

Лекция 3

Контрольно-измерительные приборы котельной

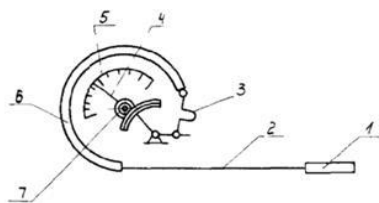
Контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА) предназначены для измерения, контроля и регулирования температуры, давления, уровня воды в барабане и обеспечивают безопасную работу теплогенераторов и теплоэнергетического оборудования котельной.

1. Измерение температуры.

Для измерения температуры рабочего тела используются манометрические и ртутные термометры. В трубопровод вваривают гильзу из нержавеющей стали, конец которой должен доходить до центра трубопровода, заполняют ее маслом и опускают в нее термометр.

Манометрический термометр состоит из термобаллона, медной или стальной трубки и трубчатой пружины овального сечения, соединенной рычажной передачей с показывающей стрелкой.

Принципиальная схема термометра



1 – термобаллон, 2 – соединительный капилляр, 3 – тяга, 4 – стрелка, 5 – циферблат, 6 – манометрическая пружина, 7 – трибно-секторный механизм

Рис. 3.1. Манометрический термометр

1-термобаллон; 2-соединительный капилляр; 3-тяги; 4-стрелка; 5-циферблат; 6-манометрическая пружина; 7-трибно-секторный механизм

Вся система заполняется инертным газом (азотом) под давлением 1...1,2 МПа. При повышении температуры давление в системе увеличивается, и пружина через систему рычагов приводит в движение стрелку. Показывающие и самопишущие манометрические термометры прочнее стеклянных и допускают передачу показаний на расстояние до 60 м.

Действие *термометров сопротивления* – платиновых (ТСП) и медных (ТСМ) основано на использовании зависимости электрического сопротивления вещества от температуры.

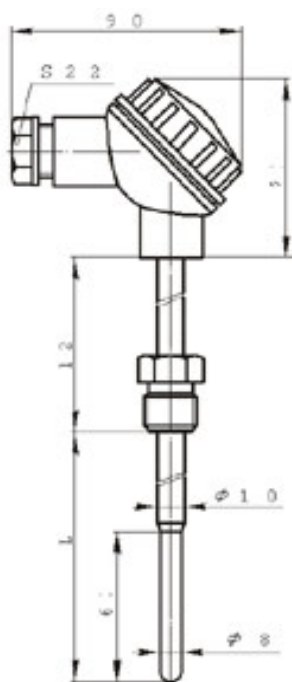


Рис. 3.2. Термометры сопротивления платиновые, медные

Действие *термоэлектрического термометра* основано на использовании зависимости термоЭДС термопары от температуры. Термопара как чувствительный элемент термометра состоит из двух разнородных проводников (термоэлектродов), одни концы которых (рабочие) соединены друг с другом, а другие (свободные) подключены к измерительному прибору. При различной температуре рабочих и свободных концов в цепи термоэлектрического термометра возникает ЭДС.

Наибольшее распространение имеют термопары типов ТХА (хромель-алюмель), ТХК (хромель-копель). Термопары для высоких температур помещают в защитную (стальную или фарфоровую) трубку, нижняя часть которой защищена чехлом и крышкой. У термопар высокая чувствительность, малая инерционность, возможность установки самопишущих приборов на большом расстоянии. Присоединение термопары к прибору производится компенсационными проводами.

2. Измерение давления.

Для измерения давления используются барометры, манометры, вакуумметры, тягомеры и др., которые измеряют барометрическое или избыточное давление, а также разрежение в мм вод. ст., мм рт. ст., м вод. ст., МПа, кгс/см², кгс/м² и др. Для контроля работы топки котла (при сжигании газа и мазута) могут быть установлены следующие приборы:

1) манометры (жидкостные, мембранные, пружинные) – показывают давление топлива на горелке после рабочего крана;

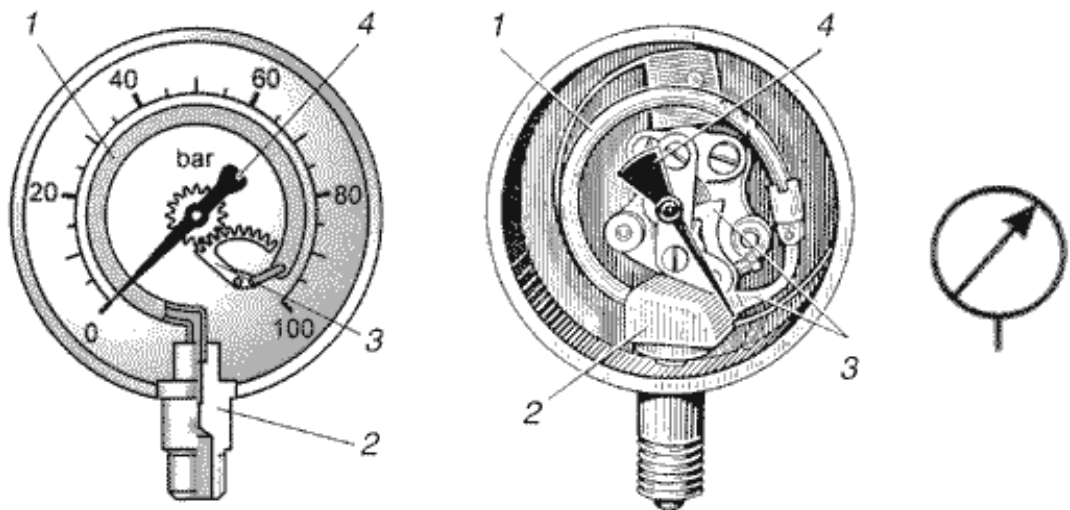


Рис. 3.3. Деформационные манометры:

1 — мембрана; 2 — активный и компенсирующий тензорезистор; 3 — консоль; 4-стрелка

2) манометры (U-образные, мембранные, дифференциальные) – показывают давление воздуха на горелке после регулирующей заслонки;

3) тягомеры (ТНЖ, мембранные) – показывают разрежение в топке.

Тягонапоромер жидкостный (ТНЖ) служит для измерения небольших давлений или разрежений.

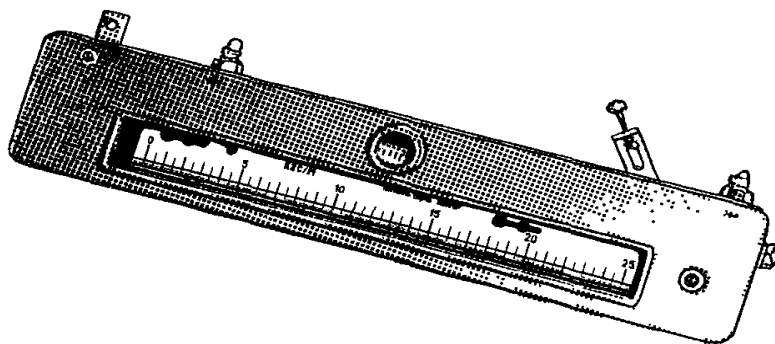


Рис. 3.4. Тягонапоромер типа ТНЖ-Н

Для получения более точных показаний применяют тягомеры с наклонной трубкой, один конец которой опущен в сосуд большого сечения, а в качестве рабочей жидкости применяют спирт (плотностью $0,85 \text{ г/см}^3$), подкрашенный фуксином. Баллончик соединяется штуцером «+» с атмосферой (барометрическое

давление), и через штуцер заливается спирт. Стекло́нная трубка штуцером «–» (разрежение) соединяется с резиновой трубкой и топкой котла. Один винт устанавливает «ноль» шкалы трубки, а другой – горизонтальный уровень на вертикальной стенке. При измерении разрежения импульсную трубку присоединяют к штуцеру «–», а барометрического давления – к штуцеру «+».

Пружинный манометр предназначен для показания давления в сосудах и трубопроводах и устанавливается на прямолинейном участке. Чувствительным элементом служит латунная овально-изогнутая трубка, один конец которой вмонтирован в штуцер, а свободный конец под действием давления рабочего тела выпрямляется (за счет разности внутренней и наружной площадей) и через систему тяги и зубчатого сектора передает усилие на стрелку, установленную на шестеренке. Этот механизм размещен в

корпусе со шкалой, закрыт стеклом и опломбирован. Шкала выбирается из условия, чтобы при рабочем давлении стрелка находилась в средней трети шкалы. На шкале должна быть установлена красная линия, показывающая допустимое давление.

В *электроконтактных манометрах ЭКМ* на шкале установлены два задаточных неподвижных контакта, а подвижный контакт – на рабочей стрелке.

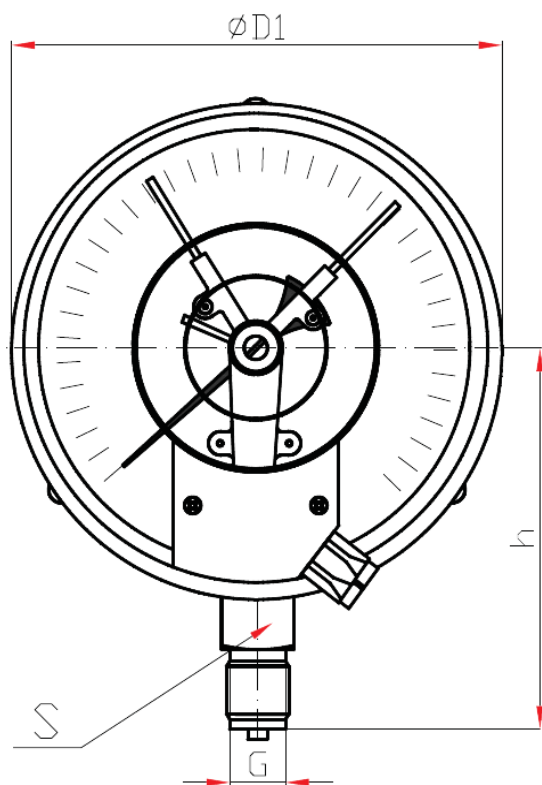


Рис. 3.5. Манометр с электроконтактной приставкой ТМ-610

При соприкосновении стрелки с неподвижным контактом электрический сигнал от них поступает на щит управления и включается сигнализация. Перед каждым манометром должен быть установлен трехходовой кран для продувки, проверки и отключения его, а также сифонная трубка (гидрозатвор, заполненный водой или конденсатом) диаметром не менее 10 мм для предохранения внутреннего механизма манометра от воздействия высоких температур. При установке манометра на высоте до 2 м от уровня площадки наблюдения диаметр его корпуса должен быть не менее 100 мм; от 2 до 3 м – не менее 150 мм; 3...5 м – не менее 250 мм; на высоте более 5 м – устанавливается сниженный манометр. Манометр должен быть установлен вертикально или с наклоном вперед на угол до 30° так, чтобы его показания были видны с уровня площадки наблюдения, а класс точности манометров должен быть не ниже 2,5 – при давлении до 2,5 МПа и не ниже 1,5 – от 2,5 до 14 МПа.

Манометры не допускаются к применению, если отсутствует пломба (клеймо) или истек срок проверки, стрелка не возвращается к нулевому показанию шкалы (при отключении манометра), разбито стекло или имеются другие повреждения. Пломба или клеймо устанавливаются Госстандартом при проверке один раз в год.

Проверка манометра должна производиться оператором при каждой приемке смены, а администрацией – не реже одного раза в 6 месяцев с использованием контрольного манометра. Проверка манометра производится в следующей последовательности:

- 1) заметить визуально положение стрелки;
- 2) ручкой трехходового крана соединить манометр с атмосферой – стрелка при этом должна стать на нуль;
- 3) медленно повернуть ручку в прежнее положение – стрелка должна стать на прежнее (до проверки) положение;
- 4) повернуть ручку крана по часовой стрелке и поставить ее в положение, при котором сифонная трубка будет соединена с атмосферой – для продувки; 5) повернуть ручку крана в обратную сторону и установить ее на несколько минут в нейтральное положение, при котором манометр будет разобщен от атмосферы и от котла – для накопления воды в нижней части сифонной трубки;
- 6) медленно повернуть ручку крана в том же направлении и поставить ее в исходное рабочее положение – стрелка должна стать на прежнее место.

Для проверки точности показаний манометра к контрольному фланцу скобой присоединяют контрольный (образцовый) манометр, а ручку крана ставят в положение, при котором оба манометра соединены с пространством, находящимся под давлением. Исправный манометр должен давать одинаковые показания с контрольным манометром, после чего результаты заносят в журнал контрольных проверок.

Манометры должны устанавливаться на оборудовании котельной:

1) в паровом котельном агрегате – теплогенераторе: на барабане котла, а при наличии пароперегревателя – за ним, до главной задвижки; на питательной линии перед вентилем, регулирующим питание водой; на экономайзере – входе и выходе воды до запорного органа и предохранительного клапана; на

водопроводной сети – при ее использовании;

2) в водогрейном котельном агрегате – теплогенераторе: на входе и выходе воды до запорного вентиля или задвижки; на всасывающей и нагнетательной линиях циркуляционных насосов, с расположением на одном уровне по высоте; на линиях подпитки теплосети. На паровых котлах паропроизводительностью более 10 т/ч и водогрейных с теплопроизводительностью более 6 МВт обязательна установка регистрирующего манометра.

3. Водоуказательные приборы.

При работе парового котла уровень воды колеблется между низшим и высшим положениями. Низший допускаемый уровень (НДУ) воды в барабанах паровых котлов устанавливается (определяется) для исключения возможности перегрева металла стенок элементов котла и обеспечения надежного поступления воды в опускные трубы контуров циркуляции. Положение высшего допускаемого уровня (ВДУ) воды в барабанах паровых котлов определяется из условий предупреждения попадания воды в паропровод или пароперегреватель. Объем воды, содержащийся в барабане между высшим и низшим уровнями, определяет «запас питания», т.е. время, позволяющее котлу работать без поступления в него воды.

На каждом паровом котле должно быть установлено не менее двух указателей уровня воды прямого действия. Водоуказательные приборы должны устанавливаться вертикально или с наклоном вперед, под углом не более 30°, чтобы уровень воды был хорошо виден с рабочего места. Указатели уровня воды соединяются с верхним барабаном котла с помощью прямых труб длиной до 0,5 м

и внутренним диаметром не менее 25 мм или более 0,5 м и внутренним диаметром не менее 50 мм.

В паровых котлах с давлением до 4 МПа применяют водоуказательное стекло (ВУС) – приборы с плоскими стеклами, имеющими рифленую поверхность, в которых продольные канавки стекла отражают свет, благодаря чему вода кажется темной, а пар светлым. Стекло вставлено в рамку (колонку) с шириной смотровой щели не менее 8 мм, на которой должны быть указаны допустимые верхний ВДУ и нижний НДУ воды (в виде красных стрелок), а высота стекла должна превышать допускаемые пределы измерения не менее чем на 25 мм с каждой стороны. Стрелка НДУ устанавливается на 100 мм выше огневой линии котла.

Огневая линия – это наивысшая точка соприкосновения горячих дымовых газов с неизолированной стенкой элемента котла.

Водоуказательные приборы для отключения их от котла и проведения продувки снабжены запорной арматурой (кранами или вентилями). На арматуре должны быть четко указаны (отлиты, выбиты или нанесены краской) направления открытия или закрытия, а внутренний диаметр прохода должен быть не менее 8 мм. Для спуска воды при продувке предусматривается двойная воронка с защитными приспособлениями и отводная труба для свободного слива, а продувочный кран устанавливается на огневой линии котла.

Оператор котельной должен проверять водоуказательное стекло методом продувки не менее одного раза в смену, для чего следует:

- 1) убедиться, что уровень воды в котле не опустился ниже НДУ;
- 2) заметить визуально положение уровня воды в стекле;
- 3) открыть продувочный кран – продуваются паровой и водяной краны;
- 4) закрыть паровой кран, продуть водяной;
- 5) открыть паровой кран – продуваются оба крана;
- 6) закрыть водяной кран, продуть паровой;
- 7) открыть водяной кран – продуваются оба крана;

8) закрыть продувочный кран и наблюдать за уровнем воды, который должен быстро подняться и колебаться около прежнего уровня, если стекло не было засорено.

Не следует закрывать оба крана при открытом продувочном кране, так как стекло остынет и при попадании на него горячей воды может лопнуть. Если после продувки вода в стекле поднимается медленно или заняла другой уровень, или не колеблется, то необходимо повторить продувку, а если повторная продувка не дает результатов – необходимо прочистить засоренный канал.

Резкое колебание воды характеризует ненормальное вскипание за счет повышенного содержания солей, щелочей, шлама или отбора пара из котла больше, чем его вырабатывается, а также загорания сажи в газоходах котла.

Слабое колебание уровня воды характеризует частичное «закипание» или засорение водяного крана, а если уровень воды выше нормального – «закипание» или засорение парового крана. При полном засорении парового крана пар, находящийся над уровнем воды, конденсируется, вследствие чего вода полностью и быстро заполняет стекло до самого верха. При полном засорении водяного крана уровень воды в стекле будет медленно повышаться вследствие конденсации пара или займет спокойный уровень, опасность которого в том, что, не заметив колебания уровня воды и видя ее в стекле, можно подумать, что воды в котле достаточно.

Недопустимо повышать уровень воды выше ВДУ, так как вода пойдет в паропровод, что приведет к гидравлическому удару и разрыву паропровода.

При снижении уровня воды ниже НДУ категорически запрещается питать паровой котел водой, так как при отсутствии воды металл стенок котла сильно нагревается, становится мягким, а при подаче воды в барабан котла происходит сильное парообразование, что приводит к резкому увеличению давления, утончению металла, образованию трещин и разрыву труб.

Если расстояние от площадки наблюдения за уровнем воды более 6 м, а также в случае плохой видимости (освещения) приборов должны быть установлены два сниженных дистанционных указателя уровня; при этом на барабанах котла допускается установка одного ВУС прямого действия. Сниженные указатели уровня должны присоединяться к барабану на отдельных штуцерах и иметь успокоительное устройство.

4. Измерение и регулирование уровня воды в барабане.

Мембранный дифференциальный манометр (ДМ) используется для пропорционального регулирования уровня воды в барабанных паровых котлах.

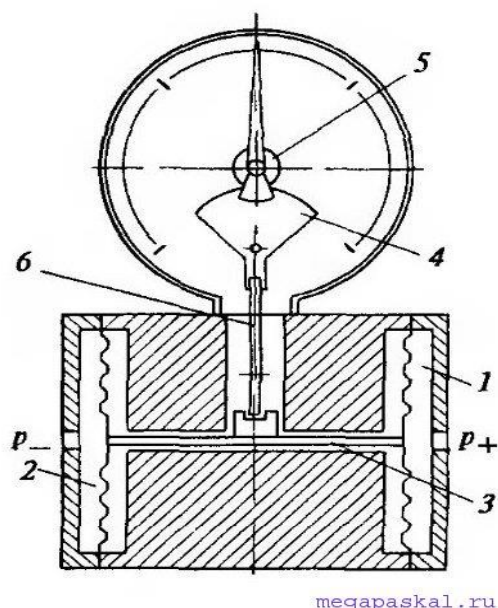


Рис. 3.6. Мембранный показывающий дифференциальный манометр с вертикальной мембраной

1 — «плюсовая» камера; 2 — «минусовая» камера; 3 — чувствительная гофрированная мембрана; 4 — передающий шток; 5 — передаточный механизм; 6 — предохранительный клапан и соответственно указательной стрелки, отсчитывающей на шкале прибора измеряемое давление

Манометр состоит из двух мембранных коробок, сообщающихся через отверстие в диафрагме и заполненных конденсатом. Нижняя мембранная коробка установлена в плюсовой камере, заполненной конденсатом, а верхняя — в минусовой камере, заполненной водой и соединенной с измеряемым объектом (верхним барабаном котла). С центром верхней мембраны соединен сердечник индукционной катушки. При среднем уровне воды в барабане котла перепада давления нет и мембранные коробки уравновешены.

При повышении уровня воды в барабане котла давление в минусовой камере увеличивается, мембранная коробка сжимается, и жидкость перетекает в нижнюю коробку, вызывая перемещение сердечника вниз. При этом в обмотке катушки образуется ЭДС, которая через усилитель подает сигнал на исполнительный механизм и прикрывает вентиль на питательной линии, т.е. уменьшает подачу воды в барабан. При понижении уровня воды ДМ работает в обратной последовательности.

Уровнемерная колонка УК предназначена для позиционного регулирования уровня воды в барабане котла.

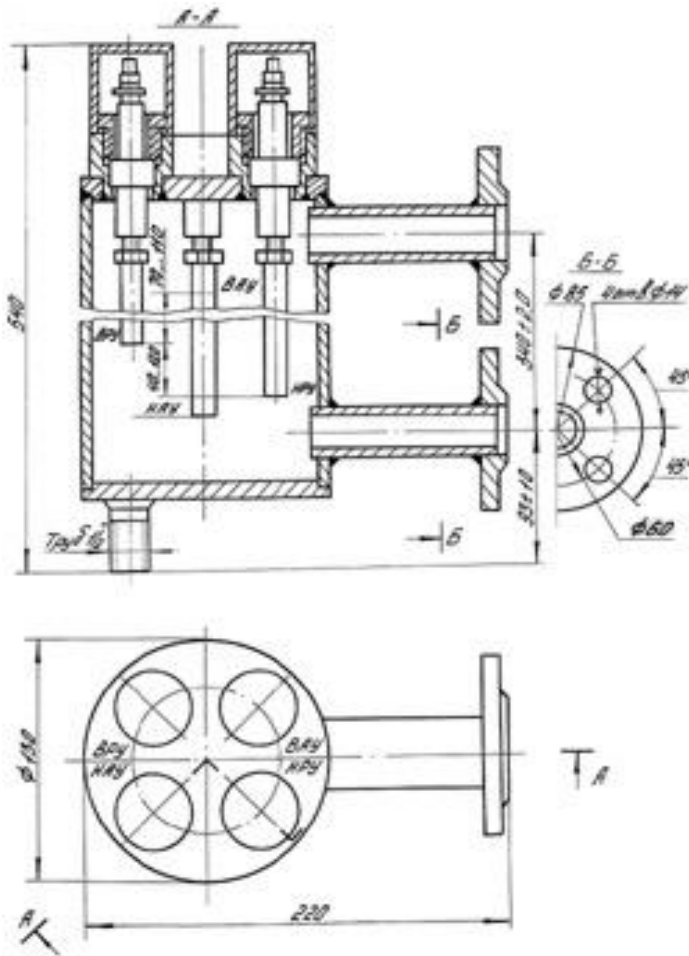


Рис. 3.7. Колонка уровнемерная УК-4

Она состоит из цилиндрической колонки (трубы) диаметром около 250 мм, в которой вертикально установлены четыре электрода, способные контролировать высший и низший допускаемые уровни воды (ВДУ и НДУ), высший и низший рабочие уровни воды в барабане (ВРУ и НРУ), работа которых основана на электропроводности воды. Колонка сбоку соединена с паровым и водным объемом барабана котла с помощью труб, имеющих краны. Внизу колонка имеет продувочный кран.

При достижении уровня воды ВРУ – включается реле и контактором разрывается цепь питания магнитного пускателя, отключая привод питательного насоса. Питание котла водой прекращается. Уровень воды в барабане понижается, и при снижении его ниже НРУ – происходит обесточивание реле и включение питательного насоса. При достижении уровня воды ВДУ и НДУ электрический сигнал от электродов через блок управления идет к отсекателю подачи топлива в топку.

5. Приборы для измерения расхода.

Для измерения расхода жидкостей (воды, мазута), газов и пара применяют расходомеры:

- 1) скоростные объемные, измеряющие объем жидкости или газа по скорости потока и суммирующие эти результаты;
- 2) дроссельные, с переменным и постоянным перепадом давлений или ротаметры.

В рабочей камере *скоростного объемного расходомера* (водомера, нефтемера) установлена крыльчатая или спиральная вертушка, которая вращается от поступающей в прибор жидкости и передает расход счетному механизму.

Объемный ротационный счетчик (типа РГ) измеряет суммарный расход газа до 1000 м³/ч, для чего в рабочей камере размещены два взаимно перпендикулярных ротора, которые под действием давления протекающего газа приводятся во вращение, каждый оборот которого передается через зубчатые колеса и редуктор счетному механизму.

Дроссельные расходомеры с переменным перепадом давления имеют сужающие устройства – нормальные диафрагмы (шайбы) камерные и бескамерные с отверстием, меньшим сечения трубопровода.

При прохождении потока среды через отверстие шайбы скорость ее повышается, давление за шайбой уменьшается, а перепад давления до и после дроссельного устройства зависит от расхода измеряемой среды: чем больше количество вещества, тем больше перепад.

Разность давлений до и после диафрагмы измеряется дифференциальным манометром, по измерениям которого можно вычислить скорость протекания жидкости через отверстие шайбы. Нормальная диафрагма выполняется в виде диска (из нержавеющей стали) толщиной 3...6 мм с центральным отверстием, имеющим острую кромку, и должна располагаться со стороны входа жидкости или газа и устанавливаться между фланцами на прямом участке трубопровода. Импульс давления к дифманометру производится через отверстия из кольцевых камер или через отверстие с обеих сторон диафрагмы.

Для измерения расхода пара на импульсных трубках к дифманометру устанавливают уравнительные (конденсационные) сосуды, предназначенные для

поддержания постоянства уровней конденсата в обеих линиях. При измерении расхода газа дифманометр следует устанавливать выше сужающего устройства, чтобы конденсат, образовавшийся в импульсных трубках, мог стекать в трубопровод, а импульсные трубки по всей длине должны иметь уклон к газопроводу (трубопроводу) и подключаться к верхней половине шайбы. Расчет диафрагм и монтаж на трубопроводах производят в соответствии с правилами.

6. Газоанализаторы предназначены для контроля полноты сгорания топлива, избытка воздуха и определения в продуктах сгорания объемной доли углекислого газа, кислорода, окиси углерода, водорода, метана.

По принципу действия они делятся на:

1) *химические* (ГХП, Орс, ВТИ), основанные на последовательном поглощении газов, входящих в состав анализируемой пробы;

2) *физические*, работающие по принципу измерения физических параметров (плотности газа и воздуха, их теплопроводности);

3) *хроматографические*, основанные на адсорбции (поглощении) компонентов газовой смеси определенным адсорбентом (активированным углем) и последовательной десорбции (выделении) их при прохождении колонки с адсорбентом газом.

3.1. Приборы безопасности

На каждом теплогенераторе должны быть предусмотрены приборы безопасности, обеспечивающие своевременное и надежное автоматическое отключение котла или его элементов при недопустимых отклонениях от заданных режимов эксплуатации. Паровые котлы должны иметь автоматические регуляторы питания и звуковые сигнализаторы верхнего и нижнего предельных положений уровней воды.

При камерном сжигании топлива все теплогенераторы оборудуются устройствами и приборами, которые автоматически прекращают подачу топлива к горелкам в случаях:

а) повышения или понижения давления газообразного топлива перед горелками за пределы установленных норм;

б) понижения давления жидкого топлива перед горелками до предельных значений (за исключением ротационных форсунок);

- в) понижения или повышения уровня воды в барабане;
- г) погасания факела горелок в топке;
- д) отключении дымососов и вентиляторов, прекращения тяги, уменьшения разрежения в топке;
- е) понижения давления воздуха перед горелками (с принудительной подачей воздуха).

Кроме того, в водогрейных котлах, во избежание гидравлического удара трубопроводов, автоматически прекращается подача топлива к горелкам в случаях:

- а) повышения давления воды в выходном коллекторе более чем на 5 % расчетного или разрешенного давления;
- б) понижения давления воды в выходном коллекторе котла до значения, соответствующего давлению насыщения;
- в) повышения температуры воды на выходе из котла до значения, меньшего на 20 °С температуры насыщения;
- г) уменьшения расхода воды через котел до значения, при котором недогрев воды до кипения на выходе из котла при максимальной нагрузке и рабочем давлении в выходном коллекторе достигает 20 °С.

Автоматика безопасности (АБ) состоит из датчиков, щита управления со звуковой и световой сигнализацией, клапанов-отсекателей газа. Датчики контролируют аварийные значения: газа среднего давления, давления пара в котле, давления воды на выходе из котла – электроконтактным манометром (ЭКМ); наличие пламени – фотодатчиком (ФД); газа низкого давления, давления воздуха перед горелкой, разрежения в топке – датчиком тяги (ДТ) или датчиком напора тяги (ДНТ); температуры на выходе из котла – электроконтактным термометром (ЭКТ). Клапаны-отсекатели газа типа ПКН (ПЗК) с электромагнитом и газовые клапаны типа КГ или СВГМ регулируют и отсекают подачу газа. При аварийном значении контролируемого параметра срабатывает соответствующий датчик и подает электросигнал на щит управления, где также срабатывает схема и отключает напряжение с электромагнита ПКН, который закрывает подачу газа (т.е. срабатывает клапан-отсекатель). Одновременно включается звуковая сигнализация и загорается лампочка, показывающая причину отсечки газа. Оператор проверяет исправность АБ при приеме смены.

Слесарь КИПиА один раз в 10 дней в присутствии оператора проверяет исправность АБ имитацией отсечки, а один раз в месяц в присутствии оператора и ответственного за газовое хозяйство проверяет исправность АБ с фактической отсечкой газа, в каждом случае делая запись в журнале АБ.

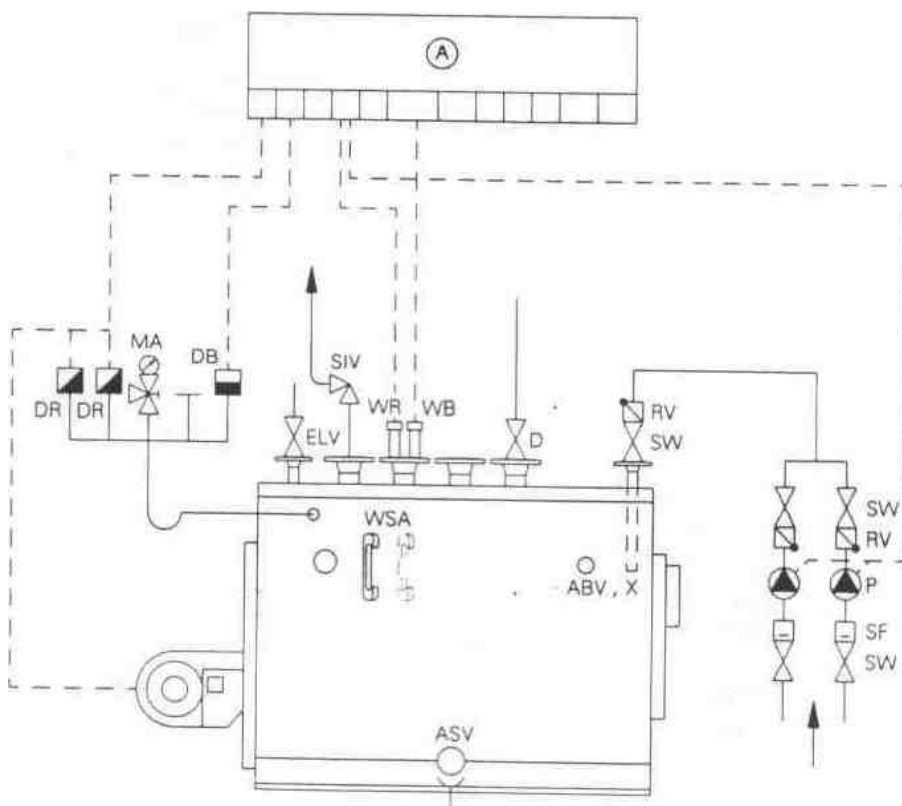


Рис 3.8. Оснащение парового котла устройствами безопасности (для режима 24- или 72-часовой эксплуатации без постоянного операторского надзора с двухпозиционным регулированием уровня воды).

ABV - вентиль продувки по соленосодержанию (с ручной установкой); ASV - быстрозапорный продувочный вентиль с мембранным приводом; D - быстрозапорный продувочный вентиль с мембранным приводом; DB - ограничитель максимального давления; DR - регулятор давления; ELV - деаэрационный клапан; HWB - ограничитель наивысшего уровня воды; LFE - электрод для измерения электропроводности; MA - манометр; MV - управляющий клапан (трехходовой электромагнитный клапан); P - насос питательной воды; RV - обратный клапан; SF1 - грязеловушка; SF2 - грязевой фильтр; SIV - предохранительный клапан; SW - вентиль питательной воды; WB - ограничитель уровня воды; WR - регулятор уровня воды; WSA - указатель уровня воды; X - охладитель пробоотборника; А - шкаф автоматики фирмы Viessmann со схемой блокировки по превышению давления для эксплуатации без постоянного надзора

3.2. Системы автоматики и регулирования

Надежная, безопасная и экономичная работа оборудования осуществляется персоналом в соответствии с инструкциями и правилами эксплуатации и обеспечивается с помощью КИП и аппаратуры для контроля и управления.

Технологическому контролю подлежат следующие параметры: давление, температура, расход пара; температура уходящих газов и продуктов сгорания; давление и температура воздуха; разрежение в топке и газоходах; количество и качество топлива; качество воды и пара; расход электроэнергии и др.

Для автоматизации управления работой теплоэнергетического оборудования котельных, кроме КИП, применяют:

1) устройства дистанционного управления (электродвигатели, электромагнитные приводы, гидравлические системы), предназначенные для пуска оборудования (топок, вентиляторов, дымососов, насосов) и воздействия на регулирующие и запорные органы;

2) устройства защиты, служащие для предохранения котельных агрегатов и оборудования от аварий;

3) автоматические устройства для управления периодическими операциями пуска и остановки оборудования;

4) автоматические блокировки – устройства, ограждающие оборудование от неправильных операций, выполненных по ошибке персонала, неправильного включения или отключения механизмов; обеспечивающие заданную последовательность операций при растопке котла и автоматическое прекращение подачи топлива при возникновении аварийных режимов;

5) автоматическое регулирование с помощью авторегуляторов для поддержания параметров на заданном значении или изменения их по определенной программе;

6) предупредительную, контрольную, аварийную и командную сигнализацию.

Предупредительная сигнализация служит для извещения персонала о нарушениях нормального режима работы оборудования, связанных с изменением параметров (давления, температуры воды, пара и др.). *Контрольная сигнализация* предназначена для извещения персонала в данный момент о работе

или остановке оборудования, о положении запорных и регулирующих органов и др. *Аварийная сигнализация* извещает персонал о аварийной остановке оборудования. *Командная сигнализация* применяется для передачи сигналов (команд) от одного оперативного поста к другому.

Предупредительную и аварийную сигнализации выполняют световой и звуковой (сирена). Контрольная и командная сигнализации осуществляются обычно с помощью световых табло.

В систему автоматического регулирования процесса горения входят регуляторы давления, соотношения «топливо – воздух» или «пар – воздух» и разрежения в топке.

Автоматическое регулирование питания котельного агрегата водой производится авторегуляторами питания, которые воспринимают импульс по уровню воды в барабане котла и по расходу пара из него (двухимпульсные) или по расходу пара и расходу воды (трехимпульсные).

Регулирование температуры пара в пароперегревателе производится регулятором температуры, воздействующим на охлаждающую питательную воду, поступающую в пароохладитель.

Автоматическое регулирование непрерывной продувки производится при отклонении соленосодержания котловой воды от установленной нормы. Основной импульс от датчика солемера котловой воды передается на регулятор, а второй импульс поступает от дифманометра, воспринимающего изменение расхода пара в котле. Регулятор воздействует на клапан непрерывной продувки, изменяя ее значение.

Для автоматического регулирования работы котельных агрегатов применяют различные системы: «Кристалл», АМК-У, КСУ, КУРС и др.

Система автоматического регулирования для котлов ДКВР, ДЕ и водогрейных с температурой воды более 115 °С поддерживает давление пара и уровень воды в барабане котла, разрежение в топке и соотношение «газ – воздух», температуру горячей воды. Система имеет комплекс датчиков (первичных приборов), усилителей, преобразователей, исполнительных механизмов и регулирующих органов.

Первичные приборы контролируют:

- давление пара в барабане котла – манометром электрическим, дистанционным (МЭД);
- соотношение «газ – воздух» и разрежение в топке – дифференциальными тягомерами (ДТ-2);
- уровень воды в барабане – дифманометром (ДМ);
- температуру наружного воздуха – термометром сопротивления (ТС).

Первичный прибор (датчик) реагирует на отклонение регулируемого параметра от заданного значения, преобразует это отклонение в электрический сигнал и подает его на усилитель.

Усилитель транзисторный (УТ) питает первичную обмотку датчика, суммирует сигналы, поступившие от вторичной обмотки датчика и задатчика, усиливает их и подает командный сигнал на исполнительный механизм (ИМ). С помощью УТ осуществляется дистанционное управление ИМ для воздействия на регулирующий орган. Исполнительный механизм может быть гидравлическим (ГИМ), электрическим (ЭИМ) или пневматическим (ПИМ). Регулирующими органами служат:

- а) мазутный клапан или газовая заслонка – изменяют подачу топлива;
- б) направляющий аппарат вентилятора – регулирует подачу воздуха в топку и соотношение «газ – воздух»;
- в) направляющий аппарат дымососа – обеспечивает поддержание устойчивого разрежения в топке в пределах 2...3 кгс/м² (мм вод. ст.); г) регулятор питания – поддерживает уровень воды в заданных пределах.

На передней панели прибора имеются: сигнальные лампочки, сигнализирующие отклонение того или иного параметра от заданного значения; ручка задатчика; тумблер-переключатель управления режимом работы – «автоматика» или «дистанционное»; тумблер дистанционного управления ИМ – «больше» или «меньше».

Так, например, при повышении давления пара в барабане котла МЭД подает сигнал на УТ, где он суммируется с сигналом устройства обратной связи (задатчика), при несовпадении усиливается, и командный сигнал поступает на ИМ, который воздействует на регулирующий орган, т.е. на газовую заслонку, прикрывает ее, и подача газа уменьшается. При этом нарушается соотношение

«газ – воздух», а отклонение данного параметра контролируется датчиком ДТ-2, он срабатывает и дает электрический сигнал на свой УТ, откуда поступает командный сигнал на ИМ вентилятора. Лопатки направляющего аппарата прикрываются, уменьшая подачу воздуха пропорционально количеству газа, и соотношение «газ – воздух» восстанавливается. Разрежение в топке при этом увеличивается, так как количество газов уменьшилось, а дымосос работает с прежней производительностью. На это реагирует датчик разрежения ДТ-2 и подает сигнал на свой УТ, который подает командный сигнал на ИМ дымососа, и лопатки направляющего аппарата прикрываются, а разрежение в топке восстанавливается. При уменьшении горения процесс парообразования уменьшается, и уровень воды в барабане возрастает. Реагирует ДМ и сигнализирует на УТ, откуда командный сигнал идет на ИМ регулятора питания, и подача питательной воды уменьшается.

Такое же пропорциональное регулирование работы системы происходит и при снижении давления пара в барабане. Система АМК-У предназначена для комплексной автоматизации работы паровых котлов производительностью до 1,6 т/ч и водогрейных котлов, работающих на жидком и газообразном топливе; в зависимости от области применения предусматриваются восемь модификаций системы. Комплект средств управления (КСУ) предназначен для паровых котлов паропроизводительностью до 2,5 т/ч.

Котлы с естественной циркуляцией, принудительной подачей топлива и принудительной тягой комплектуются средствами управления КСУ-2П-1, такие же котлы с топками под наддувом – КСУ-2П-2, а для прямоточных котлов с наддувом – КСУ-2П-3. В схемах автоматизации пароводогрейных котлов применяются управляющие устройства КУРС-101. Система автоматизации газомазутных водогрейных котлов типа КВ-ГМ (теплопроизводительностью 11,6; 23,3; 34,9 МВт) построена на базе комплекса КСУ-30-ГМ.