анализатор 5, воздухозаборник 4, пробоотборник ПО-В 3, кресло 10, огнетушитель 2, ящик инвентарный 9, в агрегатном отсеке — источник питания системы ЛГА 7, побудитель расхода 8 и огнетушитель 2. В передней части автомобиля к бамперу крепятся пробоотборники 11, 12, гибкой трубкой соединенные с анализатором ЛГА и побудителем расхода.

Принцип действия лазерного газоанализатора основан на поглощении молекулами метана части энергии светового луча гелиево-неонового лазера, причем ослабление интенсивности светового луча тем больше, чем больше молекул метана встретится на пути луча. Каждый газ характеризуется определенной частотой поглощения электромагнитных волн. Для метана максимум поглощения соответствует частоте излучения гелиево-неонового лазера. Все другие газы имеют максимумы поглощения на других частотах, не совпадающих с частотой данного лазера, и поэтому при сравнимых концентрациях не оказывают заметного влияния на изменение интенсивности све-

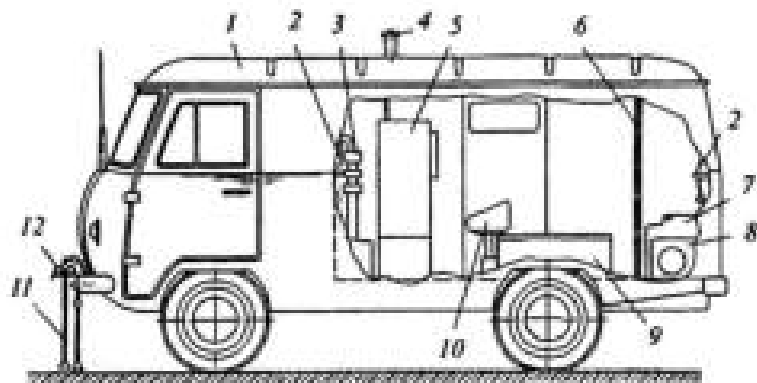


Рис. 2.45. Подвижная лазерная лаборатория ЛЛП:

- 1 — автомобиль; 2 — огнетушитель; 3 — пробоотборник ПО-3;
- 4 — воздухозаборник; 5 — газоанализатор ЛГА; 6 — перегородка;
- 7 — источник питания системы ЛГА; 8 — побудитель расхода;
- 9 — инвентарный ящик; 10 — кресло; 11, 12 — пробоотборники

тового луча. Этим объясняется высокая избираемость лазерного газоанализатора.

Побудитель расхода 5 (рис. 2.46) представляет собой двухкамерный мембранный компрессор, с помощью которого в измерительной кювете 11, устройстве пробоподготовки 6, пробоотборных устройствах 7–9 и воздухозаборнике 10 создается разрежение, благодаря чему контролируемая проба и воздух для разбавления ее засасываются в измерительную кювету. Луч лазера 1 через оптическую систему и модулятор 2 поступает попеременно то в измерительную кювету и через нее на фотоприемник 3 (измерительный луч), то непосредственно на фотоприемник (опорный луч). В измерительном блоке 4 происходит сравнение интенсивностей обоих лучей, и сигнал поступает на показывающий прибор.

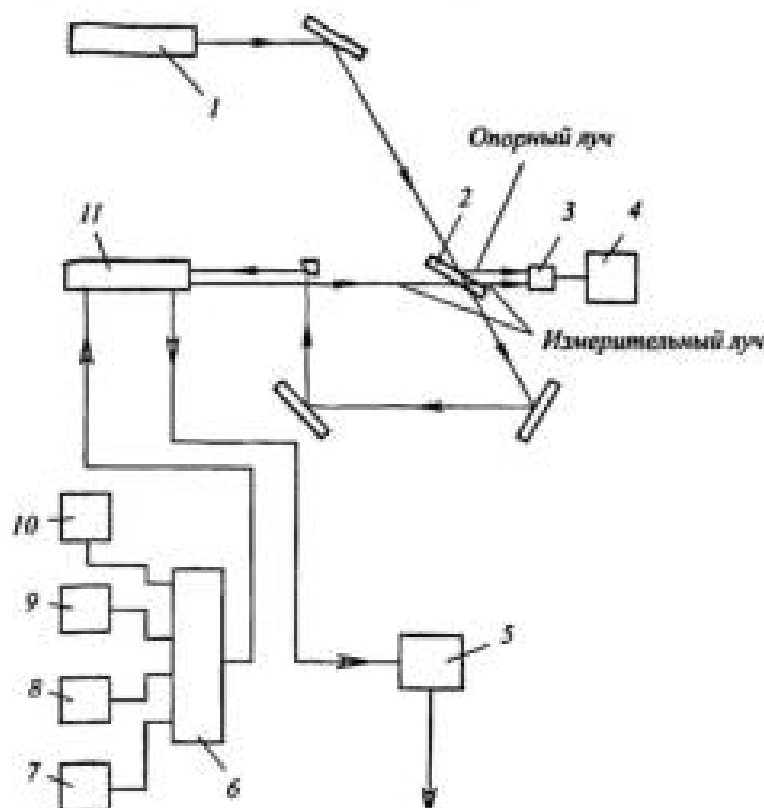


Рис. 2.46. Структурная схема ЛГА:

- 1 — луч лазера; 2 — модулятор; 3 — фотоприемник;
4 — измерительный блок; 5 — побудитель расхода;
6 — устройство пробоподготовки; 7–9 — пробоотборные устройства;
10 — воздухозаборник; 11 — измерительная кювета

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое температура и какими единицами она измеряется?
2. Как работают контактные термометры расширения?
3. Что такое термометр сопротивления и каков принцип его работы?
4. Каковы конструкция и принцип действия термоэлектрического термометра?
5. Как работают бесконтактные термометры?
6. Что такое давление и какие его разновидности различают?
7. На чем основаны методы измерения величин давления?
8. Каковы принципы действия и устройство деформационных средств измерения давления?
9. Что такое дифференциальные манометры и каков принцип их действия?
10. Какие в зависимости от способа измерения расхода газа применяют расходомеры?
11. Конструкция ротационного счетчика. Принцип работы.
12. Принцип работы дроссельного расходомера.
13. На чем основана работа дифференциального манометра типа ДП?
14. Какие существуют методы измерения уровня жидкости?
15. Особенности измерения сжиженного газа в газонаполнительных станциях.
16. Приведите определение понятий высшей и низшей теплоты сгорания газа.
17. Принцип работы калориметра Юнкера.

3.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Автоматизация — это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем. В автоматизированном процессе производства роль человека — в наладке, регулировке, обслуживании средств автоматизации и наблюдении за их действием.

Любой технологический процесс характеризуется одним или несколькими показателями, например: температура в печи, содержание кислорода в дымовых газах, погасание пламени, температура нагреваемой воды.

Во время работы объект, в котором протекает процесс, несет необходимую нагрузку. Эта нагрузка изменяется во времени. Колебания нагрузки влекут за собой изменения параметра, характеризующего протекание процесса в объекте. Условия протекания процесса могут меняться и в результате нарушений, возникающих при работе объекта. Задача регулирования состоит в том, чтобы поддерживать требуемые условия протекания процесса, восстанавливая их каждый раз, когда условия нарушаются. Регулирование может осуществлять ручную обслуживающий персонал или автоматическая система.

Объект, в котором протекает регулируемый процесс, называют объектом регулирования. Параметр, характеризующий условия протекания процесса и поддерживаемый регулятором, называется регулируемым параметром. У одного объекта регулирования может быть несколько регулируемых параметров — давление, температура, расход топлива. Совокупность объекта регулирования и управляющих им автоматических регуляторов называется системой автоматического регулирования (САР).

Структурная схема САР приведена на рис. 3.1. Регулируемый параметр P воздействует на чувствительный элемент датчика D , преобразуется и поступает на вход регулирующего устройства PY , в котором сравнивается с заданным значением, вырабатываемым задатчиком $ЗД$. Если регулируемый параметр равен заданному значению, то САР находится в состоянии равновесия. При отклонении

регулируемого параметра равновесие нарушается, регулятор приходит в действие, и происходит процесс регулирования. На выходе исполнительного механизма *ИМ* регулятора регулирующее воздействие передается через регулирующий орган *РО* на вход объекта. Регулирующее воздействие направлено на уменьшение рассогласования между действительным и заданным значениями регулируемого параметра. Регулятор будет воздействовать на объект до тех пор, пока регулируемый параметр не сравняется с заданным значением.

По характеру воздействия регуляторы на объект САР могут быть стабилизирующими, следящими, программными и др. Наибольшее распространение имеют системы стабилизации, в которых заданное значение регулируемого параметра остается неизменным во всех режимах работы объекта (давление и уровень воды в барабане котла, разрежение в топке и др.). В следящих системах регулируемый параметр меняется в зависимости от значения какого-либо другого параметра. Такой способ регулирования применяется, например, при автоматизации подачи воздуха на горение в соответствии с изменением подачи топлива.

В системах программного регулирования регулируемый параметр изменяется во времени по заранее заданной программе, например, при автоматизации термических процессов, при автоматическом управлении пусковыми процессами.

Наиболее распространен принцип автоматического регулирования по отклонению регулируемого параметра от заданного значения. Преимущество этого принципа в том, что регулируемый параметр находится под непрерывным контролем, но этот принцип обладает и недостатком: регулятор вступает в действие лишь после появления рассогласования между заданными и действительными значениями

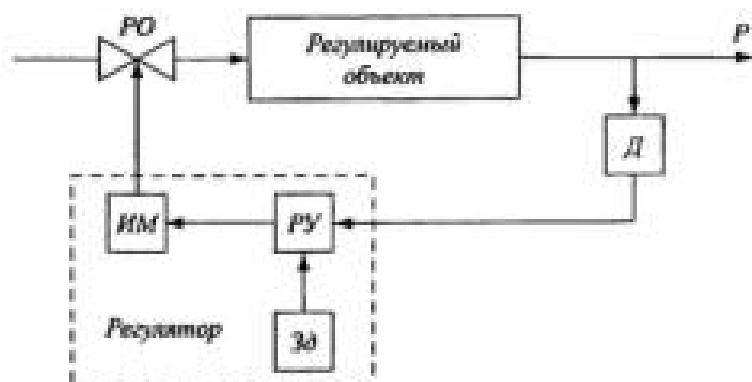


Рис. 3.1. Структурная схема системы автоматического регулирования

регулируемого параметра. Такие системы из-за недостаточного качества переходного процесса способны к самовозбуждению, приводящему к возникновению колебаний регулируемого параметра.

Системы регулирования САР, построенные на принципе компенсации возмущений, лишены этих недостатков. В таких системах регулятор получает информацию о возмущениях и через регулирующее воздействие компенсирует их влияние на объект. В этом случае регулятор вступает в действие еще до отклонения регулируемой величины от заданной. Недостатком системы является то, что регулируемая величина может значительно отклониться от заданного значения и невозможно обеспечить измерение и компенсацию всех действующих на объект возмущений.

Наиболее совершенными являются комбинированные САР, использующие одновременно принципы по отклонению регулируемой величины и компенсации возмущений.

Поведение конкретной САР зависит от действия функциональных элементов (объекта, датчика, регулятора, регулирующего органа) и характеризуется зависимостью между входными и выходными величинами в переходных режимах (динамические характеристики) и в установившемся состоянии (статические характеристики).

Регуляторы давления предназначены для автоматического понижения давления газа от начального до расчетного и поддержания его в заданном диапазоне независимо от изменения расхода газа и колебания входного давления.

Надежность и эффективность функционирования бытовых и промышленных потребителей газа зависит от постоянства давления газа в питающих газопроводах, которое обеспечивает регулятор давления.

Регулятор давления поддерживает постоянное давление газа только в одной точке (контролируемая) газопровода, которая соединена импульсной трубкой с чувствительным элементом регулятора. Давление в газовой сети (объекте) будет меньше, чем в контролируемой точке, и будет зависеть от гидравлических потерь.

Процесс регулирования необходимо рассматривать для всей системы, состоящей из двух компонентов — регулятора и объекта.

По функциональной зависимости регулируемого параметра регуляторы прямого действия подразделяются на астатические и пропорциональные (статические).

Регулятор астатического типа представлен на рис. 3.2. Давление на входе в регулятор — P_1 , давление на выходе из регулятора и на входе в объект (в контролируемой точке K) — P_2 . Если отбор газа от

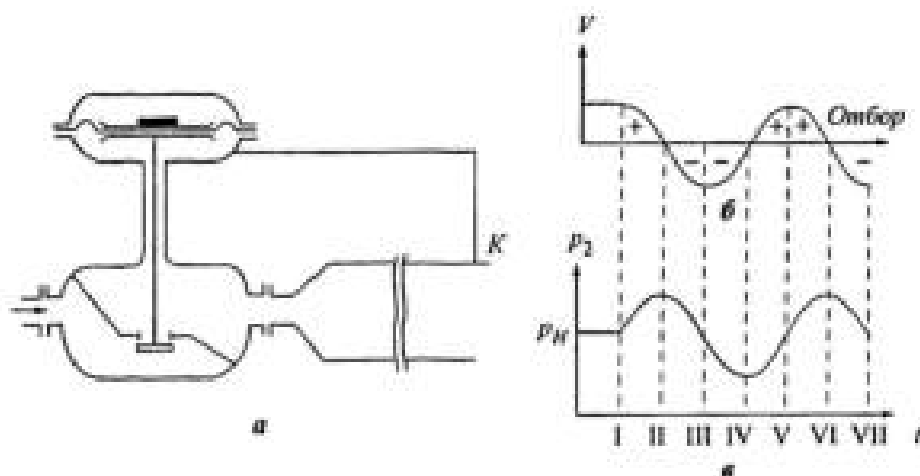


Рис. 3.2. Астатический регулятор давления:
 а — устройство регулятора; графики регулирования;
 б — расхода; в — выходного давления P_2

объекта к потребителю равен притоку газа от регулятора к объекту и давление P_2 не меняется, то объект уравновешен.

Регулятор уравновешен, если его регулирующий орган находится в покое. Это возможно, когда сумма сил, действующих на плунжер, равна нулю. На плунжер действуют следующие силы:

- перестановочная, возникающая за счет воздействия на мембрану выходного давления;
 постоянный груз на мембрану;
 вес движущихся частей регулятора;
 силы трения;
 одностороннее давление на плунжер, образующееся за счет разности давлений $P_1 - P_2$;
 инерционные силы.

Если регулятор и объект уравновешены, то вся система находится в равновесии.

В момент I отбор уменьшается, приток газа от регулятора к объекту еще не уменьшился, $Q_{пр} > Q_{от}$, но равновесие объекта нарушено — давление P_2 увеличивается и передается в подмембранную область регулятора, перестановочная сила увеличивается, равновесие регулятора нарушается и вся система выходит из равновесия.

Увеличение перестановочной силы ведет к подъему мембраны и перемещению плунжера, который приближается к седлу, уменьшая приток газа к объекту. В момент II приток газа сохратится и станет равным отбору газа. Объект придет в равновесие. Однако за промежуток времени I—II приток превышал отбор газа, объект перенапол-

нялся и поэтому P_2 увеличивалось. Регулятор не уравновешен, так как $P_2 > P_n$ (давление настройки), но плунжер продолжает приближаться к седлу, уменьшая приток газа. Поэтому с момента II приток становится меньше и давление P_2 уменьшается. В момент III давление $P_2 = P_n$, именно к этому времени от объекта отобран излишний объем газа, поступивший в период I—II. В результате в момент III регулятор находится в равновесии, а объект не уравновешен. В период III—IV давление P_2 продолжает снижаться, оказываясь ниже P_n , а отбор превышает приток газа. Но так как уменьшение P_2 ведет к большему открытию седла, то разница между притоком и отбором становится все меньше, и наконец, в момент IV приток и отбор становятся равны. Объект придет в равновесие. Однако при $P_2 < P_n$ регулятор не уравновешен и плунжер продолжает отходить от седла. В момент IV давление P_2 начинает увеличиваться, а приток превышать отбор газа. Так продолжается до момента V, когда давление P_2 станет равным P_n (регулятор в равновесии), а приток будет превышать отбор газа (объект не уравновешен). С момента V цикл повторяется.

Регулирование представляет собой периодический незатухающий процесс, при котором давление P_2 , в какой-то момент времени совпадая с P_n , как правило, будет то больше, то меньше P_n , а объект будет периодически несколько переполняться или опорожняться. При этом максимальное переполнение или опорожнение объекта будет по фазе совпадать с моментами равенства давлений P_2 и P_n .

У астатических регуляторов усилие, возникающее от давления газа под мембраной, уравновешивается постоянным грузом и другими движущимися частями. При изменении отбора газа эти регуляторы изменяют приток газа к объекту так, чтобы контролируемое давление P_2 стало равным давлению настройки P_n независимо от расхода газа и положения плунжера (регулирующего органа).

Неравномерность регулирования у астатических регуляторов близка к нулю.

При определенных условиях, например, если регулятор питает объект с разветвленной схемой газопроводов, имеющих достаточно большую емкость, график изменения давления P_2 может приобрести вид гармонических затухающих колебаний с постепенно уменьшающейся амплитудой.

Действительное давление P_2 практически все время больше или меньше P_n . При использовании астатических регуляторов давление в контролируемой точке все время колеблется. Амплитуда колебания давления оказывается столь большой, что работа системы становит-

ся невозможной. Поэтому в системах газоснабжения в последние годы астатические регуляторы вытесняются статическими.

Для быстрого затухания колебаний выходного давления при изменении режима работы объекта в статический регулятор вводят жесткую обратную связь в виде предварительно сжатой пружины, которая противодействует перестановочной силе, создаваемой выходным давлением.

Изменение давления P_2 ведет к изменению сжатия пружины и перемещению мембраны и связанного с ней плунжера на расстояние, пропорциональное изменению импульса. Поэтому регуляторы называются статическими или пропорциональными. Давление P_2 зависит не только от давления настройки P_n , но и от положения плунжера относительно седла, т.е. от расхода газа через регулятор. Каждому положению плунжера соответствует определенное давление P_2 , которое отличается от P_n . Отличие P_2 от P_n характеризует основное свойство статических регуляторов — присущую им неравномерность регулирования или статическую ошибку.

Усилие, развиваемое пружиной, прямо пропорционально ее сжатию, и ее характеристика в координатах G (усилие) — H (деформация) представляет собой прямую линию (рис. 3.3).

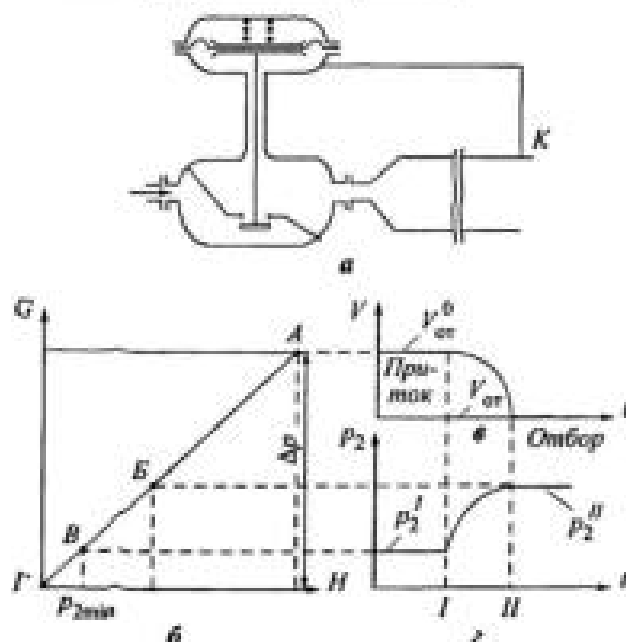


Рис. 3.3. Статический регулятор давления:

a — устройство; b — характеристика пружины; графики регулирования: b — расхода V ; r — выходного давления P_2 ; t — время

При максимальном расходе газа, когда плунжер удален от седла, давление P_2' в контролируемой точке будет минимальным — соответствовать минимальному сжатию пружины (точка Г). Положение плунжера относительно седла определяет давление P_2 в контролируемой точке.

Точки А и Г и соответствующие им давления P_2' и P_2'' являются крайними на характеристике сжатой пружины при расходе газа, равном нулю (точка А), и максимально возможном расходе (точка Г).

В момент I отбор $Q_{от}^I$ стал меньше $Q_{от}^0$. Давление P_2 начнет увеличиваться, что вызовет подъем мембраны и перемещение плунжера в сторону седла. Приток газа через регулятор к объекту начнет уменьшаться, в момент II приток и отбор газа станут равными — объект придет в равновесие, но при новом положении плунжера. При этом давление P_2' , которое было в момент I, увеличится до P_2'' . На характеристике пружины этим моментам будут соответствовать точки В и Б, т.е. новому расходу газа через регулятор будет соответствовать не только новое положение плунжера, но и изменившееся значение регулируемого давления.

3.2. РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Регуляторы РД-6, РД-7 и РД-8 предназначены для потребителей с небольшим расходом газа и используются в баллонных установках сжиженного газа, но могут применяться для редуцирования природного газа. В настоящее время вместо регуляторов РДГ освоено производство регуляторов РДСГ.

В регуляторе РДСГ1-1,2 (рис. 3.4) между корпусом 12 и крышкой 9 зажата мембрана 13, на которую опирается тарелка 14, отжимаемая вниз пружиной 10. Сжатие пружины регулируется гайкой 8 при снятом защитном колпачке 7. Газ поступает в регулятор через входной штуцер 2 с накидной гайкой и с уплотнительной прокладкой 1. Во входном штуцере имеется фильтрующая сетка 3. Степень открытия седла 4 определяется положением золотника 6, который передвигается коленчатым рычагом 16, связанным со штоком 15 мембраны. Золотник перемещается только вдоль оси седла в специальной втулке 5 с отверстиями на ее боковой поверхности, через которые газ, дросселированный до выходного давления, поступает в подмембранное пространство, откуда подается потребителю через штуцер 11. Регулятор настраивают на заданное выходное давление, сжимая пружину ввертыванием и вывертыванием гайки 8. При уменьшении расхода газа давление под мембраной увеличивается,

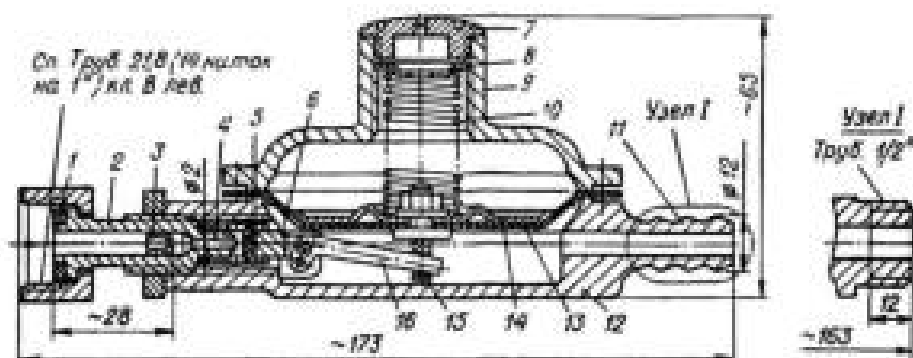


Рис. 3.4. Регулятор РДСГ1-1,2:

- 1 — накидная гайка с уплотнительной прокладкой; 2 — входной штуцер; 3 — фильтрующая сетка; 4 — седло; 5 — втулка; 6 — золотник; 7 — защитный колпачок; 8 — регулировочная гайка; 9 — крышка; 10 — пружина; 11 — выходной штуцер; 12 — корпус регулятора РДСГ1-1,2; 13 — мембрана; 14 — отжимная горелка; 15 — шток мембраны; 16 — коленчатый рычаг

мембрана приподнимается и через кинематическую связь с золотником прикрывает седло, уменьшая подачу газа и поддерживая давление на заданном уровне. Если расход возрастает, то мембрана опускается, обеспечивая увеличение открытия седла и подачи газа.

В регуляторе РДСГ1-0,5 (рис. 3.5) золотник 2 повернут на резьбе в стойку 4, укрепленную в кронштейне корпуса 5 на оси 3. Это позволяет устанавливать оптимальный зазор между седлом во входном штуцере 1 и золотником. Регулятор настраивают на заданное давление перемещением золотника в стойке, а также регулировочным винтом 7, который посредством фигурной шайбы 6 изменяет сжатие пружины 8. Регулятор РДСГ1-0,5 действует аналогично регулятору РДСГ1-1,2.

Регуляторы низкого давления прямого действия РД используются для объектов, потребляющих незначительное количество газа (рис. 3.6).

Основными узлами регулятора РД являются:

разъемный фланцевый корпус с мембранно-пружинным измерительным устройством и коленчатым рычагом 12, воздействующим на толкатель 13 золотника 9;

литой тройник 7 вентильного типа с регулирующим клапаном 8; импульсная трубка 6, соединяющая выходное отверстие тройника с подмембранной полостью и выполняющая роль звена обратного воздействия конечного давления на мембранно-пружинное измерительное устройство и регулирующий клапан;

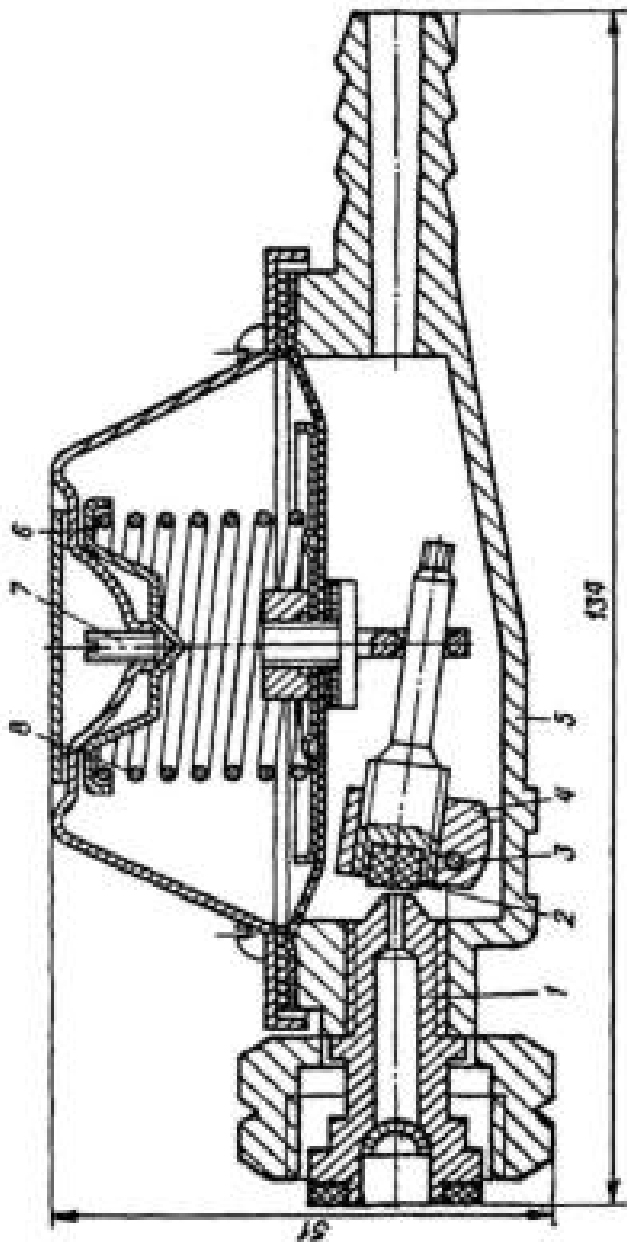


Рис. 3.5. Регулятор РДСГ1-0,5:

1 — входной штуцер; 2 — золотник; 3 — ось; 4 — стойка; 5 — корпус;
6 — фигурная шайба; 7 — регулировочный винт; 8 — пружина

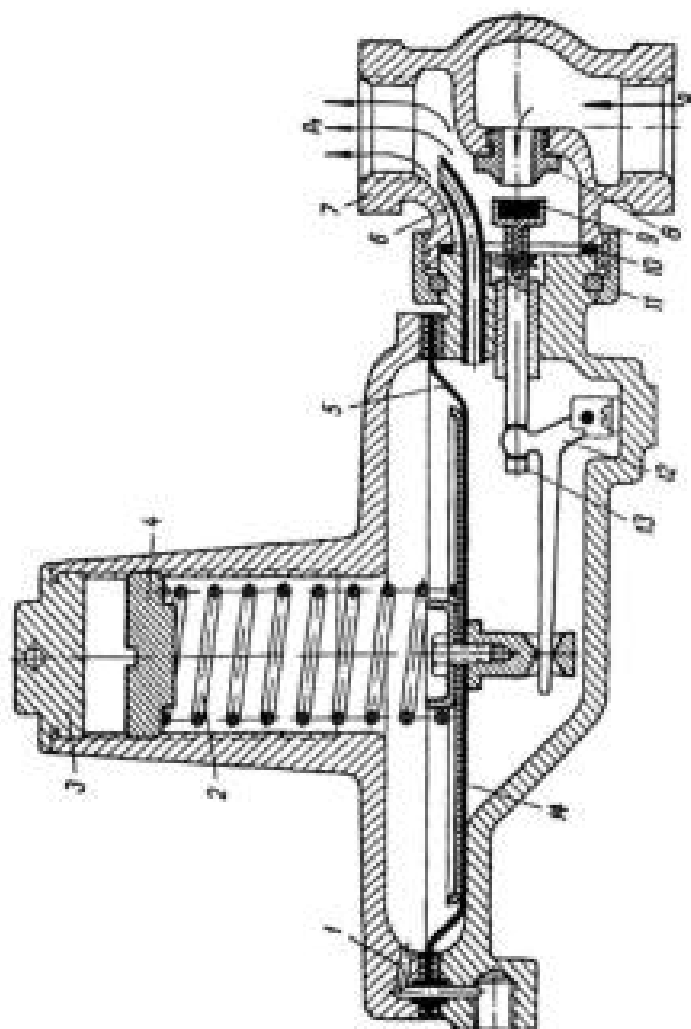


Рис. 3.6. Регулятор типа РД:

- 1 — демпфирующее отверстие; 2 — пружина; 3 — колпак; 4 — литой корпус; 5 — мембрана кольцевого типа; 6 — импульсная трубка; 7 — Литой корпус клапанного типа; 8 — регулирующий клапан; 9 — золотник; 10 — фибровая или паронитовая прокладка; 11 — резьбовая накладная гайка; 12 — колесный рычаг; 13 — толкатель; 14 — центральный стальной диск

резьбовая накладная гайка 11, соединяющая корпус регулятора с тройником. Герметичность соединения обеспечивается фибровой или паронитовой прокладкой 10.

Мембрана 5 кольцевого типа изготавливается из протестированной листовой масло-бензо-морозостойкой резины. Активная площадь мембраны и полезный ход определяются размерами центрального стального диска 14. Нажимной гайкой 4 настраивают на заданное конечное давление. Увеличение степени сжатия пружины 2 вызывает увеличение конечного давления. После окончания настройки верхний цилиндрический конец корпуса закрывают заглушкой 3.

Демпфирующее отверстие 1 постоянного диаметра соединяет надмембранную полость с резьбовым отверстием на фланце корпуса, к которому подключаются свечи безопасности.

Регулирующий клапан 8 находится в положении «нормально открыт», так как до включения регулятора в работу мембранно-пружинное устройство занимает крайнее нижнее положение, определяющее максимально необходимый зазор между золотником 9 и седлом клапана.

При увеличении расхода газа снижение конечного давления в импульсной трубке и в надмембранной полости приведет к нарушению равновесия сил давления и пружины, действующих на мембрану во встречных направлениях. Пружина отождит мембрану вниз, и золотник приоткроет регулирующий клапан на величину, необходимую для создания равновесного состояния системы регулирования при новом увеличенном расходе газа. Равновесное состояние устанавливается при меньшем значении конечного давления ($P_1 - \Delta P_1$). При уменьшении расхода газа новое равновесие достигается прикрытием регулирующего клапана и при поддержании увеличенного конечного давления ($P_1 + \Delta P_1$).

Следовательно, по характеристике действия регулятор РД является пропорциональным регулятором и обеспечивает погрешность регулирования заданного конечного давления.

Опыт эксплуатации регулятора РД показал, что с увеличением расхода газа до определенной величины встроенная импульсная трубка 6 переставала выполнять функции обратного воздействия. Увеличение расхода газа приводило к увеличению скорости газового потока в тройнике, и его горловина приобретала свойства инжектора. При этом давление в подмембранной полости уменьшалось, нарушая нормальное протекание процесса автоматического регулирования. Это ограничивало пропускную способность регуляторов РД-32 до 40–50 м³/ч, а регуляторов РД-50 — до 100–130 м³/ч.

Изменение конструкции регулятора РД предусматривает применение внешней импульсной трубки 5 вместо встроенной в тройнике регулятора (рис. 3.7).

Наибольшее распространение в схеме ГРУ получили регуляторы РД-32 и РД-50 с внешними импульсными линиями.

В настоящее время выпускаются модернизированные регуляторы РД-32М и РД-50М, в которых присоединение к газопроводам начального и конечного давления осуществляется накидными гайками 5, что исключает необходимость разъединения корпуса и тройника в любых условиях монтажа и позволяет сохранить заводскую регулировку хода золотника 4 и мембраны 8 (рис. 3.8). При подключении входного газопровода вместо заглушки 7 снижаются потери начального давления. Установка регулирующего клапана 6, так что торец его располагается вдоль оси тройника, снижает потери конечного давления. Упрощается регулировка конечного давления, которая осуществляется вращением винта 10 без снятия заглушки 1.

Регулятор давления газа домовый РДГД-20 (рис. 3.9) предназначен для снижения давления со среднего до низкого. Плавной особен-

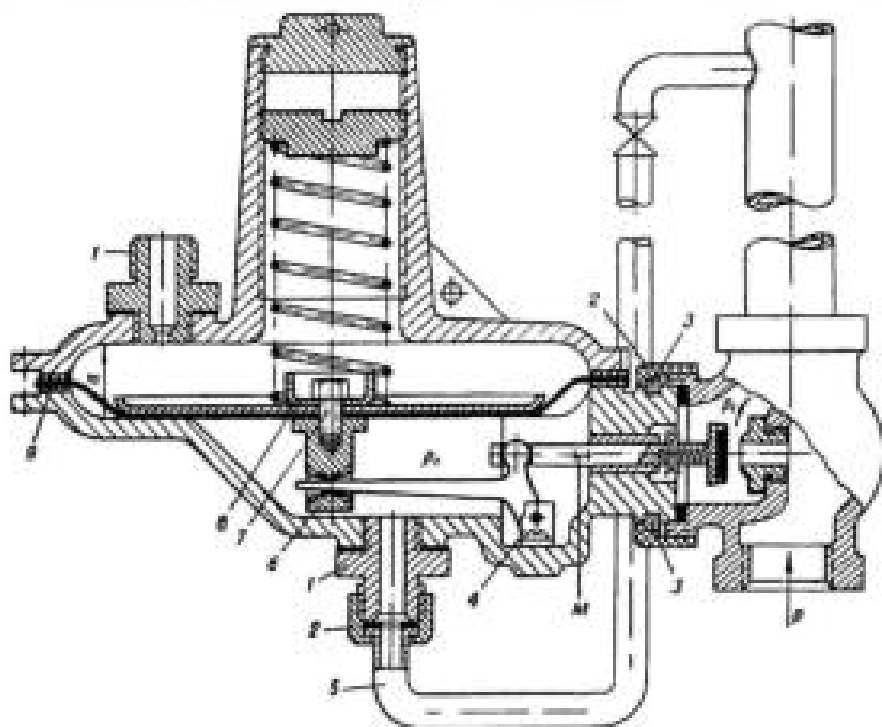
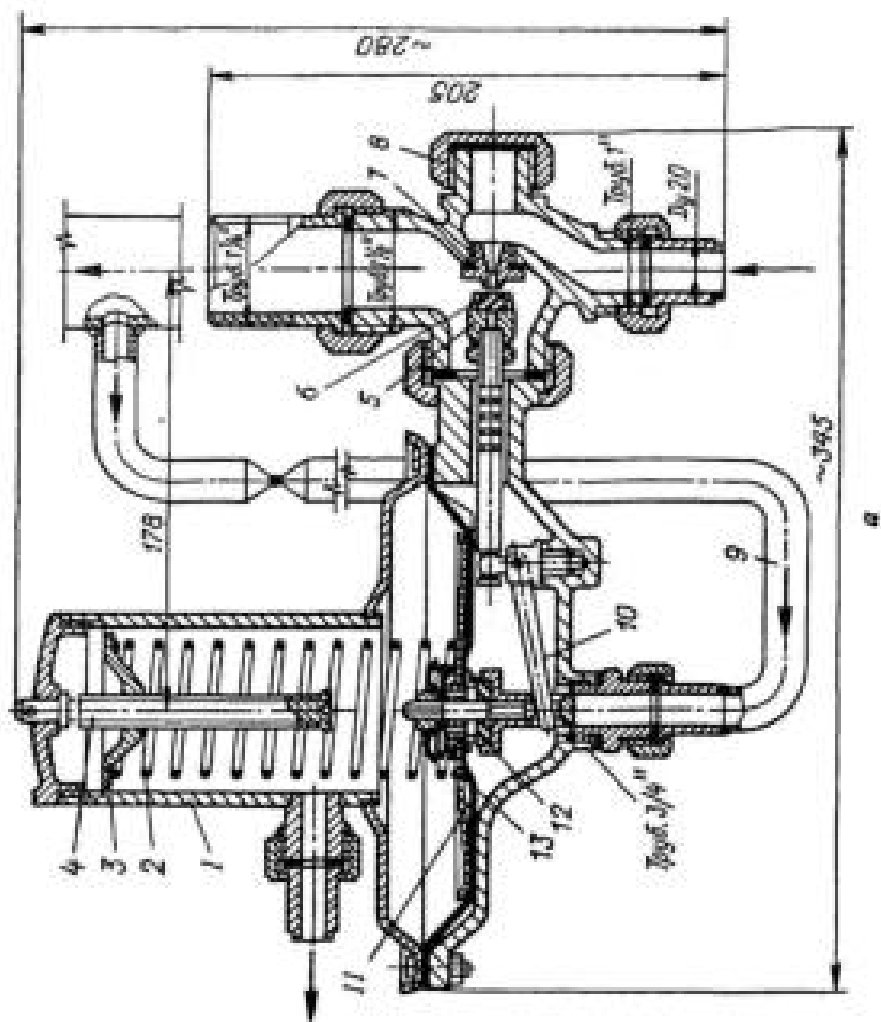


Рис. 3.7. Регулятор типа РД с наружным импульсом:

- 1 — штуцер; 2 — накидная гайка; 3 — сухари; 4 — опора;
5 — импульсная трубка; 6 — зацеп; 7 — винт; 8 — тарелка; 9 — прокладка



ностью РДГД-20 является наличие в нем встроенного отсечного клапана, исполняющего функции ПЗК. На входном патрубке регулятора установлена фильтрующая сетка 35. Очищенный газ проходит через открытое впрысочное в корпус 34 седло 3 отсечного клапана в камеру Б, дросселируется в регулирующем органе до низкого давления и через выходной патрубок поступает к потребителю.

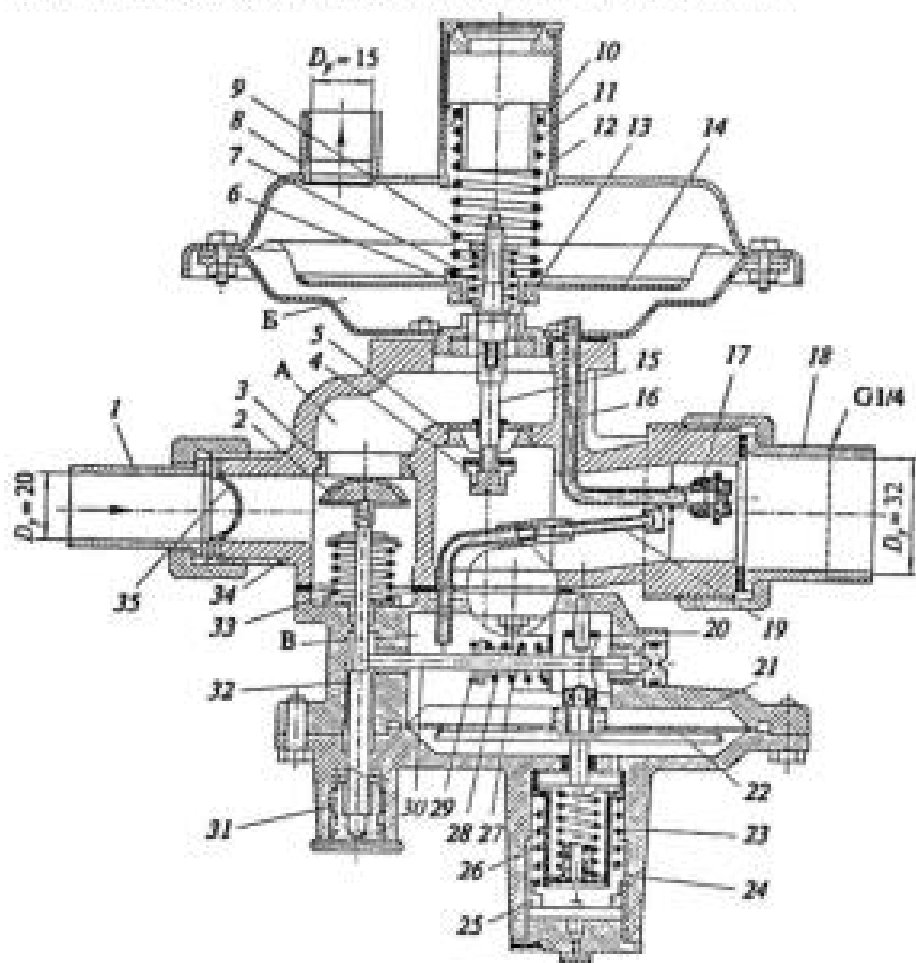


Рис. 3.9. Регулятор РДГД-20:

- 1, 8 — штуцер; 2 — запорный плунжер; 3, 5 — седло; 4 — плунжер;
 6 — предохранительный сбросной клапан; 7, 11, 23, 26, 27, 33 — пружины;
 9 — гайка; 10 — шайба; 12 — стакан; 13 — разгрузочная мембрана;
 14, 22 — мембраны; 15 — шток; 16, 19 — импульсная трубка; 17 — головка;
 18, 19, 20 — толкатель; 21 — коробка; 24, 25 — регулировочные гайки;
 28 — втулка; 29 — упор; 30 — горизонтальный шток; 31 — пробка;
 32 — вертикальный шток; 34 — корпус регулятора; 35 — фильтрующая сетка;
 А — подмембранная полость; Б — входная полость;
 В — надмембранная полость

Регулирующий орган состоит из впрысванного в корпусе седла 5 и плунжера 4, соединенного штоком 15 с приводом — эластичной мембраной 14. Подмембранная полость А от входной полости В корпуса отделена разгрузочной мембраной 13 и соединена с выходным патрубком импульсной трубкой 16. Эта трубка на конце имеет головку 17 обтекаемой формы с несколькими радиальными отверстиями для восприятия только статического напора в выходном патрубке. При изменении расхода газа меняется давление его в выходном патрубке и камере А регулятора. Мембрана 14 через шток 15 изменяет расстояние плунжера от седла 5 так, чтобы давление в выходном патрубке восстановилось до заданного. Для настройки регулятора на выходное давление служит пружина 11, сжатие которой регулируется вращением в резьбе стакана 12 шайбы 10.

Для предохранения от разрыва в случае повышения выходного давления сверх заданного в мембрану 14 встроены предохранительный сбросной клапан 6, настройка которого производится изменением сжатия пружины 7 при вращении гайки 9 на резьбе штока 15. Излишки газа из полости А через открывшийся сбросной клапан поступают в надмембранную полость, из которой через штуцер 8 и присоединяемый к нему сбросной трубопровод выводятся в атмосферу.

Если давление в выходном патрубке регулятора увеличивается до 4–5 кПа, то срабатывает отсекающий клапан, привод которого — мембрана 22 расположена в коробке 21 под корпусом 34 регулятора. Надмембранная полость В привода соединена импульсной трубкой 19 с выходным патрубком регулятора. При нормальной работе регулятора и находящемся в нижнем (открытом) положении плунжера 2 ПЗК горизонтальный шток 30 пружины 27 через втулку 28 и упор 29 прижат к тонкой части штока 32, нижний, более толстый, конец которого упирается в горизонтальный шток, препятствуя закрытию клапана. Когда выходное давление увеличивается более 3 кПа, мембрана 22, преодолевая усилие пружины 26, начинает опускаться вниз вместе с толкателем 20. Толкатель при этом своей верхней скошенной кромкой передвигает вправо горизонтальный шток, преодолевая сопротивление пружины 27. Когда выходное давление достигает 4–5 кПа, горизонтальный шток выходит из зацепления со штоком 32, запорный плунжер 2 под действием пружины 33 поднимается вверх и прижимается к седлу 3. Поступление газа к потребителю прекращается. Настройка отсекающего клапана при повышении давления производится изменением сжатия пружины 26 с помощью регулировочной гайки 25.

Если давление в выходном патрубке регулятора уменьшится до 0,07–0,11 кПа, то отсекающий клапан также закрывается и подача газа

потребителям прекращается. Уменьшение выходного давления вызывает подъем мембраны 22 и связанного с ней толкателя 20. При этом толкатель своей нижней скошенной кромкой толкает вправо горизонтальный шток, и, когда выходное давление достигает значения 0,07–0,11 кПа, зацепление горизонтального штока 30 и вертикального 32 прекращается. Запорный плунжер 2 пружиной 33 подталкивается вверх к седлу, прикрывая проход газа. Настройка отсекаателя на срабатывание при понижении давления производится изменением сжатия пружины 23 регулировочной гайкой 24.

Открытие отсечного клапана производят вручную после устранения причин, вызвавших его срабатывание. Для этого вывертывают пробку 31 и плавно перемешают вниз шток 32 до момента, когда за его выступ западает конец горизонтального штока 30. Этот момент определяют на слух по характерному щелчку, создаваемому ударом торца горизонтального штока о тонкую часть штока 32 под воздействием пружины 27. Затем пробку 31 устанавливают на место. Регулятор монтируют на горизонтальном участке газопровода стаканом 12 вверх. Размещаться регулятор может на вводе в здание, лестничной клетке.

Производственно-коммерческой фирмой «Экс-Форма» (г. Саратов) разработан и запущен в серийное производство регулятор давления газа прямооточной конструкции, пилотного типа для газораспределительных сетей с давлением до 1,2 МПа. Условия эксплуатации регулятора должны соответствовать климатическому исполнению УЗ ГОСТ 15150. Регулятор выпускается в двух исполнениях (табл. 3.1): РДП 50-Н — с низким выходным давлением; РДП 50-В — с высоким выходным давлением (табл. 3.2).

Таблица 3.1

Технические характеристики регуляторов

Параметры	Исполнение регулятора	
	РДП 50-Н	РДП 50-В
1	2	3
Регулируемая среда	Природный газ, ГОСТ 5542	
Диаметр условного прохода, мм	50	
Диапазон входных давлений, МПа	0,05–1,2	0,1–1,2
Диапазон выходных давлений, МПа	0,0005–0,06	0,06–0,6
Пропускная способность, м ³ /ч, при максимальном входном давлении, не менее	7000	

1	2	3
Коэффициент условной пропускной способности $K_{ув}$, не менее	30	
Стабильность поддержания выходного давления, %, не более	± 5	
Тип соединения с газопроводом	Фланцевое, ГОСТ 12820	
Габаритные размеры, мм:		
длина	230	
ширина	440	
высота	580	
Масса, кг, не более	30	

Таблица 3.2

Пропускная способность регулятора давления газа РДП-50

$P_{вх}$, кгс/см ²	0,5	1	2	3	4	5
Q , м ³ /ч (РДП 50-Н)	300	600	1200	1800	2400	3000
Q , м ³ /ч (РДП 50-В)	—	600	1200	1800	2400	3000

$P_{вх}$, кгс/см ²	6	7	8	9	10	11	12
Q , м ³ /ч (РДП 50-Н)	3500	4125	4700	5300	5900	6450	7000
Q , м ³ /ч (РДП 50-В)	3500	4125	4700	5300	5900	6450	7000

Регулятор предназначен для редуцирования давления газа и автоматического поддержания выходного давления в заданных пределах независимо от изменения входного давления и расхода газа и применяется в системах газоснабжения промышленных, сельскохозяйственных и коммунально-бытовых объектов.

Использование в качестве подвижного седла тонкостенной гильзы позволило достичь эффекта разгрузки седла с одновременным увеличением его диаметра.

В качестве задатчика давления применяется пилот со встроенным в него регулируемым дросселем сбросной линии.

Перенос давления в пилот происходит через стабилизатор, обеспечивающий постоянный перепад давлений на пилоте. Минимальная разница давлений на входе и выходе регулятора составляет 0,05 МПа.

Регулятор (рис. 3.10) состоит из исполнительного устройства, стабилизатора, пилота и соединительных трубопроводов.

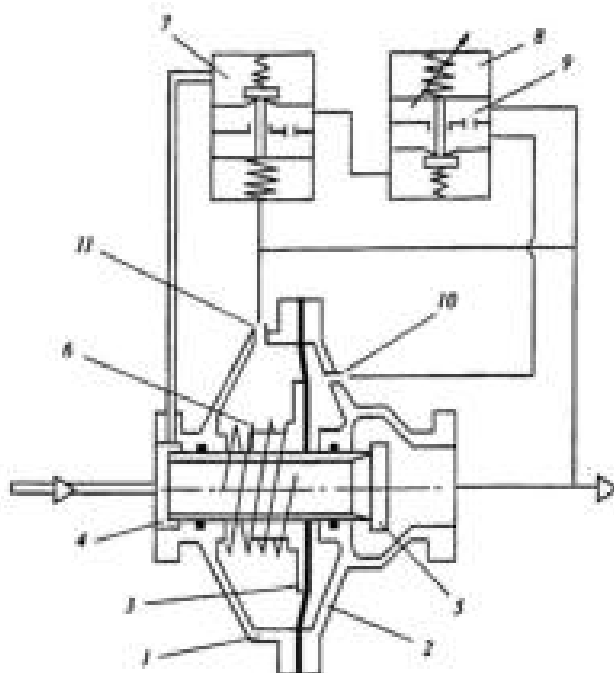


Рис. 3.10. Прямоточный регулятор РДП 50:
1 — корпус; 2 — крышка; 3 — мембрана; 4 — гильза; 5 — клапан;
6 — пружина; 7 — стабилизатор; 8 — пилот; 9, 10, 11 — дроссели

Между корпусом 1 и крышкой 2 исполнительного устройства закреплена подвижная система, состоящая из мембраны с тарелкой 3 и неподвижно соединенной с ней гильзой 4. Гильза имеет возможность совершения возвратно-поступательного движения в направляющих втулках корпуса и крышки, имеющих кольцевые резиновые уплотнения. В крышке 2 закреплен клапан 5. Поджим гильзы к клапану осуществляется пружиной 6.

Стабилизатор 7 является пружинным статическим регулятором прямого действия и предназначен для создания постоянного перепада давления на пилоте, что значительно снижает зависимость работы регулятора от входного давления.

Пилот 8 по своей конструкции аналогичен стабилизатору, однако имеет устройство регулирования выходного давления.

Назначением пилота является задание давления за регулятором и поддержание его в постоянных значениях путем изменения давления в правой полости мембранной камеры исполнительного устройства.

Импульс входного давления поступает в исполнительное устройство и на вход стабилизатора. Подмембранная камера стабилизатора

связана с левой полостью мембранной камеры исполнительного устройства. С выходного патрубка стабилизатора давление поступает на вход пилота. От пилота *8* давление поступает через дроссель *9* в левую, а через дроссель *10* в правую мембранные камеры исполнительного устройства. Через дроссель *11* левая камера мембранной полости связана с газопроводом за регулятором. В подмембранную полость пилота также подается контролируемое давление газа.

Благодаря непрерывному потоку газа через дроссель *9* давление перед ним, а следовательно, и в правой полости мембранной камеры исполнительного устройства всегда выше выходного (контролируемого) давления.

Разница давлений на мембране исполнительного устройства создает усилие, которое при любом установившемся режиме работы регулятора уравнивается перепадом давления на клапане *5*.

Любое изменение входного давления или расхода газа мгновенно вызывает отклонение выходного давления от заданного и, следовательно, перемещение мембраны пилота. При этом меняются расход газа на выходе пилота, а также давление газа в правой полости мембранной камеры исполнительного устройства, что вызывает перемещение подвижной системы с гильзой *4* в новое равновесное состояние, при котором выходное давление возвращается к заданному давлению. При отсутствии давления на входе регулятора под воздействием пружины *6* гильза *4* поджимается к рабочему клапану *5*. Регулятор закрыт.

3.3. РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

В регуляторах непрямого действия в качестве энергии используется вспомогательный источник — пневматический, электрический, гидравлический и др.

Простейший вариант регулятора непрямого действия показан на рис. 3.11. Регулятор содержит исполнительное устройство — регулирующий клапан *1*, устанавливаемый в трубопроводе и управляющий потоком газа, а также управляющее устройство (пилот) *10*, служащее для выработки аналоговых управляющих сигналов давления, подаваемых в камеру *Б* мембранного привода исполнительного устройства *1* при отклонении значений выходного давления P_2 в трубопроводе от заданного $P_{зад}$.

Регулирующее устройство (клапан) *1* содержит дросселирующее устройство с затвором *13*, шток *2*, пружину *12* и мембрану *1* с жестким центром.

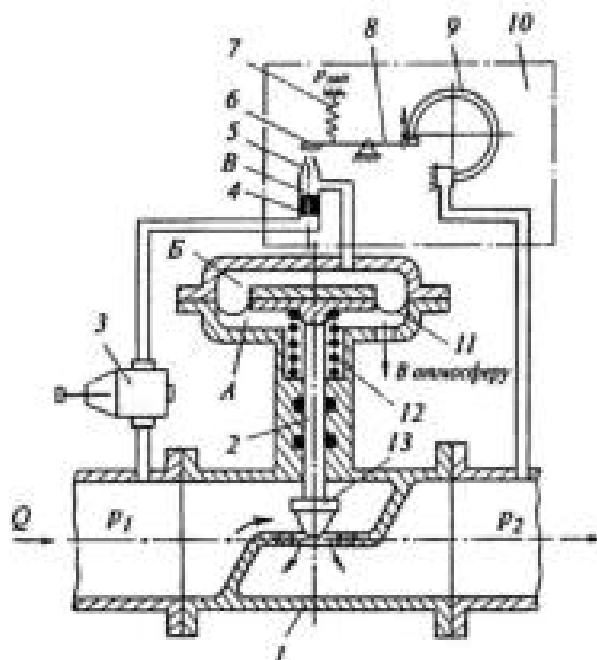


Рис. 3.11. Принципиальная схема простейшего регулятора давления непрямого действия с управляющим устройством типа «сопло — заслонка»:

- 1 — регулирующий клапан; 2 — шток; 3 — редуктор; 4 — дроссель; 5 — сопло; 6 — заслонка; 7 — пружина; 8 — рычаг; 9 — пружина; 10 — пилот; 11 — мембрана; 12 — пружина; 13 — затвор

Управляющее устройство (пилот) 10 включает в себя манометрическую трубку 9, в которую подается газ с выходным давлением P_2 , рычаг 8, пружину 7 для установки задания регулирующего давления, дроссель 4, неподвижное сопло 5 и заслонку 6, устанавливаемую на рычаге 8.

Питание управляющего устройства осуществляется от отдельного источника сжатого воздуха или газа с постоянным расходом через сопло 5 или потока газа с входным давлением P_1 через редуктор давления 3. Надмембранная камера Б регулирующего клапана соединена с источником управляющего давления, формулирующегося в междроссельной камере В, а подмембранная камера А регулирующего клапана — с атмосферой.

В исходном состоянии, когда выходное давление P_2 за регулятором соответствует $P_{зад}$, усилие пружины 7 на рычаг 8 уравновешивает усилие манометрической пружины 9 от действия давления P_2 .

При этом управляющее давление газа $P_{упр}$, поступающее из междроссельной камеры В в надмембранную камеру Б, устанавли-

ливают затвор 13 регулирующего клапана 1 в такое положение, когда проходящий поток газа Q создает за дроселирующим органом заданное давление $P_2 = P_{зад}$. При увеличении выходного давления по сравнению с заданным ($P_2 > P_{зад}$) рычаг 8 с заслонкой 6 прикрывает сопло, вследствие чего повышается $P_{упр}$, кроме того, затвор 13 дроселирующего устройства уменьшает проходное сечение потоку, благодаря которому выходное давление P_2 снижается до $P_2 = P_{зад}$.

При снижении выходного давления P_2 по сравнению с заданным ($P_2 < P_{зад}$) рычаг 8 приоткрывает сопло 5, имеющее заслонку 6, в результате чего уменьшается управляющее давление $P_{упр}$ в междроссельной камере В, поступающее в надмембранную камеру Б регулирующего клапана 1. При уменьшении давления в камере Б пружина 12 клапана приоткрывает затвор дроселирующего устройства, благодаря чему давление P_2 на выходе регулирующего клапана 1 возрастает до равенства с заданным. Изменение задания регулятора давления осуществляется регулировкой усилия пружины 7 с помощью регулировочного винта.

Регуляторы давления универсальные конструкции Казанцева РДУК-2 рассчитаны для работы на газе с входным давлением до 1,2 МПа.

Регулятор РДУК-2 состоит из двух основных узлов регулирующего клапана 12 и пилота 10 (рис. 3.12). В зависимости от заданного выходного давления регулятор РДУК-2 комплектуется соответствующими пилотами: для давления от 0,5 кПа до 60 кПа — пилотом КН2, для давления от 60 кПа — пилотом КВ2. Регулирующий клапан включает однотарельчатый плунжер 1 и седло 2.

Редуцирование газа осуществляется изменением положения тарельчатого плунжера 1 с мягкой резиновой прокладкой относительно сменного седла 2, расположенного в чугунном корпусе. Плунжер через шток и груз, лежащий на мембране 3, жестко связан с мембраной. На тарелку плунжера сверху воздействует входное давление, снизу — выходное. Изменение входного давления может вызвать за счет неразгруженности плунжера изменение выходного давления. Это влияние выходного давления сводится к минимуму двухимпульсной системой обратной связи, в которой импульс выходного давления подается одновременно к мембранам регулятора и пилота. Импульс выходного давления, подаваемый в надмембранную полость регулятора по трубке 6, определяет поддержание в заданных пределах выходного давления независимо от характера и причин их вызвавших. Импульс выходного давления, поступающий в надмембранную полость пилота по трубке 9, изменяет давление так, чтобы дополнительно изменить положение регулирующего плунжера и компенсировать влияние изменения выходного давления на

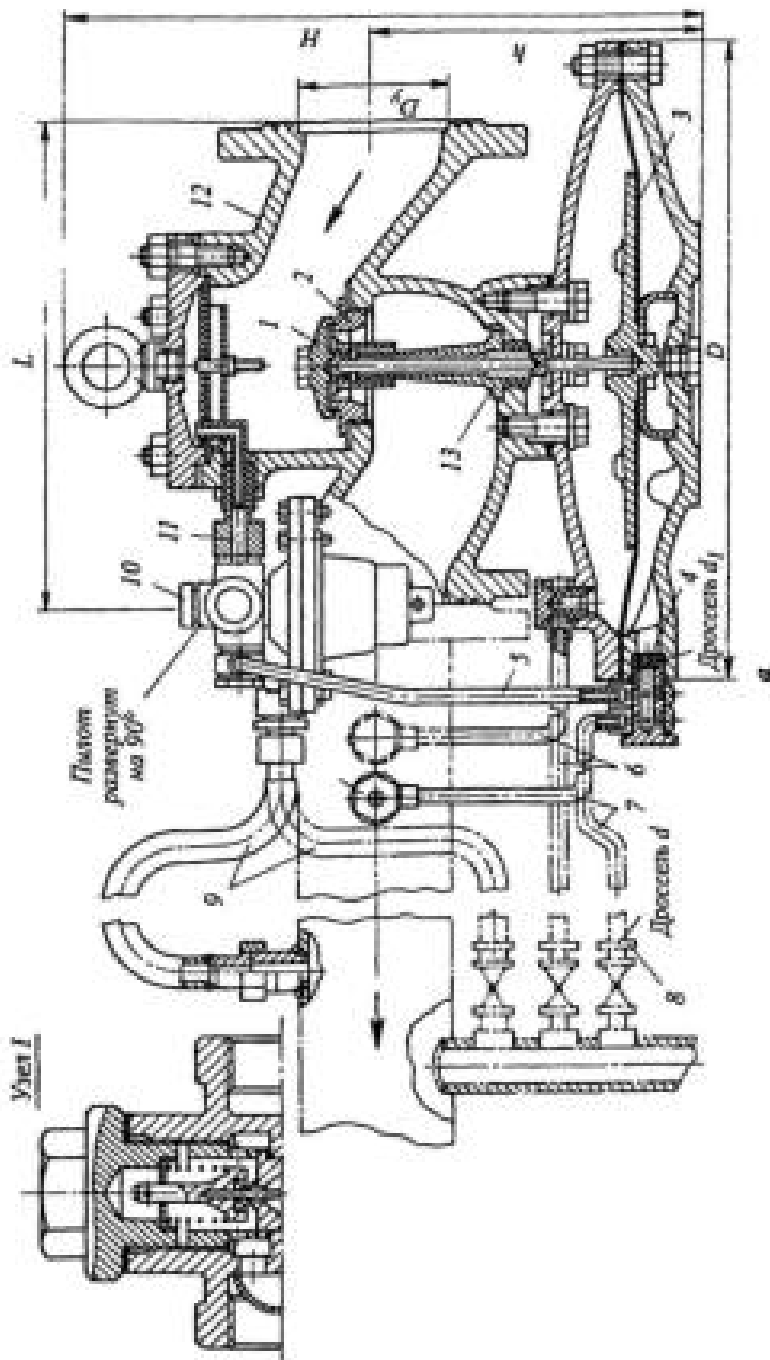


Рис. 3.12. Регулятор РДУК-2

— 1998 —

- 1 — плунжер; 2 — седло; 3 — мембрана; 4, 8 — дроссели; 5, 7 — труба; 6, 9 — трубка; 10, 16 — пилоты; 11 — импульсная линия; 12 — регулирующий клапан; 13 — шток; 14 — золотник; 15 — седло; 16 — шпилька; 17 — толкатель; 19 — диск; 20 — пружина; 21 — регулирующий клапан; 22 — рычаг; 23 — фидельная сетка; 24 — корпус пилота; 25 — шайба; 26 — тарелка

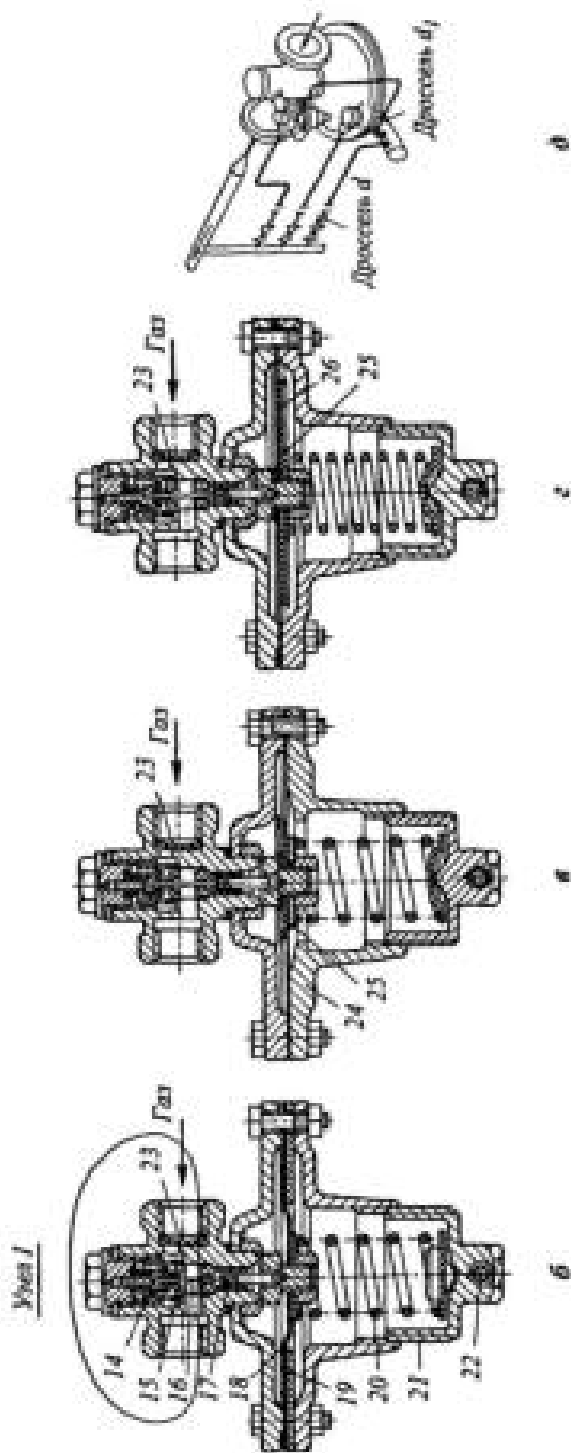


Рис. 3.12. Регулятор РДУК-2:

б, в — пилоты КВ2; г — пилот КН2; д — аксиометрическая схема;
1 — плунжер; 2 — седло; 3 — мембрана; 4, 6 — дроссели; 5, 7 — труба; 6, 9 — трубка; 10, 16 — пилоты;
11 — игольчатая линия; 12 — регулирующий клапан; 13 — шток; 14 — золотник; 15 — седло; 16 — шпилька;
17 — толкатель; 19 — диск; 20 — пружина; 21 — регулирующий стакан; 22 — рычаг; 23 — фильтрующая сетка;
24 — корпус пилота; 25 — шайба; 26 — тарелка

давление в контролируемой точке, т.е. ввести поправку на изменение входного давления.

Газ с входным давлением поступает в пилот из верхней части корпуса регулирующего клапана через фильтр, соединительный патрубок и дополнительную фильтрующую сетку 23. После дросселирования в пилоте газ по трубе 5 поступает в подмембранное пространство регулирующего клапана через калиброванное отверстие — демпфирующий дроссель 4. Излишки газа из мембранного пространства постоянно сбрасываются в газопровод после регулятора по трубе 7 через дроссель 8. Соответствующий подбор диаметров дросселей 4 и 8 при наличии непрерывного потока газа по трубам 5 и 7 позволяет постоянно поддерживать в подмембранном пространстве регулирующего клапана давление, несколько большее выходного. Эта разность давлений по обе стороны мембраны 3 образует ее подъемную силу, уравниваемую при любом установившемся режиме работы регулятора весом подвижных частей и действием выходного давления на плунжер 1.

Сжатие пружины 20 пилота, определяющее выходное давление газа, производится ввертыванием регулирующего стакана 21 с помощью рычага 22 — чем больше должно быть выходное давление, тем сильнее должна быть сжата пружина.

При увеличении отбора газа из газопровода давление его после регулятора и над мембранами пилота 18 и регулирующего клапана 3 понизится. Мембрана пилота под действием пружины 20 поднимется и через толкатель 17 и шпильку 16 приподнимет золотник 14, сжимая расположенную над ним пружину. Седло 15 пилота приоткроется больше, поступление газа в подмембранное пространство регулирующего клапана и его давление снизу на мембрану 3 возрастает. Мембрана, поднимаясь, увеличит подъем плунжера и расход газа через регулятор.

При уменьшении отбора газа из газопровода давление его после регулятора и над обеими мембранами повышается, мембрана пилота опускается, и поступление газа через золотник пилота в подмембранное пространство регулирующего клапана сокращается. Давление газа под мембраной 3 вследствие сброса его по трубе 7 понизится, и мембрана под действием увеличивающегося давления газа на нее опустится, а регулирующий плунжер сократит подачу газа через регулятор.

При установившемся режиме объем газа, поступающего под мембрану 3 и регулируемого пилотом, и объем газа, отводимого на сброс, обеспечивают равновесие сил, действующих на мембрану регулирующего клапана с обеих сторон, и регулирующий плунжер

пропускает необходимый объем газа, поддерживая его давление после регулятора на заданном уровне.

В КВ2 для уменьшения активной площади мембраны 18 между мембраной и нижней крышкой устанавливает диск 19.

В КВ2 дополнительно к шайбе 25, в которую упирается пружина, устанавливается под мембраной тарелка 26.

Регуляторы давления блочные конструкции Казанцева РДБК обеспечивают неравномерность выходного давления, в несколько раз меньшую, чем у регуляторов РДУК-2.

Регуляторы РДБК-1 выполняются в двух исполнениях:

регулятор РДБК-1П, собранный по схеме прямого действия и включающий односедельный регулирующий клапан, регулятор управления прямого действия, два регулирующих дросселя, дроссель из надмембранной камеры регулирующего клапана; регулятор РДБК 1, собранный по схеме непрямого действия и включающий односедельный регулирующий клапан, стабилизатор, регулятор управления непрямого действия, два регулирующих дросселя и дроссель из надмембранной камеры регулирующего клапана.

Регулятор давления (рис. 3.13) в исполнении РДБК-1П работает следующим образом. Газ с входным давлением поступает к регулятору управления прямого действия 2, от регулятора управления газ через регулирующий дроссель 6 поступает в подмембранную камеру, а через дроссель 5 — в надмембранную камеру регулирующего клапана. Через дроссель 7 надмембранная камера регулирующего клапана связана с газопроводом за регулятором. Давление в подмембранной камере регулирующего клапана при работе регулятора всегда будет больше выходного давления газа. Надмембранная камера регулирующего клапана находится под воздействием выходного давления газа. Благодаря наличию в обвязке регулятора управления прямого действия, поддерживающего за собой постоянное давление, давление в подмембранной камере регулирующего клапана также будет постоянным.

Любое отклонение выходного давления от заданного вызывает в надмембранной камере регулирующего клапана изменение давления, что в свою очередь вызывает перемещение основного клапана в новое равновесное состояние, соответствующее новым значениям входного давления и расхода, при этом восстанавливается выходное давление газа.

В регуляторе РДБК-1 (рис. 3.14) газ с входным давлением поступает к стабилизатору 2, а от него к регулятору управления непрямого действия 3. Подмембранная камера стабилизатора связана с подмембранной камерой регулирующего клапана.

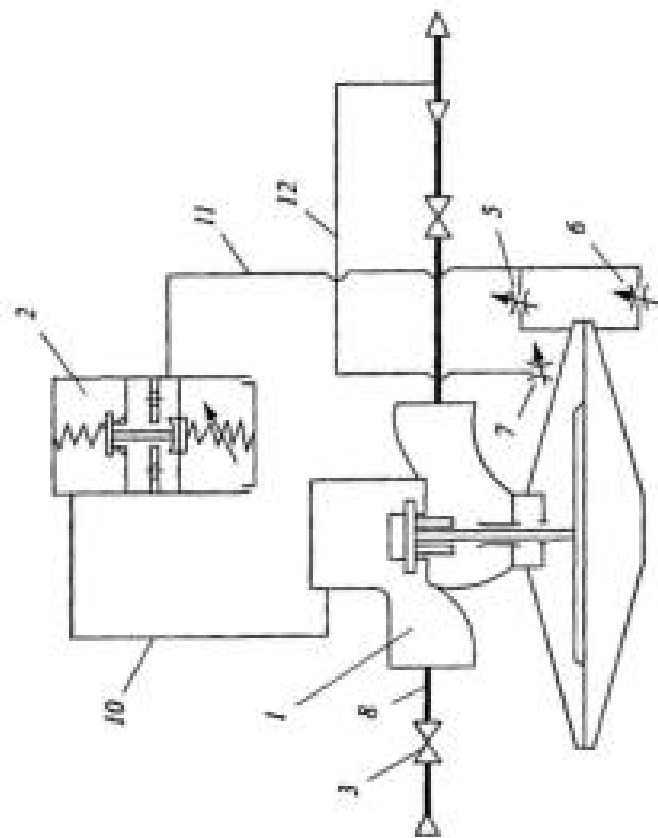


Рис. 3.13. Регулятор давления RD5K-1П:

1 — регулирующий клапан; 2 — регулятор управления прямого действия;
3, 4 — запорное устройство; 5–7 — регулирующие дросели;
8–10 — линии связи; 11, 12 — импульсные линии

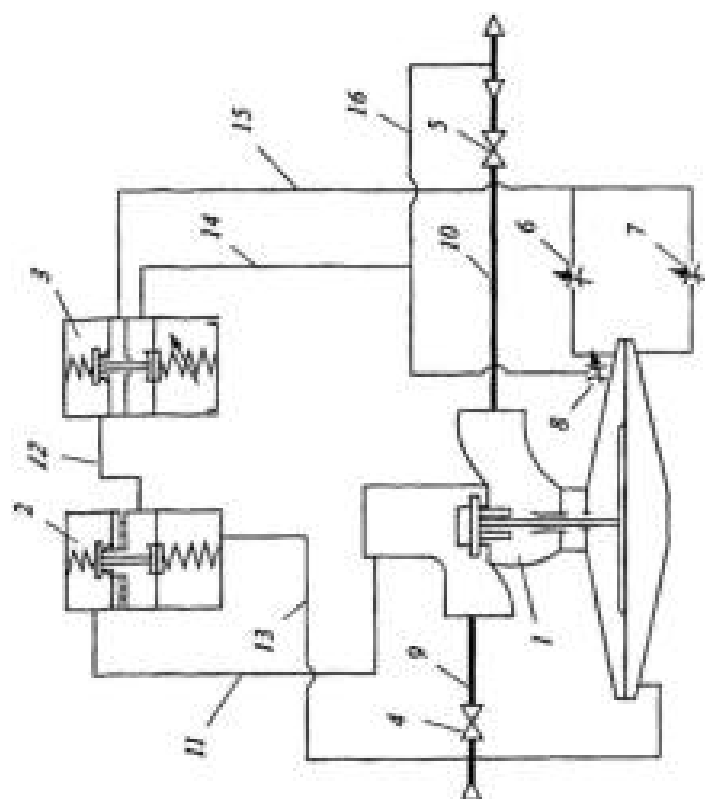


Рис. 3.14. Регулятор давления РДБК-1;

1 — регулирующий клапан; 2 — стабилизатор;

1 — регулирующий клапан; 2 — стабилизатор;
3 — регулятор управления непрямого действия; 4, 5 — запорное устройство;

6-8 — регулирующие дроссели; 9-16 — линии связи

Газ от регулятора управления газа через регулирующий дроссель 7 поступает под мембрану регулирующего клапана и через второй регулируемый дроссель 6 — в надмембранное пространство регулирующего клапана. Надмембранная камера регулирующего клапана 1 и надмембранная камера регулятора управления 3 находятся под воздействием выходного давления.

Надмембранная камера регулятора управления через дроссель 8 связана с газопроводом за регулятором. Благодаря непрерывному потоку газа через дроссель 8 давление перед ним, а следовательно, и в подмембранной камере регулирующего клапана всегда больше выходного. Перепад давления на мембране регулирующего клапана образует подъемную силу мембраны, которая при любом установившемся режиме работы регулятора уравнивается перепадом давления на основном клапане и весом подвижных частей.

Давление под мембраной регулирующего клапана автоматически регулируется клапаном регулятора управления в зависимости от расхода газа и входного давления.

Усиление выходного давления на мембрану регулятора управления постоянно сравнивается с заданным при настройке усилием нижней пружины. Любое отклонение выходного давления вызывает перемещение мембраны и клапана регулятора управления. При этом изменяется расход газа, а следовательно, и давление под мембраной регулирующего клапана. Таким образом, при любом отклонении выходного давления от заданного изменение давления под мембраной регулирующего клапана вызывает перемещение основного клапана в новое равновесное состояние, при котором выходное давление восстанавливается.

3.4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ

Электрический регулятор непрямого действия представлен на рис. 3.15. Такой регулятор содержит дросселирующее устройство с седлом 11 и затвором 10, преобразователь давления (ПД) с электрическим выходным сигналом тока или напряжения, блок задания (БЗ) и блок рассогласования (БР), управляющий через усилитель-формирователь (УФ) реверсным электродвигателем 7. Электродвигатель 7 обеспечивает необходимое перемещение затвора 10 дросселирующего органа через шестерни 4, 8 и винтовую передачу 5, установленную в опорах 3 и 9. Для исключения проворота винт 5 снабжен четырехгранником 6 от блока питания (БП).

При увеличении отбора газа потребителями выходное давление P_2 регулятора уменьшается и двигатель приоткрывает затвор 10, что приводит к повышению расхода поступающего газа и соответству-

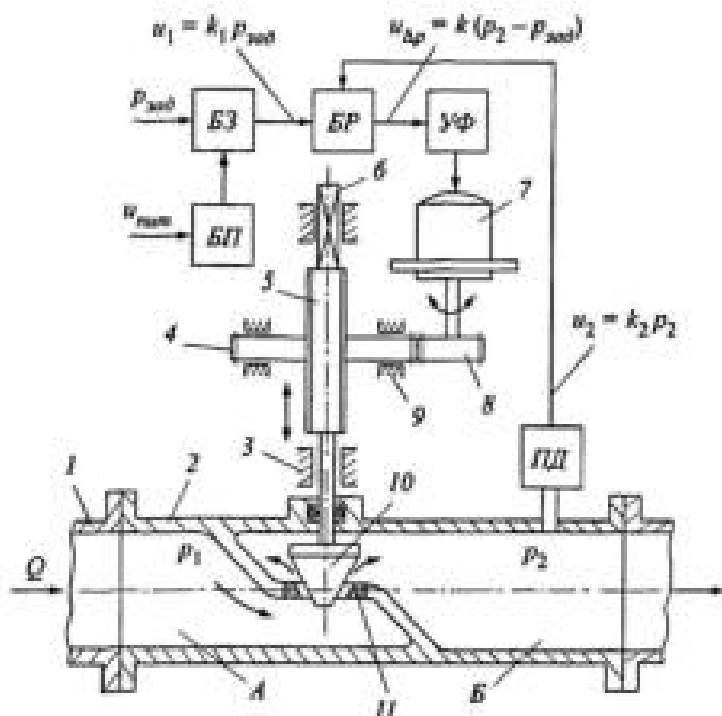


Рис. 3.15. Принципиальная схема электрического регулятора давления непрямого действия:

- 1 — фланец; 2 — корпус; 3, 9 — опоры; 4, 8 — шестерня;
5 — винтовая передача (винт); 6 — четырехгранник;
7 — электродвигатель; 10 — затвор; 11 — седло

ющему росту выходного давления P_2 до равенства с давлением $P_{зад}$. При достижении равенства давления задания $P_{зад}$ в блоке задания выходному давлению P_2 процесс стабилизируется и двигатель останавливается.

При уменьшении отбора газа потребителями выходное давление P_2 возрастает, что приводит к автоматическому прикрытию затвора 10 и уменьшению расхода поступающего газа до достижения равенства выходного давления заданному давлению.

3.5. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЗАПОРНЫЕ КЛАПАНЫ

В системах газораспределения возможны колебания давления газа. Чрезмерное повышение давления газа может привести к отрыву пламени в газовых горелках, нарушению герметичности и появлению утечек газа в соединениях газопроводов и арматуре. Значительное понижение давления газа создает возможность для

проскока или погасания пламени. Прекращение горения газа может привести к образованию взрывоопасных газозоудных смесей в топках, в помещениях.

Поэтому агрегаты, использующие газовое топливо, оборудованы автоматикой безопасности, которая включает в себя предохранительные запорные клапаны, прекращающие поступление газа потребителям при недопустимом повышении или понижении давления газа, а также погасании пламени.

Включение предохранительного запорного клапана производится только вручную после устранения причин, вызвавших его срабатывание.

Клапаны ПКН и ПКВ (рис. 3.16) в настоящее время получили наибольшее распространение. Клапан ПКВ отличается от клапана ПКН более сильной пружиной, это позволяет настраивать клапаны ПКВ на более высокие давления срабатывания, чем клапан ПКН.

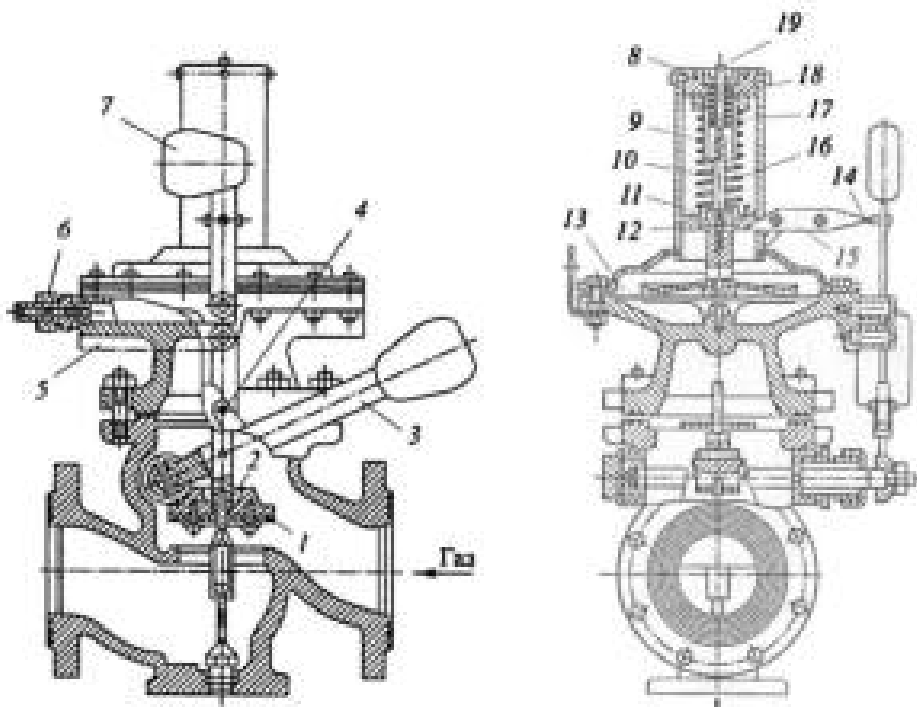


Рис. 3.16. Предохранительный запорный клапан ПКН (ПКВ):

- 1 — плунжер; 2 — отверстие в плунжере; 3 — рычаг; 4, 14 — штифт;
- 5 — рычаг; 6 — штуцер; 7 — ударник; 8 — втулка; 9, 18 — пружина;
- 10 — шток; 11 — тарелка; 12 — крышка; 13 — мембрана;
- 15 — коромысло; 16 — регулировочный винт; 17 — гайка; 19 — шпилька

Прекращение поступления газа происходит при посадке на седло в вентильном корпусе плунжера 1, который через промежуточный шток соединен с рычагом 3. Когда плунжер 1 и соединенный с его штоком рычаг 3 подняты, штифт 4 рычага 3 сцеплен с крючком анкерного рычага 5. Ударник 7 своим нижним концом упирается в выступ анкерного рычага. Для того чтобы ударник удерживался в вертикальном положении, его штифт 14 сцепляется с выступом на конце коромысла 15. Это сцепление возможно только в случае, если давление газа под мембраной 13 находится в пределах настройки. Подмембранная полость клапана соединяется с контролируемой точкой на газопроводе после регулятора через штуцер 6.

Настройку клапана на срабатывание при повышении давления производят изменением сжатия пружины 9 при вращении регулировочной гайки 8. Внизу пружина 9 через тарелку 11 упирается в выступ крышки 12. Если под мембраной 13 давление газа возрастает больше заданного предела, то усилие, передаваемое через мембрану на шток 10, превышает усилие, создаваемое пружиной 9. Шток 10 вместе с левым концом коромысла 15 поднимается, и штифт 14 ударника 7 выйдет из зацепления с коромыслом 15. Ударник, падая, повернет анкерный рычаг 5 и выведет из зацепления рычаг 3. Под действием груза рычага 3 плунжер 1 перекроет проход газа.

В торцевое углубление регулировочного винта 16 упирается своим острием шпилька 19, на резьбовую часть которой накручена гайка 17, служащая опорой малой пружины 18. Эта пружина определяет настройку клапана на срабатывание при уменьшении давления, которую производят вращением шпильки, перемещающей гайку 17. При уменьшении давления газа под мембраной 13 ниже допустимых пределов мембрана вместе со штоком 10 под действием малой пружины 18 опускается вниз и, отводя правый конец коромысла 15, освобождает ударник 7. Для выравнивания давления до и после запорного органа служит отверстие 2 в плунжере 1.

Клапан ПКК-40М (рис. 3, 17) имеет две модификации, характеризующиеся давлением настройки на срабатывание при повышении давления в контролируемой точке газопровода. Клапан имеет муфтовый корпус 1 вентильного типа, промежуточное кольцо 7, крышку 9 и регулировочный стакан 10. Между корпусом 1 и промежуточным кольцом зажата нижняя мембрана 5, которая жестко связана со штоком 3 основного запорного одностарельчатого плунжера 2. Плунжер в нижнем положении перекрывает проход газа через клапан, прижимаясь к седлу корпуса усилием пружины 4 от входного давления газа.

Между промежуточным кольцом 7 и крышкой зажата верхняя мембрана 8, с центральной частью которой закреплена пробка 12.

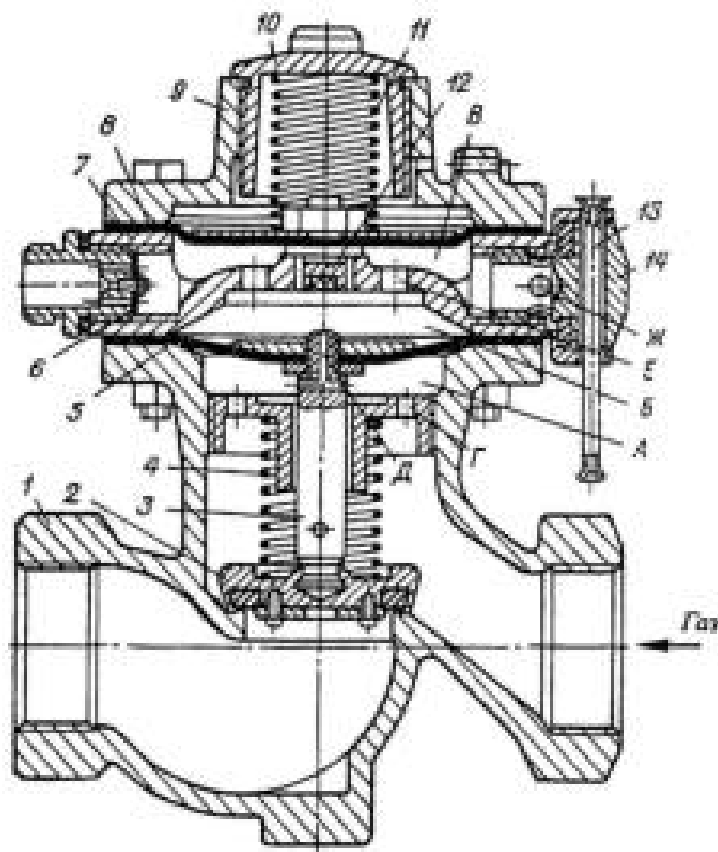


Рис. 3.17. Предохранительный клапан-отсекатель ПКО-40М:
 1 — корпус; 2 — плунжер; 3 — шток; 4, 11 — пружины;
 5, 8 — мембраны; 6 — клапан; 7 — кольцо; 9 — крышка;
 10 — стакан; 12, 14 — пробка; 13 — ручка

Верхняя мембрана и пробка отжимаются вниз настроечной пружиной 11.

Когда плунжер 2 прижат к седлу и проход газа отсутствует, входное давление газа поддерживается в камерах А, Б и В, так как камеры соединены между собой отверстиями Г, Д и Е.

Для того чтобы клапан открылся, с помощью ручки 13 отворачивают пробку 14, через отверстие Ж камера В соединяется с атмосферой. Так как площадь каждого из отверстий Е и Ж намного больше площади отверстия сопла Д, то давление в камерах Б и В падает и нижняя мембрана 5 под действием входного давления поднимается вверх до тех пор, пока сопло Д не упрется в резиновую пробку 12. Вместе с мембраной 5 поднимаются вверх шток 3 и плунжер 2, открывая проход газа. При этом сопло Д оказывается перекрытым, камеры Б и В разобщены с входной полостью клапана.

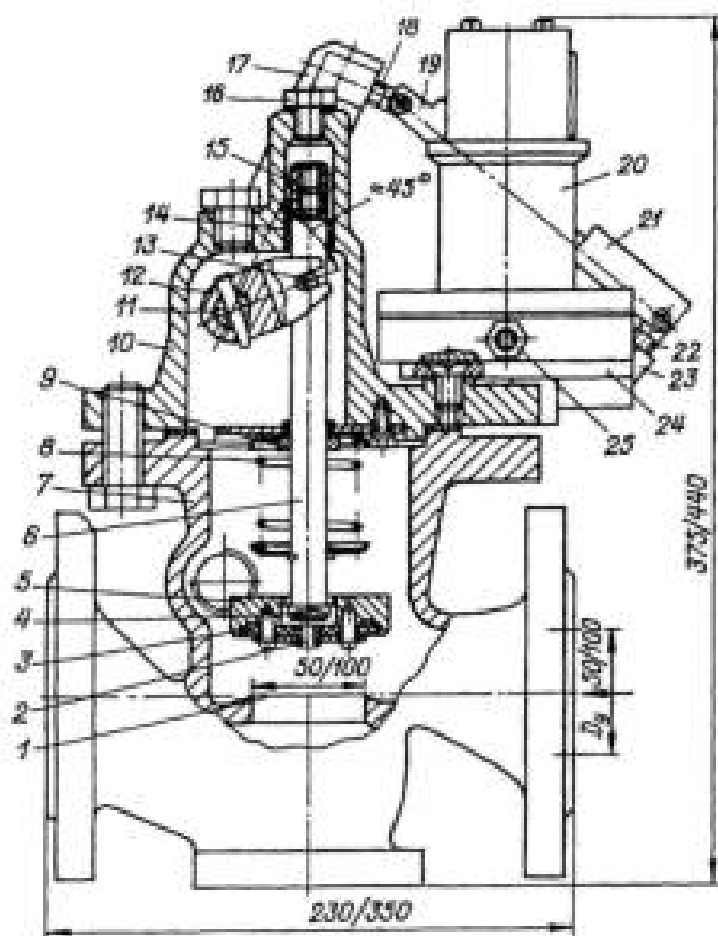
Через открытый клапан *б* в камеру *В* поступает импульс выходного давления в газопроводе, и после ввертывания пробки *14* на место в камере *В* устанавливается такое же давление, что и в контролируемой точке газопровода.

На срабатывание при заданном выходном давлении после регулятора клапан настраивают пружиной *11* с помощью стакана *10*. При повышении давления газа в камере *В* выше заданного усилие, действующее на мембрану *8* снизу, преодолевает малые сжатия пружины и мембрана поднимается вверх, открывая сопло *Д*. Камера *Б* через отверстия *Г* и *Д* соединяется с входным патрубком корпуса, давление по обе стороны мембраны выравнивается и плунжер *2* перекрывает проход газа к регулятору.

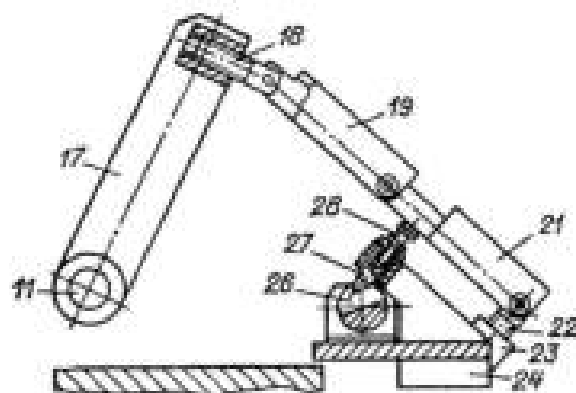
Основные конструктивные особенности клапанов КПН и КПВ (рис. 3.18) — наличие командного прибора *20*, использование усилия пружины *8* для прижатия запорного плунжера к седлу, применение оригинальной системы передачи импульса движения от мембраны командного прибора к запорному плунжеру клапана.

В корпусе *7* вентильного типа расположено седло *1*, которое при срабатывании клапана перекрывается плунжером *5* с мягкой уплотнительной прокладкой *3*. Плунжер *5*, свободно подвешенный на головке *4* штока *б*, имеет в центре отверстие *2*, которое совместно с головкой *4* выполняет функции перепускного клапана. Если клапан сработал и плунжер *5* прижат к седлу, то при высоком входном давлении требуется большая сила для преодоления усилия пружины *8* и давления газа на плунжер сверху. Поэтому поднимают шток, открывая перепускное отверстие *2*, через которое газ заполняет газопровод после клапана КПН (КПВ). Давление под и над плунжером выравнивается, и создаются условия для подъема плунжера в крайнее верхнее положение. Шток *б* перемещается в двух направляющих втулках *9* и *14* и с помощью штифта *13* соединяется с вильчатым рычагом *12*, закрепленным на валу *11*. Для контроля и точного расположения штифта перпендикулярно к продольной оси клапана служит шлиц *15* на верхнем торце штока, доступ к которому открывается при вывертывании пробки *16*. На конце вала *11*, выходящего через сальник в стенке головки *10* клапана наружу, укреплен рычаг *17*, в который ввернута проушина *18*. С проушиной соединен двухзвенный складывающийся рычаг *19*, нижнее звено *21* которого соединено с проушиной *22*, ввернутой во втулку *23* кронштейна *24*, закрепленного на головке *10* клапана.

Если оси обоих звеньев рычага *19* и *21* находятся на одной линии, то шток и плунжер клапана находятся в верхнем положении, и толкатель *27*, головка *28* которого касается рычага *21*, отжат вниз.



a



b

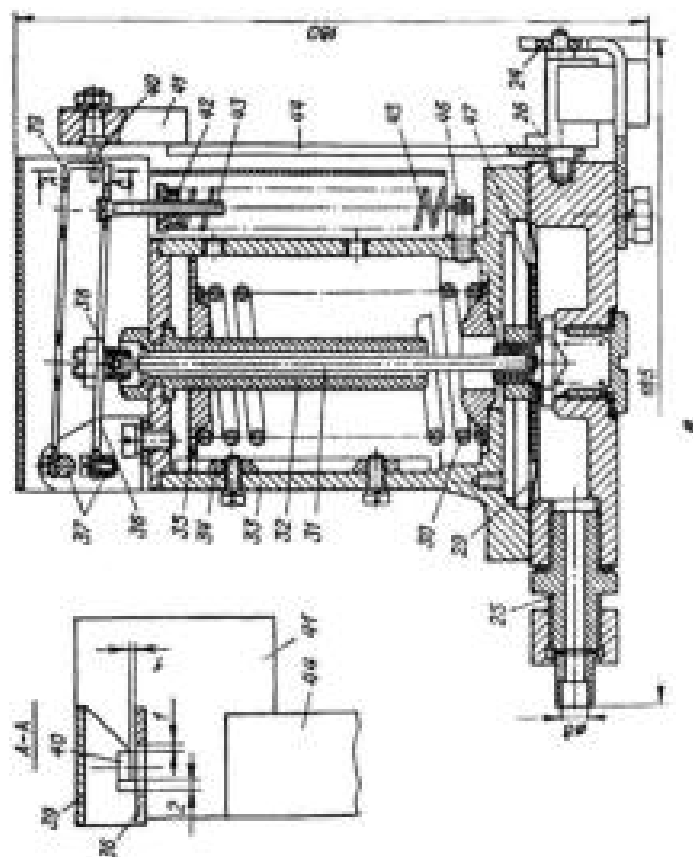


Рис. 3.18. Предохранительный запорный клапан КПН (КПВ):

а — корпус; б — рычаг; в — головка; г — командный прибор;

1 — седло; 2 — отверстие; 3 — прокладка; 4, 10, 28, 41 — головка; 5 — плунжер; 6, 31 — шток; 7 — корпус; 8, 30, 45 — пружины; 9, 14, 23 — втулки; 11 — вал; 12 — рычаг; 13, 40 — штифт; 15 — шлиц; 16 — пробка; 17 — рычаг; 18, 36, 39 — рычаг; 20 — командный прибор; 19, 21 — рычаг; 18, 22 — пружины; 24 — кронштейн; 25 — шпундер; 26, 37 — ось; 27 — толкатель; 29 — мембрана; 32 — стойка; 33 — крышка; 34 — направляющие; 35, 42 — шайба; 38, 43 — винт; 44 — ручка; 46 — шпилька; 47 — кольцо

Подмембранное пространство командного прибора 20 через штуцер 25 и импульсную трубку соединяется с контролируемой точкой газопровода после регулятора. В крышке 33 командного прибора установлена шайба 35, которая при вращении стойки 32 изменяет сжатие пружины 30, предназначенной для настройки на срабатывание при повышении давления. Вертикальное перемещение шайбы 35 обеспечивается направляющими 34. На шпильке 46 закреплен конец пружины 45 для настройки клапана на срабатывание при понижении давления. Натяжные пружины регулируются шайбой 42 при вращении винта 43.

В верхней части командного прибора имеются два рычага 36 и 39, вращающиеся с осями 37, закрепленными на кронштейне. Оба рычага через подпружиненный винт 38 связаны с головкой штока 31.

В командном приборе клапана КПВ пружину 30 заменяют более сильной пружиной, а для уменьшения эффективной площади мембраны 29 между мембраной и крышкой 33 устанавливают дополнительное кольцо 47.

Для включения клапана усилитель командного прибора устанавливают в вертикальное положение. Усилитель имеет форму флажка, ручка 44 которого насажена на ось 26, головка 41 имеет плоский штифт 40. Перед настройкой командного прибора при отсутствии давления в подмембранной полости винтом 38 регулируют положение рычагов так, чтобы прорезь в загнутом вниз конце верхнего рычага 39 находила на штифт 40 усилителя. Настройку командного прибора производят на срабатывание сначала по нижнему, а затем по верхнему пределу давления.

3.6. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ СБРОСНЫЕ УСТРОЙСТВА

В работе газораспределительных систем возможны неаварийные рабочие ситуации, когда резко изменяется потребление газа, что ведет к увеличению давления в контролируемой точке. Кратковременный подъем давления может быть также связан с увеличением давления до регулятора и из-за неплотного перекрытия прохода запорным органом регулятора.

Если это увеличение давления превысит определенный рубеж, то сработает предохранительный запорный клапан. Подача газа потребителям прекратится с соответствующими нарушениями технологического режима объекта.

Для предотвращения срабатывания предохранительного запорного клапана при отсутствии аварийной ситуации и незапланированного прекращения подачи газа потребителям в газорегуляторных

пунктах и установках предусматриваются предохранительные сбросные устройства. Предохранительные сбросные устройства настраиваются на открытие при давлении в контролируемой точке, несколько меньшем того, на которое настраивается предохранительный запорный клапан.

По конструкции предохранительные сбросные устройства (ПСУ) делятся на пружинные, мембранные и жидкостные.

На рис. 3.19 показан пружинный сбросной клапан ПСК-50 (без ребер). В чугунном корпусе 1 в верхней части имеется патрубок для сброса газа в атмосферу. Нижняя часть патрубка представляет собой седло, перекрываемое золотником 3 с уплотняющей резиновой прокладкой 2. Золотник снизу соединен с мембраной 5 и тарелкой 4. С контролируемой точкой газопровода клапан сообщается через боковой патрубок. При повышении давления газа перед клапаном сверх заданного значения, которое определяетсяжатием пружины 8, расположенной в крышке 7, мембрана вместе с клапаном опускается вниз, открывая проход газа в атмосферу. При уменьшении давления клапан под действием пружины вновь перекрывает седло, прекращая сброс газа. Изменение жатия пружины осуществляется вращением регулировочного винта 10 в опорной шайбе 9.

В зависимости от заданного давления газа, при котором должно осуществляться срабатывание, клапан комплектуется соответствующими пружинами 8, тарелками 4 и дисками 6.

На газопроводах среднего и высокого давления используются сбросные предохранительные полноподъемные клапаны с рычагом для контрольной продувки типа СППК4Р (рис. 3.20).

Давление газа из контролируемой точки газопровода воздействует в корпусе 1 клапана под золотник 2. Давлению газа противодействует усилие пружины, передаваемое через опорную шайбу 5 и шток 6. Натяжение пружины регулируют винтом 7. Превышение давления газа сверх заданного значения вызывает жатие пружины, подъем золотника и удаление части газа через сбросной трубопровод, присоединяемый к патрубку 9. Ограничителем подъема золотника служит специальная гайка 3, ввинченная в золотник. Кулачковый механизм 8 позволяет производить контрольную продувку клапана. Поворотом рычага усилие через валик, кулачок и направляющую втулку передается на шток 6. При подъеме штока и золотника осуществляется продувка.

Клапаны 17с11нж (рис. 3.21) выпускают с различными пружинами. При превышении заданного давления, которое соответствует усилию пружины 7, передаваемому через шток 5 на золотник 8,

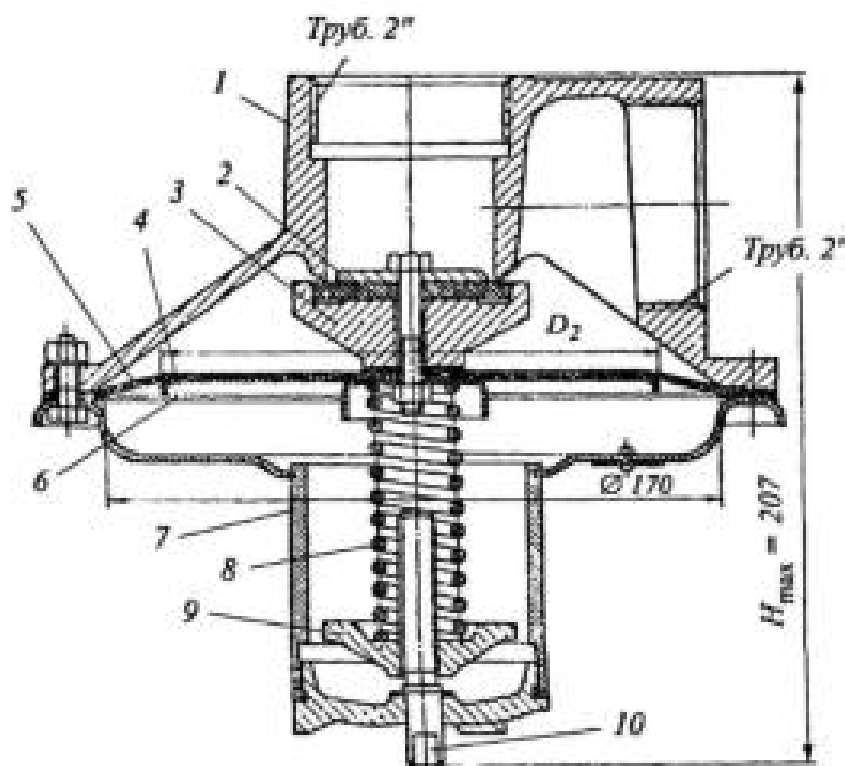


Рис. 3.19. Сбросной клапан ПСК-50 без ребер:
 1 — корпус; 2 — прокладка; 3 — золотник; 4 — тарелка;
 5 — мембрана; 6 — диск; 7 — крышка; 8 — пружина;
 9 — опорная шайба; 10 — регулировочный винт

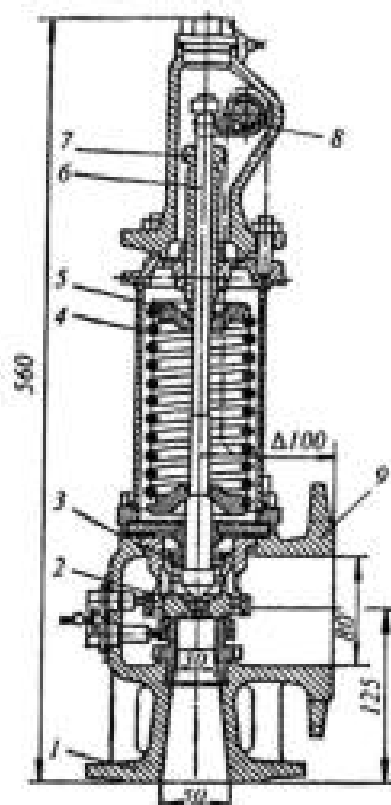


Рис. 3.20. Сбросной клапан СПК4Р:
1 — корпус; 2 — золотник; 3 — гайка;
4 — пружина; 5 — шайба;
6 — шток; 7 — винт; 8 — кулачковый
механизм; 9 — патрубок

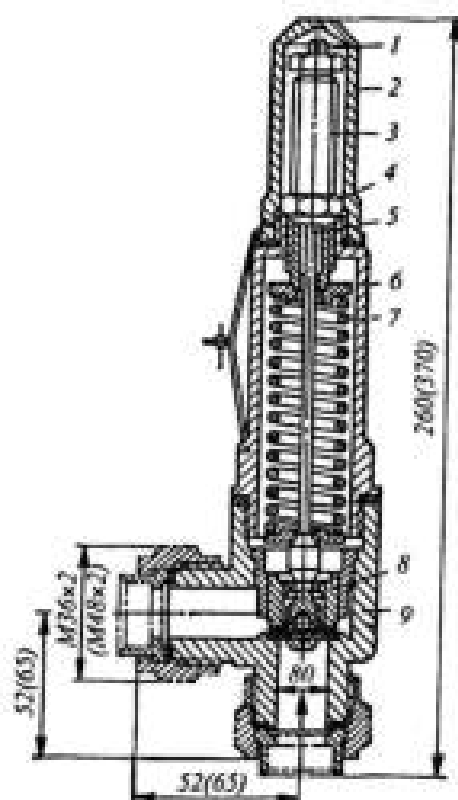


Рис. 3.21. Сбросной клапан 17с11кs:
1 — отверстие для ручки; 2 — колпак;
3 — болт; 4 — гайка; 5 — шток;
6 — нажимная гайка; 7 — пружина;
8 — золотник; 9 — корпус

золотник поднимается, и часть газа сбрасывается в атмосферу. Пружина расположена в стакане 6, соединенном с корпусом 9 на резьбе. Сжатие пружины регулируют при снятом колпаке 2 болтом 3, положение которого фиксируется гайкой 4. Продувка осуществляется подъемом штока 5, в верхней части которого имеется отверстие 1 для ручки.

Предохранительный сбросной мембранный малоподъемный клапан ПСК-50 (с направляющими ребрами — рис. 3.22) в верхней части чугунного корпуса 1 имеет вертикальный патрубок с внутренней резьбой для присоединения сбросного трубопровода. Нижняя часть патрубка представляет собой седло, перекрываемое тарельчатым плунжером 3 с уплотняющей резиновой прокладкой 2. Плунжер снизу соединен с мембраной 5 и тарелкой 4. С контролируемой точкой газопровода клапан сообщается через боковой патрубок. При по-

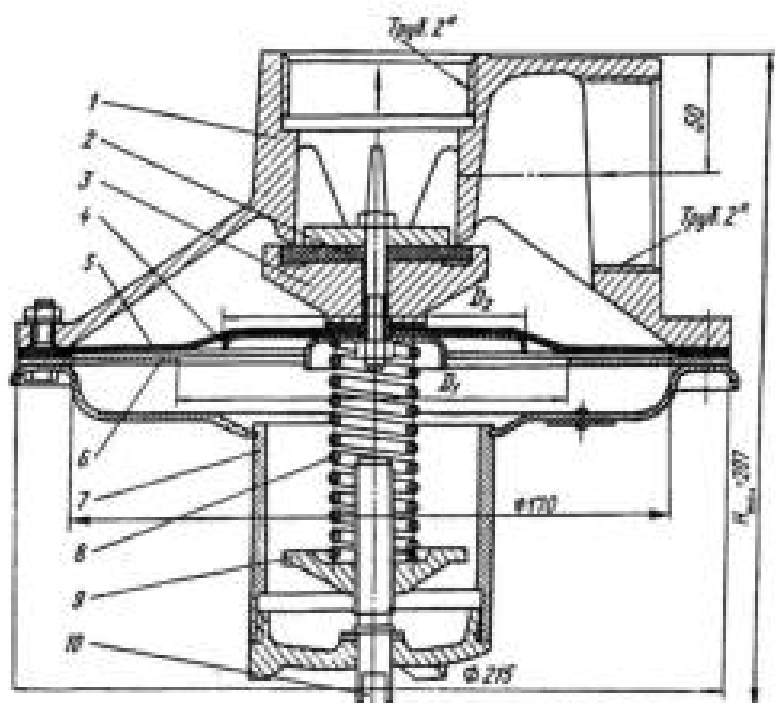


Рис. 3.22. Сбросной клапан ПСК-50 с направляющими ребрами:
1 — корпус; 2 — прокладка; 3 — плунжер; 4 — тарелка;
5 — мембрана; 6 — обжимной диск; 7 — крышка; 8 — пружина;
9 — шайба опорная; 10 — регулировочный винт

вышении давления газа в газопроводе сверх заданного давления, которое определяется сжатием пружины 8, расположенной в крышке 7, мембрана 5 вместе с плунжером опускается вниз, открывая проход газа в атмосферу через верхний патрубок 1. При уменьшении давления плунжер под действием пружины вновь перекрывает седло, прекращая сброс газа. Изменение сжатия пружины осуществляют за счет вертикального перемещения опорной шайбы 9 по резьбе регулировочного винта 10 при вращении винта. В зависимости от заданного давления срабатывания клапан комплектуют соответствующими пружинами 8, дисками 6 и тарелками 4.

Предохранительный мембранный малоподъемный сбросной клапан П-117 (рис. 3.23) применяется при комплектовании шкафных ГРП типа ШРУ. Контролируемый участок газопровода соединяют с входным патрубком 2 клапана. Седло нормально закрыто плунжером 4. Между фланцами корпуса 3 и стакана 9 зажата по периферии эластичная мембрана 5, на которую сверху опирается диск 6, прижимаемый к мембране втулкой 7. Стакан 9 закрыт крышкой 15 с уплотнительной втулкой 16, через которую проходит

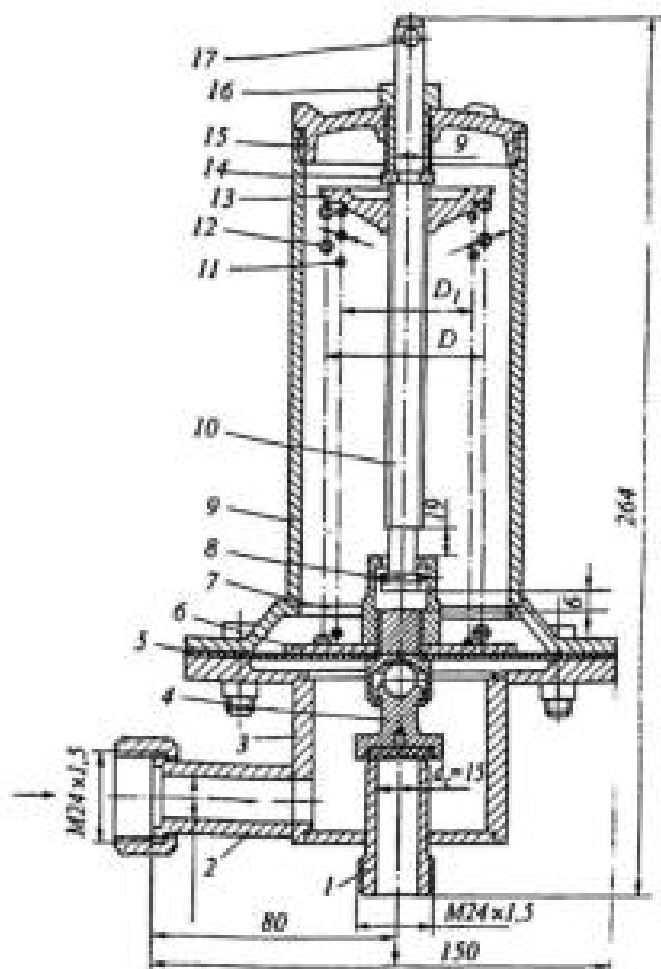


Рис. 3.23. Сбросной клапан П-117:

- 1 — выходной патрубок; 2 — патрубок входной; 3 — корпус;
4 — плунжер; 5 — мембрана; 6 — диск; 7, 16 — втулка;
8 — кольцо разрезное; 9 — стакан; 10 — шток; 11, 12 — пружина;
13, 14 — шайба; 15 — крышка; 17 — отверстие

шток 10. При вращении штока с помощью ручки, вставляемой в отверстие 17, по резьбе штока вертикально перемещается нажимная шайба 13, изменяя сжатие пружины 12 или 11. Сжатие пружин, опирающихся внизу на диск 6, определяет давление газа под мембраной 5, при котором начинаются подъем плунжера и сброс газа в атмосферу через выходной патрубок 1, соединяемый со сбросным трубопроводом. Плотная посадка плунжера на седло обеспечивается шарнирным соединением плунжера с втулкой 7 и свободным соединением этой втулки со штоком (разрезное кольцо 8). Перемещение

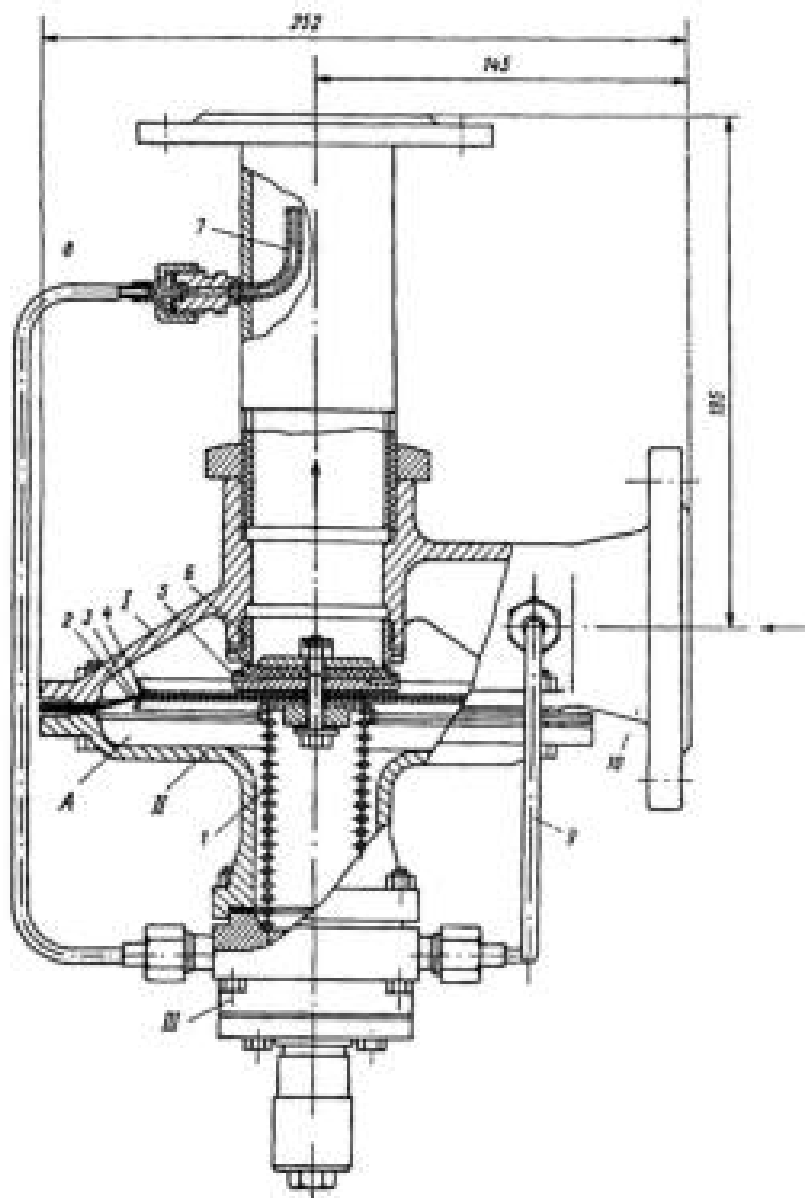
штока вверх ограничено упорной шайбой 14. Для принудительного открытия клапана и контрольной продувки необходимо вывернуть на 10 мм втулку 16 и за ручку, вставленную в отверстие 17, поднять шток 10 вверх. После продувки втулку 16 вворачивают в крышку 15 до упора.

Предохранительный сбросной полноподъемный клапан ПСПК-50 (рис. 3.24) состоит из трех основных узлов: корпуса I, крышки II и реле III. Между фланцами корпуса и крышки зажата по периметру эластичная мембрана 2. Плунжер 5 с мягкой прокладкой соединен двумя дисками 3 и 4 с центральной частью мембраны 2. Контролируемый участок газопровода соединяют с входным патрубком 10 клапана. Если контролируемое давление газа в надмембранной полости корпуса не превышает заданного, то плунжер 5 плотно прижат к седлу 6 пружиной 1 и сброс газа отсутствует. При этом давление газа под мембраной равно давлению газа над ней, так как внутренняя полость крышки II соединена с входным патрубком корпуса 10 через импульсную трубку 9, входной штуцер реле III, сверление 13, надмембранную полость Б, открытое нижнее седло 24 и сверление 12.

Настройку клапана на срабатывание производят изменением сжатия пружины 22 через коническую шайбу 23 при навертывании колпачка 21.

При повышении давления газа выше заданного в надмембранной полости Б мембрана 16 реле III, преодолевая усилие сжатой пружины 22, опускается вниз. Вместе с мембраной 16 опускается золотник 15, отжимаемый пружиной 25. При этом нижнее седло 24 реле открывается, и газ из полости А через сверление 12, верхнее седло 14, выходной штуцер 26 и трубку 8 сбрасывается в выходной патрубок 7 корпуса, а из него в атмосферу. Давление в полости А понижается до атмосферного, и мембрана 2 вместе с плунжером 5 под давлением газа во входном патрубке 10, преодолевающим усилие пружины 1, опускается вниз до упора отбортовки диска 3 в стену крышки. Избытки газа из газопровода через открытое седло корпуса и выходной патрубок 7 сбрасываются в атмосферу.

После снижения давления газа в газопроводе до близкого к заданному мембрана 16 реле под действием пружины 22 поднимается, перемещая вверх золотник 15. Плотность прижатия золотника к верхнему седлу 14 достигается соответствующим усилием пружины 19, сжатие которой регулируется колпачком 20. Пружина 19 передает усилие золотнику через шток 18, имеющий свободный ход во втулке 17. Полость А отсоединяется от трубки 8, соединяющей ее с атмосферой, и через открывшееся нижнее седло 24 вновь заполняется газом с давлением, равным входному. Давление над и под



а

Рис. 3.24. Обросной клапан ПСПК-50:

а — общий вид;

- 1, 19, 22, 25 — пружины; 2 — мембрана; 3, 4 — диски; 5 — плунжер;
 6, 14, 24 — седло; 7 — выходной патрубок; 8 — трубка;
 9 — импульсная трубка; 10 — входной патрубок;
 11 — патрубок импульсного трубопровода; 12, 13 — сверление;
 15 — золотник; 16 — мембрана; 17 — втулка; 18 — шток;
 20, 21 — колпачок; 23 — шайба; 26 — штуцер

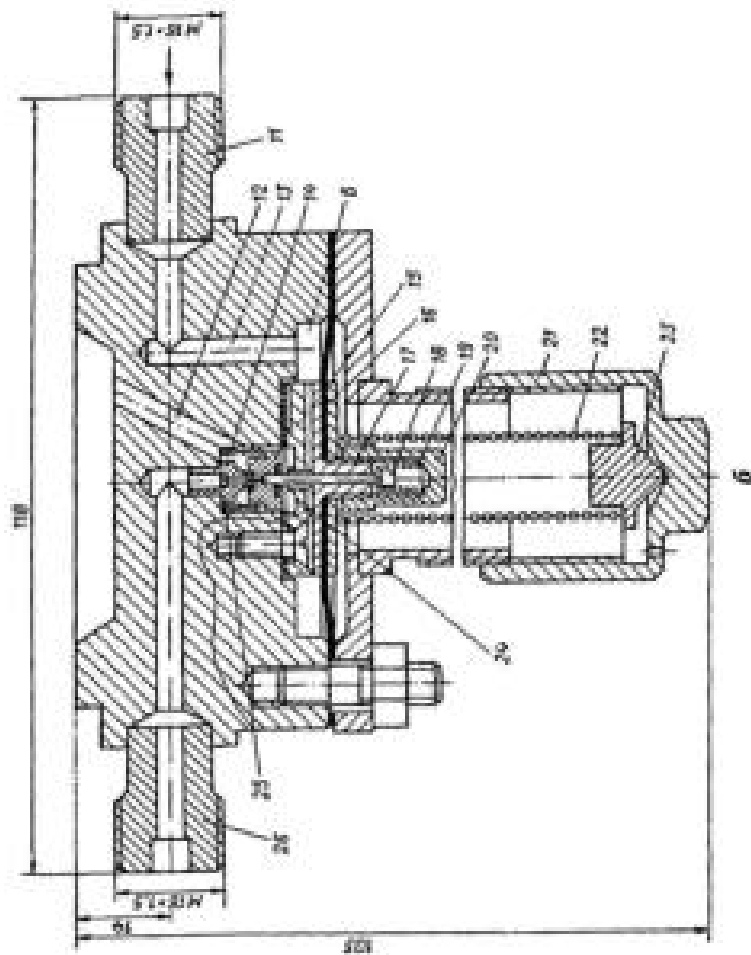


Рис. 3.24. Сбросной клапан ПСПК-50:

б — реле;

1, 19, 22, 25 — пружины; 2 — мембрана; 3, 4 — диски; 5 — плунжер; 6, 14, 24 — седло; 7 — выходной патрубок; 8 — трубка; 9 — импульсная трубка; 10 — входной патрубок; 11 — патрубок импульсного трубопровода; 12, 13 — сверления; 15 — золотник; 16 — мембрана; 17 — втулка; 18 — колпачок; 20, 21 — колпачок; 23 — шайба; 26 — штуцер

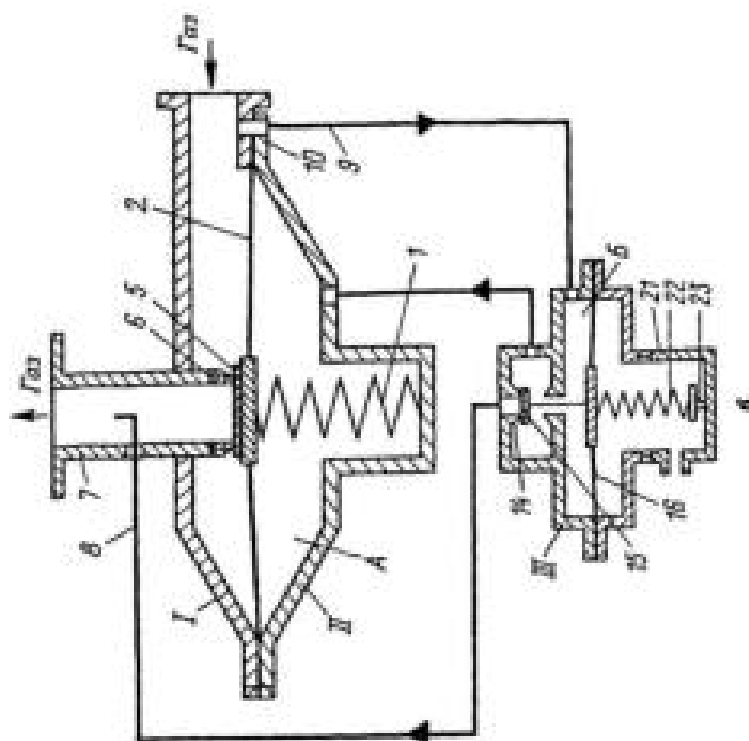


Рис. 3.24. Обратный клапан ПСПК-50:

а — схема работы;

1, 19, 22, 25 — пружины; 2 — мембрана; 3, 4 — диски; 5 — палец; 6, 14, 24 — седло; 7 — выходной патрубок;
8 — трубка; 9 — импульсная трубка; 10 — входной патрубок; 11 — патрубок импульсного трубопровода;
12, 13 — сальники; 15 — золотник; 16 — мембрана; 17 — втулка; 18 — шток; 20, 21 — колпачок; 23 — шайба; 26 — штифтер

мембраной 2 выравнивается, и она под действием пружины 1 поднимается вверх, плунжер 5 садится на седло 6. Сброс газа в атмосферу прекращается.

3.7. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЕНТИЛИ И КЛАПАНЫ

В связи с внедрением автоматики получили распространение электромагнитные ventили и клапаны, которые используются не только в качестве предохранительных отсечных, но и запорных устройств перед горелками, заменяя ими краны и задвижки. В системах автоматики электромагнитные запорные устройства используются и для ступенчатого регулирования расхода газа по мере изменения потребности агрегата в теплоте.

Вентиль мембранный с электромагнитным приводом (СВМГ) предназначен для установки на газопроводах (рис. 3.25). Запорный механизм ventиля состоит из основного 2 и разгрузочного 5 золотников с уплотнениями из масло-бензо-морозостойкой резины 3, тарельчатой шайбы 4, мембраны 6 и диска 7, скрепленных накидной гайкой 8. Электромагнитный привод имеет катушку 12, расположенную в кожухе 11, сердечник 13, трубку 14 и крышку 15 корпуса 1. Вентиль имеет ручной дублер, с помощью которого можно открыть проход газа вручную. Дублер состоит из винта 17, который можно передвигать на резьбе в штуцере 18, имеющем сальниковое устройство. Дублер в исходном состоянии закрыт колпачком 16. При отсутствии напряжения на клеммах электромагнита основной золотник прижимается к седлу. Газ через щель между тарельчатой шайбой 4 и золотником 2, а затем через отверстия к накидной гайке 8 поступает в надмембранную полость, выравнивая давление над и под мембраной. Включение тока вызывает движение сердечника 13 вверх. Сначала выбирается зазор основного золотника 2, а затем приподнимается разгрузочный золотник 5. Открывается доступ к разгрузочным отверстиям хвостовика R в основном золотнике, через которые газ проходит под запорный клапан ventиля. Уменьшение перепада давления газа над и под основным золотником 2 позволяет сердечнику поднять его за накидную гайку 8 до упора 10. Газ при подъеме мембраны 6 из надмембранной полости через отверстия хвостовика R сбрасывается в рабочую полость ventиля.

Если подача тока к электромагниту прекращается, то основной и разгрузочный золотники опускаются и садятся на седла. Разгрузочный золотник перекрывает отверстие в хвостовике основного золотника, сброс газа в рабочую полость прекращается, надмембранная

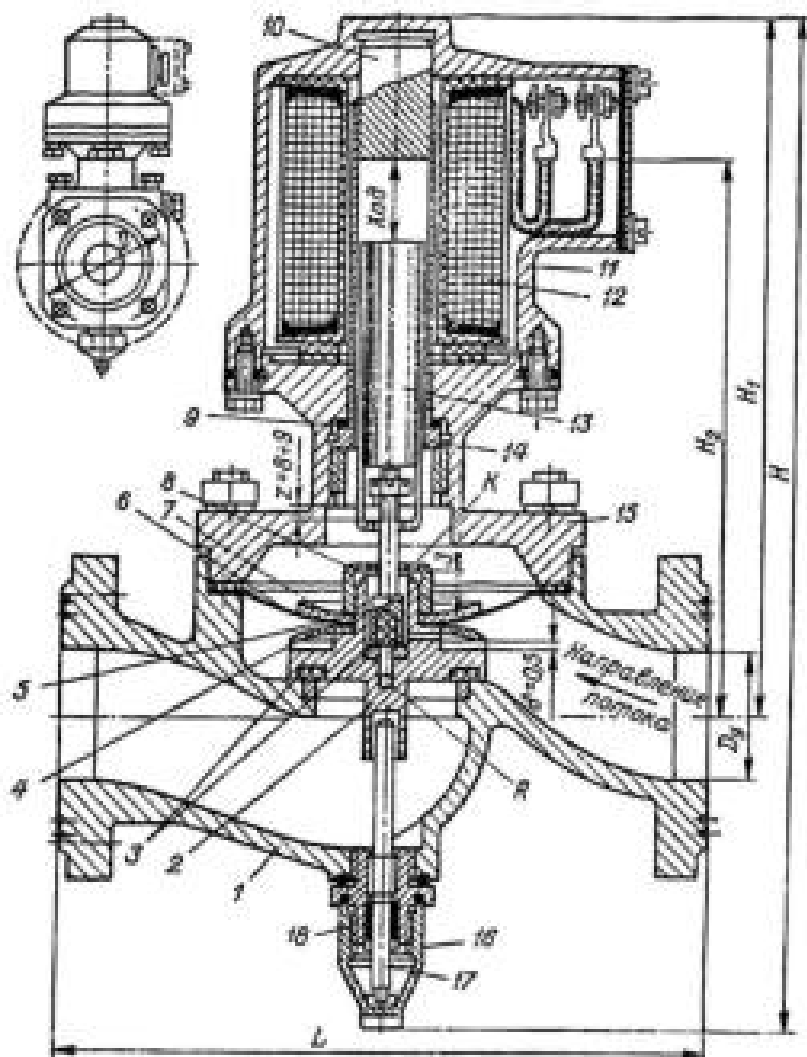


Рис. 3.25. Вентиль электромагнитный СВМГ:

- 1 — корпус; 2 — основной золотник; 3 — маслбензостойкая резина; 4 — тарельчатая шайба; 5 — разгрузочный золотник; 6 — мембрана; 7 — диск; 8 — гайка; 9 — сальник; 10 — упор; 11 — кожух; 12 — катушка; 13 — сердечник; 14 — трубка; 15 — крышка; 16 — колпачок; 17 — винт; 18 — штуцер

полость вновь заполняется газом, и в ней создается давление, равное давлению под мембраной. Рабочее давление прижимает золотник к седлу корпуса.

Вентиль ВВД-80 (рис. 3.26) используется в системах комплексной автоматики АГОК-66 (сигнал) и состоит из корпуса 1 с направляющим стаканом 5, на котором с помощью стоек крепится электромагнит 6, заключенный в защитный кожух 7. Для предотвращения

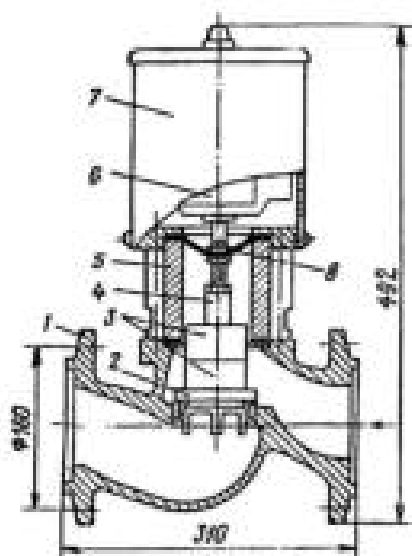


Рис. 3.26. Вентиль электромагнитный ВЭД-80:

1 — корпус; 2 — клапан; 3 — груз; 4 — шпindel; 5 — направляющий стакан; 6 — электромагнит; 7 — кожух; 8 — мембрана

попадания газа под кожух он отделен от корпуса мембраной 8. Якорь электромагнита соединен со шпинделем 4, на котором закреплены клапан 2 и грузы 3.

При наличии тока в обмотке электромагнита якорь втянут в катушку и клапан открыт. В случае срабатывания датчиков автоматики безопасности цепь питания электромагнита разрывается, клапан под действием груза опускается и перекрывает проход газа к горелкам. Закрытый клапан прижимается к седлу грузом и давлением газа.

Клапаны газовые электромагнитные типа КГ предназначены для дистанционного или автоматического включения и отключения газовых горелок, а при параллельной установке на двух линиях — для ступенчатого регулирования расхода газа.

Между корпусом 1 клапана и крышкой 2 зажата мембрана 3. В центральной части мембраны расположен однотарелчатый золотник 4, состоящий из верхнего диска и нижней мягкой прокладки (рис. 3.27). Газ входного давления из полости А через сверления 20 и 15 поступает в полость Б, из которой по отверстиям 9 и 8 перетекает в надмембранное пространство В. Если из полости В нет сброса газа, то давление в нем и под мембраной (полость А) одинаково. Под действием веса золотника и усилия пружины 5 обеспечивается герметичность перекрытия прохода газа. При подаче тока на электромагнит 10 в него втягивается сердечник 11, который через серую 12 и соединительное устройство 13 поднимает золотник 17. Газ из надмембран-

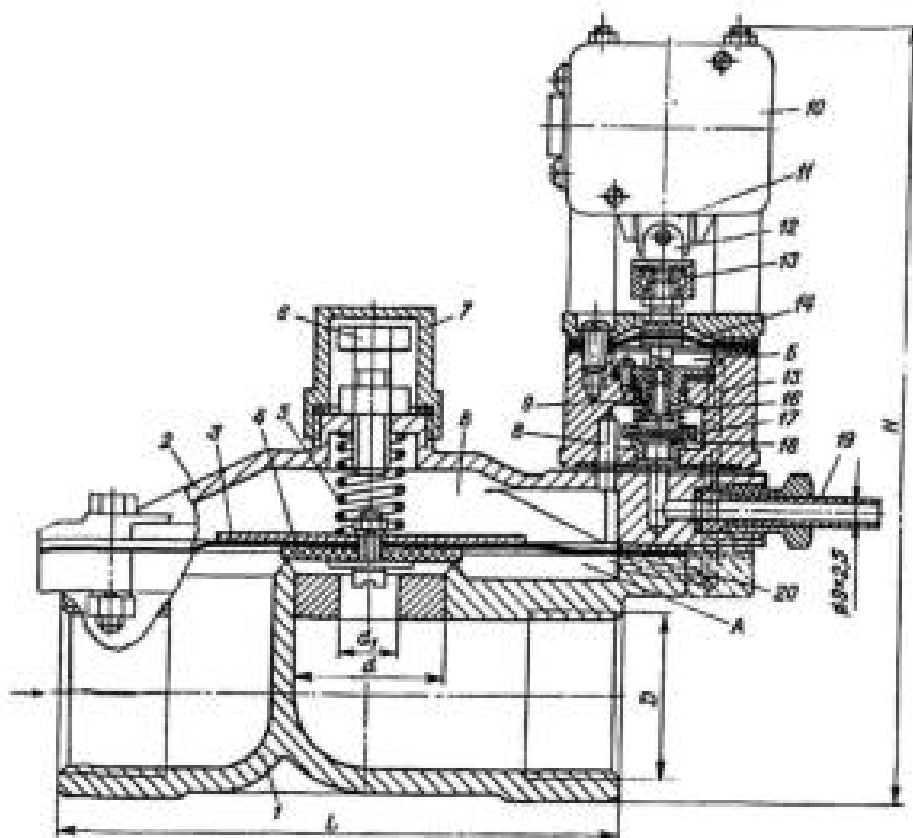


Рис. 3.27. Клапан электромагнитный КГ:

- 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — мембрана; 4 — золотник; 5, 16 — пружина;
 6 — регулировочный болт; 7 — крышка; 8, 9 — отверстие;
 10 — электромагнит; 11 — сердечник; 12 — серва;
 13 — соединительное устройство; 14 — мембрана; 15 — сверление;
 17 — золотник; 18 — седло; 19 — штуцер; 20 — сверление

ной полости *В* через отверстие *8* открытое седло *18* и штуцер *19* сбрасывается в газопровод за клапаном, к запальнику или в топку. Давление в надмембранной полости *В* становится близким к атмосферному, мембрана *3* и вместе с ней золотник *4* под действием входного давления поднимаются и открывается проход газа к горелке. Ход клапана может изменяться с помощью регулировочного болта *6*, расположенного в крышке *7*. При отключении тока золотник *17* электромагнита *10* под действием веса движущихся частей и пружины *16* опускается, выход газа из надмембранной полости перекрывается и полость заполняется газом. Давление над мембраной *3* и под ней выравнивается, золотник *4* под действием пружины *5* прекращает доступ газа к горелке. Соединительное устройство *13* позволяет регулировать ход золотника *17*. Для исключения утечки

газа в атмосферу из клапанного устройства электромагнита установлена мембрана 14.

Блок питания газовый (БПГ) обеспечивает подачу, перекрытие, поступление газа, наступенчатое регулирование расхода, а также включение или отключение газового запальника.

Корпус 9 блока (рис. 3.28) имеет два отверстия с седлами, перекрываемыми клапанами большого 7 и малого 10 горения, которые поднимаются в основной полости крышки 6. В дополнительной полости правой части крышки расположен клапан 11 запальника. Все три клапана с помощью штоков 5 соединены с сердечниками электромагнитов и прижимаются к седлам пружинами 3. Для предотвращения проникновения газа из основной и дополнительной полостей крышки в коробку 14, где расположены электромагниты, служат мембраны 4.

В исходном положении (электромагниты обесточены) все клапаны закрыты, газ к основной горелке и запальнику не подается.

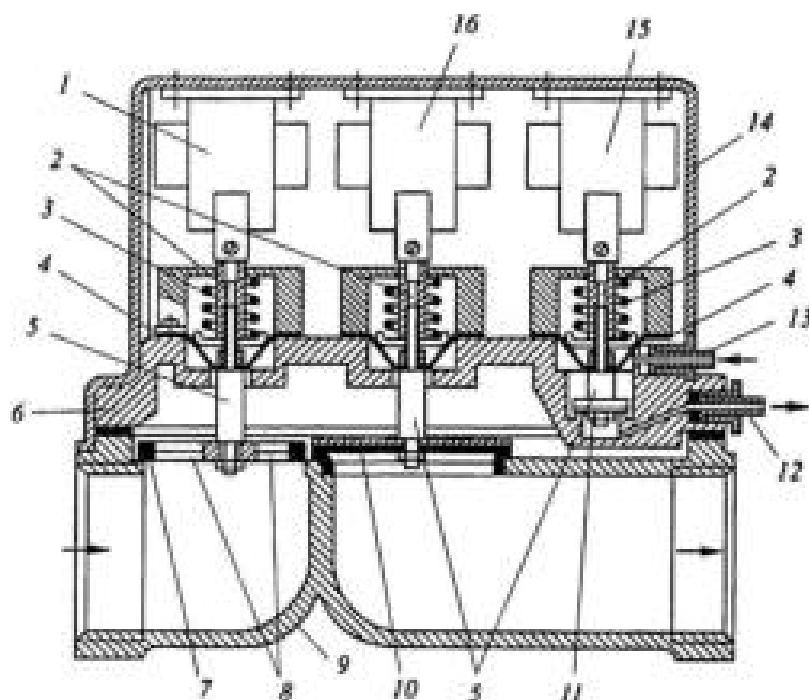


Рис. 3.28. Блок питания газовый БПГ:

- 1 — электромагнит; 2 — соединительный узел; 3 — пружина;
- 4 — мембрана; 5 — шток; 6 — крышка; 7 — клапан большого горения;
- 8 — отверстие в клапане; 9 — корпус; 10 — клапан малого горения;
- 11 — клапан запальника; 12, 13 — штуцер; 14 — коробка;
- 15, 16 — электромагнит

При этом газ с входным давлением, поступающий через отверстия 8 в клапане большого горения из корпуса в основную полость крышки, дополнительно поджимает клапан малого горения 10 к седлу, повышая его герметичность.

Газ к клапану запальника подается через штуцер 13. При подаче тока на электромагнит 15 в него втягивается сердечник, поднимается клапан 11 и газ поступает к запальному устройству через штуцер 12. Доступ газа к основной горелке для работы ее на малом режиме открывается при подаче тока на электромагнит 16 и подъеме клапана 10. Расход газа в этом случае зависит от диаметра отверстий 8 в клапане 7. Для перевода основной горелки на номинальный режим подается ток на электромагнит 1 и открывается клапан большого горения 7. Ход каждого клапана регулируют вращением соединительного узла 2 после отсоединения от тяги электромагнита.

Электромагнитный клапан ЭМК-15 предназначен для автоматического прекращения подачи газа к горелке при погасании контролируемого факела. Клапан изготавливается в двух модификациях — ЭМК-2 и ЭМК-3.

В корпусе клапана ЭМК-3-15 (рис. 3.29, а) верхнее седло 9 перекрывается золотником 7 с прокладкой 8. Плотность запираания затвора обеспечивается пружиной 6 и давлением газа. Если вручную поднять вверх пусковой рычаг 11, то нижний золотник 16 с прокладкой 17 под действием пружины 14 перекроет нижнее седло 18. Шток 12 нижнего золотника, преодолевая усилие пружины 13, поднимет золотник 7 и соединенную с ним через шток железную пластину 2 до упора с электромагнитом 4. При этом газ из входного патрубка 1 поступает в полость А и из нее через патрубок 19 к запальному устройству, не проникая в выходной патрубок 10. После зажигания запальника и разогрева его факелом хромель-копелевой термопары возникает ток. Золотник 7 удерживается в открытом положении. Затем рычаг 11 отпускают, под действием пружины 13 рычаг и нижний золотник 16 опускаются. Газ из полости А поступает в выходной патрубок 10 и через него к основной горелке, где поджигается от факела запальника. Для предотвращения утечки газа при движении штока 12 служит прокладка 15, а для уплотнения резьбовых соединений — прокладка 5.

В приливе корпуса клапана ЭМК-2-15 (рис. 3.29, б) для штуцера 19 нет отверстия для выхода газа к запальнику. Нижний клапан и пружина не устанавливаются. На штоке 12 внизу закреплена пусковая ручка 20, при нажатии на которую шток поднимает верхний клапан 7 до упора железной пластины к электромагниту и открывает

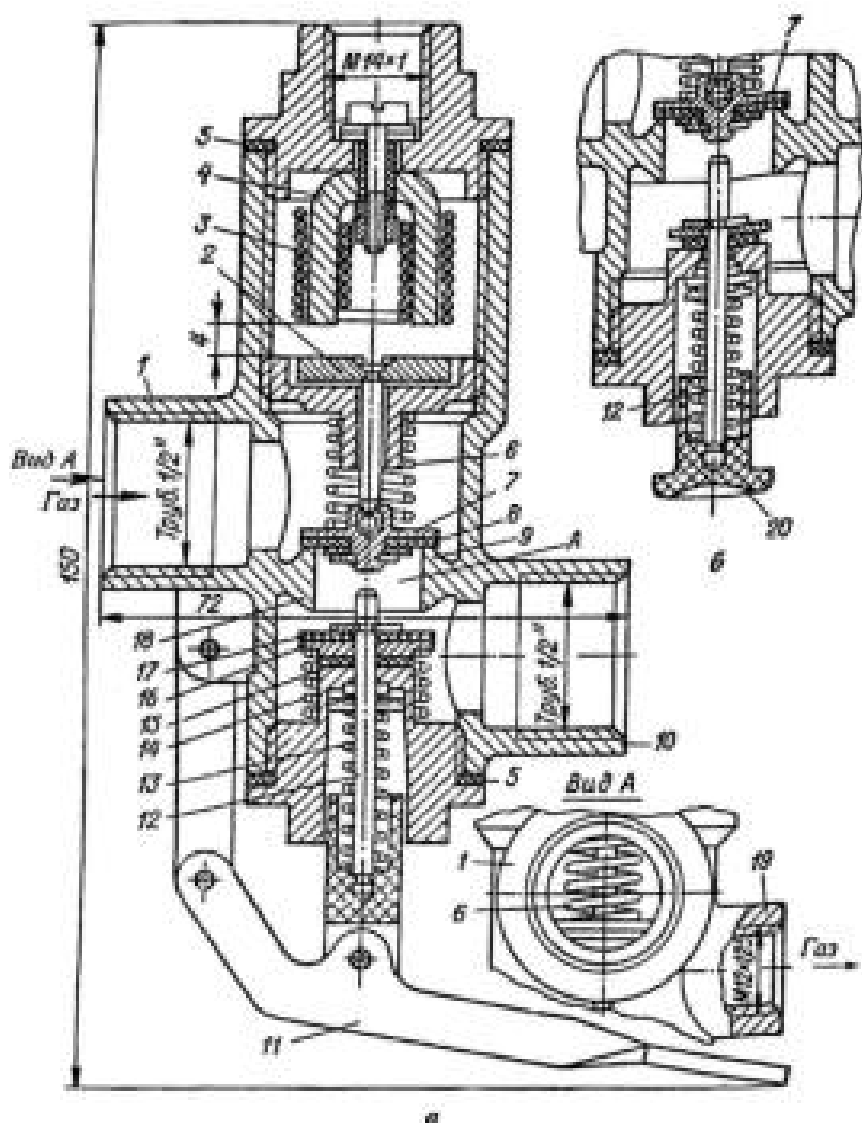


Рис. 3.29. Клапан электромагнитный ЭМК-15:

- а — ЭМК-3-15; б — ЭМК-2-15; 1 — входной патрубок;
 2 — железная пластина; 3, 6, 13, 14 — пружины; 4 — электромагнит;
 5, 8, 15, 17 — прокладки; 7 — золотник;
 9 — верхнее седло; 10 — выходной патрубок; 11 — рычаг;
 12 — шток; 16 — нижний золотник; 18 — нижнее седло; 19 — патрубок

проход газа к горелке. При нагреве термопары электромагнит удерживает клапан в открытом положении.

Клапан электромагнитный D_3 10 (рис. 3.30) предназначен для газопроводов и в системах газораспределения применяется в каче-

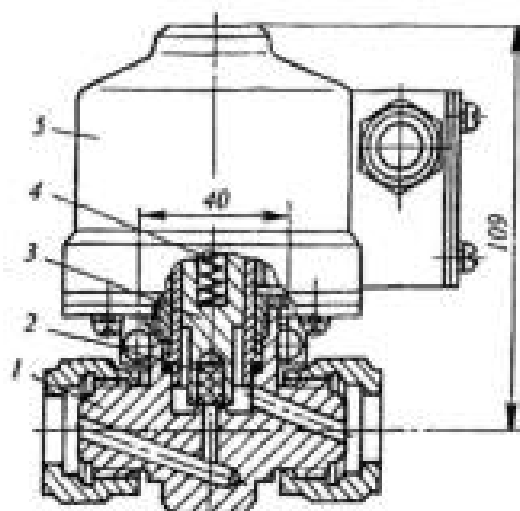


Рис. 3.30. Клапан электромагнитный D_v 10:
1 — корпус; 2 — золотник; 3 — сердечник; 4 — пружина; 5 — кожух

стве отключающего устройства перед горелками наибольшей тепловой мощности и запальниками. Электромагнит закреплен в верхней части клапана под кожухом 5. В исходном положении (электромагнит обесточен) золотник 2, закрепленный в сердечнике 3, прижимается пружиной 4 к седлу корпуса 1 — клапан закрыт. При подаче тока сердечник с золотником вытягивается в катушку электромагнита, преодолевая сопротивление пружины, — клапан открыт.

Клапаны ПКН (ПКВ) предназначены для прекращения подачи газа к потребителям при повышении или понижении давления газа сверх заданных пределов. Для расширения зоны действия клапанов ПКН (ПКВ) их комплектуют дополнительным электромагнитом. При этом клапаны ПКН (ПКВ) срабатывают не только на изменение давления, но и на другие параметры по сигналам датчиков.

Электромагнит устанавливают на специальном кронштейне 9 (рис. 3.31). До установки на кронштейн электромагнит 8 монтируют на специальной рамке 7. Затем кронштейн крепят болтами 10. К стенке рамки приварена ось, на которой свободно вращается опорная втулка молоточка 1. Запорная скоба 6, имеющая отверстия, надета на шток 4, соединенный с якорем электромагнита, и на направляющий штырь 3. При наличии напряжения на клеммах электромагнита якорь его опускается в крайнее нижнее положение и через шток 4, преодолевая сопротивление 5, опускает вниз скобу 6. В этом положении скоба находится в зацеплении со штифтом 2 молоточка 1.

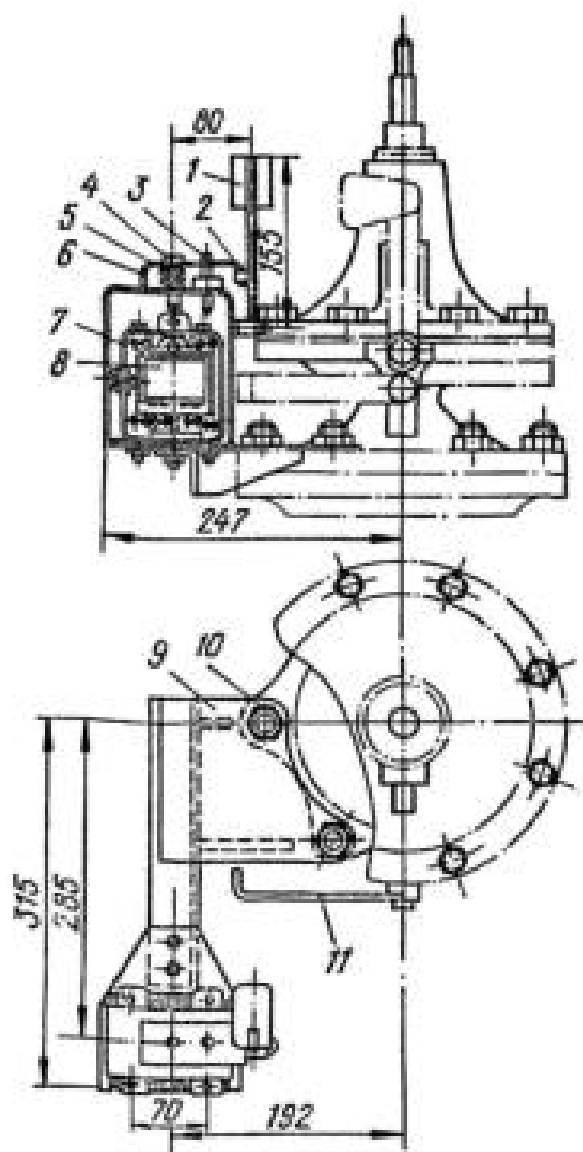


Рис. 3.31. Установка электромагнита на клапане ПКН:

- 1 — молоточек; 2 — штифт; 3 — направляющий штырь; 4 — шток;
 5 — сопротивление; 6 — запорная скоба; 7 — специальная рамка;
 8 — электромагнит; 9 — кронштейн; 10 — болты

При прекращении подачи тока скоба под действием пружины поднимается вверх и выходит из зацепления со штифом молоточка. Молоточек падает, ударяет по плечу анкерного рычага клапана ПКН (ПКВ) и освобождает удерживаемый защелками клапан, который прекращает подачу газа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Раскройте основное назначение регуляторов давления.
2. Назовите основные объекты процесса регулирования.
3. В каком случае регулятор уравновешен?
4. Опишите принцип работы статического регулятора давления.
5. Опишите принцип работы статического регулятора давления.
6. Назовите область применения регуляторов давления РД-6, РД-7, РД-8.
7. Опишите принцип работы регулятора давления РДСГ-1,2.
8. Назовите элементы регулятора давления РД.
9. Опишите работу предохранительного сбросного клапана в регуляторе РДГД-20.
10. Назовите основные элементы устройства регулятора давления непрямого действия.
11. Опишите принцип работы регулятора давления РДУК-2.
12. Опишите работу усилительного устройства в регуляторе давления РДУК-2.
13. Охарактеризуйте принцип работы электрического регулятора давления.
14. Каково назначение предохранительных запорных клапанов?
15. Каков принцип работы предохранительных запорных клапанов?
16. Каково назначение предохранительного сбросного устройства.
17. Охарактеризуйте устройство и принцип работы пружинного сбросного клапана ПСК-50.
18. Каково назначение электромагнитных вентилей и клапанов?
19. Каковы устройство и принцип работы мембранного вентиля с электромагнитным приводом?

4.1. АВТОМАТИКА БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ ПЛИТ

В газовых плитах должны быть предусмотрены автоматический розжиг горелок, освещение духовых шкафов, электроприборы для вертела, система отключения горелок при прекращении поступления газа и случайном погасании, регулирование температуры духовых шкафов.

Для автоматического розжига на плитах применяется система пьезозажигания. Принцип пьезозажигания построен на использовании пьезоэффекта — эффекта генерирования высоковольтных импульсов малой мощности.

На рис. 4.1 показано пьезокерамическое устройство, применяемое для газовых плит.

В общем корпусе 8 размещены два пьезоэлемента 1 с изолирующей обоймой 4 и высоковольтным выводом 2, размещенным в трубке 3. В этом же корпусе установлен боек 6 с пружиной 7, взводимой при повороте ручки крана с помощью штока 9. При каждом повороте крана боек ударяет по торцу 5 пьезоэлемента, вызывая импульсы тока напряжением около 10–15 кВ. Этот импульс достаточен для получения искрового разряда в разряднике, установленном у зоны пламени горелки.

Автоматика безопасности включает систему терморпар, устанавливаемых у зоны пламени горелок, и датчик, связанный с электромагнитным клапаном, встроенный в кран горелки.

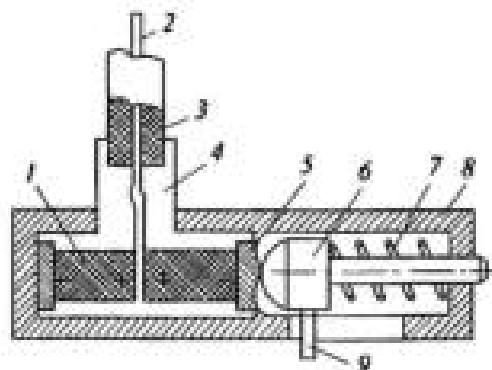


Рис. 4.1. Схема устройства пьезорозжига:

1 — пьезоэлементы; 2 — высоковольтный вывод; 3 — трубка; 4 — изолирующая обойма; 5 — торец пьезоэлемента; 6 — боек; 7 — пружина; 8 — корпус; 9 — шток

На рис. 4.2 показан кран-клапан, рассчитанный на работу с двумя датчиками от двух горелок духового шкафа — основной и жарочной. Спай термопары, устанавливаемый у горелки, возбуждает при нагреве термоЭДС, передаваемую электромагниту 2, который связан штоком с подпружинным клапаном, перекрывающим вход в газовый кран. Клапан при зажигании открывается осевым нажатием на рукоятку крана через шток 6. Далее в процессе работы горелки клапан удерживается в открытом состоянии электромагнитом. При охлаждении спая термопары и снижении термоЭДС в случае загасания горелки пружина возвращает клапан в закрытое положение.

Регулирование температуры духового шкафа обеспечивает dilatометрический терморегулятор ТДД (рис. 4.3). Трубчатый стержень 1 dilatометра, введенного в зону духового шкафа, за счет линейного расширения при нагреве толкает подвижный клин 2 и через шарик 3 передает усилие толкателю 4. Толкатель перемещает подпружинный клапан 5, регулируя расход газа на горелку. Терморегулятор встроен в газопровод горелки и настраивается на заданный режим рукояткой, выведенной на лицевой щиток плиты.

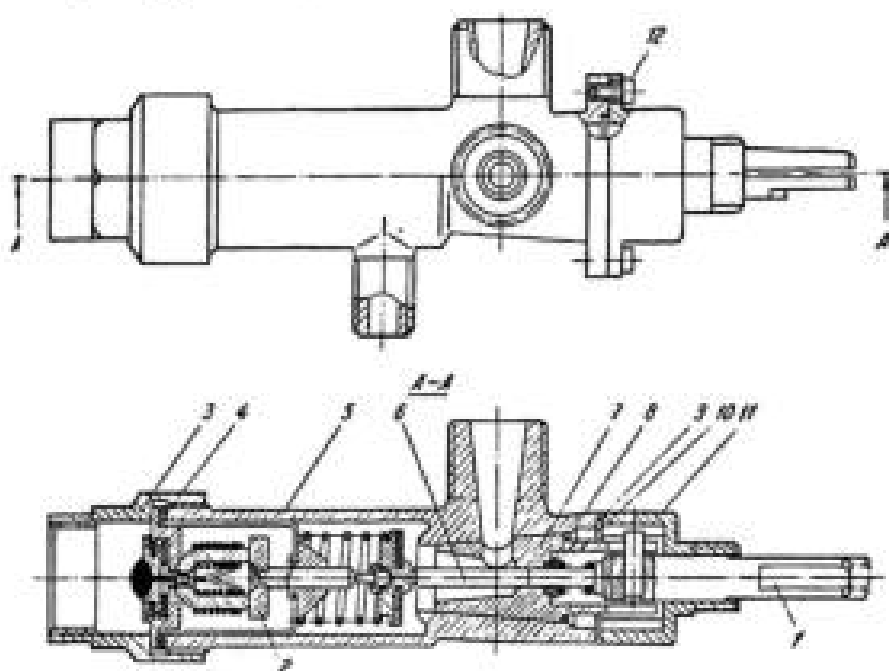


Рис. 4.2. Кран-клапан, двоянный для двух горелок духового шкафа:

- 1 — стержень крана; 2 — якорь электромагнита; 3 — крышка;
4 — прокладка; 5 — корпус; 6 — шток; 7 — пробка крана; 8 — уплотнение;
9 — тарелка; 10 — пружина; 11 — фланец крана; 12 — винт

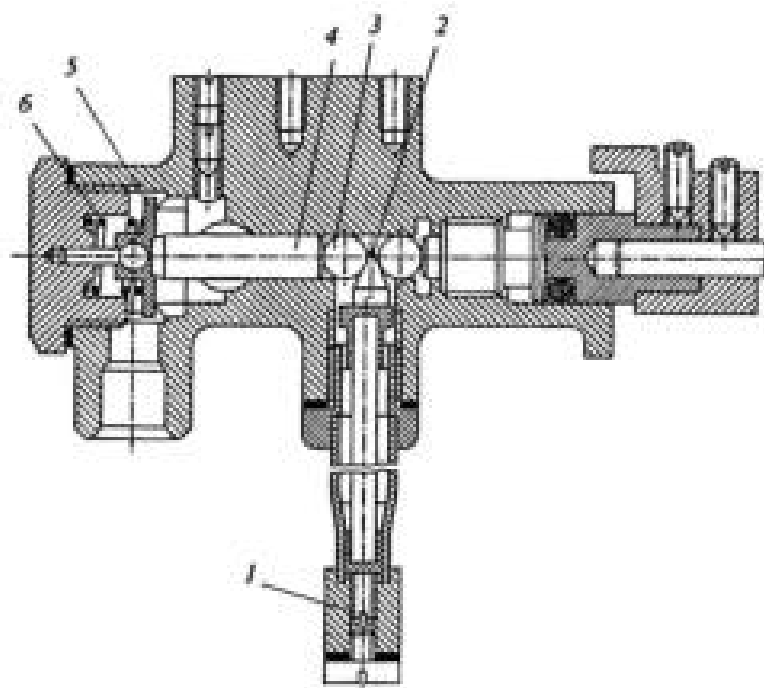


Рис. 4.3. Дилатометрический терморегулятор духового шкафа:
1 — трубчатый стержень; 2 — подвижный клин; 3 — шарик;
4 — толкатель; 5 — подпружиненный клапан; 6 — пружина

Вышеописанные системы автоматически действуют раздельно и независимо друг от друга. Институтом МосгазНИИпроект разработана система комплексной автоматизации АРК-БП-1 (рис. 4.4). Эта автоматика обеспечивает следующие функции:

- автоматический розжиг горелок спиралью накалывания;
- автоматическое отключение горелок при загасании запальника или прекращении подачи газа к основной горелке;

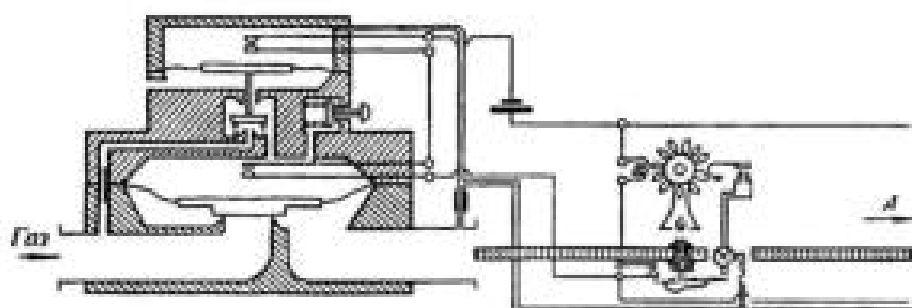


Рис. 4.4. Схема АРК для газовой плиты

повторный автоматический розжиг после случайного загасания пламени основной горелки (задувании или заливания).

4.2. АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРОТОЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

Принципиальная схема проточного водонагревателя представлена на рис. 4.5. Водонагреватель состоит из общего корпуса 1, газовой горелки 3, основной камеры 4, змеевика 5, калорифера 9, системы отвода продуктов сгорания, состоящей из колпаков 7, 8 и предохранителя от обратной тяги 6, блок-крана 2 и запальника 10.

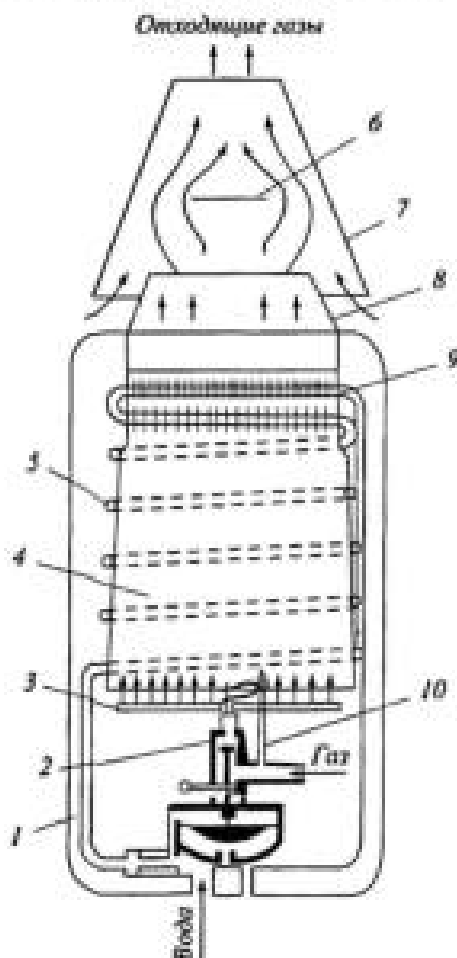


Рис. 4.5. Схема проточного водонагревателя:

- 1 — корпус; 2 — блок-кран; 3 — газовая горелка; 4 — основная камера;
5 — змеевик; 6 — предохранитель; 7, 8 — колпаки; 9 — калорифер;
10 — запальник

Горелка проточного водонагревателя снабжена запальником, связанным с автоматическим устройством безопасности, обеспечивающим поступление газа к основной горелке только при работе запальника. Пламя запальника выводится в зону распределительных трубок основной горелки и воспламеняет выходящую из ее огневых отверстий газовоздушную смесь, одновременно нагревая датчик предохранительного устройства.

Предохранительное устройство, исключающее возможность поступления газа к горелке при отсутствии запального пламени и при случайно открытом газовом кране, обязательно для проточных водонагревателей. Предохранительные устройства, связанные с наличием пламени запальника, являются устройством термостатического контроля с применением биметаллической пластины либо термопары с электромагнитным клапаном.

На рис. 4.6 изображена схема защитного устройства, использующего биметаллическую пластину 4. Пламя запальника 5 нагревает сгиб пластины, она сжимается и опускает подвешенный к ней на штоке 2 клапан 1. При прекращении нагрева пластина разжимается, шток поднимается, и клапан перекрывает доступ газа к основной горелке.

Применяемый для запального предохранительного устройства биметалл (сочетание никелевой и углеродистой стали) должен иметь определенный коэффициент теплового расширения в рабочем интервале температур нагрева. При отсутствии пламени на запальнике и не перекрытом его кране газ через запальник будет поступать

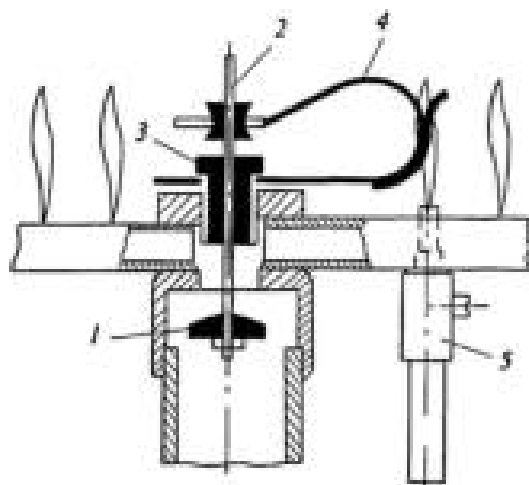


Рис. 4.6. Схема биметаллического термклапана:
1 — клапан; 2 — шток; 3 — уплотнение;
4 — биметаллическая пластина; 5 — запальник

в полость огневой камеры и может попасть в помещение. Однако это не представляет опасности, поскольку помещение, где размещается аппарат, должно иметь определенный минимальный объем и обеспечивать не менее трехкратного часового обмена воздуха. При этих условиях количество газа, выходящего через запальник, создает концентрацию газа в помещении, не превышающую 0,02%.

Главная часть проточного водонагревателя — теплообменник, который обеспечивает передачу теплоты сжигаемого газа проточной холодной воде. Конструктивно теплообменник состоит из камеры сжигания газа и размещенного в верхней части калорифера. На наружной стороне камеры размещены змеевики, подводящие холодную воду к трубкам калорифера. Это предохраняет стенки толки от перегрева. Змеевик участвует в теплообмене, так как поступающая в калорифер вода, проходя через змеевик, отбирает теплоту от разогретых стенок огневой камеры. Основное количество теплоты передается воде через калорифер.

Для предотвращения перегрева и разрушения элементов теплообменника при прекращении подачи воды в конструкции водонагревателей предусматривается установка блок-крана. Блок-кран представляет собой узел автоматического регулирования прохождения газа к основной горелке в зависимости от наличия потока воды.

На рис. 4.7 изображена принципиальная схема блок-крана для аппарата с многоточечным водоразбором. В водяной камере, состоящей из корпуса 1 и крышки 5, размещена чашечная мембрана 3, зажатая в их разьеме. Через тарелку 6 мембрана связана с водяным штоком 7. В крышке камеры шток уплотнен фторопластовым сальником 11 и затянут штуцером 10. На входе в водяную камеру установлены фильтр 12 и регулирующий винт 13.

При закрытых кранах водоразбора давление в верхней и нижней частях камеры выровнено и мембрана занимает нижнее положение. При открытии любого из кранов вода, истекающая через трубку Вентури 2, эжектирует воду из верхней части камеры через канал, в котором размещен шариковый замедлитель 4.

Мембрана за счет падения давления в верхней камере поднимается и через тарелку 6 толкает вверх водяной шток, который в свою очередь воздействует на самостоятельный шток 9 газового узла, открывающий газовый клапан 8. Клапан открывается плавно за счет действия шарикового замедлителя. Газ поступает через смеситель основной горелки к соплам. В полость газового узла газ подается через пробковый кран, который должен быть предварительно открыт. При прекращении водоразбора мембрана опускается и газовый клапан под воздействием конусной пружины отсекает доступ газа к основной горелке.

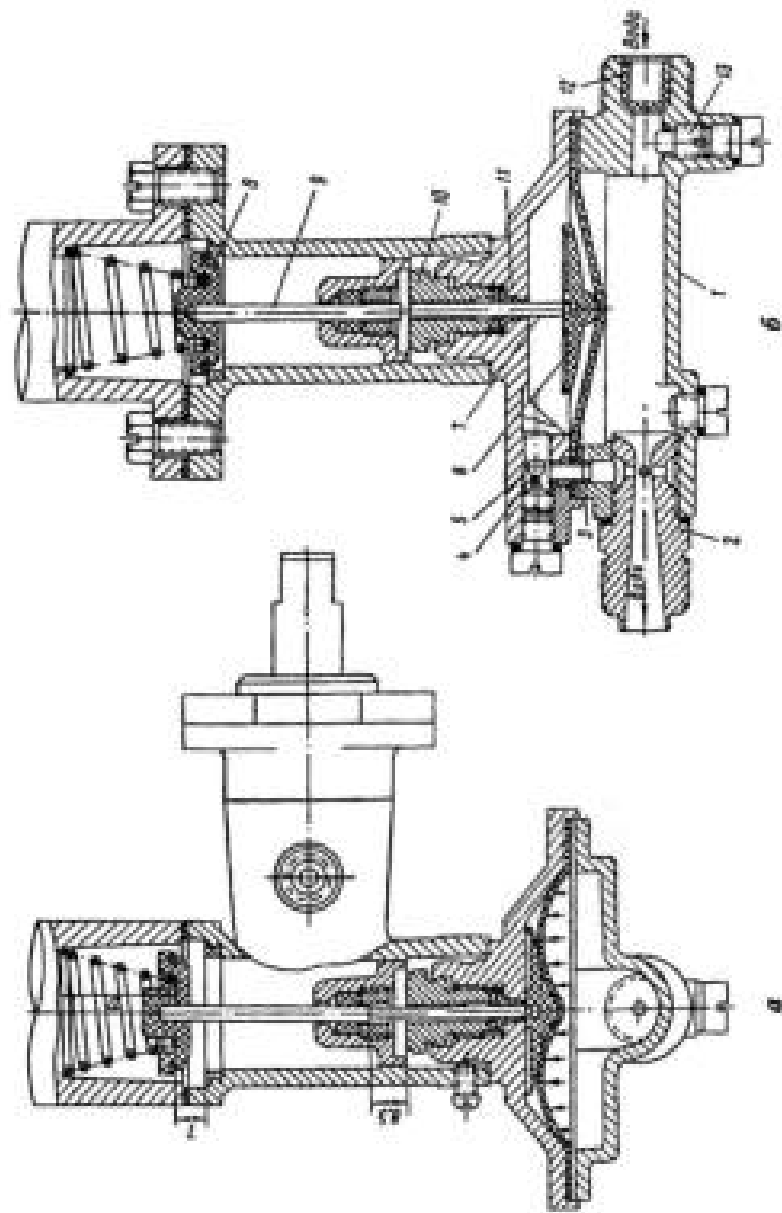


Рис. 4.7. Блок-кран водонагревателя с многоточечным водоразбором:

1 — корпус; 2 — трубка Вентури; 3 — мембрана; 4 — шариковый замедлитель; 5 — крышка; 6 — тарелка;
7 — водный шток; 8 — газовый клапан; 9 — самостоятельный шток; 10 — штуцер; 11 — фторопластовый сальник;
12 — фильтр; 13 — регулирующий винт

Органом, обеспечивающим переток воды из надмембранной полости блок-крана в выводную трубку и снижение в этой полости давления, является трубка Вентури (рис. 4.8). Вода перетекает в трубку Вентури через отверстие в шейке этой трубки. Поток воды, подаваемый в змеевик теплообменника в момент водоразбора, эжектирует поток воды из верхней камеры через специальную перепускную трубку, снабженную на входе шариковым клапаном замедления. Подвижной шарик частично перекрывает перепускной канал, за счет чего переток замедляется и газовый клапан открывается постепенно. Этому же замедлению способствует и конструкция газового клапана, изготовленного таким образом, что в первой фазе его открытия газ проходит через небольшой кольцевой зазор между цилиндрическим поясом клапана и каналом седла, а затем при полном открытии клапана используется все проходное сечение. Применение трубки Вентури позволяет установить возвратную пружину на газовом клапане. Это обеспечивает надежное перекрытие подачи газа при прекращении водоразбора.

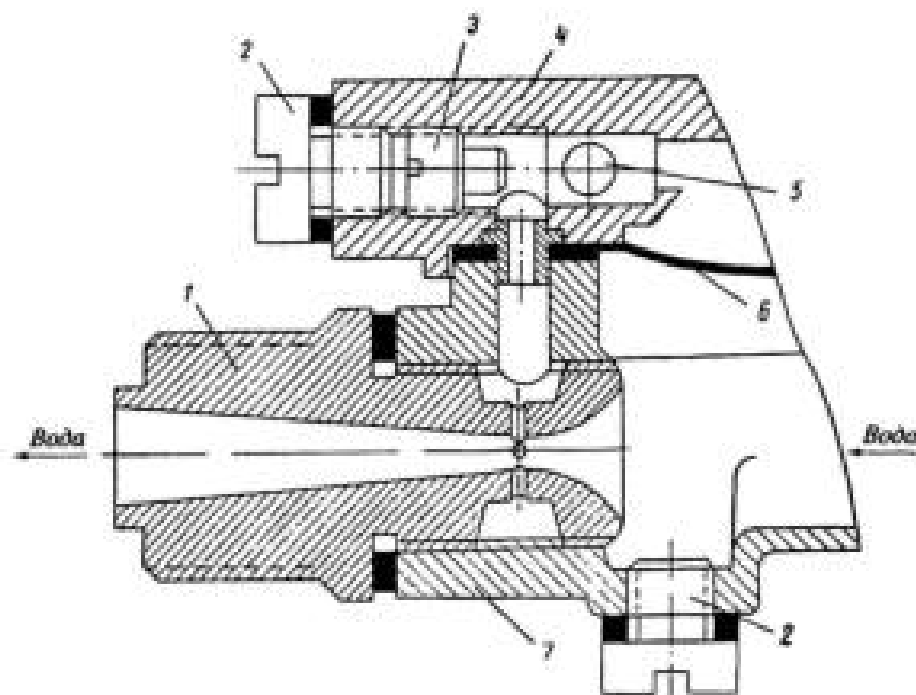


Рис. 4.8. Трубка Вентури (установка в водяном узле аппарата Л-3):

- 1 — трубка Вентури; 2 — заглушка; 3 — регулировочный винт;
- 4 — крышка водяного узла; 5 — замедлитель перетока воды;
- 6 — мембрана; 7 — корпус водяного узла

Важным элементом проточного водонагревателя является система отвода продуктов сгорания в дымоход. Проточные водонагреватели обеспечивают полное сжигание газа без организации специальной тяги. Объем воздуха, необходимый для полного сжигания газа, сохраняется постоянным и не зависит от изменения тяги над аппаратом. Последняя необходима для эвакуации продуктов сгорания в дымоход.

Достаточная тяга должна существовать в самой камере сжигания и обеспечивать наличие воздуха, необходимого для полного сжигания. В случае чрезмерно высокого разрежения в дымоходе излишний воздух не должен проходить через камеру сжигания.

Временное прекращение тяги не должно препятствовать удалению продуктов сгорания из камеры сжигания. При обратной тяге поступающий сверху воздух не должен попасть в камеру сжигания.

Для обеспечения этих условий в узел отвода продуктов сгорания водонагревателя встраивают прерыватель тяги и отражатель на случай обратной тяги. Зазор между колпаками служит для подсоса внешнего воздуха, не проходящего через камеру сжигания, в случае увеличения тяги в дымоходе. Отражатель препятствует изменению разрежения в камере сжигания и возникновению статического равновесия и обратной тяги.

Для отопления и горячего водоснабжения в зданиях, не имеющих центрального отопления, применяются емкостные водонагреватели (рис. 4.9). Водонагреватель снабжен автоматикой регулирования и автоматикой безопасности и состоит из оцинкованного сварного бака 13, заключенного в кожух 15, топочного пространства с размещенной в нем горелкой 11, стабилизатора 3, помещенного в жаровой трубке в середине бака, тягопрерывателя и газоотводящего устройства 1 и узлов автоматики. Узел автоматики включает терморегулятор 6, магнитный газовый клапан 5, запальник 8, термopару 9. В верхней части бака установлен предохранительный клапан 17.

Автоматика безопасности представлена электромагнитным клапаном 5 и термopарой типа ТХК (хромель-копель) 9. Якорь электромагнита жестко связан с системой клапанов, перекрывающих доступ газа к основной горелке и запальнику. Терморегулятор 6 дифференциального типа с инварным стержнем автоматически регулирует температуру воды. Латунная трубка терморегулятора вводится внутрь и, изменяя за счет линейного расширения длину, через закрепленный на резьбе инварный стержень воздействует на клапан, перекрывающий доступ газа к основной горелке.

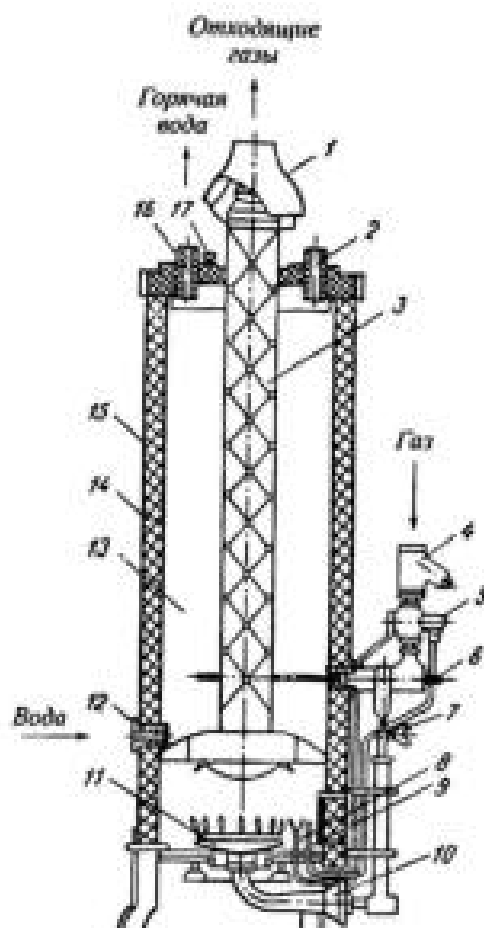


Рис. 4.9. Схема емкостного газового нагревателя АГВ-80:

- 1 — тягопрерыватель; 2 — муфта термометра; 3 — стабилизатор;
- 4 — водяной фильтр; 5 — магнитный клапан; 6 — терморегулятор;
- 7 — газовый кран; 8 — запальник; 9 — термодатчик; 10 — смеситель;
- 11 — горелка; 12 — штуцер; 13 — бак; 14 — термозащита; 15 — кожух;
- 16 — выход горячей воды; 17 — предохранительный клапан

4.3. АВТОМАТИКА КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Водогрейные котлы

Технологические процессы, происходящие в водогрейном котле во время работы, характеризуются рядом взаимосвязанных параметров. Изменение одного из них, например температуры воды, должно отражаться на всех остальных параметрах — расходе топлива, количестве воздуха и удаляемых дымовых газов.

Автоматизация котлов предусматривает осуществление заданного технологического режима. Система автоматического регулирования (САР) состоит из объекта регулирования и взаимодействующего с ним автоматического регулятора (рис. 4.10).

Водогрейный котел, являясь объектом регулирования, требует контроля взаимосвязанных параметров: температуры горячей воды; количества сжигаемого топлива и расхода воздуха; разрежения в топке и за котлом; наличия электропитания; устойчивости горения топлива; подачи воздуха к топливосжигающим устройствам котла.

Основными звеньями САР, кроме объекта регулирования и автоматического регулятора, являются:

- чувствительный элемент, реагирующий на отклонение регулируемого параметра;
- задающее устройство — механизм ручной и автоматической настройки заданного значения или программное устройство;
- преобразователь — исполнительный орган, преобразующий сигнал чувствительного элемента в электрические импульсы, удобные для усиления;
- усилитель — устройство для усиления сигнала за счет дополнительного источника энергии;
- исполнительный механизм — устройство, воздействующее на регулируемый объект;
- корректирующие устройства, стабилизирующие процесс регулирования воздействием на работу регуляторов.

Система иногда выполняется с регуляторами прямого действия, в которых отсутствуют преобразователь и усилитель, а чувствительные элементы воздействуют непосредственно на исполнительные органы. Системы автоматического регулирования водогрейных кот-

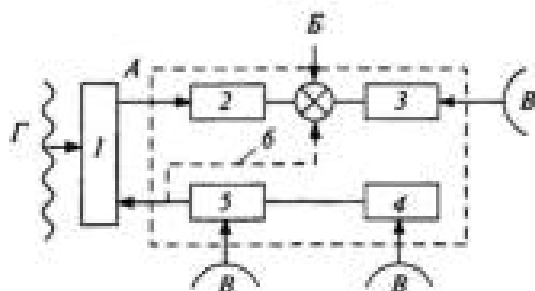


Рис. 4.10. Общая структурная схема системы автоматического регулирования;

- 1 — объект регулирования; 2 — чувствительный элемент;
3 — преобразователь; 4 — усилитель; 5 — исполнительный механизм;
Б — внутренняя обратная связь; А — связь по регулируемому параметру;
Б — настройка; В — источник питания; Г — объект возмущения

лов или котельных классифицируются в зависимости от построения и методов реализации функциональных возможностей. По принципу действия системы автоматического регулирования теплопроизводительности котельных делятся на комбинированные и с регулированием по возмущению.

Регулирование по возмущению выполняет функции управления. Температура горячей воды на выходе из водогрейного котла регулируется в зависимости от температуры наружного воздуха, изменение которой является возмущающим воздействием. Поступающее на вход регулятора возмущение изменяет регулирующее воздействие (расход топлива) так, что воздействие компенсирует влияние изменения температуры наружного воздуха на температуру помещения.

Комбинированные системы автоматического регулирования состоят из сочетающихся систем регулирования и управления. Постоянное значение регулируемого параметра поддерживается воздействием по возмущению. В системе с воздействием по возмущению регулятор работает с опережением, т.е. начинает действовать сразу вслед за возмущающим воздействием до момента изменения регулируемого параметра, который контролируется, а изменение сигнала подается на вход регулятора. Кроме того, вводится задающее воздействие, зависящее от возмущения.

Существуют системы с регулированием по отклонению, т.е. воздействие на объект регулирования зависит от изменения регулируемого параметра.

По виду регулирования системы автоматического регулирования делятся на системы непрерывного (пропорциональные) регулирования и многопозиционные. В системах непрерывного регулирования при изменении возмущающего воздействия положение регулирующего органа изменяется плавно (системы АГК-24, ПМА, АГОК-66).

В системах многопозиционных регулирующий орган всегда занимает одно из крайних положений (система АМКО).

Системы автоматического регулирования бывают прямого (непосредственного) и косвенного действия. В системах прямого действия используется энергия регулируемой среды, в системах косвенного действия — энергия постороннего источника (электрическая, пневматическая, гидравлическая).

В водогрейных котлах автоматически регулируется постоянство температуры воды за котлом, соотношение «газ — воздух», разрежение в топке.

Регулятор нагрузки водогрейного котла получает импульс по температуре воды за котлом и воздействует на изменение подачи топлива к котлу (рис. 4.11). Регулятор соотношения топлива и возду-

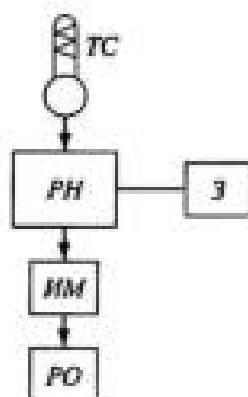


Рис. 4.11. Структурная схема регулирования нагрузки водогрейного котла:

ТС — термометр сопротивления; РН — регулятор нагрузки;

З — задатчик; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган

ха получает два импульса: по расходу топлива и расходу воздуха — и воздействует на направляющий аппарат дутьевого вентилятора, при горелках, имеющих раздельное регулирование первичного и вторичного воздуха, — на заслонку, установленную в воздуховоде вторичного воздуха.

Для водогрейных котлов, комплектуемых двумя дутьевыми вентиляторами, в схему включается дополнительно следящий прибор Сл и отдельные исполнительные механизмы ИМ1, ИМ2 для каждого направляющего аппарата вентиляторов (рис. 4.12). Регулятор разрежения такой же, как и у паровых котлов.

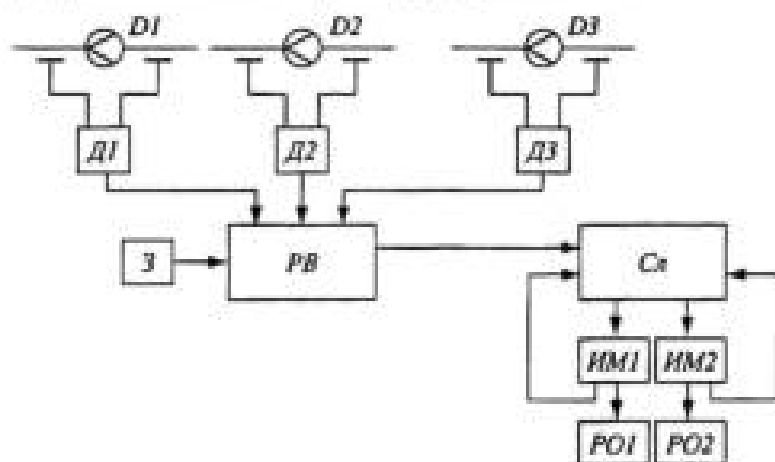


Рис. 4.12. Структурная схема регулирования расхода воздуха водогрейного котла «топливо — воздух»:

Д1—Д3 — сушающие устройства; Д1—Д3 — датчики;

РВ — регулятор воздуха; З — задатчик; Сл — следящий прибор;

ИМ1, ИМ2 — исполнительные механизмы; РО1, РО2 — регулирующие органы

Принципиальная схема автоматики ПМА (пневмомеханическая автоматика) для водогрейных котлов с эжекционными горелками среднего давления представлена на рис. 4.13. Газ от ввода через ГРУ 1 и регулирующий клапан 3 поступает в газопровод, расположенный перед фронтом водогрейных котлов.

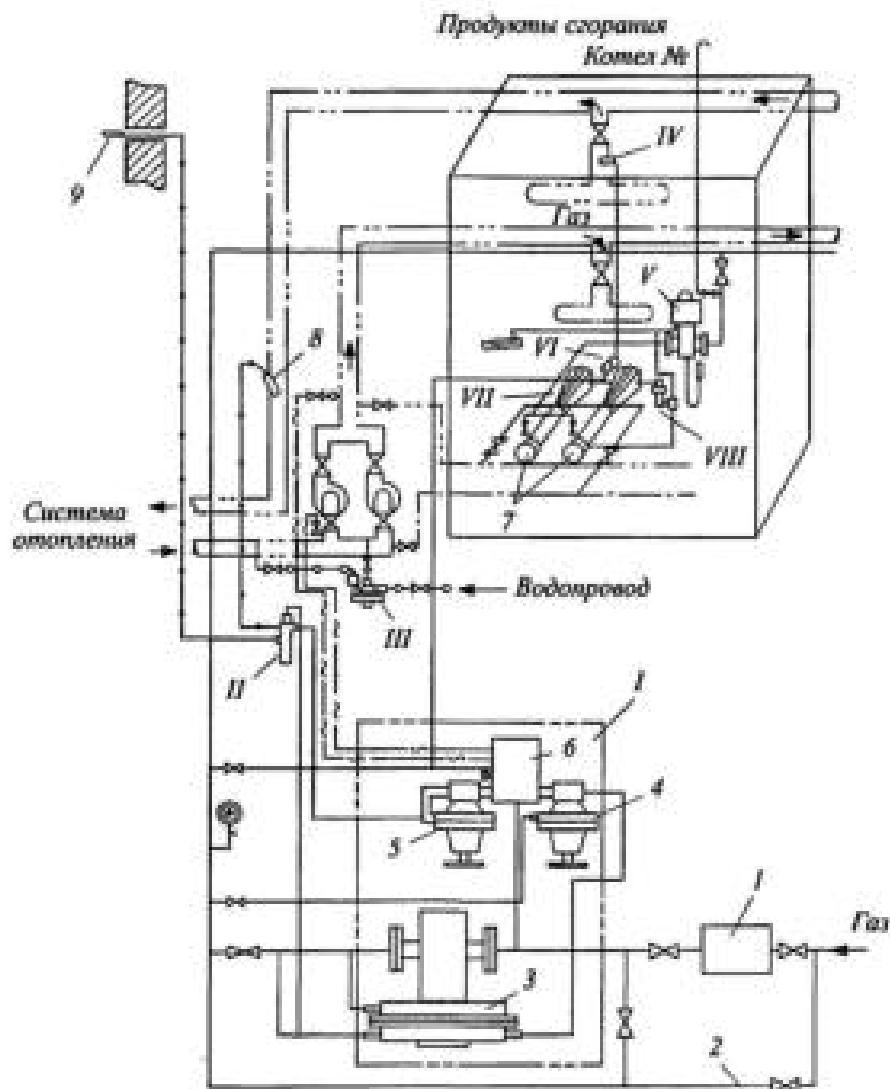


Рис. 4.13. Принципиальная схема автоматики ПМА для водогрейных котлов с эжекционными горелками среднего давления:

- 1 — ГРУ; 2 — терморегулятор; 3 — регулирующий клапан;
4 — регулятор низкого давления; 5 — регулятор высокого давления;
6 — блок безопасности; 7 — горелка; 8 — горячая вода; 9 — наружный воздух

В комплект приборов общекотельной автоматики входят регулятор подачи газа 1, терморегулятор 2 и автоматический питательный клапан 3. Регулятор подачи состоит из регулирующего клапана 3, регуляторов управления низкого 4 и высокого 5 давлений, общекотельного блока безопасности 6, под кожухом которого размещены приборы контроля циркуляции воды в системе отопления и контроля давления газа. Регулирующий клапан предназначен для изменения давления газа перед горелками котлов при получении соответствующих сигналов от командных приборов (терморегулятора и регуляторов управления). Терморегулятор подает команду регулирующему клапану на изменение давления газа перед горелками 7 в соответствии с изменениями температуры горячей воды 8 и наружного воздуха 9. В случае неисправности автоматики регулирование подачи газа котельная может быть переведена на ручное управление через обводную линию 2.

В автоматику безопасности водогрейного котла входят котловой блок безопасности 5, прибор контроля температуры воды в котле 4, камера отбора разрежения 6, термopара 7 и электромагнитный клапан 8. Котловой блок безопасности состоит из отсекающего клапана, через который газ поступает к горелкам, и головки, под крышкой которой расположены рычажно-стопорное устройство и приборы контроля давления газа и разрежения в топке котла. Для водогрейных котлов, оборудованных горелками, требующими регулирования подачи воздуха, дополнительно устанавливается командный прибор регулятора соотношения «газ — воздух».

Паровые котлы

В паровых котлах автоматически регулируются постоянно давление пара, соотношение «газ — воздух», питание котла водой, температура перегретого пара.

Расход пара зависит от потребителя. При увеличении расхода давление в паровой магистрали котельной и, следовательно, в барабанах котлов падает, а при уменьшении расхода — наоборот. Теплота, выделяемая топливом при сгорании, расходуется не только на образование пара, но и на подогрев пароводяной смеси и металла труб при увеличении нагрузки, и, следовательно, расход топлива непропорционален расходу пара.

В системе автоматики используется импульс «по теплоте», который является универсальным, так как импульс реагирует на внутренние (теплота сгорания) и внешние (изменения нагрузки) возмущения и восстанавливает в обоих случаях давление пара, воздействуя на расход топлива (рис. 4.14). При работе группы паровых котлов

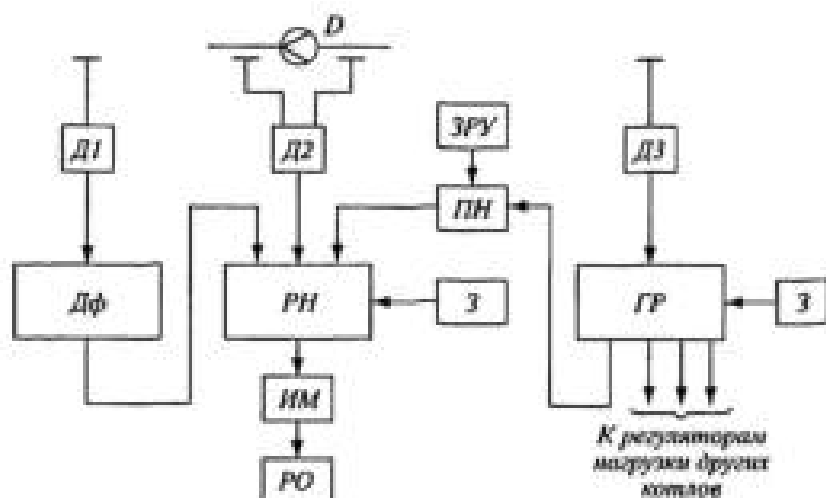


Рис. 4.14. Структурная схема регулирования нагрузки «по теплоте»: Д1–Д3 — датчики; Дф — дифференциатор; РН — регулятор нагрузки водогрейного котла; ИМ — исполнительный механизм; РО — регулирующий орган; ЗРУ — задатчик ручного управления; ПН — переключатель нагрузки; З — задатчик автоматического управления; ГР — главный регулятор; Д — сушающее устройство

главный регулятор ГР распределяет нагрузки между котлами по импульсу давления в общей магистрали через датчик Д3. Далее через переключатель нагрузки ПН главный регулятор воздействует на регулятор нагрузки РН котла. Если котел работает в базовом режиме, то регулятор нагрузки получает постоянное воздействие задатчика ручного управления ЗРУ, а импульс от главного регулятора отключается.

Поддержание оптимального соотношения «газ — воздух» при наличии воздухоподогревателя осуществляется следующим образом (рис. 4.15). Регулятор воздуха РВ получает два импульса: по расходу газа к котлу (датчик Д1) и по перепаду давления воздуха в воздухоподогревателе. Регулятор воздуха воздействует через исполнительный механизм ИМ на регулирующий орган РО (направляющий аппарат вентилятора).

Имеются схемы регулирования соотношения «газ — воздух» с коррекцией по O_2 в продуктах горения.

Регулятор разрежения получает импульс по разрежению в верхней части топочной камеры и воздействует на направляющий аппарат дымососа.

Принципиальная схема автоматики АГК-2П приведена на (рис. 4.16). Заданное значение давления пара в котле поддерживается стабилизатором 4. В качестве чувствительного элемента использует-

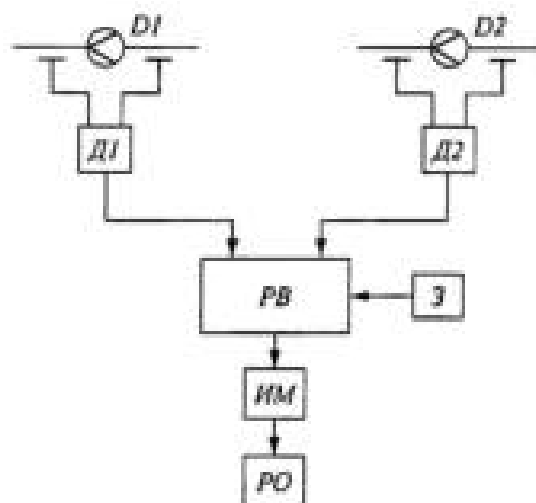


Рис. 4.15. Структурная схема регулирования расхода воздуха
-газ — воздух- парового котла

ся сильфон-измеритель, соединенный через конденсатный бачок 14 с барабаном котла. Изменение давления пара в барабане котла передается на сильфон стабилизатора 4, с помощью которого регулируется подача командного газа под мембрану регулятора расхода газа 11. В случае возрастания давления пара в барабане котла увеличивается сброс командного газа в стабилизаторе 4 через сбросовую линию, происходит снижение давления газа под мембраной регулятора расхода газа 11 и уменьшение подачи газа в рабочую горелку. Это, в свою очередь, приводит к снижению давления пара в барабане котла до заданного значения.

При уменьшении давления пара в барабане котла ниже заданного значения уменьшается сброс командного газа в стабилизаторе 4 через линию сброса. Это приведет к увеличению давления газа под мембраной регулятора расхода газа 11 и увеличению подачи газа в рабочую горелку. В результате восстановится требуемое давление пара в барабане котла.

Автоматика подпитки барабана котла состоит из регулятора уровня 1 позиционного действия, который обеспечивает включение и отключение водяного насоса при достижении нижнего и верхнего уровней воды в барабане котла, из реле уровня 2, бачков постоянного уровня 15 и отстойника 16. Регулятор реле уровня представляет собой мембранный дифманометр, измеряющий разность уровней в бачках постоянного уровня и барабане котла. Реле уровня обеспечивает прекращение подачи газа к котлу при повышении или понижении уровня воды в котле от заданного предела настройки.

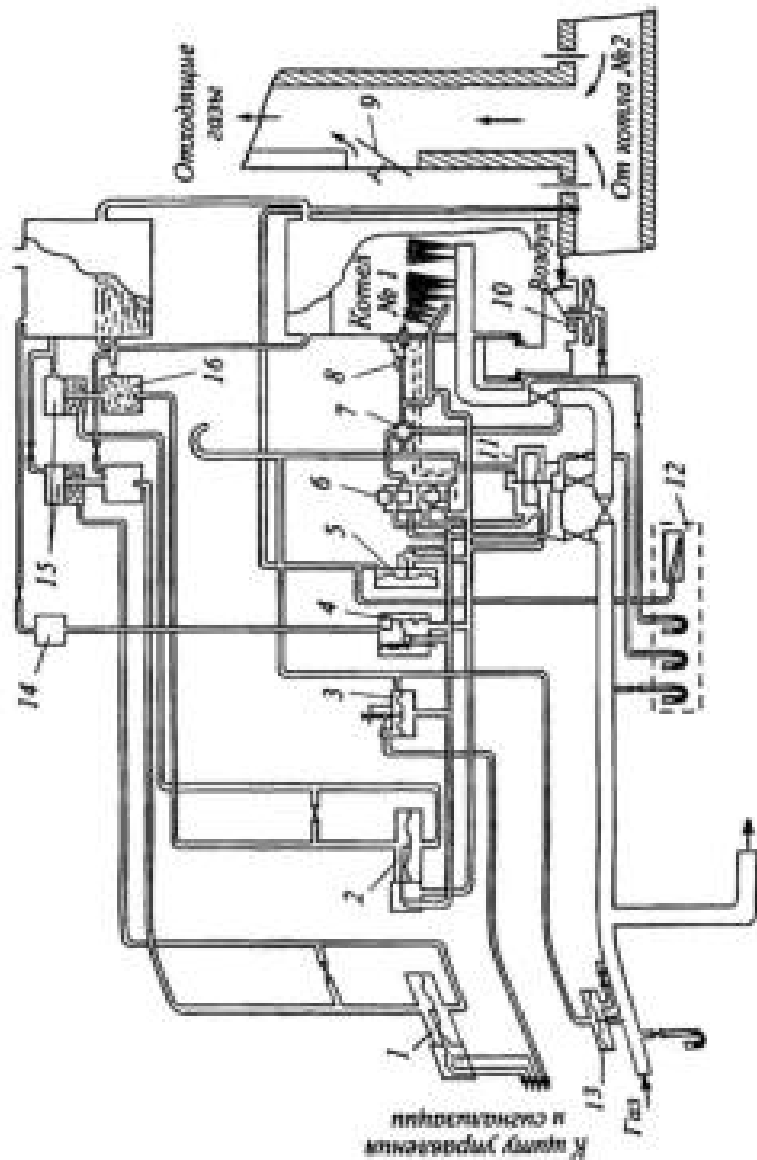


Рис. 4. 16. Принципиальная схема автоматики АГК-2П:

1 — регулятор уровня; 2 — реле уровня; 3 — сигнальное реле; 4 — стабилизатор давления пара; 5 — реле тяги; 6 — электромагнитный клапан; 7 — кран рода работ; 8 — запальное устройство; 9 — регулятор тяги; 10 — регулятор расхода газа; 11 — регулятор давления газа; 12 — пулл приборов; 13 — регулятор тяги; 14 — конденсатный банк; 15 — банк постоянного уровня; 16 — отстойник.

При отклонении контролируемого параметра (тяга, давление пара в барабане котла, уровень воды в котле, давление газа, погасание пламени, герметичность командной линии) открывается клапан соответствующего датчика, командный газ поступает в линию сброса, давление в подмембранной полости регулятора расхода газа падает, мембрана вместе с клапаном опускается и закрывает проход газа к горелкам. При этом сигнальное реле срабатывает и подает предупредительный сигнал.

Система автоматизации паровых котлов ДКВР

Автоматическое регулирование технологического процесса котла ДКВР сводится к поддержанию в заданных пределах уровня воды в верхнем барабане, давления пара в котле, оптимального избытка воздуха в топочной камере и разрежения в верхней части топки.

Технологическая схема автоматического регулирования котла ДКВР, работающего на газе, показана на рис. 4.17. Регулирование питания котла осуществляется регулятором 1, получающим импульс по уровню в барабане и воздействующим на расход питательной воды. Подача топлива в топку котла осуществляется регулятором 2, получающим импульс по давлению пара в барабане. Регулятор воз-

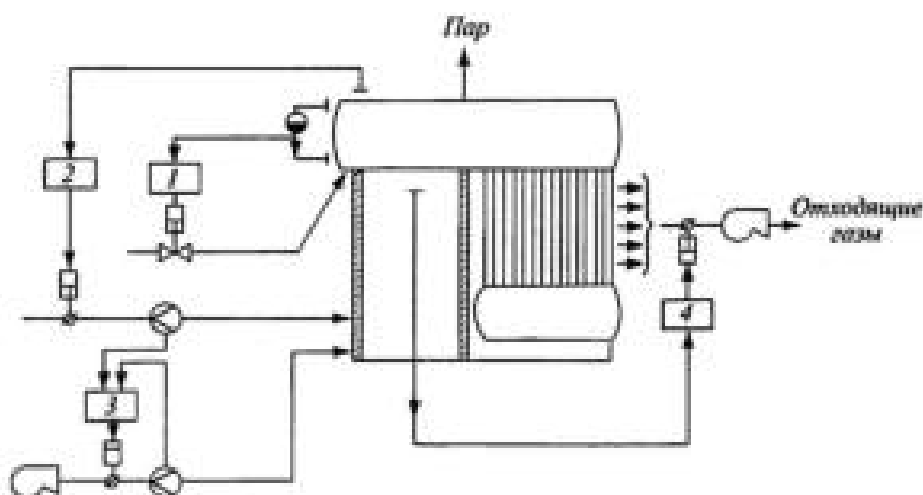


Рис. 4.17. Технологическая схема автоматического регулирования парового котла ДКВР, работающего на газе:
1 — расход питательной воды; 2 — давление пара в барабане;
3 — регулятор воздуха; 4 — датчик температуры

духа 3 для газообразного топлива выполняется обычно по схеме соотношения «топливо — воздух». В качестве импульса по расходу воздуха для котлов ДКВР применяют давление в какой-либо точке воздушного тракта. Регулятор тяги выполнен с импульсом по разрежению в верхней точке топки. Автоматизация подпитки котла выполняется с помощью датчика уровня с двухпозиционным контактным устройством, воздействующим на электрический питательный насос.

Реализация принудительной схемы регулирования паровых котлов ДКВР осуществляется с помощью электронно-гидравлической аппаратуры системы «Кристалл». Система «Кристалл» представляет собой комплекс приборов и устройств.

Схема расстановки первичных приборов применительно к паровым котлам ДКВР показана на рис. 4.18. Электрические сигналы от первичных приборов поступают на вход транзисторного усилителя, где сигналы суммируются и усиливаются. Расход газа регулируется воздействием на заслонку газопровода блока приборов, обозначенных буквой «а». Регулирование количества воздуха, подаваемого

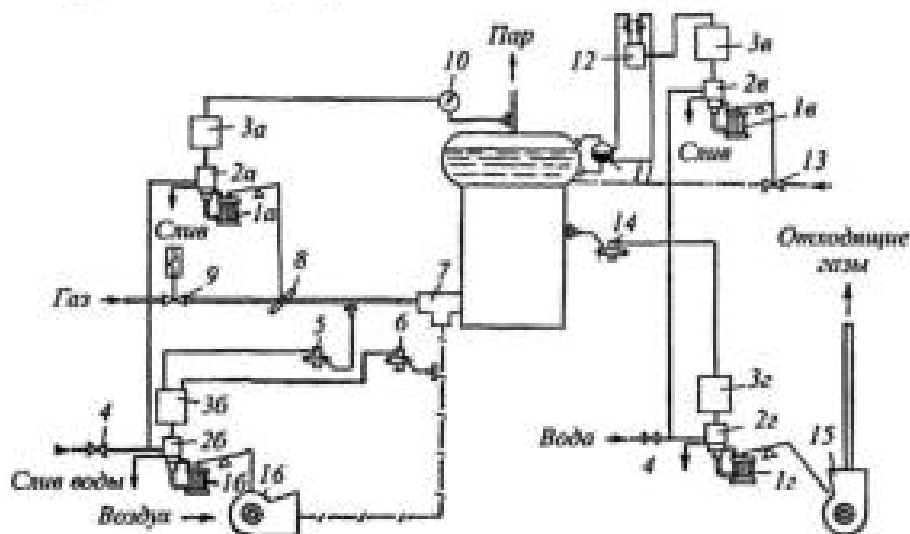


Рис. 4.18. Схема регулирования парового котла ДКВР автоматикой «Кристалл»

- 1 — сервомотор; 2 — электрогидравлическое реле; 3 — регулятор;
- 4 — водяной редукционный клапан; 5, 6 — дифференциальный тягомер ДТ-2;
- 7 — горелка; 8 — регулирующая газовая заслонка; 9 — газовый отсекатель;
- 10 — манометр электрический дистанционный; 11 — уравнительный сосуд дифференциального манометра; 12 — дифференциальный манометр;
- 13 — регулирующий клапан питательной воды; 14 — тягомер;
- 15 — питательный насос; 16 — дутьевой вентилятор

дутьевым вентилятором, обеспечивает блок приборов, обозначенных на том же рисунке буквой «б». Расход газа и воздуха на горелку контролируется косвенным методом — по давлению в газопроводе и воздуховоде. Электрические сигналы с датчиков поступают на усилитель; электрогидравлические реле и сервомотор воздействуют на направляющий аппарат вентилятора, изменяя соответственно количество воздуха.

Снижение или повышение давления пара указывает на недостаточный или избыточный расход газа. Расход газа контролируют по давлению пара.

В качестве датчика подпитки котла применен дифференциальный манометр, подключенный к барабану котла через уравнильный сосуд. При снижении или повышении уровня воды электрический сигнал поступает на усилитель блока приборов, обозначенных буквой «в». При этом приоткрывается или прикрывается регулирующий клапан, установленный на линии подпитки котла.

Первичным прибором контроля разрежения в топке является дифференциальный манометр. Чувствительным элементом прибора служит мембрана, на которую действует «плюсовое» и «минусовое» давление. Перемещение мембраны, вызываемое изменением перепада давления, приводит к перемещению плунжера, расположенного внутри трансформатора. При этом изменяется напряжение переменного тока на вторичной обмотке трансформатора, и соответствующий сигнал поступает на вход измерительного устройства усилителя блока приборов, обозначенных цифрой 2. Если значение контролируемого параметра выходит за допустимые пределы, размыкается контакт соответствующего датчика и обесточивается промежуточное реле. При этом загорается лампа светового табло, указывающего на аварийное отключение параметра, и включается звуковой сигнал. Если параметр не восстанавливается, клапан-отсекатель обесточится и отключит подачу газа.

В качестве исполнительных механизмов в системе «Кристалл» применяются гидравлические поршневые сервомоторы, работающие на водопроводной воде. Гидравлические исполнительные механизмы состоят из блока управления и связи, включающего электрогидравлическое реле и гидравлический сервомотор (рис. 4.19). В электрогидравлическом реле имеются две катушки электромагнитов, с помощью которых изменяется положение водоперепускных клапанов, и два обратных клапана, обеспечивающих поступление воды только в одном направлении: или в каналы подачи воды в сервомотор, или на слив.

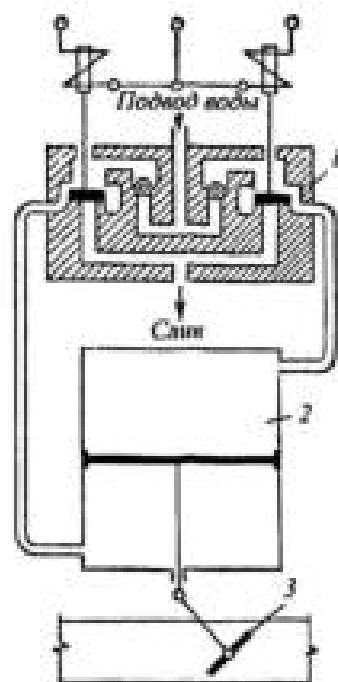


Рис. 4.19. Схема управления гидравлическим сервомотором:
1 — электрогидравлическое реле; 2 — сервомотор;
3 — регулирующий орган

Если значение регулируемого параметра соответствует заданному, катушки электромагнитов обесточены, клапаны закрыты, и слив воды не происходит. При этом обе полости цилиндра сервомотора находятся под одинаковым давлением воды. При повышении или понижении значения регулируемого параметра по сравнению с заданным на катушке соответствующего электромагнита появится напряжение, которое увеличивается по мере увеличения отклонения. Клапан скачком переместится в верхнее положение, и полость сервомотора соединится со сливом. Давление со стороны этой полости на поршень сервомотора уменьшится, и поршень начнет перемещаться, что вызовет перемещение регулирующего органа. Перемещение поршня и регулирующего органа происходит до тех пор, пока напряжение на обмотке электромагнита не уменьшится до значения, при котором клапан скачком перейдет в нижнее положение, слив воды прекратится, и сервомотор остановится.

В настоящее время для реализации принудительных схем регулирования паровых котлов ДКРВ выпускается также электрический исполнительный механизм.

Для зажигания газовых горелок и контроля наличия пламени применяют зонально-защитные устройства и прибор автоматического контроля пламени, имеющие релейный электрический выход в систему защита котла. При погасании пламени подача газа к горелкам прекращается.

Устройства автоматики включают в следующем порядке: подают электрическое питание в схему защиты и сигнализации; устанавливают нормальный уровень воды в барабане котла; устанавливают нормальное давление газа перед горелками; переводят переключатель блокировки; включают дымосос и дутьевой вентилятор; устанавливают нормальное разрежение в топке; устанавливают нормальное давление воздуха перед горелками.

В настоящее время получили распространение автономные источники теплоснабжения (АИТ). На рис. 4.20 *а, б* представлена автоматизированная система управления АИТ. Установленная мощность АИТ — 3 МВт. Проектом предусмотрены два жаротрубных котла КВ-1,5. Система автоматизации поставляется комплектно с котлом. Система обеспечивает (табл. 4.1):

- поддержание температуры воды за котлом (зимой $t = 115\text{ }^{\circ}\text{C}$; летом $80\text{ }^{\circ}\text{C}$) путем изменения подачи газа в диапазоне от 40 до 100%-ной нагрузки и изменением количества включений насоса рециркуляции котла;
- соответствующее этим диапазонам регулирование соотношения «топливо — воздух»;
- розжиг котла и вывод в рабочий режим.

Система безопасности котла предусматривает автоматическое прекращение подачи топлива к автономному источнику теплоснабжения в следующих аварийных случаях:

- повышение или понижение давления газа перед отсечными клапанами;
- понижение давления воздуха перед горелкой;
- повышение температуры воды за котлом;
- снижение уровня воды в котле;
- выкипание воды в котле;
- погасание пламени горелки;
- отключение электропитания системы безопасности.

Для вспомогательного оборудования предусматривается отключение подачи газа в АИТ при:

- понижении или повышении давления газа к котлам;
- загазованности в помещении;
- появлении в помещении оксида углерода.

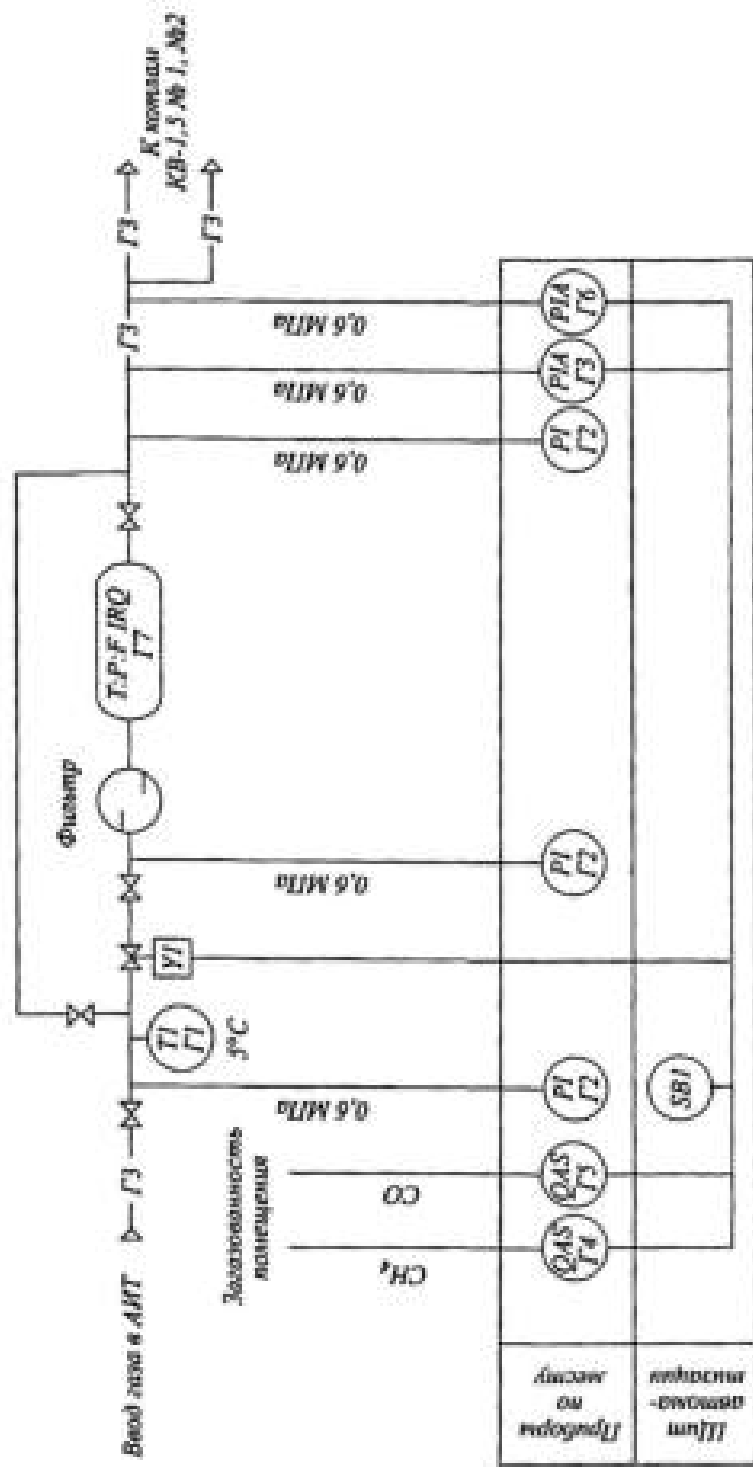


Рис. 4.20. Автоматизированная система управления газоснабжения АУТ (а) и автоматизация АУТ (б)

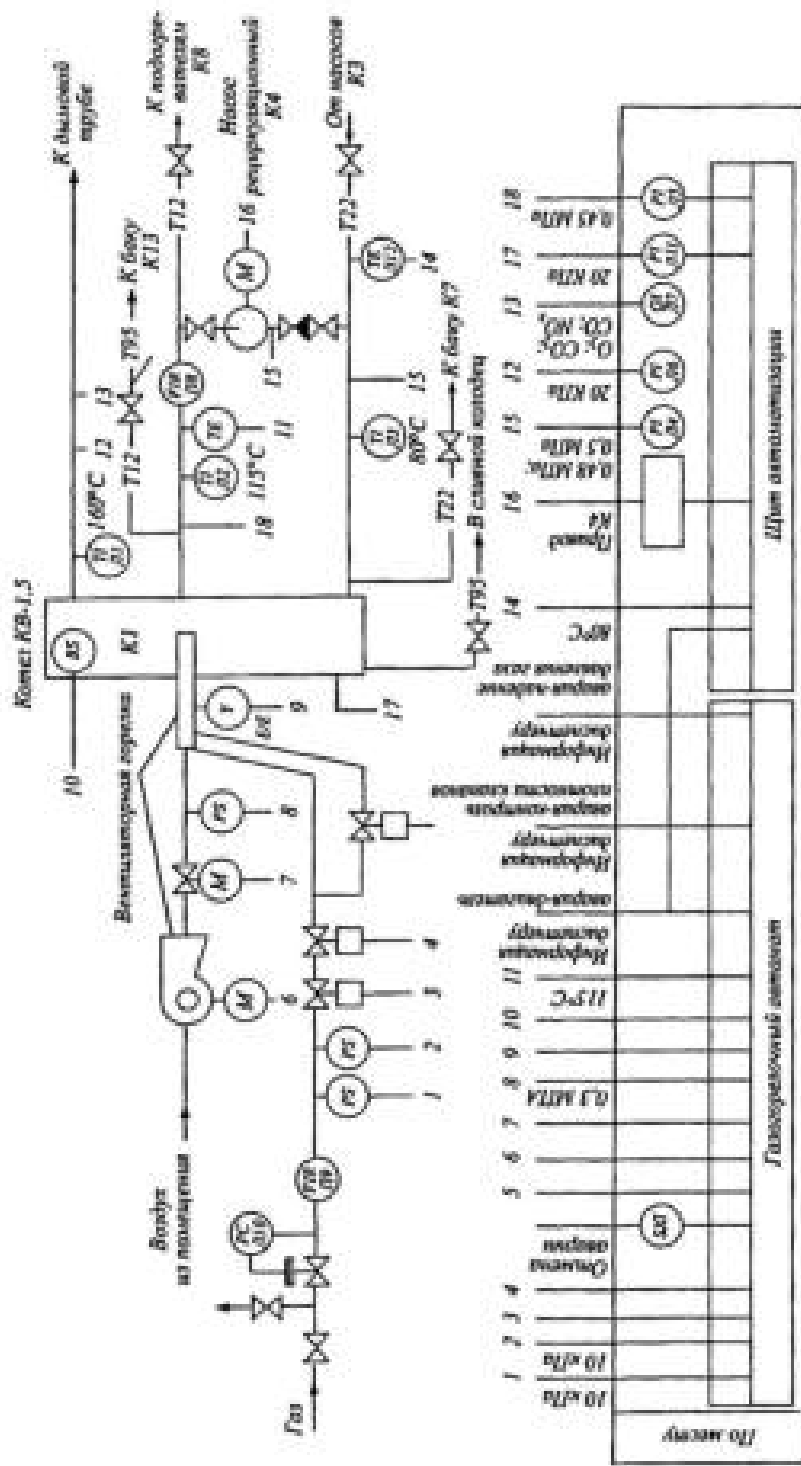


Рис. 4.20. Автоматизированная система управления газоснабжения АУТ (а) и автоматизация АУТ (б)

Техническое оборудование к рис. 4.20

Линия связи	Техническая характеристика оборудования АИТ
1	2
	Уходящие газы 160 °С
Л1	Термометр биметаллический показывающий
	Вода 115 °С
Л2	Термометр биметаллический показывающий
	Вода 80 °С
Л3	Термометр биметаллический показывающий
	Вода 80 °С
Л12	Преобразователь сопротивления $R_i = 500$, $L1 = 60$, $d = 6$, $L = 100$
	Электрическая схема <i>Н1</i> , с защитной гильзой
	Вода 0,48 МПа
Л4	Манометр показывающий. Шкала 0...10 кгс/см ²
	Уходящие газы 20 Па
Л6	Тягонапоромер мембранный показывающий
	Предел измерений + 0,08 МПа
	Уходящие газы
Л7	Переносной газоанализатор. В комплекте: 1. Заборный зонд $L = 300$ мм — 1 шт. 2. Комплект ЗИП — 1 шт.
	Вода 115 °С; 0,45 МПа; 36,9 м ³ /ч
Л8	Расходомер-счетчик
	Газ 5 °С; 10 кПа; 180 м ³ /ч
Л9	Расходомер-счетчик
	Управление подачей газа
Л10	Регулятор давления
	Вода 0,45 МПа
Л5	Датчик избыточного давления. ТУ 4212-001—12580824-93

1	2
	Вода 20 кПа
Д11	Датчик гидростатического давления. ТУ4212-001-12580824-93
	Газоснабжение
	Газ 5 °С
Г1	Термометр биметаллический показывающий
	Газ 0,6 МПа
Г2	Манометр показывающий. Шкала 0...10 кгс/см ²
	Газ 0,6 МПа
Г3, Г6	Манометр сигнализирующий. Шкала 0...10 кгс/см ²
	Загазованность СН ₄
Г4	Детектор природного газа
	Загазованность СО
Г5	Детектор угарного газа
Г7	Расходомер-счетчик
	Управление подачей газа
У1	Клапан электромагнитный

Применяется сигнализатор СТГ-1 токсичных и горючих газов.

При появлении предельной степени загазованности клапан-отсекатель газа закрывается.

Предусматривается автоматический ввод резервного насоса сетевой и подпиточной воды при аварийном отключении работающего насоса.

Проектом предусматривается система сигнализации, на которую поступают сигналы о неисправности оборудования, а также сигналы аварийного отключения котлов.

Поступающие сигналы расшифровываются. Сформированный общий дискретный сигнал о неисправности в АИТ используется в системе диспетчеризации.

Котлы и основное вспомогательное оборудование поставляются комплектно со средствами автоматизации.

Предусматривается охранно-пожарная сигнализация, обеспечивающая контроль возгорания и несанкционированного проникно-

вения в помещение АИТ отдельно для пожарной и охранной сигнализации. Датчики задымленности включены в один шлейф. Датчики охраны размещены на окнах и дверных проемах. Дискретные сигналы передаются в систему диспетчеризации.

Предусматривается возможность выхода в диспетчерскую систему как дискретными сигналами, так и с помощью интерфейсов. Для передачи в систему диспетчеризации сформированы сигналы:

- «неисправность в котельной»;
- срабатывание пожарного сигнализатора загазованности по метану;
- срабатывание пожарной сигнализации;
- срабатывание сигнализатора предельного содержания оксида углерода, которое передается индивидуальными цепями (каналами).

Дискретные сигналы поступают от станции сигнализации и пожарной установки, от приборов учета расхода газа, теплоты и контроллеров генераторов — связь через интерфейсы RS232 или RS485.

4.4. КОНСТРУКЦИЯ И РАБОТА ДАТЧИКОВ

Датчиком называется преобразователь физической величины в сигнал, удобный для передачи и дальнейшего использования в автоматических системах. При автоматизации газопользующих агрегатов применяются датчики: температуры, давления.

Датчики имеют аналоговое выходное устройство, вырабатывающее электрический сигнал, и электроконтактное выходное устройство. Датчик с электроконтактным выходом называется датчиком реле.

Датчики реле температуры

Терморегулирующее устройство dilatометрическое электрическое (ТУДЭ) (рис. 4.21) предназначено для контроля жидких и газообразных неагрессивных сред.

Чувствительный элемент устройства состоит из трубки 5, изготовленной из металла с большим коэффициентом линейного расширения (латунь, алюминий), и находящегося внутри трубки стержня 3, 4, выполненного из металла с малым коэффициентом линейного расширения (инвар). Трубка погружается в измеряемую среду, и при изменении температуры среды длина трубки изменяется, связанный с ней стержень перемещается, в результате чего замыкаются или размыкаются контакты 1 и 2.

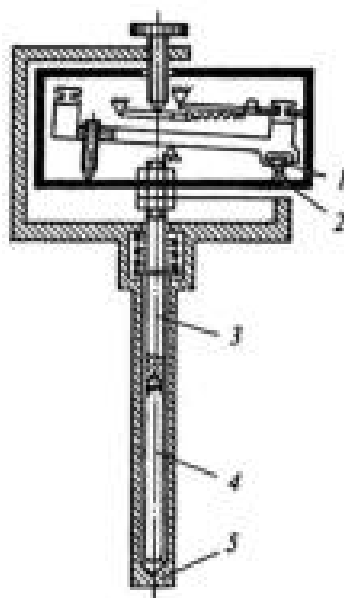


Рис. 4.21. Схема устройства dilatометрического ТУДЗ:
1, 2 — контакты; 3, 4 — стержни; 5 — трубка

Манометрические термометры с электроконтактным устройством предназначены для дистанционного измерения и сигнализации температуры нейтральных сред и используются также для позиционного регулирования температуры в указанных средах и в качестве датчиков отсечных устройств автоматики безопасности.

Конструкция манометрического термометра состоит из термосистемы с заполнителем, состоящей из соединенных между собой термобаллона 1, капилляра в оплетке 2 и манометрической пружины, заключенной в корпус термометра. Нагрев заполнителя вызывает увеличение давления в термосистеме и деформацию пружины. Движение незакрепленного конца пружины через кинематическую связь передается подвижной стрелке 3 прибора.

Термометры называются газовыми (ТПП), если термосистема заполнена кремнийорганической полиметилсилоксановой жидкостью ПМС-5, и конденсационными (паровыми, парожидкостными ТПП, ТКП, ТСМ), если термосистема заполнена низкокипящими жидкостями (фреоном, хлористым метилом, ацетоном), пары которых при измеримой температуре частично заполняют термобаллон.

Электроконтактное устройство состоит из двух контактов (минимального и максимального), смонтированных на стрелках 4 и 5. Контакты устанавливаются на любое значение температуры в пре-

делах шкалы термометра и замыкаются подвижной стрелкой при достижении заданной температуры.

Датчики давления

Манометры, мановакуумметры и вакуумметры показывающие сигнализирующие — приборы типа ЭКМ-1У, ЭКМ-2У, ЭКМВ-1У, ЭКВ-1У и ВЭ-16 Р6 — предназначены для измерения избыточного и вакуумметрического давления жидкостей, пара и газа. Приборы типа ВЭ-16 Р6 выполняются во взрывонепроницаемом корпусе. Приборы по конструкции аналогичны манометрическим термометрам с электроконтактным выходом, но без термосистемы, так как к приборам подводится непосредственно среда, давление которой измеряется.

Манометры вакуумметры и мановакуумметры с унифицированными выходными параметрами типа МЭД — приборы дифференциально-трансформаторные с унифицированными выходами предназначены для измерения избыточного вакуумметрического давления неагрессивных жидкостей и газов.

Прибор МЭД (рис. 4.22) имеет круглый корпус, в котором помещаются держатель 6 с трубчатой пружиной 5, передаточный механизм 2—4 и индукционная катушка 1. Индукционная катушка и катушка вторичного прибора или регулятора включены в дифференциально-трансформаторную схему. Выходной параметр прибора — взаимная индуктивность между первичной и вторичной цепями трансформатора, изменяющаяся при перемещении передаточного механизма.

Дифманометры типа ДМ (рис. 4.23) служат для измерения разности давлений избыточного и вакуумметрического давления жидкостей, пара и газа, а также расхода (по методу переменного перепада давления). Дифманометры преобразуют изменение измеряемого параметра в электрический сигнал, передаваемый на вторичный прибор или регулятор дифференциально-трансформаторной системы.

Чувствительным элементом дифманометра является мембранный блок, состоящий из мембранных коробок 1 и 2. Каждая из коробок сварена из двух мембран, профили которых совпадают. Внутренние полости коробок сообщаются через отверстие и заполняются дистиллированной водой через ниппель, после чего ниппель заворачивают. Давление в камеры подводится через импульсные трубки 3 и 8. С центром верхней мембраны связан сердечник 7 дифференциального трансформатора 4. Сердечник перемещается внутри разделительной трубки 6. Трансформатор закрыт колпаком 5. Под

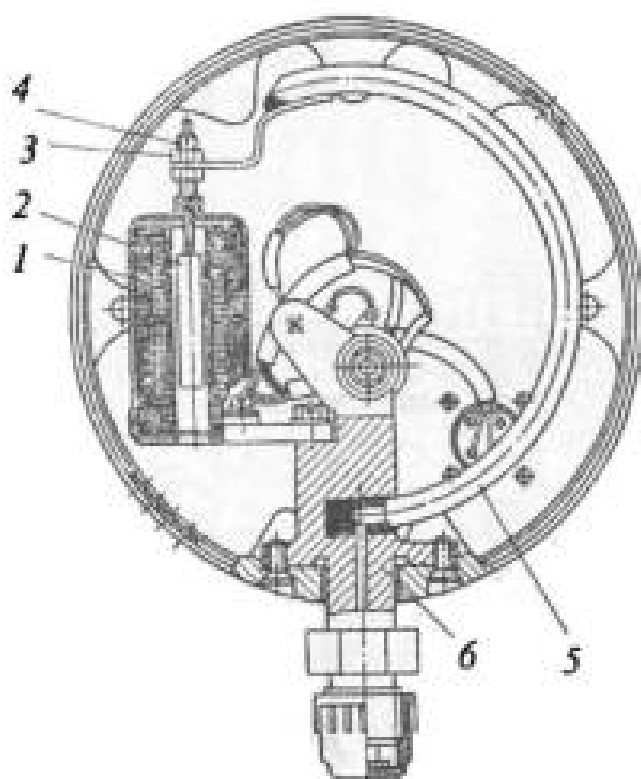


Рис. 4.22. Прибор типа МЗД:

1 — индукционная катушка; 2 — передаточный механизм; 3 — сердечник;
4 — передаточный механизм; 5 — трубчатая пружина; 6 — держатель

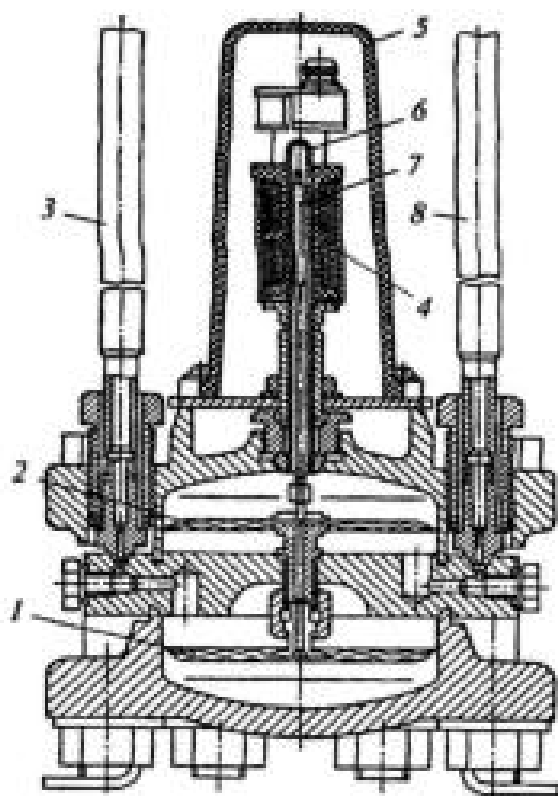


Рис. 4.23. Дифманометр типа ДМ:
 1, 2 — мембранные коробки; 3 — импульсная трубка; 4 — трансформатор;
 5 — колпак; 6 — разделительная трубка; 7 — сердечник; 8 — импульсная трубка

воздействием разности давлений в плюсовой и минусовой камерах нижняя мембранная коробка сжимается и жидкость из нее перетекает в верхнюю коробку, перемещая сердечник трансформатора и соответственно изменяя напряжение и фазу выходного сигнала.

Прибор дифференциальный тягомер ДТ-2 (рис. 4.24) предназначен для работы в схемах регулирования в качестве датчика, реагирующего на отклонение избыточного и вакуумметрического давлений, а также разности давлений и преобразующего это отклонение в пропорциональный электрический сигнал переменного тока. Система преобразования сигнала дифференциально-трансформаторная. Чувствительным элементом прибора является мембранная коробка 7, закрепленная в герметичном корпусе 6.

Перепад давления подводится с помощью двух штуцеров, один из которых подводит большее давление во внутреннюю полость мембранной коробки, а другой — меньшее давление в надмембранное пространство корпуса прибора.

Усилие, возникающее на мембранной коробке от перепада давления, перемещает центр мембранного блока, который связан с плунжером 5. Плунжер перемещается внутри немагнитной разделительной трубки 2, на которой помещена катушка 4 выходного устройства. При заданном значении измеряемого параметра плунжер находится в среднем положении, в котором напряжение на вторичной обмотке равно нулю. При отклонении измеряемого параметра от заданного значения плунжер уходит от среднего положения, и на вторичной обмотке катушки индуцируется напряжение переменного тока, фаза которого определяется направлением перемещения плунжера, т.е. отклонением измеряемого параметра от заданного значения. Концы обмоток выведены на клеммник под колпачком 1. Прибор настраивают установкой плунжера в среднее положение путем перемещения корпуса катушки по немагнитной трубке с помощью гайки 3.

Действие мембранных датчиков реле давления основано на зависимости перемещения мембраны, воспринимающей контролируемое давление и силу упругих деформаций уравнивающей пружины, от контролируемого давления. Через систему рычагов перемещение мембраны передается подвижной системе контактного устройства, в результате чего замыкаются или размыкаются выходные контакты прибора.

Мембранные датчики реле давления могут выпускаться с оцифрованными или информационными шкалами. Наибольшее распространение получили мембранные датчики реле напора ДН, тяги ДТ,

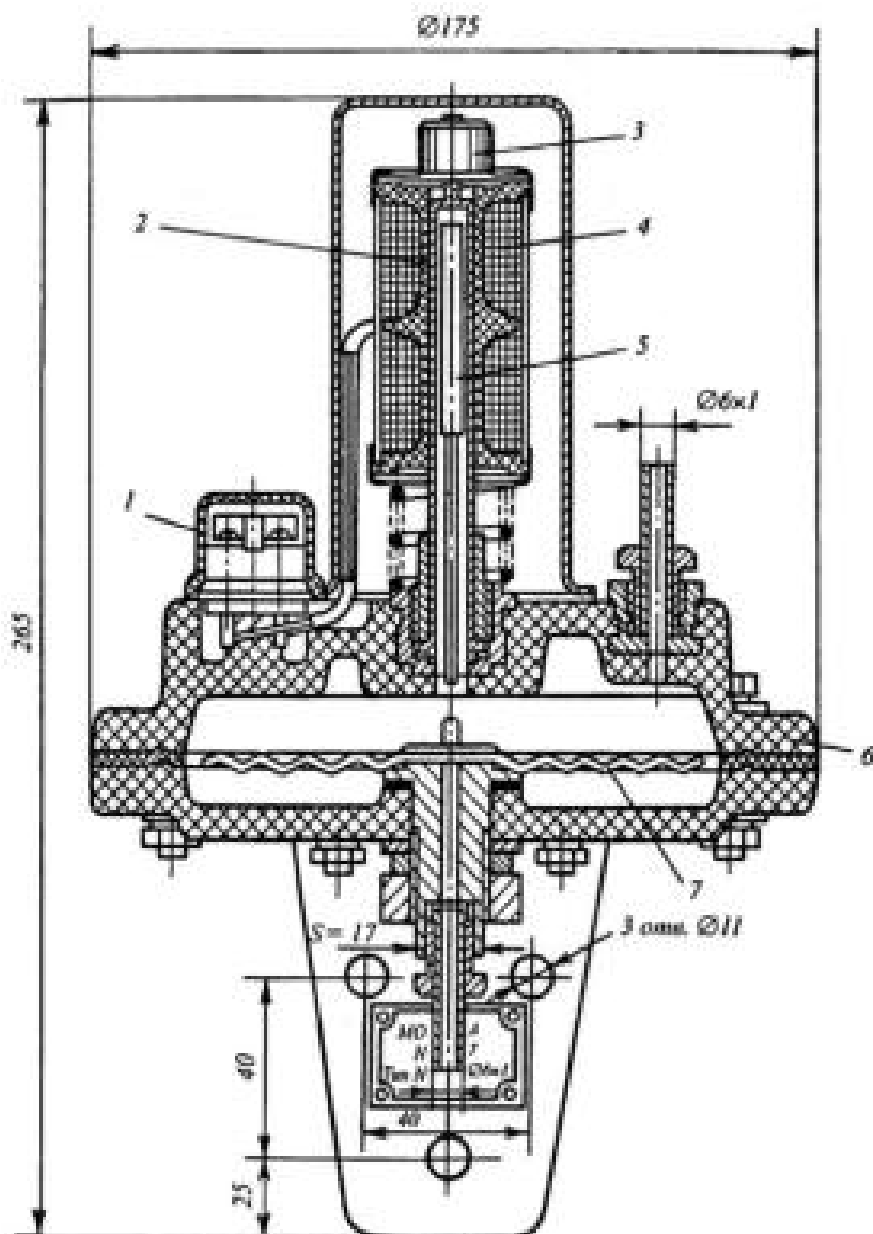


Рис. 4.24. Дифференциальный датчик типа ДТ-2:

1 — колпачок; 2 — разделительная трубка; 3 — гайка; 4 — катушка;
5 — плунжер; 6 — корпус; 7 — мембранная коробка

напора тяги ДНТ и перепада давления ДПН, которые применяются для контроля напора, тяги и перепада напора неагрессивных газов и жидкостей.

На рис. 4.25 приведен датчик реле ДН. Датчик состоит из узла чувствительного элемента (крышки 2 и 24, мембрана 23 с жесткими дисками 25, игла 21, штуцер 1); пружинного задатчика, состоящего из узла настройки установки (трубка 4, пружина 3, опорные шайбы 22 и 20, муфта 5, направляющая 19 и регулировочная гайка 17) и узла настройки дифференциала (пружина 8, опорные шайбы 7 и 16, направляющая 10, регулировочная гайка 9 и фиксирующая гайка 6), и контактного устройства (основание 15, микропереключатель 13, клеммная колодка 18, колпак 12, пластина 11 и полиэтиленовая втулка 14 для проводов). Игла 21 является общим стержнем, через который передаются усилия обеих пружин. При нарушении равновесия сил чувствительного элемента и пружины происходит смещение подвижных частей датчика, которое через пластину действует на контактное устройство.

В качестве чувствительных элементов у сильфонных датчиков реле давления используются сильфоны. Датчик реле давления ДД применяют для контроля давления. На рис. 4.26 представлена конструкция датчика ДД с двухпозиционным контактным устройством, с нерегулируемым дифференциалом и с оцифрованной шкалой уставки.

Реле давления РД-12 (рис. 4.27) предназначено для контроля давления воздуха, воды, масла, паров фреона.

Давление среды, действующей на сильфон 2, уравнивается через шток пружины 14. Пружина упирается одним концом в рычаг 1, другим — в гайку 13 винта 12. Вращением винта 12 настраивают реле на заданное давление срабатывания по шкале 11. При повышении давления в камере 4 сильфон сжимается и, преодолевая сопротивление пружины 14, через шток 3 поворачивает рычаг 1, который нажимает на микровыключатель 15, что приводит к переключению выходных контактов.

При понижении давления среды рычаг 1 под действием пружины 14 поворачивается вокруг оси, стремясь занять исходное положение. Когда давление понизится на значение дифференциала, установленного по шкале 7, рычаг освободит кнопку микровыключателя 15. Действие пружины дифференциала 8 состоит в следующем. Перед срабатыванием при повышении давления рычаг 6 упирается в верхнюю кромку упора 5 и в момент срабатывания пружины 8 в работе не участвует. Возврат в исходное состояние при понижении давления происходит с участием пружины 8. Дифференциал регулируется изменением пружины 8 с помощью винта 10 и гайки 9. Таким образом, давление срабатывания определяется только натяжением пружины 14, а возврат в исходное положение — натяжением двух пружин 8 и 14.

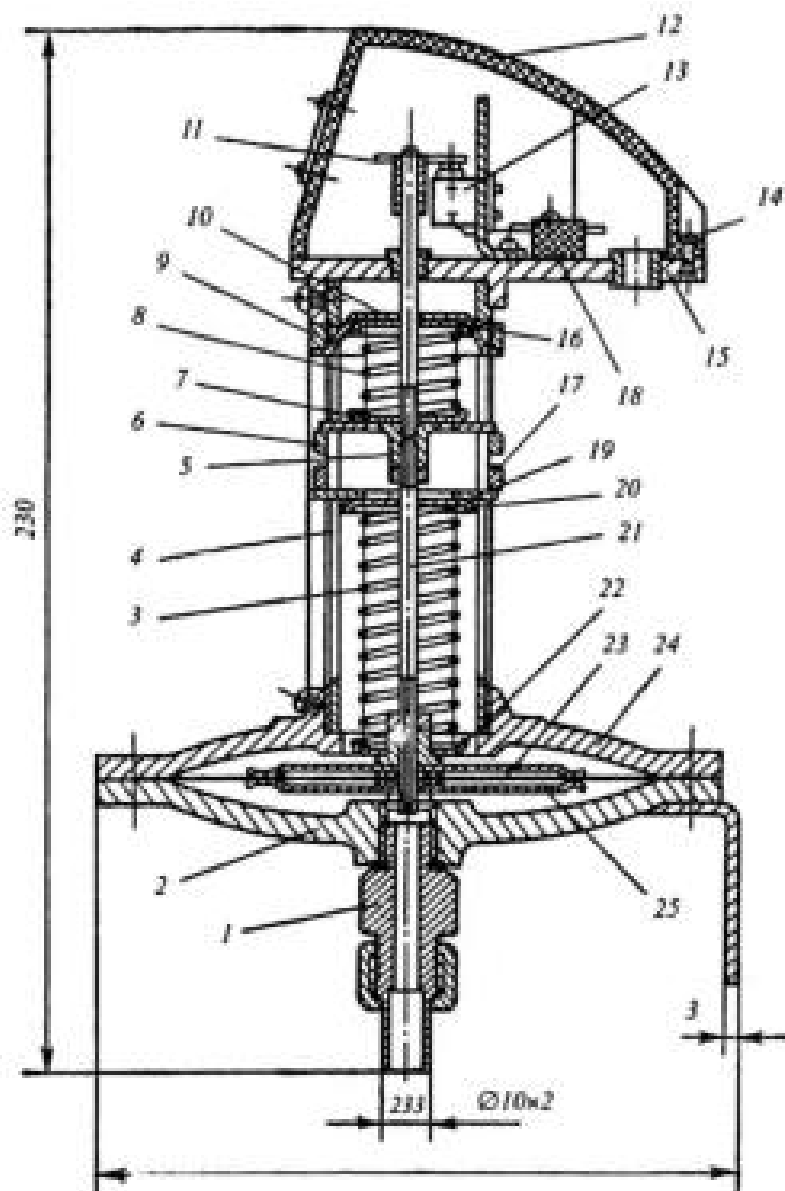


Рис. 4.25. Датчик реле напора ДН:

- 1 — штуцер; 2 — крышка; 3 — пружина; 4 — трубка; 5 — муфта;
 6 — фиксирующая гайка; 7 — опорная шайба; 8 — пружина;
 9 — регулирующая гайка; 10 — направляющая гайка; 11 — пластина;
 12 — колпак; 13 — микропереключатель; 14 — полиэтиленовая втулка;
 15 — основание; 16 — опорная шайба; 17 — регулирующая гайка;
 18 — клеммная колодка; 19 — направляющая гайка; 20 — опорная шайба;
 21 — игла; 22 — опорная шайба; 23 — мембрана; 24 — крышка;
 25 — жесткий диск

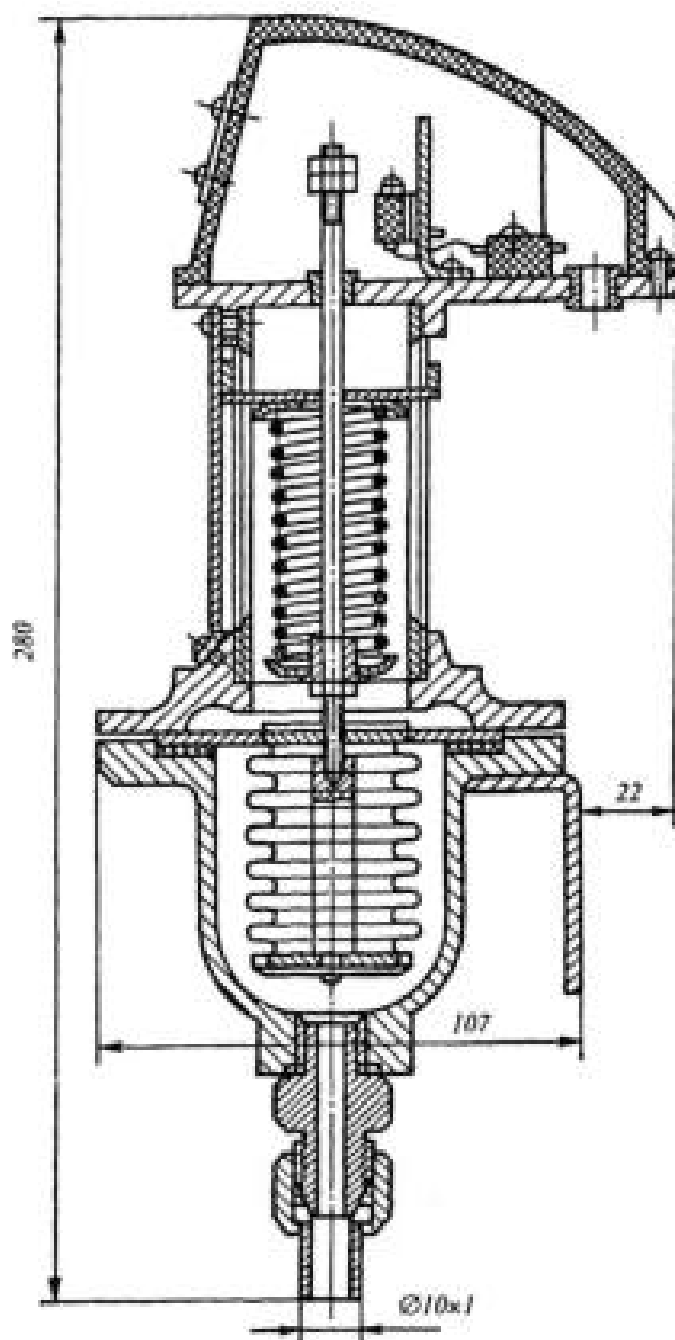
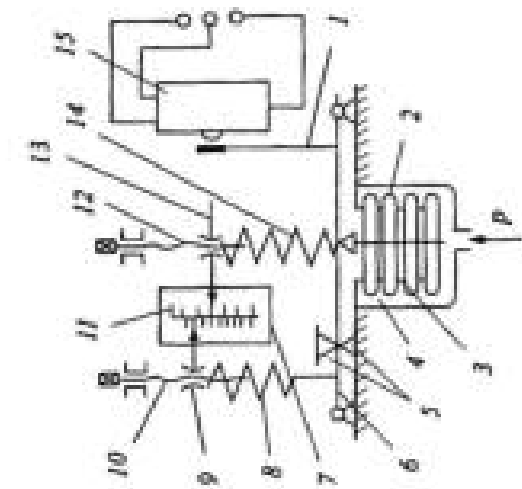
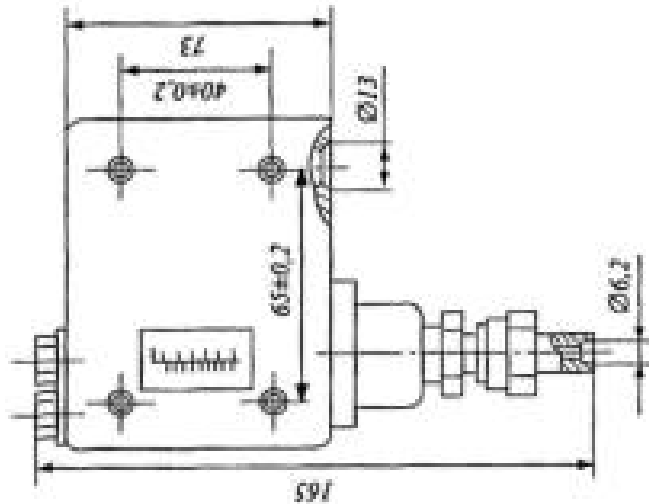


Рис. 4.26. Датчик реле давления ДД



а



б

Рис. 4.27. Реле давления РД-12:

а — кинематическая схема; б — общий вид; 1 — рычаг; 2 — сильфон; 3 — штаб; 4 — камера; 5 — упор; 6 — рычаг; 7, 11 — шкала; 8, 14 — пружина; 9, 10, 12 — винты; 15 — микровыключатель

4.5. УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГОРЕНИЯ В ТОПКАХ КОТЛОВ

Автоматический контроль горения может быть осуществлен различными способами. К наиболее известным методам контроля относятся термометрический, ионизационный и фотоэлектрический.

Устройства контроля горения, основанные на тепловом действии пламени (использование металлической термопары, биметаллической пластины, dilatометра и т.д.), обладают значительной инерционностью срабатывания после погасания пламени, поэтому их применяют в проточных водонагревателях и в отопительных установках малой мощности.

В отопительных водогрейных котельных средней мощности применяются устройства контроля горения, использующие ионизационные свойства пламени. Ионизация при горении связана с тем, что пламя обладает способностью проводить электрический ток. При определенном размещении двух электродов в пламени между ними появляется вентильный эффект (способность межэлектродных переходов в пламени выпрямлять переменный электрический ток). Вентильные явления в пламени отмечаются на переходе «электрод — факел — корпус горелки».

На рис. 4.28 приведена принципиальная электрическая схема устройства, примененного в системе автоматики АГОК-ВН, которое

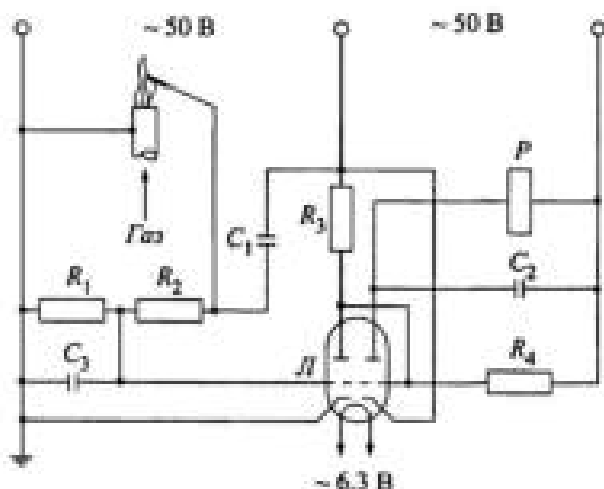


Рис. 4.28. Принципиальная электрическая схема блока контроля за наличием пламени в автоматике безопасности АГОК-ВН:
 $R_1...R_4$ — резисторы; $C_1...C_4$ — конденсаторы; P — реле;
 L — электронная лампа

контролирует наличие горения в топке котла. Принцип работы устройства основан на вентильном эффекте перехода «электрод — пламя — корпус горелки». Усилительным элементом служит электронная лампа — двойной триод. В анодную цепь правого по схеме триода в качестве нагрузки включена обмотка реле P . К электронному датчику подводится напряжение переменного тока 50 В. Поскольку электронный датчик обладает вентильными свойствами, при наличии пламени через цепочку сопротивлений R_1 , R_2 течет выпрямленный ток. Падение напряжения, снимаемое с сопротивления R_2 , минусом подается на управляющую сетку левого триода лампы и запирает его. Правый триод в это время открыт, в его анодной цепи и обмотке реле течет ток, достаточный для удержания якоря в притянутом к сердечнику положении. При погасании контролируемого факела разрывается электрическая цепь датчика. Через цепочку R_1 и R_2 будет протекать только переменный ток, но вход левого триода зашунтирован по переменному току конденсатора C_1 . Отрицательное смещение с сетки левого триода снимается. Триод отпирается, и в его анодной цепи начинает протекать выпрямленный ток. Падение напряжения, снимаемое с сопротивления R_3 , плюсом подается на катод, а минусом — на управляющую сетку правого триода и запирает его. Обмотка реле обесточивается, реле срабатывает и своими контактами подает команду в блок автоматики безопасности котла на закрытие газовых клапанов, через которые осуществляется подача газа в топку котла. При этом срабатывает аварийная (предупредительная) сигнализация.

Ионизационные явления в пламени газовой горелки проявляются в том, что на границе соприкосновения металлического электрода с факелом возникает собственный электрический потенциал, электрод при этом заряжается отрицательно. Если в зону горения ввести два электрода, которые нагреются до разной температуры, то возникающие на них электрические потенциалы будут иметь разный уровень. Разность этих потенциалов — ЭДС межэлектродного перехода — будет постоянной по знаку, но пульсирующей по амплитуде. Это явление можно использовать для безынерционного контроля за наличием факела и для поддержания качества горения.

В мощных котельных установках, работающих в условиях высоких температур и раскаленной топочной камеры, для автоматического контроля горения применяются приборы с фотоэлектрическими датчиками. Фотоэлектрический датчик помещают в трубу-тубус, который визируется на зону факела в топке котла. При наличии горения под действием излучения факела электрическое сопротивление фотодатчика значительно снижается, через цепь датчика

протекает электрический сигнал, который усиливается до величины достаточной для срабатывания реле. При погасании факела электрическое сопротивление фотодатчика увеличивается, что приведет к уменьшению тока в его цепи, снижается напряжение и на выходе усилителя, что приводит к обесточиванию реле. Реле, сработав, своими контактами подает команду на отключение подачи газа в котлах.

Основная масса взрывов в котельных происходит при розжиге горелок. Поэтому в системе автоматики предусматривается оснащение горелок электрическими запальниками и устройствами автоматической пусковой блокировки, с помощью которых обеспечивается определенная последовательность в выполнении операций розжига запальной и рабочей горелок. В системе автоматической пусковой блокировки котла наиболее ответственна роль прибора контроля за наличием пламени, так как прибор фиксирует наличие в топке факела запальной горелки и дает разрешение на пуск газа в рабочую горелку.

На рис. 4.29 приведена принципиальная схема автоматической пусковой блокировки котла с использованием прибора контроля

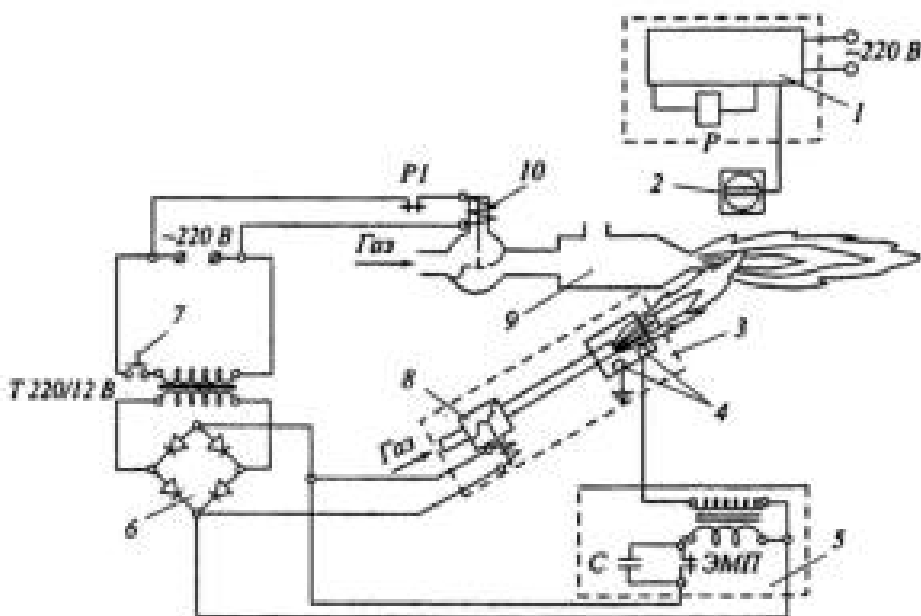


Рис. 4.29. Схема пусковой блокировки и защиты котла:

- 1 — прибор контроля пламени; 2 — фотодатчик; 3 — запальная горелка;
4 — свечи зажигания; 5 — катушка зажигания; 6 — выпрямитель;
7 — кнопка; 8 — электромагнитный клапан; 9 — рабочая горелка;
10 — селекционный клапан; Р — реле; С — конденсатор; Т — трансформатор

факела с фотоэлектрическим датчиком. При пуске котла оператор нажимает кнопку пуска 7 на щите управления, в результате чего подается через выпрямитель 6 напряжение постоянного тока на обмотку электромагнитного клапана 8 запальной горелки и одновременно на катушку зажигания 5 электрозапального устройства. Между свечами электрозапального устройства возникает искра, которая поджигает выходящий из запальника горелки газ. Фотодатчик зафиксировывает появление в топке запального факела и подает электрический сигнал в прибор контроля факела. При этом сработает исполнительное реле Р прибора контроля факела, которое своими контактами замкнет цепь питания обмотки соленоидного клапана 10 рабочей горелки. Клапан откроется, в рабочую горелку начнет поступать газ, который будет подожжен факелом запальной горелки. При отпускании оператором кнопки пуска 7 разорвется цепь подачи напряжения постоянного тока на катушку зажигания и на обмотку клапана 8. Подача газа в запальную горелку будет прекращена. После этого автоматический контроль горения в топке котла будет осуществляться по рабочей горелке. В случае погасания по какой-либо причине факела рабочей горелки срабатывает прибор контроля факела. Реле Р обесточится, и своими контактами Р₁ разорвет цепь питания соленоидного клапана. Подача газа в рабочую горелку автоматически прекратится.

4.6. КОНТРОЛЬ ЗАГАЗОВАННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ КОТЕЛЬНЫХ

Для обеспечения требований безопасности в помещении котельной необходимо оборудовать автоматический сигнализатор загазованности.

Схемы некоторых газосигнализаторов построены по принципу измерения теплового эффекта химической реакции беспламенного сжигания горючих компонентов контролируемого газа на поверхности катализатора. Начальный разогрев катализатора производится электрическим током, протекающим через платиновую спираль. Одновременно платиновая спираль используется как термометр сопротивления, включенный в схему измерительного моста. Электрическая схема сигнализатора рассчитана так, что срабатывание прибора и включение предупредительной сигнализации происходят при концентрации газа (метана) $0,5 \div 0,7\%$ в воздушной среде контролируемого объекта.

В современных газосигнализаторах предусматривается автоматический контроль двух уровней загазованности. При концентрации

газа в контролируемой среде 0,5% срабатывает предупредительная сигнализация, а при достижении 1,0% включается аварийная сигнализация для принятия необходимых мер.

Наиболее эффективен и перспективен контроль загазованности, основанный на использовании лазерных устройств.

В основу работы лазерного газосигнализатора положено свойство молекул метана поглощать часть энергии светового луча (электромагнитных волн). Каждый газ характеризуется определенной частотой поглощения светового потока. Для метана максимум поглощения соответствует частоте излучения гелиево-неонового лазера, длина волн излучения которого составляет 3,39 мкм. Все другие газы имеют максимумы поглощения на других частотах, благодаря этому обеспечивается высокая избирательность газосигнализатора с гелиево-неоновым лазером.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы, обеспечивающие безопасную работу газовых плит.
2. Охарактеризуйте основной принцип работы системы пьезозажигания газовых плит.
3. Как обеспечивается регулирование температуры духового шкафа газовой плиты?
4. Какова принципиальная схема работы проточного водонагревателя?
5. Охарактеризуйте работу предохранительных устройств автоматического водонагревателя.
6. Как предотвращаются перегрев и разрушение элементов теплообменника при прекращении подачи воды?
7. Назовите особенности технологических процессов, происходящих в котле.
8. Перечислите основные звенья системы автоматического регулирования котла.
9. Какова принципиальная схема пневмомеханической автоматки водогрейных котлов?
10. Назовите принцип работы автоматки подпитки барабана котла.
11. Какова схема системы автоматизации котла ДКВР.
12. Назовите основное назначение датчиков.

13. Приведите устройство и принцип работы датчиков давления.
14. Опишите принцип автоматического контроля горения.
15. Приведите принципиальную электрическую схему устройства контроля горения.
16. Каково назначение автоматических сигнализаторов давления?
17. Принципиальная схема лазерного детектора метана.

Глава 5. ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

5.1. СИСТЕМА ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Объектами диспетчерского управления являются системы газораспределения. Эти системы обладают большой протяженностью. Поэтому существенно возрастают затраты на сооружение линий связи. Чтобы обеспечить уровень и сохранить качество передаваемых на расстояние сигналов, используют средства телемеханики. При этом экономно используются электрические линии связи и обеспечивается надежная и быстрая передача команд управления, сигналов контроля.

Устройство телемеханики представляет собой одно из звеньев системы передачи информации. Система передачи информации (рис. 5.1) включает в себя следующие элементы:

- источник сообщений;
передатчик, преобразующий сообщения в сигналы;
линию связи;
приемник, осуществляющий обратное преобразование сигналов в сообщения;
приемник сообщений.

Источником сообщения могут быть сведения, представленные в форме устной речи, текста, изображения, команд управления или других данных, характеризующих состояние контролируемого объекта.

В системах телеконтроля и телеуправления информация о состоянии контролируемых объектов, получаемая от установленных на них датчиках, передается автоматически и воспроизводится или регистрируется на диспетчерском пункте без участия человека.

По характеру выполняемых функций системы телемеханики делятся на системы телеуправления, телесигнализации, телезмерения.

Система телеуправления (ТУ) предназначена для управления на расстоянии различными технологическими процессами. Характерной особенностью телемеханического управления является передача нескольких сигналов управления по общей линии связи, которая соединяет органы управления, расположенные на диспетчерском

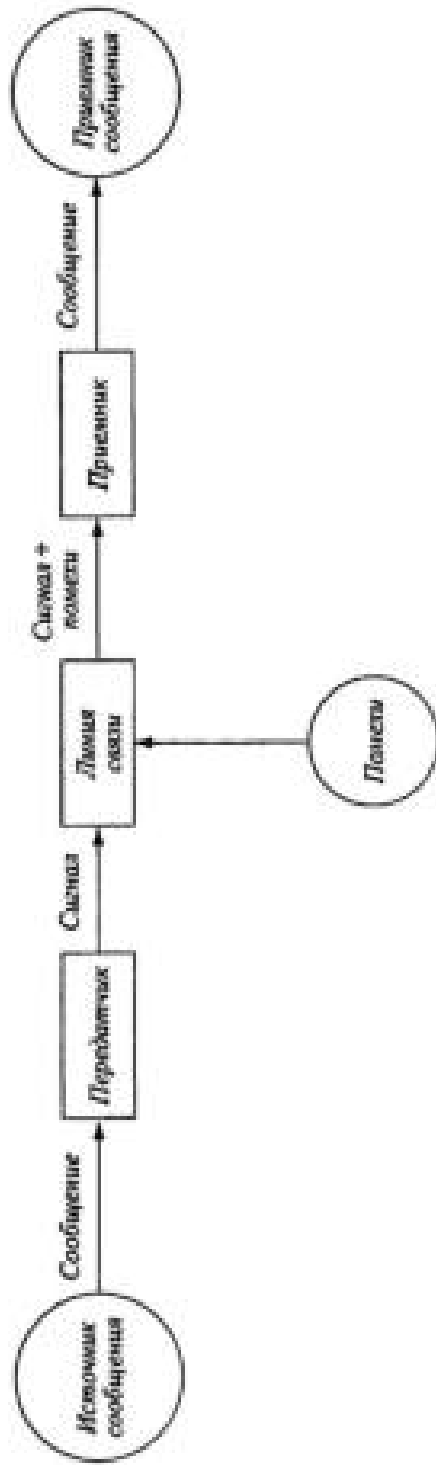


Рис. 5. 1. Схема передачи информации

пункте, с промежуточными устройствами-усилителями, находящимися на контролируемых пунктах. Такая схема управления отличается многократным использованием одной и той же линии связи.

Система телесигнализации (ТС) предназначена для передачи с контролируемых пунктов на диспетчерский пункт различных видов телесигналов:

- о положении или состоянии контролируемых объектов, получаемых по запросу с диспетчерского пункта;
- о выходе контролируемых параметров за пределы допустимых значений или нарушении работы объектов (сигнализация этого вида является аварийной или предупреждающей);
- о подтверждении выполнения на контролируемом пункте заданной диспетчером операции телеуправления;
- о работе приборов и оборудования телемеханической системы.

Система телеизмерения (ТИ) предназначена для измерений и передачи при помощи устройств телемеханики на диспетчерский пункт непрерывных (текущих) значений технологических параметров (например, давление, расход, температура газа). Эти технологические параметры измеряются установленными на объектах контроля датчиками, их значения воспроизводятся на диспетчерском пункте визуально или регистрируются самописцами.

Как было указано, система газораспределения состоит из большого количества рассредоточенных потребителей, к которым прокладываются распределительные газовые сети. При этом стоимость линий связи становится настолько велика, что их использование для каждого объекта ТУ, ТС и ТИ оказывается невыгодным. Передача ряда независимых сообщений ТУ, ТС и ТИ по одной линии связи требует специальных устройств для вторичного уплотнения их на передающей стороне и для разделения сообщений на приемной стороне. Система передачи информации с общим каналом связи, в которой организовано несколько независимых каналов ТУ, ТС и Т, называется многоканальной.

Структурная схема многоканальной системы передачи информации приведена на рис. 5.2. На передающей стороне сообщения от n источников $I_1, I_2, \dots, I_n$ поступают на n передатчиков $Пер$, которые вырабатывают соответствующие сигналы, приспособленные для их разделения на приемной стороне. Затем сигналы подаются на общую линейную аппаратуру (блок $ЛБА$) и далее в общую линию связи. На приемной стороне сигналы из линии связи поступают на линейный блок $ЛББ$ приемной стороны и воздействуют на n разделителей $Разд$, каждый из которых выделяет свой сигнал, т.е. сигнал данного канала. Сигнал, выделенный в соответствующем

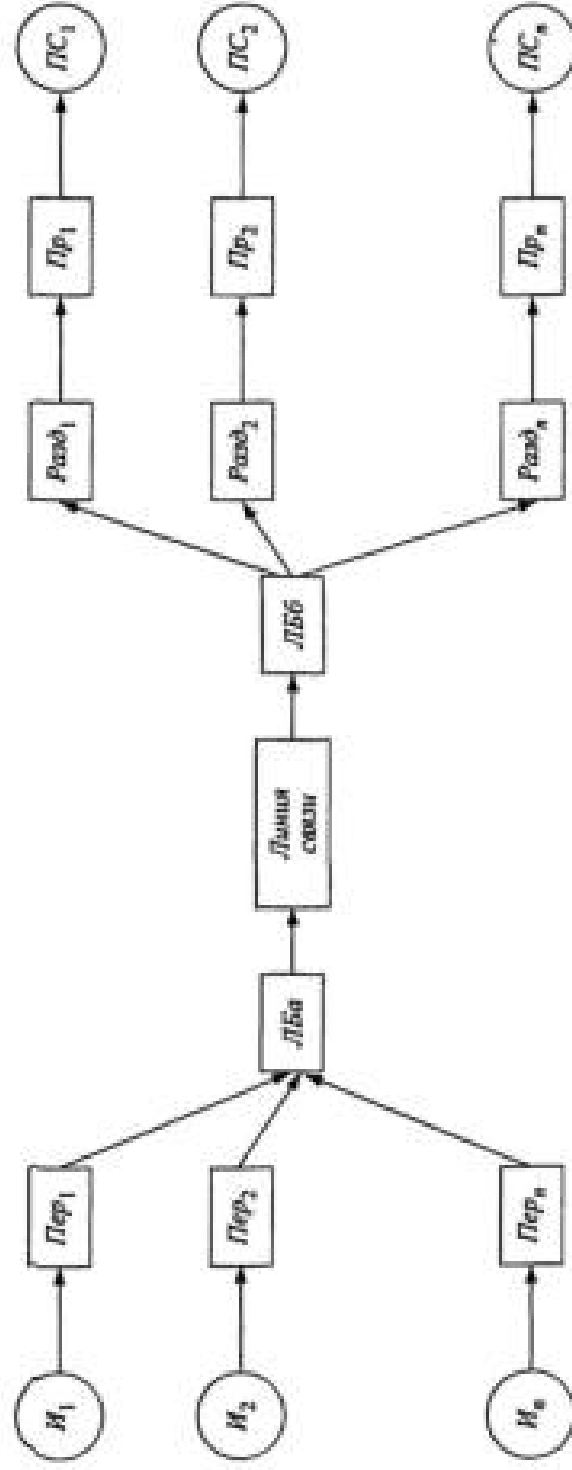


Рис. 5.2. Структурная схема многоканальной передачи информации

приемнике *Пр*, превращается в конкретное сообщение и поступает в приемник сообщения *ПС*. На диспетчерском пункте в качестве приемников сообщения могут быть пульт диспетчера, аппаратура автоматической регистрации принимаемой информации (самописцы) и др.

5.2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Для надежной и безопасной эксплуатации газораспределительной системы предусматривается автоматизированная система управления технологическим процессом распределения газа (АСУ ТП РГ).

АСУ ТП РГ выполняет следующие основные функции: операционный дистанционный централизованный контроль параметров технологического процесса газораспределения; коммерческий учет потребления газа.

Автоматические системы управления технологическим процессом распределения газа (АСУ ТП РГ) имеют централизованную структуру, основными элементами которой являются контролируемые пункты (КП) на наружных сетях и сооружениях системы распределения газа (нижний уровень АСУ ТП РГ) и центральный диспетчерский пункт (ЦДП) (верхний уровень АСУ ТП РГ).

Верхний уровень АСУ ТП РГ реализуется в ЦДП в виде одного или нескольких автоматизированных рабочих мест (АРМ), связанных между собой локальной вычислительной сетью (ЛВС).

АСУ ТП РГ охватывают следующие газорегулирующие сооружения (ГС):

- ГРС, связывающие магистральные газопроводы с городской системой газораспределения;
- ГРП, обеспечивающие регулирование давления газа в сетях высокого и среднего давления;
- ГРП, питающие тупиковые сети низкого давления;
- ГРП, питающие тупиковые сети низкого давления, имеющие особые режимы газоснабжения или резервное топливное хозяйство;
- ГРП, питающие кольцевые сети низкого давления;
- ГРП, расположенные в удаленных населенных пунктах.

Системы газораспределения должны быть оснащены АСУ ТП РГ, которые включают функциональные подсистемы информационного характера и функциональные подсистемы, реализующие комплексы задач в соответствии с табл. 5.1.

Система газораспределения АСУ ТП РГ

Функциональная подсистема АСУ ТП РГ	Комплекс задач	Периодичность решения
1	2	3
1. Оперативный контроль технологического процесса распределения газа	Измерение, контроль и обработка технологических параметров по инициативе КП	При возникновении аварийной или предаварийной ситуации
	Периодическое измерение и контроль технологических параметров КП	Устанавливается диспетчерским персоналом, но не реже 1 раза в 2 часа
	Измерение и контроль технологических параметров КП (выборочно) по инициативе диспетчерского персонала	По инициативе диспетчерского персонала в любой момент времени
2. Оперативный контроль состояния технологического оборудования	Передача в ЦДЛ информации об аварийных и нештатных ситуациях	При возникновении. За время не более 30 с
	Периодический контроль состояния технологического оборудования КП	1 раз в час
	Контроль и обработка показателей состояния технологического оборудования по инициативе диспетчерского персонала	По инициативе диспетчерского персонала
3. Оперативный учет поступления и реализации газа	Оперативный учет поступления газа в город (регион)	Не реже, чем 1 раз в сутки
	Оперативный учет расхода газа потребителями	Не реже, чем 1 раз в сутки
	Оперативный контроль за соответствием плану поставок газа поставщиком	Не реже, чем 1 раз в сутки

1	2	3
	Оперативный контроль за соответствии плану расходов газа потребителем	Не реже, чем 1 раз в сутки
	Оперативный баланс поступления газа в город (регион) и расхода газа потребителями	Не реже, чем 1 раз в месяц, а в условиях дефицита подачи газа — не реже, чем 1 раз в сутки
4. Прогнозирование технологического процесса газораспределения	Прогнозирование потребности подачи газа в город (регион)	Не реже, чем 1 раз в месяц, а в условиях дефицита подачи газа — не реже, чем 1 раз в сутки
	Прогнозирование процессов расхода газа крупными предприятиями (ТЭЦ, крупные котельные и промышленные предприятия)	Не реже, чем 1 раз в месяц, а в условиях дефицита подачи газа — не реже, чем 1 раз в сутки
	Прогнозирование суточного баланса поступления газа в город (регион) и расхода газа потребителями	1 раз в сутки в условиях дефицита подачи газа
5. Анализ технологического процесса распределения газа в сетях низкого, среднего и высокого давлений	Анализ функционирования газовых сетей на основе гидравлической модели процесса распределения газа и электронной схемы газовых сетей, привязанной к карте (схеме) города (региона)	При изменении конфигурации газовой сети, подключении или отключении потребителей газа, локализации аварийных ситуаций и др. случаях при необходимости
6. Формирование и передача управляющих воздействий	Выдача команд-инструкций на сокращение или увеличение потребления газа	При необходимости

1	2	3
	Выдача команд на принудительное сокращение подачи газа потребителям, превышающим установленные лимиты	При необходимости
	Телерегулирование давления газа на выходах ГС, кроме ГРП потребителей	При необходимости
	Телеуправление отключающими устройствами	При необходимости
7. Автоматизированный контроль функционирования комплекса технических средств АСУ ТП РГ	Передача в ЦДЛ информации о состоянии датчикового оборудования	При возникновении неисправности или по вызову диспетчерского персонала за время не более 30 с
	Передача в ЦДЛ информации о состоянии функциональных блоков КП ППУ	При возникновении неисправности или по вызову диспетчерского персонала за время не более 30 с
	Передача в ЦДЛ информации о состоянии линии связи	При возникновении неисправности или по вызову диспетчерского персонала за время не более 30 с
8. Связь АСУ ТОРГ с организационно-экономическими АСУ различного назначения	Обеспечение передачи и приема информации между АСУ ТП РГ и организационно-экономической АСУ	По мере подготовки информации
	Обеспечение передачи и приема информации между АСУ ТП РГ и общегородской (региональной) АСУ	

Цель технологического процесса газоснабжения — поддержание режимов давлений и расходов в сети и у потребителей такими, при которых обеспечивается оптимальный режим работы технологического оборудования потребителей, использующих газ.

Процесс газоснабжения имеет ряд характерных особенностей: технологический процесс должен быть непрерывным, нарушение непрерывности процесса подачи газа потребителям наносит им материальный ущерб и может привести к аварийным ситуациям; динамический характер, обусловленный неравномерностью потребления газа и наличием нерегулируемых внешних возмущений;

транспортировка и распределение газа по распределительной сети происходит за счет энергии, накопленной источниками газоснабжения вне города (магистральными газопроводами), и не требует дополнительных энергетических затрат внутри города; технологический процесс происходит в условиях лимитированной поставки газа в город и промышленным потребителям, в результате протекания процесса не создается новый продукт, а происходит лишь изменение физических параметров газа; взрывоопасность газа.

Нагрузка сетей — это количественный параметр и изменяется в широком диапазоне, являясь случайной функцией во времени, что определяется режимами работы потребителей газа и другими, внешними по отношению к сетям, возмущениям.

Давление, расход и температура газа относятся к качественным параметрам газораспределительных сетей.

Основными входными характеристиками, определяющими режим протекания процесса, являются давление газа на выходе источников газоснабжения ($P_{\text{вых}}$) и расход газа потребителем ($Q_{\text{потр}}$).

Данный технологический процесс можно охарактеризовать следующими функциональными зависимостями:

$$P_{\text{сн}} = f(P_{\text{вых}}, Q_{\text{потр}});$$

$$Q_{\text{г}} = f(Q_{\text{потр}}).$$

Параметр $P_{\text{вых}}$ является расчетным, строго нормированным и в случае дефицита газа регулируется. Также регулируемым является и параметр $Q_{\text{потр}}$ для потребителей, входящих в состав предприятий, переводимых на резервное топливо.

Так как городская газораспределительная сеть имеет многоступенчатую структуру, то выходные параметры по давлению газа высших ступеней определяют входные параметры для низших ступеней,

а выходные параметры по расходу низших ступеней являются входными для высших.

Планируемый параметр является постоянным в течение определенного промежутка времени (сутки, неделя), а реальное потребление газа носит неравномерный характер.

В летние месяцы за счет природного газа удовлетворяется практически вся потребность города в топливе. В осенне-зимний сезон ТЭЦ частично ограничиваются в потреблении газа и снижают резервные виды топлива — мазут и уголь.

В соответствии с существующими Правилами пользования газом потребители газа по очередности делятся на две группы:

Первая группа — потребители, обеспечиваемые в первую очередь, к этой группе относятся:

- население;
- предприятия общественного питания и бытового обслуживания населения, санитарно-гигиенические, учебные, лечебные учреждения, зрелищные и торговые предприятия, бани, прачечные, гостиницы, детские сады — ясли, санатории, дома отдыха, другие учреждения коммунально-бытового назначения, а также котельные, газиспользующее оборудование которых конструктивно не приспособлено к работе на других видах топлива;
- потребители, у которых отклонение расхода газа и понижение его давления вызывают нарушение технологического процесса и влекут за собой остановку оборудования или материальный ущерб из-за порчи или недоотпуска продукции.

Вторая группа — электростанции и промышленные предприятия, газоснабжение которых в периоды похолодания и других необходимых случаях должно регулироваться путем частичного или полного перевода их на резервные виды топлива.

Из общего числа промышленных предприятий, использующих природный газ в виде топлива, часть предприятий имеют резервные мазутные установки, и они обязаны ежегодно к началу отопительного сезона создавать запасы мазута. Эти предприятия должны быть также отнесены ко второй группе. Остальные потребители газа относятся к первой группе.

Потребители второй группы используются в настоящее время как потребители-регуляторы, сглаживающие неравномерное потребление газа, например при похолоданиях. В первую очередь на резервное топливо переводятся ТЭЦ, а затем при значительном похолодании промышленные предприятия. По очередности подачи топлива промышленные предприятия разбиты на три группы.

Проводя анализ функционирования газоснабжения города, можно выделить пять характерных режимов протекания технологического процесса газоснабжения:

- нормальный режим;
- режим дефицита поставки газа;
- режим перехода «лето — зима», «зима — лето»;
- режим проведения аварийных и предаварийных работ;
- режим проведения планово-профилактических работ.

Нормальный режим протекания технологического процесса газоснабжения характеризуется тем, что давление газа на входе всех потребителей обеспечивает устойчивую работу их регуляторов давления и суммарный расход газа потребителями по городу не превышает установленный плановый лимит поставки газа в город на данный период времени.

Режим дефицита поставки газа характеризуется резким понижением давления газа на входе потребителей и увеличением суммарного расхода газа промышленными потребителями до превышающего возможную поставку газа в город в данный период времени. В данном режиме происходит процесс перехода потребителей на недопустимый режим газопотребления, в основном это касается потребителей, удаленных от источника газоснабжения. В настоящее время единственным эффективным способом обеспечения топливом потребителей при нехватке газа является перевод определенных промышленных потребителей на резервное топливо (мазут, уголь).

При низких и продолжительных похолоданиях дополнительно принимаются меры по снижению лимитов на газоснабжение потребителей, снижению входных давлений на ГРП потребителей, перевод части сетевых ГРП, ГРС на режим работы по байпасу (для районов города с недостаточной производительностью газовой сети).

Режим перехода «лето — зима», «зима — лето» характеризуется целенаправленным изменением выходных давлений на источниках газовой сети города и, как следствие, снижением $P_{\text{вых}}$ у потребителей. Данный режим обусловлен изменением режимов работы потребителей газа в связи с изменением климатических условий.

Режимы проведения аварийных, предаварийных и планово-профилактических работ характеризуются действиями производственного персонала по локализации участков ГРС, на которых производятся работы, с помощью запорных устройств. Проведение данных работ приводит к отключению от подачи газа не только ремонтируемого участка сети, но и ряда исправных, в том числе и потребителей. После локализации места проведения работ ГРС переходит в промежуточный

режим работы, в течение которого проводятся восстановление или реконструкция определенного участка ГРС.

Целью функционирования системы управления газовым хозяйством является обеспечение рационального ведения технологического процесса газоснабжения в условиях плановых, лимитированных поставок природного газа, с учетом возмущений, действующих на газовое хозяйство. Система управления представляет комплекс организационных, технических, плановых, контрольных, учетных и административных функций, сформированных в многоуровневую структуру, построенную по производственно-технологическому принципу.

Управление системой осуществляют отдельные структурные подразделения производственного объединения, определенные соответственным функциональным назначением. В сложившейся структуре имеются следующие основные уровни:

- 1) технологическая часть системы управления;
- 2) оперативное управление;
- 3) административное управление.

На первом уровне расположены эксплуатационные подразделения. Эти подразделения производят техническое обслуживание и эксплуатацию инженерных сооружений и технологического оборудования, образующего газораспределительные сети города.

На втором уровне расположены режимно-диспетчерские подразделения: отдел режимов, служба реализации газа, служба надзора за газопотреблением. Данные подразделения обеспечивают непосредственное управление процессами подачи, распределения и учета расхода газа, а также вырабатывают и передают команды управления для подразделений первого уровня.

На третьем уровне расположены административные подразделения: администрация объединения и технический отдел. Данные подразделения осуществляют координацию работы всех структурных элементов системы управления и руководят производственной деятельностью подразделений первого и второго уровней.

Функции и задачи АСУ ТП распределения газа

АСУ ТП распределения газа проектируется как система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации. Процесс управления подразделяется на три этапа:

- отображение системы газоснабжения, включающей в себя сбор, обработку, передачу и вывод информации о режимах газовой сети и состоянии технологического оборудования;

принятие решения, включающее в себя анализ ситуации и выбор варианта распределения газа между потребителями;
реализация принятого решения.

Первый этап решается средствами телемеханической техники.

Второй этап решается средствами вычислительной техники. Этот этап заканчивается выдачей рекомендаций диспетчерскому персоналу по управлению системой газоснабжения.

Третий этап реализуется средствами телемеханики, позволяющими осуществить телеуправление исполнительными механизмами.

Управление исполнительными механизмами осуществляется только через диспетчера.

Задачи АСУ ТП:

контроль;

учет (учет поступления газа в город);

анализ и диагностика;

прогнозирование;

управление.

В состав оперативных параметров входят:

давление газа на входе газорегулирующего сооружения;

давление газа на выходе газорегулирующего сооружения;

расход газа;

температура газа.

Технико-экономические результаты создания АСУ ТП

АСУ ТП газораспределения позволяет осуществлять максимально возможную обеспеченность потребителей газом при дефиците поставки его в регион; величина ущерба от недопоставки газа потребителям поддерживается на минимальном уровне. Таким образом, одним из основных источников экономической эффективности, получаемой в результате создания АСУ ТП, является исключение или снижение ущерба от недопоставки газа потребителям. Этот эффект возникает в результате повышения точности оперативного управления газораспределением. Один из простейших методов определения ущерба из-за перебоев в поставках природного газа осуществляется с помощью шкалы эффективности использования газа в отдельных отраслях народного хозяйства. Суть данного метода состоит в том, что ущерб предприятия от ограничений в газе заранее принимается равным эффективности, получаемой от использования природного газа. Иначе говоря, ущерб — это эффективность со знаком минус. Институт ВНИИГазпром разработал шкалы эф-

фективности использования природного газа по сравнению с мазутом и углем.

Наряду с упомянутым методом определения ущерба применяется также нормативный метод, который основывается на составлении соответствующих нормативов. По этим нормативам рассчитывается объем ущерба при плановом и неплановом (внезапном) ограничении потребления газового топлива по отдельным отраслям народного хозяйства.

МУН — математическое ожидание ущербов по нижней шкале; ущербы нижней шкалы, возникающие в случае планомерного превентивного перевода предприятий с газа на резервное топливо, в основном из-за разности в стоимости газа и мазута (угля), уменьшения производительности агрегатов или ухудшения сортности продукции.

В настоящее время при создании АСУ ТП РГ успешно зарекомендовали себя отечественные программно-технические комплексы «Скат» и «Телур».

Программно-технический комплекс (ПТК) «Скат» представляет собой унифицированные информационно и программно совместимые технические средства, объединенные каналами связи и предназначенные для построения АСУ ТП на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства для решения задач контроля и управления технологическими процессами тепло-, водо-, газо-, электроснабжения и учета расхода носителей энергии.

Выполнение указанных функций достигается путем осуществления функций дистанционного наблюдения и управления состоянием контролируемых процессов и оборудования, передачи по каналам связи контролируемых процессов, передачи дискретных сигналов о состоянии контролируемого оборудования, а также команд от диспетчера к коммутационным устройствам наблюдаемых объектов для изменения состояния оперативного оборудования.

Комплекс ПТК «Скат» включает в себя устройство диспетчерского пункта, пункта управления (ПУ) и ряд устройств контролирующего пункта (КП) (рис. 5.3). Устройство КП предназначено для сбора информации с первичных датчиков, преобразования и передачи на ПУ, а также трансляции команд с ПУ на исполнительные механизмы КП.

Аппаратно-программный радиотелеметрический комплекс (АПРТК) «Телур» предназначен для организации многоуровневых систем оперативного диспетчерского контроля и управления технологическими процессами и обеспечивает сбор, обработку и

передачу по каналам связи телеметрической информации от датчиков, установленных на объектах (ГРП, ГРС и др.), в пункты обработки и управления (ПУ) и сигналов телеуправления (ТУ) в обратном направлении.

Измерению подлежат различные параметры: температура и давление газа, степень загазованности помещения и расход газа, электроэнергия и др. Контролю подлежит состояние контактов различных коммутирующих устройств телемеханики, в том числе состояние датчиков пожароохранной сигнализации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основное назначение системы телемеханизации в газовом хозяйстве.
2. Назовите основные элементы системы передачи информации.
3. Перечислите основные функции автоматической системы управления технологическим процессом распределения газа.
4. Назовите основные элементы автоматической системы управления технологическим процессом распределения газа.

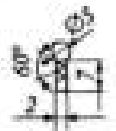
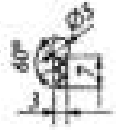
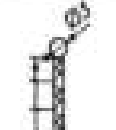
1. *Чепель В.М., Шур И.А.* Сжигание газов в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий. — 7-е изд., перераб. и доп. Л.: Недра, 1980. — 591 с.
2. *Лифшиц И.М.* Стандартизация, метрология и сертификация: Учебник для вузов. М.: Юрайт-издат, 2002. — 192 с.
3. *Баскаков М.И.* Основы стандартизации, метрологии, сертификации. Конспект лекций. Ростов н/Д.: «Феникс», 2002. — 192 с.
4. *Мухин С.И.* Диспетчеризация отопительных котельных. Л.: Недра, 1988. — 104 с. (Библиотека мастера газового хозяйства).
5. *Шур И.А.* Газорегуляторные пункты и установки. Л.: Недра, 1985. — 288 с.
6. *Сныткин В.В., Шалин А.В.* Наладка, ремонт и эксплуатация газорегуляторных установок. Л.: Недра, 1970. — 144 с. (Библиотека газового мастера).
7. *Борцов Д.Я.* Эксплуатация отопительной котельной на газообразном топливе. М.: Стройиздат, 1988. — 240 с.
8. *Чучакин Л.А., Тверитин Н.Е.* Приборный контроль за состоянием газопроводов и газового оборудования. Л.: Недра, 1989. — 167 с.
9. *Рождественский В.П., Мишин Л.А.* Газоаналитический контроль в городском газовом хозяйстве. М.: Стройиздат, 1979. — 145 с. (Библиотека работника жил.-комму. хоз-ва).
10. Регуляторы давления газа / В.М. Плотников, В.А. Подрешетников, А.П. Дроздов, В.У. Гончаров. Л.: Недра, 1982. — 125 с.
11. *Сныткин В.В., Мухин С.И.* Руководство по наладке и эксплуатации автоматики газифицированных котельных. Л.: Недра, 1971. — 120 с. (Библиотека мастера газового хозяйства).
12. СНиП 42-01-2002. Газораспределительные системы. Госстрой России. М.: 2003.

13. СНиП 42-101–2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. ЗАО «Полимергаз». М., 2003.
14. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: Учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев, Д.Д. Грибанов, А.Н. Толстов, Р.В. Меркулов. М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 464 с.

Таблица П1

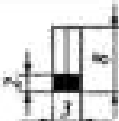
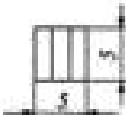
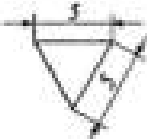
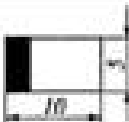
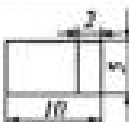
**Условные обозначения
на функциональных схемах автоматизации**

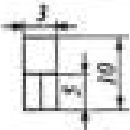
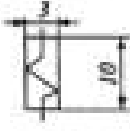
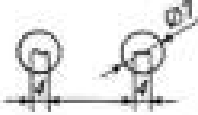
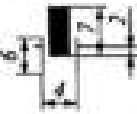
ГОСТ 21.404–85		
Наименование		Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту		
Прибор, устанавливаемый на щите		
Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т.п.)		
Исполнительный механизм. Общее обозначение. (Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется.)		
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала		
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала		
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении		
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)		
Регулирующий орган		
Линия связи		
Пересечение линий связи без соединения друг с другом		
Пересечение линий связи с соединением друг с другом		
ГОСТ 3925–59		
Наименование	Изображение	Размеры, мм
Термометр расширения стеклянный		

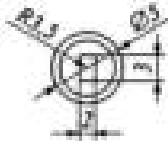
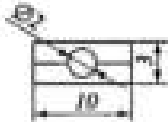
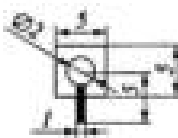
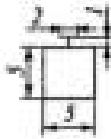
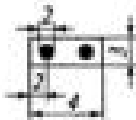
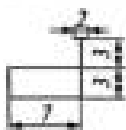
Наименование	Изображение	Размеры, мм
То же, электро- контактный		
Термометр сопротивления одинарный		
То же, двойной		
То же, многозонный (изображение зонных термометров сопротив- ления показывается у места измерения; размер А принимается в зависимости от расположения точек измерения)		
Термопара одинарная		
Термометр сопротивления поверхностный		
Термопара двойная		
Термопара поверхностная		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
Термопара многозонная (изображения концов зонных термопар показываются у мест измерения; размер А принимается в зависимости от расположения точек измерения)		
Термопара скоростная		
Термобаллон манометрического термометра		
Термометр дилатометрический или биметаллический		
Приемное устройство пирометра радиационного, оптического и фотоэлектрического		
Отборное устройство давления, уровня состава газов и жидкостей		
Счетчик жидкости, газа		
Расходомер постоянного перепада		
Сужающее устройство для измерения расхода по перепаду давления (острие изображения направляется против потока)		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
Трубка пневматическая (угловая часть изображения направляется против потока)		
Приемное устройство расходомера электромагнитного		
То же, измерителя потока		
Пневматическое устройство поплавковое (уровнемера, плотномер и т.д.)		
То же, ультразвуковое (расходомера, уровнемера и т.д.)		
Приемное устройство радиоактивное (расходомера, уровнемера и т.д.)		
Приемное устройство ультракоротковолновое (уровнемера и т.д.)		
То же, емкостное (уровнемера, толщиномер и т.д.)		
То же, динамометрическое (тензометрическое, пьезометрическое и т.д.)		

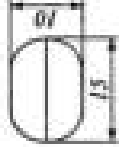
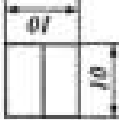
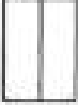
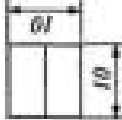
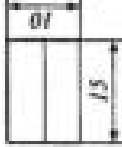
Наименование	Изображение	Размеры, мм
Приемное устройство влажмера		
Приемное устройство для измерения физико- химического состава и качества вещества (содержание pH, вязкость, запыленность, мутность, концентрация и т.д.)		
Приемное устройство тахометрическое		
Приемное устройство для измерения интенсивности радиоактивного излучения		
Передающая камера телевидения		
Видеоприемное устройство телевидения		
Приемное устройство фотометрическое (уровень и т.д.)		
Сосуд разделительный или уравнильный		
Сосуд конденсационный		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
Исполнительный механизм поршневой		
Исполнительный механизм электромагнитный (соленоидный)		
Исполнительный механизм мембранный		
Исполнительный механизм с электродвигателем а) переменного тока б) постоянного тока		
Привод ручной механический		
Клапан регулирующий проходной		
Клапан регулирующий трехходовой		
Шибер регулирующий		
Заслонка регулирующая		
Переключатель для электрических цепей измерения		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
Переключатель для газовых (воздушных) линий		
Панель дистанционного управления для пневматического или гидравлического регулирования		
Ключ или переключатель для электрических цепей управления		
Пускатель		
Реостат		
Командоконтроллер		
Кнопка управления (число точек должно соответствовать числу кнопок)		
Выключатель путевой		

Наименование	Изображение	Размеры, мм
Сельсин		
Звонок электрический		
Сирена электрическая		
Гудок		
Ревун		
Лампа сигнальная		

Условные изображения измерительных и регулирующих (сигнализирующих) приборов
по ГОСТ 3925-59

Наименование	Условное обозначение			
	Базовое	Размеры, мм	Допускаемое	Размеры, мм
Прибор измерительный				
Прибор регулирующий (сигнализирующий)				
Прибор измерительный и регулирующий (сигнализирующий) в одном корпусе				

Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное назначение, уточня- ющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
<i>A</i>	—	—	Сигнализация	—	—
<i>B</i>	—	—	—	—	—
<i>C</i>	—	—	—	Регулирование, управление	—
<i>D</i>	Плотность	Разность, перепад	—	—	—
<i>E</i>	Любая электрическая величина	—	—	—	—
<i>F</i>	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
<i>G</i>	Размер, положение, перемещение	—	—	—	—
<i>H</i>	Ручное воздействие	—	—	—	Верхний предел измеряемой величины

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное назначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
<i>I</i>	—	—	Показание	—	—
<i>J</i>	—	Автоматическое переключение, обесточивание	—	—	—
<i>K</i>	Время, временная программа	—	—	—	—
<i>L</i>	Уровень	—	—	—	—
<i>M</i>	Влажность	—	—	—	—
<i>N</i>	Резервная буква	—	—	—	—
<i>O</i>	Резервная буква	—	—	—	—
<i>P</i>	Давление, вакуум	—	—	—	—
<i>Q</i>	Величина, характеризующая качество, состав, концентрацию и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	—	—	—
<i>R</i>	Радиоактивность	—	Регистрация	—	—

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное назначение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное назначение
S	Скорость, частота	—	—	Включение, отключение, переключение, сигнализация	—
T	Температура	—	—	—	—
U	Несколько различных измеряемых величин	—	—	—	—
V	Вязкость	—	—	—	—
W	Масса	—	—	—	—
X	Рекомендуемая резервная буква	—	—	—	—

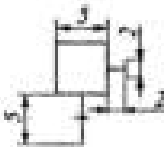
**Дополнительные буквенные обозначения,
отражающие функциональные признаки приборов
по ГОСТ 21.404–85**

Наименование	Обозначение
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	<i>E</i>
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	<i>T</i>
Станция управления	<i>K</i>
Преобразование: вычислительные функции	<i>Y</i>

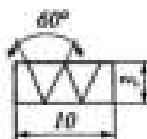
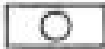
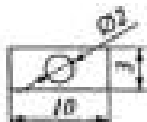
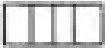
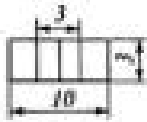
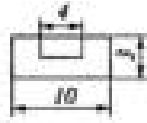
**Дополнительные обозначения, отражающие
функциональные признаки преобразователей сигналов
и вычислительных устройств по ГОСТ 21.404–85**

Наименование	Обозначение
Род сигнала:	
электрический	E
пневматический	P
гидравлический	G
Вид сигнала:	
аналоговый	A
дискретный	D
Операции, выполняемые вычислительным устройством:	
суммирование	S
умножение сигнала на постоянный коэффициент K	K
перемножение двух и более сигналов	$\cdot$
деление сигналов друг на друга	
возведение сигнала f в степень n	f^n
извлечение из сигнала f корня степени n	$\sqrt[n]{f}$
логарифмирование	$\lg$
дифференцирование	dx/dt
интегрирование	$\int$
изменение знака сигнала	$x(-1)$
ограничение верхнего значения сигнала	$\max$
ограничение нижнего значения сигнала	$\min$

**Размеры графических условных обозначений приборов
и средств автоматизации по ГОСТ 21.404–85**

Наименование	Обозначение
Первичный измерительный преобразователь (датчик), приборов (контролирующий, регулирующий): Базовое обозначение	
Допускаемое обозначение	
Отборное устройство	
Исполнительный механизм	
Регулирующий орган	

**Условные изображения видов передач
дистанционного воздействия по ГОСТ 3925–59**

Наименование	Изображение	Размеры, мм
Электрические		
Пневматические		
Гидравлические		
Механические		

**Условные обозначения
функциональных признаков приборов и регуляторов
по ГОСТ 3925–59**

Наименование функционального признака	Обозначение
Показывающий	П
Статический	Ст
Самопишущий	С
Астатический	Ас
Интегрирующий	И
Изохронный	Из
Сигнализирующий	Сг
Дифференцирующий	Дф
Измеряющий	Им
Позиционный	Пз
Суммирующий (алгебраическая сумма)	См
Задающий	Зд
Программный	Пр
Обрабатывающий соотношение	Со
Следящий	Сл
Оберегающий (поисковая система)	Об
Преобразовывающий	Пр
Усиливающий	Ус
Дозирующий	Дз

**Условные обозначения основных
электронизмерительных приборов**

Приборы	Обозначение
Амперметр	A
Вольтметр	V
Ваттметр	W
Оммометр	W
Синхроскоп	S
Фазометр	F
Частотомер	Hz



Рис. П1. Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

Введение	3
ПРАВОВАЯ ОСНОВА И НОРМАТИВНАЯ БАЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	5
Федеральный закон «Об энергосбережении»	5
Федеральный закон «О газоснабжении»	9
Организация государственного контроля за рациональным и эффективным использованием газа	16
Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг»	21
Глава 1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ	25
1.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ	25
1.2. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА И ЕЕ ЗАДАЧИ	28
Контрольные вопросы	32
Глава 2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ	33
2.1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	33
Контактное измерение температуры	35
Термометры сопротивления	39
Бесконтактное измерение температуры	43
2.2. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ И РАЗРЕЖЕНИЯ	50
2.3. ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ГАЗА	60
2.4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ	70
2.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ ГАЗА	77
Описание экспериментальной установки	80
2.6. ПРИБОРЫ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТАВА ГАЗОВ И ГАЗОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ	82
Контрольные вопросы	97

Глава 3.	АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГУЛЯТОРЫ	98
3.1.	ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	98
3.2.	РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ	104
3.3.	РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ	117
3.4.	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТОРЫ	126
3.5.	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЗАПОРНЫЕ КЛАПАНЫ	127
3.6.	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ СБРОСНЫЕ УСТРОЙСТВА	134
3.7.	ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЕНТИЛИ И КЛАПАНЫ	144
	Контрольные вопросы	153
Глава 4.	АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА	154
4.1.	АВТОМАТИКА БЫТОВЫХ ГАЗОВЫХ ПЛИТ	154
4.2.	АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ПРОТОЧНЫХ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ	157
4.3.	АВТОМАТИКА КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК	163
	<i>Водогрейные котлы</i>	<i>163</i>
	<i>Паровые котлы</i>	<i>168</i>
	<i>Система автоматизации паровых котлов ДКВР</i>	<i>172</i>
4.4.	КОНСТРУКЦИЯ И РАБОТА ДАТЧИКОВ	181
	<i>Датчики реле температуры</i>	<i>181</i>
	<i>Датчики давления</i>	<i>183</i>
4.5.	УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГОРЕНИЯ В ТОПКАХ КОТЛОВ	192
4.6.	КОНТРОЛЬ ЗАГАЗОВАННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ КОТЕЛЬНЫХ	195
	Контрольные вопросы	196
Глава 5.	ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ	198
5.1.	СИСТЕМА ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ	198

5.2. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ	202
Функции и задачи АСУ ТП распределения газа	209
Технико-экономические результаты создания АСУ ТП	210
Контрольные вопросы	213
Список литературы	214
Приложение	216

Учебное издание

Виктор Андреевич Жила

АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Учебник

Редактор *А.В. Волковицкая*

Компьютерная верстка и графика *Г.А. Волковой*

ЛР № 070824 от 21.01.93 г.

Сдано в набор 06.05.2005. Подписано в печать 26.10.2005.

Формат 60 × 90/16. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Newton».

Усл. печ. л. 15,0. Уч.-изд. л. 15,7. Печать офсетная.

Тираж 2000 экз. Заказ № 5743.

Цена свободная.

Издательский Дом «ИНФРА-М»
127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в.

Тел.: (095) 380-05-40, 380-05-43.

Факс: (095) 363-92-12.

E-mail: books@infra-m.ru

<http://www.infra-m.ru>

Отпечатано с готовых диапозитивов в ОАО ордена «Знак Почета»
«Смоленская областная типография им. В. И. Смирнова»,
214000, г. Смоленск, проспект им. Ю. Гагарина, 2.